• 목 차 •

제 Ⅲ 편 산림경영

제1장 임업경영

| 1. | 경영일반21 |
|----|--|
| | (1) 개념 / 백을선 ·····21 |
| | (가) 목적21 |
| | (나) 임업경영의 경영자적 기능21 |
| | (다) 발전과정21 |
| | (2) 소유주체별 임업경영 / 백을선22 |
| | (가) 사유림22 |
| | (나) 국유림22 |
| | (다) 공유림23 |
| | (3) 생산요소 / 백을선23 |
| | (가) 임지23 |
| | (나) 자본25 |
| | (다) 노동26 |
| | (4) 법정림 / 백을선 26 (5) 다목적 산림이용 / 백을선 28 |
| | |
| | (가) 다목적 산림이용28 |
| | (나) 지속가능한 산림경영(국제동향)29 |
| | (6) 임업경영분석 / 주린원29 |
| | (가) 손익분기점 분석29 |
| | (나) 임업투자 경제성분석31 |
| | |
| 2. | 임업경영원칙 / 백을선37 |
| | (1) 공공성 원칙 |
| | (2) 수익성 원칙······37 |
| | (3) 경제성 원칙······38 |
| | (4) 새사서 위칭 |

| | (5) 보속성 원칙39 |
|----|------------------------|
| | (가) 목재수확 균등의 보속39 |
| | (나) 목재생산의 보속40 |
| | (다) 화폐수확 균등의 보속40 |
| | (라) 생산자본 유지의 보속40 |
| | (6) 합자연성 원칙41 |
| | (7) 환경보전 원칙······41 |
| | |
| 3. | 산림평가 / 백을선 |
| | (1) 임목평가 |
| | (가) 임목매매가41 |
| | (나) 임목비용가 |
| | (다) 임목기대값43 |
| | (라) 그라제르 공식44 |
| | (2) 임지평가44 |
| | (가) 기초이론44 |
| | (나) 지가형성요인46 |
| | (다) 임지매매가47 |
| | (라) 임지비용가47 |
| | (마) 임지기대값47 |
| | (바) 임업이율48 |
| | (3) 산림피해평가 |
| | (가) 입목피해49 |
| | (나) 산림부산물피해50 |
| | |
| 4. | 산림경영계획 |
| | (1) 지위판정법 / 정영교·····50 |
| | (가) 지위지수 분류곡선50 |
| | (나) 지위지수 분류표51 |
| | (2) 임분수확량 산정 / 정영교51 |
| | (가) 임분수확표52 |
| | (나) 임분수확표 사용법52 |
| | (3) 영림계획 / 백을선52 |
| | (가) 계획내용 |

| | (나) 일반조사 | ·····55 |
|----|----------------------------------|----------|
| | (다) 산림구획 | |
| | (라) 산림조사 | 57 |
| | (마) 부표와 도면 | |
| | (바) 내용작성 | |
| | (사) 시설계획 | 69 |
| | (아) 영림계획 설명서 | |
| | (4) 임업경영 계획기법 / 백을선 | |
| | (가) 필요성 | |
| | (나) 목적 | |
| | (다) 계획방법 | ······71 |
| | | |
| 5. | . 입목벌채 및 굴취요령 | |
| | (1) 입목벌채 / 백을선 | |
| | (가) 기본방침 | |
| | (나) 벌채방법 | |
| | (다) 현지조사 | |
| | (라) 벌채요령 | |
| | (2) 수목굴취 및 이식 / 최명섭·권상진······ | |
| | (가) 수목굴취 | |
| | (나) 수목이식 | 90 |
| | | |
| 6. | . 지속가능한 산림경영 / 김중명 ······ | |
| | (1) 개관 ····· | |
| | (가) 의의 | |
| | (나) 논의동향 | |
| | (다) 개념 | |
| | (2) 국제기구····· | 101 |
| | (가) 유엔산하기관····· | |
| | (나) 기타 | |
| | (3) 이행 및 평가 | |
| | (가) 기준 및 지표 | |
| | (나) 기준 및 지표의 이행평가 | 105 |
| | (다) 추지도햐 | 106 |

제2장 임업경제·정책

| 1. | 임업경제 / 주린원 ······107 |
|----|-----------------------------|
| | (1) 경제분석의 필요성107 |
| | (2) 기본개념······107 |
| | (가) 소비자잉여107 |
| | (나) 생산자잉여107 |
| | (다) 생산자잉여 및 소비자잉여의 합계108 |
| | (라) 사회후생함수110 |
| | (3) 비용ㆍ편익분석110 |
| | (가) 발전과정112 |
| | (나) 분석절차112 |
| | (다) 분석한계······112 |
| | |
| 2. | 임업정책120 |
| | (1) 정책이론 / 박경석 ······121 |
| | (가) 산림공유론123 |
| | (나) 토지국부론124 |
| | (다) 치산치수론124 |
| | (라) 공익우선론125 |
| | (마) 예정조화론······125 |
| | (바) 산업적 임업론125 |
| | (사) 난개발규제론126 |
| | (아) 수익자부담론126 |
| | (자) 지속가능한 임업론127 |
| | (2) 정책수단 / 박경석128 |
| | (가) 정책기관에 의한 직영행정128 |
| | (나) 산림감독·단속행정······128 |
| | (다) 장려적·조장적 수단 ·····129 |
| | (3) 임업세제 / 박경석129 |
| | (가) 구조129 |
| | (나) 종류130 |
| | (4) 산림보험 / 이성연133 |

| (가) 정의133 |
|---------------------|
| (나) 기능134 |
| (다) 산림화재보험의 약관135 |
| (라) 보험요율과 등지구분136 |
| (마) 산림재해공제······138 |
| (5) 임업금융 / 이성연138 |
| (가) 정의138 |
| (나) 특징139 |
| (다) 기금종류139 |
| (6) 산림조합 / 장우환 |
| (가) 이론배경140 |
| (나) 임업협동조합141 |
| (다) 산림조합의 과제143 |
| (7) 협업경영 / 송영근143 |
| (가) 도입배경143 |
| (나) 개념과 형태144 |
| (다) 사업전개146 |
| (라) 독일의 협업경영150 |
| (8) 대리경영 / 장철수154 |
| (가) 도입배경 |
| (나) 개념과 형태155 |
| (다) 외국사례157 |
| (9) 산촌종합개발 / 김종호158 |
| (가) 필요성158 |
| (나) 정의 및 구분159 |
| (다) 산촌의 실태160 |
| (라) 산촌지역과 임업163 |
| (마) 추진방향164 |
| (바) 산촌과 도시의 교류방안165 |

제3장 산림조사

| 1. | 전국산림자원조사 / 송장호······167 |
|----|--------------------------------|
| | (1) 조사내용 |
| | (2) 조사방법167 |
| | (가) 표본설계······167 |
| | (나) 추출방법167 |
| | (다) 표본점 원점 설치168 |
| | (라) 표본점 조사168 |
| | (마) 임지의 구분168 |
| | (바) 표본점 측정173 |
| | (사) 측정자료 계산177 |
| | (아) 항목별 집계179 |
| | (자) 기본계획구별 집계181 |
| | (3) 임상도 작성 |
| | |
| 2. | 원격탐사 / 이승호 ······183 |
| | (1) 항공사진 응용 |
| | (가) 일반적 특성183 |
| | (나) 판독의 기초189 |
| | (다) 사진측정191 |
| | (라) 시차193 |
| | (마) 판독요소195 |
| | (바) 임상구분196 |
| | (사) 사진측정197 |
| | (아) 면적구적199 |
| | (자) 측정제표200 |
| | (차) 임상도 작성202 |
| | (2) 원격탐사 및 GIS 응용 ······203 |
| | (가) 원격탐사 개념203 |
| | (나) 원격탐사 자료특성204 |
| | (다) 화상자료 전처리206 |
| | (라) 화상강조처리210 |

| | (마) 화상분류213 |
|----|-------------------------------|
| | (바) GIS응용기법 ······216 |
| | |
| 3. | 입지조사 / 정진현 ······223 |
| | (1) 입지구획 |
| | (가) 입지구획224 |
| | (나) 표준지 선정225 |
| | (2) 입지환경 및 토양단면 조사226 |
| | (가) 입지환경조사226 |
| | (나) 토양단면조사227 |
| | (3) 토양형 분류233 |
| | (4) 지위지수 산정233 |
| | (가) 직접적 방법233 |
| | (나) 간접적 방법233 |
| | (다) 지위급 분류234 |
| | (5) 지리조사236 |
| | (6) 조사부 및 산림입지도 작성236 |
| | (가) 조사부236 |
| | (나) 산림입지도236 |
| | |
| | |
| | 제4장 산림측정 |
| | |
| 1. | 입목측정239 |
| | (1) 임목재적 측정 / 이경학239 |
| | (가) 직경측정239 |
| | (나) 수고측정241 |
| | (다) 입목간재적 산출243 |
| | (2) 벌채목의 재적측정 / 이경학 ······246 |
| | (가) 원목재적 측정공식246 |
| | (나) 목재규격법에 의한 원목재적측정246 |
| | (다) 말구직경자승법247 |
| | (라) 외국의 재적측정방법246 |
| | (마) 수입재 건량방법 |

| (바) 산지 국가별 재적검량방법249 |
|----------------------------------|
| (3) 임분재적측정 / 이경학249 |
| (가) 매목조사법249 |
| (나) 각산정측정법252 |
| (다) 표본조사법254 |
| (라) 항공사진에 의한 축적조사257 |
| (4) 지조량 및 수피량 측정 / 이경학 ······258 |
| (가) 지조량259 |
| (나) 수피량260 |
| (5) 생장량 및 생장율 측정 / 이경학 ·····261 |
| (가) 수령과 임령262 |
| (나) 생장량······263 |
| (다) 재적생장율263 |
| (라) 생장추에 의한 임분생장량263 |
| (마) 임분생장량 계산법264 |
| (6) 입목밀도 / 정영교265 |
| (7) 수종별 임분표 / 정영교·····266 |
| (8) 수종별 완만도표 / 정영교268 |
| (9) 통계학적 기초 / 이경학 ······268 |
| (가) 부호268 |
| (나) 표본과 모집단269 |
| (다) 대표값 |
| (라) 산포도270 |
| (마) 두 모평균간의 비교273 |
| (바) 상관274 |
| (사) 회귀275 |
| |
| 산림측량277 |
| (1) 개요 / 김종윤277 |
| (가) 분류·····278 |
| (나) 기준 |
| (다) 측량오차280 |
| (라) 최확치 |
| (미) 출라스시 |

2.

| | (2) 평판측량 / 김종윤281 |
|----|--|
| | (가) 설치와 도상오차28] |
| | (나) 측량방법283 |
| | (다) 응용측량28년 |
| | (라) 오차와 정도291 |
| | (마) 도면축척 및 주의사항293 |
| | (3) 컴퍼스측량 / 김종윤29년 |
| | (가) 특징 |
| | (나) 검사 및 조정295 |
| | (다) 자오선과 자침편차296 |
| | (라) 국지인력의 검사 및 보정297 |
| | (마) 측량방법······298 |
| | (바) 정도·····300 |
| | (4) 고저측량 / 정도현300 |
| | (가) 측량방법301 |
| | (나) 정도 및 허용오차306 |
| | (다) 간접고저측량306 |
| | (5) 트랜싯측량 / 정도현308 |
| | (가) 주의사항308 |
| | (나) 측량방법309 |
| | (다) 측각시에 발생되는 오차315 |
| | |
| | 제5장 산림토목 |
| | 세98 선금도록 |
| 1 | 사방 / 최경 ·································· |
| 1. | (1) 산림황폐의 원인 ··································· |
| | (1) 전림형폐의 원인 ·······319 |
| | (가) 자전적 원인 ··································· |
| | (2) 황폐지 유형구분 |
| | (2) 왕폐시 ㅠㅎㅜ군 (가) 황폐지········320 |
| | (가) 붕괴지···································· |
| | (다) 물린땅 |
| | (다) 필년 8 ·································· |
| | (17) 刊 (17) 11 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 |

| | (마) 황폐계류 | ··321 |
|----|---------------------|----------------|
| | (3) 사방의 분류 | 321 |
| | (4) 사방효과 | 321 |
| | (가) 임업생산 | 321 |
| | (나) 재해방지 | 321 |
| | (다) 수원함양 | 322 |
| | (라) 생활환경보전 | ··323 |
| | (5) 사방설계 | ··323 |
| | (가) 산지사방 | 324 |
| | (나) 야계사방 | ··326 |
| | (다) 해안사방 | 328 |
| | (라) 조경사방 | ··328 |
| | (마) 예방사방 | ··328 |
| | (6) 사방시공방법 | ••328 |
| | (가) 산지사방 | 328 |
| | (나) 야계사방 | ··3 4 9 |
| | (다) 해안사방 | ··357 |
| | (라) 조경사방 | ··362 |
| | (마) 예방사방 | ··365 |
| | (7) 사방지 관리 | ··369 |
| | (가) 방침 | ··370 |
| | (나) 실시요령 | 370 |
| | | |
| 2. | 임도 | 371 |
| | (1) 총론 / 김종윤 | 371 |
| | (가) 도로와 임도 | |
| | (나) 기능 | 371 |
| | (다) 효과와 경제성 | ··372 |
| | (라) 종류 | ··374 |
| | (마) 노망의 운송체계 | ··375 |
| | (바) 임도망과 집·운재 ····· | |
| | (2) 임도구조 / 김종윤 | ··378 |
| | (가) 자동차 설계속도 | 379 |
| | (나) 차도포 | |

| (다) 곡선반지름38 | 30 |
|-------------------|----|
| (라) 곡선부 확폭38 | 31 |
| (마) 완화구간38 | 32 |
| (바) 물매 | 3 |
| (사) 가시거리 | 37 |
| (아) 주요 국가의 임도구조38 | 39 |
| (3) 임도계획 / 김종윤 | 39 |
| (가) 임도망39 | 0 |
| (나) 임도밀도39 | 3 |
| (다) 임도규격과 비용39 | 8 |
| (라) 임도망 편성39 | 9 |
| (마) 임도망 평가40 | 8 |
| (4) 노선측량 / 김종윤41 | 8 |
| (가) 기초조사41 | 8 |
| (나) 답사42 | 2 |
| (다) 예측42 | 3 |
| (라) 실측42 | 3 |
| (마) 평면곡선의 설치44 | 0 |
| (바) 종단곡선의 설치44 | 1 |
| (사) 구조물 및 지질조사45 | 5 |
| (아) 용지측량45 | 6 |
| (5) 설계 / 김종윤45 | 7 |
| (가) 설계서45 | 7 |
| (나) 설계도면45 | 7 |
| (다) 공종과 수량산출46 | 9 |
| (라) 공사원가 산출 | 7 |
| (마) 설계의 전산화48 | 1 |
| (6) 시공 / 정도현 | 8 |
| (가) 토공사48 | 8 |
| (나) 사면보호공사49: | 2 |
| (다) 포장공사 | 5 |
| (라) 구조물 공사50 | 5 |
| (7) 유지보수 / 정도현52 | 5 |
| (가) 사리도 | 5 |

| | (나) 사면 |
|----|------------------------------|
| | (다) 배수공526 |
| | (라) 노면관리 |
| | |
| 3. | 훼손지복구 / 최경 ·······527 |
| | (1) 토석채취지 복구527 |
| | (가) 채석적지 유형527 |
| | (나) 채석적지 복구공사530 |
| | (다) 복구방법······537 |
| | (라) 준공검사 기준538 |
| | |
| | 제6장 임업기계 |
| | |
| 1. | 임업기계 및 장비564 |
| -• | (1) 임업기계화 시스템 / 송태영 |
| | (가) 임목생산체계의 분류564 |
| | (나) 현행 임목 생산체계566 |
| | (다) 기계화 장애요인570 |
| | (라) 작업별 기계화 가능성570 |
| | (마) 도입유망 작업장비 |
| | (바) 작업방법별 원목생산비570 |
| | (사) 계산지표자료575 |
| | (2) 트랙터 / 김재원 |
| | (가) 농업용 트랙터의 활용580 |
| | (나) 종류와 성능580 |
| | (다) 구조·····583 |
| | (라) 유지관리 |
| | (마) 운전 및 작업상의 유의점586 |
| | (3) 묘포기계 / 송태영587 |
| | (가) 경운·쇄토작업기······587 |
| | (나) 스톤픽커 |
| | (다) 조상작업기588 |
| | (라) 상체작업기588 |

| | (마) 방제작업기 | 588 |
|----|--------------------------|-------|
| | (바) 중경제초기 | ··588 |
| | (사) 단근굴취기 | ··588 |
| | (아) 퇴비산포기 | ··588 |
| | (자) 측근단근기 | ··591 |
| | (차) 트레일러 | ··591 |
| | (4) 조림·육림기계 / 박문섭 ······ | ··591 |
| | (가) 예불기 | |
| | (나) 식혈기 | |
| | (다) 지타기 | ··597 |
| | (5) 벌채·집재기계 / 송태영 ····· | |
| | (가) 체인톱 | 599 |
| | (나) 차량형 집재기계 | 605 |
| | (다) 가선집재기계 | |
| | (라) 가선설치방법 | |
| | (마) 집재용 부속기구 | 627 |
| | (6) 임목하역용 기계 / 박문섭 | |
| | (가) 포크리프트 | |
| | (나) 포크로우더 | |
| | (다) 이동식크레인 | |
| | (라) 간이목재 하역장치 | ··643 |
| | (마) 하역작업 | ··644 |
| | | |
| 2. | 산림작업관리 | |
| | (1) 작업연구 / 김재원 | |
| | (가) 시간연구 | |
| | (나) 동작연구 | ··649 |
| | (다) 공정연구 | ··650 |
| | (2) 작업공정과 생산성 / 김재원 | |
| | (가) 작업공정 | |
| | (나) 공정표 작성 | |
| | (3) 노무관리 / 박문섭 | |
| | (가) 3가지 질서 | ··654 |
| | (11) 미디션 | 65.1 |

| (다) 공동체의식의 향상 | cec |
|--|---|
| | |
| (4) 작업안전관리 / 송태영 | 658 |
| (가) 필요성과 방법 | 658 |
| (나) 안전사고예방 | ····659 |
| (5) 임업기계화 적부판정법 / 송태영 ···· | 661 |
| (가) 지형 | |
| (나) 손익분기점 | ····661 |
| (다) 최적투자액 | 662 |
| (라) 기계경비와 인건비 | 662 |
| (6) 임업기계의 감가상각 / 송태영 | 663 |
| (가) 감가상각방법 | ····663 |
| (나) 임업기계별 내용연수 | 663 |
| (7) 기계화 작업관리 / 송태영 | 664 |
| (가) 작업경비 | 664 |
| (나) 작업비용에 미치는 영향인자 | 667 |
| | |
| 부록〉 | |
| | |
| 1. 입목간재적표 | |
| | |
| 2. 원목재적표 ····· | 678 |
| 3. 임분재적표 | ····678 ····686 |
| 3. 임분재적표 ···································· | ····678 ····686 ····693 |
| 3. 임분재적표 ···································· | ····678 ····686 ····693 ····696 |
| 3. 임분재적표 4. 지위지수분류표 5. 지위지수분류곡선 6. 임분수확표 | 678 686 693 696 698 |
| 3. 임분재적표 4. 지위지수분류표 5. 지위지수분류곡선 6. 임분수확표 7. 임분표 | ····678 ····686 ····693 ····696 ····698 ····723 |
| 3. 임분재적표 4. 지위지수분류표 5. 지위지수분류곡선 6. 임분수확표 7. 임분표 8. 완만도표 | 678686693696698723 |
| 3. 임분재적표 4. 지위지수분류표 5. 지위지수분류곡선 6. 임분수확표 7. 임분표 8. 완만도표 9. 항공사진 임분재적표 | 678686693696698723728 |
| 3. 임분재적표 4. 지위지수분류표 5. 지위지수분류곡선 6. 임분수확표 7. 임분표 8. 완만도표 9. 항공사진 임분재적표 10. 항공사진 임목본수표 | 678686693696723728740743 |
| 3. 임분재적표 4. 지위지수분류표 5. 지위지수분류곡선 6. 임분수확표 7. 임분표 8. 완만도표 9. 항공사진 임분재적표 | 678686693696723728740743 |

<

| (1) (7t) (forestry production) 7t () () 7t | 1. | | | | | | | | |
|---|-------------|---|---|----|---|---|---|-----|---|
| (7t) (forestry production) 7t 7t 7t 7t 7t 7t 7t 7t 7t 7 | (1] |) | | | | | | | |
| (forestry production) 7 () () 7 7 7 7 57 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 | | | | | | | | | |
| 7; () () () () () () () () () (| | | | | | | | | |
| () () () () () () () () () () | | | , | | | | • | | |
| , 가 5가 | | | | (| | | | () | |
| , , 가 가 5가 가 5가 , 가 가 5가 , 가 가 기 기 기 기 기 기 기 기 기 기 기 기 기 기 기 기 기 기 | (|) | | | | • | | | |
| , 가 5가 가 5가 가 가 가 가 가 가 가 가 가 가 가 가 가 가 | | | , | | | | | | • |
| , , , , , , , , , , , , , , , , , , , | | , | 가 | 5가 | , | | | | |
| , , , , , , , | | | | · | | , | | | |
| , , , () , , , , , , , , | | | | | | | | 가 | - |
| , , 가 | | , | | | | , | | | |
| , 가 | (|) | | | | | | | |
| i = | | | | | , | | | | |

```
1960
                                            가
(2)
(가)
                   . . ( ). ( .
                                                 ) 가
                      210 , 5ha
                                                 90%,
                        35% .
    가 :
                     가
                                             0.9ha
   가
        176
             가
                                        5 ~ 30ha
                                      9% ,
    40% .
                              10ha .
   30 ~ 100ha
                                                  0.6%,
   13% .
                              (農主林從)
                                    48ha
                                100ha
                   0.1%,
                              12.5% .
                                   가
             ) .
                                                 가
                               가
( )
                                            5
                             43 ha,
                                                 35 ha,
          24 ha,
                              2 ha,
                                                       14 ha
       (National Forest)
                  4 ~ 6
```

가 가 (Public Forset) 가 가 가 (3) 가 (가) 1) , 가 가

2)

,

가)

•

$$f_{1} = \frac{q_{1}}{Q}$$
 f_{1} , $f_{2} = \frac{q_{2}}{Q}$ f_{2} , $f_{3} = \frac{q_{3}}{Q}$ f_{3} ,

f₁, f₂, f₃ ..., q₁, q₂, q₃ ..., f₁, f₂, f₃ ...

Q.

.

 $f_{1} + f_{2} + f_{3} + \dots$ $= \frac{q_{1}}{Q} f_{1} + \frac{q_{2}}{Q} f_{2} + \frac{q_{3}}{Q} f_{3} \dots = \frac{q_{1} f_{1} + q_{2} f_{2} + q_{3} f_{3} + \dots}{Q}$

$$Q = \frac{q_1 f_1 + q_2 f_2 + q_3 f_3 + \dots}{f_1 + f_2 + f_3 + \dots}$$

 $f_1 + f_2 + f_3 + \dots = f_1 + f_2 + f_3 + \dots$

가 가 가 가 가 가 () , , . 가 가 가 가 가 가 가 가) () 가 (1) 2) 가 . n 가가 q Q 가 Q-q, (Pq) $Pq = \left(\sqrt{\frac{Q}{q}} - 1 \right) 100$

 $Pq = \frac{Q - q}{Q + q} \times \frac{200}{n}$

3) 가 , 가 가 , 가 (正) , 가가 n 가가 t T . (Pt) T-t, $Pt = \left(\sqrt{\frac{T}{t}} - 1 \right) 100$ $Pt = \frac{T - t}{T + t} \times \frac{200}{n}$ 4) 가 가 가 . X 가 Ax가 n , Ax+n - Ax n 가 Ax+n $Z = \left(\sqrt{\frac{Ax+n}{Ax}} - 1\right)100 = Pm + Pq + Pt$ () 가 가 가 가 가 가 가 가 가 . 가

(4) (法正林)

가

가) 가) . Wagner 가) 가 가 가 가 가 Wagner 가 가

(5)

(가)

가 (outputs) , 가 가 가 (service)

가 가 , .

가 가 M.Clawson(1975) (1-1-1)

1-1-1. ㆍ 가

| | 가 | | 가 | 가 | 가 | 가 () |
|---|---|---|---|---|---|-------------|
| 가 | | 가 | 가 | 가 | 가 | 가 () |
| 가 | 가 | | 가 | 가 | 가 | 가 |
| 가 | 가 | 가 | | 가 | 가 | 가 (|
| 가 | 가 | | 가 | | 가 | 가 () |
| 가 | 가 | | 가 | 가 | | 가 (|
| 가 | 가 | 가 | 가 | 가 | 가 | |

: , 1989.

, 가

가 (production possibilities)

. 가 , , , ,

, (trade-offs in production)

.

```
가
     가
                   가
                                                         (product mix)
      가
( )
      가
 1992
                           (UNCED)가
     가
                      21(
                            가
                                                      가
             UNCED
                                      (ITTO)
                                                             가
       가
UNCED
           가
                                              가
                       가
                                      가가 가
                       10
                           가
        가
                                      가
                                9
                         가
                                                      가
(6)
(가)
                   가
```

```
CVP (cost-volume-profit analysis)
       ( 1-1-1)
                               1-1-1.
( 1-1-1)
                (fixed cost : F)
                                      가
                                     . (variable cost : V)
                                                                       가
                  가
                                        ( )
 (total cost : TC)
                                 (total revenue : TR)
     (quantity: Q)
                              가 (price : P)
                                                        , ( 1-1-1)
(break-even point) .
          TC = F+V = F + \cdot Q
          TR = Q \times P
          TC = TR
          F + \cdot Q = Q \times P
          Q = \frac{F}{P}
               가
                                       (P - )
                                      (contribution margin)
                                                              가
             가
                     가
         가
                       가
                                              가
```

```
100%
                가
                                                            가 .
                                                                          가
                          가
           가
                                                                    가
                                            가
                                가
                                              가
( )
                                              가
                            가
                                                                  가
                                                                        (net present value
method),
                         (internal rate of return method),
                                                                 (payback period method)
                                           가
                                                                  (discounted cash flow
method : DCF )
                                           가
                                                         (financial analysis)
1)
                                                                                  가
                            가
                                                        100
                                                           1
     100(1+i)
                                                                   100
                                                                                100/(1+i)
     가 가
                                                           가
                                 . , \frac{100}{1+i} × (1+i) = 100( ) .
       100
                    PV(X_t) = \frac{X_t}{(1+i)^t}
                   PV(X_t): t
                                                              가
                   X_t: t
                   i :
```

```
가
                가
                                                     (discounting)
                         (discount rate)
2)
                                                가 ,
                 가
                                          NPV IRR
                                                                    , FAO,
UNIDO
                                    NPV
                                                      IRR
 가) 가
     가
                       가 (present value method, present worth method)
     NPV , NPW
                 가
(expected rate of return),
                                    (required rate of return)
                                                                    (cost of
                                                                     가
capital)
       . 가
                   가
           NPV = \frac{n}{t=0} \frac{Bt}{(1+r)^t} - \frac{n}{t=0} \frac{Ct}{(1+r)^t}
                B_t: t
                C_t: t
                r :
                n :
      가
 가
                                         가
                                                                      가
가 (+)
, 0
                                            , (-)
                                 가
                                            0 (+)
            , 가
                                                           NPV
            NPV가 가
                                                               가
                                            . NPV
              가
  )
                          가
 NPV
```

가 . 가 가 , 가 가 0 r ${^n_{t=0}} \frac{B_t}{(1+r)^t} = {^n_{t=0}} \frac{C_t}{(1+r)^t}$ 가 가 가 . 가 가 가 . (profitability index), (benefit/cost ratio) 가 $P.I. = \frac{t=0}{n} \frac{(1 + r)^t}{Ct}$ t=0 (1 + r) 가 가 1 가 가) (年數) 가 가 . , 가 가 가 가 가 3)

33

(+) NPV

가 .

가)

. 20

A 25 B

가 가 (1-1-2)

가

1-1-2.

가

(:)

| | 가 | 가 | 가 |
|---|--------|--------|--------|
| А | 30,000 | 20,000 | 10,000 |
| В | 31,000 | 20,000 | 11,000 |

NPV 가 B

r :

가 . .

()

$$6\%$$
 A 7t 20 7t $10,000 \times (1.06)^{20} = 32,071$, B 7t 25 7t $11,000 \times (1.06)^{20} = 47,211$. 20 20 20 32,071 5 A 7t $14,488$

, B 7 14,299 . B A . , 20 5 2,071 25 4 47,211 가 가 .

32,071 25 4 47,211 가 가 가

가 가 < (無

```
限)
             >.
                                           가
      가
가
                       (equivalent annual annuity)
     3
                                           가
                  가
                        가
      가
                                       가
                    가
가
)
                         가
                         NPV
                             IRR
                가 ( 1-1-2) .
             1-1-2)
                                              13%
NPV
         . (
                               Α
                         10% 22.5%
                22.5% .
                                            B가 IRR
В
NVP
                Α
                              Α
                                           В
                8% 가 . NVP
                 NPV
 A가
         В
                                  A가
                                            . 10%
             A가 NPV 가
                                  10%
 B가
         NPV
                   IRR NPV
                   가
          NPV
                 가
                   5
                       10
                           15
                               20
                                    25
                                    (%)
                  1-1-2. NPV
                          IRR
     NPV
                                            . ( 1-1-3)
                                             NPV
                            3
                 10%
                                        A가 1 , C가
                            . NPV
2,
      B가 3 가
       1,200
              가 . NPV
                                     가
                                             A가
                                    в с
```

가 2,450 가 B/C B가 1 , C가 2 , A가 3 가 1-1-3. NPV B/C 가 B/C Α 1,200 2,200 1,000 1.83 В 500 600 2.20 1,100 С 1,350 700 650 1.93) 가 가 가 , 가 가 NPV NPV IRR 가 가 가 가 가 가 가 가가 가 **IRR** 가 가 가 가 가 가 가 (reinvestment of intermediate cash flows) 가 가 25% 가 25% 25%가 가 가 가 가 가 NPV 가 가 가 IRR 가 IRR 가 가

| , | |
|------------|---------------------------------------|
| | , |
| | |
| 가 가 | |
| , | 가 |
| 가 가 . | |
| , | |
| | |
| | |
| , | |
| | |
| , 가 | • |
| 가 . | |
| | , |
| 3 | |
| , | |
| . , 가 | (the |
| | |
| 가 가 가 가 | |
| | |
| | 가 가 가 가 가 가 가 가 가 가 가 가 가 가 가 가 가 가 가 |

·

(3)

,

.

= = ÷ = ÷ = ÷ = = (-) ÷ = ÷

가 , 가 가 가

(4)

Wagner , ,

,

가 ,

가 ,

. , 가

,

(5) . 가 4가 가 (가) 가 Hundeshagen (1826) C. . Carlowitz(1713) Heyer(1841)

```
( )
  C. Heyer(1862)
                             Judeich(1871)가
                                                    가
                              · 가 ·
                             Ostwald(1924)
                   (
                         )
                                                    가
                  Guttenberg(1903), Eberbach(1927), Wagner(1928)
                                                 가
       가
                                                         가
```

(6) 가 (7) 가 3. 가 가 가 가 가 (1) 가 **가** 가 (가) 1) , 가(가) 가 가

2) 가 가 가 . $X = f \left(\frac{A}{1 + m \cdot p + r} - B \right)$ X : (m^3) 가 f: A : (m^3) 가 m : (m^3) B : , , p: r: 3) 가 가 가 가 가 가 가 가 가 가 가 가(立木價) 가 가 가 (架線) 가 .) 가 가 가 . 가 가 가 가

가

```
1m<sup>3</sup> 45,000 1m<sup>3</sup>
 [ ]
                             가
                                                                                 17,000
                                                             10%
                                                                              m³
                                                                                    가
              85%,
                          1%,
                                    45.000
                                                     - - 17,000 ) = 19,103
       X =
              0.85 (
                             1 + 4 \times 0.01 + 0.10
( )
               가
                                                                 가
                                       가
                                                                                          가
              ( 15~20 )
                                       가
          7 = (B + V) \{(1 + p)^m - 1\} + C(1 + p)^m - \{Ta(1 + p)^{m-a} + Tb(1 + p)^{m-b}\}
                                                    Ta:1
  p :
                                                    Tb: 2
  m :
  B :
         가
                                                    m :
  V :
              (V = v/p)
                                             )
                                                    a : 1
                               , v:
  C :
                                                    b:2
 [ ]
                                                300,000 ,
              ha
                   210,000
                                                                      12,000
                                                                                          15
            90,000
                                                                          6%
                                                                                        20
                               가
          (1 + p)<sup>n</sup> 가
               7 = (210,000 + 12,000/0.06) \{(1+0.06)^{20} - 1\} + 300,000(1 + 0.06)^{20} - 90,000(1 + 0.06)^{20-15}
                  = 410,000 \times 2.2071 + 300,000 \times 3.2071 - 90,000 \times 1.3382
                  = 904,911 + 962,130 - 120,438 = 1,746,603
( )
                                         가
                                                                                   가
                m
                                r
                           Yr + Ta(1 + p)^{r-a} + \cdots - (B + V)\{(1 + p)^{r-m} - 1\}
                                                 (1 + p)^{r-m}
                                         Yr:
          p :
                                         Ta:
          r :
                                          B :
                                                 가
          m:
                                          V :
                                                      (V = v/p 	 v ;
          a :
```

```
가
                         가
                                                             가
                               가 가
      가
                        가 ,
                                             3가
             가
가
                   가
                                      가(複成原價)
                      가
                        가
       가
                                            가 가
      가
                 가
                               가
                                                가
                                                             가
               가
                                                가
                       가
가
                         (Bu)
                                                               u
                                  가
    Au+Da \ 1.0p^{u-a} + Db \ 1.0p^{u-b} + ... - C \ 1.0p
               1.0p<sup>u</sup>-1
                                       0.0p
     (Au): u
     (Da, Db, ...) : a , b , ...
     (C): , , , 가
     (v) :
u:
           p :
                                                              가
                                     가
                                                   가
                  가
                                                        가
                             가
                         가
                                       가
가
                  가
                                                   가
               가
       가
                 가
                 가
```

45

```
(事情補正)
(時點修正)
가
                                            가
              가
              가
( )
      가
                                 가
           가
 , 가
            가
                                               가,
                                          가
                                                   가
                                                          가
                                 (堅密度)),
                      ),
  가 가
                     가
                                                      가
     가
                                 가
                                                        가
                                      가
          가
                                                                  가
                                                  가
가
                                                                 가
                            가
                                   (特性勘案價格函數, Hedonic Price Function)
       가
                                (shopping bag analogy)
```

가 가 가 가 가 가 가 가 가, 가, 3 가. . 가 가 가 가 () 가 가 가 가 1) 가 = $(B + M) (1 + p)^n + V\{(1 + p)^n - 1\}$ 2) 가ㅣ 가 가 = B(1 + p)ⁿ + (M + v) · $\frac{(1 + p)^n - 1}{p}$ - I , v: , l: , p: 가, M: 가 B : n : [] 210,000 30,000 12,000 , 가 가 162,000 6% 20 가 $7 + 210,000(1+0.06)^{20} + (30,000+12,000) \cdot \frac{(1+0.06)^{20} - 1}{0.06} - 162,000$ $= (210,000 \times 1.7903) + (42,000 \times 13.1717) - 162,000$ = 375,963 + 553,211 - 162,000 = 767,174()

가

가

```
\frac{yr + Ta(1 + P)^{r-a} + Tb(1 + P)^{r-b} + \cdots - C(1 + P)^{r}}{(1 + P)^{r} - 1} - \frac{v}{P}
               P :
                                                         Ta,Tb: 1,2
                                                             C :
               r :
                                                              v :
              a,b: 1,2
              yr :
  [ ]
                                                                                           30
                                                                     가 ha 300,000
                                                                                                              20
                                                                                                                        90,000
             25
                       360,000
                                                                          4,200,000
                  가 12,000
                                                                                                       6%
                         4,\!200,\!000+90,\!000(1+0.06)^{\scriptscriptstyle 30\text{-}20}+360,\!000(1+0.06)^{\scriptscriptstyle 30\text{-}25}-300,\!000(1+\phantom{0.06})^{\scriptscriptstyle 30}
                                                                                                                      12,000
                                                            (1+0.06)30-1
                                                                                                                       0.06
                           4,200,000 + (90,000 \times 1.7903) + (360,000 \times 1.3382) -300,000 \times 5.7435
                                                                                                                    200,000
                                                               4.7435
                    = 657,706 - 200,000 = 457,706
( )
                                              가
                                                                                                     가
                                    가
                                                                                                   가
1
                                                                     가
                                                                                                 가
                                       가
                                                                                                               가
       가)
                 가
```

```
가
                  (r) 가 (s)
          . r, P, s
  (P)
 1 + r = (1 + P)(1 + s) = 1 + P + s + Ps
 Ps가
  r P + s , P r - s
          가 (s) 10%,
                                      15%
                                            가 ,
                                (r)
    Ρ
         5% .
(3)
           가
(가)
           가 가 가 Glaser ,
가
       가
                                                        가
가
                    가
        가
               가
                                   가
                                              가
                       . , Glaser
                                                   가
                      2
 Glaser
 1)
               가 (Au)
                                                   가
 가
                             가
            가
 2) Glaser
                                                 가
                                           ha
  AGm = (Au - C_0) - \frac{m^2}{u^2} + C_0
             AGm : 가
                                가
                                        Au:
              C<sub>0</sub> :
                                        m : 가
              u :
                                )
                                가
                                                   C<sub>0</sub> 0 )
 3)
                                                  (中)
```

4) Glaser ha 가 가

. ,

$$= \prod_{i=1}^{m-n} AGij FAij SDij$$

i: m: j: n:

AG : Glaser ha · 가

FA:

SD: ·

()

가 가 . .

$$= \frac{\prod_{i=1}^{n} Pi \cdot PMi}{(1 + r)^{i}}$$

Pi: 가 PMi:

n: 가 r:

가 가 가 가 , 가

, 가 .

4.

(1)

(地位) , 기 (地位指數)

. 20 , 30

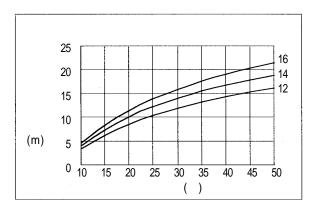
(가)

(査定)

30 7 15m 30 15m 15 15m

15 .

< > .



1-4-1.

()

23 7 11.4m . (1-4-1) 23 14 16 .

20 25

| | 20 | 25 | 23 |
|----|-------|-------|-----------------------------|
| 14 | 10.0m | 11.4m | 10.0+3/5(11.4-10.0) = 10.8m |
| 16 | 12.2m | 13.9m | 12.2+3/5(13.9-12.2) = 13.2m |

23 14 10.8m , 16 13.2m가 , 11.4m 13.2m 10.8m 가 14 .

가 < >

.

1-4-1.

| | 12 | 14 | 16 |
|----|------|------|------|
| | m | m | m |
| 10 | 3.3 | 3.9 | 4.5 |
| 15 | 6.2 | 7.3 | 8.2 |
| 20 | 8.3 | 10.0 | 11.4 |
| 25 | 10.5 | 12.2 | 13.9 |
| 30 | 12.0 | 14.0 | 16.0 |
| 35 | 13.1 | 15.2 | 17.4 |
| 40 | 14.4 | 16.8 | 19.2 |
| 45 | 15.3 | 17.9 | 20.4 |
| 50 | 16.2 | 18.9 | 21.5 |

: , 1986

(2)

(가)

11414)

()

1)

(現實林) ha

(角算定法) ha

ha .

$$(V) = (V) \times \frac{(G)}{(G)} \times \frac{(H)}{(H)}$$

$$V = 191.0 \times \frac{26.7}{26.4} \times \frac{15.2}{14.9} = 197.1 \text{m}^3$$

3)

5.36m³ .

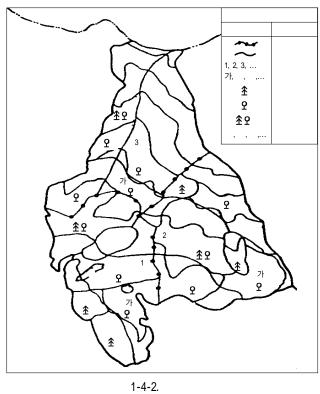
(3) (가) 10 가 가 1) 1965 1998 2) 가 가 가 가 2 가 가 3)

가 , 4) 가 () 1) 가) 2) 가))) () 1) 가)

55

),)) 2) 가)) 1 100ha 1, 2, 3,) 가 가, 0.1ha

) , : (1-4-2) .



1-

()

1)

7))

: , , , , , , , 8 . : (15), (15 ~ 30), (30)

)

- : (12.5%)

- : 가 ~ (12.5 ~ 25%)

- : (26 ~ 37.5%)

```
가
                 37.6 ~ 50%)
                  가
                                      50%
                                             )
                   30cm
                   30 ~ 60cm
                   60cm
                                             가
                                        가
                                                          가
                                                    가
                                가
                                                                  가
                                 가
           가
                                                              가
                                                     (
                                                                         )
  )
   )
      I
                                                             500m
      Ш
                 가
                                      2Km
      Ш
                                                             2Km
                                                                         )
2)
                                       (m³),
                    (ha),
 가)
  )
                       30%
```

58

```
가 75%
         가 75%
                     가 26 ~ 75%
                  , 가
                  가
             100
                             가
   : \frac{18}{10 \sim 30})
        10
        10
: 11 ~
        20
: 21 ~
        30
: 31 ~
        40
: 41 ~
        50
: 51 ~
        60
: 61 ~
        70
: 71 ~
        80
: 81 ~
        90
: 91 ~ 100
           가
                            50%
          6cm
          6 ~ 16cm
                              50%
```

```
30cm
                                                100
                  가 40%
                  가 41 ~ 70%
                  가 71%
                   : ha ,
                       : 가
                                    6cm
      - 가
                                 120cm
                                                        , 2cm
               : m
                                m
                                                                   2%(
                                         1%)
                                                                 0.04ha(20m
        \times 20m, 10m \times 40m, ...)
3)
                                           가
                                                      가 가
 가) ( )
                                                                40%
                                                                       )
        ( 1-4-2)
   )
                                    가
                                                     가
                                                              가 가
                      40%
                             ) "
```

18 ~ 28cm

50%

-"" (1-4-2)) ブト))

1-4-2.

| | | | (m) | | |
|----|---------|----|-----|---------|----|
| | | | | | |
| | | | | | |
| 4 | 3 | 2 | 9 | 8~6 | 5 |
| 11 | 10~6 | 5 | 14 | 13 ~ 8 | 7 |
| 17 | 16~9 | 8 | 16 | 15 ~ 9 | 8 |
| 20 | 19 ~ 10 | 9 | 17 | 16 ~ 8 | 9 |
| 22 | 21 ~ 11 | 1 | 17 | 16 ~ 11 | 10 |
| 22 | 21 ~ 11 | 10 | 17 | 16 ~ 11 | 10 |

()

,

•

1) (1-4-3)

1-4-3.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ha | | | | ha | | | |
|---|--|--|--|--|----|----|----|----|--|--|--|--|--|--|-------|--|--|--|--|----|----|----|----|----|---|-----|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | _ | | | | | | | _ | | | | | |
| | | | | | ĥа | ĥã | ĥã | ĥа | | | | | | | (%) | | | | | m | m, | m, | m) | m | m | (%) | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| L | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

```
8
                                           100
              100
: \frac{25}{10 \sim 30} )
                   10
                                                                                      100
                                                                {( )}
```

) : , 2

) : ,

2) (1-4-4) , . .

1-4-4.

| | | (m³ |) | | | | | | | | | | | | | | | (|) | | |
|-----|----|-----|---|--|-----|-----|------|--|--|------|--|---|-----|--|----|-----|--|-----|---|-----|---|
| (至) | ha | | | | (%) | fia | (m³) | | | na ∣ | | ħ | (a) | | ĥã | () | | (a) | | () | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | , |

•

: 100 .

:

,

-

.

-

- , , ,

```
가
3)
 가)
   )
                                              (:
         가
                      )
   )
                               가
   )
            16
   )
      100ha
                                                   가
                      가,
   )
```

```
)
                         ( : \frac{15}{10 \sim 20} )
)
             10
)
                         : 가
                                              6cm
    가
                                      120cm
                                                                    , 2cm
               : m
                                      m
                                                        가
                                                                        1
         0.04ha(20m \times 20m, 10 \times 40m)
       - 가
                           2cm
                                   (括約)
                                                                                     , 6cm
                                              가
)
              가
)
```

)) : (,): 4 () 4)

1-4-5.

1. 2. 1mm 1.5cm ______1.5cm _____ 1mm " " " 1mm " 1cm 1 1mm 5mm 1mm 2mm 1mm "

1-4-6.

| 1mm | | | |
|---------------------------|---|-------------------------------|---|
| 1.5cm1mm | " | , ,, ,,, | " |
| | " | (11118) (1111) | |
| 1mm | " | 85 | |
| 1mm 1cm | " | $\times \times \times \times$ | |
| 1mm 1mm 5mm | " | XXXX | " |
| 1mm | | ===== | |
| 1mm | " | ====== | |
| <u>2mm</u> <u>4mm</u> 1mm | " | | |
| <u>2mm</u> 1mm | " | | - |
| <u>2mm</u> <u>1mm</u> | " | | - |
| $\overline{}$ | | | - |
| | | | - |
| | | | - |
| 2 | | | - |
| 2 | | | - |
| | | | - |
| | | | - |
| | | | - |

()

가

1)

:

•

: 가

.

2)

-

| 70 | 100 | 70 | 35 | 60 | 60 | 70 | 70 | 15 |
|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|

-

| | | | , |
|----|----|----|----|
| | | | |
| 20 | 30 | 20 | 20 |

1 5ha .

50(30) 60(40) 25(20) 40(20) 50(30) 50(20) 15

()

() 가

(4) 2

| 가 | Оре | rations Re | search(OR) | | | | | | 가 |
|-----|-----|------------|------------|------------|---|---|---|--------|--------------|
| , | , | , | | (LP) OR | | 가 | | | |
| (가) | | | | | , | | | | 가 |
| | | | | | , | , | , | | |
| | | | | , | , | 가 | , | | 가 |
| | | | 3가 가 | , | | | 가 | 71 | |
| | OR | , | | | | | | 가 , | |
| | | 10 | | | | , | , | | , |
| | | | | 가 | 가 | | | | ' ት , |
| () | | | | | | | | | , |
| | | | | | | | | | |

가 가 가 () 가 1) 가 가 2) 가 3) 가 (4) 가 , 가 5) OR OR 가 . OR 4

가 OR 6) (LP) LP LP가 가 가 7) 가 가 가 가 가 8) (I/O

가 . . 1 ,

(Leontief)가

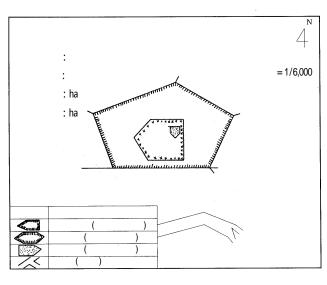
I/O

1961

.

5. (1) (가) 가 () 1) (2) 가 6cm 3) 가 가 가 4) 가

() 가 가 1) 가) 가 가 1-5-1. 가) 10m 가 백색폐인트로 띠모양으로 표지 120cm 가 1-5-2. 2) 6,000 1



1-5-3.

3)

가)

| 1 | | | | | | |
|---|--|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | • | |
| | | | | | , | |
| | | | | | , | |
| | | | | | | 가 |
| | | | | | | |
| 가 | | 가 | 가 | | | |
| | | | | • | | |
| | | | • | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

가

6cm

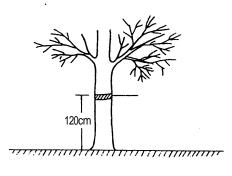
가

- 1

120cm

1-5-4.

가



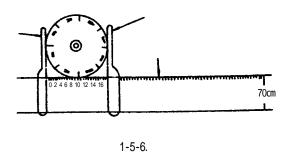
1-5-5.

- 가 (120cm) (가)

1

가) 가 가 가

-



- : 가 가

- 가 0 가 가 가 .

```
1 , 3 1 가
          1, 1,
                                      "正"
가
                       )
        正正正正
                      20
                             正正
18cm
                                           10
        正正正正正
                      25
                                            5
20cm
                             正
22cm
        正正正
                      15
                             下
                                            3
                      60
                                           18
```

- 가

•

• 가

• 가

가 , 가 가

• 가 가

• 가

•

• 2

•

2

)

•

.

3 ,

The state of the s

. 기 18cm 30cm 18cm, 20cm, 22cm...30cm

.

(가)

. 가

) ()

2

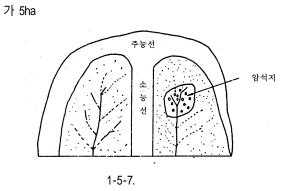
18cm 13m 0.151 m³ 21 3.171 m³ 20 14 0.195 25 4.875 22 15 0.247 15 3.705 61 11.751 11.75

: 3

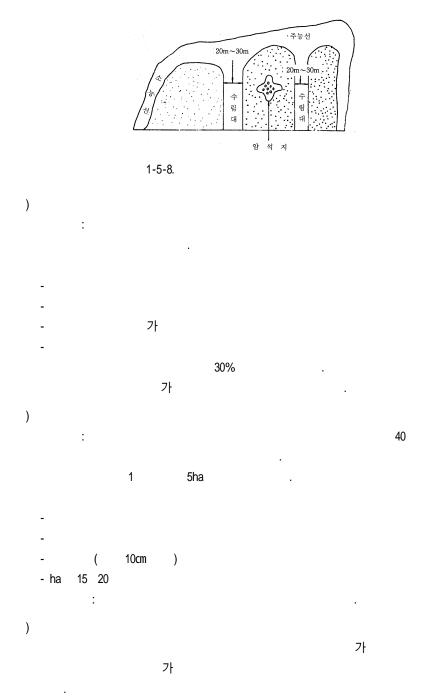
.

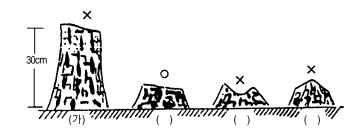
< > 가 0.151 m³ 18cm, 13m 가 0.195m³ 20cm, 14m 가 0.247m³ 22cm, 15m () 1) 가) 1 10 5ha , 1 20m 30m 가 6cm

, ,



가





1-5-9.

가

가 1 2

2)

가)

가

가 5 10

가 5

15

10 15 20

가 20m ()

가 .

가 (10cm 16cm 가 1 1.5m) 가 70% : 2 1 2

.

(10cm). , .

= (m) (×3) 가 (cm) = 가 (cm)

 $7 + (cm) = \frac{}{(x3)}$

: 7ት

-

-, ,

- **フト""**

--

-가

- : 가

-· : · 가

· : (,), (

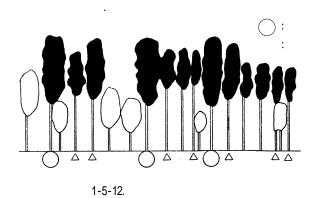
· : , 가 ,

```
가
                                  4m
                                                              10cm
· ha
         400
                  가
                                    1
                     10cm
       가
        가
                                                      .
가
                                                       가
. 가
                     1/3 2/5
           가
. 가
                                       1-5-11.
                                                     가
                                가
                                가
                                            5cm
                                           가
                       가
```

- : - : - : , , - : 가 , 가

- :

. , , , ,



1-5-13.

1-5-14.

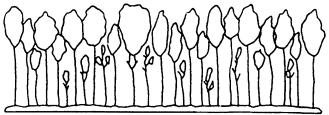
4 5 (5 10) 3 , 4

: 가

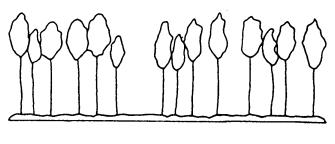
フト , , ha , ,

.

-- 가 < >



< >



1-5-15.

(2)

(가)

.

1)

· : ()

:

가, 가

(가 .)

2)

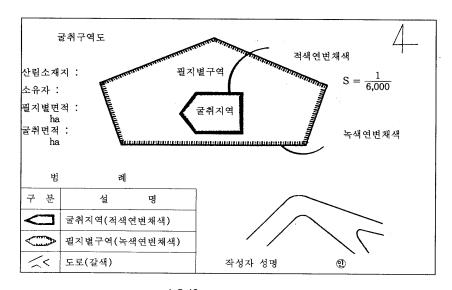
: 가

: ,

:

3)

가)



1-5-16.

)

,

,

•

| | < > | | | | | |
|-------------|---------------------------------------|-------|-----------|------------|-----------|-----|
| | | | | | | |
| | : | | | : | | |
| | | | | • | | |
| | | | | | | |
| (1) | | 가 | 7 1~3 | 5 ~ 7cm, | 3~4m 가 | |
| | < | | > | | | |
| | , , , , , , , , , , , , , , , , , , , | , , , | , | , , 가 , | , , 가 | , , |
| • | | | | | | |

. 가 가

,

2) 1~3

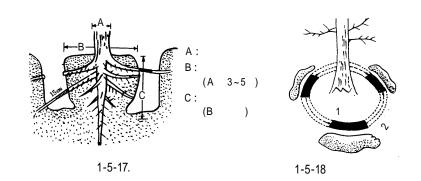
가) 가 .

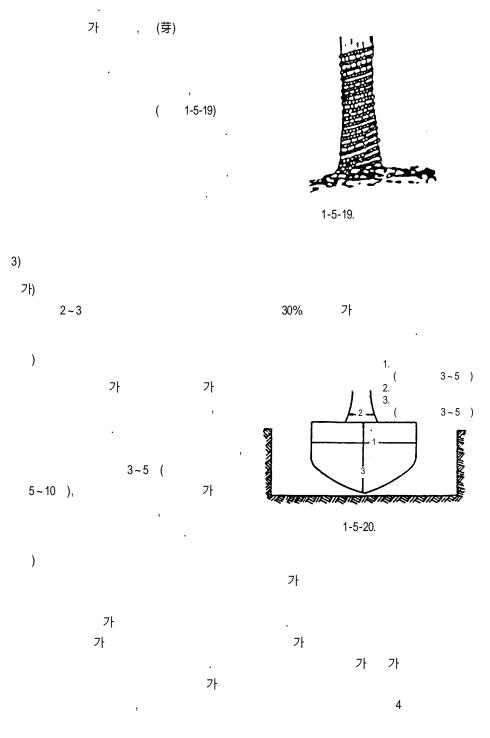
) 가 , 3~5

(1-5-17) . フト

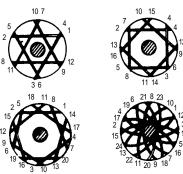
15cm . 2~4

(1-5-18) 1 2~3





10 7



1-5-21.

4) 가

가

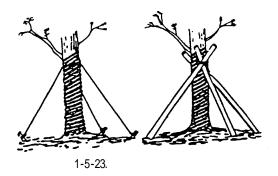
가 가 가 가

가

가

5) 가 가 가

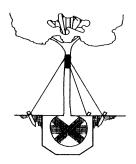
6) 가) 1.5 ~ 2) 가 5cm) 1-5-22.) 1/2~1/3 가 3/4 가) 가 가) 가 1/3



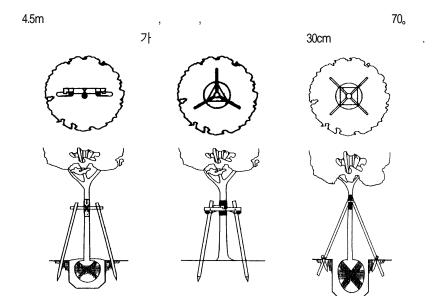
4.5m







1-5-24.



1-5-25. 4.5m

가 1.2m 30cm 1-5-26. 7) 가) 1/3 10cn 가 가 2 1 1~2 , 1~2

가 -- , , . -

)

가

)

가

```
)
                       가
       가
                   가
)
               가
                                       가 가
                                        3
                                  1-5-27)
                                                        5~8
                                                 6~10kg
            20~30cm
                       , 20cm
                                                        6
                                               d:
             A, C, E
                     1-5-27.
                                       (
                                                60cm
)
                                                (
                                                       1,000
      1-5-28)
                                10 ~ 100cm
       2m
         가
         가
                  가
                           가
                                                         1-5-28.
    가
```

```
4~10
                               가
                                                          1
                                                                  1,000cc
                                                                                10
                     가
                                     2~3
6.
        가
(1)
(가)
     가
                (Sustainable Development)
              가
                                            가
(Brundtland
                , 1987)
                                      (UNEP)
                                                       (1989)
             가
     가
                                                                가
                                  가
           (Profitable)
                                                  (FAO)
   가
                              (Brundtland Report)
                                                           가
                                                                              가
                                                                           가
   (ESSD, Environmentally Sound and Sustainable Development)
     (ESED, Environmentally Sustainable Economic Development)
( )
     가
                                                           (UNCHE, '72)
   (WCS)('80)
                             가
          (Brundtland
                           ) ( 87)
                                         가
                                                                                 가
               (UNCED) (' 92)
                                       가
  21』
                                                                                가
                               가
                             (CSD)('92)가
                                                  UNCED
    21(11
                         )
```

```
(UNCHE, 72)
             가
                                     (WCS, 80)
                               가
                                                               (Brundtland Report, 87)
                                            가
                                                                         (87)
                                                                 (UNCED, 92)
                                                        21( 11
                                                                      (CSD, 92)
         1970
                  1975
                            1980
                                     1985
                                               1990
                                                        1995
                                        1-6-1.
     가
                      (Sustainable Forest Management)
                                                                                            가
                                  가
             가
                                             (Productivity), (Regeneration),
(Biodiversity),
                            (Ecological Diversity)
                                                 가
```

1-6-1) 가

.(

()

가

1)

가 가 가) (ITTO) 가 가 (Sustainable forest management is the process of managing permanent forest land to achieve one or more clearly specified objectives of management with regard to the production of a continuous flow of desired forest products and services without undue rduction of its inherent values and future productivity and without undue undesirable effects on the physical and social environment).) 가 가 가)

가

endeavour to utilize them as possible, but in such a way that later generations will be able to derive at least as much as benefit from them as the present generation claims for itself)

(Sustainable management

means the stewardship and use of forests and forest lands in a way, and at a rate, that maintains their biodiversity, productivity, regeneration capacity, vitality and their potential to fulfil, now and in the future, relevant ecological, economic and social functions, at local, national, and global levels, and that does not cause damage to other ecosystems).

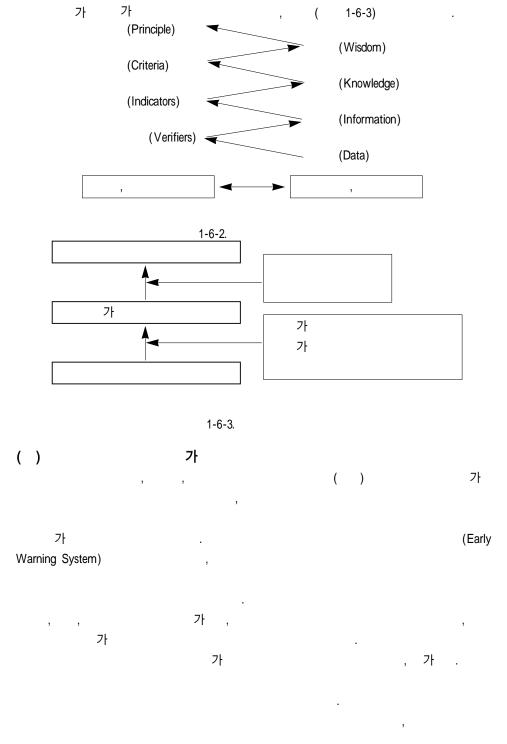
()

가 가 가 (Values) 가 가 가 가 가 가 가 (2) (가) (UNCED) 가 가 (Economic and Social Council) (CSD)가 ' 93 가, 21 21 (11) 가 가 가 95 3 가 (IPF, Intergovernmental Panel on Forests) (FAO) (Committee on Forests) 1995 가 (Rome Statement on Forestry) 가 가 가 가 (CSD) 가) 가 가

```
3
 가
                    5
                                             11
                                              ' 96
                        4
         ' 97
                 5
                                         (UNCED)
                                                        5
                                (UNGASS)
           97
                                가
       가,
                                      가
                                                                가
                                                            가
                                                                  가
                                         가
      가
( )
                                                             1985
                                                                    4
(UN Conference on Tropical Timber)
                                                            (International Tropical Timber
Agreement)
                                                             (ITTO, International Tropical
Timber Organization)
                                                             가
                      1990
                               8
                                                   가
                                                                                       가
                                                              2000
                                가
               2000
                                                2000
                 (Roundtable)가
                                                                       3
                                                                                    1)
                     , 2)
                                         가가
                                                    , 3)
                                           " 2000
                                                           (Year 2000 Objective) "
               가
                             (Bali Partnership Fund)
                                                                                     가
                                              가
                                                               ' 93
          (EU)
                           ' 92
(Eco-labelling Regulation)
                                     (Global Forest Conference) ('93,
        (Bandung Declaration)
                                                       가
```

```
21(
                     )
              가
(1st Ministerial Conference of the Forestry Forum for Developing Countries) ('93,
                     (sustainability criteria)
(Intergovernmental Working Group on Global Forests) ('94,
                                                                                   가
                                                                    94
                                                                                  2
              가
                                                                          (WCFSD)
' 95 1
                                      가
                                                                    가
               가
(3)
(가)
1)
                                            가
                                                                          21
                                                                                 11
                                                   가
                                                                                  가
                                가,
가,
           가
                                                                가
                가
                                                 가
                                                                    가
                                                                              가
                                                                               ( )
                                          가
                            가
                                                                 가
                                                      가
                                                                              가
                                                                          가
                               가
                                                               가
```

가 가 가 가 가 가 가 , 가 2) 가 가 (Conceptualisation), (Monitoirng), 가(Evaluation), (Implementation) (Tools) 가 가 가 가 (Define) (Monitoring) (State) (Policy Instrument) 가 가 (1-6-2) 가 가 가 가 가 1-6-2) 가 가 가 가 가 가 가 가



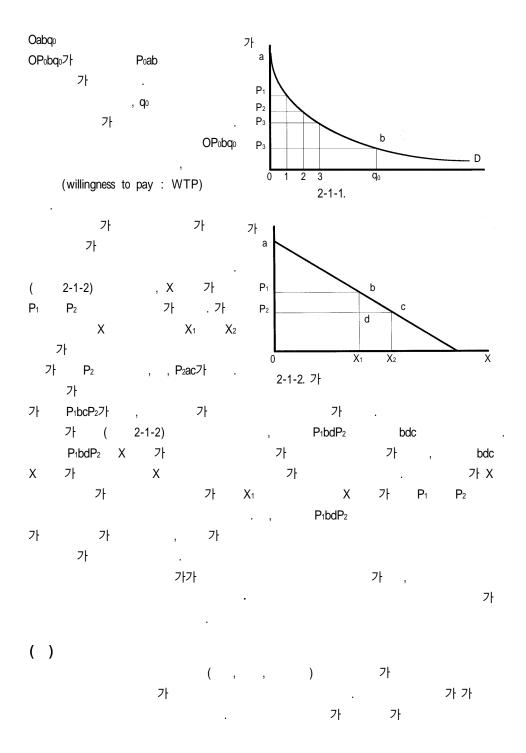
가 기 (, , , ,), , , , , , , () , 가

. , , (1-6-1)

•

| (6 67 |) | | , 1) | (* 97) 가 (* 97) |
|--------------------------|---|-------|------------------------|----------------------|
| (6 27 | + | (. , | , 가 가 | (' 98) |
| (ITTO) (プト 5 27 | : | | (ITTC) | , |
| 6 23 | : | | (Demonstration Forest) | 2000 |
| | | | (ACT) | |
| (12 77 |) | () | 가, , | |
| | | | (FAO/UNEP) | |
| (7 47 |) | 9 | フţ, , ³) | 가 / |

| 1. | | | | |
|--|----|----------|----------------|------------|
| (1) | | | | |
| , | | , | , | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | , |
| | 가 | | 7 | ŀ |
| 가 | | 가 | | |
| , | , | | | , . |
| | | 가 | 7 | '} |
| | | 가? | | 가 |
| | 가? | | • | |
| (2) | | | | |
| (2) | | | | |
| (가) | | | | (consumer |
| surplus) 가 (willingness to pay) 가 | | 가 , 가 | 가 | |
| 가 (가)가 | | , , , , | 가 | (가) |
| , (2-1-1) | 가 | | 가 | |
| 가 . | | | P ₁ | , 71 71 |
| $\begin{array}{ccc} & & & \\ P_0 & & q_0 & & \\ \end{array}$ | 가 | 가 | | 가 가 |



(producer's surplus) (quasi-rent) (, , ,)가 가 (2-1-3) 가 X1 가 가 가 Χ 가 OX₁ 가 (S) . 가 P₁ X₁ OP₁aX₁ OP₁a 가 가 Pı 가 가 X Χı 가 2-1-3. 가 가 가 가 가 가 (2-1-4) . X 가 P₁ P₂ P_2 b 가 . 가 Χ P_1 X₁ X₂ 가 (S) 가 (P2) 가 P2bO가 . Χ 0 Χı X_2 가 P2baP1 2-1-4. 가 가

() . (2-1-5) 가 D So가 (p_0, q_0) S₀ 가 , b+c가 , a가 **p**0 Χ 가 가 가 . X 가 а D가 Sı p_0 p₁ 가 P1, q₁ ****D b+f+g q₀ q₁ 2-1-5. b d+e-b가 (-)가 d+e 가 d+e+f+g 가가 가 () 가 가? 가? 4가 1) 가 (Pareto Optimality)

가

사람의 후생을 증가시킬 수 있는 것이 가능할 때 이 가능성을 파레토개선(Pareto Improvement) 이라고 표현한다. 그러나 이와 같은 파레토개선은 공공투자사업에 대한 한 지침으로서 현실적인 적용이 어렵다. 왜냐하면 거의 모든 공공투자사업은 수혜자와 피해자가 있기 때문이다.

2) 잠재적 보상원칙

파례토최적의 현실적인 적용을 위해 발전된 개념이 Kaldor-Hicks의 잠재적 보상원칙(principle of potential compensation)이다. 이 원칙은 수혜자가 피해자에게 보상할 수 있다면 실제 보상과 관계없이 모든 개인의 후생의 합이 0보다 큰 공공투자사업을 실행하는 것이 파레토개선을 의미한다는 것이다. 이 원칙은 수혜자가 반드시 피해자에게 보상해야 한다는 것을 의미하는 것이 아니라 보상에 대한 잠재력만을 언급하고 있음에 주의할 필요가 있다. 따라서 공공투자사업에 의한 모든 개인의 후생변화의 합이 0보다 크다면 그런 사업을 추진하는 것이 사회후생을 개선시키는 사업으로 간주된다. 정부가 세제를 통해 손실을 입는 개인들의 후생손실을 보상할 수 있다면 잠재적 보상원칙은 파레토기준과 일치하는 기준이다. 이와 같은 잠재적 보상원칙은 신후생경제학에 있어서 효율성을 측정하는 기준이며, 이 기준에 의하면, 공공투자사업의 목적은 환경서비스와 비시장재를 포함한 재화와 서비스생산의 가치를 극대화하는 것이라 할 수 있다. 가치는 시장에서 반영되는 것과 같이 개인의 선호에 의해 측정되며, 보상원칙은 산출량의 가치변화를 측정한다.

3) 공평성

실제 보상이 되는냐 하는 것은 누가 지불해야 하고 누가 편익을 얻는가에 의존한다. 이것이 공공투자사업의 평가시 한 평가요소로서 소득분배에 있어서의 공평성(equity)의 고려를 요구한다. Little(1957)은 Kaldor-Hicks의 원칙에 의한 사업선정이외에 공공투자사업의 실행에 의해 소득분배에 개선이 있는가에 대한 판단이 요구된다고 하였다. 그러나 무엇이 개선이고 누가 결정하느냐에 대한 대답은 주지 못하였다.

4) 사회후생함수

공공투자사업의 평가기준으로 공평성을 고려하기 위해 개인의 후생변화에 상이한 가중치를 주는 사회후생함수(social welfare function)의 설정이 제안되고 있다. 그러나 객관적으로 어떻게 가중치를 줄 것인가가 문제로 남아있다. 그럼에도 불구하고 공평성에 대한 가치판단을 하고자하는 것이 여러 범위의 정책선택을 고려할 수 있도록 하고 있다. 예를 들면, 파레토기준, 혹은 잠재적 보상원칙에 의한다면, 소득분배를 크게 개선시키는 사업이라 할지라도 개인의 후생변화의 합이 0보다 적으면 그 사업을 배제하게 된다. 부자에게 1,000원의 후생손실을 주지만 가난한자 3인에게 990원의 편익을 주는 사업이 그러한 예이다. 그러나 손실을 받는 부자보다 수혜를 받는 가난한 자들에게 더 큰 가중치가 주어진다면 이와 같은 부(-)의 후생변화를 주는 사업이 승인될 수 있을 것이다. 분배의 불균형을 측정할 수 있는 변수를 포함하는 사회후생함수는 불공평성을 유발하는 사업을 거부할 수 있고, 불공평성을 개선시키지만 부(-)의 후생변화를 주는 사

업을 승인할 수 있을 것이다.

(3) 비용 · 편익분석

(가) 발전과정

공공투자사업에 비용ㆍ편익분석을 최초로 이용한 것은 미국의 수자원개발관련 기관인 토지개 발국(Bureau of Land Reclamation)과 공병단(U. S. Army Corps of Engineers)이다. 1936년 제정된 홍수조절법(Flood Control Act)에 의해 미국공병단은 모든 수자원개발사업에 대한 편익과 비용을 평가하였다. 초기의 수자원분야에의 비용ㆍ편익분석은 비록 세련되지는 못하였다 할지라도 다른 분야에 있어서도 예산배분시 비용ㆍ편익분석의 이용에 대한 연구를 자극하는데 공헌하였다.

1950년에 미국연방 정부간하천유역위원회(Fedral Interagency River Basin Committee)의 후원하에 Green Book이라 불리우는 비용·편익분석에 대한 지침서가 만들어 졌으며, 1952년 이를 대체할 목적으로 Budget Circular A-47이 만들어 졌다. 이 간행물들은 비용·편익분석에 대한 이론적 바탕으로 후생경제학을 응용하였다.

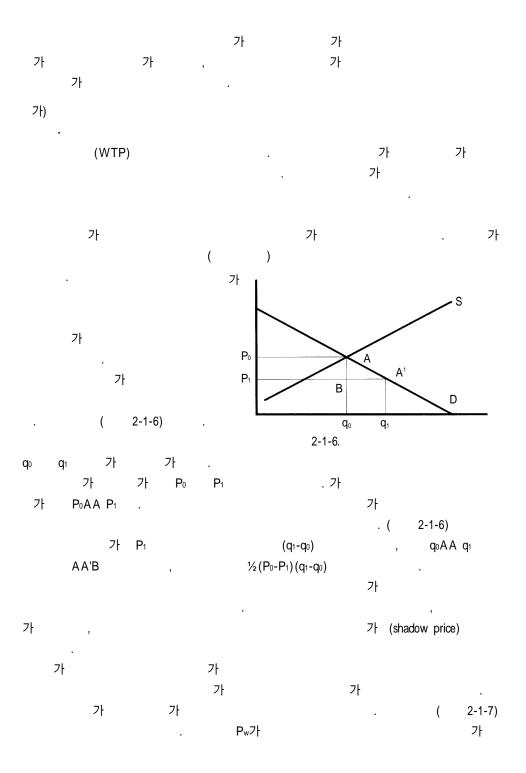
1960년대부터 비용·편익분석은 미국뿐만아니라 세계 각국에서 그 적용범위가 점차 확대되었으며, 수자원, 철도, 항만, 도시재개발사업 뿐만아니라 각종 농업투자계획, 교육투자계획, 공해방지투자 등 광범위한 공공투자사업 평가에 이용되고 있다.

(나) 분석절차

공공투자사업에 대한 비용·편익분석은 여러 단계에 걸쳐 수행된다. 첫 단계는 사업에 대한 정의단계이다. 이 단계에서 투자사업에 의한 자원의 재분배와 투자사업에 의해 영향을 받는 수 해자와 피해자의 모집단을 정의하여야 한다. 즉, 분석범위를 결정하는 단계이다. 다음 단계는 사업의 실행으로 부터 야기되는 모든 영향을 파악하는 것이며, 이와 같은 영향이 경제적으로 타당한가를 판별하는 것이다. 경제적으로 타당한 모든 편익과 비용이 판별되었다면, 비용과 편익호름의 물리적인 양을 결정하고 발생시기를 확인하여야 한다. 또한 사업의 영향에 대한 물리적인 측정치를 상호 측정가능하게 하기 위해 공통단위인 화폐단위로 가치를 부여해야 한다. 화폐단위로 표현된 모든 편익과 비용을 적절한 할인율에 의해 현재가치를 구하는 단계를 거쳐 투자사업의 선택기준에 따라 사업을 선택한다. 마지막 단계로 사업이 수행되기 이전에 예측된 편익과 비용의 물리적인 흐름과 상대적인 가치는 불확실한 상황에서 예측된 것이므로 이러한 값의 변화가 투자사업의 평가결과에 어떤 영향을 미칠 것인가를 분석하는 감응도분석을 실시한다.

1) 편익 및 비용의 측정

비용이란 사업의 실행에 의해 경제로부터 취하는 재화와 서비스이며, 편익이란 사업이 실행되므로써 제공될 추가적인 재화와 서비스이다. 편익과 비용을 산정하는데 있어 적절한 지침은 사업이 있는 경우와 없는 경우(with and without principle)를 구분하는 것이다. 사업이 없는 경우



```
가
        P_d
              가
                     P_{w}
         Qs
                                         \mathbf{Q}_{d}
                                                                              (Qd-
                                                                 Pd가
Qs)
                              ((Q_d-Q_s)\times(P_d-P_w))
                                   (WTP)
                                                               가
                 가
       가
                                                                               가
                             가
                                 가
                                  가
                                                                       P_{d}
                                     가
                                               가
                                                                               가
            가
                                   가
                                                               가
                    가
                                  가
                   가
             가
                                    P_{d}
        가
                                    Pw
          가
                                                  Qs
                                                           Qd
 가
                                       2-1-7.
                                                              가 (
            가
                                      가
                                                                 가
     가
                가
                     가
   가
           가
                                        (change-in-productivity approach)
(loss-of-earning approach)
        가
             가
                                                 가
                      (surrogate market goods)
                      가
  가
                                                           가
                                                                     가
       (travel-cost approach), 가 (property value approach)
                                                                           (wage-
differential approach)
                                 가
     가
```

```
가
                                                                   가
                                                             (contingent valuation
                                                        가
methods: CMV) Delphi
가
            가
                     (bidding game)
                                                  (single-bid game)
(iterative-bid game)
              가
                                         (opportunity-cost approach),
                                                                         (cost-
effective analysis), (preventive expenditure method), (replacement-cost approach),
        (shadow project approach), (relocation-cost approach)
   )
                                 (opportunity costs) .
                                                                    가
                   가
                                                                         가
                                 가
                                                                      가 가
                                                                      가
                                   가
                            가
 가
                                    가
               2-1-8)
                                                  D
   가
                      Q
                                                             Q-Q
                       가
                               가
                                     P'
                                            가
                       가
                                      가
        가
    ACQQ 가
                                        Ρ
    (Q-Q) \times P + ACW
                                         Ρ
                            가
                                                       W
                                  2-
```

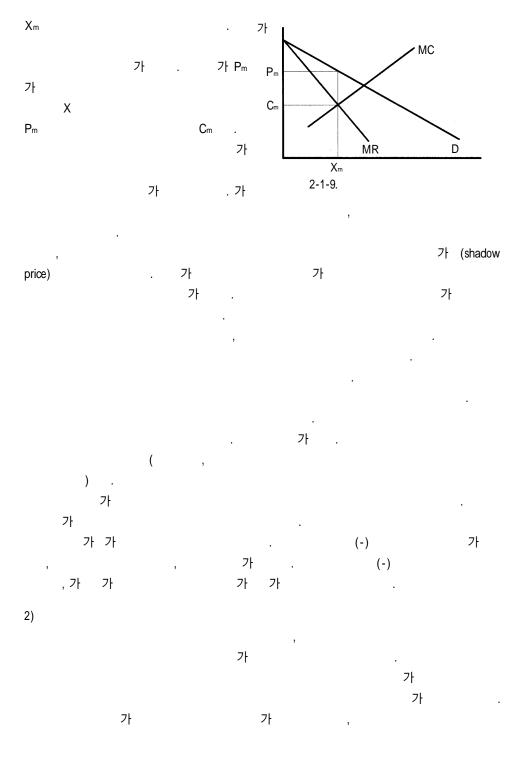
 P_{m}

1-9)

D 가

Q

2-1-8.



•

가 가 (present . t value : PV) $PV(X_t) = \frac{X_t}{(1+i)^t}$ X_t : ti : 10% 1.10 1 1.10 가 1.10 가 1 . 가 (discounting) (discount rate) 0 가 (time preference) 3) 가 가 (Net Present Value: NPV), (B/C ratio), (Internal Rate of Return : IRR) 가 가 가) 가 가 (Net Present Value : NPV) 가 가 가 가 가

```
NPV = {n \atop t=0} \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}
                B_t: t
               C_t: t
               i :
               n :
       NPV가 0
       Kaldor-Hicks
                                . , NPV가 0
                                                    NPV
NPV가 가
                                   가
                                 NPV
                                                    가
                        NPV
       NPV가
      . NPV
       가 .
     NPV
                                               가
                                                  가 가
 NPV
                      가
                                             가
                       가
   NPV
            (Cost-Benefit Ratio) 가
                                                                    가
                가
                                          가가 1
                                                                    가
                                                 B/C
```

가 가 NPV NPV 가) (Internal Rate of Return: IRR) 0 가 가 가 가 (가 NPVB/C 가 가 가 가 가 t 가 가 가 5 NPV 10 15 20 25 **IRR** (%) 2-1-10. NPV **IRR** 가 . 가 (2-1-10) **IRR** 13%, B IRR 22.5% . IRR В

NPV

B가

10%

A NPV가 B NPV

4) 가 가 가 가 가 (sensitivity analysis) 가 (NPV, B/C ratio, IRR) 가 가 , 가 , 가 가 가 . 가 , 가 가 (ability to pay) 가 가 1000 1000 가 Bergson 가 (weighting scheme) 가 가 가 가 가 가 가 가

```
X, Y 가 가
                             가
                         . X 가 X
                                              1,000
                      Υ
                              500
                                                            Χ
가
                                                 (WTP)
                                     가
                                                  가
가
                           Kaldor-Hicks
     , Kaldor-Hicks
                                          가
가
                                                       가
                                                 가
                                                   가
                                    , Kaldor-Hicks
                                                  (+)
                            가
             가
                                      가
                   가
                             가
            가
               가
                          가
                                              (+)
2.
(1)
                             가
                                                     가
                                                          가
```

가 가 가 (意義) 가 가 , 가 가 (思想) 가 (理想) 가 (實情) 가 가 가 가 가 가 가

가

| | 2-2-1. | , | | |
|----------------------------|---|----------------|----------------------------|--------------------------|
| | . 3 | , , | 3 | 가 |
| | | | (,) | 가 (|
| 3 | (靜態的) | | 가 | |
| | | | 가 | |
| (가) 「 者) 가 | (山林公有論) (山林川澤與民共之)」 (公權的) (伸縮性) (公有物) | (私權的) 「 | . r | (領有權 , (用益關係) , |
| (公私) | , 가 | .「 (官民公利論), | 가 (公私公利論) , 가 | |

```
(無主公山)
                        (洞有林)
                      가
               (入會權)
( )
            (土地國富論)
                가
                                     (地産論)
(富國)
    (地力)
                            (財源)
                                              (適地適樹論)」
                         가
가
                 (治世術),
                            (富國策)
      J
               (
                               ),
  가
              (新田開發)
                                        가
                                                가
            (治山治水論)
( )
                                                       가
                              가
      Г
                          (仁政)
           (亂伐)
```

1, 2 () (公益優先論) 가 가 가가 (私益) (公益) 가 가 () (豫定調和論) 가 가 가 가 가 () (産業的 林業論)

가 (對物) (對人) 가 가 가 () 가 가 가 가 가 가 가 가 가 가 가

() (受益者負擔論)

가

(市場財) 가 (Plus)

(公共財),

(公害) 가 가 (公正) Flow 가 가 가 () 가 (持續可能 林業論) 가 가 92 」(Sustainable Forest Management = SFM) (林地) (飼 料), (住居), 가, Γ J 가 (抽象論) 가 가 (IFF) 2000 가 가 (活力) 가 가,

Γ

, 가 가 가 가 가 가 가 (2) 3 **(가)** 가 가 가 (官行) 가 가 () 가 가 가

() 가 (上位) (宣傳) (助言) (人的) (助力) 가 가 (廉價拂下) 가 가 (低利) (3) (가) 가 (forest taxation) 가 가 가 가 가 (移轉) (用益)・

| | | | | | 1 |
|------------|-----|--------|-----------|-----|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | , | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | 2-2-2. | | | |
| | | | | | |
| () | | | | | |
| | | | | | |
| 1) | | | | | |
| • / | | | | | |
| 가) | , | | | | |
| ., | , | | | 71 | |
| | | , | , | . 가 | |
| | | , | | | |
| 가 | | | 가 | | 가 |
| 7 1 | | | ~1 | | |
| | • | | | 가 | 가 |
| | 가 가 | | | | |
| - | | _ | | | • |
| | | 5 | | | |
| | | | | | |
| | (| | + | + + | + |
| | (| | | | |
| | |) | , | 600 | 가 |
| | | 4 | | | |
| | | | - | | |
| | | | | | • |
| | | 10 | | | |
| | | 100 50 | | | |
| | | 100 00 | | | |

5 ,

•

```
가 가 100 50
가 가 .
```

```
・ ( ア )
ア ( )
ア ( )
1 )
- ア ( )
100 1
- 1989 12 31
- ( 90.10.21)
```

```
) ,
(財産移轉稅) (移轉) 가
```

. . .

```
29 m³(30ha) , 20 99 m³(100ha)
5
                 가
   )
                                        2
                       ( 30
                               ), : 1
                                        3
      {(
                                                  (60
 ): 3
      , : 75
                     x 500 , : 20
                                           × 500 )
          5,
                       7 )}
                          가
                                             (500 ~ 1,000
 ),
                                      가 2000. 12. 31 )
                 ( 91. 12. 31
```

() 2 가 5 3 5) 가 2) 가) 가 (가)가 99 m²(100ha) 가 (1 50%가 가 2% 가 가 50%가

가) (, ,('90. 5. 31 , '90. 6. 1), (89. 12. 31 , 90. 1. 1 0.1%, 5%, 0.3% 2 1,000 2 1,000 50 1 1,000 3 1,000 20 (4) (가) 가 가 가 가 가

133

()) 가 가 가 가 가 가 . 가 가 가 가 가 가 가 가 가 . 가 가 가 , 가 가 가 가 가 가 가 가 가

() 가 9 14 1) , (火入)), 3 가 2) () () , (가),) 4 3) 4) 5) 6) 7) 가 (가

100 , (2-2-1)

2-2-1.

| Í | | | | | | | | |
|---|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 20 | 21 | 20 | 21 | 20 | 21 | |
| | 1 | 0.160 | 0.080 | 0.320 | 0.160 | 0.240 | 0.120 | 0.850 |
| | 2 | 0.190 | 0.100 | 0.380 | 0.210 | 0.285 | 0.155 | 0.950 |
| Ī | 3 | 0.220 | 0.130 | 0.440 | 0.260 | 0.330 | 0.195 | 1.050 |

) 0.160% 7\ 1,000 1.6 < > 1

20 7\ 10ha \times 46m^3 \times 35 = 16,100 . 16,100 7\
, 7\ 16,100 \times 0.0032() = 51,520 .

2-2-2.

| | | 0.400 | 0.650 | 0.550 |
|-----------------|-----|-------|-------|-------|
| , (火入), (製炭) | | 0.600 | 0.900 | 0.950 |
| | , , | 0.700 | 1.100 | 0.950 |
| (| | 0.100 | 0.200 | 0.150 |
| | | 0.350 | 0.550 | 0.500 |
| | | 0.200 | 0.250 | 0.250 |
| · | | 0.100 | 0.200 | 0.150 |

: ,

2-2-3.

| | | , , |) | (, , |
|-------|-------|------|---|-------|
| (立竹) | | 1.05 | | 0.30 |
| (立竹) | (伐倒竹) | 1.50 | | - |
| (伐倒竹) |) | - | | 0.90 |

: ,

2-2-4.

| | 1 | | 1 | 2 | 2 | |
|---|---|------|-----|-----|------|--|
| | 6 | ~ 11 | 50% | 80% | 100% | |
| 1 | 2 | ~ 5 | 30% | 30% | 30% | |

: ,

2)

 2-2-5.

| 1 | , | , | , , | , | , | , |
|---|---|---|-----|---|---|---|
| 2 | | , | , | | , | , |
| 3 | | , | , | | | |

: ,

()

1)

81

・ , , (雪)・ (凍害) , 가 2.5% (災害損費) 가 2.0%, 가 0.5%

2)

75 , 가 ' , 1 15 3 가 .가 가 가 10 5 가 , (가 1) 가

(5)

(가)

가

() 가 가 가 가 가 가 가 가가 가 가 가 가. 가 () 104) (가), 가

(6) (가) 1) 3 2 95% 가 , IMF 90%가 30 1 가 2.4ha 90%가 5ha 가 가 가 2) 가 가 가 3) 가 . 가 가 1 1 가

() 1) (松?) (殖林?) 가 1949 1962 3 . 1980 가 . 1993 3 2 . 1999 2) 1998 143 2 488 가 5 , 9 5), 3) . 가 가 , ? ? 가, 가 43). (

63). 3) 1993 가 `93 가 5 `94 (45 3 가 205 (8 40 가 61% 17% 73 94 594 32%), 30 가 80% 50 100 「主業」 가 가

「林業」

가

「林業協同組合」 가 「林協」 가 Γ J () 21 가 , 210 가 210 가 가 (7) (가) 71% 가 가 2.2ha 가 99% , 30ha 2,088 2-2-6). 1974

2-2-6

| | 1ha | 1 30ha | 30 100ha | | 100ha | |
|-------|-------|--------|----------|-------|-------|-------|
| () | 1,334 | 754 | 12 | 2,100 | 2 | 2,102 |
| (%) | (63) | (36) | (1) | (100) | (-) | (100) |
| (ha) | 337 | 3,113 | 595 | 4,045 | 571 | 4,616 |
| (%) | (7) | (68) | (13) | (88) | (12) | (100) |

() 1) (Cooperative) 가 2-2-3 가 가 2) 3가 2-2-4). (Ownership Cooperative, Eigentumsgenossenschaft) 가 가 가 가 가

Markwald, Interessenwald

(Full Cooperative, Volle Wirtschaftsgenossenschaft) , , , , , 가 (Limited Cooperative, Eingeschraenkte Wirtschaftsgenossenschaft)) В С () 2-2-4 가 가 가 가 가 가 가 가 가

3)

```
가
            가
                            가
                                             가
                                                                       가가
                     가
                              가
                                                       가
          가가
                                                                  가
   가
                                   가
                                                 가
                                                                        가
( )
1)
                                   1966
                                          9
                                        1974
   )
                                              7
1974
      10
                                        (KGFMP: Korean German Forest Management
                                                         1975
Project,
                                                               5
                       )
                                (YFMS: Yangsan Forest Management Station)
               가
                                                               )
                               (
6
                  : 5,540ha,
                                    : 4,800ha)
                                                                  1977 -1979
                      (FMC: Forest Management Cooperatives)
   4
                                                 1975
                                                                         1984
                          10
```

2-2-5.

.

1984 :

(8 1)

1984 1989 : 15

(8 .)

1993 : 1994 :

(6 ·)

1995: (, ,)

1998 : 45 , 247

2) 가

.

.

1974

1975 1989 가 1990 .

u n

•

 기
 2 4
 가

 가
 ()
 1990
 20 31
 가 가

 1994
 가 가
 15
 가 .
 1989
 58

1998 45 247 가 (2-2-7).

2-2-7.

| | | 76 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 |
|-------|-----|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| () | 247 | 58 | 20 | 31 | 31 | 31 | 16 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| (·) | 45 | 16 | 9 | 11 | 7 | 1 | ı | ı | ı | 1 | • |

: , 1999

```
가 26,209 가
                247
   1998 45
                 .
    112,964 23%
                      173,676ha가 가 가
                 . 가
    519,416ha 33%
                                  가
                  가 33%
     , 가
                     가
                  가
13%
                                   48%
                  24%
703ha
                                   1
       가
              가
  106 , 1
                              . '98
                                  가
                     ( 2-2-8).
   84
```

2-2-8. 가 가 (1998)

| | 가 | | 가 | | | | | |
|------------|---------|---------|--------|-----|---------|-----|--|--|
| | () | (ha) | () | (%) | (ha) | (%) | | |
| (84.6.1) | 7,145 | 37,577 | 1,121 | 16 | 9,284 | 25 | | |
| 98 | 112,964 | 519,416 | 26,209 | 23 | 173,676 | 33 | | |

: , 1999

3)

,

.

.

. 가

4) 1975 1983

. 가 가

. (1,000ha , ,)) ,

. (1 2,500ha)

3 가 1,000ha (가 (10 가 () 1) 가 46% 7.7ha 1 가 4ha

(Markgenossenschaft) 12, , 1875 ^r J .

2)

```
2
                     1969
                                                                    3가
                      가
                                           가
                                                                             가
                        1975
3가
                                            가
                                                                   가
              (Forstbetriebsgemeinschaft-FBG-)
                                                  (私法上)
 , 가
                , 混散,
                                           가
                                                     가
            (Forstbetriebsverband-FBV-)
                                          (公法上)
            2/3
                                         2/3
                                                              가
가
                          2
        (Forstwirschaftliche Vereinigung-FWV-)
                                                                       州
                                   가
3)
                                         , 가
                                         가
                2-2-9)
                                                        4,450
                                                                         389
  가
            . 가
                                         27%
                                                        2,907 ha
      35%,
                       7%
                                       41%가 가
               가
                           )
                                                            가
            50%,
                          13%
                                가
```

가 .

가 ,

· ·

| 2-2-9. | | | (: , , ha) |
|--------|-------|---------|-------------|
| | | | 가 |
| 1. | 1,415 | 251,034 | 2,588,439 |
| - | 754 | 214,164 | 2,404,606 |
| - | 661 | 36,870 | 183,833 |
| 2. | 53 | 11,816 | 21,434 |
| - | 53 | 11,816 | 21,434 |
| - | - | - | - |
| 3. | 17 | 283 | - |
| - | 16 | 231 | - |
| - | 1 | 52 | - |
| 4. | 2,962 | 125,938 | 297,334 |
| - | 2,594 | 105,212 | 265,292 |
| - | 368 | 20,726 | 32,042 |
| | 4,447 | 389,071 | 2,907,207 |
| - | 3,417 | 331,423 | 2,691,332 |
| - | 1,030 | 57,648 | 215,875 |

) 1994 7 , 1995 10 1, 2, 3

,

97 , 788ha 1 8.1ha . 56 , 210ha 1

3.7ha . . .

가

. 1949 가 , 가 가

.

, 가

. 가가 가 가 8 15ha , 가 380 1,680ha

(Waldeck) 가 50,000ha 가 가 가 (2-2-10).

2-2-10.

| - | 10 | 40% | - 1993 ~ 1995 | 80% |
|---|----|-----|---------------|-----|
| - | 5 | 30% | - 1996 ~ 1998 | 60% |
| - | 5 | 20% | - 1999 ~ 2000 | 40% |
| | | | * 2001 | |

가 . 가 가

r 가 」 r

가 가 J 가 가 5) 가 (300m³/ha), (40m/ha) 가 가 , 가 know how 1990 (8) (가) 46%, 71% 가 가가 가 가 가 가 가 가 가 가

| (|) | | | | | | | | | | |
|----|---------|--------|---|---|---|-----|----|---|---|---|---|
| 1) | | | | | | | | | | | |
| | | | | (| , | , 가 |)가 | | | | |
| 2) | | | | | | | | | | | |
| | | | 가 | | | , | | , | | | |
| | | 가 | | | | , | | , | , | 가 | , |
| | | | | | | | | | | | |
| | 2-2-11. | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | , | , | | | , | 가 | | | |
| | | | | | | , | | | | | |
| | | | | 가 | | | 가 | | | | |
| | | | 가 | | 가 | | | | | | |
| 3) | | | | | | | 가 | 가 | | | |
| | 가 | | 가 | | | | | | | | |
| | 가 | 가 가 | | 3 | | | 2 | | | | |
| 2 | 2 | | | | | | | | | | |
| | 가 | | | | | | | | | 가 | |

2-2-12.

| 2 | | | 3 | | |
|---|--------|---|-----|----------|---|
| | | | , 가 | | |
| | | 가 | | 가 | 가 |
| 가 | | | 가 | | |
| | 가 가 | | | 가 가 가 | |
| | 가 가 | | | 가 가 | |

| 3 | 가 | | | 가 |
|-----|---|---|------|-------|
| 가 가 | | 가 | 가 | |
| | | 가 | | |
| 71 | | 가 | | . 1ha |
| 가 | | | (), | , |

4) 가 1) ·

· · , 2) , 3) , 4) · , 5)

, , 가 ,

2-2-13.

| , | 가 가, |
|---------|------|
| • , | |
| , | , |
| , | |
| , | , |
| • | |
| . , , | |
| , , , . | |

() 1) (1981) (1976), 1983 1976 Γ J 가 가 (A), 가 (C) (B), В 가 50, 가 50 가 가 가 (縣) (兵庫縣) 가 J Γ 가 가 2

과 6, 가 4 , 2) 가가 ha 266m³, 258m³, 265m³ 5 (1998. 3.6) 3 5 28 2 1) , 2) , 3) , 4) (4) 가 가 가 (5) 가 8 5 1 5 5 (9) (가)

70% 26% 1ha 58%, 0 1.44 46.5%, 26% 4.3% 20~40 가 가 가 가 1) Г J 가 가 가 政令 2) 가 1,429 가 가 70% 26% 498 1ha 1.44

2-2-14.

| 70% | 26% | 0 < | < 1.44 |
|----------------|-----|-----|--------|
| プ ト () | .) | (| .) |

: , 1997

()

1)

2-2-15.

| | | 가 | 가 | | | | | |
|---------------------|--------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|-------|-----|
| (ha) | () | () | () | (ha) | (ha) | (ha) | | |
| 4,618,079 (46.5) | 1,940,287 (4.3) | 1,124,897 (23.3) | 381,168 (25.4) | 547,521 (25.9) | 272,527 (32.0) | 3,745,521 (58.0) | 25.1% | 42 |
| 9,939,831 | 44,606,199 | 4,838,170 | 1,500,775 | 2,111,491 | 852,175 | 6,455,550 | 31.2% | 449 |

: , 1997

(2-2-15)

46.5% 4.3% .

가 가 25.4%, 25.9% , 32%, 58% . 42 /k㎡ 449 /k㎡ 1/10

(30 49) 25.1% 31.2% プト プト

.

2)

2-2-16.

| | | | () | () |
|--------|------------|-----------|------------|------------|
| 1985 | 40,448,000 | 3,092,305 | 14,005,000 | 26,443,000 |
| 1995 | 44,609,000 | 1,940,287 | 9,752,000 | 35,037,000 |
| (85) | 1.03% | -3.72% | -3.03% | 3.25% |

: , 1995

1985 1995 10 1.03% 7ト , 3.25% 7ト () 3.03% , 3.72% 7ト ,

가 .

3)

2-2-17. 가

| | (%) | | (%) | | | 가 (%) |
|--|-------|------|------|------|------|---------|
| | (70) | | | | (%) | 71 (70) |
| | 64.9 | 21.2 | 59.6 | 40.4 | 50.9 | 11.2 |
| | 81.1 | 11.9 | 50.2 | 49.8 | 31.9 | 51.8 |

: , 1997

(64.9%) 81.1% 가 · 가

4) .

2-2-10.

| | 1 | | | | |
|------|------|-------|-------|-----|-----|
| 99 4 | 4.7% | 8.7% | 14.5% | 7% | 6% |
| 81 8 | 3.7% | 91.3% | 85.5% | 93% | 94% |

: , 1996

5) 82% 65% 95.6% 29.4% 6) 가 2-2-19. • • 가 가 (가 ()) 22,933 21,803 19,266 (100%) (95%) (84%) , 1996. , 1996 가 1995 가 2-2-19) 가 22,933 100 가 21,803 95% 가 19,266 가 84% 2-2-20. 가) 가 가 () 21,803(100%) 19,266(100%) 10,469 10,512 6,931 (31.8%) 4,630(24.0%) 4,403 4,124

162

가

24%

가

, 1996

가

가

31.8%

, 1990 83%, 65% · 가가 .(2-2-20) 가

.

()

1)

가 .

70% , 2,000ha (·) 152 ha

31 . 1996 7 . 154 . 150,212ha .

2-2-21.

| | 333 | 99 |
|-----|---------|---------|
| (%) | (77.8%) | (81.1%) |
| | 95 | 23 |
| | (22.2%) | (18.9%) |
| | 428 | 122 |
| | (100%) | (100%) |

78%, 81%가

가 . 2)

가 가 . () 1) • 가 1995 2) (2-2-22) 2-2-22. 가

: , 1999.

```
3)
                1997
                                         2,317
                            가
                                                        가
                                                                    1998
                                                         14
           14
                                                                        10
            5
                                                                           1
                                  5
    3
                    가
( )
 1995
                          2007
                                     240
                                                                    14
                                                                               )
                                                    4,728
                   hardware
   , software
                        가
1)
 가)
   1998. 1.1 ~ 9.30
                                            2 470
                                                                                 40
             0.16%
   )
                               1/4
                                                                       1,225
                                 가
                                   139
                                              96
                                                    가 233
                                                                           1,154
           가 1,284
      861
```

1998 2)), 가 (가 가

166

3

1. (1) (2) (.) 95% 5% 10% 가 (가) 1) : 0.05ha : 0.05ha 2) 가 5% (1.35) (5%) t (2) t = 95%가 3,500 20% () 1) 1:50,000 $1 \text{km} \times 1 \text{km}$

2) (, 8 25m 가 10) 50m 3 () 1) (移寫) (柱) 10cm 30cm, 2) 3 2m 10cm (3-1-1) 3-1-1. 3) 1:50,000 ()

, (, ,) 10% . . ,

1~3 가

)

(94~95)

```
( )
1)
2)
가)
 )
3)
                                                   가 ,
                                              8 )
                             9,
4)
                   Ρ
                    (1996)
    :
5)
가
                      1:15,000
                                              ( 3-1-1)
                                                               10
      / :8/2)
```

3-1-1.

| | | • | 1.000 | 가 | 30% | | ٦L | 1,200 | | | |
|-----|----------|-----|-------|---|-------|-----------|----|-------|--------|-------|------------|
| _ | | , | 1,600 | | | | 가 | | | | |
| • | D | • | | | | | | 75% | | | |
| • | PD | | | | | " | | | | | |
| • | PK PL | | | | | <i>11</i> | | | | | |
| • | PR | | | | | " | | | | | |
| • | Q | | | | | " | | | | | |
| • | PQ | | | | | " | | | | | |
| • | Po Ca | | | | | <i>11</i> | | | | | |
| • | Cr | | | | | " | | | | | |
| • | Co | | | | | " | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | С | | | | | | | | | | 75% |
| | Ü | | | | | | | | | | 7070 |
| • | Н | • | | | | | | | | | 75% |
| | | | | | | | | | | | |
| • • | M | 25% | , 75% | % | | | | | | | |
| | | • | | 가 | 30% | | | h | a | 1,200 | |
| | | | | | 1,600 | | | | a 가 | | |
| - | F O | • | | | | 가 509 | 1/ | | | | |
| - | | • | | | | 가 50 | | | | 1 | 가 |
| | Ľ | - | 60% | 6 |) | / 30 | /0 | | | (, | 7 I |
| - | LP | • | | | - | | | | | | |
| - | L | • | , | | , | | | | | | |
| | R | • | , | , | | | | | | | |
| | W | | | | | | | | | | |
| | D | • | , | | | | | 가 50 |)% | | |
| | | | | | | | | | | | |

: (1996)

6)

, (3-1-3)

.

- (, DI :)

DDBH = 0.83 + 4.42 DI
 DDBH = 5.97 + 2.32 DI

3-1-2.

| (cm) | | (m) |
|--------|---------|---------|
| (ciii) | | |
| < 6 | < 1.2 | |
| 6 17 | 1.2 3.7 | < 4.8 |
| 17 29 | 3.7 6.4 | 4.8 9.9 |
| > 29 | > 6.4 | > 9.9 |

: (1996)

3-1-3.

| 0 | 6cm | 50% |
|---|---------|-----|
| 1 | 6 16cm | 50% |
| 2 | 18 28cm | 50% |
| 3 | 30cm | 50% |

: (1996)

7)

(3-1-4)

.

3-1-4.

| ` | 50% |
|-----|--------|
| ** | 51 70% |
| *** | 71% |

: (1996)

8)

(core) 1

10 (3-1-5) .

3-1-5.

| 1 | 1 10 |
|---|-------|
| | 50% |
| 2 | 11 20 |
| | 50% |
| 3 | 21 30 |
| | 50% |
| 4 | 31 40 |
| 4 | 50% |
| 5 | 41 50 |
| 5 | 50% |
| 6 | 51 |
| U | 50% |

: (1996)

,

가 .

< >

< > >

| (m) | | | | | |
|------|------|-----|--|--|--|
| (14) | (10) | (6) | | | |
| <4 | <3 | <2 | | | |
| 12 | 9 | 5 | | | |
| 17 | 13 | 8 | | | |
| 21 | 15 | 9 | | | |
| 24 | 17 | 10 | | | |
| >24 | >17 | >10 | | | |

| (m) | | | | | |
|------|------|-----|--|--|--|
| (14) | (10) | (6) | | | |
| <4 | <3 | <2 | | | |
| 11 | 8 | 5 | | | |
| 17 | 13 | 8 | | | |
| 20 | 15 | 9 | | | |
| 22 | 16 | 10 | | | |
| >22 | >16 | >10 | | | |

< > < >

| (m) | | | | | |
|------|------|-----|--|--|--|
| (12) | (10) | (6) | | | |
| <4 | <4 | <3 | | | |
| 10 | 9 | 6 | | | |
| 15 | 14 | 10 | | | |
| 20 | 18 | 13 | | | |
| 24 | 21 | 16 | | | |
| >24 | >21 | >16 | | | |

| (m) | | | | |
|------|------|-----|--|--|
| (14) | (10) | (6) | | |
| <5 | <5 | <4 | | |
| 10 | 9 | 8 | | |
| 16 | 14 | 12 | | |
| 20 | 17 | 15 | | |
| 23 | 20 | 17 | | |
| >23 | >20 | >17 | | |

| | < | > | |
|------|----------|--------|------|
| | | (n | n) |
| | (20) | (16) | (10) |
| | <10 | <9 | <6 |
| | 17 | 15 | 10 |
| | 22 | 19 | 13 |
| | 25 | 21 | 15 |
| | 26 | 22 | 16 |
| | >26 | >22 | >16 |
|) | : | | |
| | : | () | |
| 9) | | | |
| 3) | | | |
| | | | |
| | . 500m | | |
| | : 500m | 4.000 | |
| | : 500m | 1,000m | |
| | : 1,000m | 2,000m | |
| | : 2,000m | 3,000m | |
| | : 3,000m | | |
| () | | | |
| () | | | |
| 1) | | | |
| | | | |
| 가) | | | |
| | | | |
| 1-6) | , | 12.62m | |
| ۵) | | | |
| 2) | | | |
| 가) | | | |
| | | 6cm | |
| | | | 가 |
| | 가 | | • |
| | 1 | | |
| , | | | |

3-1-6.

| 1 ° | 12.62 m | 18 ° | 13.23 m | 35 ° | 15.39 m |
|------|---------|------|---------|------|---------|
| 2 ° | 12.62 | 19 ° | 13.34 | 36 ° | 15.64 |
| 3 ° | 12.62 | 20 ° | 13.45 | 37 ° | 15.78 |
| 4 ° | 12.62 | 21 ° | 13.56 | 38 ° | 16.00 |
| 5° | 12.62 | 22 ° | 13.56 | 39 ° | 16.28 |
| 6° | 12.72 | 23 ° | 13.67 | 40 ° | 16.42 |
| 7° | 12.72 | 24 ° | 13.68 | 41 ° | 16.69 |
| 8° | 12.73 | 25 ° | 13.90 | 42 ° | 17.00 |
| 9° | 12.73 | 26 ° | 14.00 | 43 ° | 17.30 |
| 10 ° | 12.83 | 27 ° | 14.13 | 44 ° | 17.59 |
| 11 ° | 12.85 | 28 ° | 14.25 | 45 ° | 17.88 |
| 12 ° | 12.94 | 29 ° | 14.48 | 46 ° | 18.17 |
| 13 ° | 12.94 | 30 ° | 14.60 | 47 ° | 18.47 |
| 14 ° | 13.00 | 31 ° | 14.72 | 48 ° | 18.93 |
| 15 ° | 13.05 | 32 ° | 14.85 | 49 ° | 19.18 |
| 16 ° | 13.12 | 33 ° | 15.00 | 50 ° | 20.03 |
| 17 ° | 13.23 | 34 ° | 15.27 | | |

: (1996)

)

| | 01 | , , , |
|---|----------------------|--------------------|
| | 02 03 04 05 | () |
| | 06 | 01, 02, 03, 04, 05 |
| | 07 | , |
| | 08 | , , |
| 가 | 09 | 가 , , |
| | 10 | , |
| | 11 | |
| | 12 | |
| | 13 | |
| | 14 | , |
| | 15 | |
| | 16 | |
| | 17 | |

< >

)

```
18
                         19
                         20
                               16, 17, 18, 19
                         21
                         22
                         23
                         24
                         25
                               24
                         26
                         27
                         28
                               27
                               가
       가
                         29
                         30
       가
                         31
                         32
                         33
                         34
:
                   (1996)
```

```
)
                              가
                                  가
      )
           1.2m
                                          2cm
                                    (forked stem)
            1.2m
                        가
                                         20cm
                  30cm
                   , 가
                                                가
                                           1.2m
         가
                  20cm
                                      (Buttress tree)
                                                               1m
```

•

: ,

```
1 ,
                                      3
                                         1, 6, 11, 16, 21
                              1, 26, 51, 76
     1, 16, 31, 46
                                              가
                                                     3
                 가 가
                                  가
                                                      3
                                           m
          H = aD^b
          H = a + bD + cD^2
         , a, b, c : , H : (m), D :
                                              (cm)
)
      (Bark guage)
                                                  5
mm
)
   1
                                        4m
                  가 25%
           가
                                           (\%) = \frac{a}{D}
                         (力枝高)가
                                                    - × 100
         4m
                         25%
                                               3-1-2.
                가
                         6m
                20%
                              가
   2
                                          50%
                                                        가
                                          가
             가 4m
                                100%
             가 4m
                                          30%
             1 2
   3
```

() 1) : , ((3-1-7)

3-1-7.

| 3-1-7. | | | |
|--------|---------|--|---|
| | | 10 12-20 22 | $V = 0.00005747 D^{1.7679} H^{0.9830}$ $V = 0.00003920 D^{1.7748} H^{1.1416}$ $V = 0.00003359 D^{1.7269} H^{1.2505}$ |
| | , , , , | 2-10 12-20 22-30 32-40 40- | $\begin{array}{rllllllllllllllllllllllllllllllllllll$ |
| | | 2-10 12-20 22-30 32- | $\begin{array}{rcl} V &=& 0.00006027 D^{1.835} H^{0.9634} \\ V &=& 0.00010486 D^{1.7651} H^{0.8243} \\ V &=& 0.00005942 D^{1.8854} H^{0.9160} \\ V &=& 0.00005070 D^{1.9415} H^{0.9005} \end{array}$ |
| | | 2-10 12-20 22- | $V = 0.00006730 D^{1.8523} H^{0.9128}$ $V = 0.00004947 D^{1.8594} H^{0.9682}$ $V = 0.00010498 D^{1.7566} H^{0.9050}$ |
| | | 2-10 12-20 22- | $V = 0.00008786 D^{1.9427} H^{0.8999}$ $V = 0.00004079 D^{2.0554} H^{0.9056}$ $V = 0.00004263 D^{2.1605} H^{0.8176}$ |
| | | 2-10 12-20 22-50 | $V = 0.00005303 D^{1.8553} H^{0.9955}$ $V = 0.00003623 D^{1.8252} H^{1.1871}$ $V = 0.00006748 D^{1.7988} H^{1.0025}$ |
| | | 4-10 12-100 | $V = 0.00006172 D^{1.8776} H^{0.9345}$ $V = 0.00006803 D^{1.8708} H^{0.9149}$ |
| | | 4-10 12-20 22- | $V = 0.00006672 D^{1.8113} H^{0.9881}$ $V = 0.00006744 D^{1.8772} H^{0.8336}$ $V = 0.00007274 D^{1.7744} H^{0.9861}$ |
| | | 2-10 12-20 22-30 32- | $\begin{array}{rcl} V &=& 0.00005595 \ D^{1.8082} \ H^{1.0084} \\ V &=& 0.00005464 \ D^{1.7676} \ H^{1.0602} \\ V &=& 0.00005139 \ D^{1.8254} \ H^{1.0103} \\ V &=& 0.00003147 \ D^{1.8110} \ H^{1.1957} \end{array}$ |

: , 1998

2)

5 .

$$Zsi = Vsi \left(\frac{2 \text{ si}}{Dsi} \right)$$

$$, Zsi = (5) \quad (m^3)$$

$$Vsi = (m^3)$$

$$Dsi = (cm)$$

$$si = 5 \quad (mm)$$

3)

가)

) (· · ·)

) (· ·)

.

: , , ha , , ha , , , 1 2

, 1 2 , 5

, 1 2 , 5

< >

ha $D = \frac{Di}{Vi} = \sqrt{\frac{Bi}{Vi} \cdot \frac{3}{4}}$ $\vdots V = Vi$

ha
$$Vh = 20 \times V$$

$$1 \qquad BI = BIi$$

$$BIi = \frac{D i^{2}}{4}$$

```
2
                                         BII = BIIi
                   BIIi = \frac{D i^2}{4}
                                VI =
                   1
                                        VIi
                   2
                                VII =
                                         VIIi
                   ha
                   G = 20 \times g
                   g = Vh \times g\%
                   g\% = (Zsi/5)/Vsi
            ( , )
 )
           5
( )
      ha
      ha
      ha
      ha
      ha
      ha
                                          5
                                          5
      ha
      ha
      ha
      ha
      ha
      ha
      ha
      ha
      ha
      ha
```

()

. ,

< > .

x SiPkQeRn x ASi

.

.

x VSiPkQeCn x ASi

.

× VSiPjQkCeUm × ASi

. .

.

Vg = VgSi x ASi

.

e% =
$$\frac{taSV}{V} \times 100$$

SV =
$$\sqrt{\frac{S^2}{N}}$$

| | | | ha | | | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------------------|-----|--------------------------------|-----|
| (Si) (1) | (AS) (2) | (ns) (3) | (VS) (4) | (VS) (5) | (S ² VS) (6) | (7) | (\$ 2\s) (8) (6) x (7) 2 | (9) |
| | ha | | | (4) × (2) | | | | |
| | Α | N | | V | | | S ² | Vg |

t

: (1996)

$$(V \pm ta \times SV) \times A$$

(CV)

$$CV = \frac{SV}{V} \times 100$$

(eg%)

$$SSVg = VgSt^2$$

$$Svg = \frac{VgS^2 / NS}{NS-1}$$
 NS =

$$Svg = \frac{Svg}{\sqrt{NS}}$$

$$eg \% = \frac{ta \cdot Svg}{Vg}$$

$$Vg = \frac{Vg}{NS}$$

(3)

(가)

1:25,000 1:10,000 .

()

Aerosketchmaster, Reflecting Projector, Zoom Transfer Scope

()

, , ,

, ,

()

.

3

()

() .

```
2.
(1)
(가)
1)
가)
              (vertical photograph) :
                                                                     3~5°
      가
              (oblique photograph) :
               2 가
                 (high oblique photograph):
       60°
                 (low oblique photograph):
                                                             60°
 )
                               (panchromatic black and white film)
                           (infrared)
                                                         가
                    (infrared color false color) :
2)
가)
                      가
                                                                                  가
                     2
                                                                   3
```

) 3) 가)) ()) (Photo map) (rectification) 4) 3-2-1) ((3-2-1) 550*nm* 5 ~ 20%

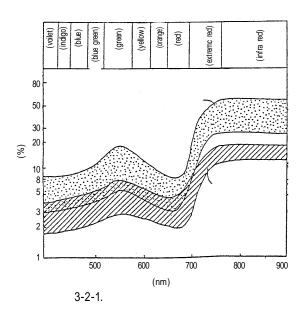
184

, 가

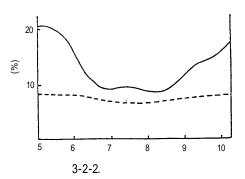
가

40 ~ 80%

가



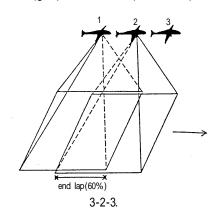
5) (3-2-2) 가) (Winter photograph)) 가 (Fall photograph) 가 가 가 가 . 가 panchromatic infrared) (Spring photograph) 가 가 가) (Summer photograph) 가 가 가 가 가 가



6) 가 가 가 . 10 30 15 30 가

7) (Overlap) (end lap) (side lap)

가) $, \qquad 55 \sim 65\%$ 60% . 40% (gain) (3-2-3)



) , 15 ~ 45% , 30% 70% 가 . 가 (gap)

186

```
8)
         (Tilt)
                                                                                                     tilt
                                   tilt
                                                                               tilt
                                          tip
가) Tilt
                 가
  ) Tip
                   가
  ) Crab
              Drift
                                                                                          A:
                                                                          1
(drift)
                                                    Drift
                                                                                                         B: drift
                                                                         3
              Crab
                                       Crab가
        가 Drift가
                                            가
                                                                                    C : crab
                                                                        5
             3-2-4).
9)
                                                  가
         가
                                                                                                  drift
                                                                          3-2-4.
                                                                                                          crab
                                                     5%,
       2%
10)
                                                60cm × 42cm
                   1:50,000
                           3-2-5).
가)
  (60 \text{cm} \times 50,000) \times (42 \text{cm} \times 50,000) = 30,000 \text{m} \times 21,000 \text{m} = 63,000 \text{ha}
  )
           1
                            23cm \times 23cm
                                                           1/15,000
                                     : 23cm \times 15,000 = 3,450m
               1
                                     : 3,450m × 3,450m = 1,190.25ha 1,190ha
                1
```

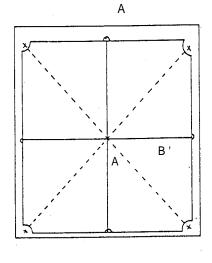
```
)
                           60%
                                   (40%),
                                                     3,450m × 0.4 = 1,380m
                                             30,000m \div 1380m = 21.7
     1
                                                       가
                                                              22+2+2=26
                                           19,275m
                                           (38.55cm)
                60cm
                        25% (862.5m 1.7cm)
                                      3-2-5.
)
                                                                              25%,
                                                                                       3,450 m \times
     0.25 = 862.5m
                        : 21,000m - (862.5m \times 2) = 19,275m
                  3,450m × 0.7 = 2,415m (
                                                       30% 70%
                      : 19,275m \div 2,415m = 7.9
                                                    7
                                                              8
       )
                               7
           19,275m \div 7 = 2,754m, 2,754m \div 3,450m = 79.8\%
                                                                        20.2%
           19,275m \div 8 = 2,409m, 2,409m \div 3,450m = 69.8\%
                                                                       30.2%
                                         가
                                                                         8
          7 가
                                                 9
```

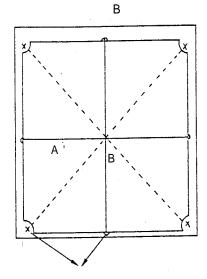
```
: 26 \times 9 = 234
 )
               (1:50,000)
                                    : 862.5m/ 50,000 = 1.7cm
                     : 19,275m/ 50,000 /8
                                            =38.59cm/8 =4.82cm
                : 300km/hr
                                    83.3m
                                                  1,380m/83.3m = 16.6
                         1,380m
( )
1)
가)
          (Stereoscope)
                    (Pocket stereoscope):
                    (Bridge stereoscope) :
                                                                           2
                 (Mirror stereoscope) :
          가
                                                                              X Y
             (Scanning stereoscope):
                       (Twin mirror stereoscope):
  ) Tilt
                     3
             (Nadir point, Plumb point) :
      (
           (Principal point):
             (Isocenter):
                                            tilt
  )
            (Principal distance)
               (Flying height):
                   (Fiducial mark):
```

```
(Altimeter):
                                                                       5°
               (Level) :
                                                                      (calibration)
2)
           (
                  3-2-6)
                                                                        60%
                               가
              Α
                                                                                                 Δ
                                                                                                        В
     g_1, g_1
     g<sub>2</sub>, g<sub>2</sub>
                                             3-2-6.
3)
                                                                  3-2-7)
                   (principal point)
             (conjugate principal point)
                                                 . , A, B
4)
                                      3-2-7)
                                                   AB, BA
                               (
```

(orientation)

가 .





3-2-7.

) A, B: (principal point; PP)

A, B: (conjugate principal point; CPP)

()

scale

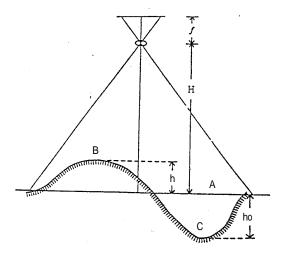
,
$$RF = \frac{f}{H}$$
 , f: , H:

RF(Representative Fraction)

(3-2-8) $RF = \frac{f}{H - h}$

h₀

, h (B_{-}) (C_{-}) $RF = \frac{f}{H + h_0}$



3-2-8.

) f = 150mm, H = 1,500 m

$$RF = \frac{f}{H} = \frac{150mm}{1,500m} = \frac{150}{1,500,000} = \frac{1}{10,000}$$

) 7\text{ 6inch,} 12,000feet, 2,000feet} $RF = \frac{6inch}{12,000feet} - \frac{0.5}{12,000-2,000} = \frac{1}{20,000}$

, f H

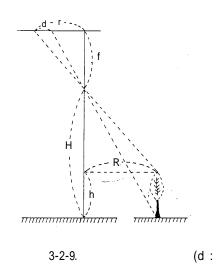
$$RF = \frac{d}{D}$$

d

D :

가

가 .



$$\frac{r}{f} = \frac{R}{H-h}$$
 $fR = r (H-h)$

$$\frac{r-d}{f} = \frac{R}{H}$$
 $fR = H (r-d)$

$$r (H-h) = H(r-d)$$

$$rH - rh = Hr-Hd$$

$$d = \frac{h}{H} \times r$$

, r :)

(outward)

(inward)

가 가 가

가

() (Parallax)

가

1)

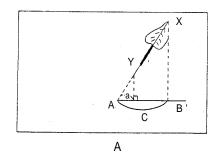
Χ

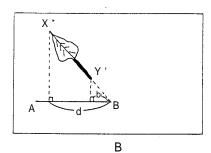
(Absolute stereoscopic parallax)

) Y

Y 가

가





3-2-10

A, B :

a + b : X

X (p)

c + d: X

X (p)

(dp): (c+d) - (a+b)

(3-2-10)

Α

В

2) (Parallax formula)

(3-2-11)

(AB)

(p) ,

(dp) AB

. A

P1, E

B F

 P_2 $P_1 = \frac{P_1 + P_2}{2}$

H :

ABX ABX

h :

AB : (H-h) = AB : h

A·B :

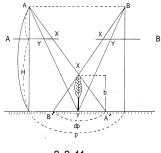
p : (H-h) = dp : h

 $ph = dp \cdot H - dp \cdot h$

 $ph + dp \cdot h = dp \cdot H$

 $(p + dp) h = dp \cdot H$

 $n = \frac{dp \times H}{p + dp}$



```
3)
가)
           (Parallax bar)
                                                                   (
                              (bottom)
      < · >)
                                                (top)
    1/100mm
             (dp)가
                                                                  가
               (height finder)
      Height finder
       1/100mm
                     (parallax wedge)
                                                    1/20mm
                                                                       가
4)
                                      Stereoslopemeter, ITC Slopemeter
( )
1)
            (Shape and Dimension)
      가
2)
      (Tone)
                                                                                가
                                                          가
                     ),
3)
      (Texture)
```

```
(rough),
                         (fine)
(coarse)
                       (smooth)
,
           (Ecological distribution)
4)
                                                     가
                                                                가
( )
0.1ha,
                                   1ha,
                                                3ha
                                                                50m
1)
             가 30%
                                                   가 1,200
                                 ha
                                       가
               ha
          )
                   1,600
           (C):
                                                  75%
           (H):
                                                  75%
           (M) :
                                                                 25%
         75%
        (B) :
                                                         가 75%
2)
          가 30%
                                ha 1,200
                                                             ha 1,600
         가
         (O) :
                                 가 50%
         (E):
                              가 50% (, 가
                                                        60%
                                                            )
        (L): 20°
```

: 가 50%

3)

(0): 6cm 50% (1): 6 - 16cm 50%

(2): 18~28cm "

(3): 30cm "

4)

() : 50%

(") : 51% ~ 70% () : 71%

5)

10 .) : 1~10 50%

11 ~ 20 , 51

()

1)

height finder, parallax wedge

2)

가)

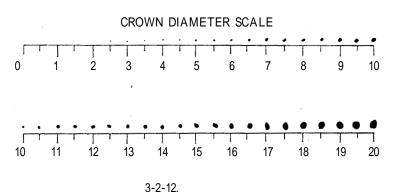
•

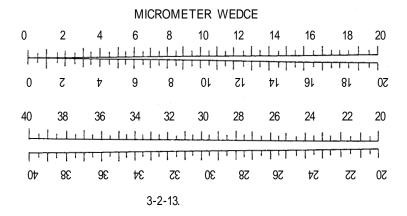
: DBHcm = 0.83 + 4.42 CDI (r = 0.79, N = 675)

, CDI : r : N :

(cm) (m)

< 6 < 1.2

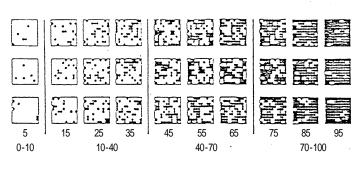




) 가 2 가 . (3-2-14) 가 가 가

가

CROWN DENSITY SCALE



3-2-14.

) 1cm × 1cm 100

100%

3) 0.1ha 0.2ha

.

()

1) (Transect method)

,

10

20~30 . ,

5mm

$$\frac{a}{A} = \frac{t}{T}$$

A: , a: T: t: (3-2-1).

3-2-1. 2

| | R² | S.E.(%) |
|--|------|---------|
| ln V = -7.7049 + 1.7509 lnH + 1.8275 ln CD | 0.98 | 13.3 |
| In V = - 7.5024+1.5828InH+1.7481In <i>CD</i> | 0.96 | 18.9 |
| In V = -15.9515+1.1778InH+4.0791In <i>CD</i> | 0.88 | 22.6 |
| In V = -10.1462+0.8763InH+2.8639In <i>CD</i> | 0.87 | 15.4 |
| ln V = -6.3278 + 0.7801 ln H + 2.1076 ln CD | 0.81 | 15.3 |
| ln V = -8.2210 + 0.9359 lnH + 2.4305 ln CD | 0.74 | 17.9 |

: 48 , 1993.

2) 가 ha (3-2-2)

.

< > .

3-2-2. : m³/ha

| | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 | 38 | 40 |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 4 | 0.005 | 0.008 | 0.013 | 0.018 | 0.025 | 0.033 | 0.041 | 0.051 | 0.062 | 0.073 | 0.086 | 0.100 | 0.114 | 0.130 | 0.147 | 0.165 | 0.184 | 0.203 |
| 5 | 0.006 | 0.010 | 0.016 | 0.023 | 0.031 | 0.041 | 0.051 | 0.064 | 0.077 | 0.091 | 0.107 | 0.125 | 0.143 | 0.163 | 0.184 | 0.206 | 0.229 | 0.254 |
| 6 | 0.007 | 0.012 | 0.019 | 0.027 | 0.037 | 0.049 | 0.062 | 0.076 | 0.092 | 0.110 | 0.129 | 0.149 | 0.172 | 0.195 | 0.220 | 0.247 | 0.275 | 0.305 |
| 7 | 0.008 | 0.014 | 0.022 | 0.032 | 0.044 | 0.057 | 0.072 | 0.089 | 0.108 | 0.128 | 0.150 | 0.174 | 0.200 | 0.228 | 0.257 | 0.288 | 0.321 | 0.356 |
| 8 | 0.009 | 0.016 | 0.025 | 0.037 | 0.050 | 0.065 | 0.082 | 0.102 | 0.123 | 0.146 | 0.172 | 0.199 | 0.229 | 0.260 | 0.294 | 0.329 | 0.367 | 0.406 |
| 9 | 0.010 | 0.018 | 0.029 | 0.041 | 0.056 | 0.073 | 0.093 | 0.114 | 0.138 | 0.165 | 0.193 | 0.224 | 0.257 | 0.293 | 0.330 | 0.370 | 0.413 | 0.457 |
| 10 | 0.011 | 0.020 | 0.032 | 0.046 | 0.062 | 0.081 | 0.103 | 0.127 | 0.154 | 0.183 | 0.215 | 0.249 | 0.286 | 0.325 | 0.367 | 0.412 | 0.459 | 0.508 |
| 11 | 0.013 | 0.022 | 0.035 | 0.050 | 0.068 | 0.089 | 0.113 | 0.140 | 0.169 | 0.201 | 0.236 | 0.274 | 0.314 | 0.358 | 0.404 | 0.453 | 0.504 | 0.559 |
| 12 | 0.014 | 0.024 | 0.038 | 0.055 | 0.075 | 0.098 | 0.123 | 0.152 | 0.184 | 0.219 | 0.258 | 0.299 | 0.343 | 0.390 | 0.440 | 0.494 | 0.550 | 0.610 |
| 13 | 0.015 | 0.026 | 0.041 | 0.059 | 0.081 | 0.106 | 0.134 | 0.165 | 0.200 | 0.238 | 0.279 | 0.324 | 0.371 | 0.423 | 0.477 | 0.535 | 0.596 | 0.660 |
| 14 | 0.016 | 0.028 | 0.044 | 0.064 | 0.087 | 0.114 | 0.144 | 0.178 | 0.215 | 0.256 | 0.300 | 0.348 | 0.400 | 0.455 | 0.514 | 0.576 | 0.642 | 0.711 |
| 15 | 0.017 | 0.030 | 0.048 | 0.069 | 0.093 | 0.122 | 0.154 | 0.191 | 0.231 | 0.274 | 0.322 | 0.373 | 0.429 | 0.488 | 0.551 | 0.617 | 0.688 | 0.762 |
| 16 | 0.018 | 0.033 | 0.051 | 0.073 | 0.100 | 0.130 | 0.165 | 0.203 | 0.246 | 0.293 | 0.343 | 0.398 | 0.457 | 0.520 | 0.587 | 0.658 | 0.734 | 0.813 |
| 17 | 0.019 | 0.035 | 0.054 | 0.078 | 0.106 | 0.138 | 0.175 | 0.216 | 0.261 | 0.311 | 0.365 | 0.423 | 0.486 | 0.553 | 0.624 | 0.700 | 0.779 | 0.864 |
| 18 | 0.021 | 0.037 | 0.057 | 0.082 | 0.112 | 0.146 | 0.185 | 0.229 | 0.277 | 0.329 | 0.386 | 0.448 | 0.514 | 0.585 | 0.661 | 0.741 | 0.825 | 0.914 |
| 19 | 0.022 | 0.039 | 0.060 | 0.087 | 0.118 | 0.154 | 0.195 | 0.241 | 0.292 | 0.347 | 0.408 | 0.473 | 0.543 | 0.618 | 0.697 | 0.782 | 0.871 | 0.965 |
| 20 | 0.023 | 0.041 | 0.063 | 0.091 | 0.124 | 0.163 | 0.206 | 0.254 | 0.307 | 0.366 | 0.429 | 0.498 | 0.571 | 0.650 | 0.734 | 0.823 | 0.917 | 1.016 |
| 21 | 0.024 | 0.043 | 0.067 | 0.096 | 0.131 | 0.171 | 0.216 | 0.267 | 0.323 | 0.384 | 0.451 | 0.523 | 0.600 | 0.683 | 0.771 | 0.864 | 0.963 | 1.067 |
| 22 | 0.025 | 0.045 | 0.070 | 0.101 | 0.137 | 0.179 | 0.226 | 0.279 | 0.338 | 0.402 | 0.472 | 0.548 | 0.629 | 0.715 | 0.807 | 0.905 | 1.009 | 1.118 |
| 23 | 0.026 | 0.047 | 0.073 | 0.105 | 0.143 | 0.187 | 0.237 | 0.292 | 0.353 | 0.421 | 0.494 | 0.572 | 0.657 | 0.748 | 0.844 | 0.946 | 1.054 | 1.168 |
| 24 | 0.027 | 0.049 | 0.076 | 0.110 | 0.149 | 0.195 | 0.247 | 0.305 | 0.369 | 0.439 | 0.515 | 0.597 | 0.686 | 0.780 | 0.881 | 0.988 | 1.100 | 1.219 |
| 25 | 0.029 | 0.051 | 0.079 | 0.114 | 0.156 | 0.203 | 0.257 | 0.317 | 0.384 | 0.457 | 0.537 | 0.622 | 0.714 | 0.813 | 0.918 | 1.029 | 1.146 | 1.270 |
| 26 | 0.030 | 0.053 | 0.083 | 0.119 | 0.162 | 0.211 | 0.267 | 0.330 | 0.400 | 0.475 | 0.558 | 0.647 | 0.743 | 0.845 | 0.954 | 1.070 | 1.192 | 1.321 |
| 27 | 0.031 | 0.055 | 0.086 | 0.123 | 0.168 | 0.219 | 0.278 | 0.343 | 0.415 | 0.494 | 0.579 | 0.672 | 0.771 | 0.878 | 0.991 | 1.111 | 1.238 | 1.372 |
| 28 | 0.032 | 0.057 | 0.089 | 0.128 | 0.174 | 0.228 | 0.288 | 0.356 | 0.430 | 0.512 | 0.601 | 0.697 | 0.800 | 0.910 | 1.028 | 1.152 | 1.284 | 1.422 |
| 29 | 0.033 | 0.059 | 0.092 | 0.133 | 0.180 | 0.236 | 0.298 | 0.368 | 0.446 | 0.530 | 0.622 | 0.722 | 0.829 | 0.943 | 1.064 | 1.193 | 1.330 | 1.473 |
| 30 | 0.034 | 0.061 | 0.095 | 0.137 | 0.187 | 0.244 | 0.309 | 0.381 | 0.461 | 0.549 | 0.644 | 0.747 | 0.857 | 0.975 | 1.101 | 1.234 | 1.375 | 1.524 |

: 48 , 1993.

3)

ha

-

4 가 ,

ha

(3-2-3)

(3-2-4). < > .

3-2-3.

| | R ² |
|------------------------------------|----------------|
| Y = 2141. 68 + 27. 59cd - 232. 17h | 0.64 |
| Y = -767. 19 + 36. 77cd - 86. 9h | 0.64 |
| Y = -544. 96 + 36. 49cd - 87. 27h | 0.90 |
| Y = -47.60 + 05.07cd - 66.21h | 0.76 |
| Y = 1033. 96 + 19. 14cd - 86. 51h | 0.85 |

4)

3-2-4. (: /ha)

| h/cd | 75% | 80% | 85% | 90% | 95% |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 6m | 2,818 | 2,956 | 3,094 | 3,232 | 3,370 |
| 7 | 2,586 | 2,724 | 2,862 | 3,000 | 3,138 |
| 8 | 2,354 | 2,492 | 2,629 | 2,767 | 2,905 |
| 9 | 2,121 | 2,259 | 2,397 | 2,535 | 2,673 |
| 10 | 1,889 | 2,027 | 2,165 | 2,303 | 2,441 |
| 11 | 1,657 | 1,795 | 1,933 | 2,071 | 2,209 |
| 12 | 1,425 | 1,563 | 1,701 | 1,839 | 1,977 |
| 13 | 1,193 | 1,331 | 1,469 | 1,607 | 1,745 |
| 14 | 961 | 1,099 | 1,236 | 1,374 | 1,512 |
| 15 | 728 | 866 | 1,044 | 1,142 | 1,280 |
| 16 | 496 | 634 | 772 | 910 | 1,048 |

: 1993

5)

가

(3-2-5)

3-2-5.

| H = 1.39+0.67DBH H = -1.03+0.69DBH H = -1.44+0.88DBH |
|--|
| H = 1.46 + 0.83DBH |
| H = -0.54+0.81DBH |

. 1992, 1993

()

1)

(1:25,000)

(aero-sketch master)

1 3-4

(1:15,000) (3~5) (1:15,000) . (3-2-6) ()

2)

가 가가

3-2-6. Aero Sketchmaster

| V = | <u> </u> | | | | |
|------|----------|------|---------|------|---------|
| | | cm | Diopter | cm | Diopter |
| 0.33 | 3.00 | 13.7 | +4.5 | 35.5 | -1.5 |
| 0.4 | 2.50 | 16.1 | +3.0 | 35.5 | -1.5 |
| 0.6 | 1.67 | 22.2 | +0.5 | 35.5 | -1.5 |
| 0.7 | 1.43 | 26.0 | 0 | 35.5 | -1.5 |
| 0.8 | 1.25 | 26.0 | 0 | 31.8 | -1.0 |
| 0.9 | 1.11 | 26.0 | 0 | 28.8 | -0.5 |
| 1.0 | 1.00 | 26.0 | 0 | 26.6 | 0 |
| 1.1 | 0.91 | 26.0 | 0 | 24.0 | 0 |
| 1.2 | 0.83 | 26.0 | 0 | 22.5 | +0.5 |
| 1.3 | 0.77 | 26.0 | -0.5 | 21.4 | +1.0 |
| 1.4 | 0.71 | 26.0 | -0.5 | 20.0 | +1.0 |
| 1.5 | 0.67 | 26.0 | -0.5 | 19.3 | +2.0 |
| 1.75 | 0.57 | 26.0 | -0.5 | 17.1 | +2.5 |
| 2.0 | 0.50 | 34.5 | -1.0 | 19.3 | +2.0 |
| 2.5 | 0.40 | 34.5 | -1.0 | 16.0 | +3.5 |
| 3.0 | 0.33 | 34.5 | -1.0 | 14.2 | -4.5 |

가

(2) GIS

(가)

```
(electromagnetic radiation energy)
                                    (500 ~ 600nm)
                                          가
(600 ~ 700nm)
                                 가
                                                              (700nm
                                                                                   50%
                                                                                           가
       가
                           가
      3-2-15).
                                          가
                                                                     가
                                                                              가
                                 가
                                                                                       Grass
                                                      80
                                                      70
                                                  PERCENT REFLECTANCE
                                                      60
                                                                                             Birch
                                                      50
                                             가
                                                      30
                                                      20
                                                      10
                                                                                 7000
                                                           4000
                                                                   5000
                                                                          6000
                                                                                         8000
                                                                                                9000
  )
                                                                       WAVE LENGTH( )
                                                              3-2-15.
                                                             가
```

1) (3-2-7)

3-2-7.

| LANDSAT-5 | 1984 | TM | 7 | 30 m | 16 | 185 km |
|-----------|------|--------|--------|-------------|-----|------------|
| | | MSS | 4 | 80 m | " | " |
| SPOT-1 | 1986 | HRV(X) | 3 | 20 m | 26 | 60 km |
| | | HRV(P) | 1 | 10 m | " | " |
| SPOT-2 | 1990 | | | | | |
| SPOT-3 | 1993 | | | | | |
| NOA A -11 | 1991 | AVHRR | 4 | 1100 m | 1/2 | 3000 km |
| MOS-1 | 1987 | MESSR | 4 | 50 m | 17 | 100 km |
| | | VTIR | 5 | 900 ~ 2700m | | 1500 km |
| MOS-2 | 1990 | | | | | |
| ERS-1 | 1991 | SAR | C-band | 30 m | | 75 km |
| JERS-1 | 1992 | OPS | 7 | 18~24 m | 44 | 75 km |
| | | SAR | L-band | 18 m | | 75 km |
| RADARSAT | 1995 | SAR | | 10 ~ 100 | | 50 ~ 500km |

```
2)
가)
                (Digital image data)
                                              analog
                      CCT (computer compatible tape)
 )
                            (pixel)
                                      line
    BIP(band interleaved by pixel)
 BIP
                   line , ,
(PCA)
                    가
    BSQ(band sequential)
  가
    BIL (band interleaved by line)
                  가
                                                         BSQ
                                                                 BIP
           가
                                                         가 가
  )
                 (spectral resolution)
```

```
(spatial resolution)
                (temporal resolution)
    Radiometric
( )
                       (Pre-processing)
1)
              (Radiometric correction)
                                       가 가
가)
                                                                               sine
                          (zenith)
                                                          (
                                                                3-2-16).
 )
                                                                   3-2-17).
           DN = G \cdot L + B
         , DN : , G : ( gain), L :
                                                          , B:
                                                                        offset)
                                                                  satellite
                                                                   Summer
                                                              sun
                      Equator
                                                                  Spring/fall
                                                              sun
                                                                    Winter
                                               Solar elevation angle
```

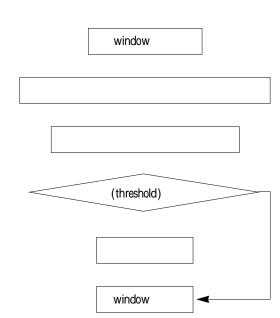
3-2-16.

XΥ , L Lmax - Lmin · DN + Lmin L = 255 255 Spectral radiance of internal calibraton standards DN = Digital number Slope = channel gain(G) 0 Lmax Lmin L = Spectral radiance -Landsat TM 3-2-17. 가

) Noise
(noise)
(random noise)
(striping, banding)
(3-2-18)

)

)



3-2-18.

2) (Geometric correction)

(scan sweep) , .

3 : rolling, pitching, yawing

skew : scan

line scan skew : scan

Scan mirror : 가 scan line

sine curve 가

(ground control point)

가 .

Affine

$$Q(i,j) = q1i + q2j + q3$$

$$R(i,j) = r1i + r2j + r3$$

Helmert

$$Q(i,j) = ai + bj + c$$

$$R(i,j) = -bi + aj + d$$

, 가

가 RMS (Root Mean Square Error)

가

RMSE가 1

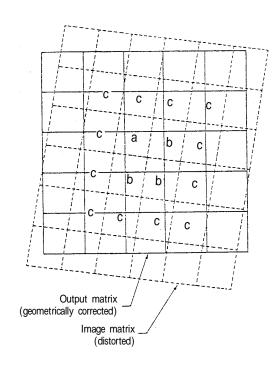
가 (Resampling)

. (3-2-19).

(nearest neighbour)

1 (bilinear interpolation)

Cubic convolution



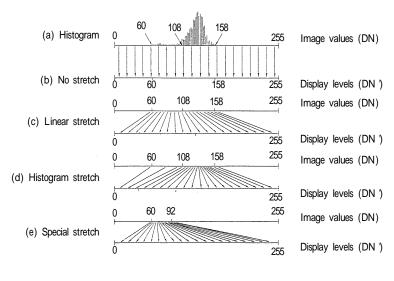
3-2-19.

3)

Data .

| | • | | |
|----------------------------|------------------|--------------|--------------|
| 가 | | 가 . (data | compression) |
| : Data | | | |
| (parameter) : | | | |
| Code : | code . | • | |
| : sample | data | | 가 . |
| () (Image enhance | cement) | | |
| feature | | | |
| 가 | | | |
| | | | |
| 1) Grey-level thresholding | | | |
| grey-le | evel | | |
| class | | • | |
| 2) | | | |
| 2) | | | 가 |
| | | | |
| 3) Density(level) slicing | | | |
| X | (DNs) | 가 | (interval) |
| slice . | | | |
| DN | . , 6 slice | | |
| 6 grey le | evel | | |
| 4) Contrast stretching | | | |
| (contrast)가 , f | eature histogram | DNs | 가 |
| 가 | (3-2-20). | | |
| Contrast | | | |
| Linear stretch | • | | |
| Histogram equalization | | | |

Special stretch



3-2-20.

가) Spatial filtering

DN

low pass filtering high pass filtering

) Spatial filter

.

) Spatial frequency

(tonal variation) (roughness)

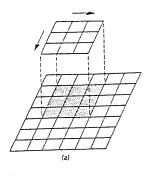
가 가

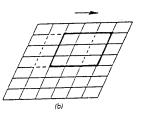
) Low pass filter

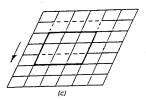
3x3, 5x5, 7x7 (moving window)

(3-2-21)

(smoothing) (blured) .







3-2-21.

High pass filter

(edge enhancer)

low pass filtering

kernel

Convolution filtering

Spatial filtering

DN

가

(kernel)

(3x3, 5x5) , kernel

DN

. Kernel

low frequency feature

spatial

frequency 7 convolution kernel

5)

가

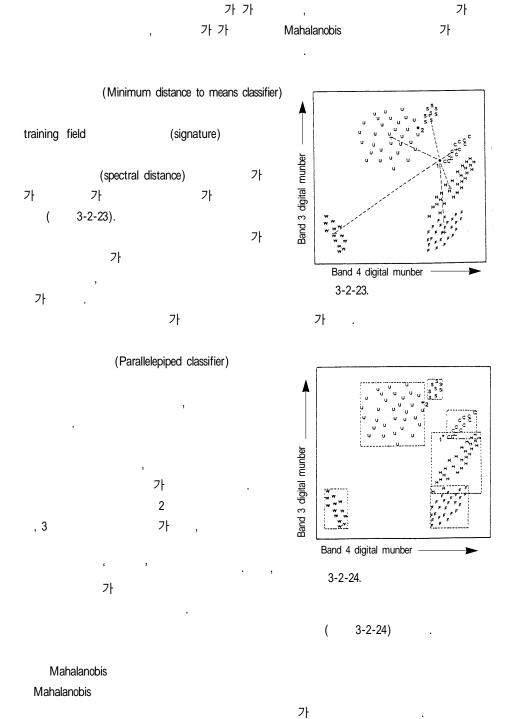
가 가 .

가 : D = Di + Dj (i, j

 $: \quad D = Di - Dj, \quad D = DTi - DTj \ (Ti, \ Tj \qquad)$

```
: D = Di \times Dj
          : D = Di / Dj
6) Ratio
                     DN
              data가
7) Fourier analysis
                        spatial frequency component
         frequency domain
                                spatial filtering
     Fourier transformation
                                               frequency가
                                                                  peaks
                                                                          valleys
                                                                                가
                           sine
                                    cosine
           spatial frequency가
               (Color composite)
8)
       가
                                             24-36
                                                                  1,000
                                                                pseudo color
                    false color
    Natural color composite
     False color composite
     Pseudo color composite
                                                                                       data
      (principal component analysis)
(vegetation index)
           RGB-IHS trasformation
                (Image classification)
1)
          (Spectral)
가)
               가
```

```
)
      (Spatial)
      가
                    (visual interpretation)
  )
      (Temporal)
2)
        (Supervised classification)
가) Training sample
                                       (training area) sampling
                                                                    . Training
                                           가?
       )
                                               가?
                                                             가?
  )
                     가
                                                  training field
                           (decision rule)
                                                          가
                (Maximun likelihood classifier)
                )가
                             class
                                                       Band 3 digital munber
                   가
                                           가
                                                               Equiprobability contours
             data가
                                       calss
          가
                                  class
                                                               Band 4 digital munber -
                                     class
                                      3-2-22). 가
                                                               3-2-22.
```



```
가
                                                                          가
  Mahalanobis
                  D
          D = (X-Mc)T (C-1)(X-Mc)
              C :
               X :
               Mc:
                         С
                 C :
                      С
               C-1:
                        С
             (X-Mc)T:
3)
            (Unsupervised classification)
       가
                                                     (cluster)
                                                                 가
                          가
                      (sequential clustering)
                      (statistical clustering)
                          (ISODATA clustering)
    ISODATA
                     (RGB clustering)
    RGB
   ) GIS
1)
                                                         (position),
                                                                       (attribute)
(time)
 GIS
                                                  가
                                                                            (spatial data)
           (descriptive or attribute data)가
                                                                              (points),
         (areas or polygons)
(lines),
```

```
, GIS
                                       (spatial or geographical coordinate)
                                                                            (format),
(scale),
           (time)
2)
                                                                가
                                       가
                                                                 GIS
        format
  GIS
                             GIS
                                                                                       가
                         cable logging
3)
                (Digital mapping from DTM / DEM)
가)
                (Digital terrain model)
                                                   가
 DTM
                                                                       . DEM
                                  DEM (digital elevation model)
                        (thematic map)
                                                   (shaded relief map)
                           (visibility analysis)
        (profile)
```

```
가
       \mathsf{DTM}
가
                가
                 (overlay)
                              (composite) ( 3-2-25)
               (zooming)
               가
 )
                                   (DTM) -
                                 MAP LINKAGE
       INDIVIDUAL MAPS
                             LINKED TO FORM
                                                   COMPOSITE MAP
                         3-2-25.
4)
 GIS
```

가

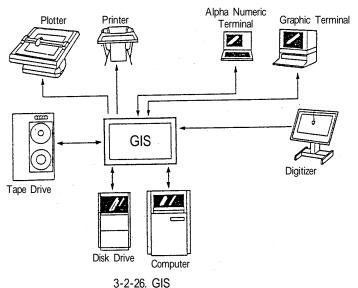
PC

가)

(CPU)

(MT optical disk drive), (digitizer)
(scanner), (plotter) (3-2-26).
(PC) , ,

(interface), (expandability), (maintenance) (data transportability) .



2)

GIS (user -

friendliness), (flexibility), (database management)

(software transportability)

(query) 가

(man-machine interface)가

가

(module)

(O/S)

```
3)
 GIS
                                  가
                            (data input and verification)
                                           (data storage and database management)
                            (data output and presentation)
                    (data transformation)
                            (interaction with the user)
가)
                                                                                       (digital data)
  (analytical plotter)
                                                  CCT
                                              (text file)
  )
          (position),
                          (topology)
                                            (attribute)
                                                                    (DBMS)
     GIS
             가
  )
   GIS
          가
                       (spatial manipulation)
                                           (vector/raster conversion)
                              (transformation and coordination)
                               (area and perimeter calculation)
                     (spatial analysis)
                                 (polygon overlay and dissolve)
                                      (buffering and corridoring)
                       (digital terrain analysis)
```

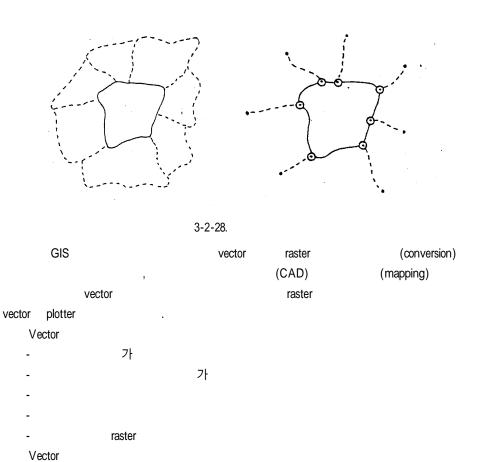
```
(contouring)
                                 (elevation, slope, aspect)
                              (3-dimensional viewing)
      - 3
                       (network analysis)
                       (optimal path selection)
                    (flow simulation)
                           (time/distance districting)
  )
                                                        (maps),
                                                                   (tables)
                                                                                   (graph, chart)
               가
                                      (hard-copy)
    가
                                                                          (EPP)
5) GIS
가)
                                              (hierarchical),
                                                                          (network)
(relational)
                   가
             3
                             가
                           (update)
                                                 (key)
                          가
                                                                     가
                                                                               가
                  (Raster data structure)
  )
  Raster
                                           (grid cell)
                                                                                    (point)
                          (line)
(area)
                                                       3-2-27).
      Raster
                                 가
```

```
(overlay)
                                                   (combination)
                                         가
                      (spatial analysis)
    Raster
                 가
                                                            Grid cell system
                                  Мар
                                         3
                          2
                                         3
                                             3
                              1
                                 2
                                      3
                                 2
                                         3
                                      3
                                             3
                                      3
                                          3
                                             3
                              1
                                  1
                                      2
                                         2
                                             3
                              2
                                   Codes
                                                             Grid cell map
                                     3-2-27.
             (Vector data structure)
Vector
                                    XY
                                                                                     (symbol)
     (text)
                                           XY
                                                                   (straight line segment)
                                                                        (polygon)
                      Polygon
                                           (shape), (perimeter),
                                                                          (area)
```

)

(

3-2-28).



3.

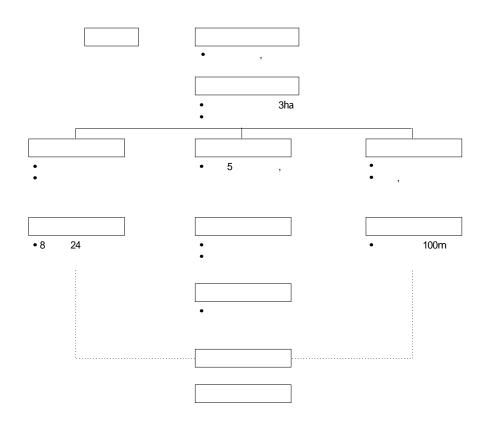
가

가

, , ,

가

223



(1)

(가)

3ha

1)

가) , 가 .

• , , ,

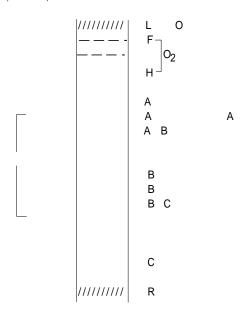
) (起伏) 가 가 .)) 가)) 가 가) 1) 3ha 2) 3) : $40m \times 40m = 0.16ha$

| | : | 20m × 25m = 0.05 | ha | | | | |
|-----|---|------------------|-------|--------------|----|-----|----------|
| 4) | | , , | | | | | |
| 5) | | | | | | | |
| | | , , | , , | | | | |
| (2) | | | | | | | |
| (가) | | | | | | | |
| 1) | : | | | | | | _ |
| | | | | | | () | \dashv |
| | | | | 9 | 6 | | |
| | | | | 12 | 9 | | |
| | | | | 14 | 12 | | |
| | | | | 14 | | | |
| : | | , 1997 | | | | | |
| 2) | : | 10r | n | | | | |
| 3) | : | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | , , , | , , | , , Shale | | | |
| : | | , 1997 | | | | | |
| | | , == | | | 0 | | |
| 4) | : | , , | , , , | , , | ď | | |
| 5) | | | | | | | |

| | | 5° | | | | |
|----|---|--------|-----|---------|----|--|
| | | 가 | | | | |
| | | 300m | | | | |
| | | 가 | | | 3 | |
| | | | | | | |
| | | | 3 7 | | | |
| | | | 8 | | | |
| | : | , 1997 | | | | |
| 6) | : | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | 15 ° | | |
| | | | | 15 20 ° | | |
| | | | | 20 25 ° | | |
| | | | | 25 30 ° | | |
| | | | | 30 ° | | |
| | : | , 1997 | | | | |
| 7) | : | | , | , | | |
| 8) | | : | | | | |
| -, | | • | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | 10% | | |
| | | | | 10 30% | | |
| | | | | 30 50% | | |
| | | | | 50 75% | | |
| | : | , 1997 | | | | |
| (|) | | | | | |
| 1) | | | | | | |
| 1) | | (B | 1 | | cm | |
| | | (D |) | , | cm | |
| 2) | | | | | | |
| | | | | , | 가 | |
| | | | | | | |

cm .

3)



4)

.

| (abrupt) | 가 2 cm 가 | а |
|----------------------|-------------|---|
| (clear) (gradual) | " 2 5 cm " | С |
| (gradual) | " 5 12 cm " | g |
| (diffuse) | " 12 cm " | d |

: . 1997

가 (Hue), (Chroma), (Value) (

10YR 3/4). (: 10YR 3/4, 3/3).

6) , , , , 가

| | | (% | 5) | |
|-------------------|---------|---------|---------|------|
| | Clay | Silt | Sand | |
| (Sand) | - 10 | - 15 | 85 + | S |
| (Loamy Sand) | - 15 | - 30 | 70 - 90 | LS |
| (Sandy Loam) | - 20 | - 50 | 43 - 85 | SL |
| (Sandy Clay Loam) | 20 - 35 | - 28 | 45 - 80 | SCL |
| (Clay Loam) | 27 - 40 | 15 - 53 | 29 - 45 | CL |
| (Sandy Clay) | 35 - 55 | - 20 | 45 - 65 | SC |
| (Loam) | 17 - 27 | 28 - 50 | 23 - 53 | L |
| (Silty Loam) | 12 - 17 | 50 - 80 | 20 - 50 | SiL |
| (Silt) | - 12 | + 80 | - 15 | Si |
| | 27 - 40 | 40 - 73 | - 20 | SiCL |
| (Silty Clay Loam) | | | | |
| (Silty Clay) | 40 - 60 | 40 - 60 | - 20 | SiC |
| (Clay) | - 45 | - 40 | 40 + | С |

: , 1997

7)

| | 10YR : 7/6, 6/8, 5/8 () |
|----------|---|
| (0. 20/) | 7.5YR : 7/6, 6/6, 5/8, 6/8 () |
| (0 2%) | 5YR : 7/6, 6/8, 5/6 () |
| | 10YR : 4/4, 4/6, 5/4, 6/4, 5/6, 6/6 (,) |
| (2 49/) | 7.5YR : 4/4, 5/4, 5/6, 4/6 (,) |
| (2 4%) | 5YR : 4/6, 6/4 () |
| | 10YR : 3/3, 3/4, 4/3 () |
| (4 6%) | 7.5YR : 3/4 () |
| | 10YR : 2/2, 3/2, 2/3 () |
| (6%) | 7.5YR : 2/2, 3/2, 2/3 () |

: , 1997

8)

| 2mm 1cm |
|----------|
| 1 7.5cm |
| 7.5 25cm |
| 25cm |
| |
| |

: , 1997

9)

가 , 가 ,

.

| (細粒狀, Fine granular) | ● 粉狀 | 土粒 束 | |
|----------------------|---------------|--------|------|
| (粒狀, Granular) | • (2 5mi 가 | m) | |
| (單粒狀, Single grain) | · • 가 | | |
| (團粒, Crumb) | • | mm | 小粒 . |
| | 가 | | |
| (塊狀,Subangular | 가 | • | |
| blocky) | | 1cm | |
| (堅果狀,Nutty) | • 稜角 角 | 가 | , , |
| | 1 ~ 3cm | | |
| (壁狀,(Massive) | ● 가密 | | |
| | | 가 | |
| | • | | |

: . 1997

10)

, , , , 가

| | 1 | , |
|-----|-----|---|
| | | |
| 71 | , , | |
| 가 | , | |
| 가 | | |
| | | |
| | 가 | |
| | | |
| 가 | 가 | |
| 가 . | | |
| 가 | (凹) | |
| | 가 | |

: , 1997

11) (Penetrometer)

| 0.5 | | (指頭)가 . |
|---------|--------------------|--|
| 05 10 | • | (指頭)가 . |
| 0.5 1.0 | | (指頭)/「・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ |
| 1.0 1.5 | | (指痕) |
| | | |
| 1.5 2.5 | 가 | (指痕) . |
| 25 | | (指痕) |
| 2.0 | 가 . | (1878) |
| | 0.5 1.0 1.0 1.5 | 0.5 1.0 1.0 1.5 1.5 2.5 アト |

: , 1997

12) () 13) 가 가 가 : , 1997 14) 가 : A 가 : A 가 В 15) 16) 가 가 가 가 가

232

. 1997

:

17)
...,
...,
(3)
...
(4)
...
5
(7h)
...
() ()

| 50cm | 11.03 | | | 0.80 |
|-----------|-------|---|---------------|-------|
| 50 70cm | 11.71 | | | 0.00 |
| 70 90cm | 12.46 | | | -0.01 |
| 90cm | 12.65 | | | 0.44 |
| | 0.00 | | | 0.00 |
| | 0.61 | | | 0.11 |
| | 1.45 | | | -0.38 |
| | 0.00 | | | 0.07 |
| | 0.18 | | | 0.03 |
| | -1.66 | | | -0.17 |
| 30 ° | 0.00 | | | -0.20 |
| 25 ° 30 ° | 0.70 | | | 0.10 |
| 20 ° 25 ° | 1.00 | | () | 0.00 |
| 15 ° 20 ° | 0.61 | | () | 0.32 |
| 15 ° | 1.06 | | | 0.40 |
| (1.5) | 0.00 | | () | 0.12 |
| (1.0 1.5) | 0.00 | | SiCL, SCL, CL | 0.00 |
| (0.5 1.0) | 0.20 | | Si, SiL | -0.05 |
| | 1.06 | - | SL | -0.09 |
| (0.5) | 1.00 | | L | -0.21 |
| 200m | 0.00 | | | 0.00 |
| 200 400m | 0.74 | | | -0.22 |
| 400 600m | 0.75 | | | -0.07 |
| 600m | 0.64 | | | 0.00 |
| | 0.00 | | | -0.07 |
| | 0.41 | | | -0.08 |

•

()

(m³/ha)

| | (50) | | | | (40 |)) | (50) | | |
|----|-------|------|-----|-----|------|-----|-------|------|-----|
| | | | | | | | | | |
| 6 | ı | ı | ı | i | - | ı | 2.5 | 2.50 | 125 |
| 8 | - | - | - | - | - | - | 4.0 | 3.90 | 195 |
| 10 | - | - | - | 4.5 | 4.45 | 178 | 5.5 | 5.30 | 265 |
| 12 | 4.5 | 4.53 | 227 | 5.5 | 5.34 | 214 | 7.0 | 6.88 | 332 |
| 14 | 5.5 | 5.29 | 264 | 6.0 | 6.24 | 250 | 8.0 | 7.89 | 394 |
| 16 | 6.0 | 6.13 | 306 | 7.0 | 7.17 | 287 | - | - | - |
| 18 | 1 | 1 | - | 8.0 | 8.03 | 321 | - | 1 | - |
| 20 | - | - | - | 8.5 | 8.82 | 353 | - | · | - |

: . 1997

| | | (50) (45) (50 | | | (45) | | |) | |
|----|-----|-----------------|-----|-----|-------|-----|-----|------|-----|
| | | | | | | | | | |
| 6 | 2.5 | 2.36 | 118 | - | - | - | - | - | - |
| 8 | 3.0 | 3.10 | 115 | - | - | - | - | - | - |
| 10 | 4.0 | 3.77 | 189 | - | - | - | 4.5 | 4.49 | 225 |
| 12 | 4.5 | 4.37 | 219 | - | - | - | 5.5 | 5.26 | 263 |
| 14 | 5.0 | 4.90 | 245 | 3.5 | 3.30 | 149 | 6.0 | 6.03 | 302 |
| 16 | - | - | - | 4.0 | 3.81 | 171 | 7.0 | 6.74 | 337 |
| 18 | i | - | - | 4.5 | 4.50 | 203 | ı | - | - |
| 20 | - | - | - | 5.5 | 5.34 | 240 | - | - | - |

: . 1997

| | (50) | | | (50) | | | | (5 | 5) | (55) | | | |
|----|-------|------|-----|-------|------|-----|-----|------|-----|-------|------|-----|--|
| | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 4.5 | 4.58 | 229 | • | - | - | - | • | • | 2.0 | 2.17 | 119 | |
| 8 | 5.5 | 5.46 | 273 | ı | - | - | 3.0 | 3.17 | 174 | 3.0 | 2.97 | 163 | |
| 10 | 6.5 | 6.31 | 315 | - | - | - | 4.5 | 4.39 | 242 | 4.0 | 3.71 | 204 | |
| 12 | 7.0 | 7.06 | 353 | 3.5 | 3.29 | 165 | 5.5 | 5.44 | 299 | 4.5 | 4.42 | 243 | |
| 14 | 7.5 | 7.60 | 379 | 3.5 | 3.60 | 180 | 6.5 | 6.39 | 351 | 5.0 | 5.14 | 282 | |
| 16 | - | - | - | 4.0 | 4.90 | 195 | 7.5 | 7.26 | 399 | 6.0 | 5.86 | 322 | |
| 18 | - | - | - | 4.0 | 4.21 | 210 | - | - | - | - | - | - | |
| 20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |

: . 1997

(5)

100m

) 1 : 100m , 2 : 100 200m, 3 : 200 300m, 4 : 300 400m

(6)

(가)

21 , , ,

()

1 : 25,000

| : | | : | : | |
|------|---------------------|-----------|---------------|----|
| : | | : | : | |
| : | () | () | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | · , , , , | , | | |
| | : , , , | | , | |
| | ÷ , , | | | |
| 100m | 200 ~ 300m 300 ~ 40 | | 00 ~ 600m 600 |)m |
| 15 ° | 15~20° 20~25° 25 | 5~30° 30° | | |
| | | | | |
| | | | | |
| E V | V S N NE NW | SE SW | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| 10% | 10 ~ 30% 30 ~ 50% | 50 ~ 75% | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | 1 | |
| | + + | | | |
| | + + | | | |
| | + + | | | |
| | | | | |
| | | () | | |
| | | | | |
| : | | | | |

: . 1997

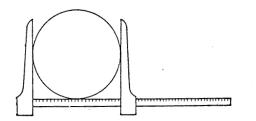
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | | | | | | | |
|----|----------------|------|---------|----------|----------|-------|---|---|----|----|---------------|----|----|----|----|----|-------|-----------------|
| | | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Α | В | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 7 0 |
| | (cm) | 2 | 2 5 | 5 12 | >12 | //// | | | | | | | | | | | | 10 |
| | (cm) | // | /////// | /////// | //////// | // | | | | + | | | + | | Ŧ | | Ŧ | 20 |
| | | | cm | | //// | ///// | | | | - | | | 1 | - | 1 | - | Ŧ | 30 |
| | | | | | | //// | | | | | | | + | | | | | 40 |
| | | SL | L | SiL | SicL | SCL | | | | + | | | + | - | + | + | \mp | 50 |
| | | SiC | CL | С | LS | S | | | | | | | # | | + | | + | 60 |
| | | | | | | | | | | 1 | | | + | | ‡ | | ‡ | - 70 |
| | | | | | | | | | | 1 | | | # | | ‡ | | + | - 80 |
| | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | 90 |
| | | 5% | 5 15% | 15 30% | 30 | 50% | | | | | <u> </u> : | | | | | | | 100 |
| | ' | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | <0.5 | 0.5 1.0 | 1.0 1.5 | 1.5 2.5 | >2.5 | | | | ; | | | | | | | | |
| | | | | | | 1111 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 1111 | 1111 | | | | | | | | | | | | |
| | (, ; | | | | 1111 | 1111 | | | | | | | | | | | | |
| 10 | cm) (;1cm | | | //// | //// | 1111 | | | | | | | | | | | | |
| | | Y, | /N // | //////// | //////// | /// | | | | | | | | | | | | |
| | : | | | | | | | | • | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

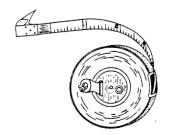
. 1997

| | (山林測定 | 宦) | | | | | |
|-----|--------|--------|-----------|------------|-----------------|---------------------|---|
| | | | , | | , , | , . , | 가 |
| | , フ | | , | | | , | |
| , | , , | , , | | , | · (枝條量) · | , 가 가 (測定精度)가 | |
| 1. | | | | | | | |
| (1) | | | | | | | |
| (가) | | | | | | | |
| | | | | ' } | | | 가 |
| | 1.2m | (胸高直徑; | DBH, diam | eter at b | reast height) | | |
| 1) | | | (輪尺; | caliper), | | | |
| 가) | (移動脚) | | (固定脚) | | | | |
| | (樹幹軸 | i) | | , | | | |

) (3.1415...) 가

. 가



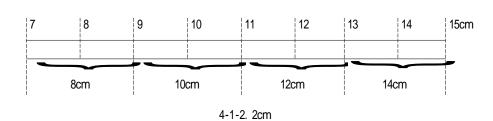


4-1-1.

2) - 2cm , (括約)

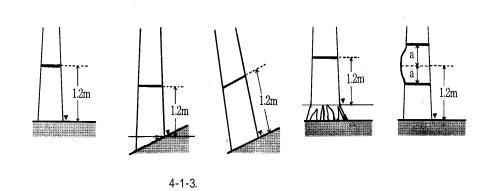
- (4-1-2)

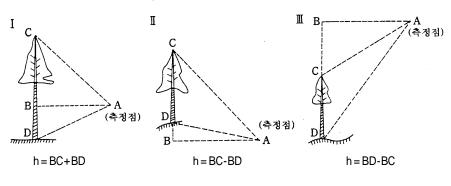
- 2cm 8cm 7cm 9cm . - 6cm(5cm)



3)

- (分枝) . - 가 ,





4-1-4.

```
가)
     가
                                            (10, 15, 20, 25m)
                                                   가
        (指示針)
                                 (接眼孔)
                                                          (對物孔)
           (梢頭部)
                    가
                                            (a)
                           (根元部)
                                                (b)
                            a+b가
                   (Blumeleiss
                                            (15, 20, 30m)
                                       20m
                                                               20m
                     가
                                 (a)
                                         (b)
                            a+b가
                                       (10, 15, 20m)
               20m
                  80cm
              k = 4
                                                                          20m
                                                                    20m
                                                                (a)
                                         (b)
                            a+b가
```

(1

)

가

| | k = | = 4 | k = 2 | | | | |
|-------|------|------|-------|------|--|--|--|
| | | | | | | | |
| 40 cm | 10 m | 10 m | 20 m | 10 m | | | |
| 60 cm | 15 m | 15 m | 30 m | 15 m | | | |
| 80 cm | 20 m | 20 m | 40 m | 20 m | | | |

가

30m 60cm, k=2 , 15m



4-1-5. 가

2) - 가 (等高)

-

•

· ()

•

4-1-1.

| | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 | 38 | 40 |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 4 | 0.0073 | 0.0120 | 0.0180 | 0.0250 | 0.0340 | 0.0430 | 0.0540 | 0.0660 | | | | | | | | | | |
| 5 | 0.0090 | 0.0149 | 0.0223 | 0.0310 | 0.0420 | 0.0530 | 0.0670 | 0.0810 | 0.0970 | 0.1150 | 0.1340 | 0.1540 | 0.1760 | | | | | |
| 6 | 0.0107 | 0.0177 | 0.0265 | 0.0370 | 0.0490 | 0.0630 | 0.0790 | 0.0970 | 0.1160 | 0.1370 | 0.1590 | 0.1830 | 0.2090 | 0.2370 | 0.2660 | 0.2970 | 0.3290 | 0.3630 |
| 7 | 0.0124 | 0.0205 | 0.0307 | 0.0430 | 0.0570 | 0.0740 | 0.0920 | 0.1120 | 0.1340 | 0.1580 | 0.1850 | 0.2130 | 0.2420 | 0.2740 | 0.3080 | 0.3430 | 0.3810 | 0.4200 |
| 8 | 0.0141 | 0.0233 | 0.0348 | 0.0490 | 0.0650 | 0.0830 | 0.1040 | 0.1270 | 0.1520 | 0.1800 | 0.2100 | 0.2410 | 0.2750 | 0.3110 | 0.3500 | 0.3900 | 0.4320 | 0.4770 |
| 9 | 0.0158 | 0.0260 | 0.0390 | 0.0550 | 0.0730 | 0.0930 | 0.1170 | 0.1420 | 0.1710 | 0.2010 | 0.2340 | 0.2700 | 0.3080 | 0.3480 | 0.3910 | 0.4360 | 0.4840 | 0.5340 |
| 10 | 0.0175 | 0.0288 | 0.0431 | 0.0600 | 0.0800 | 0.1030 | 0.1290 | 0.1570 | 0.1890 | 0.2230 | 0.2590 | 0.2980 | 0.3400 | 0.3850 | 0.4320 | 0.4820 | 0.5350 | 0.5900 |
| 11 | 0.0191 | 0.0315 | 0.0472 | 0.0660 | 0.0880 | 0.1130 | 0.1410 | 0.1720 | 0.2070 | 0.2440 | 0.2840 | 0.3270 | 0.3730 | 0.4220 | 0.4730 | 0.5280 | 0.5860 | 0.6460 |
| 12 | 0.0208 | 0.0342 | 0.0512 | 0.0720 | 0.0960 | 0.1230 | 0.1530 | 0.1870 | 0.2240 | 0.2650 | 0.3080 | 0.3550 | 0.4050 | 0.4580 | 0.5140 | 0.5740 | 0.6360 | 0.7020 |
| 13 | 0.0224 | 0.0370 | 0.0553 | 0.0770 | 0.1030 | 0.1330 | 0.1660 | 0.2020 | 0.2420 | 0.2860 | 0.3330 | 0.3830 | 0.4370 | 0.4940 | 0.5550 | 0.6190 | 0.6870 | 0.7570 |
| 14 | 0.0241 | 0.0393 | 0.0593 | 0.0830 | 0.1110 | 0.1420 | 0.1780 | 0.2170 | 0.2600 | 0.3070 | 0.3570 | 0.4110 | 0.4690 | 0.5310 | 0.5960 | 0.6640 | 0.7370 | 0.8130 |
| 15 | 0.0257 | 0.0423 | 0.0634 | 0.0890 | 0.1180 | 0.1520 | 0.1900 | 0.2320 | 0.2770 | 0.3270 | 0.3810 | 0.4390 | 0.5010 | 0.5670 | 0.6360 | 0.7100 | 0.7870 | 0.8680 |
| 16 | | | | 0.0940 | 0.1260 | 0.1620 | 0.2020 | 0.2460 | 0.2950 | 0.3480 | 0.4050 | 0.4670 | 0.5330 | 0.6030 | 0.6760 | 0.7550 | 0.8370 | 0.9230 |
| 17 | | | | 0.1000 | 0.1330 | 0.1710 | 0.2140 | 0.2610 | 0.3130 | 0.3690 | 0.4300 | 0.4950 | 0.5640 | 0.6380 | 0.7170 | 0.7990 | 0.8870 | 0.9780 |
| 18 | | | | 0.1060 | 0.1410 | 0.1810 | 0.2260 | 0.2750 | 0.3300 | 0.3890 | 0.4540 | 0.5220 | 0.5960 | 0.6740 | 0.7570 | 0.8440 | 0.9360 | 1.0330 |
| 19 | | | | 0.1110 | 0.1480 | 0.1900 | 0.2380 | 0.2900 | 0.3480 | 0.4100 | 0.4780 | 0.5500 | 0.6270 | 0.7100 | 0.7970 | 0.8890 | 0.9860 | 1.0870 |
| 20 | | | | 0.1170 | 0.1550 | 0.2000 | 0.2490 | 0.3050 | 0.3650 | 0.4310 | 0.5010 | 0.5780 | 0.6590 | 0.7450 | 0.8370 | 0.9330 | 1.0350 | 1.1420 |
| 21 | | | | 0.1220 | 0.1630 | 0.2090 | 0.2610 | 0.3190 | 0.3820 | 0.4510 | 0.5250 | 0.6050 | 0.6900 | 0.7810 | 0.8760 | 0.9780 | 1.0840 | 1.1960 |
| 22 | | | | 0.1280 | 0.1700 | 0.2190 | 0.2730 | 0.3330 | 0.4000 | 0.4710 | 0.5490 | 0.6320 | 0.7210 | 0.8160 | 0.9160 | 1.0220 | 1.1330 | 1.2500 |
| 23 | | | | 0.1330 | 0.1780 | 0.2280 | 0.2850 | 0.3480 | 0.4170 | 0.4920 | 0.5730 | 0.6600 | 0.7530 | 0.8510 | 0.9560 | 1.0660 | 1.1820 | 1.3040 |
| 24 | | | | 0.1390 | 0.1850 | 0.2380 | 0.2970 | 0.3620 | 0.4340 | 0.5120 | 0.5970 | 0.6870 | 0.7840 | 0.8860 | 0.9950 | 1.1100 | 1.2310 | 1.3580 |
| 25 | | | | 0.1440 | 0.1920 | 0.2470 | 0.3090 | 0.3770 | 0.4510 | 0.5320 | 0.6200 | 0.7140 | 0.8150 | 0.9220 | 1.0350 | 1.1540 | 1.2800 | 1.4120 |
| 26 | | | | | | | 0.3200 | 0.3910 | 0.4680 | 0.5530 | 0.6440 | 0.7410 | 0.8460 | 0.9570 | 1.0740 | 1.1980 | 1.3290 | 1.4660 |
| 27 | | | | | | | 0.3320 | 0.4050 | 0.4860 | 0.5730 | 0.6670 | 0.7690 | 0.8770 | 0.9920 | 1.1130 | 1.2420 | 1.3770 | 1.5190 |
| 28 | | | | | | | 0.3440 | 0.4200 | 0.5030 | 0.5930 | 0.6910 | 0.7960 | 0.9080 | 1.0270 | 1.1530 | 1.2860 | 1.4260 | 1.5730 |
| 29 | | | | | | | 0.3550 | 0.4330 | 0.5200 | 0.6130 | 0.7140 | 0.8230 | 0.9380 | 1.0610 | 1.1920 | 1.3290 | 1.4740 | 1.6260 |
| 30 | | | | | | | 0.3670 | 0.4480 | 0.5370 | 0.6330 | 0.7380 | 0.8500 | 0.9690 | 1.0960 | 1.2310 | 1.3730 | 1.5230 | 1.6800 |

```
2)
  가)
                                                 가
  )
                 (胸高形數)
    )
        1, 2, 3
                                                  1
                                                                    (圓柱體積表)가
                (圓面積表)
                                                                                               2
                                                                                                       3
    1 :
                       = /4 \times (
                                          )<sup>2</sup> ×
                                                     ×
    2 :
                       = ×
                                          ×
    3 :
                       = ×
                                         10m
   [ ]
                            20cm,
                       = 3.14/4 \times (0.2)^2 \times 10m \times 0.506 = 0.1589m^3
                       = 0.03142 \text{m}^2 \times 10 \text{m} \times 0.506 = 0.1590 \text{m}^3
    2
                       = 0.3142 \text{m}^3 \times 0.506 = 0.1590 \text{m}^3
                                20cm
                                                         0.506
                     0.03142m<sup>2</sup>
                                                       20cm
                       0.3142m<sup>3</sup>
                                                                                              10m
                                                                    20cm
```

4-1-2.

| 6cm | 0.597 | 0.561 | 0.589 | 0.612 | 0.692 | 0.538 | 0.456 | 0.642 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 8 | 0.564 | 0.520 | 0.544 | 0.560 | 0.621 | 0.510 | 0.427 | 0.539 |
| 10 | 0.545 | 0.469 | 0.517 | 0.530 | 0.578 | 0.494 | 0.410 | 0.477 |
| 12 | 0.532 | 0.480 | 0.499 | 0.509 | 0.550 | 0.483 | 0.399 | 0.436 |
| 14 | 0.522 | 0.468 | 0.486 | 0.494 | 0.529 | 0.475 | 0.391 | 0.407 |
| 16 | 0.516 | 0.459 | 0.477 | 0.483 | 0.514 | 0.469 | 0.384 | 0.385 |
| 18 | 0.511 | 0.453 | 0.469 | 0.474 | 0.499 | 0.465 | 0.380 | 0.368 |
| 20 | 0.506 | 0.447 | 0.463 | 0.468 | 0.493 | 0.461 | 0.376 | 0.354 |
| 22 | 0.503 | 0.443 | 0.459 | 0.462 | 0.485 | 0.458 | 0.373 | 0.343 |
| 24 | 0.499 | 0.439 | 0.454 | 0.458 | 0.478 | 0.456 | 0.370 | 0.333 |
| 26 | 0.497 | 0.436 | 0.451 | 0.454 | 0.473 | 0.453 | 0.368 | 0.325 |
| 28 | 0.495 | 0.433 | 0.448 | 0.450 | 0.468 | 0.452 | 0.366 | 0.319 |
| 30 | 0.493 | 0.431 | 0.446 | 0.447 | 0.464 | 0.450 | 0.365 | 0.313 |
| 32 | 0.492 | 0.429 | 0.443 | 0.445 | 0.461 | 0.449 | 0.363 | 0.308 |
| 34 | 0.490 | 0.427 | 0.441 | 0.443 | 0.457 | 0.448 | 0.362 | 0.303 |
| 36 | 0.489 | 0.426 | 0.440 | 0.440 | 0.455 | 0.446 | 0.361 | 0.299 |
| 38 | 0.488 | 0.424 | 0.438 | 0.439 | 0.452 | 0.445 | 0.360 | 0.295 |
| 40 | 0.487 | 0.423 | 0.437 | 0.437 | 0.450 | 0.445 | 0.395 | 0.292 |
| 42 | 0.486 | 0.422 | 0.435 | 0.436 | 0.448 | 0.444 | 0.358 | 0.289 |
| 44 | 0.485 | 0.421 | 0.434 | 0.434 | 0.446 | 0.443 | 0.357 | 0.287 |
| 46 | 0.484 | 0.420 | 0.433 | 0.433 | 0.444 | 0.443 | 0.357 | 0.284 |
| 48 | 0.483 | 0.419 | 0.432 | 0.432 | 0.443 | 0.442 | 0.356 | 0.282 |
| 50 | 0.483 | 0.418 | 0.431 | 0.431 | 0.441 | 0.441 | 0.356 | 0.280 |

: , 1981 ~ 1988

```
(2)
(가)
                            가 가
                                                            (尺貫
法)
                  (末口直徑自乘法)
       (Huber) : =
         (Smalian) : = ( +
                                         )/2×
         (Reineke) : = (
                                +4×
                                                     ) × /6
             = ( )^2 \times \times 1/10,000
( )
           1995-29 (1995. 12. 1)
                                                    (材積檢量方法)
1)
 • 6m
 V = d^2 \times 1/10,000
 • 6m
  V = {d + (-4)/2}^2 \times \times 1/10,000
  d:
                            , cm
                                                   1cm
                                                           1cm
     ( : 2cm 2.9cm 2cm , 3cm 3.9cm
                                        3cm
                                               .)
                                                 0.1m
                                                          0.1m
                          , m
           m
  V :
                      m^3
                                      3
                                                   4 5
2)
                                       ( 4-1-3)
 [ ] 20cm,
                   2m
                                    0.080 m^3
```

| 4-1-3. | (| n |
|--------|---|---|
| 4-1-3. | (| |

| (m) | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.7 | 1.8 | 1.9 | 2.0 | 2.1 | 2.2 | 2.3 | 2.4 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 10 | 0.014 | 0.015 | 0.016 | 0.017 | 0.018 | 0.019 | 0.020 | 0.021 | 0.022 | 0.023 | 0.024 |
| 11 | 0.017 | 0.018 | 0.019 | 0.021 | 0.022 | 0.023 | 0.024 | 0.025 | 0.027 | 0.028 | 0.029 |
| 12 | 0.020 | 0.022 | 0.023 | 0.024 | 0.026 | 0.027 | 0.029 | 0.030 | 0.032 | 0.033 | 0.035 |
| 13 | 0.024 | 0.025 | 0.027 | 0.029 | 0.030 | 0.032 | 0.034 | 0.035 | 0.037 | 0.039 | 0.041 |
| 14 | 0.027 | 0.029 | 0.031 | 0.033 | 0.035 | 0.037 | 0.039 | 0.041 | 0.043 | 0.045 | 0.047 |
| 15 | 0.032 | 0.034 | 0.036 | 0.038 | 0.041 | 0.043 | 0.045 | 0.047 | 0.050 | 0.052 | 0.054 |
| 16 | 0.036 | 0.038 | 0.041 | 0.044 | 0.046 | 0.049 | 0.051 | 0.054 | 0.056 | 0.059 | 0.061 |
| 17 | 0.040 | 0.043 | 0.046 | 0.049 | 0.052 | 0.055 | 0.058 | 0.061 | 0.064 | 0.066 | 0.069 |
| 18 | 0.045 | 0.049 | 0.052 | 0.055 | 0.058 | 0.062 | 0.065 | 0.068 | 0.071 | 0.075 | 0.078 |
| 19 | 0.051 | 0.054 | 0.058 | 0.061 | 0.065 | 0.069 | 0.072 | 0.076 | 0.079 | 0.083 | 0.087 |
| 20 | 0.056 | 0.060 | 0.064 | 0.068 | 0.072 | 0.076 | 0.080 | 0.084 | 0.088 | 0.092 | 0.096 |
| 21 | 0.062 | 0.066 | 0.071 | 0.075 | 0.079 | 0.084 | 0.088 | 0.093 | 0.097 | 0.101 | 0.106 |
| 22 | 0.068 | 0.073 | 0.077 | 0.082 | 0.087 | 0.092 | 0.097 | 0.102 | 0.106 | 0.111 | 0.116 |
| 23 | 0.074 | 0.079 | 0.085 | 0.090 | 0.095 | 0.101 | 0.106 | 0.111 | 0.116 | 0.122 | 0.127 |
| 24 | 0.081 | 0.086 | 0.092 | 0.098 | 0.104 | 0.109 | 0.115 | 0.121 | 0.127 | 0.132 | 0.138 |
| 25 | 0.088 | 0.094 | 0.100 | 0.106 | 0.113 | 0.119 | 0.125 | 0.131 | 0.138 | 0.144 | 0.150 |
| 26 | 0.095 | 0.101 | 0.108 | 0.115 | 0.122 | 0.128 | 0.135 | 0.142 | 0.149 | 0.155 | 0.162 |
| 27 | 0.102 | 0.109 | 0.117 | 0.124 | 0.131 | 0.139 | 0.146 | 0.153 | 0.160 | 0.168 | 0.175 |
| 28 | 0.110 | 0.118 | 0.125 | 0.133 | 0.141 | 0.149 | 0.157 | 0.165 | 0.172 | 0.180 | 0.188 |
| 29 | 0.118 | 0.126 | 0.135 | 0.143 | 0.151 | 0.160 | 0.168 | 0.177 | 0.185 | 0.193 | 0.202 |
| 30 | 0.126 | 0.135 | 0.144 | 0.153 | 0.162 | 0.171 | 0.180 | 0.189 | 0.198 | 0.207 | 0.216 |

```
( )
                                               (計量
法)
1)
 V = 1/12d^2
 d:
                      (寸)
                      (尺)
  V: , (才)( )
 [ ] 6寸, 6尺
  V = 1/12 \times (6)^2 \times 6 = 18
 ( × ) 1/2, 9
                                               3/4,
             6
      12 1
2)
              (
                       )
                              ( 4-1-4)
```

4-1-4.

| | 6 | 9 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|----|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 2 | 2.00 | 3.00 | 4.00 | 4.33 | 4.67 | 5.00 | 5.33 | 5.67 | 6.00 |
| 3 | 4.50 | 6.75 | 9.00 | 9.75 | 10.50 | 11.25 | 12.00 | 12.75 | 13.60 |
| 4 | 8.00 | 12.00 | 16.00 | 17.33 | 18.78 | 20.00 | 21.33 | 22.78 | 24.00 |
| 5 | 12.00 | 18.75 | 25.00 | 20.08 | 29.16 | 31.25 | 33.33 | 35.41 | 37.50 |
| 6 | 18.00 | 27.00 | 36.00 | 39.00 | 42.00 | 45.00 | 48.00 | 51.00 | 54.00 |
| 7 | 24.50 | 36.75 | 49.00 | 53.08 | 51.16 | 61.25 | 65.33 | 69.41 | 73.50 |
| 8 | 32.00 | 48.00 | 64.00 | 69.33 | 74.16 | 80.00 | 85.33 | 90.66 | 96.00 |
| 9 | 40.50 | 60.75 | 81.00 | 87.75 | 94.50 | 101.25 | 108.00 | 114.75 | 121.50 |
| 10 | 50.00 | 75.00 | 100.00 | 108.33 | 116.66 | 125.00 | 133.33 | 141.66 | 150.00 |
| 11 | 60.50 | 90.75 | 121.00 | 131.08 | 141.16 | 151.25 | 161.33 | 171.41 | 181.50 |
| 12 | 72.00 | 108.00 | 144.00 | 156.00 | 168.00 | 180.00 | 192.00 | 204.00 | 216.00 |
| 13 | 84.50 | 126.75 | 169.00 | 183.08 | 197.16 | 211.25 | 225.33 | 239.41 | 253.50 |
| 14 | 98.00 | 147.00 | 196.00 | 212.33 | 228.16 | 245.00 | 261.33 | 277.61 | 294.00 |
| 15 | 112.50 | 168.75 | 225.00 | 243.75 | 262.50 | 281.25 | 300.00 | 318.75 | 337.50 |
| 16 | 128.00 | 192.00 | 256.00 | 277.33 | 298.66 | 320.00 | 341.33 | 362.65 | 384.00 |
| 17 | 144.50 | 216.75 | 289.00 | 313.08 | 337.16 | 361.25 | 385.33 | 408.41 | 433.50 |
| 18 | 162.00 | 243.00 | 324.00 | 351.00 | 378.00 | 405.00 | 432.00 | 459.00 | 486.00 |
| 19 | 180.00 | 270.75 | 361.00 | 391.08 | 421.16 | 451.25 | 481.33 | 511.41 | 541.50 |
| 20 | 200.00 | 300.00 | 400.00 | 433.33 | 466.66 | 500.00 | 533.33 | 566.66 | 600.00 |
| 21 | 220.50 | 330.75 | 441.00 | 477.75 | 514.50 | 551.25 | 588.00 | 624.75 | 661.50 |
| 22 | 242.00 | 363.00 | 484.00 | 524.33 | 534.66 | 605.00 | 645.33 | 685.66 | 726.00 |
| 23 | 264.50 | 396.75 | 529.00 | 573.88 | 617.16 | 661.25 | 705.33 | 749.41 | 793.50 |
| 24 | 288.00 | 432.00 | 676.00 | 624.00 | 672.00 | 720.00 | 768.00 | 816.00 | 864.00 |
| 25 | 312.50 | 468.75 | 625.00 | 677.08 | 729.16 | 781.25 | 833.33 | 885.41 | 937.50 |
| 26 | 338.00 | 507.00 | 676.00 | 732.33 | 788.66 | 845.00 | 901.33 | 957.66 | 1014.00 |
| 27 | 364.50 | 546.75 | 729.00 | 789.75 | 850.50 | 911.25 | 972.00 | 1032.75 | 1093.50 |
| 28 | 392.00 | 588.00 | 784.00 | 849.33 | 914.66 | 980.00 | 1045.33 | 1110.66 | 1176.00 |
| 29 | 420.50 | 630.75 | 841.00 | 911.08 | 981.16 | 1051.25 | 1121.33 | 1191.41 | 1261.50 |
| 30 | 450.00 | 675.00 | 900.00 | 975.00 | 1005.00 | 1125.00 | 1200.00 | 1275.00 | 1350.00 |

()

1) Brereton

2) Hoppus

$$V(cu \cdot ft) = (U/4)^2 \times /144$$

```
U:
            (inch) V: (ft<sup>3</sup>) : (feet)
          (Huber)
                        21.5%
                                            144
                                                           113
                       가 .
( )
           1995-29 (1995. 12. 1) Brereton 1
      V(m^3) = {(d_0 + d_n)/2}^2 \times /4 \times \times 1/10,000
  - do, dn :
                         cm
                                           0.1m
  - V :
                      m^3
                                                   4 5
                 68.4cm
                                 36.5cm
                                               5.8m
      V = \{(68+36)/2\}^2 \times 3.14/4 \times 5.8 \times 1/10,000 = 1.231 \text{m}^3
          가
( )
          ..... Hoppus
          ...... Brereton(1)
        .....
       ...... Brereton(2)
(3)
       (全林每木調査法),
                                               (標本調査法)
       (角算定測定法)
(가)
                                                    가
1)
           2cm
                           6cm
                                     "正"
        2
```

- 1 2 3 1

- (4-1-5) .

4-1-5. 1

| | 2 | 3 | 2 | 3 |
|------|-------|-------|-------|-------|
| (ha) | 3.4 | 6.8 | 5.8 | 10.7 |
| () | 1,286 | 2,091 | 3,582 | 5,290 |

: KNUCHEL, 1951

2)

- 가 .

-

3) 가)

(徑級)

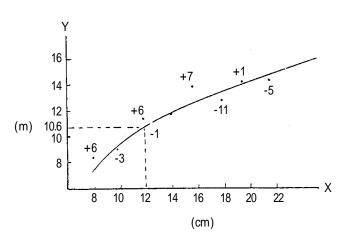
1

•

4-1-6. (: m)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
|-----|------|------|------|------|---|------|------|
| 8cm | 6.3 | 10.8 | | | | 17.1 | 8.6 |
| 10 | 8.6 | 9.4 | | | | 18.0 | 9.0 |
| 12 | 11.3 | 12.1 | 10.8 | 10.6 | | 44.8 | 11.2 |
| 14 | 10.3 | 12.1 | 11.6 | 12.4 | | 46.4 | 11.6 |
| 16 | 13.5 | 13.1 | 14.2 | 12.8 | | 53.6 | 13.4 |
| 18 | 13.7 | 12.9 | 11.2 | 11.8 | | 49.6 | 12.4 |
| 20 | 13.6 | 15.5 | 13.6 | 14.5 | | 57.2 | 14.3 |
| 22 | 14.3 | 13.1 | 14.2 | 14.8 | | 56.4 | 14.1 |

4 5



4-1-6.

4-1-7.

| | + | - | | |
|----------|------|------|--------------|----|
| 8cm | + 6 | | 8.0m | 8m |
| 10 | | - 3 | 9.3 | 9 |
| 12 | + 6 | | 10.6 | 11 |
| 14 | | - 1 | 11.7 | 12 |
| 16 | +7 | | 12.7 | 13 |
| 18 | | - 11 | 13.5 | 14 |
| 20 | + 1 | | 14.2 | 14 |
| 20 22 | | - 5 | 14.2 14.6 | 15 |
| | + 20 | - 20 | | |

) 3 (4-1-8) (平滑) 4-1-8.

| | | 3 |
|-----|------|-------------------------------|
| 8cm | 8.6m | 8.6m |
| 10 | 9.0 | (8.6 + 9.0 + 11.2)/3 = 9.6 |
| 12 | 11.2 | (9.0 + 11.2 + 11.6)/3 = 10.6 |
| 14 | 11.6 | (11.2 + 11.6 + 13.4)/3 = 12.1 |
| 16 | 13.4 | (11.6 + 13.4 + 12.4)/3 = 12.5 |
| 18 | 12.4 | (13.4 + 12.4 + 14.3)/3 = 13.4 |
| 20 | 14.3 | (12.4 + 14.3 + 14.1)/3 = 13.6 |
| 22 | 14.1 | 14.1 |

)

.

=

4)

-

()

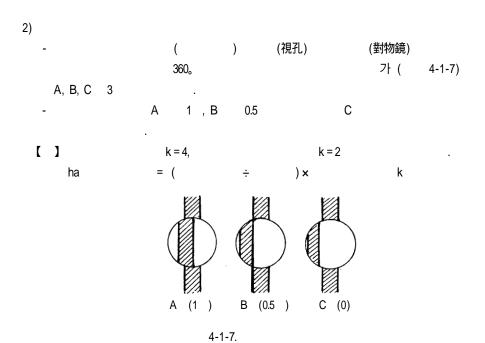
1)

(4-1-9)

×

4-1-9.

| 0.5ha | 0.5 1.5ha | 1.5 5ha |
|-------|-----------|---------|
| 4 | 6 | 8 |
| 5 | 8 | 12 |
| 6 | 12 | 14 |
| 8 | 14 | 16 |
| 4 | 6 | 8 |
| 6 | 12 | 16 |



3) 60 카 360° (梢頭) (視準) (修正係數) 0° 5 10 15 20 25 30 35 40 45

0.96 0.95 0.94 0.92 0.89 0.85 0.80 0.73 0.64 0.52

H =
$$100 \times \sqrt{(2 \times x)/ha}$$
 +

| 4-1-10. | () | (: m³/ha) |
|---------|-----|------------|
|---------|-----|------------|

| (m²) | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 |
|----------------------------|---|---|---|--|--|--|--|--|--|
| 5 6 | 18.81 21.64 | 23.53 27.30 | 28.25 32.96 | | | | | | |
| 7 8 9 10 11 | 24.47 27.30 30.13 32.96 35.80 | 31.08 34.85 38.63 42.40 46.18 | 37.68 42.40 47.12 51.84 56.56 | 44.29 49.95 55.62 61.28 66.94 | 50.90 57.50 64.11 70.72 77.32 | 57.50 65.05 72.60 80.15 87.70 | 64.11 72.60 81.10 89.59 98.09 | 70.72 80.15 89.59 99.03 108.47 | 87.70 98.09 108.47 118.85 |
| 12 13 14 15 16 | 38.63 41.46 44.29 | 49.95 53.73 57.50 | 61.28 66.00 70.72 75.44 80.15 | 72.60 78.27 83.93 89.59 95.26 | 83.93 90.54 97.14 10375 110.36 | 95.26 102.81 110.36 117.91 125.46 | 106.58 115.08 123.57 132.06 140.06 | 117.91 127.34 136.76 146.22 155.66 | 129.23 139.61 150.00 160.38 170.76 |
| 17 18 19 20 21 | | | 84.87 89.59 | 100.92 106.58 112.24 117.91 123.57 | 116.96 123.57 130.18 136.78 143.39 | 133.01 140.56 148.11 155.66 163.21 | 149.05 157.55 166.04 174.53 183.03 | 165.10 174.53 183.97 193.41 202.85 | 181.14 191.52 201.90 212.29 222.67 |
| 22 23 24 | | | | 129.23 | 150.00 | 170.76 | 191.52 | 212.29 | 233.05 243.43 253.81 |

: . 1965

1)

가 (線標本點法)

2)

71)
$$n = \frac{t^2C^2A}{(e^2A + t^2ac^2)} = n = \frac{4c^2A}{(e^2A + 4ac^2)}$$

n: A:

c: e: (15%)

a: 1 t: (95% 2)

4-1-11.

| 20% | 60 |
|-----|-------|
| 40 | 60 90 |

[] . 200ha (

60%) 0.06ha (20m x 30m) 15%

n $(22 \times 602 \times 200)/(152 \times 200 + 22 \times 0.06 \times 602)$ 63

3)

가)

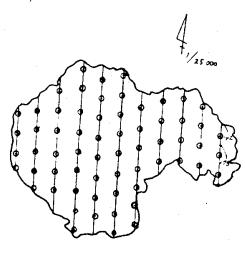
[] 200ha, 63

 $d = \sqrt{\frac{A}{n}} = \sqrt{\frac{200}{63}} \times 100 = 178m$

d: A: n:

)

(原圖) (4-1-8)



4-1-8.

) 12ha 1 20m × 30m 10 (4-1-12) .

4-1-12.

| | Х | X ² |
|----|----------|----------------|
| 1 | 6.5m³ | 42.25 |
| 2 | 7.8 | 60.84 |
| 3 | 6.2 | 38.44 |
| 4 | 5.8 | 33.64 |
| 5 | 5.4 | 29.16 |
| 6 | 6.6 | 43.56 |
| 7 | 7.2 | 51.84 |
| 8 | 6.3 | 39.69 |
| 9 | 6.5 | 42.25 |
| 10 | 5.5 | 30.25 |
| | x = 63.8 | $x^2 = 411.92$ |

```
s^{-2} = s^2/n \times (N - n)/N = 0.5422/10 \times (200 - 10)/200 = 0.0515
              s = \sqrt{0.0515} = 0.2270
                          \mu = (X \pm t_a s) = 6.38 \pm 2 \times 0.2270 = 6.38 \pm 0.454
                       V = N(X \pm t_a s.) = 200(6.38 \pm 0.454) = 1276.0 \pm 90.8
             e = t_a s./^- \times 100 = (2 \times 0.2270)/6.38 \times 100 = 7.12\%
( )
                                     (航空寫眞)
1)
 가)
      (立體)
                                                                     (視差公式)
                      h = (H \times d_P)/(P + d_P)
                h :
                                                H :
                P :
                                               d<sub>p</sub>:
                                                                                                   (酒
                                                                Ρ
店)
                (移寫主點)
                                                                   , H
(
        )
                              (地盤高)
                                                       , dp
              (視差測定定規)
    )
    )
    )
                                           (1:10,000)
                                                                                      (密生林)
       가
                    가
```

2) 가))) 가 . (4-1-13) 가 12m 가 70% 82.3m³ 가 < 13.3% 22.6%

가

(m³/ha) 4-1-13.

| | (%) | | | | | | | | |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| (m) | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 |
| 6 | 13.2 | 15.7 | 18.4 | 21.3 | 24.2 | 27.7 | 31.2 | 34.9 | 38.7 |
| 7 | 17.3 | 20.6 | 24.2 | 28.0 | 32.0 | 36.3 | 40.9 | 45.7 | 50.7 |
| 8 | 21.9 | 26.0 | 30.5 | 35.3 | 40.5 | 45.9 | 51.6 | 57.7 | 65.0 |
| 9 | 26.9 | 32.0 | 37.5 | 43.4 | 49.7 | 56.4 | 63.5 | 70.9 | 78.7 |
| 10 | 32.3 | 38.5 | 45.1 | 52.2 | 59.8 | 67.8 | 76.3 | 85.3 | 94.6 |
| 11 | 39.2 | 45.5 | 53.3 | 61.7 | 70.6 | 80.1 | 90.2 | 100.7 | 111.8 |
| 12 | 44.5 | 52.9 | 63.1 | 71.8 | 82.3 | 93.3 | 105.0 | 117.3 | 130.0 |
| 13 | 51.2 | 60.9 | 71.4 | 82.7 | 94.6 | 107.4 | 120.8 | 135.0 | 149.8 |
| 14 | 59.3 | 69.3 | 81.3 | 94.1 | 107.8 | 122.2 | 147.5 | 153.7 | 170.6 |
| 15 | 65.7 | 78.3 | 91.7 | 106.2 | 121.6 | 137.9 | 155.2 | 173.4 | 192.5 |
| 16 | 73.6 | 87.6 | 102.7 | 118.9 | 136.1 | 154.4 | 173.8 | 194.1 | 215.5 |
| 17 | 81.9 | 97.4 | 114.2 | 132.2 | 151.4 | 171.7 | 193.2 | 215.9 | 239.6 |
| 18 | 90.5 | 107.7 | 126.2 | 146.1 | 167.3 | 189.8 | 213.6 | 238.6 | 264.9 |
| 19 | 99.5 | 118.4 | 138.8 | 160.6 | 183.9 | 208.7 | 234.8 | 262.3 | 291.2 |
| 20 | 108.8 | 129.5 | 151.8 | 175.7 | 201.2 | 228.3 | 256.8 | 286.9 | 318.5 |

. 1993

(4)

가 (枝條) (樹皮)

(가)

1)

가

[]

20cm

0.0513m³

45.3kg

4-1-14.

| | | (m³) | (kg) | | | | |
|-----|--------|--------|------|-------|--|--|--|
| | | | | | | | |
| 8cm | 0.0051 | 0.0073 | 2.5 | 11.6 | | | |
| 10 | 0.0140 | 0.0153 | 6.5 | 15.3 | | | |
| 12 | 0.0255 | 0.0250 | 12.4 | 19.6 | | | |
| 14 | 0.0384 | 0.0356 | 19.7 | 24.7 | | | |
| 16 | 0.0421 | 0.0465 | 27.9 | 36.4 | | | |
| 18 | 0.0465 | 0.0571 | 36.5 | 46.7 | | | |
| 20 | 0.0513 | 0.0673 | 45.3 | 53.6 | | | |
| 22 | 0.0561 | 0.0771 | 54.0 | 63.0 | | | |
| 24 | 0.0624 | 0.0862 | 62.6 | 71.9 | | | |
| 26 | 0.0686 | 0.0949 | 70.9 | 83.0 | | | |
| 28 | 0.0751 | 0.1029 | 78.9 | 94.9 | | | |
| 30 | 0.0821 | 0.1105 | 86.5 | 107.7 | | | |

4-1-14)

: . 1975

2)

(枝條率)

. (4-1-15)

23%

20cm, 12m 20cm, 12m

0.171m³

 $(0.171 \text{m}^3 \times 0.23) = 0.0393 \text{m}^3$

20cm

| 4-1-15. | (| ١ /د |
|---------|---|------|
| 4-1-10. | (| 7n I |

| 4cm | | 32 | | 27 | 37 | 35 | 24 |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|
| 6 | | 28 | | 24 | 42 | 29 | 23 |
| 18 | 41 | 24 | 25 | 23 | 45 | 25 | 23 |
| 10 | 35 | 22 | 28 | 22 | 47 | 22 | 22 |
| 12 | 32 | 21 | 30 | 21 | 49 | 20 | 22 |
| 14 | 29 | 20 | 32 | 20 | 50 | 19 | 21 |
| 16 | 27 | 19 | 33 | 20 | 51 | 17 | 21 |
| 18 | 25 | 19 | 34 | 20 | 52 | 17 | 21 |
| 20 | 23 | 18 | 35 | 19 | 53 | 16 | 21 |
| 22 | 22 | 17 | 36 | | | 15 | 21 |
| 24 | 21 | 17 | 36 | | | 15 | 21 |
| 26 | 20 | 16 | 37 | | | 14 | 21 |
| 28 | 19 | 16 | 37 | | | 14 | 21 |
| 30 | 18 | 16 | 37 | | | 13 | 21 |
| | 26 | 20 | 33 | 22 | 47 | 21 | 22 |

: . 1975

()

1)

0.60m³ 0.039m³

.

4-1-16. (:m³)

| (樹皮付) | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.05 | 0.006 | 0.008 | 0.011 | 0.006 | 0.013 |
| 0.10 | 0.009 | 0.013 | 0.018 | 0.009 | 0.023 |
| 0.20 | 0.015 | 0.024 | 0.033 | 0.017 | 0.044 |
| 0.30 | 0.021 | 0.034 | 0.048 | 0.024 | 0.065 |
| 0.40 | 0.027 | 0.045 | 0.063 | 0.032 | 0.086 |
| 0.50 | 0.033 | 0.055 | 0.078 | 0.040 | 0.107 |
| 0.60 | 0.039 | 0.065 | 0.093 | 0.047 | 0.128 |
| 0.70 | 0.045 | 0.076 | 0.108 | 0.055 | 0.149 |
| 0.80 | 0.051 | 0.086 | 0.123 | 0.062 | 0.170 |
| 0.90 | 0.057 | 0.097 | 0.138 | 0.072 | 0.192 |
| 1.00 | 0.063 | 0.107 | 0.153 | 0.077 | 0.213 |

: . 1976

2)

(樹皮率) (有皮材積) (無皮材積) (有皮材積) (有皮材積) (樹皮材積)

4-1-17.

| 6cm | 12.7% | 15.6 | 21.5 | 17.2 | 18.0 |
|-----|-------|------|------|------|------|
| 8 | 11.1 | 14.7 | 20.3 | 14.9 | 16.9 |
| 10 | 10.1 | 14.0 | 19.4 | 13.5 | 16.2 |
| 12 | 9.3 | 13.5 | 18.8 | 12.3 | 15.5 |
| 14 | 8.6 | 13.0 | 18.1 | 11.5 | 15.0 |
| 16 | 8.1 | 12.7 | 17.7 | 10.7 | 14.6 |
| 18 | 7.7 | 12.4 | 17.3 | 10.1 | 14.3 |
| 20 | 7.4 | 12.1 | 16.9 | 9.6 | 14.0 |
| 22 | 7.0 | 11.9 | 16.6 | 9.2 | 13.7 |
| 24 | 6.8 | 11.6 | 16.3 | 8.8 | 13.4 |
| 26 | 6.5 | 11.5 | 16.1 | 8.5 | 13.2 |
| 27 | 6.3 | 11.3 | 15.8 | 8.2 | 13.0 |
| 30 | 5.1 | 11.1 | 15.6 | 7.9 | 12.8 |
| 32 | 5.9 | 11.0 | 15.4 | 7.7 | 12.6 |
| 34 | 5.8 | 10.8 | 15.2 | 7.5 | 12.5 |
| 36 | 5.6 | 10.7 | 15.1 | 7.4 | 12.3 |
| 38 | 5.5 | 10.6 | 14.9 | 7.1 | 12.2 |
| 40 | 5.4 | 10.5 | 14.8 | 6.9 | 12.1 |

: . 1976

[] 20 cm, 12 m 20 cm, 12 m 0.187m^3 20 cm 12.1% $(0.187 \text{m}^3 \times 0.121) = 0.0226 \text{m}^3$

(5)

. (, ,) .

.

(가)

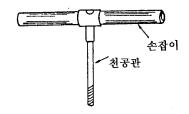
1)

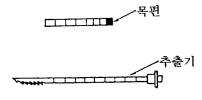
-가

(20cm)

- (生長錐; increment borer) : 가 (木片; core)

(枝節,) : 가 가 가 가 가 가 가





4-1-9.

2)

$$A = \frac{n_1 a_1 + n_2 a_2 + \dots + n_x a_x}{n_1 + n_2 + \dots + n_x}$$

$$A = \frac{V_1 a_1 + V_2 a_2 + \dots + V_x a_x}{V_1 + V_2 + \dots + V_x}$$

 $a_1 \ a_2 \ \ a_x$

(鬱階)

 $n_1 \ n_2 \ \ n_x$

 V_1 V_2 V_3

 $\frac{28}{20 \sim 35}$

```
1)
         가
2)
                                     (樹幹析解圖)
     Z = V \times (2d/D)
     Z :
                          D:
                                                     V :
                                                                            d:
                                                 가
                                                                   n
                                                                                                            n
                                         (複利算公式),
                                                                        (Pressler ),
                                                                                                    (Schneider

    Pressler

         P = \frac{(M-m)}{(M+m)} \times \frac{200}{n}
          M:n
                                m:
                                                   n:
                                              0.2565m<sup>3</sup>, 25
   [ ] 30
                                                                          0.1861m<sup>3</sup>
                                                                                                           ?
                       2cm
                                                                                 1cm
```

4-1-18.

| | | | 1cm | | | | 200/n | | |
|------|---|---|-----|---|---|-----|-------|--------|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | n | n | 200/11 | |
| 14cm | | | | | | 5.0 | 5.0 | 40.0 | |
| 16 | | | | | - | 4.5 | 4.3 | 46.5 | |
| 18 | | | | | | 3.5 | 3.9 | 51.3 | |
| 20 | | | - | - | | 3.8 | 3.8 | 52.6 | |
| 22 | | | | - | | 4.0 | 3.6 | 55.6 | |
| 24 | | | | | | 3.0 | 3.3 | 60.4 | |
| 26 | | - | | | | 2.8 | 2.8 | 71.4 | |

: 3 .

()

1) Pressler

- .

- .

- V₁ : V₂ :

- (圖上平均法,

3 .

- 14cm .

, ,

4-1-19.

| | | | V2 - V1 | V ₂ + V ₁ | (V ₂ - V ₁) /(V ₂ + V ₁) | 200/n | $P = (V_2 - V_1)/(V_2 + V_1) \times 200/n$ | | | | 1 |
|----|----|-------|---------|---------------------------------|---|-------|--|------|----|--------|-------|
| 14 | 10 | 0.071 | | | | | | 10.8 | 5 | 0.355 | 0.038 |
| 16 | 12 | 0.111 | 0.040 | 0.182 | 0.220 | 46.5 | 10.23 | 10.2 | 4 | 0.444 | 0.045 |
| 18 | 14 | 0.167 | 0.056 | 0.278 | 0.201 | 51.3 | 10.31 | 9.3 | 4 | 0.668 | 0.062 |
| 20 | 15 | 0.221 | 0.054 | 0.388 | 0.139 | 52.6 | 7.31 | 8.5 | 6 | 1.326 | 0.113 |
| 22 | 16 | 0.283 | 0.062 | 0.442 | 0.140 | 55.6 | 7.78 | 6.7 | 5 | 1.415 | 0.095 |
| 24 | 16 | 0.333 | 0.050 | 0.616 | 0.081 | 60.4 | 4.91 | 6.7 | 10 | 3.330 | 0.223 |
| 26 | 17 | 0.410 | 0.077 | 0.743 | 0.104 | 71.4 | 7.43 | 6.2 | 7 | 2.870 | 0.178 |
| | | | | | | | | | 41 | 10.408 | 0.754 |

```
) 0.06ha . 0.754/10.408 \times 100 = 7.24\% ha 0.754 \div 0.06 = 12.567 m^3 ha 10.408 \div 0.06 = 173.467 m^3
```

2) Schneider

-

- n n (4-1-18)

-

• $0.756/10.408 \times 100 = 7.26\%$

• ha $0.756 \div 0.06 = 12.600$ m³

• ha $10.408 \div 0.06 = 173.467 \text{m}^3$

4-1-20.

| | | | | | n | n | P = K /n · D | | |
|------|-----|----|---------------------|---------------------|-----|-----|-----------------|-------|---------------------|
| | | | | | " | '' | /11 - 0 | | |
| 14cm | 10m | 5 | 0.071m ³ | 0.355m ³ | 5.0 | 5.0 | 7.86% | 7.86% | 0.028m ³ |
| 16 | 12 | 4 | 0.111 | 0.444 | 4.5 | 4.3 | 7.99 | 7.89 | 0.035 |
| 18 | 14 | 4 | 0.167 | 0.668 | 3.5 | 3.9 | 7.83 | 7.69 | 0.051 |
| 20 | 15 | 6 | 0.221 | 1.326 | 3.8 | 3.8 | 7.24 | 7.34 | 0.097 |
| 22 | 16 | 5 | 0.283 | 1.415 | 3.6 | 4.0 | 6.94 | 7.04 | 0.100 |
| 24 | 16 | 10 | 0.333 | 3.330 | 3.3 | 3.0 | 6.94 | 7.14 | 0.237 |
| 26 | 17 | 7 | 0.410 | 2.870 | 2.8 | 2.8 | 7.55 | 7.25 | 0.208 |
| | | 41 | | 10.408 | | | | | 0.756 |

(6)

(立木密度)

(疎密程度)

(法正狀態)

가

.

19.6cm, ha

가 1,020

. (4-1-21)

19.6cm

(18cm)

(20cm)

(補間法)

107.7%가

| | | 19.6cm |
|------|-------|--|
| 18cm | 1,025 | $927 + (1,025 - 927) \times (20-19.6)/2 = 947$ |
| 20 | 927 | $1,020/947 \times 100 = 107.7\%$ |

4-1-21.

| 6cm | 2,945 | 2,834 | - | 5,849 | 1,840 | - | - | 1,219 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 8 | 2,234 | 2,136 | 3,025 | 3,819 | 1,487 | 2,696 | 2,456 | 1,103 |
| 10 | 1,803 | 1,714 | 2,241 | 2,745 | 1,260 | 2,198 | 1,961 | 1,021 |
| 12 | 1,514 | 1,433 | 1,753 | 2,095 | 1,101 | 1,861 | 1,631 | 958 |
| 14 | 1,306 | 1,231 | 1,425 | 1,668 | 982 | 1,616 | 1,395 | 908 |
| 16 | 1,148 | 1,079 | 1,191 | 1,368 | 890 | 1,431 | 1,219 | 867 |
| 18 | 1,025 | 961 | 1,016 | 1,149 | 815 | 1,285 | 1,082 | 832 |
| 20 | 927 | 867 | 882 | 983 | 754 | 1,167 | 973 | 803 |
| 22 | 846 | 789 | 776 | 854 | 703 | 1,070 | 883 | 777 |
| 24 | 778 | 724 | 690 | 751 | 659 | 988 | 809 | 753 |
| 26 | 720 | 669 | 619 | 667 | 621 | 918 | 747 | 732 |
| 28 | 671 | 622 | 561 | 597 | 588 | 850 | 693 | 714 |
| 30 | 628 | 582 | 510 | 539 | 558 | 806 | 646 | 697 |
| 32 | 590 | 546 | 468 | 490 | 532 | 759 | 605 | 682 |
| 34 | 557 | 514 | 431 | 448 | 509 | 718 | 569 | 668 |
| 36 | 527 | 486 | 399 | 421 | 488 | 682 | 537 | 654 |
| 38 | 500 | 461 | 372 | 380 | 469 | 648 | 509 | 642 |
| 40 | 476 | 438 | 347 | 352 | 451 | 619 | 483 | 631 |

: . 1964 ~ 1987

(7)

. 20cm , (4-1-22)

(1) 20cm
, 12cm 3.7%, 14cm 5.6%, 16cm 10.7%,

18cm 25.0%, 20cm 22.8%, 22 15.1% . (4-1-23)

(2) 20cm

12cm 3.7%, 14cm 9.3%, 16cm 20.0%, 18cm

45.0%, 20cm 67.8% 22 28cm 32.2% .

, , , , ,

4-1-22. (1)

| | cm 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 |
|------|---------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| (cm) | | 4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 14 | 10 | 10 | 20 | 22 | 24 | 20 | 20 | 30 | 32 | 34 | 30 |
| 8 | | 4.3 | 14.5 | 36.2 | 29.1 | 12.5 | 3.4 | | | | | | | | | | | |
| 10 | | 1.6 | 7.3 | 23.2 | 30.1 | 23.1 | 10.5 | 4.2 | | | | | | | | | | |
| 12 | | | 5.0 | 11.5 | 27.3 | 26.5 | 19.7 | 7.2 | 2.8 | | | | | | | | | |
| 14 | | | 0.5 | 5.2 | 11.8 | 25.0 | 27.7 | 18.6 | 7.1 | 3.8 | | | | | | | | |
| 16 | | | | 2.3 | 5.5 | 11.0 | 24.9 | 25.2 | 15.2 | 9.2 | 3.7 | 3.0 | | | | | | |
| 18 | | | | | 3.2 | 6.1 | 14.5 | 23.7 | 22.5 | 15.3 | 7.6 | 5.1 | 2.0 | | | | | |
| 20 | | | | | | 3.7 | 5.6 | 10.7 | 25.0 | 22.8 | 15.1 | 8.4 | 5.7 | 3.0 | | | | |
| 22 | | | | | | | 0.7 | 10.6 | 13.7 | 23.8 | 21.2 | 12.9 | 9.8 | 4.5 | 2.8 | | | |
| 24 | | | | | | | 0.9 | 3.7 | 7.9 | 15.0 | 22.5 | 20.1 | 14.0 | 8.6 | 4.5 | 2.8 | | |
| 26 | | | | | | | | 0.7 | 3.9 | 6.7 | 11.2 | 21.3 | 19.5 | 16.5 | 10.2 | 5.0 | 3.6 | 1.4 |

: . 1969. (

4-1-23. (2)

| | cm 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 |
|------|---------|-----|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| (cm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | 4.3 | 18.8 | 55.0 | 84.1 | 96.6 | 100.0 | | | | | | | | | | | |
| 10 | | 1.6 | 8.9 | 32.1 | 62.2 | 85.3 | 95.8 | 100.0 | | | | | | | | | | |
| 12 | | 0 | 5.0 | 16.5 | 43.8 | 70.3 | 90.0 | 97.2 | 100.0 | | | | | | | | | |
| 14 | | 0 | 0.5 | 5.7 | 17.5 | 42.5 | 70.2 | 88.8 | 96.2 | 100.0 | | | | | | | | |
| 16 | | | 0 | 2.3 | 7.8 | 18.8 | 43.7 | 68.9 | 84.1 | 93.3 | 97.0 | 100.0 | | | | | | |
| 18 | | | | 0 | 3.2 | 9.3 | 23.8 | 47.5 | 70.0 | 85.3 | 92.9 | 98.0 | 100.0 | | | | | |
| 20 | | | | | 0 | 3.7 | 9.3 | 20.0 | 45.0 | 67.8 | 82.9 | 91.3 | 97.0 | 100.0 | | | | |
| 22 | | | | | | 0 | 0.7 | 11.3 | 25.0 | 48.8 | 70.0 | 82.9 | 92.7 | 97.2 | 100.0 | | | |
| 24 | | | | | | 0 | 0.9 | 4.6 | 12.5 | 27.5 | 50.0 | 70.1 | 84.1 | 92.7 | 97.2 | 100.0 | | |
| 26 | | | | | | | 0 | 0.7 | 4.6 | 11.3 | 22.5 | 43.8 | 63.3 | 79.8 | 90.0 | 95.0 | 98.6 | 100.0 |

: . 1969. (

(8)

(完滿度表) 가 가 (原木品等)

. (4-1-24)

(形率)가 55%

24cm, 가 15.2m 40% (15.2 - 1.2)

×40/100+1.2=6.8m 15.8cm가 . < >

.

4-1-24. (50-59)

| K | | | | | | | | | |
|-----|-------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| | 10% | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| 6cm | 5.5cm | 5.0 | 4.5 | 4.0 | 3.4 | 2.8 | 2.2 | 1.5 | 0.8 |
| 8 | 7.4 | 6.7 | 6.0 | 5.3 | 4.6 | 3.7 | 2.9 | 2.0 | 1.0 |
| 10 | 9.2 | 8.4 | 7.5 | 6.6 | 5.7 | 4.6 | 3.6 | 2.5 | 1.3 |
| 12 | 11.0 | 10.1 | 9.0 | 7.9 | 6.8 | 5.5 | 4.3 | 3.0 | 1.6 |
| 14 | 12.9 | 11.8 | 10.5 | 9.2 | 8.0 | 6.4 | 5.0 | 3.5 | 1.8 |
| 16 | 14.7 | 13.4 | 12.0 | 10.6 | 9.1 | 7.4 | 5.8 | 4.0 | 2.1 |
| 18 | 16.6 | 15.1 | 13.5 | 11.9 | 10.3 | 8.3 | 6.5 | 4.5 | 2.3 |
| 20 | 18.4 | 16.8 | 15.0 | 13.2 | 11.4 | 9.2 | 7.2 | 5.0 | 2.6 |
| 22 | 20.2 | 18.5 | 16.5 | 14.5 | 12.5 | 10.1 | 7.9 | 5.5 | 2.9 |
| 24 | 22.1 | 20.2 | 18.0 | 15.8 | 13.7 | 11.0 | 8.6 | 6.0 | 3.1 |
| 26 | 23.9 | 21.8 | 19.5 | 17.2 | 14.8 | 12.0 | 9.4 | 6.5 | 3.4 |
| 28 | 25.8 | 23.5 | 21.0 | 18.5 | 16.0 | 12.9 | 10.1 | 7.0 | 3.6 |
| 30 | 27.6 | 25.2 | 22.5 | 19.8 | 17.1 | 13.8 | 10.8 | 7.5 | 3.9 |
| 32 | 29.4 | 26.9 | 24.0 | 21.1 | 18.2 | 14.7 | 11.5 | 8.0 | 4.2 |
| 34 | 31.3 | 28.6 | 25.5 | 22.4 | 19.4 | 15.6 | 12.2 | 8.5 | 4.4 |
| 36 | 33.1 | 30.2 | 27.0 | 23.8 | 20.5 | 16.6 | 13.0 | 9.0 | 4.7 |
| 38 | 35.0 | 31.9 | 28.5 | 25.1 | 21.7 | 17.5 | 13.7 | 9.5 | 4.9 |
| 40 | 36.8 | 33.6 | 30.0 | 26.4 | 22.8 | 18.5 | 14.4 | 10.0 | 5.2 |
| 42 | 38.6 | 35.3 | 31.5 | 27.7 | 23.9 | 19.3 | 15.1 | 10.5 | 5.5 |
| 44 | 40.5 | 37.0 | 33.0 | 29.0 | 25.1 | 20.2 | 15.8 | 11.0 | 5.7 |
| 46 | 42.3 | 38.6 | 34.5 | 30.4 | 26.2 | 21.2 | 16.6 | 11.5 | 6.2 |
| 48 | 44.2 | 40.3 | 36.0 | 31.7 | 27.4 | 22.1 | 17.3 | 12.0 | 6.2 |
| 50 | 46.0 | 42.0 | 37.5 | 33.0 | 28.5 | 23.0 | 18.0 | 12.5 | 6.5 |

: , 1981

(9)

(가)

X,Y: 2 , MS: x,y:X,Y s:

```
Σ:
                           cv :
                           r :
 μ:
 SS:
                          b_{y \cdot x} :
( )
                   가
                가
   (母集團)
(標本)
                                                              (算術平均),
               (中央) , (最頻)
     (幾何平均),
                                        83
                                                         1cm
                    ( 4-1-25)
```

4-1-25.

| (x) | (f) | fx | log x | f log x | |
|-----|-----|-------|---------|---------|--|
| 10 | 4 | 40 | 1.0000 | 4.0000 | |
| 11 | 6 | 66 | 1.0414 | 6.2484 | |
| 12 | 9 | 108 | 1.0792 | 9.7128 | |
| 13 | 12 | 156 | 1.1139 | 13.3668 | |
| 14 | 14 | 196 | 1.1461 | 16.0454 | |
| 15 | 11 | 165 | 1.1761 | 12.9371 | |
| 16 | 8 | 128 | 1.2041 | 9.6328 | |
| 17 | 9 | 162 | 1.2304 | 11.0736 | |
| 18 | 7 | 126 | 1.2553 | 8.7871 | |
| 19 | 2 | 38 | 1.2788 | 2.5576 | |
| | 82 | 1,185 | 11.5253 | 94.3616 | |

1) . 가

```
\bar{X} = (X_1 + X_2 + ... + X_n)/N = X/N
     가
                   (加重算術平均)
                                             가
     < 23>
     \bar{X} = (f_1X_1 + f_2X_2 + ... + f_nX_n)/(f_1 + f_2 + ... + f_n) = f_X/f = 1,185/82 = 14.5
2)
   G = n / x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot \cdot \cdot \cdot x_n
    log G = (log x) / n
  (4-1-25) (f log x) = 943,616
                                               f = 82
  \log x = 94,316/82 = 1.1508
                                x = 14.1
3)
                                                                                            가
                        (n+1)/2
                        가
  M_e = L_c + (f_m - f_b)/f_c \times c
  Me:
                     Lc:
                                         f_m = f/2 f:
 fb:
  fc :
                                          c :
                         f_m = 82/2 = 41, f_b = 31, f_c = 14, c = 1,
   M_e = 13.5 + (41 - 31)/14 \times 1 = 14.27
4)
                        가 가
                                             가 가
                                                                      14가
 ( 4-1-25)
( )
                (
                         )
                                                                                  가
                                                     (變異)
    가
                                가
    (散布度,
```

(MD, mean deviation) . (4-1-26)

4-1-26.

| х | (X-X) | f | f(x-x̄) |
|----|-------|----|---------|
| 10 | - 4.5 | 4 | - 18.0 |
| 11 | - 3.5 | 6 | - 21.0 |
| 12 | - 2.5 | 9 | - 22.5 |
| 13 | - 1.5 | 12 | - 18.0 |
| 14 | - 0.5 | 14 | - 7.0 |
| 15 | 0.5 | 11 | 5.5 |
| 16 | 1.5 | 8 | 12.0 |
| 17 | 2.5 | 9 | 22.5 |
| 18 | 3.5 | 7 | 24.5 |
| 19 | 4.5 | 2 | 9.0 |
| | | 82 | 160.0 |

$$MD = \frac{|f(x-x)|}{n} = 160.0 / 82 = 1.95$$

$$7 + 7 + 7$$
3)
$$0 \qquad 7 + ... \qquad 0$$

$$(SS, sum of squares) \qquad ,$$

$$(分散; s², variance) \qquad (標準偏差; s, standard deviation)$$

. (4-1-27) . 2가 가

가

가

4-1-27.

| Х | f | fx | fx² | X - X | (X-X) ² | f(x-x̄) ² |
|----|----|------|-------|--------|--------------------|----------------------|
| 10 | 4 | 40 | 400 | - 4.34 | 18.8356 | 75.3424 |
| 11 | 6 | 66 | 726 | - 3.34 | 11.1556 | 66.9336 |
| 12 | 9 | 108 | 1296 | - 2.34 | 5.4756 | 49.2804 |
| 13 | 2 | 156 | 2028 | - 1.34 | 1.7956 | 21.5472 |
| 14 | 14 | 196 | 2744 | - 0.34 | 0.1156 | 1.6184 |
| 15 | 11 | 165 | 2475 | 0.66 | 0.4356 | 4.7916 |
| 16 | 8 | 128 | 2048 | 1.66 | 2.7556 | 22.0448 |
| 17 | 9 | 153 | 2601 | 2.66 | 7.0756 | 63.6804 |
| 18 | 7 | 126 | 2268 | 3.66 | 13.3956 | 93.7692 |
| 19 | 2 | 38 | 722 | 4.66 | 21.7156 | 43.4312 |
| | 82 | 1176 | 17308 | | | 442.4392 |

$$\bar{x} = 1176/82 = 14.34$$

$$s = \sqrt{\frac{\{fx^2 - (fx)^2 / f\}}{(f-1)}}$$
$$= \sqrt{\frac{17.308 - (1.176)^2 / 82}{(82-1)}} = 2.34$$

$$s = \sqrt{\frac{f(x-\bar{x})^2}{(f-1)}} = \sqrt{\frac{442.4392}{(82-1)}} = 2.34$$

4)

가

가

(變異係數; cv, coefficient of variation)

(s)가 2.34

(호)가 14.34

 $cv = (s/\bar{x}) \times 100 = (2.34/14.34) \times 100 = 16.3\%7$

5)

. n 가

(標準誤差, standard error)

Sx

(s) (n)

82 $g_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}} = 2.34 / \sqrt{82} = 0.26$ 6) 가 n Ā, μ xμ $t = \frac{(\bar{x} - \mu)}{s_x} = \frac{(\bar{x} - \mu)}{s/n} \ 7 + \frac{1}{s}$ 가 , t (student) t $\mu = \bar{x} \pm t \times (s/n)$ $\bar{x} - t \times (s/n)$ $\mu \quad \bar{x} + t \times (s/n)$ 5% 1% ₽₽ŀ (信 (信賴限界) . 賴區間) (s/ n)가 0.26, (x)가 14.34, 5% [] t t (n - 1 = 81) 1.98 $\mu = \bar{x} \pm t \times (s/n) = 14.34 \pm (1.98 \times 0.26) = 14.34 \pm 0.51$ 13.83 µ 14.85 가 . () 가 가 가 가 $= d/s_d$ t = (斷根作業) [] (苗高) (4-1-28)

(s) 2.34

(n)

, 가 .

4-1-28.

| | (X ₁) | (X ₂) | X1 - X2 | $(X_1 - X_2)^2$ |
|---|-------------------|-------------------|---------|-----------------|
| 1 | 13.6 | 15.8 | -2.2 | 4.84 |
| 2 | 12.7 | 14.7 | -2.0 | 4.00 |
| 3 | 16.3 | 18.7 | -2.4 | 5.76 |
| 4 | 15.2 | 18.4 | -3.2 | 10.24 |
| 5 | 17.2 | 19.0 | -1.8 | 3.24 |
| 6 | 19.4 | 19.5 | 0.1 | 0.01 |
| 7 | 18.7 | 19.3 | -0.6 | 0.36 |
| | 113.1 | 125.4 | -12.1 | 28.47 |
| | 16.16 | 17.91 | 1.73 | 4.07 |

4-1-29.

| Х | Υ | X ² | Y ² | XY |
|----------------|------|----------------|----------------|-------|
| 10cm | 2.9m | 100 | 8.41 | 29.0 |
| 12 | 2.8 | 144 | 7.84 | 33.6 |
| 14 | 3.1 | 196 | 9.61 | 43.4 |
| 16 | 3.4 | 256 | 11.56 | 54.4 |
| 18 | 3.6 | 324 | 12.96 | 64.8 |
| 20 | 3.7 | 400 | 13.69 | 74.0 |
| 22 | 4.1 | 484 | 16.81 | 90.2 |
| 24 26 28 | 4.2 | 576 | 17.64 | 100.8 |
| 26 | 4.0 | 676 | 16.00 | 104.0 |
| 28 | 4.6 | 784 | 21.16 | 128.8 |
| 30 | 5.0 | 900 | 25.00 | 150.0 |
| 220 n = 11 | 41.4 | 4,840 | 160.68 | 873.0 |

 $Y = \overline{y} + b_{y12}(X_1 - \overline{x_1}) + b_{y21}(X_2 - \overline{x_2})$

```
2.
(1)
      (surveying)
(가)
               가
1)
              (geodetic survey) :
             (曲面)
                        , plane survey) :
                                   20km²
                                                    )
2)
              (approximate measurement)
                                                              (transit survey)
              (chain survey)
                                                             (triangulation survey)
              (plane table survey)
                                                                    (traverse survey)
                (compass survey)
                                                                (stadia survey)
                                                                (sextant survey)
              (leveling)
                    (precise leveling)
                                                            (photogrammetry)
                    (trigonometric leveling)
                                                                  (terrestrial photogrammetry)
                    (barometric leveling)
                                                                  (aerial photogrammetry)
3)
                                                            (agriculture and forestry survey)
                        , land survey)
                                                     가
              (hydraulic survey)
                                                            (city survey)
               (river survey)
                                                            (cadastral survey)
               (harbour survey)
                                                            (route survey)
               (marine survey)
                                                             (railway survey)
              (astronomical survey)
                                                             (road survey)
              (topographic survey)
                                                             (waterway survey)
              (civil-engineering survey)
                                                            (tunnel survey)
              (architectural survey)
                                                            (engineering survey)
              (mine survey)
```

```
4)
                              가
                                                가,
                                                                                                  2
                                                                                  )
( )
1)
            (球)
                    가
                                   ( 4-2-1)
     4-2-1.
                                                     (a)
                                                                    (b)
                                                                                       (\frac{a-b}{a})
                                                (km)
                                                                (km)
        (Bessel)
                                                                                  1 : 299.1
                                1841
                                              6,377.397
                                                              6,356.079
            (Clarke)
                                1880
                                              6,378.206
                                                              6,356.515
                                                                                  1 : 293.5
                                                              6,356.908
                                                                                  1 : 297.0
              (Hayford)
                                 1909
                                              6,378.388
            (偏平度) = (
                                                 )/
                              5
                                                          (1841)
                      1924
                                                            (1909)가
                              (1886)
                                     1/298.3
2)
                        (departure)
                                           (latitude)
                                            180。
                                                         90。
```

```
111(
                                                          )
                127。03 04 1451
                37。16 31 9034
             : 170, 58 18 190(
                                                                )
                                                 2
3)
                   (中等潮位面)
                                  253(
             : 26.6871m(
( )
            가
                                                    가 가
 (true value)
                                 (error)
                                                                   (true error)
          가
              가 가
                            (most probable value)
1)
2)
 가)
        (systematic or constant error)
                                                             (常差)
                 가
                                가
                                              (累差, cumulative error)
                                    가가 .
```

```
가
   )
             (
                     , accidental error)
                  가
                                                                        가
                        가
                                                 가
                                 가
                                                                                      (償
    差, compensating error)
   ) ( , mistake)
                                                         2
( ) (most probable value)
                            가
                                          가
       (精度)가
1)
                                           40.236m, 40.235m, 40.238m, 40.233m, 40.230m
                 (40.236 + 40.235 + 40.238 + 40.233 + 40.230) \div 5 40.234m7
2)
                                                                 가
                                      가
                                          (Gauss)
                                                   32,2 20 , 58,3 40 , 89,4 36
                                                     ) 180。
                180<sub>°</sub> 0 36
     (180_{\circ} - 180_{\circ} 0 \ 36)/3 = -12
                                                 4-2-2) .
    4-2-2.
                        ( )
                       Α
                                         В
                                                            С
                  32。2 20
                                     58。3 40
                                                       89。4 36
                                                                         180。0 36
                  32。2 08
                                     58。3 28
                                                       89。4 24
                                                                         180。0 00
```

```
( )
1)
      (preparation)
                                                                          가
2)
       ( , field work)
                                                               (skelton survey)
      (detail survey)
3)
     (office work)
(2)
         (plane table surveying)
                                                                                 (視準儀,
alidade)
(가)
                         가
        (整置, leveling up):
         (致心, centering):
        (標定, orientation):
                                              (
             .)
                                                              가
               가
1)
                                            가
             (
                  4-2-1)
                                  (e)
 e = (2a/r) \cdot (n/100) \cdot I
       , e:
                                         (mm)
                                                        a :
                                                                         (mm)
                                (mm)
                                        n:
                                                         1:
                                                                              (mm)
          r:
```

```
)
                                                                                1m,
                                                                  10,
                                                                                    가 10cm
                                        7mm,
                                                             가?
                                                (e) = (2 \times 7/1000) \times (10/100) \times 100 = 0.14mm
                            (
                           2)
                                                4-2-2)
                                         (
                            (e)
      4-2-1.
                                       (e)
                                                          0.2mm
                               e = 2q/M
                                                                             (mm)
                                        , e:
                                                       (mm)
                                          q :
                                         M :
                                    )
                                                                                     가?(,
                                                                           cm
                                                                   0.2mm
                                                                                 .)
                                    ) 0.2 = 2q/6,000
                                                                            (q) = 6,000 \times 0.2/2 =
                                      600mm = 60cm
       4-2-2.
                           3)
                                                4-2-3)
                           (e)
                           e = p \cdot I/R
                                                                             (mm)
                                       , е:
                                                       (mm)
                                         p:
     4-2-3.
                                          1:
                                                                 (mm)
     4-2-3.
                                          R:
                                                                                (mm)
(
                가
                                                                 가 5cm
                                                                                         0.2mm
                                                                 가 ?
              20cm
                    (e) = 0.2 \times 200/50 = 0.8mm
(
```

4)

· 가 가 가

가

가 (1/6,000 60cm 0.1mm) 3 .

- , (a b) 가 (b a)

- 가

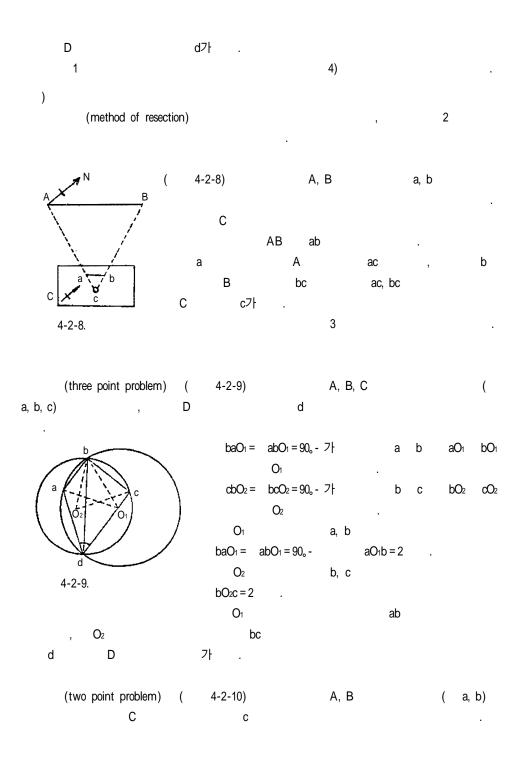
-가 .

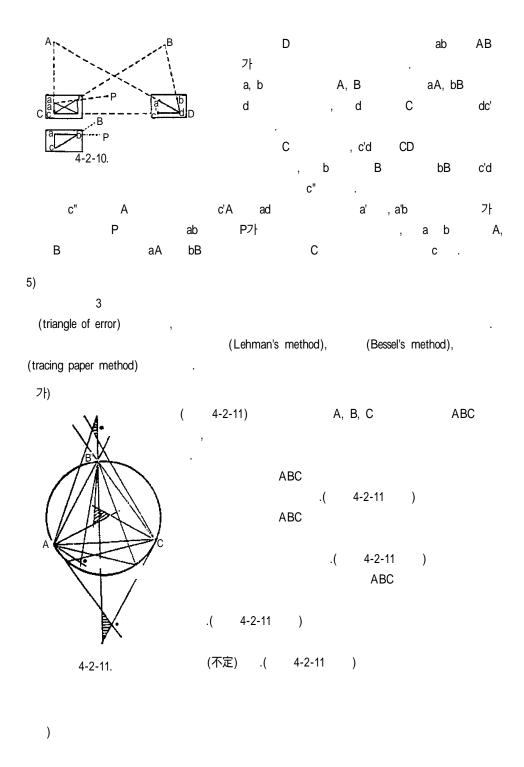
- 가 가

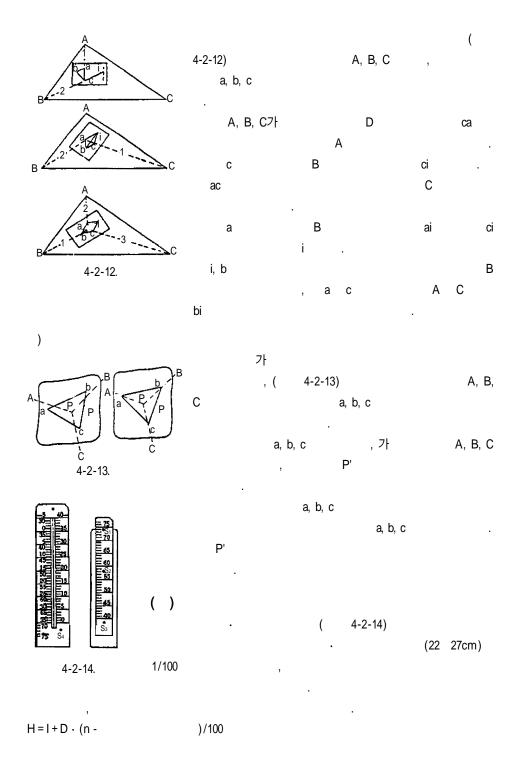
.

2) , method of radiation) 60m 4-2-4) 0 Α 0 oa а В, С ... b, c ... 4-2-4. 3) (graphical traversing) 가) 가) 4-2-5) (直反 視法) Α В а ab AΒ 4-2-5. ab Ε ae В ВА b ba

```
С
                        bc
                                           . BC
                                                                         С
                      C, D ...
                (平面閉差)
                                  = \pm 0.3 n (mm)
              , n :
4)
               , method of intersection)
 가)
                                                          (method of forward intersection)
                                                                  2 3
                                                   4-2-6)
                                                3
                                                                         3
                                                                                         30。
                                                 , 2
                                                                  30 150。
                                                                                      90。
                                               가
                4-2-6.
                                                                                    Q, A, B
        Ρ
                                                             р
                 pq, pa, pb
    PQ
                                                                  Q
                                          pq
        Q
                                                      A, B
                                                                       qa, qb
              qp
                                                                                          pa
                              QA = qa, QB = qb가
       , pb
   )
                                              (method of side intersection)
                                                                                        4-2-
                                 7)
                                               В
                                             Α
                                                                       В
                                                                               С
                                                                           ad
                                                             D
                                                D
           4-2-7.
                                                          ad
                                                                              Α
       b
                           В
                                                Bb
                                        ad, bd, cd 3
        С
                        \mathsf{Cc}
                                                                     d
```







, H: I:
D: n:

1) (4-2-3) .

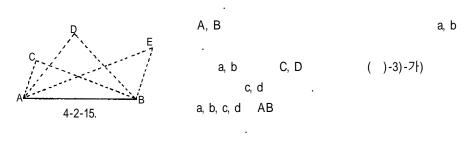
4-2-3.

| S ₃ | 0 | 0% | 40% |
|----------------|----|-----|-----|
| S ₂ | 20 | 20% | 20% |
| S ₁ | 0 | 35% | 5% |
| S ₄ | | 40% | 75% |
| S ₁ | | 30% | 75% |
| | | | |

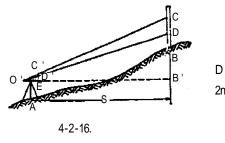
) 40% 35% .

2) 가)

(graphical method) (4-2-15)



) (alidade stadia method) (4-2-16)



В Α В CD С C D D CD 1m, 2m, 3m Α С D C' D' , AB (S)

.

5 .

() (S) = $100 \times 2/5 = 40$ m

0.5mm

)

(4-2-4) .

| 4-2-4. | | 71 (| | | |
|--------|----------|---------|---------|---------|-------|
| | 1/10,000 | 1/5,000 | 1/3,000 | 1/1,000 | 1/500 |
| (m) | 65√ | 45 √ | 35 √ | 20 √ | 15 🗸 |

() 1/3,000 , 5m

() $(D) = 35 \ 5 = 78.26 \ m$

A 4-2-17)

h D=100×h/n

h D: (A'B)

h: (AA')

4-2-17. n: (CC')

```
(
                                  ( 110 m)
    )
                  (S2)
                                     536.8m)
                              가?
        35
               (D) = 100 \times 426.8/(35 - 20) = 42,680/15 = 2,845.3m
(
    )
( )
1)
           가
                              가
     가
2)
 가)
                                                                           가
                     . [2-(2)-(가)-1) ]
   )
                                                                     (
                       , 1/100
      )
   )
                                           . [2-(2)-(가)-2) ]
   )
                                27cm,
                                                   0.5mm,
                                                                       0.2mm
             가
                                 1/4mm
         1/2 13.5cm
   )
                                가
                                                  가
          가
                                                       . [2-(2)-(가)-3) ]
```

```
3)
                                       (圖紙)
                          가
4)
                                    가
                                         가
 가)
  е , е
  e = \pm 0.3 \quad n \quad (mm)
       , e:
       n:
     ) 20
                                                                          )
        가?
                        (e) = \pm 0.3 20 = 1.34mm
   )
                                            4-2-18)
                                                                              AA'
                                                      AB, BC, ...
                                                         B, C, ...
                                      Α '
                                                              (閉差) AA'
                                                                              Αa
                    • A '
                                                                 а
                                                а
                                         B, C, D, E
                                                                 Aa
                                              b, c, d, e
                                                      B, C, ... AA '
             D
                                              BB '= Bb, CC '= Cc, DD '= Dd, EE '= Ee가
        4-2-18.
                                                B ', C ', D ', E '
                                                        AB'C'D'E'가 .
   )
     가
```

```
, 2-(4)-4)-
 e = d / D
       , e :
               (AA')
        d:
        D:
                     Bb = e \times AB, Cc = e \times (AB + BC), Dd = e \times (AB + BC + CD), ...
                              12 가
 (
                                                                        , AB 25m, BC
        72m, CD 51m, DE 42m, EA 75m , 1/3,000
                                                                            AA'
            0.7mm
      ) = 0.7mm \times 3,000 = 2.1m = 2.1/265 \quad 0.0079
 (
           = 25 + 72 + 51 + 42 + 75 = 265m
        В
                       = 0.0079 \times 25 = 0.20m
        С
                       = 0.0079 \times (25 + 72) = 0.77 \text{m}
                       = 0.0079 \times (25 + 72 + 51) = 1.17m
        D
                       = 0.0079 \times (25 + 72 + 51 + 42) = 1.50m
        Ε
5)
                    (精度)
                 1/1,000 ,
                                           1/800 1/600,
                                                                                1/500 1/300
( )
1)
        1/500
2)
        1/2,500
                             1/500
```

3) 1/2,500 1/10,000 4) 1/10,000 1/50,000 가 5) 가 (3) (가) (compass surveying) 가 가 (local attraction) Ν 0. 90。 Ε Ν S 가

() 1) 2) 180。 가 가 1/2 1/2 2 3 3) 가 N, S 가 가 가 N, S 가 가 가 가 가 4) (視準縱 孔)

5) 가 N S가 가 () 1) 가 (meridian) (4-2-19) (true north line) 가 (magnetic north line) (magnetic meridian) 가 Ν (true azimuth) 가 (magnetic azimuth) 4-2-19. 가 () 2) (magnetic declination) 4-2-20) (true north) (magnatic north) (西偏), (東 偏) (diurnal variation, daily variation) : 5 10。 가 2 가 11 4-2-20.

```
5 7。 .
          (annual variation) :
          (periodic variation): 300
                                                       (西偏)
                 (irregular variation):
                          1 2。
                                                                (magnatic storm)
              가
                                                                                         가
                                                   (isogonic line)
                             (agonic line)
( )
1)
     가
                                             (local attraction)
              В
                           AB
                                                         ВА
        Α
                                             )
                         180。
                                   가
                              가 180。가
                                                             가
                                                                                     가
     가
2)
                                                                            (前)
      ± 180<sub>o</sub>
                                                                                    ± 180<sub>°</sub>
                                                                                            \pm 180_{\circ}
                                            = (前)
                                                                              ± 180<sub>o</sub>
                              180。
                                             - 180<sub>o</sub>,
                                                                        .)
                                                             + 180。
                                                                                                  4-
                                                                                 . ( , A
         2-5)
```

4-2-5.

() B

| Α | | 247.0 | 0. | S 67.0 W |
|---|-------|--------|-------|---------------------|
| В | 67。0 | 152, 0 | - 0.0 | S 27.0 E |
| С | 335。0 | 134。0 | - 3,0 | S 49.0 E |
| D | 313,0 | 326。0 | - 2,0 | N 35 ₀ W |
| Е | 142,0 | 77。0 | + 2.0 | N 79 ₀ E |
| F | 259。0 | 92。0 | 0, | S 87.0 E |
| G | 272。0 | | | |
| | 1 | 1 | 1 | l . |

 $: 247_{\circ}20 - 180_{\circ} = 7_{\circ}20$ ($: -0_{\circ}20$)

```
BC
                       : 150,30 - 0,20 = 152,10' ($ 27,50 E)
                                : 152_{\circ} 10 + 180_{\circ} = 32_{\circ} 10  ( : -3_{\circ} 20')
           С
          CD
                       : 134_{\circ}20 - 3_{\circ}20 = 131_{\circ}00 \text{ (S } 49_{\circ}00' \text{ E)}
                               : 131,00 + 180 = 11,00  ( : -2,10)
           D
                       : 326,40 - 2,10 = 324,30  (N 35,30 W)
          DE
                               : 324<sub>o</sub>30 - 180<sub>o</sub> = 44<sub>o</sub>30 ( : +2<sub>o</sub>10 )
           Ε
          EF
                       : 77.40 + 2.10 = 79.50 (N 79.50 E)
           F
                              : 79°50 + 180° = 59°50 (
                                                                             )
          FG
                       : 92_{\circ}10 + 0_{\circ}00 = 92_{\circ}10 (S 87, 50 E)
( )
1)
                                                       , graphical traversing) ( 4-2-21)
                                                                                          가
                                           가)
                                                                                          G
                                                        ΑG
                                                                 (S 7E)
                                                                 В
                                                                                       AΒ
                                                                                                   (N
                4-2-21.
                                            1E)
                      В
                                                                                   (S 1W)
                                                    BA
                            С
                                           BC
                                                           (S <sub>2</sub>E)
                      С
```

가

4-2-6.

| | | | () | | |
|----|---|-------|-------|--|---|
| | | | | | |
| AB | 1 | N 1 E | S 1 W | | * |
| BC | 2 | S 2 E | N 2 W | | |
| CD | 3 | N 3 E | S 3 W | | |
| DE | 4 | S 4 E | N 4 W | | |
| EF | 5 | S 5 W | N 5 E | | |
| FG | 6 | N 6 W | S 6 E | | |
| GA | 7 | N 7 W | S 7 E | | |

)

(精度)가

4-2-7.

4-2-8.

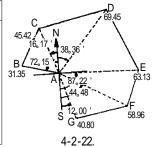
| | | () | |
|----|---|-------|--|
| AG | 7 | S 7 E | |
| AB | 1 | N 1 E | |
| CB | 2 | N 2 W | |
| CD | 3 | ΝзΕ | |
| ED | 4 | N 4 W | |
| EF | 5 | S 5 W | |
| GF | 6 | S 6 E | |

| | | () |
|----|---|-------|
| AB | 1 | N 1 E |
| BC | 2 | S 2 E |
| CD | 3 | N 3 E |
| DE | 4 | S 4 E |
| EF | 5 | S 5 W |
| FG | 6 | N 6 W |
| GA | 7 | N 7 W |

2) (method of radiation) (4-2-22)

4-2-9.

| | (m) | () | |
|----|-------|------------------------|--|
| AB | 31.35 | N 72 _° 15 W | |
| AC | 45.42 | N 16 _° 17 W | |
| AD | 69.45 | N 38,36 E | |
| AE | 63.13 | S 87,22 E | |
| AF | 58.96 | S 44 _° 48 E | |
| AG | 40.80 | S 12,00 E | |



(4-2-9)

3) (method of intersection)
23
AB , A B
.

()

 $30 1_{\circ}$ 7_{\circ} . 7_{\circ} . 7_{\circ} 3/1,000 = 7_{\circ} , 2/1,000 = , 1/1,000 = (n)

 $(E) = 0.3 \quad n(mm)$

가

()

40

가 ?

(E) = 0.3 40 = 1.90mm

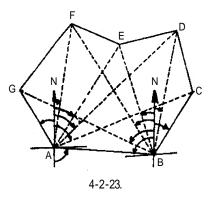
(4)

(level surface)

(datum surface)

(E)

, leveling)



(가)

1)

가) (instrumental height system)

 $S.P(station\ point, \quad),\ B.S(back\ sight, \quad),\ I.H(instrument\ height, \quad),$ $F.S(fore\ sight, \quad),\ T.P(turning\ point, \quad),\ I.P(intermediate\ point, \quad),\ G.H(ground\ height, \quad),$

(4-2-24) S.P 1, 2, 3, ..., 6 (4-2-10)

.

30.0 + 2.3 = 32.3m/f

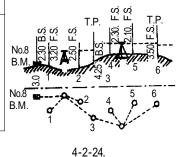
32.3 - 2.5 = 29.8m가 , 3 1.1m

3 4.25m

31.2 + 4.25 = 35.45m가 .

4-2-10. ()

| S.P | S.P | I.H | F | .S | G.H | D | EMARKS | |
|----------|------|-------|------|------|-------|--------|-------------|---|
| 0.1 | 5.1 | 1.1 1 | T.P | I.P | 0.11 | IX | LIVIANNO | |
| B.M No.8 | 2.30 | 32.30 | | | 30.00 | B.M No | .8 H=30.00m | 1 |
| 1 | | | | 3.20 | 29.10 | | | |
| 2 | | | | 2.50 | 29.80 | | | |
| 3 | 4.25 | 35.45 | 1.10 | | 31.20 | | | |
| 4 | | | | 2.30 | 33.15 | | | |
| 5 | | | | 2.10 | 33.35 | | | |
| 6 | | | 3.50 | | 31.95 | S.P 6 | B.M No. 8 | |
| SUM | 6.55 | | 4.60 | | | | 1.95m . | |
| | +655 | | | | | | | |



- 4.60 + 1.95

35.45 - 2.3 = 33.15m가 5

4 2.3m

가 , . . .

```
(I.H) =
                         (G.H) +
                                                (B.S)
                                                            (F.S)
               (G.H) =
                                 (I.H) -
                  =
 )
          (rise and fall system)
         (昇, RISE) (降, FALL)
       가
( 4-2-24) ( 4-2-11)
               (B.M NO.8)
                                     30.0m
  ( 4-2-24)
                                                         2.3m
           1
                 3.2m
                                                  2.3 - 3.2 = -0.9m
                     30.0 - 0.9 = 29.1m가 .
      2 2.5m 2.3 - 2.5 = -0.2m
                                                             30.0 -
  0.2 = 29.8 \text{m/}, 3 1.1 \text{m} 2.3 - 1.1 = 1.2 \text{m}
         30.0 + 1.2 = 31.2m가 .
  4-2-11.
                           ( )
```

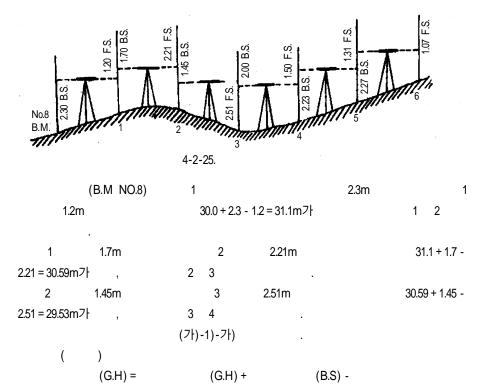
F.S RISE FALL S.P B.S G.H T.P I.P (+)(-) B.M No.8 2.30 30.00 B.M No.8 1 3.20 0.90 29.10 H = 30.00 m2 2.50 0.20 29.80 3 31.20 4.25 1.10 1.20 4 2.30 1.95 33.15 5 2.10 2.15 33.35

0.75

31.95

3.50

```
4.25m
                                                , 4 2.3m
        4.25 - 2.3 = 1.95m
                                             31.2 + 1.95 = 33.15m가
                          (가)-1)-가)
    B.S < F.S
                      (FALL)
    B.S > F.S
                      (RISE)
               (G.H) =
                                       (G.H) - (FALL)
                                       (G.H) + (RISE)
) (differential system) (two column system)
                                               가
4-2-25)
                             ( 4-2-12) .
```



4-2-12. () ()

(F.S)

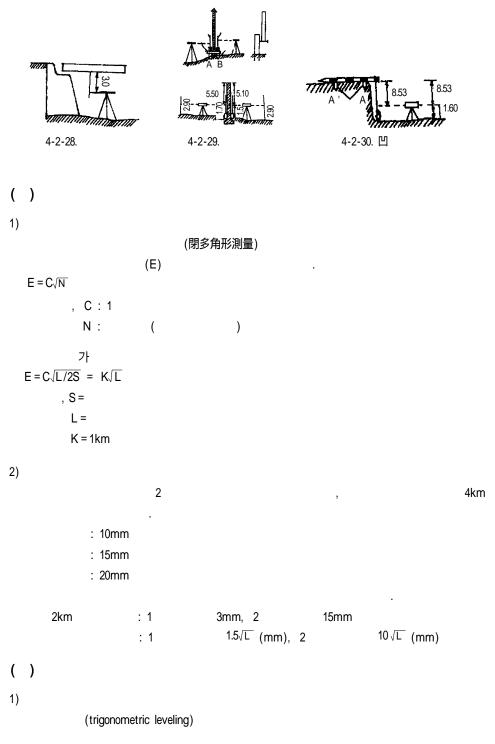
| S.P | B.S | F.S | G.H | |
|----------|-------|------|-------|------------|
| B.M No.8 | 2.30 | | 30.00 | B.M No.8 |
| 1 | 1.70 | 1.20 | 31.10 | H = 30.00m |
| 2 | 1.45 | 2.21 | 30.59 | |
| 3 | 2.00 | 2.51 | 29.53 | |
| 4 | 2.23 | 1.50 | 30.03 | |
| 5 | 2.27 | 1.31 | 30.95 | |
| 6 | | 1.07 | 32.15 | |
| SUM | 11.95 | 9.80 | | |

가 가 가 가 1mm, 5mm 1cm 가 가 가 3) 가 가) (4-2-26) A, B A ', B ' 4-2-26. 4-2-27.) 4-2-27) (В () C, D, E h2, h3, h4 h1 ΑВ AΒ L AC, CD, DE, EB L= 1+ 2+ 3**+** AΒ L · tan AΒ C, D, E G Α Н С $H_1 = H \cdot 1/L$ $G_1 = H_1 + (h_1 - h_2)$ D $H_2 = H \cdot (1 + 2)/L$ $G_2 = H_2 + (h_1 - h_3)$

4-2-13.

| | А | С | D | Е | В | |
|-----|-----|-----|-----|-----|----|------------|
| (m) | 0 | 20 | 20 | 20 | 20 | H = 100.0m |
| (m) | 1.5 | 1.2 | 2.1 | 0.8 | | = 1.5m |

```
) C
                    H_1 = 100.0 \times 20/80 = 25 \text{m}
                                                           G_1 = 25 + (1.5 - 1.2) = 25.3m
      D
                    H_2 = 100.0 \times 40/80 = 50 \text{m}
                                                          G_2 = 50 + (1.5 - 2.1) = 49.4m
      Е
                    H_3 = 100.0 \times 60/80 = 75 \text{m}
                                                          G_3 = 75 + (1.5 - 0.8) = 75.7m
)
                                     (
                                             4-2-28)
                                                                                           (beam)
                      + 3.0m )
     (
)
     4-2-29)
                                                                 A, B
                                                      A, B
                               В
                                                                                                    (가)-3)-
    )
) 凹
     4-2-30)
                         AA'
                                                                                            A, B
  1.6 + 8.53 = 10.13m가
```



```
가)
  (
       4-2-31)
                                  Α
                                                              В
   AΒ
           (L)
                                                        Н
         (H) = L \cdot tan + I
                                                                      가
            4-2-31.
                                                        4-2-32.
  )
        4-2-32)
                             D
                                            ΑD
                                                                                 BAC
   DAC(3)
             D
       4= BAC - 3
       2 = 180_{\circ} - 1 +
       5 = 180_{\circ} - 4 + 2
         AΒ
                        BC(H)
   H = AD \cdot \sin 2 \cdot \sin(4 + 2)/\sin 5 + I
  )
       4-2-33)
   (
                                                  AD
                                                                 (L)
                                   D
                        (1)
                                   (2)
      D
                                       (3)
      A, B
                    (H)
     4 = 180<sub>o</sub> - 3 - 3
      H = L \cdot \sin 3 \cdot \tan 1/\sin 4 + I
```

```
4-2-33)
                                                            , AD 1,550m, 1 22, 20 , 2
                                               39, 10, 3 55, 20,
                                                                         1.5m
                                                  m 가?
                                                   (H) = 1,550 \times \sin 55, 20 \times \tan 22, 40
       4-2-33.
                                                 /\sin 85.30 + 1.5 = 1,550 \times 0.8225 \times
                                                 0.4176/0.9969 + 1.5 = 535.6m
2)
              (barometric leveling)
                                                (mercurial barometer)
                                                                                    (aneroid
barometer)가
(5)
            (transit survey)
            (theodolite survey)
(가)
1)
                                                                                  가
                                가
                                           가 5mm
                        30m
                                                                           30"
     가
                                                가
                                                               가
                                                        가 )
             (移心裝置: shifting device,
                                            2cm
```

가

가 . 가 가 ,

. 가 가

2)

가

·

가

()

1)

가) (magnifying power of telescope) .

 $20 \ 30$. (m) = (F)/ (f)

) . 가

· 기

(4-2-14) .

4-2-14.

| | | (m) | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 50 | 100 | 150 |
|---|-------|-----|----|----|----|----|----|------|------|------|------|
| 1 | (2mm) | () | 41 | 27 | 23 | 20 | 16 | 13.7 | 8.25 | 4.13 | 2.75 |

(4-2-34) 가 $S/D = n \cdot a/R$ $S = (n \cdot a/R) \cdot D$ aı , S: (mm) a : 1 (2mm) 가 n: R : (m) (40 " 10m) : D: 4-2-34. 가 27 " 1/4 (70m 가? () n = 1/4, a = 2mm, R = 15m, D = 70m $S = 1/4 \times 2/15 \times 70 = 2.33$ mm) 4-2-15) , C = S/n, C: S : 1 n :

4-2-15.

| 1 | | | |
|----|----------------|----|----|
| | | | |
| 1. | 11 | 12 | 5 |
| 30 | 29 | 30 | 1 |
| 20 | 29 59 59 | 60 | 20 |
| 10 | 59 | 60 | 10 |

```
29
           30
 (
     3)
           1
                   20
                                           60
                          59
           가 ?
     ) n = 60, S = 20 = 1200
                                (C) = 1200/60 = 20
2)
           (prolongation of straight line)
                                     가 가
 가)
                                          В
         4-2-35)
                       Α
                                   С
                       С
                                        С
                                           AΒ
                 C
         В
                           В
    4-2-35.
                       С
                                         С
                                           AB
  )
                                            Α
                              4-2-36)
                     Ē
        В
            С
                 D
                          가
                                   D
       4-2-36.
                     С
```

D

Α

В

(

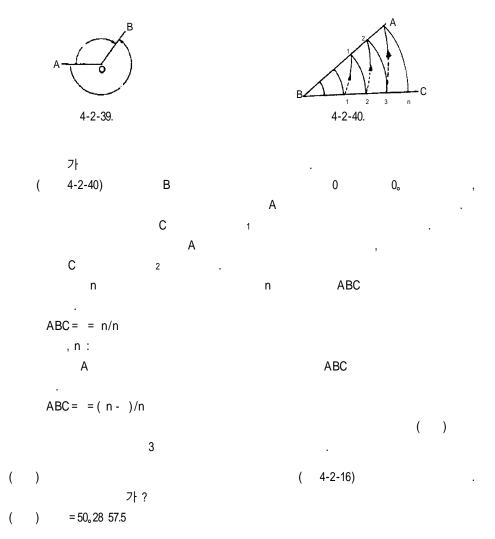
4-2-37)

C'

C D

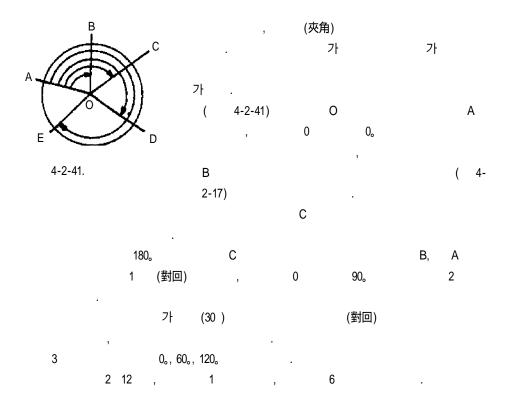
В

```
Α
                                                              С"
         4-2-37.
                                                              С
                                        C ; C "
                                                                        ВС
                                                                              ΑB
               С
   )
       4-2-38)
                                              0
                                                           0.
                                         Α
                                                                     가
                                                                                   В'
         4-2-38.
                                                   AOB '
                          ( )
                                 = 206,265 (1 radian)
      , e=b · /
 (
             4-2-38
                                    Α
                                                  45,00 00
                                                                        В
                 45,00 20
                                    30m
                                                        В
       ) b = 30m, = 20
       (e) = (30 \times 20)/206,265
                                 0.00291m = 2.91mm
3)
 가)
       (
             4-2-39)
                                0
                                                                 0
                                                                               0.
                                 Α
                               В
       В
                                      (clockwise),
                                                                                   (counter
       clockwise)
```



4-2-16.

| | | | | | | | (|) | (| () | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|---|
| | | | | | | (,) | () | () | () | () | () | () | () | (°) | () | () | - |
| В | Α | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0.0 | |
| В | С | 1 | | | | 151 | 27 | 0 | 26 | 40 | 26 | 50 | 3 | 50 | 28 | 56.7 | |
| В | С | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| В | Α | | 1 | | | 151 | 27 | 10 | 26 | 20 | 26 | 45 | 3 | 50 | 28 | 55.0 | |
| В | Α | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| В | С | | | 1 | | 151 | 26 | 50 | 27 | 10 | 27 | 0 | 3 | 50 | 28 | 0.0 | |
| В | С | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| В | Α | | | | 1 | 151 | 27 | 0 | 26 | 50 | 26 | 55 | 3 | 50 | 28 | 58.3 | |



4-2-17.

| | | | | | | | (中 | 數) | | | | | | |
|---|----|---|-------|------|------|-----|-----|----|----|-------|----|----|----|---|
| | | | | () | () | (| + |) | (₫ | (觀測角) | | | | |
| | | | (°) | (´) | (´) | (| , " |) | (| o , " |) | | | |
| | 0 | Α | 0 | 01.7 | 01.9 | 0 | 01 | 48 | 0 | 0 | 0 | | | |
| | | В | 30 | 07.7 | 07.8 | 30 | 07 | 45 | 30 | 05 | 57 | 3 | 3 | 3。07 ' 45 "-0。01 ' 48 "= 30。05 ' 57 " |
| 1 | | С | 79 | 10.6 | 10.7 | 79 | 10 | 39 | 79 | 08 | 51 | 15 | 12 | 79。10 ' 30 "-0。01 ' 48 "= 79。08 ' 51 " |
| | | С | 259 | 10.4 | 10.4 | 259 | 10 | 24 | 79 | 08 | 36 | | | 259。10 ' 24 "-0。01 ' 48 "= 76。08 ' 36 " |
| | | В | 210 | 07.5 | 07.9 | 210 | 07 | 42 | 30 | 05 | 54 | | | 210。07 ' 42 "-0。01 ' 48 "= 30。05 ' 54 " |
| | | Α | 180 | 01.7 | 01.9 | 180 | 01 | 48 | 0 | 0 | 0 | | | 180。01 ' 48 "-0。01 ' 48 "= 0。 0 ' 0 " |
| | 90 | Α | 90 | 01.5 | 01.7 | 90 | 01 | 36 | 0 | 0 | 0 | | | • : |
| | | В | 120 | 07.3 | 07.7 | 120 | 07 | 30 | 30 | 05 | 54 | 3 | 3 | • : |
| 2 | | С | 169 | 10.1 | 10.4 | 169 | 10 | 15 | 79 | 08 | 39 | 15 | 12 | • : 30 " |
| | | С | 340 | 10.2 | 10.4 | 349 | 10 | 18 | 79 | 08 | 42 | | | • 가 30 " |
| | | В | 300 | 07.3 | 07.7 | 300 | 07 | 30 | 30 | 05 | 54 | | | |
| | | Α | 270 | 01.4 | 01.7 | 270 | 01 | 36 | 0 | 0 | 0 | | | |

)

(angle of elevation): (+)
(angle of depression): (-)
7 1
, 7 2

· ()

1) .

(가)

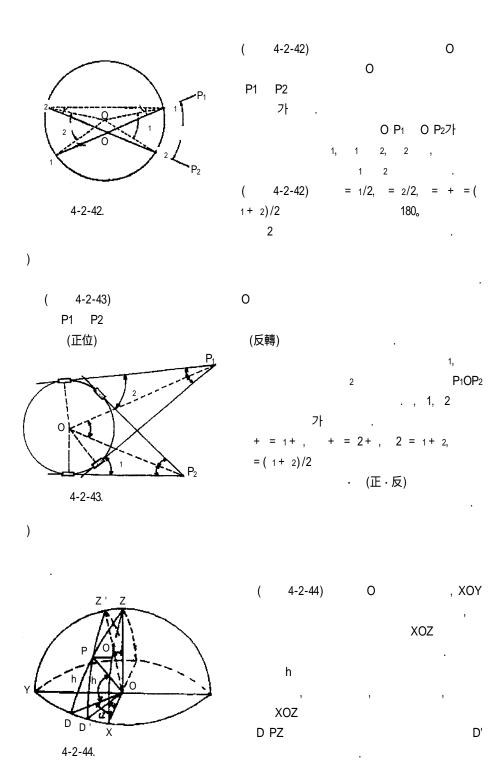
가

: , , ,

2) , 3 .

가)

.



```
= 0
                      Ρ
                                           ZPD
          가
  D
                                          XOD = , XOD =
  OX
  - = DD
   Р
             XOY
                                   ZX
                                                    Q
  = PQ = XD = ZZ, DP = h, PZ = 90, +h,
                                          (球面三角形) ZPQ ZDX
  DX/ZD = PQ/PZ, \sin /\sin 90_\circ = \sin /\sin(90_\circ - h)
  \sin = \sin \cdot \sec H
  = ·secH ( , 가
                                 sin
                                        sin )
                  DD = C = - = \cdot (secH - 1) \qquad \qquad 7 \ , \qquad \qquad P1(h_1)
                                       C1 - C2 = \cdot (secH_1 - secH_2).
P<sub>2</sub>(h<sub>2</sub>)
                                     가
 가
)
                                          4-2-45)
                                                                XY
                                                             ΧΥ
                                              ΧY
                                           CZA
                                                                     CZ A
                                                                  h
                                                                       С
                                    가
                                                       Ρ
     4-2-45.
                                                  Ρ
                                                                    ZPD가
                                                      D
                                                          가
      CD= COD 가
                              . CD = b \sin b = \tan \cdot \tan h , b, n
          sin b b, tan 가 b=n \cdot tan ,
                                                                  b_1 - b_2 =
 (tan h_1 - tan h_2) .
                   가
```

. 가

)

.

h

(a) a = · tan h·sin 가 . a1 - a2 = · (tan h1·sin 1 - tan h2·sin 2)

| 1. | (砂防) | | | |
|--------|-------------------|---------|------------|---|
| (土砂硝 | (, , , 戦) . |) 가 | | |
| (1) | | | | |
| (가) | | | | |
| 1) | 3 27 | 가 | | 가 |
| 2) | | | | |
| 70%가 | 1,300mm 7 8 | 가 | 6 9 | |
| 3) | | | | |
| 가 | | 가 | (燒害), (凍害) | |
| 4) | | | | |
| , | | , | | |
| 5) (煙害 | 系) , (潮風), | | | |
| () | | | | |
| 1) | ('94 '98) 476 | 2,101ha | | |
| 가 | | | | |
| 2) | , | | 가 | |

(2) () 가 가 (가) (荒廢地) 가 가 (林床) 가 가 가 (林相) (禿裸地) (裸地) (土砂礫) (天井川) (河床) 가 가 가 가 가 () (崩壊地) 가 (地滑地, (地滑地) (匍行) (岩屑) () (毁損地) 가

320

() (荒廢溪流) (溪床浸蝕) 가 가 (Torrent) (3) 가) (4) 가 (山草),), (方潮)

| (가) | | |
|-----|----|----------|
| | 40 | 4m³/ha |
| | | 10ton/ha |

()

| | | | 2 | 3 | 4 |
|----------|-------|-------|------|-----|-----|
| (ton/ha) | 169.1 | 188.7 | 76.5 | 3.7 | 0.1 |

: , 1972

| (ton/ha/年) |
|------------|
| 0.7 |
| 1.0 |
| 2.2 |
| 118.3 |

: , 1993

| (A) | (B) | (B/A) | |
|-----|-------|-------|--|
| 1.4 | 356.9 | 254.9 | |
| 2.6 | 360.7 | 138.7 | |
| 1.9 | 265.3 | 139.6 | |
| 0.8 | 253.9 | 317.4 | |
| 1.3 | 232.3 | 178.7 | |
| 1.6 | 293.8 | 205.9 | |

: , 1997

| | | 100 |)Oha | |
|------|------|-----|-------------|--------------|
| (m²) | (m³) | | (ha) | (m³) |
| 733 | 783 | 255 | 16.493(161) | 176,175(176) |
| 741 | 724 | 138 | 10.226(100) | 99,912(100) |

: (, 1997)()

()

| (mm/) | |
|------------|---|
| 100 160 | : |
| 250 | : |

:

| (%/年) | | | | |
|-------|---|--------|------|--|
| 76 | : | | | |
| 44 | : | | | |
| 30 | | : 1961 | 1966 | |

: , 1967

| (ton/ha/年) | |
|------------|-------------|
| 600(5%) | . 1 150mm |
| 4,000(35%) | - : 1,159mm |

: Conservation, 1982

()

| CO ₂ | O 2 | |
|-----------------|-----|---------|
| 48 | 36 | |
| 32 | 24 | · 12 45 |
| 16 | 12 | |

: , 1968

: (林外) 4 5 : 1 2

- (感音) : 15% · 20m 가 ('84)

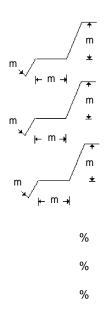
(5)

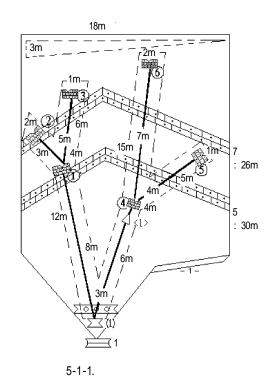
•

```
(가)
                              가
1)
        가
                                      가
 가)
   )
                                          ),
                                  (初霜),
   )
                         (誘因)
   )
         가
   )
                          (林種),
   )
                                                       가
        가 ,
                      가 ,
                                            가 (架設)
                                 (附帶工事)
               (賃金)
                                                                    (見
   )
                                             (概算見積),
    取圖)
2)
```

3) , 1ha .

4)





| | -1- | 7 ^m | m | 1 ^m | Y 8+3+5+6+4+7 = 33 m |
|------|-----|----------------|------|----------------|--|
| | | 5 | 3 | 1.20 | $= 63.8 \mathrm{m}^2$ |
| | <1> | 4 | 2.80 | 1.20 | $2 \times 12 \times 1 \div 2 = 12$ |
| | (1) | 3 | 2 | 1 | $1 \times 6 \times 0.8 \div 2 = 2.4$ |
| | ~ | 1.80 | 1.20 | 0.80 | $2 \times 15 \times 1 \div 2 = 15$ |
| | ~ | 1.60 | 1 | 0.60 | $1 \times 5 \times 0.8 \div 2 = 2$ |
| >000 | | 3 | | 0.40 | $18 \times 3 \times 1.2 \div 2 = 32.4$ |

5-1-2.

2)

(初凍)

가

(1:50,000 1:250,000) (1:25,000)

(1:25,000 1:50,000)

(1:6,000)

```
3)
가)
                                                      (1:25,000
  1:50,000)
               (1:25,000)
                                                         (湧水)
                               가(地價)
  )
  )
                 (
      (灌漑)
      (土工)
  )
                              가
  )
  )
              가 (ha)
      (蒙利) (ha)
       (免被害) (가 , , )
```

4) , 가, , 가, (1:5,000 () (飛砂) 가 1) 가 가 2) (5-3-3). () 가 1) 가 2) (5-3-3) () 가), 가 1) 가

328

예비조사는 그 지역에 대한 자료조사, 지형조사, 야외개략조사 등에 의하여 수행되는데 대상 지역의 역사적 사실들은 문헌, 기록물에 의한 자료조사가 필요하며 지형상태는 지형도(1: 50,000 또는 1: 25,000)와 항공사진 등에 의한 지형조사에 의한다.

현지의 지상물질과 붕괴의 움직임 등 붕괴 추이상황은 야외 개략조사에 의하여 예방사방 대 상지를 선정한다.

가) 산사태 피해 감수성(被害 感受性)등급구분

항공사진이나 각종지도를 참작하여 피해 감수성을 다음과 같이 등급구분한다.

- O 1급지 : 가옥, 학교등 인명피해 예상지역
- O 2급지 : 수리시설, 제방, 도로, 철도등 공공시설 피해 예상지역
- O 3급지 : 농경지등 기타 피해 예상지역

나) 산사태발생 위험도 구분

(자연사면 및 급경사 인공사면 붕괴위험도 판정기준)

산사태발생시 피해 감수성(被害感受性)이 높은 지역으로 산사태 발생이 우려되는 지역에 대하여 산사태발생 위험도를 구분하기 위하여 현지 개략조사를 통하여 산사태 발생에 영향력이큰 다음사항을 조사한다.

- O 모암:1:50,000지질도에 의하여 암석성인(岩石成因)별로 모암을 조사한다.
- 사면형:사면의 종단면형(수직적인형태)으로 상승사면, 평형사면, 하강사면, 복합사면으로 구분 조사한다.
- 경사도: 사면의 기울기를 (°) 단위로 조사한다.
- 임상 및 경급: 주임분의 임상과 흉고부위 경급을 조사한다. 임상은 침엽수, 활엽수, 혼효림으로 구분하며 임분경급은 흉고직경으로 치수림, 소경목, 중경목, 대경목으로 구분조사한다.
- 경사길이(m) : 그 사면에 집수될 수 있는 최상지점까지의 거리를 지형도에 의하여 산춤하다.
- O 경사위치 : 그 사면의 수직적인 계곡과 능선과의 10분비로 지형도 상에서 조사한다.
- O 토심(cm) : 수목의 뿌리가 비교적 용이하게 침투할 수 있는 깊이(토양경도지수 15mm까지의 깊이)까지 조사한다.
- 붕괴방지 시공기술수준 : 사면안정을 위하여 이미 시공된 공작물의 질과 양 등 시 공기술수준 상태로 공작물의 적정배치상태, 내구성, 안정성 등을 고려하여 만족, 불만족, 무 시공(방치사면)으로 구분한다.
- O 돌출부의 유무 : 사면상에 돌출부의 유무를 조사한다.
- 불연속면의 경사방향 : 불연속면이란 암석의 층리, 절리, 균열부 등 암석의 결을 말하며 노두암(露頭岩)에 의하여 그면의 방향과 사면경사방향과의 상태를 무방위(수평인 경우), 경사(사면)방향과 역방향, 경사방향과 동일방향, 토양 또는 식별곤란(노두암이 없는 지

역)으로 구분한다.

- O 사면구성물(모암)의 풍화정도: 구성암석의 풍화정도로서 풍화암, 연암, 보통암, 경암으로 구분한다.
- 사면형태 : 사면의 형태로서 계단형(/), 직선형(/), 톱니형(/)으로 구분한다.
- O 용수의 유무 : 사면상에서 상시(常時) 또는 강우시(降雨時)의 용출수 존재여부로 주 위의 식생, 토색 등에 의하여 구분한다.
- O 사면높이 : 사면의 수직적인 높이를 m단위로 조사한다.
- O 붕괴이력 : 조사대상사면 및 주위사면에서의 붕괴경력을 청취조사 또는 주변환경으로 미루어 판단한다.

2) 시공대상지 정밀조사

정밀조사는 예방사방공사를 실시할 경우 어떠한 방법으로 어떤 공작물을 얼마만큼 시공할 것 인가를 알기 위하여 실시하는 조사로서 기반암까지의 깊이(토심), 기반암의 절리방향과 균열부 위, 지하수 배치상태 등을 포함하는 붕괴위험요인이 정확하게 조사되어야 하며, 설계에 필요한 조사항목은 다음과 같다.

- O 시공대상범위(면적) : 붕괴발생원(崩壞發生源)과 잠재적인 붕괴 가능지의 면적을 지형, 지질, 지표면의 변위상태 등 주변 입지조건을 고려하여 조사한다.
- O 지질구조 : 기반암의 절리방향, 풍화정도, 균열상태, 단층의 유무 등을 조사한다. 조 사방법은 주변의 노두암(露頭岩), 물리탐사(Drilling Survey) 또는 탄성파탐사에 의한다.
- O 활동면(滑動面) : 활동면의 위치와 형세(기복상태)를 물리탐사(Boring core)에 의하여 조사한다.
- O 지하수위 : 지하수의 배치상태, 지하수위, 지하수면과 붕괴와의 관련성, 지하수원 (地下水源)과 흐름상태 등을 전기탐사에 의하여 조사한다.
- O 토양시료 분석 : 활동면에 따른 점토(Clay)분의 물리성과 역학적 특성(전단시험)을 조사한다.
- ㅇ 수문(水文)조사 : 강우 또는 지하수와 붕괴와의 관련성을 조사한다.

3) 설계서 작성

현지 정밀조사 자료와 측량결과에 의하여 사방공종을 선정 배치하며 설계서 작성요령은 산지 사방공사 설계요령에 준하며 설계에 필요한 공종·공법별 부호는 토석채취지 복구공사 (표5-3-3.)에서와 같다.

자연사면 붕괴위험도 판정기준

(1) 조사대상 : 자연사면

(2) 조사내용 : 사면붕괴에 영향이 큰 7개의 인자로 다음과 같이 구분 조사한다.

| | | 인 | 자 세 | | | 비고 |
|-------|-------------|--------------|-----------------|-------------|--|---------------------------------|
| 인 자 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 비고 |
| 경사길이 | 50이하 | 51~100 | 101~200 | 201이상 | | 그 사면에 집수(集水)될수 있는 최 |
| (m) | | | | | | 고 지점까지의 거리임. |
| 모암 | 퇴적암 | 화성암 | 변성암 | 변성암 | 화성암 | 50,000분지 1지질도에 의하여 구분 |
| | | (화강암류, | (천매암, | (편마암 | (반암류 | 함. |
| | 혈암, | 기타) | 점판암, | 류와 편 | 안산암 | |
| | 석회암, | | 기타) | 암류) | 류) | |
| | 사암) | 5 0 4 0 | 7 10 (10 | | | 계곡과 능선과의 10분비로 지형도 |
| 경사위치 | | 5-6/10 | 7-10/10 | | | 계속과 긍진과의 10분비도 시청도 상에서 조사함 |
| 임상 | 침엽수 | 활엽수 및 | 활엽수 | | | |
| | (치수림, | | 및 | | | |
| | 소경목) | (치수림) | | | | |
| | | 침엽수 (중경목, | (소경목, 중경목, | | | |
| | | 대경목) | 6.65, 대경목) | ļ | | |
| 사면형 | 상승사면 | | _ | 복합사면 | | 사면의 종단면형(수직적인 형태) |
| /ਪਹਿਲ | 80/12 | -0 0/12 | 918.15 | | | 으로 |
| | | | | | | · 상승사면은 올라살수록 경사도가 |
| | | ļ | | | | 감소되는 사면이며 |
| | | | | | | • 평형사면은 경사도가 일정한 사면 |
| | | | | i | | 임 기가라이 아기카스로 거리는지 |
| | | ļ | | | | · 하강사면은 올라갈수록 경사도가 증가되는 사면이며 |
| | | | | | | · 복합사면은 상기 사면형의 2개이 |
| | | | | | | 상이 존재하는 사면임. |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | Record Refer Land |
| | | | | | } | 상승사면 평형사면 하강사면 복합사면 |
| | | | | | | |
| 토심 | 20이하 | 21-100 | 101이상 | | | 뿌리가 쉽게 침투할 수 있는 C층(토 |
| (cm) | ' ' | | | | | 양경도지수 15mm 까지의 깊이)까지 |
| | | | | | | 의 길이로 보통 붕괴시 활동면이 됨. |
| 경사도 | 25이하 | 26-40 | 41이상 | | | |
| (°) | | | | 1 | | |

(3) 자연사면 붕괴위험도 판정기준표

| | 0-1110-2- 0-0 | | | | | | | | |
|-------------|-----------------------------------|---|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|--|--|--|--|
| ا ما | Category 별 점수 | | | | | | | | |
| 인 자 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | |
| 경사길이 (m) | 50이하 0 | 51-100 19 | 101-200 36 | 201이상 74 | | | | | |
| 모암 | 퇴적암 (이암, 혈암, 석회암, 사암등) 0 | 화성암 (화강암류기타) 5 | 변성암 (천매암, 전진암 기타) 12 | 변성암 (편마안류 및 편마암류) 19 | 화성암 (반암류와 안산암류) 56 | | | | |
| 경사위치 | 0-4/10 0 | 2-6/10 9 | 7-10/10 26 | | | | | | |
| 임상 | · 침엽수림 (치수림,소경목) | ·침엽수림 (중경목,대경목) ·활엽수림, 혼 효림(치수림) | | | | | | | |
| | 18 | 26 | 0 | | | | | | |
| 사면형 | 상승사면 0 | 평형사면 5 | 하강사면 12 | 복합사면 23 | | | | | |
| 토심 (cm) | 20이하 0 | 20-100 7 | 101이상 21 | | | | | | |
| 경사도 (°) | 25이하 16 | 26-40 9 | 41이상 0 | | | | | | |

※ 자료 사방기술교본. 1998.

※ 붕괴위험도 구분

┌위험도(대): 181점 이상

─위험도(중):121~180점

-위험도(소):61∼120점

-안 정∶60점 이하

급경사 인공사면 붕괴위험도 판정기준

(1) 조사대상 : 경사도 30°이상이고 사면고 5m 이상인 사면

(2) 조사내용 : 인공사면 붕괴에 영향이 큰 9개의 인자로 다음과 같이 구분 조사

| 0) =) | 인 | 자 세 분 | | 비고 |
|------------------------|-------------------------|---------------|-----------------|--|
| 인자 | 1 | 2 | 3 | |
| 붕괴방지시공 기술수준 | 만족 | 불만족 | 무시공 | ·사면안정을 위하여 이미 시공된 공작물의 질과 양 등, 시공기술 수준 상태를 판단함. - 공작물의 적정배치 상태 - 내구성 - 안정성 ·사면안정공사 시공지에 대하여 만족, 불만족으로 판단하며 공사 를 하지 않는 사면을 무시공으 로 구분함 |
| 돌출부의 유무 | 있음 | 없음 | | |
| 불연속면의 경사방향 | 무방위 또는 경사방향과 역 방향 | 경사방향과 동일방향 | 토양 또는 식 별 곤란 | ·불연속면이란 암석의 결을 말하 며, 노두암(露頭岩)에 의하여 판 단함 |
| | | | | 무방위 역방위 동일방향 · 토양 또는 식별곤란 지역이란, 노두암이 없어서 식별곤란한 지 역을 말함 |
| 사면구성물 (모암)의 풍화정도 | 토양 및 풍화암 | 연암 및 보 통암 | 경암 또는 신 선암 | · 구성암석의 풍화정도로 - 풍화암 : 미풍화 토양으로 岩構造가 남아 있으며, 岩片이 산재해있다. 화강암의 경우 마사토가 이에 해당됨 - 연암 : 구성광물이 변색되거나 착색되어 있다. 암구조가 뚜렷하며 강한 암편이 약간 남아있다. 물 속에서 시료가 파쇄되지 않음 - 보통암 : 암석의 일부분이 변색되고 풍화흔적이 있다. 햄머로두드리면 무딘 소리가 남 - 경암 : 암석이 신선하여 햄머로두드리면 무딘 소리가 남 |

(계속)

| 인자 | Ó | 비고 | | | | | |
|--------------|--------|-----------------|------|----------------------------|--------|----------------------------|--|
| | 1 | 2 | 3 |] " " | | | |
| 사면형태 | 계단상 | 직선상 | 톱니상 | 조시 | 나사면의 형 | 태 | |
| | | | | | | 7 | |
| | | | | 계단상 | 직선상 | 톱니상 | |
| 사면경사도 (°) | 30~40 | 41~50 | 51이상 | | | | |
| 용수의 유무 | 없다 | 강우시 또는 항시 존재 | | | | | |
| 사면고 | 10m 이하 | 11m 이상 | | | | | |
| 붕괴경력 | 있다 | 없다 | | · 조사대상 / 의 붕괴경 주변 환경 | 력을 청취 | 위 사면에서 조사 또는 네 판단한다. | |

(3) 붕괴위험도 판정기준표

| 인 자 | | Category 별 점수 | | |
|---------------------|---------------------------|---------------------|---------------------|--|
| 한 ^r | 1 | 2 | 3 | |
| 붕괴방지공시공 기술수준 | 만 족 0 | 불만족 24 | 무시공 12 | |
| 돌출부의 유무 | 있 다 17 | 없 다 0 | | |
| 불연속면의 경사방향 | 무방위 또는 경사 방향과 역방향 3 | 경사방향과 동일방향 11 | 토양 (식별곤란) , 0 | |
| 사면구성물(암석)의 풍화 정도 | 토양 및 풍화암 10 | 연암 및 보통암 11 | 경암 또는 신선암 0 | |
| 사면형태 | 계단형 0 | 직선형 7 | 톱니형 2 | |
| 사면경사도(*) | 30~40 0 | 41~50 6 | 51이상 5 | |
| 용수의 유무 | 없 다 0 | 강우시 또는 상시존재 5 | | |
| 사면고(m) | 10 이하 0 | 11 이상 4 | | |
| 붕괴이력 | 있 다 3 | 없 다 0 | | |

^{*} 자료 사방기술교본. 1998.

※ 위험도 구분 ┌─위험도(대) : 51점 이상

-위험도(중) : 31~50점 -위험도(소) : 11~30점

정 : 10점 이하

- ▶붕괴위험도 판정 예 : 붕괴위험도 판정기준표에 의하여 조사된 결과가 다음과 같은 경우.
- · 붕괴방지 시공기술 수준 → 불만족(24점)
- ·돌출부 유무 → 없다(0점)
- ·불연속면의 경사방향 → 토양(식별곤란):(0점)
- ·사면구성물의 풍화정도 → 토양 및 풍화암(10점)
- · 사면형상 → 톱니상(2점)
- · 용수의 유무 → 없다(0점)
- · 사면고 → 11m 이상(4점)
- ・붕괴이력 → 없다(0점)일 경우

점수합계 46점으로서 위험도(중)의 지역으로 판정됨

급경사지 붕괴 위험도 조사 야장

O 조사No.:

0 조사지:

o 조사일: 년 월 일

O 조사위치:

도 시(군) 읍(면)

리(동)

0 사면구분

┌인공사면(절토, 성토) L자연사면

- ㅇ 지형요인
 - 경사도 :

• 사면높이 : m

• 사면길이 : m

• 사면형태

• 사면방위 :

• 종단면형 : ① 돌출부 ④ 사면전체凹凸

② 사면상부凹凸 ⑤ 직선사면

③ 사면하부凹凸

• 변각점 : ① 확실 ② 명료 ③ 불명료

- O 지질 및 토질요인
- 모암:

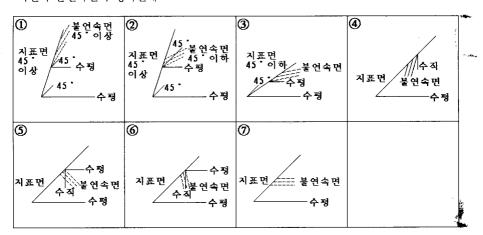
- 표토깊이(RS까지의 깊이): cm

- 기반암의 풍화상태:
- ① 풍화토(RS) ② 미풍화토(CW) ③ 연암(HW) ④ 보통암(MW) ⑤ 경암(SW)
- 암반의 균열간격: ① 10cm이하 ② 10~30cm ③ 30~50cm ④ 50cm이상
- •불연속면(절리):

┌길이(m): □충진상태: ①개구(開口) ②협재(狹在) ③밀착(密着)

^L 방향수(方向數) : -틁새(mm):

• 사면과 불연속면의 경사관계



- 단층(斷層)의 유무: 유 무
- 0 환경요인
 - 식 생

| 수 종 | 수 고(m) | 경 급(cm) | 피 도(%) |
|-----|--------|---------|--------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

- 붕괴이력(인접사면포함) : ① 있 다 (상부, 중부, 하부, 전체)
 - ② 없 다
- 용수상태 : ① 항시존재(상부, 중부, 하부)
 - ② 강우시존재
 - ③ 없다

• 대책공 상황

| 대책공 | 파손상태 | 別 | 코 | |
|-----|------|---|---|--|
| | | | | |
| | | | | |

• 토지이용 상황

| 구 분 | 도 로 | 수 로 | 연 못 | 가 옥 | 농 지 | 산 림 | 기 타 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 사면하부 | | | | | | | |
| 사면상부 | | | | | | | |

| ㅇ 사면사진 | | | |
|--------|------|------|------|
| - | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| I | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

(6) 사방시공방법

(가) 산지사방

1) 땅속흙막이(비탈 땅속흙막이, 무치기, 묻히기, 묻치기, 理設工)

비탈다듬기와 단끊기 등으로 생산되는 뜬흙(푸석홁, 浮土)을 산복의 계곡부에 투입 유치하여이의 유실을 방지하는 한편 산각의 고정을 기하고자 축설하는 공법으로 사용재료에 따라 돌, 바자, 흙, 돌망태, 블록, 콘크리트, 앵글크리브망 땅속흙막이 등이 있다. 이것들은 모두 땅속에 매설하는 공작물로서 외관보다는 강도가 필요하므로 재료의 선택과 시공에 충분한 주의를 요한다.

가) 시공장소

비탈다듬기 토사가 깊이 퇴적한 지역으로 기초가 단단한 지역

나) 시공요령

- 상부의 토압에 충분히 견딜 수 있는 구조물이 되도록 안정된 기반위에 설치하며 바닥파기 를 충분히 하고 높이의 2/3이상이 묻히도록 한다.
- 유치토사가 진흙인 경우는 돌, 콘크리트 또는 블럭을, 유치토사가 사질 또는 건조한 지역에 서는 석재를, 기타 자재 취득이 곤란한 경우는 흙 땅속흙막이를 하고 심벽(心壁)을 넣는다.
- 상류를 향하여 직각으로 축설하며 돌쌓기의 비탈은 1:0.3, 홁땅속홁막이의 비탈은 1:1.0~ 1.3으로 한다.
- 현지에 산재된 석재를 충분히 활용하고 큰돌은 밑으로 놓아 축설한다.
- O 공작물의 높이와 재료는 토압을 고려하여 축설 선정하는 것이 원칙이나 일반적으로 통용되는 제한높이는 다음 표와 같다.

·사용재료별 땅속흙막이 제한높이

| 사용재료 | 공작물 높이(m) | 비 고 | | | | |
|-----------------------|----------------------------------|---------------------|--|--|--|--|
| 돌 잡석 흙(심벽) 흙 | 직고 5 직고 1~2 직고 3 직고 1~2 | 경사도 : 25° ~ 30°인 지역 | | | | |

2) 누구막이(淚溝防止工, 흙매기, 留土工)

누구막이는 강우 및 유수에 의한 비탈 침식의 진행으로 발생되는 누구(淚溝, 淚路, Rill) 침식의 발달을 방지하기 위하여 누구를 횡단하여 구축하는 비탈 수토보전 공종으로서 산복수로 및 예단쌓기의 기초로도 사용되며 때로는 토사유치를 목적으로 이용되기도 한다. 기존의 흙매기(留土工)와 동일한 공종이다. 사용재료에 따라 돌, 뗴, 돌망태, 바자, 통나무, 콘크리트 블록, 앵글크리브망, 흙포대 누구막이가 있다.

가) 시공장소

비탈다듬기 및 단끊기로 생기는 토사가 유치되는 곳으로 뭉긴 흙이 1m이상인 퇴적지 또는 수로(누구)의 경사가 급하여 사력유출이 많은 지역

나) 시공요령

- 시공요령은 땅속흙막이나 골막이에 준하나 규모가 작은 것으로 사면적이 3m² 이내로 한다 (돌 누구막이 3m², 떼 누구막이 2m² 내외).
- O 누구막이의 높이는 선때붙이기 하부와 수평이 되도록 설치하되 계간이나 수로상의 뜬흙(浮土) 처리를 감안하여 대략 지삿고 60cm 내외로 한다.
- O 누구막이 비탈은 3할로 한다.
- 돌 누구막이는 잡활석, 야면석을 이용하며 시공시 충분한 바닥파기를 해야하며 적어도 폭 40cm의 뒷채움을 하여야 한다.
- O 떼 누구막이는 용수가 없고 토양구조가 양호한 지역에 시공한다.
- O 무너진 땅의 산허리에는 규모가 큰 콘크리트 누구막이를 설치함이 효과적이다.

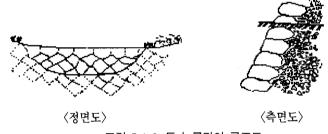


그림 5-1-3. 돌 누구막이 구조도

3) 산비탈수로내기 (산비탈도랑내기, 산복수로공, 溪間水路工)

수로공은 빗물에 의한 비탈면 침식을 방지하고 시공공작물이 파괴되지 않도록 일정한 장소에 유수를 모아 배수시키는 공작물로서 사용재료에 따라 떼, 돌, 콘크리트, 블록판, 반원관, 파식수로내기 등이 있다. 수로의 모양은 반달꼴(弧形), U자형과 사다리꼴(梯形)이 있다.

가) 시공장소

유수가 집수되는 凹부

- 수로단면은 집수구역면적에 따라 크기를 달리해야 하지만 돌흙막이나 콘크리트 흙막이와 같은 수평대(水平帶)공작물에 의하여 구분되어지는 구간(Span)에서는 같은 크기의 단면을 사용하다.
- 수로의 물매는 가급적이면 상부에서 하부에 이르기까지 일정하게 계획하며 적어도 흙막이 와 흙막이 사이와 같은 수평대공작물의 구간에서는 일정한 물매로 시공해야 한다.

- 수로는 될 수 있는 한 직선적으로 축설해야 한다. 부득이 방향을 바꿀 경우에는 반드시 외 측을 높게 하여 물이 넘치는 것을 방지해야 하며 흙막이 등과 같이 수평대공작물에 의하여 낙차를 이루어 수세를 약화시킨 다음 방향을 바꾼다.
- 돌 수로내기(돌 붙임수로, 張石水路工) 경사가 급하고 유량이 많은 산복수로나 산사태지 등에 설치하는 것으로 경사도와 입지조 건에 따라 찰쌓기와 메쌓기로 시공한다.
- 막논돌 수로내기(捨石水路)는 집수구역이 협소하고 경사가 완만한 곳에 설치하며 수로의 반경은 대체적으로 0.6~1.0m, 깊이는 윤변(潤邊)의 1/5~1/10정도로 한다.
- 폐 수로내기(폐 붙임수로공, 張芝水路工) 집수유역이 좁고 경사가 완만하고 수량이 적으며 토사의 유송이 적은 곳에 시공한다.
- ㅇ 콘크리트 수로내기
- 찰붙임 돌수로에 비하여 유속이 빠르고 수량이 많은 지역에 설치하며 단면은 일반적으로 사다리꼴 단면을 이용하고 측벽의 앞 물매는 1:0,3~0.5, 뒷 물매는 수직 또는 역 1:0.1로 한다.
- 밑두께를 20~30cm, 측벽의 두께는 벽마루(天端)에서 20cm정도의 단면을 사용한다.
- 콘크리트 수로는 현장에서 타설(打設)하는데 반하여 여러 가지 단면을 갖도록 미리 만들어 진 콘크리트 블록수로가 있다.
- 파식수로내기는 비용을 절감하기 위하여 집수유역이 협소한 완경사지(경사15°미만)간이수 로공으로서 凹지에 아까시나무를 식재하고 생장이 빠른 잡초류를 혼파하여 장마기 이전에 수로를 완전녹화 조성한다. 파식종으로는 참싸리, 쪽제비싸리, 켄터키훼스큐, 오챠드그라스, 새, 솔새, 개솔새, 역새, 비수리 등이 있다.



그림 5-1-4. 떼흙막이 및 떼수로내기

4) 흙막이(留土工, 防築, 山止工, 山留工)

흙이 무너지거나 흘러내림을 막는 공작물로서 사면물때의 완화, 표면유하수의 분산 및 수로공 사의 기초 등을 목적으로 구축하는 다기능적인 비탈안정공종이다.

사용재료에 따라서 콘크리트, 돌, 돌망태, 콘크리트판(PNC판), 흙포대, 통나무, 콘크리트기둥 틀, 폐타이어, 바자, 앵글클리브망 흙막이 등 많은 종류가 있다.

가) 시공장소

사면이 붕괴위험성이 있거나 비탈다듬기 및 단끊기로 생기는 토사가 유치되는 곳

- 비탈다듬기와 흙막이 공작물에 대한 시공비의 합계가 최소로 되도록 흙막이의 배치와 구조 를 결정한다
- 비탈다듬기 시공시 매토부분에도 흙막이를 설치하여 비탈면의 안정을 도모하고 흙막이 하 부에 땅밀림이 일어나지 않도록 본바닥에 기초를 두고 축설해야 한다.
- 콘크리트 흙막이는 흙층이 이동할 위험성이 있고 토압이 커서 다른 흙막이 공작물로서는 안정을 기대할 수 없는 경우에 시공하며 높이는 산복기초로서는 4,0m이하, 산복비탈면에서 는 2,0m내외가 적당하고 천단두께는 배면의 토압이 큰 경우에는 30cm이상, 앞면물때는 1: 0.3 , 뒷면물때는 수직으로 하거나 토압에 대응하여 결정한다.
- 돌 흙막이는 예로부터 시공되고 있는 산비탈돌쌓기(산돌쌓기) 공사이지만 찰쌓기와 메쌓기 흙막이는 석재를 사용하는 경우와 콘크리트 블록을 사용하는 경우가 있다.
- 돌홁막이 높이는 원칙적으로 찰쌓기는 3.0m이하, 메쌓기는 2.0m 이하로 하며 물때는 1: 0.3 으로 한다.
- 블록쌓기 흙막이는 벽면의 안정을 위하여 중량이 무거운 것이 좋으며 일반적으로 m²당 300 ~400kg의 것이 널리 사용된다. 벽면의 뒷길이는 대체로 30cm이상이어야 한다.
- O 돌망태 흙막이로 사용되는 돌망태의 종류는 둥근돌망태, 방석돌망태, 마름모꼴 방석 돌망태와 변형돌망태가 있으며 속채움 돌은 지름이 15~30cm의 것이 좋으며 높이는 2m정도로 한다.
- O 콘크리트판 흙막이는 높이 1.6m이하로 하고 반드시 자갈로 뒷채움을 해야한다.
- 홁포대흙막이는 종이·피륙 등으로 만든 자루에 토사를 담아서 비탈면에 쌓는 공법으로 일 시적인 흙막이공사와 유입수(流入水)의 방지공사 등에 사용된다.
- 통나무쌓기 흙막이는 기초바닥파기를 하며 그위에 필요에 따라서 1.0m정도의 기초말뚝을 1.0m간격으로 박고 이것에 붙여서 횡목을 놓아 그위에 길이 0.7~1.0m의 공목(控木)을 0.5~1.0m간격으로 설치하며 이것을 횡목에 고정시킨 다음 그 사이에 토사와 자갈 등으로 채우고 다지기를 한다.
- 콘크리트 기둥틀 흙막이는 바닥파기를 충분히 하고 자갈이나 호박돌을 평평히 깔고 충분히 다진 다음 기초 콘크리트 치기를 한 후 그 위에 콘크리트 기둥을 정사각형, 사다리꼴 또는

삼각형 등의 형상으로 조립용 볼트로서 조립하고 그 속에 호박돌과 자갈 등으로 채운다.

5) 산비탈돌쌓기(산허리돌쌓기, 산돌쌓기, 山腹築石工, 山腹積石工)

돌홁막이에 속하며 비탈다듬기 등으로 생산된 토사를 유치하거나 붕괴토사를 고정하기 위하여 사면에 설치하는 공작물로서 파종상이나 떼 단쌓기의 기초로도 시공한다. 시공하는 석재의 종류에 따라서 마름돌쌓기, 견치돌쌓기, 호박돌쌓기, 전석쌓기 등이 있으며 석재대용으로 최근에는 콘크리트블록쌓기 공사가 널리 활용되고 있다.

가) 시공장소

산복이나 산각부에 토사의 퇴적이 많고 붕괴토사가 많은 급경사지(경사 45°이상)의 습지 또는 지반이 견고하여 비탈다듬기나 선떼붙이기 시공이 곤란한 기복지.

- 돌쌓기는 모르타르의 사용여부에 따라 메쌓기와 찰쌓기가 있고, 돌을 쌓는 방법에 따라 골쌓기(谷築 또는 谷積)와 켜쌓기(水平築 또는 布積)가 있는데 골쌓기는 비교적 안정되고 견치돌이나 큰 들돌을 이용하며, 층을 형성하지 않기 때문에 막쌓기(亂尸築石)라고도 하며, 켜쌓기는 마름돌이나 축댓돌(견치돌)을 이용하여 돌의 면높이를 같게하여 가로줄눈이 일직선이 되도록 쌓기 때문에 바른층쌓기(整尸築石)라고도 한다.
- 기초를 깊이 파고 단단히 다져야하며 큰돌부터 먼저 놓아가면서 차례로 쌓아올린다. 돌을 쌓을 때 튀어나오거나 들어가지 않도록 면을 맞추고 양옆의 면과도 접촉부가 맞도록 한다.
- O 시공목적에 알맞는 좋은 석재를 선택하며 특히 귀돌이나 갓돌은 규격에 맞는 좋은 것으로 한다.
- 돌쌓기의 새로줄눈이 일직선이되는 통줄눈을 피하고 파선줄눈이 되도록 쌓는다. 줄눈의 두 께는 9~12mm로 하고 모르타르를 충분히 채우도록 한다.
- ㅇ 돌쌓기 물매는 일반적으로 메쌓기의 경우 1 : 0.3 , 찰쌓기의 경우 1 : 0.2를 표준으로 한다.
- O 비탈높이는 2m이하로 하되 2m이상인 경우에는 2단으로 한다.
- ㅇ 용수가 있는 곳은 천단에 凹형의 수로를 만들어 물이 흐르도록 한다.
- 찰쌓기 경우 콘크리트 사용량은 m²당 0.2~0.3m³으로 하고, 뒷채움 자같은 m²당 0.2~0.3m³ 이 보통이나 다습지로서 퇴적토의 붕괴가 예상되는 경우는 m²당 0.3~0.5m³으로 시공한다.
- 나석이 예상되는 지역은 천단부를 꺽어 축설한다.
- 돌의 배치에 특히 주의하여 다섯에움 이상 일곱에움 이하가 되도록 하며 보통 여섯에움으로 한다.



그림 5-1-5. 산비탈돌쌓기 및 돌수로내기

6) 골막이(구곡막이, 골매기, 谷止工, 保谷工)

황폐소계류를 가로질러 반수면(反水面)만을 축조하며 개울비탈을 완화시켜 수세(水勢)를 줄이므로 산각을 고정하고 토사유출 및 사면붕괴를 방지하기 위하여 시공하는 공작물이다. 사용재료에 따라서 돌, 흙(폐), 바자, 돌맛태, 콘크리트 블록, 톳나무, PNC판 골막이 등이 있다.

가) 시공장소

계상(溪床)과 계안(溪岸)의 침식이 활발하고 토사유하량이 많은 장소

- O 바닥파기는 견지반까지 충분히 하여야 한다.
- 계류의 만곡부(彎曲部)를 가능한 한 피하고 직선부에 설치한다.
- O 축설방향은 유심선에 직각이 되도록 한다.
- 계상비탈이 급한 곳에서는 계통적으로 축설한다.
- 제관부(堤冠部)는 부득이한 경우 이외에는 방수로를 설치하지 않는 대신 중앙부를 낮게 반 달꼴로 만든다.
- 쌓기 비탈은 대체적으로 1:0,3으로 하고 견고를 요하는 개소는 돌 또는 콘크리트로 설계 시공하다.
- 물받이는 막논돌로 하고 석재가 귀하고 뗴 뜨기가 용이한 곳은 흙을 1:1.0~1.5 기울기로 쌓아서 제관(堤冠)과 반수면에만 떼를 입히고 대수면(對水面)은 토사로 채운다.
- 석재 또는 떼가 귀한 대신 편책재료가 풍부하고, 토층이 깊고 암반노출이 없는 곳에서는 산복공사 산얽기 요령에 의하여 바자골막이를 설치한다.
- O 찰쌓기를 할 때에는 m²당 1개 정도의 물구멍을 설치한다.
- 돌 골막이는 깊이 4~5m, 높이 2m 이내로 축설하며 계상구배가 급한 곳은 계통적으로 축설한다. 뒷채움은 댐마루까지 높이의 1/2에 해당하는 두께로 시공한다.

- 흙 골막이는 흙으로 구곡막이를 축설하고 댐마루의 반수면에 떼를 입혀 제체를 보호하며 규모가 크고 견고함을 요구할 때는 좋은 점토 또는 석회이화토(石灰二和土)의 심벽을 설치한다. 흙쌓기 비탈면의 표준물매는 대수면과 반수면에서 다같이 1:15보다 완만하게 한다.
- O 바자골막이는 통나무로 말뚝을 박고 버들, 사시나무, 기타 맹아력이 강한 지조(枝條:말구직 경 &cm내외)를 엮어서 만드는데 석재가 귀하고 습지로서 토심이 깊고 암반노출이 없는 지 역에 축설하다.
- 통나무 골막이는 먼저 항목을(직경 6cm)을 3.6m간격으로 계상(터파기 장소)에 상, 하 2줄을 놓은 다음 그 위에 종목(1m)을 60~70cm간격으로 놓은 후 결속선으로 단단히 묶는다.



그림 5-1-6. 돌골막이

7) 선떼붙이기 (비탈선떼붙이기, 줄떼공, 立芝工)

비탈다듬기에서 생산된 부토를 고정하고, 식생을 조성하기 위한 파식상(播植床)을 설치하는데 필요한 기본 공작물로서 산복비탈면에 계단을 끊고 계단전면에 떼를 쌓거나 붙인 후 그 뒷쪽에 흙으로 채우고 수초를 파식한다. 이 공법은 수평계단에 의해서 지표유하수를 분산하여 침식 방지와 수토보전을 도모하기 위하여 계획시공하는 비탈녹화공종으로 떼 붙이기의 사용매수에 따라 1~9급으로 구분하며 기초에 돌을 쌓아 보강하는 경우에는 밑돌선뗴붙이기(豪石立芝工)라 한다.

가) 시공장소

경사가 비교적 급하고 지질이 단단한 지역

나) 시공요령

○ 직고 1~2m의 간격으로 단(계단)을 끊는데 계단폭은 50~70cm, 발디딤(踏路, Berm)은 10 ~20cm, 천단폭(미루나비)은 40cm를 기준으로 하며 떼붙이기 물매는 1:0.2~0.3으로 한다. 단끊기는 등고선 방향으로 실시하며 산 상부에서 시작하여 하부로 내려오면서 한계단씩 차례로 끊어내린다.

- 부토가 깊은 지역은 산비탈돌쌓기를 실시한 후 선때붙이기(밑돌선때붙이기, 臺石立芝工)를 시곳하다.
- O 선떼붙이기를 할 때 기술적으로 가장 중요한 일은 떼를 붙이는 일로 선때, 갓떼(머리떼, 冠芝, 天芝, 耳芝), 받침떼(支芝, 控芝), 바닥떼(敷芝) 등과 잘 밀착되어야 하며 마루는 항상 수평을 유지하고 토사의 침하율(沈下率)을 감안하여 5cm정도 흙을 돋우어 주는 것이 좋다.
- 선뗴붙이기의 높이는 경비와 입지조건에 따라 달리하게 되는데 저급(9급에 가까운것)으로 하는 것이 효과적이나 일반적으로 황폐임지 산복공사에 6~7급(높이 40cm)을 많이 시공하고 있다.
- O 표토이동과 강수차단을 목적으로 할 때는 5급 이상으로 하며 사방지 식재 및 파종을 목적으로 할 때는 6급 이하로 한다.
- 떼는 산품이 섞인 산떼가 활착이 좋다.
- O 급별 떼사용 매수, 시공간격과 ha당 시공연장거리는 다음표와 같다.

·선떼붙이기 시공표준

| 구 분 | 비탈 (°) | 1m당 떼사 용매수(매) | 직고(m) | 수평거리 (m) | 사면거리 (m) | 11ms당 시공 연장(m) |
|----------|-----------|------------------|-----------|-------------|-------------|-------------------|
| 1급 선떼붙이기 | 35~45 | 12.50 | 28.0~4.00 | 4,00 | 4.94~5.90 | 2,500 |
| 3급 선떼붙이기 | 35~45 | 10.00 | 28.0~4.00 | 4.00 | 4.94~5.90 | 2,500 |
| 5급 선뗴붙이기 | 25~35 | 7.50 | 1.55~2.33 | 3,33 | 3.70~4.11 | 3,000 |
| 6급 선떼붙이기 | 25~35 | 6,25 | 1,55~2,33 | 3,33 | 3,70~4,11 | 3,000 |
| 8급 선떼붙이기 | 15~25 | 3,75 | 0.75~1.30 | 2.79 | 2.90~3.10 | 3,500 |

* 자료 : 사방기술교본, 1998.

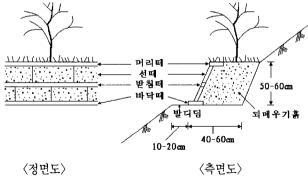


그림 5-1-7. 선떼붙이기 시공구조

8) 줄떼다지기(눈썹떼공, 떼붙임, 線芝工)

비탈면을 일정한 물매로 유지하며 비탈면을 보호·녹화하기 위하여 사면에 $20\sim30$ cm간격으로 반떼를 수평으로 식재하는 공법으로 줄떼다지기, 줄때붙이기, 줄때심기 등으로 구분된다.

가) 시공장소

계단간의 사거리가 길고 경사가 급하여 부토의 유실이 예상되는 흙쌓기사면(줄떼다지기), 땅깎기비탈(줄떼붙이기) 또는 평탄지(줄때심기)

나) 시공요령

- 줄떼다지기(비탈 줄떼다지기, 線芝工, 土羽打工)는 흙쌓기 비탈을 보호·녹화하기 위하여 폭 10~15cm의 수평골을 파고 가급적 흙이 떨어지지 않는 반떼(半芝; 줄떼; 길이 20~ 30cm, 나비 10~15cm)나 새포기 또는 잡초포기 등을 한줄로 수평으로 놓고 흙덮기 한 후 달구판으로 작 다진다
- O 줄떼붙이기(비탈 줄떼붙이기, 線芝張工)는 주로 땅깎기 비탈에 흙이 떨어지지 않은 반떼를 수평방향으로 줄로 붙여서 활착·녹화하는 식생공법으로 줄떼는 상부에서 하부로 향하여 내려가면서 시공한 후 떼꽂이로 고정한다.
- 줄떼심기(線芝植栽工)는 주로 평탄지에 줄간격 20~30cm정도로 줄띄기를 하고 줄을 따라 골을 판후 줄떼를 놓고 흙덮기를 한후 고루 밟아준다.

9) 새심기(草植工, 萱株移植工)

녹화공사를 보완하기 위하여 새류(새, 솔새, 개솔새, 억새 등)의 풀포기를 식재하여 비탈을 초 류로서 녹화하는 곳법이다.

가) 시공위치

산불발생지, 민등산지, 석력지, 땅깎기 비탈면, 흙쌓기 비탈면, 훼손지사면

나) 시공요령

- 조상(條狀) 또는 점상(点狀)으로 옮겨 심는다.
- o 선주의 본수는 일반적으로 3~5본을 한주로 심는다.
- 주간(株間)간격은 10~30cm가 효과적이다.
- O 심고난 후 잘 밟아서 밀착시켜야 한다.
- O 충분한 시비로서 활착과 생육을 도모한다.

10) 씨뿌리기(비탈 씨뿌리기, 직파공, 播種工, 實播工)

초본류와 목본류의 종자를 산복 비탈면과 계단에 직접 파종하는 방법으로 줄뿌리기(斜面條播工), 흩어뿌리기(斜面散播工), 점뿌리기(斜面点播工), 항공파종공법 등이 있다.

가) 파종초목종

사방용 초목종으로의 구비조건은 건조에 강하며 척악임지에 내구력이 강하고 생장이 왕성하며 맹아력이 강하고 한해(寒害), 병충해, 한해(旱害), 온도의 변화 등에 저항력이 강하여야 한다.

목본류 : 리기다소나무, 해송, 리기테다소나무, 낙엽송, 산오리나무, 사방오리나무(남부지방), 물갬나무, 상수리나무, 굴참나무, 졸참나무, 갈참나무, 떡갈나무, 버들나무, 콩과류로서

- 아까시나무, 싸리, 족제비싸리, 칡 등이 있다.
- 초본류 : 국내산으로 안고초, 솔새, 개솔새, 김의털, 산거울, 비수리, 매듭풀, 차풀, 도입종으로 지팽이풀, 인디안풀, 다년생 호밀풀, 능수귀염풀, 보통호밀풀, 켄터키 개미털, 츄잉스 개미털, 눈붉은 개미털, 카펫트풀, 고원겨이삭, 알타개미털, 새나무풀, 비수리 및 쌍색매돕풀 등이 있다.

나) 파종량

파종량의 산출은 입수(粒數)를 표준으로하여 입수환산중량(W)에 의하여 다음공식에 의하여 결정한다.

$$W = \frac{G}{S \times P \times B}$$

※ W=파종중량(g/m²), G=발생기대본수(本/m²)
 S=평균입수(粒/g), P=순량률(%), B=발아률(%)

다) 파종요령

- O 줄뿌리기(줄씨뿌리기, 斜面條播工)
 - 붕괴비탈이나 절·성토비탈, 훼손지비탈 중에서 비교적 경사가 완만하고 토양조건이 좋은 곳이나 계단상에 시공한다. 강우에 의하여 종자의 유실이 적고 발아조건이 좋은 곳에 이용된다.
 - 비탈면에 직고 30~50cm마다 나비 15~20cm의 수평계단을 설치하고 계단안에 10cm정도의 파종구를 파며 그 구덩이에 시비와 객토를 하고 그 위에 파종하거나 비옥한 토양과 비료, 종자 등을 혼합하여 종비토(種肥土)를 만든 후 1,000m당 330 l 씩 넣어준다.
- 흩어뿌리기(흩어씨뿌리기, 斜面散播工)
 - 경사가 완만하고 습윤한 토사의 퇴적지 비탈 또는 절·성토비탈 중에서 토양조건이 양호 한 사면에 시공한다.
 - 비탈다듬기 공사를 하고 부토사(浮土砂)는 전부 정리하여 반드시 견지반(堅地盤)을 노출시킨다.
 - 비탈면에 직고 60cm정도 나비 20~30cm의 수평 계단을 끊는다.
 - 비탈면에는 뽀족한 괭이로 작은 구멍을 무수히 만들고 수평으로 작은 골을 파서 종자의 유심을 방지하다.
 - 종자, 비료와 비토를 혼합하여 종비토를 만든다.
 - 종비토를 비탈면에 골고루 홑어 뿌리고 짚으로 얇게 덮은 후 새끼줄로 고정한다.
 - 식생의 특성별로 구분혼파와 혼합혼파로 구분 파종한다.
 - 파종하는 초·목종 간에는 혼파(混播)를 하는 것이 좋은 것과 좋지 않은 것이 있다.

• 혼파조합 성적표

| 콩과 벼과 | 비수리 | 참싸리 | 아까시나무 | 매듭풀 | 차 풀 | 비고 |
|----------|-----|-----|-------|-----|-----|---------------------------------------|
| 능수귀염풀 | × | Δ | Δ | × | 0 | |
| 지 팽 이 풀 | × | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 인 디 안 풀 | × | Δ | Δ | × | Δ | ×표는 혼파불량 |
| 다년생호밀풀 | × | Δ | 0 | × | 0 | ㅇ표는 양호 |
| 알타개미털 | × | 0 | Δ | 0 | Δ | ○표는 중호 △표는 어느 한쪽이 피압 |
| 안 고 초 | × | Δ | Δ | × | Δ | 조료는 이 _는 한국의 커뮤 또는 좋지 않음 |
| 솔 새 | × | 0 | 0 | 0 | 0 | 그는 중시 당급 |
| 개 솔 새 | × | 0 | 0 | 0 | Δ | |
| 참 억 새 | × | 0 | 0 | × | × | |

- * 자료 : 사방(기술교본), 1973
- 점뿌리기(점씨뿌리기, 斜面点播工)
 - 경사가 비교적 급하거나 완경사지라도 자갈이나 석벽(石壁) 때문에 줄뿌리기가 곤란한 지역에 실시한다.
 - 경사면에 수평으로 파종구덩이를 파서 평면파종상(a)을 만들고 파종하는 방법과 경사면과 평행으로 부토를 긁어 사면파종상(b)을 만들고 파종하는 방법이 있다.
 - 파종구덩이는 ha당 40,000개 내외로 한다.

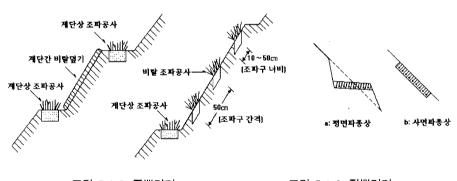


그림 5-1-8. 줄뿌리기

그림 5-1-9. 점뿌리기

11) 나무심기(斜面綠化植栽工,植栽工,植樹工,砂防造林)

사면에 직접 묘목을 식재하여 식생을 조성하는 식생공종이다.

가) 식재수종

사방지 식재수종은 척악임지에서도 생장이 왕성하며 뿌리의 자람이 좋아서 토양의 긴박력이

커야 하고 건조, 한해(寒害), 병충해 등에 적응성이 커야 한다. 또한 갱신이 용이하고 묘목의 대량 생산이 잘 되어 생산비가 적게 들며 토양개량 효과가 있어야 한다.

우리나라에서 식재되고 있는 사방조림수종으로는 리기다소나무, 해송, 물(산)오리나무, 물갬나무, 사방오리나무(남부), 아까시나무, 싸리, 참싸리 등이 주로 사용되며, 상수리나무, 졸참나무, 쪽제비싸리, 보리장나무(남부) 등이 식재된다.

암석산지나 암벽녹화용으로는 병꽃나무, 노간주나무, 눈향나무 등이 있으며, 덩굴식물로는 담쟁이덩굴, 댕댕이덩굴, 등수국, 칡, 등나무, 줄사철나무, 송악, 영국송악, 마삭줄, 인동덩굴 등이 있다.

나) 식재요령

- O 식재시기는 남부지방에서는 2월하순에서 3월하순, 중부지방에서는 3월중순에서 4월상순이 좋다.
- O 식재수좋은 일반적으로 오리나무와 리기다소나무가 무난하지만 산꼭대기의 극도로 척악한 지역에는 오리나무만을 심고 산기슭이나 계단 기타 비교적 비옥한 지역에는 잣나무, 낙엽 송. 참나무, 아까시나무 등 적수를 심는다.
- O 나무심는 구덩이는 대체로 깊이와 지름을 20cm이상으로 파고 객토한 후 일반식재 요령으로 심는다.
- 식재본수는 ha당 4,000~6,000본을 식재하여 일반적으로 리기다소나무 1,000본, 물(산)오리나무 1,500본, 아까시나무 500본, 상수리나무 1,000본을 식재한다.
- 줄떼공 계단식재시 식재거리는 소나무류는 1.0~1.5m, 오리나무류는 1.5~2.0m로 하며 식재 배열은 리기다소나무 2본에 오리나무류 1본이 생장에 양호하다. 계단간 사면에는 주간거리 3m정도로 오리나무류를 식재한다.

(나) 야계사방

1) 기슭막이(기슭매기, 保岸工)

황폐계천에서 유수에 의한 계안의 황침식을 방지하고 산각의 안정을 도모하기 위하여 계류 흐름방향을 따라서 축설하는 계천 사방공종으로서 사용재료에 따라서 돌, 콘크리트, 콘크리트 블록, 돌망대, 바자, 폐타이어, 통나무 기슭막이 등이 있다.

가) 시공위치

유로의 만곡에 의하여 물의 충격을 받는 수충부(水衝部)나 凹岸 또는 붕괴위험성이 있는 수 로변

- O 침식이 심하고 유수의 충돌이 심한 곳에서는 돌, 콘크리트 블록 기슭막이를 채택한다.
- ㅇ 충분히 바닥파기를 하는 것이 원칙이나 바닥막이의 하부천단보다 다소 낮게 축설하는 것이

안전하며 비탈은 1:03~0.5로 한다.

- 계폭이 비교적 넓고 계안(溪岸)비탈이 완하여 유수가 적고 수위(水位)가 낮게 흐르는 개소 는 1:10~15 정도의 기울기로 돌붙임 기슭막이를 시공한다.
- O 모래나 자갈 유출이 적은 소계류에서는 바자 기슭막이를 산복공사 바자얽기에 준하여 시공 한다.
- 기슭막이 기초부의 세굴을 피하여야 하며, 기슭막이 반대편의 계안에 새로운 세굴이 발생 하지 않도록 주의해야 한다.
- 기슭막이 높이는 계획고 수위 이상으로 하여 홍수시에도 월류하지 않도록 해야 한다. 일반 적으로 계획홍수위보다 0.5~0.7m 높게하며 계류 완곡부에서 凹안은 凸안에 비하여 수위가 상승하므로 높이를 더 높게 시공한다.
- 콘크리트 기슭막이는 둑마루 두께 0.3m, 앞면물때 1:0.3, 뒷면물매는 토압에 따라 결정하지 만 대개 수직으로 한다. 뒷채움자갈은 일반적으로 m²당 0.2~0.3m³를, 물빼기 구멍은 지름을 3cm정도로 하고 2~3m²에 1개소를 표준한다. 신축에 의한 균열을 방지하기 위하여 10m마다 신축(伸縮)줄눈을 설치한다.
- O 돌망태 기슭막이의 기울기는 1:05이상으로 하며 낮은 기슭막이인 경우는 2단 또는 3단으로 쌓고 말뚝으로 고정하며 높은 경우에는 횡(横)으로 쌓아 견고도를 높인다.



그림 5-1-10. 게다블록 기슭막이

2) 바닥막이(바닥매기, 保床工, 床固工)

황폐된 계천(또는 야계 ; 소하천)바닥의 종 침식방지 및 바닥에 퇴적된 불안정한 토사석력의 유실을 방지하기 위하여 계천을 횡단하여 설치하는 계천 사방공종으로서 「사방댐」이나 「골막 이 시설물보다 높이가 낮으며 사용재료는 주로 콘크리트와 돌을 이용하나 경우에 따라서 콘크 리트 블록, 돌망태, 통나무, 바자, PNC판, 섶다발 바닥막이로 시공한다.

바닥막이와 바닥막이 사이에 낮은 바닥막이(帶工,帶床工)를 설치하기도 하는데, 이는 바닥막이 시설물보다 높이가 낮아 계천바닥에 현저히 올라오지 않는 것이 특징이다.

가) 시공위치

- ㅇ 계상이 낮아질 위험이 있는 지역과 지류(枝流)가 합류되는 지역하류
- O 종침식과 횡침식이 발생되는 지역하류
- O 계상 궁곡부의 하류

나) 시공요령

- 유수방향에 직각으로 설치한다.
- O 만곡부에서는 하류를 향하여 직각으로 설치한다.
- 바닥파기는 견지반이 나올때까지 충분히 파야하며 계통적일 경우 하류의 바닥막이 천단부 까지 한다.
- 계상에 현저히 돌출되지 않도록 하며 목적에 따라 3,0m내외로 하며 물받침이나 수직벽을 설치함 때에도 총 낙차가 3.0~3.5m를 초과하지 않도록 한다.
- 수통부(水通部)의 폭은 계천폭과 같게 하거나 다소 좁게 한다. 계천 폭과 같게 할 경우에 는 바닥막이 공작물의 하류쪽 둑쌓기를 넓게 할 때이며 일반적으로 많이 시공한다.
- ㅇ 바닥막이 어깨부는 제방의 제내지(堤內地)둑 어깨의 위치까지 들어가도록 시공한다.

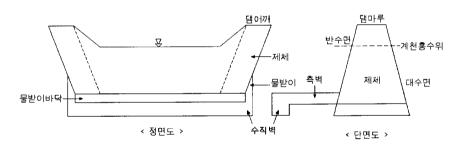


그림 5-1-11. 콘크리트 바닥막이(保床工)

3) 수제(水制,制水기슭매기,制水保岸工)

수제공은 한쪽 또는 양쪽 계안으로부터 유심(流心)을 향하여 적당한 길이의 방향으로 돌출한 공작물을 설치하므로서 유심의 방향을 변경시켜서 계안의 침식을 방지하고 기슭막이 공작물의 세굴을 방지하는 공작물이다. 사용재료에 따라서 돌, 돌망태, 콘크리트 수제공이 있다.

가) 시공위치

계상폭이 넓고 계상물매가 완만한 황폐계류

나) 시공요령

- O 수제는 흐름에 대한 장애를 될 수 있는 한, 작게하기 위하여 간단하고 유지보수가 쉬운 구조로 한다
- 불투과수제는 흐름에 대한 저항이 크고 수제의 목적에 어긋나는 일이 많으므로 될 수 있는 데로 투과수제를 사용한다.
- O 적은 수의 길고 큰 수제보다 많은 수의 짧은 수제가 효과적이다.
- O 수제군에 있어서는 개개의 수제가 흐름에 대한 저항을 균등하게 받도록 한다.
- O 내구성이 큰 재료를 선택한다.
- O 호름을 크게 교란하지 않도록 하고, 공고한 것보다 유연하게 흐름에 저항하도록 한다.
- O 상류층 수제는 투과수제로 하여 각 수제가 동일한 수층을 부담하도록 한다.
- 상류의 수층이 심한 부분은 파손되기 쉬우므로 다른 부분에 비하여 낮고 투과성이 높은 구 조로 하다.
- O 수제의 높이는 최고수위로 하고 끝부분을 다소 낮게 설치한다.
- 수제길이는 보통 계폭의 1/3이하로 하며 수제간의 간격은 수제길이의 1.25~4.5배로 하지만 직류부, 곡류부의 凸부, 직선부, 凹부의 순서로 간격을 작게 한다.
- O 상향수제는 직선부에서는 10~15°, 凹안부에서는 5~15°, 凸안부에서는 0~10°로 한다.

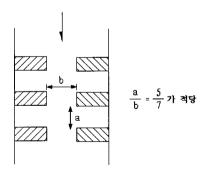


그림 5-1-12. 수제공

4) 둑쌓기(둑매기 築堤工)

유수를 일정한 유로로 안전하게 유출시키고 범람(氾濫)을 방지하기 위하여 계류 양안에 흙으로 둑을 만드는 공사를 말한다.

가) 시공위치

일정한 유로가 형성되어 있지 않은 계천

나) 시공요령

- 일반적으로 제방은 흙으로 축조한다. 흙쌓기용으로 모래와 점토가 약 1:4의 비율로 혼합한 것이 좋으며 흙쌓기 할 곳은 나무뿌리와 같은 것은 제거하고 지반을 파서 둑과 밀착되도록 하다
- 제방 법선은 홍수시의 유황(流況), 하도의 현황, 주변의 토지이용, 자연경관 및 환경, 공사비 등을 고려해 결정하며 될 수 있는 한 홍수류의 주방향에 따르는 원활한 곡선으로 한다.
- 둑높이는 계획홍수위(計劃洪水位)보다 0.5~1.0m 높게 한다.
- 둑마루(天端幅)는 용도 및 시공규모에 따라 1~3m 폭으로 하고 대수 및 반수면 비탈은 대체로 다음과 같은 기준으로 시공한다.
- O 좌우 양쪽둑은 수평이 되도록 한다.
- 견고한 기존 제방(堤防)이 있으면 가급적 이를 이용한다.
- 바깥비탈면에 기슭막이를 시공하지 않은 경우에는 홍수위 까지 떼붙이기를 하고 여유고(餘 有高)부분은 줄떼다지기를 한다.

표 5-1-1. 둑쌓기 높이별 물매 및 천단폭

| 둑높이(m) | 반수면비탈(할) | 대수면비탈(할) | 천단폭(m) |
|---------|----------|----------|---------|
| 1.0 | 1,3 | 1.0 | 0.7~1.0 |
| 1.1~2.0 | 1,5 | 1.3 | 1.0~1.5 |
| 2.1~3.0 | 2,0 | 1.5 | 1.5~2.0 |
| 3.1~5.0 | 2.5 | 2.0 | 2.0~3.0 |

* 자료 : 토양보전편란 1961

- 둑쌓기의 흙이 모래, 자갈일 때에는 떼붙이기 전에 객토를 한다.
- 수로단면은 조건이 허락하는 한 넓게 얕게 직선으로 하는 것이 좋으며 곡선일 때는 홍수시
 유수의 방향에 따라 완만한 곡선을 채택하는 것이 유리하다.
- 하천의 내수(內水)쪽에서 제방의 직고가 6m이상인 경우 둑마루로부터 3~5m이하마다, 하천의 외측에서 제방의 직고가 4m 이상인 경우 둑마루로부터 2~3m이하마다 턱(小段)을 설치하고 그 나비는 02~03m로 한다
- 흙쌓기 제방의 침하량을 고려하여 흙쌓기할 때 계획높이보다 더 높게 쌓아야 하는데 이것을 "더돋기"라고 하며 여유고에는 포함되지 않는다. 더돋기는 전 단면에 대하여 실시해야 하며 제방의 후면은 빗물의 표면배수를 원활히 하기 위하여 10%정도의 횡단경사를 두어야한다.

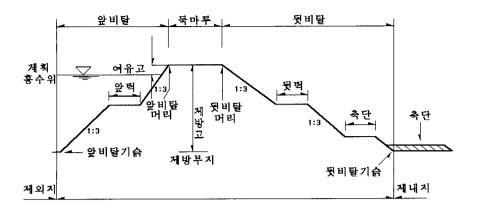


그림 5-1-13. 둑쌓기단면의 구조와 명칭

5) 사방댐(보매기, 보막이, 堰堤工)

사방댐은 황폐계류상에서 종·횡침식으로 인한 돌, 자갈, 모래, 흙 등과 같은 침식 및 붕괴물질을 억제하여 산사태로 인한 토석류 피해를 저지하기 위하여 계류를 횡단하여 설치하는 공작물이다. 사방댐은 계상물매를 완화하고 종침식을 방지하는 작용, 산각을 고정하여 붕괴를 방지하는 작용과 계상이 퇴적한 불안정한 토사의 유동을 방지하여 양안의 산각을 고정하는 작용 등 3가지의 기능을 지니고 있다.

구축재료에 따라 돌댐, 콘크리트댐, 철근콘크리트댐, 강제(鋼製)댐, 돌망태댐, 통나무댐, 흙댐, 혼합쌓기댐 등이 있다.

가) 시공위치

사방댐의 위치는 그 설치목적에 따라 다르나 원칙적으로 다음과 같은 위치에 설치한다.

- O 계상의 양안에 암반이 있는 지역
- 상류부의 계폭이 넓고 경사가 완만하며 댐자리는 좁은 장소
- 지류(支流)의 합류점 부근에서는 합류점의 하류부

- ㅇ 바닥파기는 견지반이 나올 때까지 충분히 판다.
- O 상수(常水)가 거의 없고 계상에 토사가 많이 퇴적되어 토층이 깊고 석재가 적은 계천에서 는 흙댐을, 상수가 적고, 석재공급이 어려운 암반노출 계천에서는 돌・흙 혼합쌓기댐을 설치한다.
- O 찰쌓기를 할 때에는 3m²당 1개의 배수구(排水口)를 설치한다.
- 대수면의 비탈은 돌, 콘크리트댐에서는 수직으로 하거나 1:0.1~0.2로 하고 흙 또는 혼합쌓 기댐에서는 1:1~2로 한다.

- 반수면의 비탈은 돌, 콘크리트댐에서는 1:0.2~0.3, 흙댐에서는 1:1.0~1.5로 한다.
- O 댐의 방향은 유심선의 접선에 직각되게 설치한다.
- O 댐의 높이는 시공목적, 지반(地盤)의 상황, 계획물때, 시공지점의 상태 등을 고려하여 결정 한다.
- 계획물매는 현 계상물매의 1/2~2/3을 표준으로 하나 유역인자에 의한 계획물매 추정표를 이용하는 것이 좋다.
- 방수로의 위치는 댐 반수면의 끝부분, 물받침부위와 암반의 지질, 댐 축설지점의 상하류 양 안의 상태 등을 고려하여 결정하는데, 축설지점의 암반인 쪽에 설치하며 암반이 없는 경우 는 중앙부에 설치하다.
- 방수로의 형상은 일반적으로 사다리 끝을 많이 이용하며 방수로 양옆의 물매는 1:1 즉 45° 를 표준으로 한다.
- O 방수로의 크기는 일반적으로 최대홍수유량(합리식)에 의하여 결정하는데 될 수 있는 한 해 당되는 계류의 홍수위 흔적을 대조하여 결정한다. 그러나 규모가 작은 치산댐에서는 비류 량(比流量, Specific discharge)에 의하여 측정하는 것이 편리하다.
- 댐어깨부분은 월류되지 않는 것을 원칙으로 하여 계획홍수위 이상의 안전한 높이로 한다. 댐 어깨 부분은 암반인 경우 1~2m, 토사인 경우에는 2~3m를 양안에 넣어야한다.

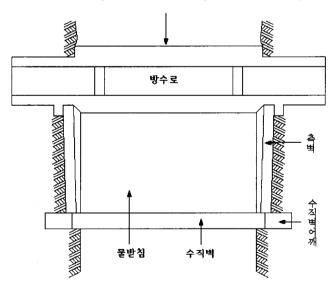


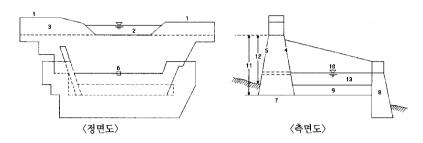
그림 5-1-14. 물받침공사의 수직벽과 측벽

○ 중력댐의 전도(轉倒)에 대한 안정조건은 합력(R)작용선이 제저(堤底 CD)의 중앙 1/3보다 하류축을 통과하면 댐몸체의 상류측에 장력(張力)이 생기므로 합력작용선이 제저의 1/3내 를 통과해야 한다.

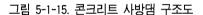
- 물빼기구멍(排水孔, 水拔孔, 水拔口)의 크기・수 및 설치위치는 설치목적에 따라 결정하지 만 좁은 계곡에서는 댐 아래쪽의 계상선(溪床線)에 1개만을 설치하고 계폭이 넓을 때에는 주류(主流)가 변화하므로 몇 개소에 설치하는 것이 좋다.
- O 댐의 반수면 하단의 세굴을 방지하기 위하여 물받침(水卵工), 앞댐(副댐), 막돌놓기(拓石) 공사를 해야 한다.
- 물받침(물받이) 공사의 물매는 계상물매에 준하며 물받이의 끝돌림(수직벽)의 근입(根入) 김이는 물받침보다 적어도 10m이상 김게 하여야 한다.
- 물반침 두께는 보통 0.5~1.5m로서 댐의 높이가 5m일때는 0.5~1.0m, 댐의 높이가 10m일때는 1.5m로 하며 두께가 1.25m이상일 경우에는 물방석(水梅工, Water cushion)을 설치한다. 물방석의 깊이는 보통 0.3~1.0m를 표준으로 하고 높은 댐에서는 2.0m내외로 한다.
- 댐의 측벽은 방수로 어깨의 수직선보다도 외측 0.5~1.0m 이상의 후방에 기초를 두어야 하며, 측변 하류단(下流端)의 천단고를 원칙적으로 부(副)댐의 어깨높이와 같게 하며, 천단 두께는 0.3~0.5m를 표준으로 한다.
- 본댐과 앞댐은 종단적(縱斷的)으로 중복되어야 한다.
- O 메쌓기댐 높이는 4m를 최대로 하며 둑마루나비(천단폭)는 댐높이의 1/2정도로 하고 기울 기는 1:03~0.5로 한다.
- O 혼합쌓기댐(Mixed masonry dam)을 설치할 때에는 석축은 메쌓기로 하고 제관(堤冠) 및 반수면 반수로 부분만은 찰쌓기로 해야 한다. 댐높이는 5m전후로 하고 댐마루나비는 0.5~3.0m, 물매는 1:0.3~0.5로 하는 것이 좋다.
- O 홁댐은 석회2화토(石灰二和土) 또는 점토로 내심벽(心壁, Core wall) 또는 방수로 부분에 외심벽을 만든다. 내심벽은 방수로까지 들어가도록 하고, 위 넓이는 제관넓이의 1/2로, 외심 벽의 기초로 돌 또는 콘크리트로 축조한다.
 - 사방용 흙댐의 높이는 보통 높이 2~5m, 댐마루나비는 (댐높이/5)+1.5m로 한다.
- 방수로는 돌붙이기나 콘크리트붙이기를 하며 때로는 댐 밑부분을 보호하기 위하여 물받침 을 설치하기도 한다.
- 통나무댐은 질이 좋은 석재가 없고 운반이 불편한 곳에서 적당하지만 안정도가 낮고 부패 하기 쉬우므로 별로 시공하지 않는다. 높이는 4m이하로 한다.
- O 돌망태댐은 돌망태의 유연성을 이용하여 돌망태를 조립하고 축설하는 댐으로 땅밀림지대, 산사태지 등 연약지반에 설치하면 효과적이다. 터파기는 1m정도로 하고 말뚝으로 이것을 유지해야 하며 높이는 3m이하로 한다. 철선 등이 부패하기 쉬워 내구성이 낮으므로 지반이 안정되면 콘크리트로 피복하는 것이 좋다
- O 콘크리트 틀댐(Concrete crib dam)은 콘크리트블록으로 틀을 만들고 내부에 호박돌을 채워 축설하는 댐으로 모래와 자갈이 많은 야계에서 이용된다. 댐의 높이는 3~5m로 한다.
- O 호박돌 콘크리트댐은 거푸집을 사용하여 내부에 호박돌 콘크리트를 채워 축설하는 댐으로 상하류면과 댐마루(천단)를 표면콘크리트로 10cm정도 바르고 기초바닥에도 15~20cm의 기

초 콘크리트 치기를 한다.

○ 강제(鋼製) 틀댐은 종래의 틀구조(기성 콘크리트 틀)에서 나타나는 탄력성의 부족을 탄성 이 큰 강제를 이용하고 연결부분을 핀구조로 함으로써 구조물의 탄력성을 개선하려는 공법 이다. 시공이 용이하고 공기(工期)가 단축되며 경제적이다.



1. 댐둑마루 2. 방수로 3. 댐둑어깨 4. 반수면 5. 대수면 6. 물빼기구멍 7. 댐둑밑 8. 앞댐 9. 물받이 10. 측벽 11. 댐높이 12. 댐유효높이 13. 물방석(water cushion)



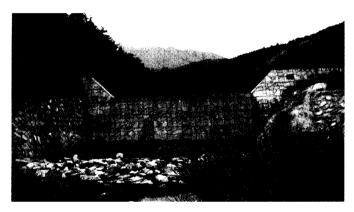


그림 5-1-16. 콘크리트 사방댐

(다) 해안사방

1) 모래쌓기(퇴사울세우기, 퇴사울타리, 堆砂工, 堆砂垣工)

모래쌓기(퇴사울세우기)는 바다 쪽에서 불어오는 바람에 의하여 날리는 모래를 억류하고 퇴적시켜서 사구를 조성하는데 그 목적이 있다. 모래언덕은 보통 바다 쪽에 설치하는 앞모래언덕 (前砂丘)과 그 뒷쪽에 설치하는 주사구(主砂丘)로 구분되며 사용재료에 따라서 판자, 섶, 대나무퇴사울타리로 구분한다.

가) 시공위치

앞모래언덕은 비사의 정도 파랑(波浪)의 강약, 조류(潮流)의 고저, 해안의 경사 등을 고려하여 모래언덕의 앞바닥(前脚)이 피해를 보지 않는 장소에 설치하며 주사구(主砂丘)는 앞모래언덕의 위치를 결정한 다음 육지쪽의 지형을 고려하여 결정하지만 완전히 발달한 사구를 조성하기 위한 사구간의 간격은 양사구 고저차의 40배 이상으로 한다.

- 주풍방향이 해안선과 직교한 경우에 울타리의 방향은 주풍방향에 직각으로 설치하는 것이 원칙이나, 그렇지 못한 경우에는 주울타리(主垣)에 보조울타리(補助垣)를 설치하여 바람받 이 쪽의 물매를 수정한다.
- 울타리의 높이는 보통 0.7m~1.0m으로 하고 정상(頂上)은 수평이 되도록 한다.
- O 모래언덕을 몇 열로 배치하는 해안에서는 앞모래언덕(Fore Dune)의 정상과 육지 쪽에 있는 자연사구의 정상과 연결되는 직선상에 주사구(主砂丘)의 정상이 위치하도록 사구의 높이를 결정하는 것이 좋다.

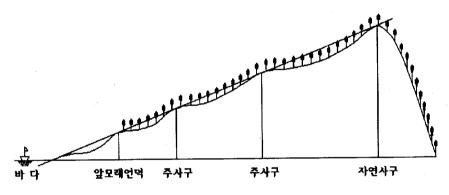


그림 5-1-17. 앞모래언덕과 주사구의 배치

- O 퇴사울타리는 통풍성(通風性)은 있어도 굴요성(屈撓性)이 없는 재료가 좋으며 통풍 비율은 보통 1:1정도로 시공한다.
- 참나무, 소나무, 낙엽송 등의 갱목을 땅속에 박고, 횡목이나 죽재를 울타리 높이에 따라 2 ~3단으로 만들고 섶, 갈대, 참억새, 대나무 등의 재료로 높이 1m정도의 퇴사울타리를 만든 다.
- 퇴사울세우기에 의하여 조성된 사구가 바람에 의하여 침식이 우려되는 지역은 사구의 꼭대기에 높이 40~60cm의 구정바자얽기(丘頂編栅工, Wicker works on sanddune)를 축설한다. 구정바자얽기 시공방법은 산지사방에서의 바자얽기 시공요령에 준하나 풍혈(風穴)이 생기지 않도록 20cm정도를 땅속에 묻어 두어야 하며 바자의 꼭대기는 반드시 수평으로 설치해야 한다.

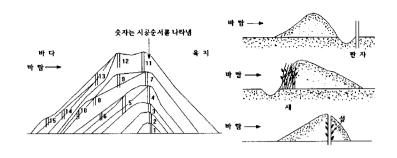
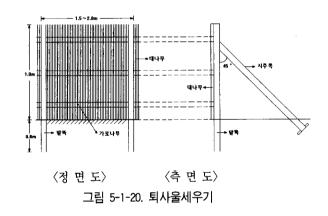


그림 5-1-18. 퇴사울타리의 시공순서

그림 5-1-19. 퇴사울타리 재료별 퇴사상태



2) 모래덮기(覆砂工. 伏工)

모래쌓기(퇴사울세우기) 또는 인공모래쌓기공법에 의하여 조성된 사구가 식생에 의하여 피복 될 때까지 사구의 표면에 갈대발이나 거적, 새, 섶, 짚 등을 깔고 덮어서 수분을 보존하며 비사 를 방지하기 위하여 시공되며 사용재료에 따라서 소나무섶, 갈대, 짚모래덮기 공법이 있다.

가) 시공장소

퇴사울 세우기 또는 인공모래쌓기 공법에 의하여 이미 조성된 사구

- ㅇ 사구의 표면을 정지(整地)한다.
- O 섶이나 짚 또는 갈대를 풍하(風下)에서 풍상쪽으로 표면에 밀착시켜 덮어나가며 그 위에 대나무와 새끼 등으로 견고하게 고정시킨다.
- 섶의 밑부분 또는 지조(枝條)의 밑(根元)은 풍상(바람받이쪽)에 끝(先端)은 풍하(바람의지쪽)를 향하게 하며 제1열 지조의 끝이 제2열 지조의 선단에 의해 덮이도록 시공한다.

- O 바람이 강한 지역에서는 각 열을 따라 나무가지 또는 간벌재를 올려놓고 갈고리형의 말뚝 을 박아둔다.
- O 나무가지의 덮는 밀도는 바람의 강약과 비사의 정도에 따라 가감한다.

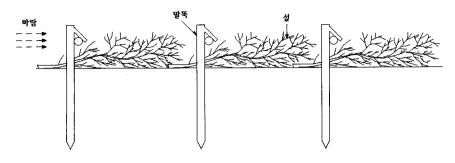


그림 5-1-21. 섶모래덮기

3) 모래안정공사(정사울세우기, 靜砂울타리, 靜砂工, 靜砂垣)

앞모래언덕(前砂丘)축설 후 그 후방지대에 풍속을 약화시켜서 모래의 이동을 막고 식재목이 잘 자랄수 있도록 환경을 조성하는 목적으로 시행하는 공법이다. 이 공법은 모래덮기공법과 사초(砂草)심기공법을 병용하여 시공한다.

또한 토양고결제(土壤固結劑)나 표면처리제(表面處理劑)를 사용하여 지표면을 고정하기도 한다. 사용 재료로 볏짚, 보릿짚, 갈대, 섶, 억새류 등이 있다.

가) 시공위치

앞모래언덕의 후방

- 모래안정공사(정사울타리)는 한 변이 7~15m의 정사각형이나 직사각형으로 구획하고 그 한변(직사각형의 경우는 긴변)을 주풍향에 직각으로 설치한다.
- 정사울타리의 높이는 1.0~1.2m를 표준으로 하고 20cm정도를 모래에 묻어야 하며 시공구조 는 퇴사울타리와 대체로 비슷하다.
- 정사낮은울 세우기(靜砂立工)는 정사울타리 공법과 같은 목적으로 정사울타리 내부 구역을 작은 구역(2~4m의 정사각형 또는 직사각형)으로 구획하며 울타리 높이는 30~50cm, 통풍비는 1:1로 시공한다.
- O 정사울을 설치한 다음에 구획내부에 ha당 10,000본의 묘목을 식재한다.

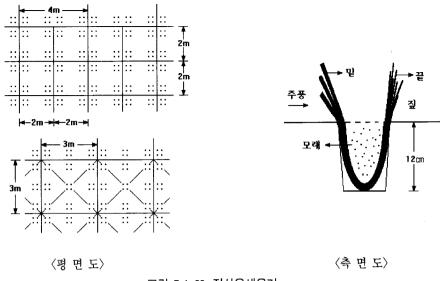


그림 5-1-22. 정사울세우기

4) 사초심기(砂草植栽工)

퇴사울타리와 정사울타리가 부식된 후 이들의 기능을 보충하기 위하여 화본과(禾本科), 사초과(莎草科) 또는 국화과(菊花科) 등에 속하는 초본류 중 내풍성, 내염성이 강하고 퇴사에 의한 매몰, 건조, 더위에 강하여 모래땅에서 잘 생육하는 사초(砂草)를 식재하여 사면을 피복 비사를 고정하는 공법이다.

가) 식재사초

모래의 퇴적으로 말라죽지 않고 기는 줄기나 땅속줄기가 잘 뻗어 많은 가지를 발생하며 모래 층을 잘 긴박해야 한다.

- O 화본과: 갯 개고리풀, 갯쇠보리, 새, 솔새
- ㅇ 사초과 : 보리사초, 통보리사초, 솔보리사초, 행부자(숨복사지)
- 국화과 : 갯 쑥부장이, 갯쑥, 갯씀바귀, 갯상근, 갯메꽃, 갯질경, 모래지치, 갯보리, 큰개미자리, 자귀풀
- ㅇ 콩과 : 갯완두
- O 도입 품종: American beach grass, Weeping love grass, Switch grass

나) 식재방법

사초를 식재하는 방법에는 다발심기(把植), 줄심기(列植)와 망심기(綱植)등이 있다.

O 다발심기 : 사초를 4~8포기씩 모아 한 다발로 만들고 30~50cm간격으로 심는다. 심는 묶음 모양을 둥글게 할 경우 둥근다발심기(丸把植)라 하고 편평하게 할 경우 넓적다발심기

(平把植)라 한다.

- 줄심기 : 1~2주씩 1열로, 주(株)간거리 4~5cm, 열간거리 30~40cm으로 심는데 줄심기의 줄 방향은 주풍방향에 직각으로 배치한다.
- O 망심기: 사초를 마치 바둑판의 눈금같이 종횡으로 줄심기하여 모래의 이동을 방지하도록 배치한다. 망구획크기는 2m×2m로 하고 때로는 망심기 내부에도 사초를 심는다. 이것을 사이심기(間植)라 한다. 일반적으로 바람받이쪽에는 망심기를 하며 바람의지쪽에는 줄심기를 한다.

5) 모래언덕 조림(海岸砂地造林)

해안 모래언덕을 조속히 산림으로 조성하기 위해 적정수종을 선정·조림한다.

가) 조림수종

모래언덕 조림에 적당한 수종의 특성은 양분과 수분에 대한 요구가 적고 온도의 급격한 변화와 강한 바람에 잘 견디어야 한다. 또한 생장이 왕성하며 낙엽, 낙지 등에 의하여 지력을 증진시킬 수 있는 수종이 적당하다.

일반적으로 식재되는 수종으로는 해송, 소나무, 섬향나무, 노간주나무, 보리장나무, 순비기나무, 자귀나무, 사시나무, 떡갈나무, 해당화, 아까시나무, 팽나무 등이 있는데, 이중에 3~4년생의 해송과 아까시나무 등이 가장 많이 심어지고 있다.

나) 식재방법

- O 식재묘목은 산지사방 조림에서보다 대묘를 사용하는 것이 좋으며 객토(客土)로 부식토와 같은 비옥한 흙을 한 구덩이당 1~3 *l* 씩 넣어 모래와 잘 섞은 후 조림한다.
- O 수분증발을 방지하고 토양 양료 공급을 위하여 짚이나 녹비(綠肥), 퇴비(堆肥), 울타리재료 의 부스러기 등을 묘목 1본당 400g정도 씩을 모래속 깊이 20~30cm 깊이에 묻어둔다.
- 모래의 이동과 수분증발은 방지하기 위하여 식재목의 주위(1본당 300g)나 전면(ha당 6,000 ~10,000kg)에 볏짚을 덮어주기도 한다.
- O 바람이 심한지역에는 지주목을 세우거나 보호재를 설치(衝立工法)하여 묘목을 보호한다. 보호재는 묘목에서 15cm정도의 거리에 세우고 나비 30cm정도, 높이 40cm정도 되게 한다.

(라) 조경사방

1) 격자를 붙이기(비탈격자를 붙이기)

경사가 급한 사면에서 침식을 방지하고 사면을 녹화하기 위하여 사면전반에 시공하는 비탈안 정 녹화공종으로 사면주변의 지형, 지질, 위치적인 환경 또는 근접 구조물과의 미관적 조화를 고려하여 시공해야 한다. 사용재료에 따라 콘크리트 블록, 합성재블럭, 철재와 통나무격자를 붙이기 공법이 있다.

가) 시공장소

비탈물매가 급하고 토질이 불량한 사면

나) 시공요령

- O 토압과 지형을 고려하여 토목적인 설계를 한다.
- O 붕괴 우려가 있는 성토사면에서는 기초공작물을 견고히 한 후 계통적으로 격자틀을 조립한 후 각 격점(格点)에는 미끄러지지 않도록 철핀(완구배사면), 록볼트(암반사면) 또는 앵커 (불안정한 심층사면)를 박고 콘크리트로 채우다.
- O 기초공사의 천단은 워칙적으로 수평이거나 직선이 되도록 시공해야 한다.
- O 사면전면에 걸쳐 시공하여야 효과적이며 수평으로 설치하는 것이 원칙이지만 경사면인 경 우에는 지형에 따라야 한다.
- 틀내 흙의 표면을 보호하기 위하여 비탈면의 특성에 따라 틀안에 식생공, 잡석이나 콘크리트 등의 부착공, 콘크리트 등의 뿜기공 등이 이용된다.

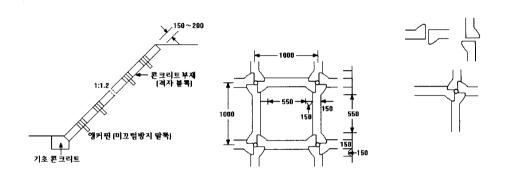


그림 5-1-23. 절토사면의 시공예

2) 힘줄박기(블록형 틀붙이기, 비탈 힘줄박기)

정상적인 큰크리트 블록으로 된 격자를 붙이기 공법으로 처리하기 곤란한 사면에 현장에서 직접 거푸집을 설치하고 콘크리트 치기를 하여 사면안정을 위한 뼈대(힘줄)을 만들어 그 안을 작은 돌이나 흙으로 채우고 녹화하는 비탈면 안정공법이다. 힘줄박기의 시공모양에는 사각형, 삼각형, 계단상수평띠의 모양의 틀이 있다.

가) 시공장소

지질도양구조가 석력이 많은 불안정한 사면이거나 지하수 또는 누수에 의하여 침식이 심한 사면

나) 시공요령

O 기초를 튼튼히하여 콘크리트 힘줄이 침하되거나 파괴되지 않도록 주의하고 경관미를 위해

서는 콘크리트 힘줄간격이 넓어야 한다.

○ 사면 전지역에 시공하는 것이 효과적이며 기타 사항은 격자를 붙이기와 동일하다.

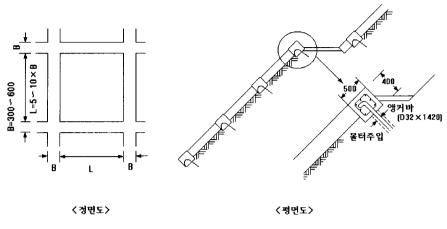


그림 5-1-24. 콘크리트 힘줄박기

3) 콘크리트 블록쌓기(콘크리트 블록 積工)

비탈면의 안정을 도모하기 위하여 각종 쌓기용 콘크리트 블록을 흙막이공법과 같은 시공요령으로 블록쌓기를 하는 비탈면 안정공법이며 블록의 면모양은 정방형 또는 다각형이다. 길이는 35~45cm 이며 스톤블록, 킹견치블록, 게다블록, IC블록, 일자블록 등이 주로 많이 활용되고 있다.

가) 시공장소

물매가 1: 0.5 이상인 비탈면

나) 시공요령

- O 쌓기높이는 보통 3m 이내로 시공하는데 높이가 높은 경우는 벽면의 안정을 위하여 단위면 적당 중량이 큰 것과 뒷 길이가 충분한 것을 선택한다.
- 0 기타 시공요령은 돌 옹벽쌓기와 동일하다.

4) 돌 붙이기(斜面張石工)

사면이 풍화, 침식, 박리(剝離) 또는 붕괴현상 등이 현저하여 녹화공사가 곤란하고 다른 공법으로서도 안정녹화공사가 부적당한 경우에 시공되는 비탈안정공종으로 사용재료에 따라 돌, 콘크리트블럭 불이기가 있다.

가) 시공장소

식생조성이 곤란한 경사 45°이하의 사면

나) 시공요령

- O 돌붙이기 전에 기초공사를 반드시 해야 한다.
- O 풍화하기 쉬운 암반비탈면에는 콘크리트를 발라서 암반의 풍화를 방지한다(콘크리트 붙이기. Concrete Pitching Works).
- O 석재대용으로 콘크리트 블록을 널리 이용한다.

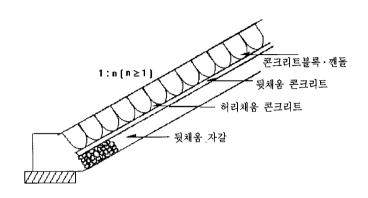


그림 5-1-25. 돌 붙이기

(마) 예방사방

1) 속도랑내기(暗渠工)

붕괴위험사면 주위로부터 유입되는 얕은 층의 지하수를 배제하거나 강우 및 융설수의 침투에 의한 심층지하수의 증가를 방지하기 위하여 시공하며 주로 자갈속도랑, 돌망태 속도랑, 집수관 (有孔管)속도랑 공사를 한다.

가) 시공장소

얕은층 지하수를 효율적으로 배제할 수 있는 凹지(사면경사 변환점)

- 속도랑의 깊이는 깊을 수록 효과적이지만 굴착으로 토괴가 이동할 위험이 있으므로 2m 이 내로 하는 것이 일반적이다.
- 속도랑관의 재료는 땅밀림 이동에 의한 지반변동으로 절손되지 않아야 하며 만일 절손되어 도 집수된 물이 재차 지층에 침투되지 않도록 속도랑 밑 부위에 방수시트를 깔아주어야 한다.
- O 지표수도 흡수할 수 있도록 시공하는 경우에는 지표까지 자갈이나 조약돌 등으로 채우며 지표수가 많은 지역에서는 속도랑병설 배수공(明·暗渠工)을 시공한다.
- O 속도랑의 흐름끝 부위는 집수통에 연결하여 지표수로를 통하여 유하시킨다.

- 땅밀림 지대와 같이 지반이 불안정한 곳이나 급경사지에서는 외력에 대하여 속도랑의 유지를 위하여 돌망태 속도랑을 시공한다.
- O 집수관 속도랑은 배수관(管)에 집수될수 있는 구멍을 뚫어서 묻는다.

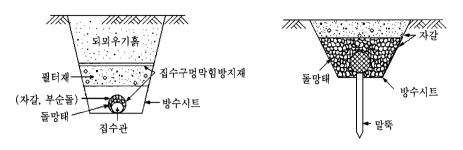


그림 5-1-26. 속도랑

그림 5-1-27. 지표수를 흡수하는 속도랑

2) 보링 속도랑내기(보링수로공)

지상에서 보링(Boring)에 의하여 붕괴위험지내에 분포하고 있는 지하수를 배제시키는 공법이다.

가) 시공장소

굴착에 의한 속도랑내기 공사로는 배제할 수 없는 지하수(帶水層)가 넓게, 얕게 분포되어 있거나 깊은 지하수(피압지하수)가 있는 지역

- 속도랑 공구(孔口)의 위치는 지하수의 위치와 압력수두(壓力水頭)의 저항량을 감안하여 굴 진길이가 가장 짧도록 해야 한다.
- O 굴진방향(穽空角度)과 보링의 구경(口徑)은 대수층의 분포 및 지하수의 유동방향, 굴진의 난이도를 감안하여 가장 효과적으로 집수될 수 있도록 결정한다.
- 보링의 구경(□徑)은 일반적으로 66~100mm을 많이 이용하며 길이는 땅밀림지역에서는 50~60m가 적당하다.
- O 보링공(孔)은 경질 염화비닐관 또는 가스관을 삽입하여 보호하며 보공관(保孔管)의 집수구 관에 해당하는 부분은 여과가 될 수 있도록 가공해야 한다.
- 보링속도랑의 공구(孔口)는 주위의 토사가 붕괴되지 않도록 조치하여야 하며 흐름끝부분에 는 배수관 지하수가 지중에 재침투되지 않도록 수로에 연결시켜야 한다.
- O 굴진물매는 원칙적으로 앙각(仰角) 5°이상으로 하며 지하수대를 관통하여 집수구간이 가급 적 길게 되도록 계획하여야 한다. 높은 수압을 가진 지하수일 경우에는 굴진물매를 부각 (俯角)으로 천공할 수도 있다.

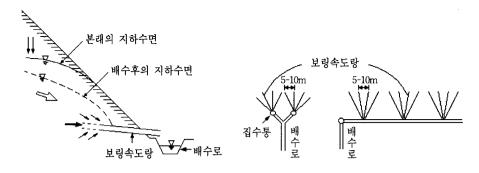


그림 5-1-28. 보링속도랑내기 배치도

그림 5-1-29. 보링속도랑내기 단면도

3) 누름 흙쌓기공(押盛土工, 성토다지기)

땅밀림을 방지하기 위하여 땅밀림 비탈의 말단부에 흙쌓기를 하여 땅밀림 추력(推力)을 경감함을 목적으로 시공한다.

가) 시공장소

땅밀림구역 하단부

나) 시공요령

- 땅밀림 말단부에 흙막이를 시공한 후 이것을 기초하여 배토공으로부터 생산된 토사로 홁쌓 기 공사를 한다.
- O 흙쌓기 구역 및 두께는 가장 효과적으로 땅밀림 추력을 경감하고 흙쌓기 하부의 비탈이 홁 쌓기의 영향에 의해서 땅밀림을 발생하지 않도록 결정해야 한다.
- 흙쌓기 물매는 1 : 1.8~1 : 2.0을 표준으로 하며 원칙적으로 흙쌓기의 직고 5m마다 너비 1 ~2m의 계단을 설치해야 한다.
- O 홁쌓기 비탈면에는 녹화공사를 한다.
- 배토공 및 누름 흙쌓기공사는 산사태(땅밀림)위험성이 연속적인 지역에서는 새로운 산사태 를 유발할 우려가 있으므로 시공시 주의를 요한다.

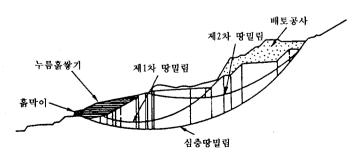


그림 5-1-30. 누름 흙쌓기공사(押盛土工)단면도

4) 축대벽(축대벽쌓기, 擁壁)

땅밀림지역이나 붕괴우려지역에 토압을 고정하여 붕괴를 방지하기 위하여 시공하는 공작물이다. 사용재료에 따라 돌. 콘크리트. 콘크리트블록 축대벽 등이 있다.

가) 시공장소

붕괴위험지 하부 등 토압이 커서 다른 공작물로서 안정을 기대할 수 없는 지역

나) 시공요령

- O 축대벽은 전도(轉倒)와 미끄러짐에 안전하고 기초지반에 작용하는 최대압력이 지반의 허용 지지력을 초과하지 않아야 한다.
- 축대벽의 높이는 토심에 따라 다르나 통상 4m 이하로 하고 산허리 사면에 시공할 경우에 는 2m 내외로 시공한다.
- 돌 축대벽과 콘크리트 축대벽의 기타 시공방법은 각각 돌, 콘크리트기슭막이 시공기준에 준한다.
- O 중력식 축대벽은 축대벽자체의 자중(自重)이 크므로 기초지반이 비교적 단단한 경우에 시 공하며 벽체의 자중에 의하여 전도에 견딘다.
- 반 중력식 축대벽은 중력식 옹벽에서 콘크리트 사용량을 적게 하기 위하여 철근을 사용한 다
- O L형, 도립T형 축대벽은 축대벽의 자중과 뒷채움 홁에 의해서 전도에 견디며 밑바닥 반력 (低面反力)을 적게 하려는 경우 골재가 비싸서 콘크리트형을 감소시킬 필요가 있는 경우 시공한다.
- O 부벽식 축대벽은 앞 부벽식 축대벽(토압을 받지 않는 벽쪽에 지지벽을 설치)과 뒷부벽식 축대벽(토압을 받는 벽쪽에 버팀벽을 설치)이 있다.

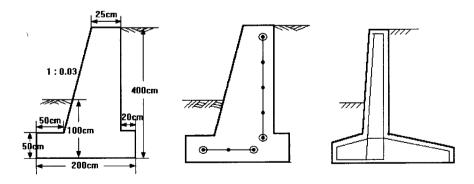


그림 5-1-31. 중력식 축대벽(옹벽) 측면도 그림 5-1-32. 반중력식 축대벽 측면도 그림 5-1-33. L형, 도립T형 축대벽 측면도

5) 말뚝박기(杭打工, 힘줄박기)

땅밀림을 억지하기 위하여 땅밀림 비탈에 부동충(不動層)까지 말뚝을 박아서 땅밀림 추력(推

力)을 저하시킴을 목적으로 계획ㆍ시공한다.

항타기(杭打機)에 의해서 말뚝을 때려박는 방법과 대 구경보링머신에 의해서 천공하고 말뚝 (鋼管杭, 철근콘크리트杭, H型鋼杭, 나무말뚝)을 삽입하는 방법이 있다.

가) 시공장소

땅밀림 사면으로 하부지반이 단단하며 미끄러움면이 수평에 가까운 부분

나) 시공요령

- 말뚝의 규격과 간격은 안정조건 및 시공성을 검토하여 결정해야 하며 말뚝의 배열은 대체 적으로 땅밀림 이동방향에 직각(수평면에 직각)되게 하며 일정한 간격(일반적으로 1.5~ 40m가격)으로 설치하여야 한다.
- 땅밀림의 형태, 지질상황 및 말뚝의 타설위치에 따라 말뚝을 전단저항 말뚝으로 생각할 수 가 있는 경우에는 말뚝의 밑넣기 깊이는 기초지반의 강도에 따라 말뚝전장의 1/3~1/4로 한다.
- O 비탈말뚝박기 공법의 안정조건은 말뚝이 땅밀림 모든 단면에 있어서 전단력과 땅밀림 추력에 의한 휙 모멘트에 의해서 파괴되지 않아야 한다.
- O 말뚝아래쪽 비탈과 말뚝주변 토층이 안정되어야 하며 말뚝의 밑끝 부분은 말뚝의 뽐힘 및 지반의 파괴 등에 대해서 안전한 깊이를 가져야 한다. 또한 말뚝의 내부 및 말뚝의 공벽과 의 곳가은 워칙적으로 콘크리트 또는 모르타르 등으로 충진하여 보강하여야 한다.
- 강성을 높이기 위하여 말뚝의 머리부위를 철근 콘크리트나 H형강(鋼)등으로 연결하여 머리부 연결구조로 하던가 말뚝머리부에 앵커타이를 장치하여 활동력에 대한 내력을 증가시켜서 미끄럼방지 말뚝과 앵커공법과 병용하기도 한다.

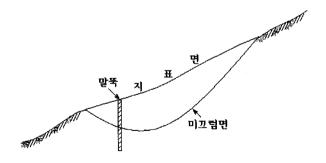


그림 5-1-34. 말뚝박기 단면도

(7) 사방지 관리

사면안정을 위하여 설치된 사방시설물(각종구조물과 식생)의 적절한 기능과 안정성을 유지하도록 시면을 보호하고 사면점검을 실시하여 필요에 따라서 보수 등의 조치를 실시하는 사방지사후관리는 재해를 미연에 방지하기위해 필요하다.

(가) 1) 2) 3) 4) () 1) 가))) 2) · 가) 3 5 7) 3 가 (放飼)

```
2.
(1)
(가)
     (Highway, Road, Street)
                                          (Transport)
          2
                                                     (供用)
                1
                                                                          11
                                                       1
                                                 2
                                                                                (供
用)
                                6
                        10
     가
                                                               (網: Network)
                                               3가
                                                  가
                                      (Access Forest Road)가
                                                         (Management Forest Road)가
```

.

| 임도기능 | 해 당 | | 임 도 | 이 용 | 특 성 | |
|---------|------------|----------|-----------------|-----------------|--------------------|----------|
| 6 1 7 8 | 임 도 | 통 행 량 | 통행길이 | 속 도 | 통행수단 | 통행목적 |
| 이동성 | 간 선 임 도 | 많 다 | 길 다 | 빠르다 | 자동차 (2륜구동) | 통행적 |
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | 지 선 임 도 | | | | | |
| | | | | | | |
| 접근성 | 작업도 운재로 | * 적 다 | * 짧 다 | * 늦 다 | * 4륜구동트럭 트랙터 | * 작업적 |

5-2-1.

(5-2-1) . ,

, 가 .

가

가 가

()

. 가 가 가? .

1) , 가 . '70

- , 80

, 90

가 가 27%, 42%, 31% (100%) $12 \sim 30\%$ 9~13%, 8~16%, (-) 12~20% 가 9 15 , 13 19 , 11 16 가 가 가 12 19 , m³ 가 14 ~21 40-113%, 가 53 ~ 77%, 55 ~ 136%가 m³ 가 1,300~1,600 107% 가 195% 가 102% , 2) 가 가 가 34%, 가 66% 가 19%, 가 40% 가 59% 41% 가 가 가 49%, 61%)가 (가 가 3) 45.6 / 9% 가 34%, 27%, 22% 200 11% 50 17% 50%

```
가
                가
                                  가 30%,
                                                  14%,
                                                               4%
                                                   1/2
            52%
           (10 \sim 13\%)
                               (20 \sim 23\%)
( )
1)
              (
                                 , Management Forest Road) :
                                 , Access Forest Road) :
              (
2)
            (Main Forest Road):
            (Secondary Forest Road, Subsidiary Forest Road) :
            (Skidding Road, Strip Road):
            (Skidding Trail, Haul Road):
3)
                (Main Vally Forest Road)
                (Secondart Vally Forest Road)
              (Slope Forest Road)
              (Mountain Ridge Forest Road)
              (Mountain and Hill Tops Forest Road)
              (Vally Basins Forest Road)
```

4) 1 4m 2 3m () (目的道)가 5-2-2) 가 가 5-2-2. (5-2-2) , 가 가 , 2 , 1 가

2

1

가

1 가 가 가 가 가 가 5-2-3) {Flume, , () (: Rafting), (Floating) (Water Transportation) (Shipping) (Chute, , , , {Skidding, Off Road, , (,), , 가 (Land Transportation) (On Road, (Rail Way, (Cable Way, 가 , 가 , (Air Transportation) (Air Borne, 5-2-3.

(氣球)

가

가

(5-2-1)

5-2-1.

| | | | (m) | (%) | (m) | (%) | |
|---|---|------------|--------------|--------|--------------|--------|------------------|
| | | | 100(200) | 45(65) | | | |
| | | (LOG-LINE) | 150(200) | 40(60) | | | |
| | | | 300(500) | 25(60) | 100 | 10(15) | |
| | | | 500(800) | 40(60) | 150 | 15 | |
| | | | 800(1,000) | 45(60) | 200(250) | 20(25) | |
| | | | 2,000 | 35(40) | 1,500 | 20(25) | (60% 가) |
| | | , | 50 | 30(40) | 50(50) | 10(15) | |
| | | | 50 | 35 | 50(100) | 45 | high-lead |
| | | | 150(200) | 100 | 150(200) | 120 | high-lead |
| 가 | 가 | | 1,000(2,000) | 100 | 1,000(2,000) | 120 | standing skyline |
| | | | 300 | 100 | 400 | 120 | |
| | 가 | | 500 | 100 | 800 | 120 | |
| | | | 500(800) | 100 | 1,000 | 120 | |

' (

: Sedlak(1985,1987), Murphy(1979), Heinrich(1982), Trzesniowski(1985), FAO(1976), Studier and Binkley(1982), Sundberg and Silversides(1988), スリ-エ研究會(1991), (1993)

```
1)
        : 가
                               가 80% , 가 60%
                                32% 가 .
        가
                    가
              가
                                               35%
   가
             30%
                   가
             가 .
        40%
                              50% ,
       가 .
   60%
                                            20%
       가
2)
        : 가
                              10% 가 .
        : 20% 가 .
       : 25% 가 .
                                30m 가
                           가
   100m,
                    300m
                                   20%
                                        가 .
(2)
       (Forest Road Structure)
                     (諸元) ( 5-2-2)
                         가
  5-2-2.
                                              (:m)
               4.7
                                    2.7
                   1.7
                        2.0
                              8.0
                                          1.2
                                                6.0
              13.0
                   2.5
                        4.0
                              2.5
                                    6.5
                                          4.0
                                                12.0
```

4.0

1.3

16.7

2.5

: 4.2 : 9.0 2.2

12.0

```
(design speed)
                        1
 V = N \cdot d / 1,000
      , V :
                                       (km/hr)
      N :
                       ( /hr)
            (=4.5 + 0.186V + 0.00154V^2)
                                                               (m)
        d:
 (
     )
                                                                          가?
                                          50 /hr
                      300m,
 ( ) (V) = 50 \times (300 \times 2)/1,000 = 30 \text{km/hr}
( )
1) 1
 가)
    W = B + \frac{V}{50} + 0.5
      , W:
              (m)
                     (m)
        B :
        V :
                 (km/hr)
 ( )
                                                                  가?
                           30km/hr,
                                           2.5m .
 (W) = 2.5 + (30/50) + 0.5 = 3.6m
  ) 가(路端)
 W = B + 2(b - b)
      , W: (m)
        B :
                      (m)
```

(가)

```
가 (m) (= 0.3m )
         b :
                            가
                                           (m)
              (= K_1 \cdot V , K_1 0.01411)
 ( )
                      2.5m,
                                            가
                                                               0.3m,
                                                                               30m/hr
                                       가?
 (
     )
                              가
                                    (b) = 0.01411 \times 30 \text{km/hr} = 0.4233 \text{m}
                 (W) = 2.5 + 2 \times (0.4233 - 0.3) = 2.75 \text{m}
2) 2
 W = 2(B+b) + b_0 - 2b
       , W: (m)
         B :
                         (m)
                              가
         b :
                                           (m)
         (= K_1 \cdot V , K_1 \quad 0.01411 )
                            가
                                           (m) (\equiv 0.3m)
         b :
                                       (m) (= K_2 \cdot {}^2 , K_2 = 0.00016 )
         b<sub>0</sub> :
 (
                                         2
                                                                                2.5m,
     )
                   가
                                     0.3m,
                                                     40km/hr
              가?
                              가
                                     (b) = 0.01411 \times 40km/hr = 0.5644m
      )
                                     (b<sub>0</sub>) = 0.00016 \times (40 \text{km/hr})^2 = 0.256 \text{m}
                 (W) = 2 \times (2.5 + 0.5644) + 0.256 - (2 \times 0.3) = 5.78m
( )
                 (radius of curve)
1)
 R = 2 / 4B
       , R:
                        (m)
                         (m)
          B :
                  (m)
 (
                                                                      . 20m
                                                                                     (Tree
     )
```

```
Length)
                                                                  가?
       ( , 4m .)
      ) (R) = 20^2/(4 \times 4) = 25m
 (
2)
                          가
       , R:
                    (m)
        V: (km/hr)
        i :
                          (片勾配: %/100)
        f : 가
                             0.4 0.5
                                                            0.4 0.6
                             0.2 0.3
                                                            0.4 0.8
                        가 40km/hr
                                           0.15
 ( )
               40km/hr,
                               6%
                        가?
          m
           (R) = 40^{\circ} / {127 \times (0.06 + 0.15)} = 60.0m
 (
   )
    5-2-3.
                            (m)
                                                       (%)
              (km/hr)
                             5
                                           6
                                                        7
                                                                      8
                             63
                                                        57
           40
                                          60
                                                                      55
           30
                             35
                                          34
                                                        32
                                                                      31
           20
                             16
                                          15
                                                        14
                                                                      14
    가
                       0.15
( )
                                                    5-2-4)
                   (Widening of Road)
```

```
1)
                                         = (L<sup>2</sup> / 2R) - 0.5
                                                    (m)
                                              R :
                                                                     (m)
                                              L :
                                                                               (m)
                                                     (= 8m )
                                      ( )
                                                                                   20m
       5-2-4.
                                      ( ) = (8^2/2 \times 20) - 0.5 = 1.1 \text{m}
2)
               (semi-trailler)
                       (m)
                            (m)
        1:
                            (m)
        2:
                       (m), R : R - {}_{1}(m)
        R :
                                                    (m)
        L_1:
                                      2
        L_2:
                             2
                                                         (m)
 (
                                                          가
     )
                               . L<sub>1</sub> 6.7m, L2 11.5m
                                                                             가?
 (
                          (1) = 6.7^2/(2 \times 20) = 1.12m
     )
                           (2) = 11.5^2/(2 \times 18.88) = 3.50m
                 ( ) = 1+ 2 = 1.12+3.50 = 4.62m
( )
                                                     (
                                                           5-2-5)
    , (移程量)
                        20cm
```

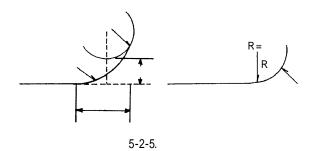
382

, L: (m) R: (m)

V: (km/hr)

5-2-4. (m)

| (km/hr) | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 |
|---------|----|----|----|----|----|
| (m) | 20 | 25 | 35 | 40 | 50 |



()

1:n 1/n: 1 n

n % : 100 n

n ‰ (per mill) : 1000 n

: 1 (比)

$$15/100 = 15\% = 150\% = \tan 8.31' 50.8" = 1/6.67 = 6 7$$

가 가

(Super Elevation, Oneway Grade)

$$i = \frac{V^2}{127R} - f$$

, i : (%/100)

V : (km/hr)

R: (m)

f: 가

{()-2 }

5-2-5. (%)

| (km/hr) | | (m) | | | | | | | | | | |
|------------|----|-----|----|----|-----|-----|----|--|--|--|--|--|
| (KIII/III) | 12 | 15 | 20 | 30 | 35 | 40 | 45 | | | | | |
| 20 | 8 | 3 5 | | | | | | | | | | |
| 30 | | | 8 | 8 | 5 6 | 3 5 | | | | | | |
| 40 | | | | | | 8 | 8 | | | | | |

```
(
                 40km/hr,
      )
                                      50m
                %
                                    ? ( , f = 0.15
      ) i = 40^{\circ}/(127 \times 50) - 0.15
                                  0.102 = 10.2%
          10.2% > 8%가
                                                  8%
                                                          가
2)
                                                                         가
             (Cross Grade, Cross-Fall)
                                                                         가
             (路頂)
     가
                                                         (路頂高)가
                                   1/2
                                                                                    (路端
     高)
                                 , 2
3)
                                                                              (合成勾配 :
Composite Gradient)
                                   가
           가
           가
                                     12%
                                                                                     13
15%
                                          5-2-6)
       S = \sqrt{i^2 + j^2}
             , S:
                            (%)
                                      (%)
                j :
                            (%)
```

5-2-6. (%)

| (0/) | | | | (| %) | |
|------|------|------|------|------|------|------|
| (%) | 8 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 |
| 12 | 8.9 | 10.4 | 10.9 | 11.3 | 11.6 | 11.8 |
| 13 | 10.2 | 11.5 | 12.0 | 12.4 | 12.6 | 12.8 |
| 15 | 12.6 | 13.7 | 14.1 | 14.5 | 14.7 | 14.9 |

9% 7%

() S =
$$\sqrt{7^2 + 9^2}$$
 = 11.4%

4)

가 , 가 (Longitudinal Grade, Gradient)

. 가

, 가 . ,

50 80%

가

가

가 가 . 가 가

. フト , (車輪) (軌跡) , (流路)가 가 가 .

, 4 8%

10% .

6% : G - (80 / R) > S 6% : G - (120 / R) > S

가)

, G: (%)

R: (m)

S: (%)

```
가 6%
                                               50m .
                                   ( , 2
                                                   9%).
   6%
                                9 - (120/50) = 6.6 > 6%
          6%
                 가 .
)
j = \sqrt{S^2 - j^2}
       , j:
                (%)
        S:
                (%)
        i :
                          (%)
( )
                          12%
        6%
                               % 가?
( ) j = \sqrt{12^2 - 6^2} = 10.4 10%
 )
                                       가
                                                         가
K = R / I
       , R:
                (m)
                (%)
        1:
```

| 7.5 | 4.0 |
|-----|-----|
| 6.0 | 3.0 |

K :

(External Distance) (Intersection Point) (Middle of Curve)
, 10m
55。 11.657m, 105。 2.605m, 135。 0.824 m, 155。 0.234m
フト フト フト フト

() 가

1) 가 (stopping S.D.)

가)

 $S = 0.694V + 0.00394V^2 / f$

, S : 가 (m)

V: (km/hr)

f: 가

| | (km/hr) | |
|--------------|--------------|--------------|
| 30 | 35 | 50 |
| 0.65 0.44 | 0.64 0.40 | 0.61 |
| 0.44 | 0.40 | 0.61 0.35 |

0.694 : (t) 0.25 t / 3.6

0.00394 : 7 (g) 9.8m/sec^2 1 / $(2g \times 3.6^2)$

5-2-7. 가 (m)

| (km/hr) | V (km/hr) | f | 0.694 · V | $0.00394 \cdot V^2/f$ | S(m) |
|---------|-----------|------|-----------|-----------------------|------|
| 30 | 30 | 0.65 | 21 | 5 | 26 |
| 35 | 35 | 0.64 | 24 | 8 | 32 |
| 50 | 50 | 0.61 | 35 | 16 | 51 |
| 30 | 28 | 0.44 | 19 | 7 | 26 |
| 35 | 33 | 0.40 | 23 | 11 | 34 |
| 50 | 46 | 0.35 | 32 | 24 | 56 |

```
2) 가
                                                가
                                                              가 가 (
( 5-2-6 )
                                                   가 .
5-2-6 )
 S = Q \cdot R = 0.01754 \cdot \cdot \cdot R
 d = R \cdot \{1 - \cos(/2)\}= R \cdot \{1 - \cos(28.7 \cdot S/R)\}
           , S:가 (m) Q:
            R:
                         (m)
                                 d:
                                                                               (m)
                                                       1.3m
                                                          0.5 \sim 1.0 \text{m}
                           가
                                                      가
                             5-2-6.
                                            가
 ( )
                                                                                45。,
                40m
                          가
                             (S)
                                                       (d)
     ) S = 0.01754 \times 45_{\circ} \times 40 = 31.57 \text{m}
```

 $d=40 \times \{1 - \cos(45_{\circ}/2)\} = 3.0 \text{m}$

() 가 가 (5-2-8) .

5-2-8.

| | - 2 | 2 | ; | 3 | 4 | 4 | | 4 | (| 6 | 3 | 3 | 2 | <u>)</u> | ; | 3 | | 6 | 4 | 1 | | |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------------------|---|--------------------|---|---------|---------|----------|-------------------|----------------|---------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----|-----|
| km/hr | 20 | 40 | 20 | 40 | 20 | 50 | | | 55 | 79 | | | | | 30 | 60 | 20 | 60 | 2 | 5 | | |
| m | 3 | 4 | 2 | 4 | 3 | 6.5 | 3.7 | 5.5 | 6.1 | 9.7 | 3 | 9 | 4.5 | 5.5 | 3 | 3.6 | 4 | 7 | 3 | 4 | 32 | 4.7 |
| m | 0. (0. | 50 25) | 0. (0. | 50 25) | | | 0. | 60 | 0.90 | 120 | 0.75 | 1.00 | 0.7 | 75 | | | | | 0.25 | 0.50 | 0.5 | 50 |
| m | | 60 40) | 15 (8 | 60 40) | 15 (20 | 120 60) | 15.2 | 30.5 | | | 20 (1 | 50 6) | 12 | 16 | 13.5 (8 | 120 10) | 25 | 150 | 20 | 60 | 15 | 45 |
| % | 7 (1 | 9 4) | 7 (1 | 9 4) | 500 400 300 250 150 | - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 -10 | 150 B450 150 |) - 8) - 10) - 10) - 12) - 16 | 8 (1 | 9 0) | 6 (1 | 8 0) | 9 (12 16 | 12 ? S) | | 10 2) | | 12 14) | 10 (11 | 15 18) | 1 | 0 |
| % | | | | | | | : | 2 | | | 2 | 2 | 2 | 4 | ; | 3 | | | | | | |
| % | 6 | 10 | | | | | 150 B450 150 |) - 6) - 8) - 8) - 10) - 12 | 3 | 12 | | | 6 | 10 | | | | | 7 (8 | 12 13) | | |
| % | 3 | 5 | 3 | 5 | | | | | | | | | | | ; | 3 | | | | | | |
| m | 20 | 40 | 20 | 40 | 40 (15 | 230 100) | 76 | 122 | | | | | | | 28 | 145 | 40 130 |) (150) | 20 | 50 | | |
| m | 300 | 500 | 300 | 500 | 200 (50 | 300 00) | 2 | 30 | | | | | | | | 250 | | | | 400 | | |
| m | | | | | | | (| 0.9 | | | 0.4 | 045 | | | | | | | 0.5 | 1.5 | | |
| | | | | | | | (| 0.5 | | | 0.4 | U .1 U | 0.3 | 0.6 | | | | | 0.5 | 0.8 | | |

: 50 , 1994.

(3)

가 5 5 가 가 (가) 1) 가 가 가 가)) 가.

390

가 가 가 가 가 가 가 가) 가 (Bottle Neck) 가 (Directness) 가 (Cliff, Bluff) 가

391

가

: 가), , , ha 2) 가 가 가) 1/50,000 1/25,000 (Control Point) 가 가) 1/5,000 1/1,200 , 가 , 100m 2 3

392

```
)
         20m
                                           (Forest Road Density)
                                  (m/ha)
                                                                         2가
                                               가
                                                     가
                                 가
1)
            (Minimum Forest Road Density)
                            Minami kata(南方)
          , do :
                                                     Cw:
                                                               가 (/hr)
                          (m/ha)
                                                    Vw:
                                                                    (km/hr)
                                          ( /ha)
           Nw:
                                                                     (1.0 1.5)
             ro:
                         ( /m)
 (
                                                  가
         가
                 가?
                  (ro): 44,548 /m
               가(Cw): 5,000 /hr
                  ( ): 1.25
                 (Vw): 2km/hr
                                  (Nw) :
                                               300 /ha,
                                                              200 /ha
```

() do =
$$\sqrt{\frac{5 \cdot \cdot \cdot Cw \cdot Nw}{Vw \cdot ro}}$$

do =
$$\sqrt{\frac{5 \times 1.25 \times 5,000 \times 300}{2 \times 44,548}}$$
 = 10³m/ha

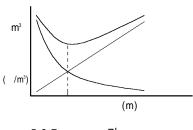
do =
$$\sqrt{\frac{5 \times 1.25 \times 5,000 \times 200}{2 \times 44,548}}$$
 = 8.4m/ha

2)

가

(Optimum Forest Road Density)

(Optimum Forest Road Spacing)



5-2-7. 가

(5-2-7)

(Break-even Point) ・ , 가 가 .

가 가

Matthews

•

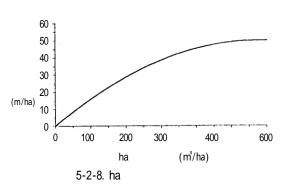
$$d = \sqrt{\frac{V \cdot E \cdot \cdot}{r}}$$

 r : V : (/m) (m³/ha)

:

(1.0 1.5)

$$\mathsf{E} \ \, \blacksquare \ \, \sqrt{\frac{\mathsf{c} \cdot \mathsf{t} \cdot \mathsf{1,000}}{\mathsf{L}}}$$



D = a / s (m/ha) s: , D : (km) a : 7 9 4 5 5 7 1) 가 500m 가?) D = 8/0.5 = 16m/ha 가 20m/ha 가 ?) D = 6/20 = 0.3km = 300m 4) (Existing Road Density) (m) D(m/ha) = -(ha) '96 45km , 2,218ha 가? (D) = 45,000/2,218 = 20.3m/ha 5) , , 가) , ORS : (m) RC: (/m) Q : EC: $(/m/m^3)$ (m³/ha) () 가 44,548 /m, 가 320 /m/m³ 183m³/ha). 174m

3)

(Feeder Road Density)

```
RS = 10,000 / ORD
, RS : (m) ORD : (m/ha)
( ) 7 58.7m/ha
( ) (S) = 10,000/58.7 = 170.4m
                              가?
           (Skidding Distance)
)
      , SD: (m) ORD: (m/ha)
( )5)- ) ( ) 가?
(SD) = 5,000/58.7 = 85.2m
)
                 (Average Skidding Distance)
  , ASD: (m) ORD: (m/ha)
( ) 5)- ) ( ) 가?
 ) (ASD) = 2.500/58.7 = 42.6 \text{m}
[
  ] , ,
                                               1/2
                                1/2
                                            1/4
       (, )
```

)

5-2-9. (:m)

| | | | | | (ha) | | | | |
|--------|---|---|---|-------------|------|------|--------|------|-----|
| | | | | (2,000 |) | (200 | 2,000) | (200 |) |
| 0 15% | | | | 500 60 | 00 | 400 | 500 | 300 | 400 |
| 15 30% | | | | 500 | 300 | 400 | 300 | | |
| 30 60% | 가 | (|) | 300 400 300 | | 200 | 250 | | |
| 60% | 가 | | | 500 | | 300 | 400 | 30 | 00 |

* : Sedlak (1985, 1987)

()

1) (Optimum Road Standard)

$$ORST = \sqrt{\frac{Q \cdot L}{K}}$$
, ORST: (km/hr)
Q: (m³)
L: (/hr/)
K: { 1 km/hr 7}
7! (/km) }

() () -2) () 500ha 7!
7,750 /hr, 1km/hr 7! 7! 7! 1,000 /km
7! ?

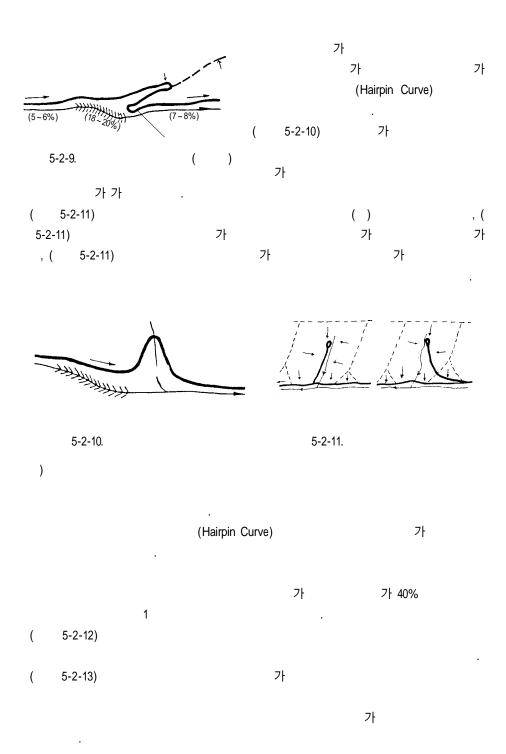
(Q) = $500 \times 102.5 = 51,250$ m³

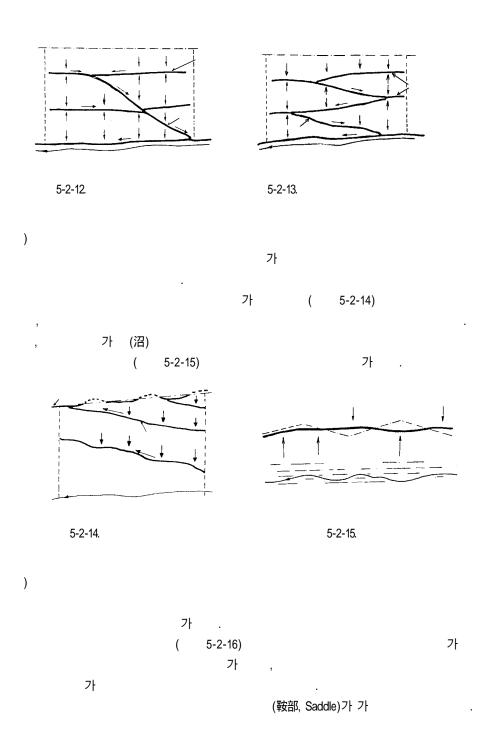
$$(ORST) = \sqrt{\frac{51,250 \times 7,750}{1,250 \times 7,750}} = 20$$
km/hr

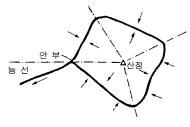
```
2) m³ (road cost)
 가) 가
   RC = \frac{R \cdot ORD \cdot (1+) \cdot (1+)}{1,000V}
     , RC : (/m^3)
                               R: (/km)
                                              (m³/ha)
     ORD: (m/ha)
                               V :
  ) 가 가
  RC = \frac{R \cdot RD \cdot (1 + ) \cdot (1 + )}{1,000V}
     , RD : (m/ha)
 ( ) ( )-2) ( ) m<sup>3</sup>
 (RC) = (44,548,000 \times 58.7)/(1,000 \times 120.5) 25,512 /m<sup>3</sup>
( )
1)
                                            가
                                                          가
 가)
                                10m
```

(5-2-9)

가

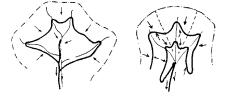






5-2-16.

) 5-2-17) 가 . (5-2-17) 가 , (5-가 2-17) 가) 가 가 : 6% 5-2-18) 가 (沼) (鞍部: Saddle) 가

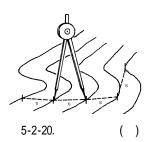




2) (Divider Step Method) 가) 1 (S) (Zero Line) (D) (1/25,000 : 10m, 1/50,000 : 20m) (h) (G) (5-2-19) 100m pm가G% D:h = 100:G D = 100 · h / G , D: 1 (m) h : (m) G: (%) (d) **=** ()÷ 5-2-19. 1 (5-2-10) (1/25,000 , = 10m)5-2-10.

| | | | | (d) | | | | | (d) |
|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| (G) | () | 1 | 1/2 | 1/4 | (G) | () | 1 | 1/2 | 1/4 |
| % | m | mm | mm | mm | % | m | mm | mm | mm |
| 2 | 500 | 20.0 | 10.0 | 5.0 | 8 | 125 | 5.0 | 2.5 | 1.2 |
| 3 | 333 | 13.3 | 6.7 | 3.3 | 9 | 111 | 4.4 | 2.2 | 1.1 |
| 4 | 250 | 10.0 | 5.0 | 2.5 | 10 | 100 | 4.0 | 2.0 | 1.0 |
| 5 | 200 | 8.0 | 4.0 | 2.0 | 11 | 91 | 3.6 | 1.8 | |
| 6 | 167 | 6.7 | 3.3 | 1.7 | 12 | 83 | 3.3 | 1.7 | |
| 7 | 143 | 5.7 | 2.9 | 1.4 | 13 | 77 | 3.1 | 1.5 | |
| | | | | | | | | | |

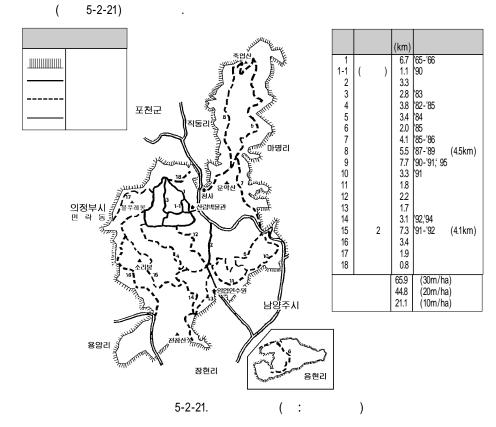
```
1/25,000
                         (d)
     = 142.86m/250 = 5.7mm
)
                              가 가
                                                         가
                                              가
    가
     가
                                               가
 25 50%
                                                       가
)
     (1/25,000, 1/5,000)
          (control point)
                                             가 , ,
  )
         ( , , , ,
        (s) ( 5-2-10)
 1
                                         5 6
                                                5-2-20)
```



가 (5-2-10) 1/2 1/4

.

(5-2-11)



5-2-11. (:)

| | 11. | | , | • | | , | | | | |
|---|----------------------|---|-----|-----|-----|--|------------------------|-------|-------|---|
| | | | | | | | | | | |
| | | | (m) | (m) | (m) | (m) | (%) | (km) | | |
| | 11, 12 | 2 | 500 | 570 | 570 | 770 200 970 | 9 5 | 0.97 | '89 (|) |
| | 1 8 | 2 | 210 | 570 | 570 | 170 200 2,760 1,820 200 5,150 | 3 5 7 9 5 | 5.15 | (|) |
| | 26-29 | 2 | 160 | 170 | 135 | 330 1,330 165 1,825 | 3 - 3 3 | 1.83 | | |
| | 38-40 45 | 2 | 120 | 160 | 120 | 1,170 1,000 2,170 | 3 - 3 | 2.17 | | |
| | 45 50-51 | 2 | 200 | 200 | 80 | 1,720 1,720 | - 7 | 1.72 | , | |
| 2 | 43 46-49 | 2 | 385 | 420 | 240 | 700 400 1,330 770 3,200 | 5 - 9 - 5 - 9 | 320 | | |
| | 58-59 42 58-62 | 2 | 380 | 380 | 270 | 1,000 430 670 1,330 3,430 | - 3 - 7 9 - 9 | 3.43 | | |
| | 33, 35 57 | 2 | 300 | 340 | 340 | 570 1,320 1,890 | 7 3 | 1.89 | | |
| | 30-31 | 2 | 140 | 170 | 160 | 570 200 770 | 7 - 5 | 0.77 | | |
| | | | | | | | | 21.13 | | |

3) (Forest Road Alignment)

フト) (, ,

```
)
                             (Altimeter),
                                                  (Clinometer),
                                                                       (Marking
                     (Clinometer Target),
                                            (Clinometer Rod)
                                                       가
                                                  가 가
                                           )
           가
          , 가
                            가
                                          가
                             가
                                                   가
                                       가
                                      가
                                                    가
 (4)-( )-3)- )
                                2
4)
```

```
가
                가
( )
1)
                     (Mesh) (100m \times 100m, 50m \times 50m) (Digital Terrain
     Model)
                          , ha
       )
 가)
   BV = \frac{V \cdot BR \cdot CR \cdot B}{10,000}
                (m^3/ha) CR: (0.P)
       , BV:
              (m³/ha)
                                   B: (m^2)
        V :
              (0.P)
        BR:
                                             , V, 498m³/ha .
               15 가
                  . ( , V
                                              100%,
                                                                     90% .)
                 (BV) = 498 \text{ m}^3 \times 0.9 \times 1.0 \times 10,000 \text{ m}^2/10,000 = 448.2 \text{ m}^3/\text{ha}
  )
 X_{ab} = B \sqrt{(I - M)^2 + (J - N)^2}
        , Xab : a, b
                              (m)
        I, J :
                                           )
                                       (
        M, N:
                                      ) B:
                                 (
                                                                  (m)
                            5
                            6
                            7
                            8
                            9
                            10
                                                  <u>∦</u>В
```

5-2-22.

```
10 5 ( 5-2-22 a)
( ) (B) 100m
         6 7 ( 5-2-22 b)
          가?
( ) X_{ab} = 100 \sqrt{(10-6)^2 + (5-7)^2} = 447.2m
)
G = \frac{(E_{\text{I}} \quad E_{\text{MN}})}{I} \times 100
    ,\quad G\,:\, (I,\,J)\quad (M,\,N) \qquad \qquad (\%)
     E<sub>J</sub> : (I, J) (m)
     E<sub>MN</sub>: (M, N) (m)
      L: (I, J) (M,N) (m)
( ) ( 5-2-22) c(6, 3) 227m , d(5, 6) 7\? ( , 100m .)
                                                  200m .
(L) = 100\sqrt{(6-5)^2+(3-6)^2} 316.2m
             (G) = (227 - 200) × 100/316.2 8.54%
)
W = BV · CX · G ·
    , W: (m^3 \cdot m)
               (m³)
     BV:
     CX:
             (m)
                       가 (1.0 1.2 )
     G:
            (1.0 1.5 )
( ) 1)-7+) 1)- ) ( )
                    1.2 ).
       가 1.1,
( ) W = 448.2 \times 447.2 \times 1.1 \times 1.2 = 264,574.3m<sup>3</sup> · m
)
SC = a · W + b · V
    , SC: ()
                                ( )( /m/m^3)
      a :
       b :
                                  ( )( /m³)
       W: (m^3 \cdot m) V:
                                (m³)
```

```
.( , 10 /m/m³,
( ) 1)- ) ( )
3,500 /m³ .)
(SC) = 10 \times 264,574.3 + 3,500 \times 448.2 = 4,214,443
)
RC = C · R ·
 , RC : ( ) C : 가( /m),
R : (m) : (= 1.0 2
                            (= 1.0 2.0 )
( )
                      408km . 가 52,400 /km,
                    가?
  1.25
(RC) = 52,400 /km × 408km × 1.25 = 26,724,000
)
TC = SC + RC
 , TC:
     SC:
     RC:
) 가
ASD = \frac{(CX \cdot V)}{V}
   , ASD : 가
                   (m)
     CX:
           (m³)
                   (m)
      V :
)
ASD = CX
                (m)
   , ASD :
     CX:
                  (m)
     N :
SD = \sqrt{\frac{(CX - ASD)^2}{N - 1}}
```

() . 가

| | | (m³) | (m) | CX · V | (X - ASD) ² |
|-----|-----|-------|-------|---------|------------------------|
| 257 | 216 | 127 | 100 | 12,700 | 5,055.2 |
| 258 | 217 | 122 | 125 | 15,250 | 2,125.2 |
| 259 | 218 | 87 | 276 | 24,012 | 11,004.0 |
| 260 | 219 | 87 | 255 | 22,185 | 7,039.2 |
| 261 | 220 | 150 | 105 | 15,750 | 4,369.2 |
| 262 | 221 | 150 | 182 | 27,300 | 118.8 |
| 263 | 222 | 65 | 202 | 13,130 | 954.8 |
| 264 | 223 | 92 | 170 | 15,640 | 1.2 |
| 265 | 224 | 55 | 125 | 6,875 | 2,125.2 |
| | | 935 | 1,540 | 152,842 | 32,792.8 |
| | | 103.9 | 171.1 | | |

()
$$7 \nmid$$
 (ASD) = $152,842/935$ = $163.5 m$ (SD) = $\sqrt{32,792.8/(9-1)}$ = $64.0 m$

2)

I = ASD × FRD / 2,500

, 1:

ASD: (m)

FRD: (m/ha)

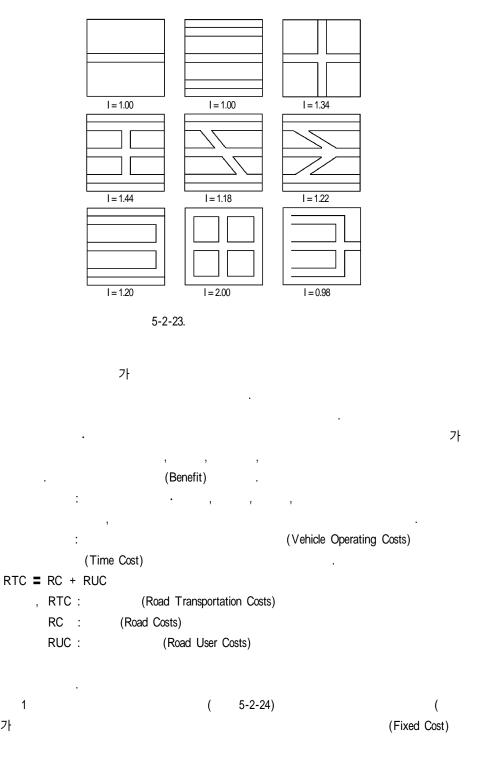
가 $ASD \times FRD = 2,500$

1.0 , 가

7 (5-2-23) , 1.0 , (5-2-23) ,

(, $\frac{1.00}{1.44} = 31\%$, $\frac{1.00}{2.00} = 50\%$)

.... 가



3)

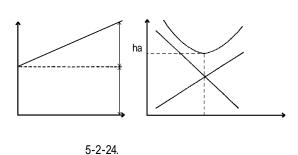
)가

ha (累増) (Variable Cost) ha 가 ha

. ha

ha

.



가)

,

가 .

3가 .

(Single Payment) $P \hspace{1cm} i \hspace{1cm} S \; \blacksquare \; P \cdot (1+i)^n \hspace{1cm} S \hspace{1cm} P$

 $P = S / (1+i)^n$ $(1+i)^n P S (CAF ; Co$

(1+i) $^{\text{n}}$ P S (CAF ; Compound Amount Factor) , 1/(1+i) $^{\text{n}}$ S P 7

(PWF; Present Worth Factor) .

FVVF , Flesent vvoiti Factor) .

, S = P \times CAFsp,n,i P = S \times PWFsp,n,i

, sp :

n: i:

(Sinking Fund)

R

 $S = R \times \{(1+i)^{n-1} / i\}$

```
(CAF)
       { }
               R = S \times \{i / (1+i)^{n-1}\}
       { }
                       (SFF; Sinking Fund Factor)
       S = R \times CAFrp,n,i R = S \times SFFn,i
            , rp :
               n :
               i:
           (Capital Recovery) (Annuity)
       Ρ
                                             R
                                                                     n
   가 0
        P = R \times (1+i)^{n-1} / \{i \cdot (1+i)^n\}
   { } 가 (PWF)
          R = P \times i \cdot (1+i)^n / (1+i)^{n-1}
    { }
            (CRF; Capital Recovery Factor)
       P = R \times PWFrd,n,i R = P \times CRFn,i
          , rd :
              n :
              i :
        3가
                                 6가
                                                  n i
5-2-12) .
```

5-2-12.

| | | CAF _{sp} | PWF_{sp} | CAF _{rp} | SFF | PWF _{rd} | CRF |
|----|----|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| i | n | (1+i) ⁿ | 1 | (1+i) ⁿ⁻¹ | i | (1+i) ⁿ⁻¹ | i · (1+i) ⁿ |
| | | | (1+i) ⁿ | i | (1+i) ⁿ⁻¹ | i · (1+i) ⁿ | (1+i) ⁿ⁻¹ |
| | 10 | 2.1589 | 0.4632 | 14.4866 | 0.0690 | 6.7101 | 0.1490 |
| 8 | 20 | 4.6600 | 0.2145 | 45.7620 | 0.0219 | 9.8181 | 0.1019 |
| | 30 | 10.0627 | 0.0994 | 113.2832 | 0.0088 | 11.2578 | 0.0888 |
| | 10 | 2.5937 | 0.3855 | 15.0374 | 0.0627 | 6.1446 | 0.1627 |
| 10 | 20 | 6.7275 | 0.1486 | 57.2750 | 0.0175 | 8.5136 | 0.1175 |
| | 30 | 17.4494 | 0.0573 | 164.4940 | 0.0061 | 9.4265 | 0.1061 |

| | | CAF _{sp} | PWF_{sp} | CAF _{rp} | SFF | PWF _{rd} | CRF |
|----|----|-------------------|------------|-------------------|--------|-------------------|--------|
| | 10 | 3.1058 | 0.3220 | 17.5487 | 0.0570 | 5.6502 | 0.1770 |
| 12 | 20 | 9.6463 | 0.1037 | 72.0524 | 0.0139 | 7.4694 | 0.1339 |
| | 30 | 29.9599 | 0.0334 | 241.3327 | 0.0041 | 8.0552 | 0.1241 |
| | 10 | 4.0456 | 0.2472 | 20.3037 | 0.0493 | 5.0188 | 0.1993 |
| 15 | 20 | 16.3665 | 0.0611 | 102.4436 | 0.0098 | 6.2594 | 0.1598 |
| | 30 | 66.2118 | 0.0151 | 434.7452 | 0.0023 | 6.5660 | 0.1523 |
| | 10 | 4.8068 | 0.2080 | 29.3931 | 0.0447 | 4.6586 | 0.2147 |
| 17 | 20 | 23.1056 | 0.0433 | 130.0329 | 0.0077 | 5.6278 | 0.1777 |
| | 30 | 111.0647 | 0.0090 | 647.4391 | 0.0015 | 5.8994 | 0.1715 |
| | 10 | 6.1917 | 0.1615 | 25.9587 | 0.0385 | 4.1925 | 0.2385 |
| 20 | 20 | 38.3376 | 0.0261 | 186.6880 | 0.0054 | 4.8696 | 0.2054 |
| | 30 | 237.3703 | 0.0042 | 1,181.8816 | 8000.0 | 4.9789 | 0.2208 |

```
가 3
(
     1)
                               10%
                 10 ,
                          가?
(
     ) P = R \times PWFrd_{10,10} = 3,000,000 \times 6.1446 = 18,433,800
(
     2)
                                    가 350
                                                                                10 ,
                                                                                               15%
             가?
                          1
                                                               1,000
                          가?
(
     ) R = P \times CRF_{10,15} = 350,000,000 \times 0.1993 = 69,755,000
              = 69,755,000 ÷ 1,000 ÷ 365 = 191 /
(
     3) 2km
                                                                    200
                                                             가?( ,
                                                                                5,000 / ,
                                            가
            15%,
(
                    = 200 × 5,000 × 365 = 365,000,000
       P = 365,000,000 × PWFrd, ,15
       PWF<sub>pp, ,15</sub> = (1+i)^{n-1} / \{i \cdot (1+i)^n\} = \{(1 / i) - 1\} / \{i \cdot (1+i)\} = 1 / I
                  = 1 / 0.15 = 6.667
       P = 365,000,000 \times 6.667 = 2,433
(
     4) 10
                                             100
```

```
가? ( , 10%,
                                                                        8% ).
 ( )
                    (S) = P \times CAF_{5p,10,10} = 10,000 \times 2.5937 = 25,937
                   (R) = S \times SFF_{10,8} = 25,937 \times 0.069 = 1,789,653
   )
                                           (Annual Cost Method),
                                                                   가
                                                                           (Present
                                                                   (Internal Rate of
Worth Method),
                            (Benefit-Cost Ratio Method),
Return Method) 4가
   (Do-Nothing Alternative)
    AC = (RC + RUC) \times CRF_{n,i} + M&O
       가
    PW = (RC + RUC) + M&O \times PWF_{rd,n,i}
   B/C = \frac{RUC}{RC} = \frac{RUC \times CRF_{n,i}}{(RC \times CRF_{n,i} + M\&O)}
    RC x CRFn,i = RUC x CRFn,i + M&O
         , RC:
                        (Capital Investment) , (Road Cost)
           RUC:
          M&O:
                       가
                 (: 100
                                 20
                                   (:
                        )
                                           100
                                                     20
                          가
                                                                  가 가
                       가
              (
                            )
                                 2
                                                                  (
                                                                (가)
                           가
                                                   가 1
                                                                             가
                                         가
                                                                  가
               , 1
                                         가
                      2
```

```
가
                                                                        (
                  . 2가
                                      가
       )
                  가
 )
                                                     1 2)
                                                                                ( 5-
     2-13)
5-2-13.
                                                              2
         (RC)
                                        311,660
                                                        623,311
                                                                   57,080
                                                                             /km
         (EC)
                      635,400
                                        114,220
                                                         34,970
         (TC)
                                          2,940
                                                          2,750
                                                                                  6%
         (MC)
                                         18,700
                                                         37.400
                                                 가 가
                                      6%.
                                                      (n) 20 , (i)
                                                                            12%
     ( )
     AC = (RC + RUC) \times CRF_{n,i} + M \& O, CRF_{20,12} = 0.1339(5-2-12)
             : 635,400 × 0.1339 = 85,080 /
            1 : (311,660 + 114,220 + 2,940) \times 0.1339 + 18,700 = 76,119
            2 : (623,311 + 34,970 + 2,750) \times 0.1339 + 37,400 = 125,912
            가
     PW = (RC + RUC) + M & O \times PWF_{pp,n,i}, PWF_{pp,20,12} 7.4694( 5-2-12 )
```

B/C = $\frac{ROC}{RC}$ = $\frac{ROC \times CRF_{0,i}}{(RC \times CRF_{0,i} + M \& O)}$, $CRF_{20,12}$ 0.1339(5-2-12) ,

1: 311,660 + 114,220 + 2,940 + 18,700 × 7.4694 = 568,498 2: 623,311 + 34,970 + 2,750 + 37,400 × 7.4694 = 940,386

: 635,400

```
1: \frac{(635,400 - (114,220 + 2,940)) \times 0.1339}{(120,1320 + 2,940)} = 1.148
                        2: \frac{\{635,400 - (34,970 + 2,750)\} \times 0.1339}{623,311 \times 0.1339 + 37,400} = 0.662
                                  1
                                                      가
                                                                              11%
                     1.148
                                                                                 가
                                가
                        48%
                                                        0.662
(4)
              (Route Surveying)
(가)
1)
 가)
                 (扇狀地), (地崩), (斷層)
               : (崖錐),
     (砂丘),
                  (天井川),
    )
                   (Boring)
                                                 (Sounding)
                                   (Boring)
    )
                                                                (層理),
                                                   가 ,
```

```
)
2)
 가)
         (vane)
   )
                                             (consistency) (
         (粒徑)
    5-2-14
```

| J-Z-14. | | | | | | | | | | | | . 111111) |
|---------|--------------|-------|-------|------|--------------|----|--------------|--------|---------------|-----|--------|-----------|
| | colloid | cla | у | | silt | | (細 | 1砂) | (| 組砂) | | (礫) |
| | 0 | 001 | 0.0 | 005 | 0.0 |)5 | | 0.2 | 25 | | 2.0 | |
| | colloid | cla | y | : | silt | | fine sand | | oarse sand | gr | avel | boullder |
| | 0.0 | 001 | 0.0 | 005 | 0.074 | | | 0.42 | 2. | 0 | 2 | 0 |
| | | | | | | | sa | nd | | | fine | |
| | colloid | clay | silt | | very fine | f | ine | medium | n coars | se | gravel | gravel |
| | 0.001 | 0.00 |)5 | 0.05 | 0 | 1 | 0.25 | | 0.5 | 1.0 | 2. | 0 |
| | colloid clay | | cil | l+ | | | | 砂 | | | | 礫 |
| | Willold | Мау | silt | | 微粒 | 沙 | 細粒砂 | 中料 | かん 経 | 粒砂 | 細礫 | 礫 |
| | 0. | 001 C | 0.005 | 0.0 |)5 | 0. | 1 (| 0.25 | 0.5 | 1 | .0 2 | 2.0 |

: 3 가 100%가 (5-2-25).

(Unified Dlassification) (Casagrande)
 (, 1)
 15 (8, 6, 1)
 SM, SC, ML,

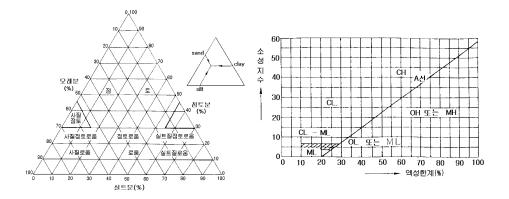
• 15 (8, 6, 1) SM, SC, I OL, MH, OH (5-2-26).

5-2-15.

| | 1 | | 2 |
|----------------|----|--------------------------------|---|
| (gravel) | G | (Well-Graded) (0.075mm 5%) | W |
| (sand) | S | (Poor-Graded) | Р |
| (mo) | М | (Mo) 12% A , | М |
| (clay) | С | (Dlay-Binder) 12% A , | С |
| (organic clay) | 0 | (Low Compressibility) WL 50 | L |
| (peat) | P1 | (High Compressibility) WL 50 | Н |

| | | | 3 |
|-------------|--------|------|---|
| (Drained) | WL 28, | IP 6 | D |
| (Undrained) | WL 28 | | U |

) 3



5-2-25. 5-2-26.

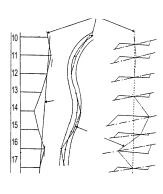
5-2-16.

| | | KS F 2306 | 90% | • 200m 1 • 1,500m² 1 |
|---|-----|-----------------------|---|-------------------------------|
| | | KS F 2312 | A-1 D-1 | • 15,000㎡ 1 • |
| | | KS F 2311 | 90% | • 200m 1 • 1,500m² 1 |
| | | KS F 2324 PRA | 25 50 | • 10,000m ² 1 |
| | CBR | KS F 2320 | 2.5 | • |
| • | | KS F 2310 | | • 2,000m ² 1 (|
| | | KS F 2306 | ±2% | • 200m 1 • 1,000m 1 • 1 |
| | | KS F 2324 PRA | PI<10 | • 10,000m² 1 • |
| | | KS F 2312 | B-2 D-2 | • 5,000m ² 1 • |
| | | KS F 2311 | 95% | • 200m 1 • 500m² 1 |
| | | (5) 5.6kg/cm² | 기 5mm | • 3 |
| | CBR | KS F 2320 | 10 | • |
| | | KS F 2310 | | • 100m² 1 (|
| | | KS F 2306 | 1. B-2, D-2 95% () 2. ±2% (| • 50m² 1 |
| | | KS F 2324 PRA | , | • 500m ² 1 |
| | | KS F 2311 | 95% | • 50m² 1 |
| | | KS F 2312 | B-2 D-2 | • 가 1 |

```
, CBR ,
            ),
( )
1)
                                                  가
    가
                                                                가
                                                                         가?
                          (pole)
                                                                  (視幻)
           ?
                                      45。
                                           75<sub>°</sub>
                                                    60。
                                                                      , 1
                                                                                1
                                 가
         가
                              가
                  ,가,
2)
 가)
                                                                       (勾配),
                               (貯木場)
                                       가
                            가
                           가
                                                      (勾配)
```

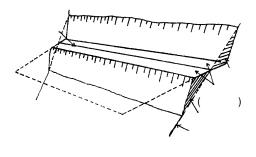
```
)
                            가
    가
                                                          (江心)
                 (兩岸)
                                                        (鞍部: Saddle),
    (Ford),
                             (Hair Pin Curve,
                                                       ),
      )
                                                     (Swamp)
               (山沙汰地)
( )
                      (1 \ 2)
               가
    가
               (竹尺),
                                                       1/3,000)
( )
                                                              (中心線: Center
Line)
                               (零線: Zero Line)
                                                                       2가
                           (中心線測量法: Center Line Method)
                                         (零線測量法 : Zero Line Method)
```

Zero Point) (零線: Zero Line) .



5-2-27.

(5-2-28)



5-2-28.

(地盤高 : Ground Height) (計劃高 : Formation Height)

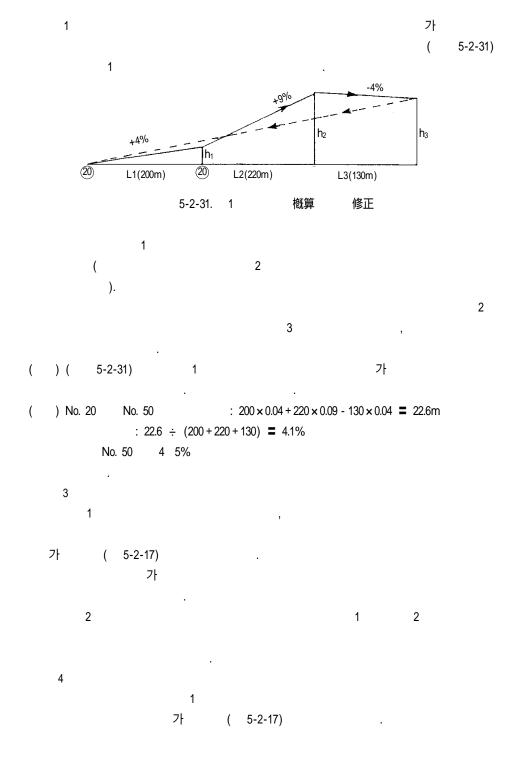
(Zero Plane) (Formation Line)

```
가
                                                                       45 55%
                                        가
                                                    가
                (蛇形)
2)
 가)
                         {交點: Intersection Point(IP)}
    0
            1
                                                            (BP)
       2
                           (IA)
                         20m
                                        (Station Peg)
                                         가
                       (Reference Peg)
           20m
                   155。
                   20m
                                                          (BC),
                                                                    (MC),
      (EC)
                       4 2 -(3), (5)
   )
                     가
                         가
                                         {Bench Mark(B.M)}
                                                         (縱斷面圖 : Profile)
                           2-(4)
```

```
)
          (橫斷面圖: Cross Section)
                    2-(4)
3)
 가)
               가
         2 3%
                                          가
                                                             가
                               가
              )가
      가
                         가
                  가
                                          20 30m가
                                                                            가
                                                  가
                           10m
                                                                        1 1.5
                                                            km
     (8 12 hr/km/1 ),
                      2.5 4 (20 30 hr/km/1 )
   )
                     (Clinometer),
                                     (Clinometer rod),
           : 30m
                    (Tape), 10m
                                     (Tow Rope),
                                                          (Marking Tape),
     (Clinometer Target),
```

```
)
  : ( 5-2-29) 1 50 70cm
×20 30cm 3cm × 3cm × 120 150cm
    , 가
                        가
         3 4
  : ( 5-2-29) 2
                       3cm × 3cm
 ×120 150cm
                                   5-2-29.
             ( 27mm) =
  } .
    : ( 5-2-30) 가
          10m가
              10m
                                  5-2-30.
)
    1
                              0
   가
    2
                             1
                     m
                             가
   2
      가
                                   , 1
```

```
가
          가
                  (Local Attraction)
                    )
                  2-(3)
                                                 (精度)
        3
            10m
)
                                                                 4
                                      가
1
         2
                               3
    1
                                                                          가
              가
                                                                     가
                                        가
                                                               )
                           ,
가
               가
              1
                              2
  1
                                                           2
                                                             2
            3
   2
```



5-2-17.

·-____

| | (%) | (m) | (°) | (%) | (%) | (m) | |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

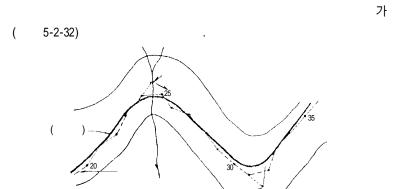
2 3 m 1

4가 가 .

,

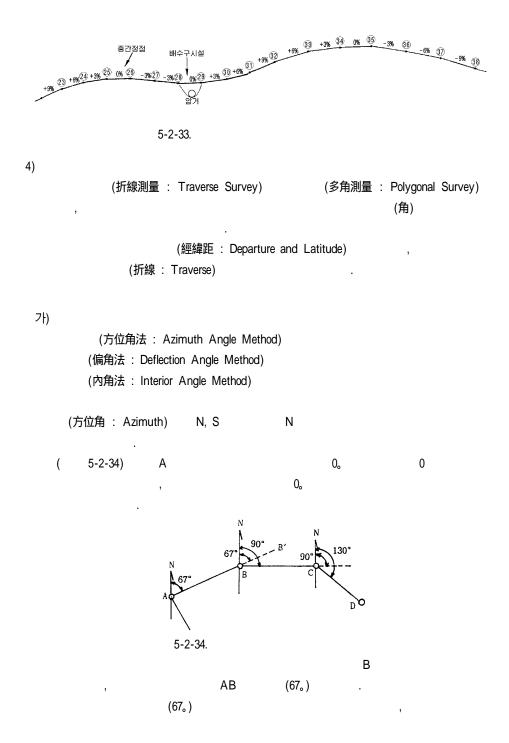
3 4

.)



5-2-32. (5-2-33)

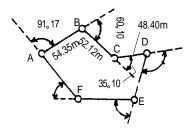
가 (頂點) (曲點) . 2 3%



```
В
     Α
                                                                                                       В'
                                                                                            С
                                (90<sub>°</sub>)
            BC
                                                                                 ΑB
                                                             Α
                                            가
                                                        5-2-18)
5-2-18.
                                                                          ( )
                                 51.80m
41.55m
40.80m
                                                               60° 00'
90° 00'
130° 00'
          B
C
D
  A
B
C
```

5-2-19. ()

| | | + | - | |
|-----|--------|------------------|--------|--|
| А В | 54.35m | 90。17' | | |
| ВС | 52.12m | 90。17' 60。10' | | |
| C D | 48.40m | | 35。10' | |



5-2-35.

```
( 5-2-35)
                                                       0
                Α
                                            0,
                                  F
                                                           В
                                          360。가
              가
                         ).
                                (內角: Interior Angle)
 (
      5-2-36)
                   Α
                                              0.
                       D
                   В
                                                   ( BAD)
                             AΒ
                                            Α
    В
                                            . A
                             С
                                           В
                                     180_{\circ} \times (n - 2)
                     n
                     5-2-36.
)
                              가
      가
    가
 n
                  (邊數)
                  : 1.5
                          n ( )
             : 1.0 n 0.5 n ( )
```

0.2 n ()

: 0.3 n

가 ,

가 가

가 .

(邊數) n, a₁, a₂, a₃, ..., [a] a₁+a₂+a₃+ ... , a

: a = 180_o (n - 2) - (a)

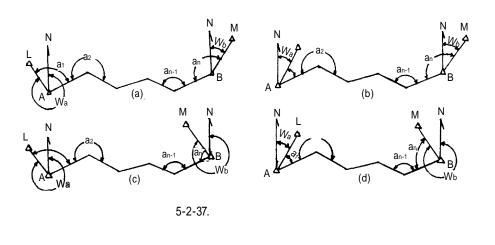
: a = 180_o(n+2) -(a)

: a **=** 360_o-(a)

(5-2-37) (a) : $a = (W_a - W_b) + (a) - 180_o (n+1)$

(5-2-37) (b), (c) : $a = (W_a - W_b) + (a) - 180_o (n - 1)$ (5-2-37) (d) : $a = (W_a - W_b) + (a) - 180_o (n - 3)$

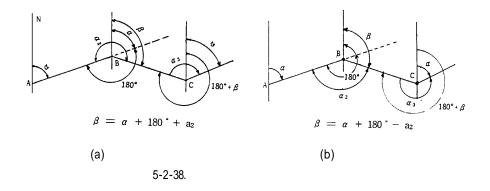
, a_1 , a_2 , a_3 ,..., a_n : , W_a , W_b : AL, BM



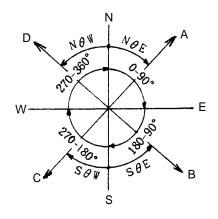
가 가

.)

)



, ,

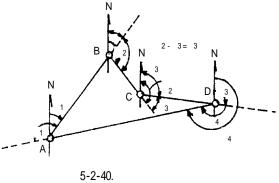


5-2-39.

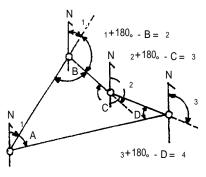
5-2-20.

| 0 90。 | N () E |
|----------------------|---------------------------|
| 90 180。 | S (180 _o -) E |
| 180 270 _° | S (- 180 _o)W |
| 270 360 _° | N (360 _° -) W |

(5-2-40)



(5-2-41) ,



5-2-41.

(5-2-21)

5-2-21.

| 1 | 95, 58' | 84, 2' | 29, 12' | N 29 _° 12'E | NO.1 | NO.2 | = | 29, 12' |
|---|----------|----------|----------|------------------------|------|-----------------------------------|---|---------|
| 2 | 134, 55' | 45, 5' | 74, 17' | N 74 _° 17'E | = | : | | |
| 3 | 93, 46' | 86, 14' | 160, 31' | S 19, 29'E | | = 180 _o (n - 2) | | |
| 4 | 148, 38' | 31, 22' | 191, 53' | S 11 _° 53'W | | = 360 _° | | |
| 5 | 111, 31' | 68, 29' | 260, 22' | S 80, 22'W | | | | |
| 6 | 135, 12' | 44, 48' | 305, 10' | N 54 _° 50'W | | | | |
| | 720, 00' | 360, 00' | | | | | | |

()

1. : 180, - 95, 58' = 84, 2'

: 29, 12'

: 29, 12' : N 29, 12'E

2. : 180_o -134_o55' = 45_o5'

: 29₀ 12' + 180₀ - 34₀ 55' **=** 74₀ 17'

: 29, 12' + 45, 5' = 74, 17'

: N 74_°17'E

3. : 180° -93° 46′ **=** 86° 14′

: 74, 17' + 180, -93, 46' = 160, 31'

: 74, 17' + 86, 14' = 160, 31'

: 180° -160° 31' = 19° 29', S19° 29'E

4. : 180-, 148, 38' = 31, 22'

: 160,31' + 180-,148,38' = 191,53'

: 160° 31' + 31° 22' **=** 191° 53'

: 191,53' - 180, **=** 11,53', S11,53'W

5. : 180_o -111_o 31' **=** 68_o 29'

: 191°,53' + 180°, -111°,31' **=** 260°,22'

: 191, 53' + 68, 29' = 260, 22'

: 260°, 22' - 180°, **=** 80°, 22', S80°, 22'W

6. : 180° -135° 12' = 44° 48'

AB

)

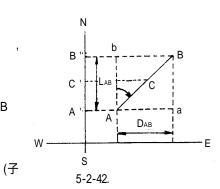
AB가 NS Ab

(緯距 : Latitude) EW

Aa AB (經距: Departure),

NS CC' (-

午線距: Meridian Distance)



(缺測) (誤測)

(+), (-)

5-2-22.

| () | | | | |
|-------------|-----|---|---|--|
| 0。~ 90。 | ΝE | + | + | |
| 90。 ~ 180。 | S E | - | + | |
| 180。 ~ 270。 | S W | - | - | |
| 270。~360。 | N W | + | - | |

AB = LAB = AB · cos

AB = DAB = AB · sin

AB **=** CC .

5-2-23. ()

| | | (m) | | cos | sin | N(+) | S(-) | E(+) | W(-) |
|------------------|------------------|----------------------------------|--|--|--|-------------------------|--------|-------------------------|--------|
| A B C D | B C D E | 67.30 79.90 63.37 93.60 | 23, 55 40 313, 10 30 16, 39 10 115, 35 50 | 0.91406 0.68423 0.95806 0.43204 | 0.40558 0.72927 0.28647 0.90185 | 61.52 54.67 60.71 | 40.44 | 27.30 18.15 84.41 | 58.28 |

() $\cos 23.5 \ 40 = 0.91406$, $\sin 23.5 \ 40 = 0.40558$ $67.30m \times 0.91406 = 61.52m$

67.30m × 0.40558 **=** 27.30m

_

(

S, , S \cdot cos , S \cdot sin

(對數: log)

■ log S + log cos

■ log S + log sin

5-2-24. ()

| | | (m) | | 008 | sin | | | N(+) | S(-) | (+) | (-) |
|----|--------------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|--------|-------|-------|
| AB | 23,55 40 " | 67.30 | 1.828015 | 9.960974 | 9.608082 | 1.788989 | 1.436097 | 61.52 | | 27.30 | |
| BC | 313, 10 30 " | 79.90 | 1.902547 | 9.835201 | 9.862886 | 1.739748 | 1.765334 | 54.67 | | | 58.28 |
| CD | 16,39 10 " | 63.37 | 1.801884 | 9.981399 | 9.457232 | 1.783283 | 1.259116 | 60.71 | | 18.15 | |
| DE | 115,35 50 " | 93.60 | 1.971276 | 9.635526 | 9.955136 | 1.606802 | 1.926112 | | 40.44 | 84.41 | |
| | | | 4 | | / \ | | | | | | 40 |

) sin cos 1 (-) . sin cos 10

, 10 .

, AB 23,5 40 " , $\cos 23$,5 40 " = 0.91406 . $\log 0.91406$ = - 0.039026 , 10 + (-0.039026) = 9.960974 .

() , AB 67.3m, = 23,55 40 " .

) AB **=** 67.30m, 23,55 40 "

log 67.30 = 1.828015,

10 + $\log \cos 23.55$ 40 " = 10 + $\log 0.91406$ = 9.960974

10 + $\log \sin 23.55 \, 40$ " = 10 + $\log 0.40558$ = 9.608082

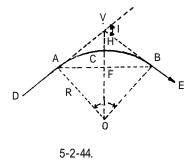
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| 0 | 0.8660 | 1.7320 | 2.5980 | 3.4641 | 4.3301 | 5.1961 | 6.0622 | 6.9282 | 7.7942 | 60 |
| 1 | 0.8659 | 1.7318 | 2.5976 | 3.4635 | 4.3294 | 5.1953 | 6.0612 | 6.9270 | 7.7929 | 59 |
| 2 | 0.8637 | 1.7315 | 2.5972 | 3.4629 | 4.3286 | 5.1944 | 6.0601 | 6.9258 | 7.7916 | 58 |
| 3 | 0.8656 | 1.7312 | 2.5968 | 3.4624 | 4.3279 | 5.1935 | 6.0591 | 6.9247 | 7.7903 | 57 |
| 4 | 0.8654 | 1.7309 | 2.5963 | 3.4618 | 4.3272 | 5.1926 | 6.0581 | 6.9235 | 7.7890 | 56 |
| 5 | 0.8653 | 1.7306 | 2.5959 | 3.4612 | 4.3265 | 5.1918 | 6.0571 | 6.9224 | 7.7877 | 55 |

b) 30_o

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| 0 | 0.5000 | 1.0000 | 1.5000 | 2.0000 | 2.5000 | 3.0000 | 3.5000 | 4.0000 | 4.5000 | 60 |
| 1 | 0.5002 | 1.0005 | 1.5007 | 2.0010 | 2.5012 | 3.0015 | 3.5017 | 4.0020 | 4.5022 | 59 |
| 2 | 0.5005 | 1.0010 | 1.5015 | 2.0020 | 2.5025 | 3.0030 | 3.5035 | 4.0040 | 4.5045 | 58 |
| 3 | 0.5008 | 1.0015 | 1.5023 | 2.0030 | 2.5038 | 3.0046 | 3.5053 | 4.0061 | 4.5068 | 57 |
| 4 | 0.5010 | 1.0020 | 1.5030 | 2.0040 | 2.5050 | 3.0061 | 3.5071 | 4.0081 | 4.5091 | 56 |
| 5 | 0.5013 | 1.0025 | 1.5038 | 2.0050 | 2.5063 | 3.0076 | 3.5088 | 4.0101 | 4.5113 | 55 |

```
( ) ( 5-2-25) 30_{\circ} 5 ( ) 1 0.8653, 2 1.7306, 5 4.3265, ..., 9 7.7877 . , 25.10m = 2 \times 10 + 5 + 1 \div 10 AB = (1.7306 \times 10) + 4.3265 + (0.8653 \div 10) = 21.71903 , 30_{\circ} 5 ( ) , 1 0.5013, 2 1.0025, 5 2.5063, ..., 9 4.5113 AB = (1.0025 \times 10) + 2.5063 + (0.5013 \div 10) = 12.58143 , = 21.72m, = 12.58m ( ) (horizontal curve)
```

```
{
              5-2-43
                        (a)}
               (Reversed Curve):
                                               {
                                                     5-2-43
                                                               (b)
               (Compound Curve) :
                                                                            2
                                5-2-43
                                          (c)}
               (Hair Pin Curve) :
                                                                                   (Hair Pin)
                                                    180° 가
                                                                     {
                                                                           5-2-43
                                                                                     (d)
               (Transition Curve) {
                                        5-2-43
                                                  (e)}
        3
                   (Parabolic):
                                                     Cant
                                                                가
               (Clothoid):
                                                     Cant
                                                                가
                 (Lemniscate):
                                                    Cant
                                                              가
                                                                                   (p - C/L)
                      R1
                                                                                      C:
                                                                                       (p=C/)
                                                     R2 R3
   R
                                                                                       (p = C/x)
                                                 R_1
                                                                 R4
        (a)
                        (b)
                                        (c)
                                                         (d)
                                                                                    (e)
                                          5-2-43.
2)
              (Beginning of Curve : BC) = A
              (End of Curve : EC) = B
          (Intersection Point : IP) = V
                (Radius : R) = OA = OB
            (Curve Length : CL) \blacksquare AHB \blacksquare 0.017453 R · I, \blacksquare 2 · R · I, /360,
          (Long Chord : C) \blacksquare AB \blacksquare 2 R · sin (1/2)
            (Tangent Length : TL T) = VA = VB = R \cdot tan(1/2)
         ( )(External Distanse : E) \blacksquare VH \blacksquare R{sec(1/2) - 1)}
              (Middle Ordinate : M) = HF = R \{1 - \cos(1/2)\} = C2 / 8R
          (
               ) = (Intersection Angle : IA
```

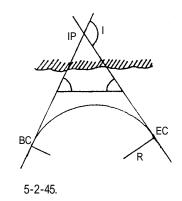


3)

(交角)

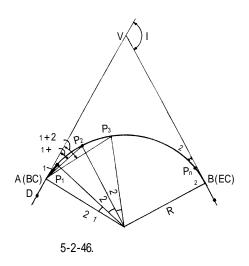
(TL) IA = +

.



4)

(5-2-46) (V) (I) (VA VB
$$\equiv R \cdot \tan (I/2)$$
) (BC) (EC)



```
ВС
                             VAB = (1/2)
                                                                 0
             0.
   ΑV
   = 1 / 2R(radian) = (1,718.87 \times 1) / R
                                                    ΑV
                                                          BC
            P1
      1
                        (R/10)
                                         20m
                        20m
                                                    DAP_1 = P_1P_2 = P_2P_3
                                                 5-2-46
                                                          D)
                                                              BC
                                           (
                 가
                       . AP<sub>1</sub>(二 1 二 -DA) (始端弦)
     AP_1
                 (1) = 1718.87 \times 1/R
                                  2 ( 1+ )가
            가
                P_1
                                         P_2
     APn
              = 1+(n-1)×
            Pn E.C가
                                     P<sub>n</sub>B(= 2 = AB - AP<sub>n</sub>) (終端
   弦)
           , BPn ( ₂) = 1718.87 × ( ₂/R)가 .
                          I = 32, 15 \; ; \; R = 200 m \; ,
( 1)
                    I.P 16
         I.P 16
                  1,200.50m . 20m
(T.L) = 200 \times \tan(32.15 / 2) = 57.82m
```

```
(E) = 200 \times \{\sec(32, 15 \ '2) - 1\} = 8.19m

(C.L) = 0.017453 \times 200 \times 32, 15 \ ' = 112.57m

(B.C) = 1200.50 - 57.82 = 1,142.68m

(E.C) = 1200.50 - 57.82 + 112.57 = 1,255.25m

(I1) = 20 - 2.68 = 17.32m

(I2) = 1,255.25 - (62 \times 20) = 15.25m

= ( /R) × 1,1718.87 ' = (20.00/200) \times 1,1718.87 \ ' = 2,5153

1 = ( _1/R) × 1,1718.87 ' = (17.32/200) \times 1,1718.87 \ ' = 2,2851

2 = ( _2/R) × 1,1718.87 ' = (15.25/200) \times 1,1718.87 \ ' = 2,1104

B.C ( _5-2-26)
```

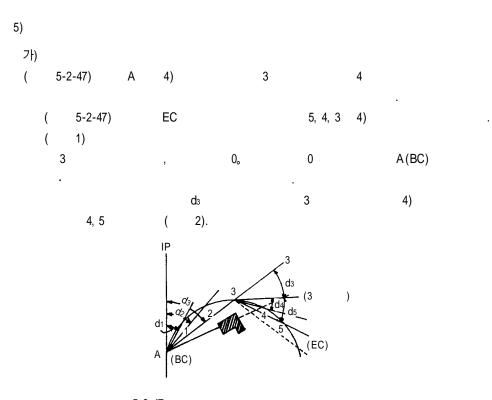
5-2-26. B.C

| (m) | | |
|----------|-----------|-----|
| 1,142.68 | | B.C |
| 1,160 | 2 28 51 | |
| 1,180 | 5 20 44 | |
| 1,200 | 8 92 37 | |
| 1,220 | 11 ° 4 30 | |
| 1,240 | 13 56 23 | |
| 1,255.25 | 16 ° 7 27 | E.C |

```
2)
                           I=37,30 , R=300m, IP =1,150.70m
                                                                     20m
(
                     I=37,30
                                               T.L = 33.945, C.L = 65.450, E = 5.604
   )
             R=100m
                                      R=300m
         T.L = 33.945 \times 300/100 = 101.835m
             = 65.450 \times 300/100 = 196.350m
         C.L = 5.604 \times 300/100 = 16.812m
         BC = IP - T.L = 1,150.70 - 101.835 = 1,048.865m
         EC = IP - T.L + C.L = 1,150.70 - 101.835 + 196.350 = 1,245.215m
          , R = 300m
                                                                 1,54 35 ".
                         = 20m
            (BC 1,048.865m 가 가 20 1,060.0m , EC 1,245.215m 가
         가
                20
                          1240.0m
                 1 = 60 - 48.865 = 11.135m
                 2 = 45.215 - 40 = 5.215m
                    1 2
                                            R = 300m
```

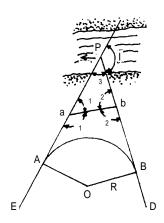
5-2-27. BC

| 1,048.865 | | BC | 1,180 | 12 31 16 | |
|-----------|----------|----|-----------|------------------|----|
| 1,060 | 1 ° 3 46 | | 1,200 | 14 25 51 | |
| 1,080 | 2 58 21 | | 1,220 | 16 2 0 26 | |
| 1,100 | 4 52 56 | | 1,240 | 18 95 01 | |
| 1,120 | 6 47 31 | | 1,245.215 | 18 944 52 | EC |
| 1,140 | 8 42 06 | | | | |
| 1,160 | 10 36 41 | | | | |



5-2-47.

```
) (I.P)
               P가
(
     5-2-48)
                                            EP DP
                 a b
```



5-2-48.

a b

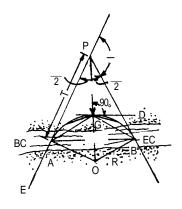
1 **=** 180_o - 1, 2 **=** 180_o - 2, 3 **=** 180_o - (1+2) I **=** 180_° -Pa = (ab \cdot sin 2) / sin 3 Pb = (ab · sin 1) / sin 3 Aa = T.L - Pa, Bb = T.L - Pb BC EC가 4)) BC EC가 (5-2-49) EP DP Ρ /2 PG PG E = PG = R{ (sec(1/2) - 1) } G PG PGD GD G BC EC 4) BC = EP - TL , EC = BC + CL , G

BC + (CL/2)

ab

1, 2

Aa Bb

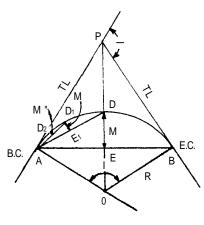


5-2-49. BC EC

6)

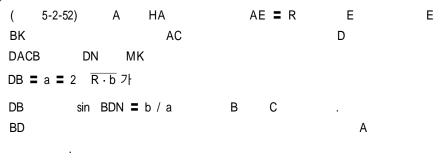
가 가

(5-2-50) I R 가 T = R · tan(I/2) P TL C = 2R · BC EC , AB sin(1/2) Е $M = C^2/B$ PE M AB D Εı ΑD **=** M/4 D1 AD_1 M " = M /4 D_2 EC

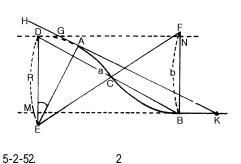


5-2-50.

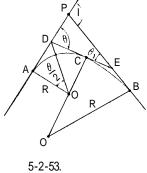
```
7) (反向曲線: Reversed Curve)
가)
     2
                    D, E( IP)
     5-2-51)
            AD//EB
                                    DE 1 C(
            CD, CE
             (T.L)
                    (1)
                                       R
                                    r
              가
                         AC
                                BC
                             R
              5-2-51.
                      2
    2
  )
                           AE = R
                                    Ε
                                              Ε
   ( 5-2-52) A HA
   BK
                  AC
                                     D
```



HAD = $1/2 \cdot K$, AD = $2 R \cdot \sin(1/2 \cdot K)$ D , ADN = $1/2 \cdot K$ DN .



8) (複心曲線: Compound Curve) (5-2-53) С DCE PDE() PED(1) AC TL =DC **=** DC **=** TL R = AO = DO / tan(/2) = TL /R tan(/ 2) = TL cot (/ 2) TL R AC TL **=**EC , R = BO = EC / tan(1/2) = TL / tan(1/2) = TL cot(1/2)СВ R



9) (背向曲線: Hair Pin Curve)

1 .

5%, 6m 가 , (5-2-54)

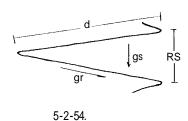
1 .

(d) **=** 0.5 · RS · gs / gr

, RS: (m)

gs: (%)

gr: (%)



(5-2-55) (5-2-55) O 2r ~ 2.5r (m) P, S P, Q, R, S 5-2-55. = cos^{-1} (-r) $= \cos^{-1}(\frac{r}{r})$ d = $\frac{1}{2} - \frac{1}{r^2} + r \cot \left(\frac{r}{2}\right)$ 가 , **=** 2 r , = 30°, d = $r \{ \overline{3} + \cot (\frac{+}{2}) \}$ P, S ° Q, P d(m) P, S 1.5 r 2 300m 9% 40%,

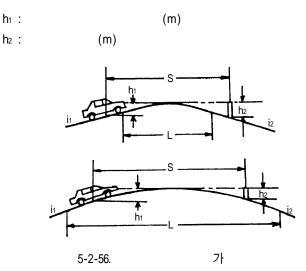
가 ?

```
( )
                       (d) = 0.5 \times 300 \times 40 \div 9 = 666
                                                     700m
( )
       가 m, n
                                             가
                                (縱斷曲線: Vertical Curve) ,
(抛物線: Parabola)
                                (圓曲線)
1)
                         (代數差) = |m - n|/100
2)
 가)
                             20m
                                              (1)
                = ( ÷5/100) 가 가
                                                × 20
           가
                    3/100 17/100
  (
                                                 780m
                         가?
  ( ) | 17/100 - 3/100 | ÷ 5/100 = 2.8 가 가
                                                  2.0
                    = 2 \times 20 = 40 \text{m}
                                             (2)
                             10m
              = ( ÷5/100) 가 가
                                             × 20
     ) ( )
  (
                                     810m
            가?
     ) | 17/100 - 3/100 | ÷ 5/100 = 2.8 가 가
  (
                                                  3.0
                     = 3 \times 20 = 60 \text{m}
                             20m
                                                 ( 3 )
                                           ÷ (5/100) x 10} 가 가 20
                 = {
                                               ) x 2} 가 가 20
                 = {(
                                      927m
  (
     )
                )
     ) | 17/100 - 3/100 | ÷ (5/100) × 10 = 28m
```

5-2-28.

| (km/hr) | 20 | 30 | 40 | 50 |
|---------|----|----|----|----|
| (m) | 20 | 25 | 35 | 40 |

```
(鞍部)
)
                                 + 10% 50m, - 10%
                                                                 70m
                                   70m, 9%
                         5%
                                               80m .
                                  (鞍部) 30km/hr,
               ( ,
                                                                 40km/hr ).
                                         = | 10 - (-10) | \times 302/360 = 50m
( )
           (鞍部)
                                   = |5 - 9| \times 402/360 = 17.8m
                                                                 20m
) 가
「가 >
L = 2S - \{2(\overline{h_1} + \overline{h_2})^2\} / G
( 5-2-56 )
「가 <
L = S<sup>2</sup> · G/ {2(\overline{h_1} + \overline{h_2})<sup>2</sup>}
 ( 5-2-56
                        )
「가 〓
L \equiv S = 2( \overline{h_1} + \overline{h_2})<sup>2</sup> / G
       , S:가 (m)
         L :
                          (m)
         G :
                  (\%) = |i_1 - i_2|/100
```



3) R 100L / | i1 - i2 | R : (m) L : (m) | i1 - i2 | : (%)) 2)-가)- ()) R = $(100 \times 40) / |17 - 3|$ = 285.7 280m 1000 500 200 100 50 20 $h_1 = 1.4 \text{m}$ $h_2 = 0.5 \text{m}$ 200 L 100 500 1000 20 50 5-2-57. (L) 가 (S) $(h_1 = 1.4m, h_2 = 0.5m)$)

```
4)
  Y_n = (1 / 2L) \cdot (d / 100) \cdot {}^2
      = ( | i<sub>1</sub> - i<sub>2</sub> | / 200 L) · <sup>2</sup>
          , Y_n:
                                        (m)
             L:
                                      (m)
                                                                (%) = | i<sub>1</sub> - i<sub>2</sub> |
             d:
                                                                                           (m)
                                                                                 E.C
                              B.C
                                                                                 H4
                              Ηo
                                               H1
                                                                 Нз
                             780
                                              800
                                                        810
                                                                 820
                                                                                 840
                                   5-2-58.
    (
          ) 2)-가)-
                           (
   (
         )
                                         14%,
                                                                         60m
                         : 810 - (60/2) = 780m
                         : 810 + (60/2) = 840m
                (
                        5-2-58)
                                                800m
                                                          820m
                                                                  가
                                     가
                                               20m
                Y_1 = Y_3 = (14 \times 20^2)/(200 \times 60) = 0.47m
                810m
                                                                                  가 30m
                Y_2 = (14 \times 30^2)/(200 \times 60) = 1.05m
5)
  H_n = H_n \pm (i/100) \cdot , \qquad H_n = H_n \pm Y_n (i/100) \cdot .
                                                                   5-2-57
                                                                                 )
          , H_n : B.C
                                                                       (m)
                                E.C
             H_n: B.C
                               E.C
                                            (m)
                                                                              (m)
             Yn: B.C
                               E.C
                                                                                 (m)
                                                               ( , B.C
                                                                                      100.57m
         ) 4)
                                                                                                  ).
                                   (H<sub>0</sub>) = B.C
                                                             = 100.57m
              780m
```

```
800m
                                : H_1 = 100.57 + (3/100) \times 20 = 101.17m
                                  Y_1 = (14 \times 20^{\circ})/(200 \times 60) = 0.47 \text{m} B.C
                                                                                       )
                                  H_1 = 101.17 + 0.47 = 101.64m
                                  : H_2 = 100.57 + (3/100) \times 30 = 101.47m
            810m
                       (V)
                                     Y_2 = (14 \times 30^2)/(200 \times 60) = 1.05m
                                     H_2 = 101.47 + 1.05 = 102.52m
                                : H_3 = 101.47 + (17/100) \times 10 = 103.17m
            820m
                                  Y_3 = (14 \times 20^2)/(200 \times 60) = 0.47 \text{m} E.C
                                                                                        )
                                  H_3 = 103.17 + 0.47 = 103.64m
                                         : H_4 = 101.47 - (17/100) \times 30 = 106.57m
            840m
                       (V + 30m)
                                         H_4 = 106.57 + 0 = 106.57 m
( )
                                              가
1)
 가) : , (BOX)
               H.W.L, L.W.L
   ) : ,
```

2) 가 가 3))가 (4) 가 , () 1) 1m) 2) (地域權),

456

1m

```
(5)
(가)
                            , 가 ,
1)
2)
                               , , ),
( )
1)
 가)
       : 1/1,000
               1/1,200
  )
                             (0, 0) ,
                                                       (NS)
   (EW)
                  (直角座標軸)
                            (合緯距 : Total Latitude)
                                                   (合經距 : Total
Departure) .
```

,

5-2-29.

| | (m) | (+) | (-) | (m) | (+) | (-) | (m) | (+) | (-) | (+) | (-) |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| АВ | 10.6 | 6.54 | | +0.03 | 8.38 | | -0.05 | 6.57 | | 8.33 | |
| ВС | 4.10 | | 3.56 | -0.02 | 2.03 | | -0.01 | | 3.54 | 2.02 | |
| CD | 7.69 | | 6.54 | -0.03 | | 4.05 | +0.02 | | 6.51 | | 4.07 |
| DA | 7.13 | 3.46 | | +0.02 | | 6.24 | +0.04 | 3.48 | | | 6.28 |
| | 29.52 | 10.00 | 10.10 | +0.10 | 10.41 | 10.29 | -0.12 | 10.05 | 10.05 | 10.35 | 10.35 |
| | | | 10.00 | | 10.29 | | | | | | |
| | | | -0.10 | | +0.12 | | | | | | |

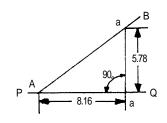
() =
$$\overline{0.10^2 + 0.12^2}$$
 = 0.16 = 0.16/29.52 = 1/185
= 6.54 + 3.56 + 6.54 + 3.46 = 20.10
= 8.38 + 2.03 + 4.05 + 6.24 = 20.70

```
(transit rule)
     (精度)가
      (
        )
  5-2-30.
                                                                       +8.33
        (+)
                              (-)
               (-)
                       (+)
 АВ
        6.57
                       8.33
                                              +8.33
                                     +6.57
 ВС
              3.54
                       2.02
                                     +3.03
                                             +10.35
                                                                       +6.28
 CD
              6.51
                                     -3.48
                                              +6.28
                              4.07
 D A
                             6.28
                                      0.00
                                               0.00
        3.48
                                                                               ( )
                       가
                                                                                      가
                                                       ΑB
            В
       В
                                                          ВС
               С
                                           D, E, ...
                                                                          AΒ
                                                                                          (NS
)
           28,30
                      , BC
                                AΒ
                                                35, 23
          5-2-60)
                                  NS
                                                               Aa =10cm가
                                                        Α
                                                                                         а
                   aa
    ΑB
            NS
                                                                                     , tan28<sub>o</sub>
                                                                     а
   30 = 0.543 = 5.43/10
                                             5.43cm
```

aa

```
10.0cm
                                                    ( )
                     5-2-60.
      A a
                     NS
                               28, 30
                                                            Aa
                       AΒ
                                          В
                       Bb〓10cm가
         AΒ
                                          b
                                                         bb
                                                            , BC
    NS
                      (tan35, 23 = 0.710)
                                                      B b
                                                                      AB
             35, 23
                                Bb'
                                                               BC
            C가
              180。
           (+)
             ( - )
                                   = 360<sub>0</sub> +
                         26, 16 30 , BC
                                                     236, 27 00 , AB
            AB
        BC
            = 26, 16 30 - 236, 27 00 = - 210, 10 30
       180<sub>o</sub> < 210<sub>o</sub> 10 30" ( - )
               = 360° -210° 10 30 = 149° 49 30
                                                               PQ
                                                                      35,
20
                  AΒ
    ( 5-2-61)
                                            , PQ AB
                              PQ A
    (35, 20)
                             . sin 35, 20 = 0.578, cos 35, 20 = 0.816
      Α
                     10 , 8.16 cm
                                        a PQ
                                         10 , 5.78cm
      a' PQ
                                                            а
       Α
                       aAa = 35。20
           а
```

AB B .



5-2-61. sin, cos

0 L 011 0111, 000

)

()

5-2-31. ()

: BP

| Х | 470740.500 | 188。39 19.41 |
|---|------------|---------------|
| Υ | 142679.000 | 100, 39 19.41 |

: IP1 ()

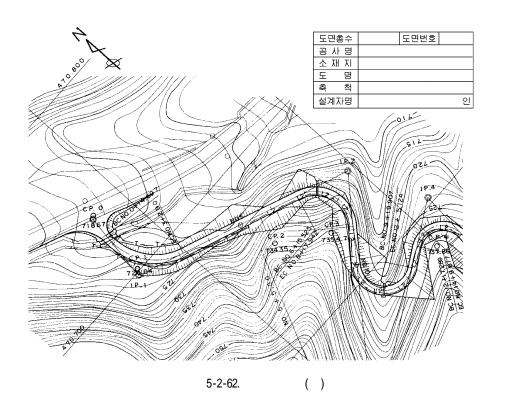
| | | | IP | | Х | 4 | 470697.8000 |
|----|---|--------------|-----|----|-------|----|-------------|
| | | | IIF | | Υ | | 142672.5000 |
| | 1 | 188。39 19.41 | | | Χ | | 470720.5531 |
| | 2 | 111。55 46.52 | | | Υ | | 142712.3783 |
| IA | | 76, 43 32.90 | R | 36 | .0000 | | 43.1919 |
| TL | | 28.4953 | SL | 9 | .9128 | CL | 48.2083 |

| | 가 | (No) | Х | Y | |
|----|---------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| BP | 0.0000 | 0+00.0000 | 470740.50 | 142679.00 | |
| BC | 14.6966 | 0+14.6966 | 470725.97 | 142676.79 | 188。39 19.41 |
| | 20.0000 | 1+00.0000 | 470720.69 | 142676.38 | 180。12 53.06 |
| | 40.0000 | 2+00.0000 | 470701.68 | 142681.72 | 148。23 1.50 |
| | 60.0000 | 3+00.0000 | 470688.35 | 142696.29 | 116。33 9.94 |
| EC | 62.9049 | 3+02.9049 | 470687.16 | 142698.93 | 111。55 46.52 |

$$(TL) \qquad \{(BC), \ IP \qquad (43.1919m) \ - \ TL(28.4953m) \ \equiv \\ BC(14.6966m)\} \qquad \{(EC), \ BC(14.6966m) \ + \ CL(48.2083m) \ \equiv \ EC(62.9049m)\}$$

가 .

,



, 가

1

가 740.00 PIPE D = 800 N.L = 6.50 N.C BOX(W) 730.00 2.0 × 2.0 NL = 7.50 SKEW = 13.0 720.00 710.00 S=2.8000% H=5.20 L=60.00 H=2.80 L=100.00 0.40 1.47 0.92 1.26 , 1 0.64 0.20 2.45 0.77 2.85 726.70 720.99 가 5.00 20.00 20.00 20.00 80.00 220.00 % + 12.00 + 16.50 - 6.50 IP=1 R=36.0 A=1-20-20.82 TL=28.495

5-2-63. ()

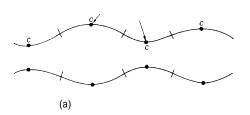
(流路)

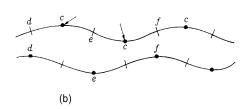
가 , , ,

,

가 (5-2-64(a)) (b)

, ,





5-2-64.

> , <

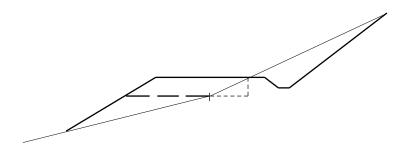
No. a No. b (%)

7 a>b (\\), a<b (/)

(m) . (%), . 가 가 5%

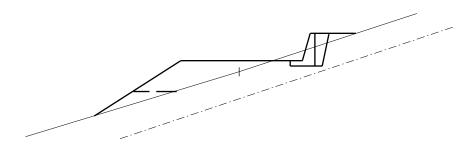
{(4)-() } () (5-2-63) , , ,

```
( )
        (m) = a - b 721.50 - 718.70 = 2.8
          (m) = b 가 - a 가 100 m
       (%) = (m)/ (m) \times 100 2.8/100 \times 100 = 2.8 %
    m = (\%)/100 0.028 m/m
    +5 = BP + 0.028 × 5 718.84 m
    +12.0 = BP
                + 0.028 × 12.0 719.04 m
                        (4) - ( )
  2)- )-
    BP = 0
    +5 = 717.46 - 718.84 = - 1.38 < 0
    +12.0 = 717.86 - 719.04 = 1.18 > 0
3)
 가) : 1/100
    1mm
       (路端)
                                 (No), {Ground Height(GH)},
   {Formation Height(FH)}, {Cutting Height(CH)}, {Banking Height(BH)}
```



STA NO. 3

| | 719.46 | | 0.5 | | |
|--|--------|--|-----|--|------|
| | 720.38 | | | | |
| | 0.92 | | | | |
| | | | | | 4.9 |
| | 4.2 | | | | 5.1 |
| | | | | | 16.6 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | 3.9 | | | | 0.9 |
| | 3.1 | | | | |



STA NO. 11

| | 726.26 | | 1.6 | | |
|--|--------|--|-----|--|------|
| | 726.70 | | | | 0.5 |
| | 0.44 | | | | |
| | | | | | 3.8 |
| | 0.9 | | | | |
| | | | | | 12.1 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | 3.0 | | | | |
| | 0.9 | | | | |

5-2-65.

()

4)

가 .

, ,

가 .

L.W.L H.W.L - 가

300 200 × 200 2,000 300 2,000 300 100 250

5,100

5-2-66. ()

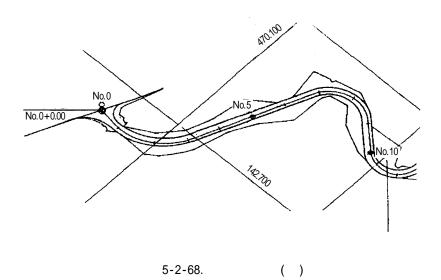
5)

(5-2-67)

5,000 5,000 5,000 4,000 5001,000 (知の) (上社) (上社) 5-2-67. ()

6) , ()

(5-2-68)



() (: m²) 50-1 4,064,436 61,299 1 1,491 2 11 11 11 1177 974 , 126 3 1198-1 5,92 172 11 11 11 1481 21,462 4 " 11 11 110 (7) 1/25,000 1/50,000 가 () () 1) 가 2) 가) 가 (가) 가 가 가 (5-2-33) ()

5-2-32.

```
, (BP 0.92 + No.1 4.16) ÷ 2 = 2.54m<sup>2</sup> (No.1
                                                                                                )
    2.54 \times No.1 20.0 = 50.80 \text{ m}^3 \text{ (No.1)}
                          ( )
  5-2-33.
                     (
                                 )( )
                                                                                ( : m, m^2, m^3)
BP
             0.92
                            50.80
No.1
     20.00
            4.16
                    2.54
BC
     10.00
                    3.90
                            39.00
             3.64
                                   5.14
                                           2.57
                                                   25.70
                                                          4.00
                                                                  2.00
                                                                         20.00
No.2
     10.00
            6.18
                    4.91
                            49.10
                                   1.16
                                           3.15
                                                   31.50
                                                          1.20
                                                                  2.60
                                                                         26.00
EC
     12.00
            5.92
                    6.05
                            72.60
                                   2.12
                                           1.64
                                                   19.68
                                                          1.60
                                                                  1.40
                                                                         16.80
No.3
     8.00
                    2.96
                            23.68
                                   7.64
                                           4.88
                                                   39.04
                                                                  0.80
                                                                         6.40 2.00
                                                                                     1.00
                                                                                             8.00
No.4
     20.00
                                   3.60
                                           5.62
                                                  112.40
                                                                              1.40
                                                                                     1.70
                                                                                            34.00
                            18.10
+10
     10.00
            3.62
                    1.81
                                           1.80
                                                  18.00
                                                                                     0.70
                                                                                            7.00
            2.26
                    2.94
                            29.40
No.5 10.00
     100.00
                           282.68
                                                  246.32
                                                                         69.20
                                                                                            49.00
```

 $10.00 \times BP$ $0.92 = 9.20 \text{m}^3 \text{ (BP}$)

5-2-34. ()()

| | (m) | | | | | | | | | |
|------|--------|-------|------|--------|------|--------|------|-------|------|-------|
| | (111) | (m) | (m²) | (m³) | (m²) | (m³) | (m) | (m²) | (m) | (m²) |
| BP | 0.00 | 10.00 | 0.92 | 9.20 | | | | | | |
| No.1 | 20.00 | 15.00 | 4.16 | 62.40 | | | | | | |
| BC | 10.00 | 10.00 | 3.64 | 36.40 | 5.14 | 51.40 | 4.00 | 40.00 | | |
| No.2 | 10.00 | 11.00 | 6.18 | 67.98 | 1.16 | 12.76 | 1.20 | 13.20 | | |
| EC | 12.00 | 10.00 | 5.92 | 59.20 | 2.12 | 21.20 | 1.60 | 16.00 | | |
| No.3 | 8.00 | 14.00 | | | 7.64 | 106.96 | | | 2.00 | 28.00 |
| No.4 | 20.00 | 15.00 | | | 3.60 | 54.00 | | | 1.40 | 21.00 |
| +10 | 10.00 | 10.00 | 3.62 | 36.20 | | | | | | |
| No.5 | 10.00 | 5.00 | 2.26 | 11.30 | | | | | | |
| | 100.00 | | | 282.68 | | 246.32 | | 69.20 | | 49.00 |

```
가 20m
                                                                                                                                                                            ( )
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        (가 1
                                                                                                                                                                                                    (點高)
                               )
                                                      5-2-69)
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      1
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          (H_1), 2
                    (H_2), 3
                                                                                      (H_3), 4 \qquad (H_4)
                                                          (V<sub>0</sub>) = \frac{A(h_1 + h_2 + h_3 + h_4)}{4}
                                                          (V) = \frac{A(H_1+2H_2+3H_3+4H_4)}{4}
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  H1
                                                                                                                                                                                                                   (m^2)
                                                             Α:
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 Α
                                                                      H<sub>1</sub>: 1
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           Нз
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    H_2
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         H_4
                                                                      H_2: 2
                                                                      H<sub>3</sub>: 3
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          H_2
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    H1
                                                                      H<sub>4</sub>: 4
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     5-2-69. 4
     (
                               )
                                                                                                                                                                                                                                                                                     (施工面高)
                                                          30m²
                                                                                                           .)
                                                           0.2 m -
                                                                                               A = 30 \text{ m}^2
                                                           0.5
                                                                                                                                                                  0.3
                                                                                                                                                                                                                                                                                      0.4
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      0.2
                                                           0.4
                                                                                                                                                                     0.5
                                                                                                                                                                                                                                                                                      0.2
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      0.3
                                                           0.3
                                                                                                                                                                     0.5
                                                                                                                                                                                                                                                                                      0.1
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      0.3
                                                           0.2
                                                                                                                                                                     0.4
                                                                                                                                                                                                                                                                                      0.5
(
                                                                                                (V)
                                                    = 30/4 \times \{ (0.2 + 0.4 + 0.4 + 0.2) + 2(0.5 + 0.4 + 0.3 + 0.3 + 0.5 + 0.4 + 0.5 + 0.2 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0.4 + 0
                                                                 0.3 + 0.3) + 3(0) + 4(0.3 + 0.5 + 0.5 + 0.4 + 0.2 + 0.1)}
                                                    = 7.5 \times (1.2 + 2 \times 3.7 + 0 + 4 \times 2.0) = 124.5 \text{ m}^3
                                                                                                                                                                                                     =\frac{124.5}{12\times30} = 0.346 m
                                                                                               (H) =
```

```
(盛土高)
                              (施工面高)
                                                                   (切土高)
                                                     (切土)
                                                     (盛土)
                       ( )
)
 ( 5-2-70) Box 2 2.0 \times 1.5 \times 6.03m
                        \{(0.3 + 2.0 + 0.3 + 2.0 + 0.3) \times (0.25 + 1.5 + 0.25) = 9.80\}
  m²}
                     \{(2.0 \times 1.5 \times 2) - (0.2 \times 0.2 \div 2 \times 8) = 5.84\text{m}^2\}
 (3.96\text{m}^2) (6.03\text{m}) 23.88\text{m}^3\text{P}.
                                                               3.08㎡가 .
                    (5.1m) \times (0.10m) \times (6.03m)
            3
                                                                 (2.0m \times 6.03m \times 2)
                    )
                    \{(1.5 - 0.2 \times 2) \times 6.03m \times 4 \}, \{(2.0 - 0.2 \times 2) \times 6.03m \times 4 \}
  ),
            2
                     (\sqrt{0.22 + 0.22} \times 6.03 \text{m} \times 8) 83.59 m<sup>2</sup>7 \ .
 6.03m \times 2 }
                                                           250
                 300 200 × 200 2,000
                                           300
                                                      2.000
                                                                   300
                                                            1,500
             100
                                                             250
                                           5,100
                       5-2-70. Box(2.0 \times 1.5 \times 2 \times 6.03 \text{ m})
       ( )
                   (2.0 \times 1.5m \times 2) (0.2 \times 0.2 2 \times 8)
       (5.36m²) (6.03m) 32.32m²가 .
                                                                                  m
                          (
)
 ( 5-2-33) ( 5-2-34)
                                               (5-2-35)
                                                                  (
                                                                          /
```

5-2-35.

| | | | | | | - | | | | | | | | |
|------------|-------------------|----------------|----------------|------------|----------------|---------|--------|--------|------------|-------------------|----------|---------|-----------|------------|
| | | | | | | | | | | | | | | |
| BP | 0.00 | 9.20 | | | | | 9.20 | | | | | | | |
| No.1 | 20.00 | 62.40 | | | | 57.11 | 5.29 | | | | | | | |
| BC | 10.00 | 36.40 | 51.40 | 0.9 | 57.11 | | 36.40 | | | | | | | |
| No.2 EC | 10.00 12.00 | 67.98 59.20 | 12.76 21.20 | 0.9 0.9 | 14.17 23.55 | | 53.81 | | No.2 BC | 41.31 × 20 | | | | |
| No.3 | 8.00 | J3.20 | 106.96 | 0.9 | 118.84 | 1 1 | | 83.19 | No.1 | 3640×30 529×40 | | | | |
| No.4 | 20.00 | | 54.00 | 0.9 | 60.00 | | | 23.80 | BP | 0.19×60 | | | | |
| +10 | 10.00 | 36.20 | | | | 36.20 | 44.00 | | No.5 | 11.30 × 20 | | | | |
| No.5 | 10.00 | 11.30 | | | | | 11.30 | | No.2 | 250×40 | = 500.0 | BP | 9.01 × 12 | 0 = 1081.2 |
| (| 20.00) | | | | | | | | | | | | | |
| | , | | | | | | | | | 106.99 | 2.867.20 | | 9.01 | 1,081.2 |
| | 100.00 | 282.68 | 246.32 | | 273.67 | 166.68 | 116.00 | 106.99 | | = 26.8 | | | = 120(ı | |
|) | | : | | | | | | | | | | | | |
| | | : | | / | | | | | | | | | | |
| | | = | 60m | / | (| | |) | | | | | | |
| | | | 60m | | (| | |) | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 20m | | | | | | | | | | | | - |
| | > 0 | | | | , | | - | | < | 0 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | BP | | | 9.2 | 20m³ | 201 | m | | | | | | | 9.20n |
| | 가 | , N | No.1 | | (| 62.40m | ₁ B | BC . | | 57.1 | 1㎡가 | 20m | | |
| | | 5 | 7.11m | 3 | | | | 5.29n | n³ | | | | | |
| | ВС | | 3 | 6.40m | 3 | | No | .2 | | 67 | ′.98m³, | | 14. | 17m³ |
| | | | вс | | | 36.40n | | | | 0.2 | | | .17m³, | |
| | (67 | .98 - 14 | | | | | | | , | | | | , | |
| | EC | | | | | | 59 | 20m³ | | 23.55m³ | | | | |
| | | 59.20 - | | | | | 00. | | | No | | | | 118.84n |
| | (| 59.20 - EC | , | No.3 | 7111 | | 0. | n < 20 | lm | | | 2 | 5.65m³ | No.3 |
| | | | | C.UP | | | | | | | | | | C.UVI |
| | | | | | | | | (110.0 | 4 - JC | 5.65) 83. | ואוווין | | | |
| | NI ₂ 4 | | 가 | , | 000- | 3 N. 4 | | | | ^ | 2003 | | | 20.0 |
| | No.4 | | ∠ Γ | 6 | | ³, No.4 | | | -1 | | 6.20m³ | | | 36.2 |
| | No.4 m³ | | 7 | | (60.00 | 0 - 36 | .20) 2 | 3.80m³ | | | 6.20m³ | | - 3) | 36.2 |

```
(166.68 \,\mathrm{m}^3) + (106.99 \,\mathrm{m}^3) = (273.67 \,\mathrm{m}^3)
        166.68m<sup>3</sup>
                        가
                                                          가
가 가
                                       60m
                                                     , No.3 No.4
                                                                      가
         BP N0.2
                                                             No.4 가 가
                          No.4
                No.5
                                              11.30㎡ × 20m = 226㎡·m가
               (23.80-11.30) 12.5㎡ 가
                                                            No.2
            12.5㎡ × 40m = 500㎡·m가 .
                                   가 가
             No.3
                                                            No.2 (53.81-
    12.50)41.31m<sup>3</sup>
                                   41.31 \,\mathrm{m}^3 \times 20 \,\mathrm{m} = 826.20 \,\mathrm{m}^3 \cdot \mathrm{m}
     (83.19-41.31) 41.88m³ 36.40m³ BC
                                                                       36.40m³ ×
    30m = 1092.00m³·m가 ,
                                   (83.19-41.31-36.40) 5.48m<sup>3</sup> No.1 BP
                               106.99m³,
                                                           2.867.2m³ · m가
                                          2,867.2m^{3} \cdot m 106.99m^{3} = 26.8 27m7
                       가
                  60m
     ( :116.0-106.99 = 9.01 \text{ m}^3)
                    가 , BP (9.20-0.19)9.01㎡
    No.6
    9.01 \,\mathrm{m}^3 \times 120 \,\mathrm{m} = 1,081.2 \,\mathrm{m}^3 \cdot \mathrm{m}^3 + \dots
                                    (106.99) +
                                                                 (0) =
                                                  (9.01) = (116.0 \text{m}^3)
(106.99m³)
                             (106.99) +
  ( )
 ( 5-2-36)
 BC
             51.40m³
```

 $1m^3$ $0.9m^3$ 7\; $1.0 / 0.9 = 1.11m^3$, 11%7\; 57.11m³

5-2-36.

| | | | | (| m³) | | | | 가 |
|---------|--------|--------|--------|-----|--------|-------|--------|--------|--------|
| | (m) | (m³) | | | | | | | (m³) |
| BP | 0.00 | 9.20 | | | | | 9.2 | | 9.20 |
| No.1 | 20.00 | 62.40 | | | | | 62.40 | | 71.60 |
| BC | 10.00 | 36.40 | 51.40 | 0.9 | 57.11 | 36.40 | | 20.71 | 50.89 |
| No.2 | 10.00 | 67.98 | 12.76 | 0.9 | 14.17 | 14.17 | 53.81 | | 104.70 |
| EC | 12.00 | 59.20 | 21.20 | 0.9 | 23.55 | 23.55 | 35.65 | | 140.35 |
| No.3 | 8.00 | | 106.96 | 0.9 | 118.84 | | | 118.84 | 21.51 |
| No.4 | 20.00 | | 54.00 | 0.9 | 60.00 | | | 60.00 | -38.49 |
| No.4+10 | 10.00 | 36.20 | | | | | 36.20 | | -2.29 |
| No.5 | 10.00 | 11.30 | | | | | 11.30 | | 9.01 |
| | 100.00 | 282.68 | 246.32 | | 273.67 | 74.12 | 208.56 | 199.55 | |

(-)

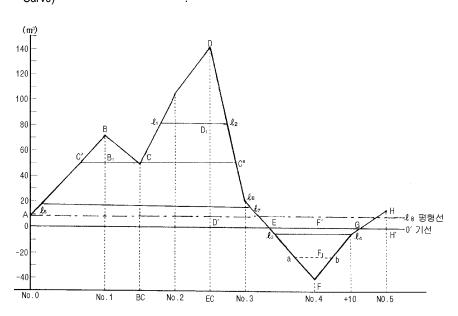
가

(+)

5-2-71)

가 (Mass

Curve)



5-2-71. ()

```
(AB, CD)
                            (BC, DE)
       ( C, F)
                           ( B, D)
           ( E, G)
     A E E G
                      (A E DD, E G FF)
                         АН
                              (捨土量) HH
(9.01㎡)가 ,
                         1/2 (FF /2)
                                        (ab)가
                 (重心) (重心)
        (m) =
                 (m^3 \cdot m)/ (m^3)
             )
                                  (縱距)
                                  (m^2)/ (m)
         (m) =
        1
                   . 2
( 5-2-71) 1+15 EC EC 2+15( 1 2
      BC 1+15 2+18 (c c )
                                 가
) ( 5-2-36)
) : ( 5-2-71)
                           ( 5-2-37) .
     가 20m
 ABC : CC'
                          No.0 +13.5
                                    No.1,
 No.1 BC (30.0-13.5) 16.5m ( 8.25m)가
                                          BB1
 (71.6-50.89) = 20.71 \,\mathrm{m}^3
                   20.71m³ × 8.25m = 170.8m³·m가 .
```

```
CDE : 1 2, No.1+15 EC, EC No.2 +15
            20m, DD_1 = [140.35 - \{50.89 + (104.70 - 50.89) \div 10 \times 5\}]62.55 \text{ m}^3
   62.55 \text{m}^3 \times 10 \text{m} = 625.5 \text{m}^3 \cdot \text{m}.
                           No.4 No.4+9, No.3+9 No.4
   EFG : 3 4,
               10.0m), FF_1 = [38.49-2.29-\{(38.49-2.29) \div 10 \times 1\}] 32.58m^3,
        20m(
        32.58\text{m}^3 \times 10\text{m} = 325.8\text{m}^3 \cdot \text{m}.
               ( 5-2-37) .
                           가 60m
  71.40m³, 2,573.7m³ · m
                                            36m .
                           가 60m
  12.31m³, 769.4m³ · m
                                                       2.43m³ .
                                            63m
    (115.84m³),
                           (71.40m³),
                                                       (12.31m³)
( 5-2-36) (199.55m³)
                                                   (9.01 \,\mathrm{m}^3) (5-
2-36) (208.56m³)
```

5-2-37.

| | | (A) | (B) | (A×B) | |
|--------------|------------|--------|-------|--------|------------------------------|
| 0+13.5 1 | 1 BC | 20.71 | 8.25 | 170.8 | 71.60-50.89 |
| 1+15 EC | EC 2+15 | 62.55 | 10.0 | 625.5 | 140.35-50.89-26.91 |
| 4 4+9 | 3+9 4 | 32.58 | 10.0 | 325.8 | 38.49-2.29-3.62 |
| | | 115.84 | | 1122.1 | 9.70 10m |
| BC 1+15.0 | 2+15 2+18 | 26.91 | 24.00 | 645.8 | 140.35-50.89-62.55 |
| 4+9 4+17 | 3+5 3+9 | 15.11 | 26.00 | 392.8 | 38.49+9.2-32.58 |
| 0+1.5 0+13.5 | 2+18 3+1.5 | 29.38 | 52.25 | 1535.1 | 140.35-62.55-26.91-21.51 |
| | | 71.40 | | 2573.7 | 36.9 37m |
| 0 1.5 | 3+1.5 3+5 | 12.31 | 62.50 | 769.4 | 140.35-62.55-26.91-29.38-9.2 |
| | | 12.31 | | 769.4 | 62.5 63 |
| | | 9.01 | | | |

477

```
1)
                                                                                           가
                                   가
                                                                  가 (
                                                  (
                                                                  0.7)
       ) 가 60,600
                                         2,148 \times 10^{-7}
            : 60,600,000 \times 2,148 \times 10^{-7} = 13,016
                                                                      17,249
                          \times 52,927 \times 1/8 \times 25/20 \times 16/12 = 11,026
                    1.0
                          × 39,004
                                       \times 1/8 \times 25/20 \times 16/12 = 4,062
                    0.5
                    0.2
                                       \times 1/8 \times 25/20 \times 16/12 = 2,161
                           × 51,867
                                      2,862
                                      = 2,290
                    10.5
                            × 218.18
                    25% × 2,290.89
                                      = 572
         33,127 / / .
2)
             가
                        1
                                                                                             2가
                     가
              가
                                        가
                               (
                                               )
                                                                        가
                     가
                                                가
                                        가
                                                               5-2-38)
```

5-2-38. 가 ()

| | J. 7 () | | | | |
|--------|--|----------------------|-----|-------|----------|
| | | | | | |
| D00201 | L = $2km() / m^3$ 1. | 54 327 247 | 54 | 327 | 247 |
| | | 628 | 54 | 327 | 247 |
| | 2. (10.5 Ton) L = 2.0 km, E = 0.9 , V1 = 7 V2 = 10 , q = $10.5 / 1.7 \times 1.325 = 8.18$ N = q / (qo*K) = 12.98 T1 = CM × N / ($60 \times E0$) = 6.99 T2 = (L/V1 + L/V2) × $60 = 29.14$ T3 = 0.8 T4 = 0.42 Cm = T1 + T2 + T3 + T4 = 37.35 Q = $60 \times q \times f \times E / Cm = 8.87 \text{m}^3/\text{hr}$: $5.905.00 / Q = 665$: $8.961.00 / Q = 1010$: $6.853.00 / Q = 772$ | 665 1,010 772 | 665 | 1,010 | 772 |
| | | 2,447 | 665 | 1,010 | 772 |
| | 3. | 15 39 40 94 | 15 | 39 | 40 40 |
| | | 3,169 | 734 | 1,376 | 1,059 |
| | | -,.00 | | .,0.0 | .,500 |

5-2-39. ()

:

| ITEM | | | | | | | | | | | | | | |
|------|---|-----|--------------|---------|----|--------|---------------|-------|-------------|--------|-------------|-------|-------------|--------|
| NO. | | | | | | 가 | | 가 | | 가 | | 가 | | |
| 1. | | | | | | | 1,084,639,755 | | 215,571,814 | | 519,096,394 | | 349,934,047 | |
| 1) | | | | 319,242 | m³ | 79 | 25,220,118 | | | 79 | 25,220,118 | | | D00024 |
| 2) | | | | | | | 266,974,149 | | 36,493,858 | | 129,334,586 | | 101,145,705 | |
| | (|) | | 214,297 | m³ | 879 | 188,367,063 | 140 | 30,001,580 | 368 | 78,861,296 | 371 | 79,504,187 | D00020 |
| | (|) | + | 10,629 | m³ | 7,234 | 76,890,186 | 594 | 6,313,626 | 4,638 | 49,297,302 | 2,002 | 21,279,258 | D00044 |
| | (|) | + | 118 | m³ | 14,550 | 1,716,900 | 1,514 | 178,652 | 9,966 | 1,175,988 | 3070 | 362,260 | D00045 |
| 3) | | | | | | | 38,121,502 | | 735,722 | | 35,536,358 | | 1,849,422 | |
| | | | | 4,008 | m³ | 3,070 | 12,304,560 | 89 | 356,712 | 2,669 | 10,697,352 | 312 | 1,250,496 | D00165 |
| | | | | 746 | m³ | 33,635 | 25,091,710 | 493 | 367,778 | 32,359 | 24,139,814 | 783 | 584,118 | D00033 |
| | | | | 12 | m³ | 60,436 | 725,232 | 936 | 11,232 | 58,266 | 699,192 | 1,234 | 14,808 | D00115 |
| 4) | | | | | | | 24,894,518 | | 3,196,484 | | 12,080,704 | | 9,617,330 | |
| | | | | 36,082 | m³ | 360 | 12,989,520 | 47 | 1,695,854 | 174 | 6,278,268 | 139 | 5,015,398 | D00124 |
| | | | | 50,021 | m³ | 238 | 11,904,998 | 30 | 1,500,630 | 116 | 5,802,436 | 92 | 4,601,932 | D00099 |
| 5) | | | | | | | 718,594,764 | | 174,672,998 | | 306,562,676 | | 237,359,090 | |
| | | () | | 11,184 | m³ | 827 | 9,249,168 | 132 | 1,476,288 | 346 | 3,869,664 | 349 | 3,903,216 | D00313 |
| | | () | | 748 | m³ | 1,391 | 1,040,468 | 222 | 166,056 | 582 | 435,336 | 587 | 439,076 | D00314 |
| | | () | | 2,062 | m³ | 1,456 | 3,002,272 | 293 | 604,166 | 672 | 1,385,664 | 491 | 1,012,442 | D00315 |
| | | () | | 132 | m³ | 1,792 | 236,544 | 192 | 25,344 | 911 | 120,252 | 689 | 90,948 | D00316 |
| | (|) | L=4KM () | 128,896 | m³ | 5,082 | 655,049,472 | 1,254 | 161,635,584 | 2,165 | 279,059,840 | 1,663 | 214,354,048 | D00323 |
| | (|) | L=4KM () | 8,040 | m³ | 6,221 | 50,016,840 | 1,339 | 10,765,560 | 2,698 | 21,691,920 | 2,184 | 17,559,360 | D00324 |
| 6) | | | | 3,216 | m | 3,369 | 10,834,704 | 147 | 472,752 | 3,222 | 10,361,952 | | | D00304 |

, , , , , (), , 가가 (5-2-40) 가 . 가가 가 가 . 5-2-40. 가 ()

.

| 1. | | 1,467,028,107 | 226,174,708 | 890,844,352 | 350,009,047 |
|----|-------|---------------|-------------|------------------|-------------------|
| 2. | | 94,490,769 | 13,240,414 | 77,167,207 | 4,083,148 |
| 3. | | 63,112,857 | 8,497,246 | 52,442,004 | 2,173,60 |
| 4. | | 7,311,490 | 4,505,075 | 1,806,425 | 999,990 |
| 가. | | 1,631,943,223 | 252,417,443 | 1,022,259,988 | 357,265,792 |
| | 1. | 159,472,558 | × 15.69 | % | |
| | 2. | 33,088,511 | (+ |) × 2.8% | |
| | 3. | 88,917,299 | (+ | +) | × 6.2% |
| | 4. | 33,993,906 | (+ | +) | × 1.81%+3,294,000 |
| | | 1,947,415,497 | | | |
| | 5. | 107,107,852 | . × 5.5% | | |
| | | 2,054,523,349 | | | |
| | 6. | 270,241,337 | (-) × 15 | 5% = 270,315,885 | |
| | 7. | 6,035,314 | | | |
| | 가 | 2,330,800,000 | | | |
| | 8. 가가 | 233,080,000 | . 10% | | |
| | | 2,563,880,000 | | | |
| | 9. | 421,450,000 | | | |
| | 1 | | | | |

() 1) () 가) , ,가 (GIS 가 2 "FRNET" , ,가 가 가 GIS 가 가 GIS 가 가 GIS

FRNET

```
: PC
   : VAX System(
                                 )
                  가
(選點)
              (m), (%), ( ), , ha (m^3/ha),
                                  (3),
              (1),
                         (2),
                                                (4),
          (5),
                    (6)
    : 1
             , , , ha
                                                   가,
        가
Start
                                  Stop
                           , ha
              , ha
```

5-2-72. FRNET

가

END

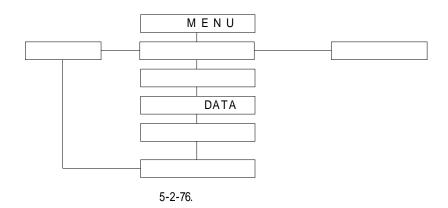
```
(選點)
                        , 가
2)
                       가
             가
                     가
 가)
                RP(Road Project), ROCAD
  )
                                    가
                     18
       , 1996
                         36
                          "STmate"
   STmate
          : PC(KS
                             가 AT ),
          : 가 ( 가,
                           가,
                                 가)
                                       가
                     가
```

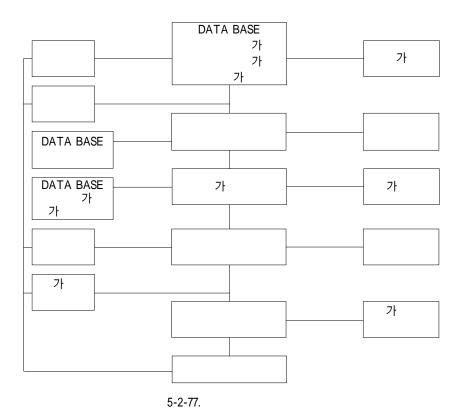
- 가 - 가 - 가

5-2-73. " STmate "

가

```
: PC(386 ), (A1 ), ( ), Auto-CAD(ver. 11 )
- Clipper( , , )
- FORTRAN( )
    : 가 ( 가, 가, 가) 가 ,
                          가 (Spread Sheet )
  MENU
                                    - DATA BASE \neg
                                     CAD
                CAD
                     FILE
                CAD
                                    CAD
                5-2-74.
                                        DATA BASE
 가
                                   AUTO CAD DXF
                 DATA BASE
                5-2-75.
```





, , .

: STmate

: , ,

: STmate .

Earth work

: PC ,

: VAX System(

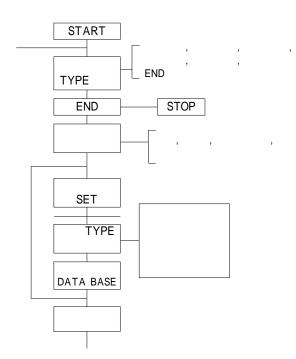
: 가

: ,

: , , , ,

.

: , , ,



5-2-78. Earth work

) 가 (6) (가) 1) 가) 5-2-41)) 5-2-79) 3가 5-2-79(a)} 7 10m { 5-2-79(b)} 5-2-79(c)} 가 7 10m { 가 1.5m가 5 10% 5 10m (b) (a) (c)

5-2-79.

5-2-41.

| | | (m) | () |
|--------|---|-------|---------|
| | | | 0.3 0.8 |
| | | | 0.5 1.2 |
| | | | 1.5 |
| | | 5 | 0.8 1.0 |
| | | 5 10 | 1.0 1.2 |
| | | 5 | 1.0 1.2 |
| | | 5 10 | 1.2 1.5 |
| / 工始 \ | | 10 | 0.8 1.0 |
| (礫) | 가 | 10 15 | 1.0 1.2 |
| | | 10 | 1.0 1.2 |
| | 가 | 10 15 | 1.2 1.5 |
| , | | 10 | 0.8 1.2 |
| | | 5 | 1.0 1.2 |
| , | | 5 10 | 1.2 1.5 |

))

가 .

.

가 가

가

1 1

, (鏡面表狀), (毛狀龜裂) 가)

, , , ,

가 .

```
2)
 가)
        (Banking)
      가
          1m
                                                                 가
                                       (Preloading) ,
                                                            (Well Point)
             (Sand Drain)
   )
                                   가
                                                           가
               가
                         (礫石)
    1
                 20 30cm
                                                        가
                                        20 30cm
   )
                  (耐壓)
   )
                                                     ( 5-2-42)
```

5-2-42.

| | | (m) | () |
|---|----|-----|---------|
| 가 | 0 | 5 | 1.5 1.8 |
| 가 | 5 | 15 | 1.8 2.0 |
| 가 | 0 | 10 | 1.8 2.0 |
| | 0 | 10 | 1.5 1.8 |
| , | 10 | 20 | 1.8 2.0 |
| | 0 | 5 | 1.5 1.8 |
| 3 | 5 | 10 | 1.8 2.0 |
| , | 0 | 5 | 1.8 2.0 |

)

가

가 10m

가

가

5-2-80(a)}

(berme)

{

(a)

(b)

5-2-80.

1 2m, 6m 5 10%

5-2-80(b)}

{

3) 가) (Cut and Fill) 1:4 가 (有孔菅)) 가 1:4 5-2-81) (Bench Cut) (cm) 50cm 정도 50 100 투수성재료 40 5-2-81.) 5-2-82) 절토·성토접속구간(약25m) -5-2-82. 1) 가

41

가

```
2)
                 (崩壞圓):
                                                  가
                (崩壞圓):
                                 가
           (中央點)
                                (滑面)
3)
4)
 가)
                                       10cm
                                                  30cm
                                       (30\text{cm} \times 20\text{cm})
   )
   )
                                            가
   )
                             ),
   )
                                가
                                            가
```

15cm , 2m : 20cm 가 :) 가 1 1) 가 가) PΥ 가 가 가 가 가 가 가 가 가 가) 가 가 가 () ()

| () | | | | |
|----------|-----|---------------------|-----------------------|-------------|
| 1) | | | | |
| 가) | | | | |
| - 1) | | | {可撓性(軟性)鋪裝 : Flexible | e Pavement) |
| | (剛性 | 鋪裝: Rigid Pavement) | | · |
|) | | | | |
| , | | | | |
| | , | , , | { 5-2-83(a)} | |
| | | 가 | | |
| | | | , | |
| | , , | | | |
| | | | A | |
| | | | 1 | |
| | | | ▼ | |
| | | | | |
| | | | | |
| (a) | | | (b) | |
| | | 5-2-83. | | |
| | | | 3cm | |
| | | | | |
| | | | | |
| | 1 | | , | (5 |
| 2-83(b)} | , (| |), | { 5- |
| | | | | |
| 2) | | | | |
| 가) | | | | |
| | : | , (|), 가 | |
| | | : | , | , |
| | , | | | |

10 20%

)

5-2-43.

| | | | | 가 가 | |
|---|----------|-------------|--------|-----|------|
| | 가 | | | | |
| | 10 , | | | 20 | |
| , | | | | | |
| | 가 가 . | | | | |
| | | | | | |
| , | | | | , | |
| | 가 , | | 가 | | |
| | 가 | | 가 가 | | |
| | 가 . | | | | |
| | 가 | | | | |
| | 20 | 가 가 가 | | 가 | , 20 |

3) 가)

•

, 1m

가 .

. (5-2-44) .

5-2-44.

| | | | CBR | | | | 1 |
|-------|---|-----|-----|-----|-------|-------|------|
| 100mm | 4.76mm : 25-100% 0.074mm : 0-25% | | 10% | 95% | d max | | 20cm |
| 150mm | 4.76mm : 95% 0.074mm : 5% | 30% | 5% | 90% | d max | CBR 5 | 20cm |

)

.

가 .

가 . . .

가 가 50 100cm 가

)

.

,

가 가 .

5-2-45.

| | | | (1) |
|--------|---------|------------------------|-----------|
| 50mm 1 | : 6 | • CBR >30 | • 20cm |
| 1/2 | : 9 | • | • 15-20cm |
| 100mm | . 9 | : 10kg/cm ² | |
| | : 6 18 | - | |
| | | : 7kg/cm² | |
| 40mm 1 | : 4 | • CBR >80 | 15cm |
| 1/2 | : 9 | | |
| | | : 30kg/cm² | 10-20cm |
| | : 6 18 | 401 / 2 | |
| | : 9 | : 10kg/cm² | 10cm |
| | . ¥ | 350kg | |

) : , : 2 ,

. : 가 가

가 : 가 가

, , : 가 가

: ()

: (Interlocking)

```
)
                                    가
                           가 가
    가
    가
           가 ,
                                                                     (Asphalt
    Plant)
                                                        (Asphalt Finisher)
          (roller)
                  가
                                                                       45 60
      )
                       160 170 가
                                                  (Prime Coating) (Tack
    Coating)
                              (MC-0, MC-1, MC-2)
                                                       {RS(C)-3}
               (primer) 1 2 /m<sup>2</sup> .
                                               . (
                    0.4 \ 0.8 \ /m^2
                                  110 140
                                                      (95%
                                                               )가
                                             )
4)
 가)
                                                        ) :
                    (
    (Wire Mesh)
```

499

0.6 0.8%

가 (Pre-stresed) :

·)

. 가

60 cm .

, , 가 (Interface)

·

. (pumping)

.

 $k30 = 20kg/cm^{2}7$, , . . (k_{1})

, (k₂) - - C

| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| С | 1.91 | 2.24 | 2.48 | 2.67 | 2.84 | 2.96 | 3.08 | 3.18 |
| | | | | | 3 | , | 3 | |

5-2-46. CBR

| | CBR | 2 | 2.5 | 3 | 4 | 5 | 10 |
|------|-----|--------|--------|--------|--------|----|----|
| | | 60 | 50 | 40 | 35 | 25 | 20 |
| (cm) | | 20(30) | 20(20) | 20(15) | 15(10) | 15 | 15 |

5-2-84.

CBR 4 () CBR 2

5-2-47. CBR d

CBR = CBR

| (n) | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| d | 1.41 | 1.91 | 2.24 | 2.48 | 2.67 | 2.84 | 2.96 | 3.08 | 3.18 |

, , ,

5-2-48.

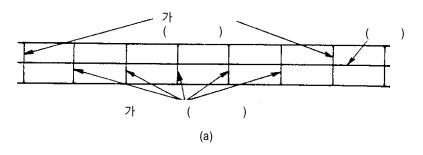
| | (/ , 1) | (cm) |
|---|-------------|--------|
| L | 100 | 15(20) |
| A | 100 250 | 20(25) |
| В | 250 1,000 | 25 |
| С | 1,000 3,000 | 28 |
| D | 3,000 | 30 |

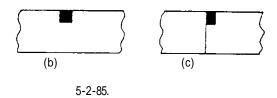
) () L, A , 40kg/cm²

, ,

(Joint) . (5.2.40) (5.2.85

, , (5-2-49) , (5-2-85)





(Warping Stress)

4.5m , (Tie Bar) : 가

. 16mm, 800mm, 750mm . 6 13mm, 1/3, 10mm

- 가 • 가 , 가 , , , (blow up) . : 가

20 40mm .

(dewel bar) 25 32mm, 500mm .

5-2-49.

| (longitudinal joint) | (expansion joint) (warp joint) | (expansion joint) (butt joint) (dummy joint) |
|--------------------------|--|--|
| 가 (transversal joint) | (expansion joint) (contraction joint) (warp joint) | (expansion joint) |

) , ,

:

가 : :

• 가

가 6m . 가

. 가 가 25cm 8m, 25cm 10m . 5) (Concrete Block Pavement) 가 (Interlocking Block) 5-2-86) , (Cushion), CBR 25 , (Base Course) 1m 15cm 2 3mm 2 3% 가 (a) (b) (c) 5-2-86. 가 가 가 가 가 가, (剪斷) 가 6) (Slag) 15 25cm 凹凸

```
가
         가
         가
                           5-2-87
             (表面工法):
                                         2 3
                                        2 3
             (箱掘工法):
                                                               (12 40mm),
            (3 12mm)
               (a)
                                                  (b)
                               5-2-87.
                              3 5%)
( )
1)
 가)
           (Super Structure)
                          (桁),
                                                     Cable
```

```
(Bridge Floor):
                                                          (橋面)
        (Floor System):
                                            가
               . 가 (橫桁, 床桁)
                                         (縱桁)
           (Main Truss):
                                 (支點)
          (Bracing):
               (Lateral Bracing) :
               (Sway Bracing) :
                                     (橋端)
         (Bearing) :
 • 가
          (Movable Bearing) :
                                                      가
          (Hinge Bearing) :
          (Fixed Bearing) :
           (反力)
        (Under Structure)
)
                                              (橋臺背面)
                가 2
                        (徑間)
              (脚柱)
                                                  В
                         С
                                                  C
                     (a)
                                                 (b)
```

5-2-88.

(軀體) (基

礎)

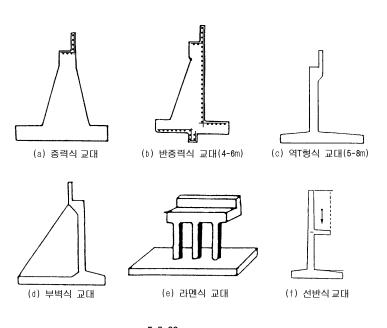
,

(Abutment) (5-2-88(a)) (shoe)가 (A

 $(\qquad 5\text{-}2\text{-}88(a)) \qquad \qquad \text{(shoe)} \\ \text{7} \\ \text{+} \qquad \qquad \text{(A)},$ a-a

(B), (C),

(D) . (5-2-89) 가



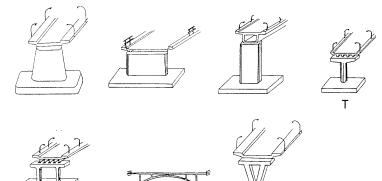
5-2-89.

• , , , ,

•

•

.



(A),

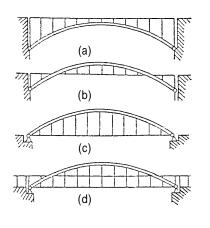
5-2-90.

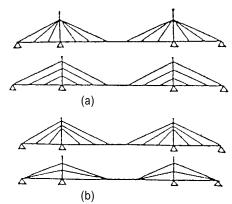
)

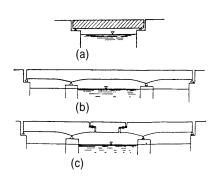
- (Deck Bridge), (Half-Through Bridge), (Through Bridge), 2 (2-Storied Bridge)

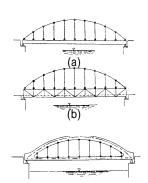
(Slab Bridge)

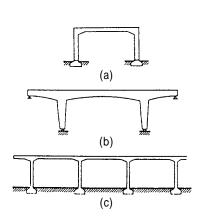
: (Plate Girder Bridge), I , Box

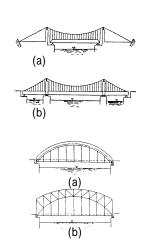


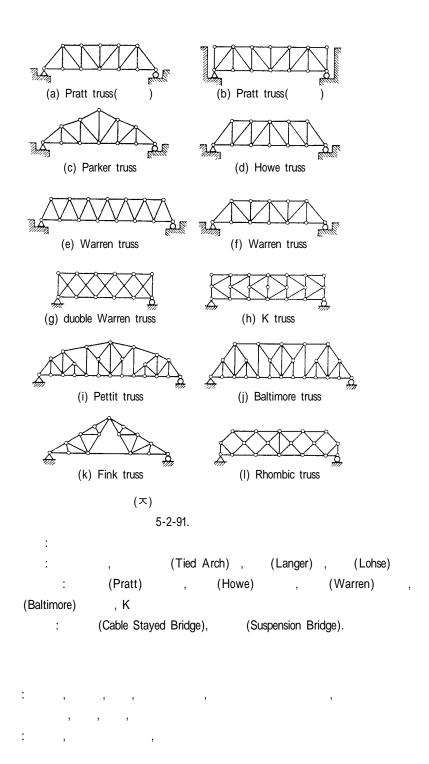












)

(死荷重)

5-2-50.

(kg/m³)

| , , | 7,850 7,250 2,800 2,500 2,500 | () | 2,350 2,150 800 1,100 2,300 |
|-----|---|-----|---|

(活荷重)

(DB)

(DL)

5-2-51. DB

| | W(t) | 1.8W(t) | 0.1W(kg) | 0.4W(kg) |
|---|---------|---------|----------|----------|
| 1 | DB-24 | 43.2 | 2,400 | 9,600 |
| 2 | DB-18 | 32.4 | 1,800 | 7,200 |
| 3 | DB-13.5 | 24.3 | 1,350 | 5,400 |

: 500kg/m³

2

(5-2-52) .

5-2-52.

| L(m) | L 80 | 80 L 130 | L>130 |
|---------|------|----------|-------|
| (kg/m²) | 350 | 430-L | 300 |

, 가 , (靜荷重) .

(I) =
$$\frac{15}{40 + L}$$
 0.3

, L :

(支間) (m)

2)

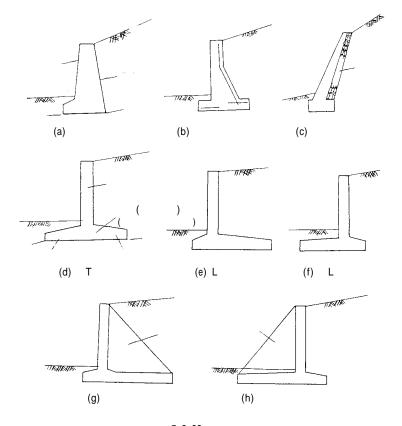
가)

(retaining wall)

가

(

5-2-92) .



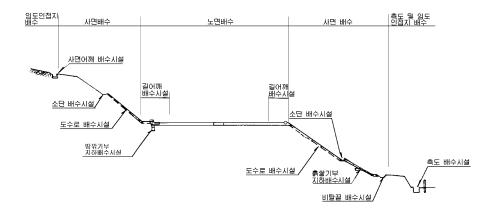
5-2-92.

)

5-2-53.

| () | ma E | • : 3m • : 5m : 7m | • , | ・ ・ (・) | • |
|--------|--|--------------------------|-------------|-----------------------|---------------|
| | m | • 5m | • 가 가 | ・ (・) ・ 가 | • 가 • 가 4m |
| | 111111 | • 10m 가 • 15m | • | • | • |
| (T ,L | 7777 | • 3m 10m | • | • | • |
| () | 7///////////////////////////////////// | • 6m | • | • (| • , |
| () | , | , | | | |

```
)
   )
                                         3
                                         (Service Load)
3)
                          가
                                                                             가
                                                                 가
                              가
                                                                    가
                        5-2-93)
 가)
                                                                     ),
   (가
   )
                               : 가
                                                (
                                                         ),
   )
                    )
                                                  (energy dissipater)
```



,

$$Q = \frac{1}{3.6} \cdot r \cdot f \cdot A(Lauterburg)$$

,Q: (m³/sec)

r: (mm/hr) — 30

f: (5-2-53)

 $A: (km^2)$

5-2-54. (f)

| | (f) | | (f) |
|-----|-----------|---|-----------|
| | 0.92 0.98 | | 0.75 0.90 |
| | 0.85 0.95 | 3 | 0.70 0.80 |
| | 0.30 0.40 | | 0.50 0.60 |
| | 0.30 0.40 | | 0.45 0.60 |
| | 0.40 | | 0.70 0.80 |
| | 0.90 0.95 | | 0.75 0.85 |
| | 0.70 0.80 | | 0.45 0.75 |
| | 0.60 0.75 | | 0.35 0.45 |
| , , | 0.40 0.60 | | 0.45 0.55 |
| , | | | 0.55 0.60 |

5-2-55.

| | (Q) | (Q ₁) | |
|------|--------|-------------------|----------------|
| ha | m³/sec | m³/sec` | |
| 0.5 | 0.048 | 0.058 | Lauterburg () |
| 1.0 | 0.097 | 0.110 | |
| 1.5 | 0.146 | 0.175 | |
| 2.0 | 0.194 | 0.233 | |
| 2.5 | 0.234 | 0.292 | |
| 3.0 | 0.292 | 0.349 | a = (0.5) |
| 3.5 | 0.340 | 0.408 | A : (m²) |
| 4.0 | 0.389 | 0.467 | h: (70mm/hr) |
| 4.5 | 0.437 | 0.524 | |
| 5.0 | 0.486 | 0.583 | |
| 10.0 | 0.972 | 1.167 | |
| 20.0 | 1.944 | 2.333 | |
| 30.0 | 2.916 | 3.499 | |
| 40.0 | 3.888 | 4.667 | |
| 50.0 | 4.861 | 5.833 | |

```
)
                                    (Manning)
 Q = A \cdot V
 V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}
                  (m³/sec)
                               n : {( 5-2-54) }
     , Q :
                     (m^2)
          A :
                                  R : (
                                              m)
                  (m/sec)
                                 I : (0.0P)
         ( 5-2-56)
   5-2-57)
    4m/sec
```

| 5-1 | 2-56. | n |
|------|-------|------|
| .,-, | Z-JO. | - 11 |

| | n | n |
|----------|------|-------|
| | 0.02 | 0.025 |
| (15cm) | 0.04 | 0.02 |
| (15cm) | 0.06 | 0.02 |
| | 0.1 | 0.015 |
| | 0.04 | 0.012 |
| | 0.03 | 0.02 |

5-2-57.

| | (m/sec) |
|----|---------|
| 71 | 0.5 |
| 가 | 0.5 |
| | 0.8 |
| | 1.2 |
| | 1.2 |
| | 1.2 |
| | 1.5 |
| 가 | 0.8 |
| | 1.5 |
| 가 | 1.5 |
| 가 | 2.0 |

```
( ) ( 5-2-94)
                                                                             . 가
                                                                             n = 0.02, I =
       4%,
                     10.0ha,
                                  r = 40mm/hr
                                                                    200m,
                                                                                           5m .
             가
( 1)
                A = (1.7 + 0.5)/2 \times 0.3 = 0.33 \text{m}^2
                P = 0.5 + \overline{0.6^2 + 0.3^2} \times 2 = 1.84m
                R = A/P = 0.33/1.84 = 0.179
             V = 1/n \cdot R \cdot I^{1/2} \cdot 1/0.02 \times 0.179 \times 0.04^{1/2}
                 = 50 \times 0.3176 \times 0.20 = 3.176 \text{ m/sec}
             Q = A \cdot V = 0.33 \times 3.176 = 1.05 \text{m}^3/\text{sec}(7)
(
     2)
                              f = 0.35(0.3 \ 0.4),
                                                                           f = 0.825(0.75 \ 0.90),
                           A_1 = 5m \times 1km(
                                                           ) = 0.005 \text{km}^2
                                                                                                 A_2
         = 10.0ha = 0.10km²,
                                r = 40mm/hr
          Q = 1/3.6 \cdot f \cdot r \cdot A
              = 1/3.6 \times 40 \times (0.005 \times 0.35 + 0.10 \times 0.825) = 0.936 \text{m}^3/\text{sec}(
          1.05 > 0.936
                                                                                  25%
          0.0936 x 1.25 = 1.17m³/sec가 . 1.05 < 1.17m³/sec가
```

5-2-58. Manning

| 30cm (r = 15cm) | $Q = 0.278 \text{ cm}^3/\text{sec}$ |
|------------------|-------------------------------------|
| 40cm (r = 20cm) | $Q = 0.599 \text{ cm}^3/\text{sec}$ |
| 50cm (r = 25cm) | $Q = 1.087 \text{ cm}^3/\text{sec}$ |
| 60cm (r = 30cm) | $Q = 1.766 \text{ cm}^3/\text{sec}$ |
| 70cm (r = 35cm) | $Q = 2.667 \text{ cm}^3/\text{sec}$ |
| 80cm (r = 40cm) | $Q = 3.806 \text{ cm}^3/\text{sec}$ |
| 90cm (r = 45cm) | $Q = 5.207 \text{ cm}^3/\text{sec}$ |
| 100cm (r = 50cm) | $Q = 6.899 \text{ cm}^3/\text{sec}$ |

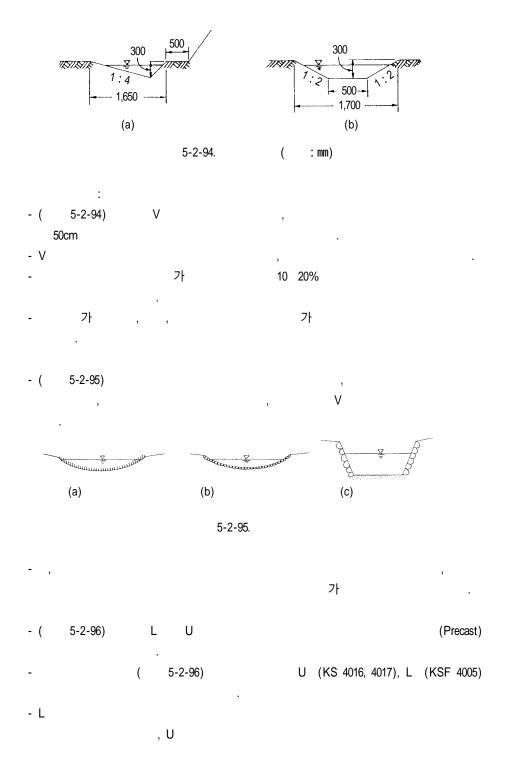
5-2-59.

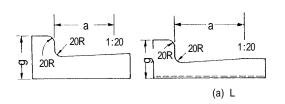
| | (cm) | | | |
|-----------|--------|---------|---------|-----|
| ha | 5% 10% | 10% 15% | 15% 20% | 20% |
| 0.6 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 0.6 0.8 | 40 | 30 | 30 | 30 |
| 0.8 1.0 | 40 | 40 | 30 | 30 |
| 1.0 2.0 | 50 | 50 | 40 | 40 |
| 2.0 3.0 | 60 | 50 | 50 | 50 |
| 3.0 4.0 | 80 | 60 | 50 | 50 |
| 4.0 5.0 | 80 | 60 | 60 | 60 |
| 5.0 6.0 | 80 | 80 | 60 | 60 |
| 6.0 7.0 | 80 | 80 | 80 | 60 |
| 7.0 8.0 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| 8.0 11.0 | 100 | 80 | 80 | 80 |
| 11.0 14.0 | 100 | 100 | 80 | 80 |
| 14.0 16.0 | | 100 | 100 | 80 |
| 16.0 18.0 | | 100 | 100 | 100 |
| 18.0 20.0 | | 100 | 100 | 100 |
| 20.0 25.0 | | | 100 | 100 |
| 25.0 | | | | |

)

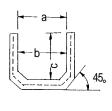
(Roadside Drain; Side Ditch)

,





| | (| |
|----------|-----|-----|
| | | |
| а | 350 | 250 |
| b | 175 | 155 |
| <u> </u> | | 100 |



(: mm)

a 600 150
b 540 140
c 600 150

(b) U

5-2-96.

: , , , (Corrugate) , T.H.P , BOX

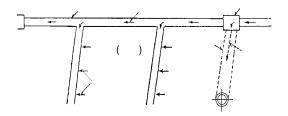
· , , . . .

가 가

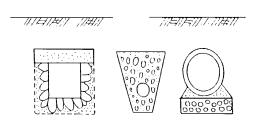
가 10cm 2

, 가 가

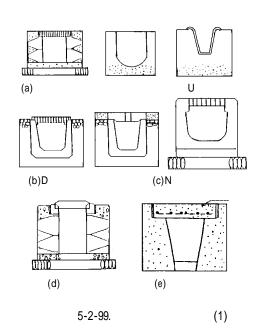
. 가

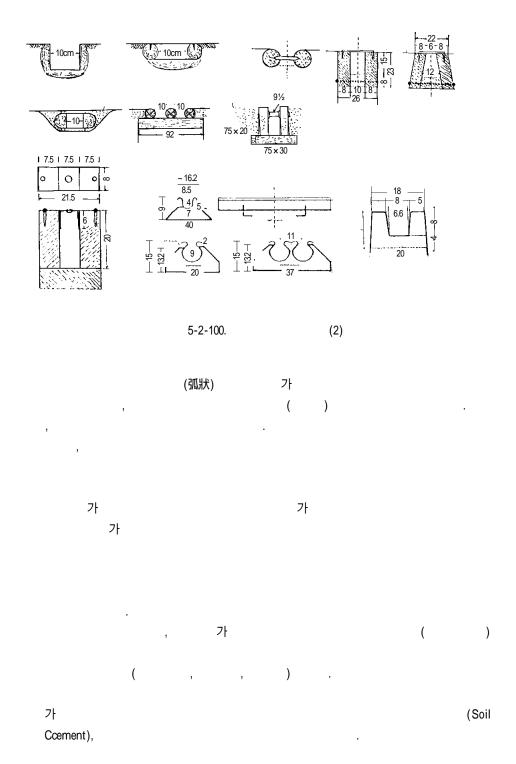


5-2-97.



5-2-98.

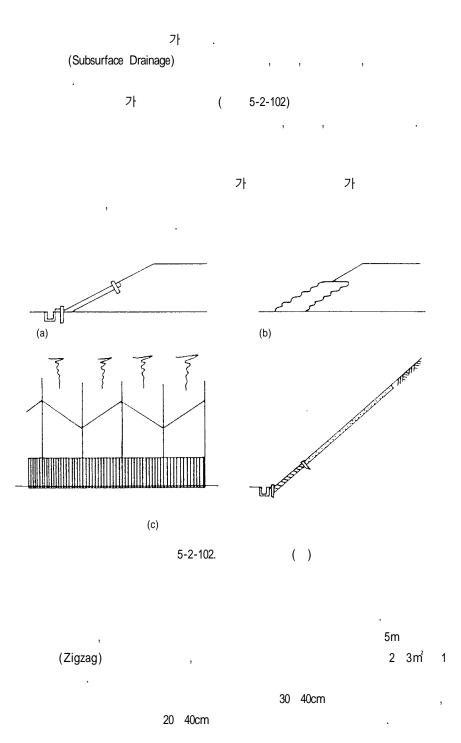




U , 가 가 (盲渠) (粗粒) 가 (盲暗渠) W (Porus) (Net) (a) (b) (c) (d) 5-2-101. 가 가 가 가 가 가 가 (空洞) (噴泥現象 : Pumping) 가 20-30cm), 50 1m²) 30-60cm, 30cm 가

)

가 가 ,



(7) (가) 가 5 6% 가 가 가 1 1 () 1) 가 가 가 가 1 1 2 가 가 2) 3) 가

: 가 () 가 가 20 30m () (Snow Removed): 가 10cm (Snow-Plough) (Grader) (Blower) 10 40m (捨雪場) (Snow Loader) 0

526

```
3.
(1)
                                (
                                                                                     ,採石跡地)
                                                                                            가
(가)
                 (採石跡地)
1)
 가)
                                              ),
                                                             )
                                                                 ]
                                  (
                                       ),
                                                    ),
                       [
                                      , 가
                                                  ),
    )
                                    500 kg/cm²
                                                                            2.7 - 2.5 \text{ g/m}^3
         (硬岩):
                                        100-500 \text{ kg/cm}^2 ,
            (準硬岩):
                                                                                2.5 – 2.0 g/m<sup>3</sup>
         (軟岩)
                                                         100 kg/cm²
                           (破碎岩):
     2 \text{ g/m}^3
```

5-3-1.

| | (kg/cm²) | (%) | (g/m³) |
|-----|-----------|--------|-----------|
| () | 500 | 5 | 2.7 – 2.5 |
| () | 100 - 500 | 5 – 15 | 2.5 – 2 |
| () | 100 | 15 | 2 |

```
, 1993.
   )
   )
               (殘壁)
            : 1 : 0.6 (60 °)
              : 1 : 0.6 - 0.8 (51 °-59 °)
              : 1 : 0.8 (50°)
           가
   )
                       가
                                 2.0ha
                       가
                                 2.1ha 5.0ha
                       가
                                 5.1ha
   )
                                                 가
                                           (
                                                                            )
2)
                    가
                                     (
       )
```

```
기존산림
발체구역
비탈어깨도
비탈어깨도
산지표면 K
표토두께 M
0 E
F
제석단면적
산비단면적
V 퇴적토석
F
```

```
A :
           ( 가
                      )
B :
C :
                                       (法肩)
                   (法尻)
D:
                   (法尻)
D:
E :
                                  가
E :
F :
G :
H :
I :
J :
K :
M :
N :
              )
0:
P :
          (E)
Q : P
                  (Pm \times Sm = Qm2)
R : N
                  (Nm \times Sm = Rm2)
S :
         (D)
                   (
T :
U:
                     (Um \times Sm = Vm2)
V :
W :
X :
                                5-3-1.
```

ı

•

5-3-2.

| 1 | 1-0 | | (| + | |) |
|---|-----|---|---|---|---|---|
| | 2-1 |) | | + | | |
| 2 | 2-2 |) | | + | | |
| | (|) | | | | |
| | 3-1 | | | | | |
| 3 | 3-2 | | | (|) | |

()

1)

가 · , , , , ,

.

2)

•

가) , ,

, ()

```
가
)
                                                 1.
             ).
                                     凹凸,
                                                 凹凸,
  凹凸,
                                  (凸
                                                      ,凹
                                )
                 凸
                             凸 谷型
   凸形尾根型
   凹
                 凹
                             凹
                                   (Rooting depth)
             가
                                      (RS),
                                                   (CW),
  (HW),
             (MW),
                       (SW)
                                             11 30cm,
                                     10cm
                                                        31
 50cm,
     51cm
                         (mm)
                                  (m)
                                             (開口);
                                         ; 가
                                 1 3 ).
                                                     7
        1.
                                  ).
```

```
: , , , (%)
                ( 1 : 1,200)
       )
                가 60°
                                    (見取
      )
            ( , ,
                        , )
)
                              가 , 가
    , ( ), 가 ,
```

```
, ( , )
                      ( : PVC, PE, PET, PP, HDPE, FRP,
GRT, RTR, RPM)
   : ( ),
               , ...), ,
```



5-3-2.

| 1 사방 댐 | \ \ \ | ●● 통나무 댐 | 돌망태 댐 | ▼ 콘크리트 댐 | 콘크리트블록 댐 |
|--------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------|---------------|------------------|
| 실근콘크리트 댐 | | | | | |
| 2 골막이 | - 000 - 돌 골막이 | ●● 통나무 골막이 | 돌망태 골막이 | | 콘크리트블록 골막이 |
| 바닥막이 3 | ○○○ 돌 바닥막이 | ●(•) 통나무 바닥막이 | 돌망태 바닥막이 | 콘 크리트 바닥막이 | 콘 크리트 블록 바닥막이 |
| 4 낮은 바닥막이 | 돌 낮은 바닥막이 | 돌망태 낮은 바닥막이 | 콘크리트 낮은 바닥막이 | | |
| 5 기슭막이 | 돌 기슭막이 | <u>/</u> H/ | 돌망태 기슭막이 | 콘크리트 기슭막이 | 콘크리트블록 기슭막이 |

| 6 | | | | | |
|--|---|---|--------------------------------------|---------------|---|
| | | ••• | | | |
| 수제 7 | 돌 수제 | 말뚝 수제 | 돌망태 수제 | 콘크리트 수제 | |
| , | 000 | | | | |
| 보막이 | 돌 보막이 | 콘크리트 보막이 | | | |
| 8 | 9 | 10 | 1 | | |
| | | | 000 | • | |
| 둑쌓기 | 밑막이 | 계간수로내기 | 돌 수로내기 | 통나무 수로내기 | 콘크리트 수로내기 |
| 11 | 12 | | | | |
| 비탈 다듬기 | 단끊기 | | | | |
| 13 | \wedge | \triangle | \triangle | | |
| 땅속흙막이 | 돌 땅속흙막이 | 바자 땅속흙막이 | 돌망태 땅속흙막이 | 콘크리트 땅속흙막이 | |
| 14 | 000 | XXX | | | |
| 누구막이 | 돌 누구막이 | 돌망태 누구막이 | 콘크리트블록 누구막이 | 테 누구막이 | |
| 15 | >000 | > • • < | XXX | | |
| 흙막이 | 돌 흙막이 | 통나무 흙막이 | 돌망태 흙막이 | 콘크리트 흙막이 | 콘크리트블록 흙막이 |
| 16 | | 17 | | | |
| | | 888 | | | |
| 돌쌓기 | 콘크리트 블록 잫 기 | ※ 돌붙이기 | | | |
| 돌 장기 | 블록잫기 | | | | |
| | 콘크리트 블록장기 /○ 돌 축대벽 | | 실근 콘크리트 공 대비 | | |
| 18 | 블록장기 / ○ 돌 축대벽 | 돌붙이기 | 축대벽 | ٩ | M |
| 18 本 대电 | 분특장기 | 돌붙이기 | 철근 콘크리트 축대병 | • | |
| 18 本 대电 | 블록장기 / ○ 돌 축대벽 | 돌붙이기 | 축대벽 | | Ŷ |
| 18 李대범 19 | 블록장기 / () () () () () () () () () (| 돋붙이기 콘크리트 축대백 콘크리트 | 축대벽 | | 혼합 수로내기 |
| 18 축대벽 19 수로내기 | 블록장기 / () () () () () () () () () (| 돋불이기 콘크리트 축대벽 콘크리트 수로내기 | 축대벽 | | 혼합 수로내기 |
| 18 축대박 19 수로내기 20 | 블록장기 | 돌불어기 콘크리트 축대벽 콘크리트 축대벽 콘크리트 수로내기 | 축대벽 때 수로내기 플라스틱 관 | 나무 수로내기 | 혼합 수로내기 (태+돌) |
| 18 축대박 19 수로내기 20 | 블록장기 | 돋불이기 콘크리트 축대백 콘크리트 수로내기 자갈 속도당 | 축대벽 배 수로내기 플라스틱 관 속도당 | 나무 수로내기 | 혼합 수로내기 (태·돌) |
| 18 축대벽 19 수로내기 20 속도당내기 | 블록장기 | 돌불어기 콘크리트 축대벽 콘크리트 축대벽 콘크리트 수로내기 자갈 속도망 | 축대벽 때 수로내기 플라스틱 관속도랑 23 침투수 방지공법 | 나무 수로내기 | 혼합 수로내기 (태·돌) 보명 속도망내기 |
| 18 축대벽 19 수로내기 20 속도망내기 태년 속도망내기 | 블록장기 | 돌불어기 콘크리트 축대벽 콘크리트 축대벽 콘크리트 수로내기 자갈 속도망 | 축대벽 배 수로내기 플라스틱 관 속도당 | 나무 수로내기 | 혼합 수로내기 (태·동) 보명 속도망내기 25 누름흥쌓기 |

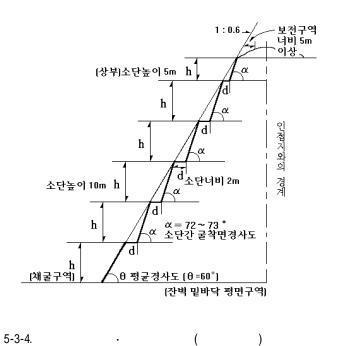
| 29 | 30 | | | | |
|--------------------|----------------|-----------------------------------|---------------------|--|--------------|
| | | | | | |
| | | <u>000</u> | | • • • • | <u> </u> |
| 선택붙이기 | 조공 | 돌 조공 | 새 조공 | 때 조공 | 싸리 조공 |
| 31 | | 32 <u>[][][][]</u> [][][][] | • • | 33 | 34 |
| 줄 때 다지기 | 줄택심기 | 평태붙이기 | 평태심기 | 띠뻬심기 | 재심기 |
| 35 | 36 | 짚다발 덮기 | 거격 덮기 | (XXXXX) (XXXXX) (XXXXXX) 녹화망 덮기 | |
| 37 | 38 | • • • • • | | (80 100 (100 100 100 100 100 100 100 100 1 | |
| 등고선구공법 | 씨뿌리기 | 점 씨뿌리기 (점파공) | 줄 씨뿌리기 (조파공) | 섞어 씨뿌리기 (혼짜공) | |
| 39 | 4 | \$ | | | |
| 나무심기 | 비탈 녹화 식재공법 | 분묘 식재공법 | | | |
| 40 | 41 | | | 42 | 43 |
| 힘줄박기 | 격자틀붙이기 | 통나무 격자틀붙이기 | 콘 크리트 블록 격자틀 붙이기 | 앵커박기 | 말뚝박기공법 |
| 44 샤프트공법 | 45 | 46 | 47 | 48 콘크리트 문 크리트 문 어 붙이기 | |
| 49 | | #-10 Н | | 50 TY | 5 |
| □ □ □ 식생공법 | □ □ □ 식생반공법 | ◎ ◎ ◎ 식생자루공법 | □ □ □ 식생대 | 암반녹화공법 | 분사식 씨뿌리기 |
| 52 | 53 | | | | |
| 종비토 뿜어붙이기 | 세집공법 | 돌 세집공법 | 콘크리트블록 새집공법 | 인조목 세집공법 | |
| 54 식생상공법 | 000 | 고 콘크리트 블록 | 실수 177777 연조목 | 55 | 56 |
| | 돌 식생상공법 | 식생상공법 | 식생상공법 | 소단상 객토식수공법 | 차폐수벽공법 co |
| 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 |
| 침사지 | 침전지 | 방조공사 | 퇴사울세우기 (퇴사공) | 구정 바자얽기 | 모래덮기 |
| 63 | 64 | 65 + - + + + + + + + + | | | |
| 파도막이 | 바람막이 (방풍공) | 정사울세우기 | | | |

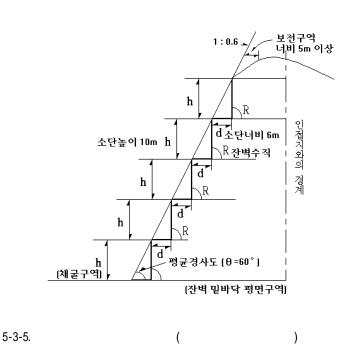
5-3-3. ()

```
( )
1)
                      가
 가)
                                                      (浮石)
                                       (Big hammer)
                      30cm
   )
                                                          가
                                                                  (小段)
                    가
                                    10m
                                            2m
                             60°
                                                                   (
       )
    5-3-3.
```

| () | () | (m) | (m) |
|-----|-----|-----|-----|
| | 80 | 2 | 20 |
| | 75 | 2 | 20 |
| | 70 | 2 | 15 |
| | 45 | 1 2 | 5 |

가





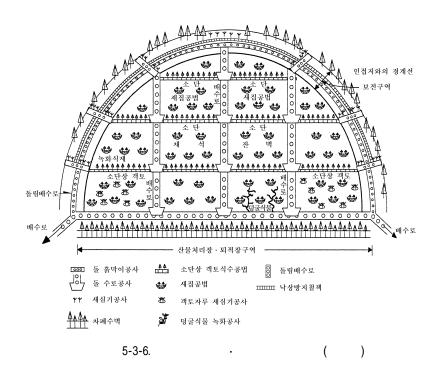
2) 가) ()) '가 가 가 20m 가 2m 70cm (L: 30 45cm) (+)) 70cm

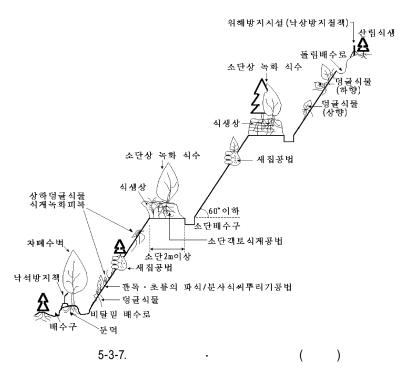
539

(),

(30° 45°) 5m 1 2m 가 20m (60cm) 1.5m ha 5,000 (30° 5m 1 2m 가 1 2m 가 50m (60cm 5,000) ha) 가 5-3-4.

| 30 ° | 30° 45° |
|------|---------|
| • | |
| • | |
| • | |
| • | |
| | |
| | |
| • | |
| | |
| • | |
| | |
| • | |
| • | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| • | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| • | |
| | |





5-3-5.

| () | | 1. |
|--|--|--|
| - (: : 600m²) | | |
| (4m × 6) (0.5m) () (0.3 × 0.9 × 0.3m) (·) (1m) | m m m² | 24 120 100 250 |
| - (: 3,500m², 1,700m²) | | |
| (3,500m ² × 0.15m) (1m) () (0.3 × 0.9 × 0.3m) () (3m × 1m) (6 /) (230m × 1m × 0.3m = 70m ³) (20 × 150) (3m ³) | m' m m m' m' () m' () (/) m m' m' m' | 520 100 100 50 (45) (300) 70 (500) 3 (600) (500) 50 |
| - (: 6,800m²) | | |
| (1,000m² × 0.2m) (1m) (0.5m) (4m × 25) (2m ·) () (0.3 × 0.9 × 0.3m) () (0.5 × 1.5 × 0.5m) | m m m m m m m | 200 100 100 30 400 50 300 100 |

()

| () | | 1. |
|---|-----|---------|
| () | m | 300 |
| $(0.2m \times 3,000m = 600m^2)$ | m² | 600 |
| (1m) | | 3,490 |
| (가 | m | 30 |
| * $(6,800 \text{m}^2 \times 0.1 \text{m} = 680 \text{m}^3/2)$ | m³ | 340 |
| - (: 900m²) | | |
| $(900 \text{m}^2 \times 0.05 \text{m})$ | m³ | 50 |
| (0.5m) (4m × 8) | m | 32 |
| () $(0.3 \times 0.9 \times 0.3 \text{m})$ | m | 30 |
| (, | m² | 50 |
| $(0.2m \times 300m = 600m^2)$ | m² | 60 |
| (1m) | | 300 |
| (*: | | |
| (1ha) () | () | (5,000) |
| | | |

1ha

• ,

가 가 가 가 凹凸 30cm 가 가 가) , 階段工, 段切工) (水土保全) 가 (段上)) (50 70cm 가 가

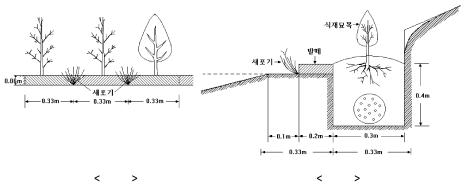
```
(段積工)
)
 가
                                                  가
                        가
                                                 가 .
          (浮土)가
                                                      가
       (段積立芝工, Stepped mini-terrace sodding works)
         (7)
                                      30cm
                                    5
                                                              5
      5
                  (小段)
                                               (段積石工)
    가
                                 (段)
가
      가
            <
           5-3-8.
                                          5-3-9.
)
    (條工, 筋工)
```

1.0 1.2m, 50 60cm - (切芝) (切芝) 가 (植生盤), (植 生袋), (植生帶), (가 40cm, 12cm, 5cm) - (, 石條工) 가 $1:0.2 \sim 0.3$, 50cm, 50cm - (萱條工, 萱筋工) (萱株) 가 30cm 0.7 1.0m 10cm 가 ,粗朶條工)

1-2

10cm

40cm



5-3-10.

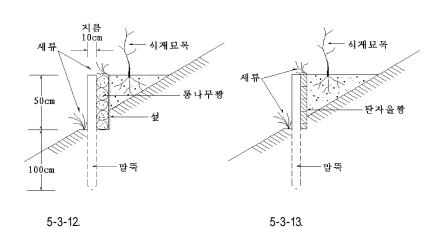
```
)
     ( , 柵工)
     (斜面柵工)
                            (柵)
                             , ( ),
                         가 .
    가
         0.5 1.0m
                              0.5m
       1.5 2.0
                                     가
     가
              가,
                               가
      가
                                               2
                               (編柵)
   · 帶梢 · 梢頭木)
                                가
                가
                                  가
         (木柵工)
                       (板材)
                                           가
            (末口) 10cm,
                       1 1.5m
                                       1m
            ( 3cm )
                           (
                              10cm ,
                                       2.0m )
                           가
   50cm
                             (原木柵工)",
```

2

· ,

바자 엄기 당속 50-100cm 우듬지 아 아 나자 엄기 50-60cm 당기 50-60cm

5-3-11.



```
, 噴射式播種工法, 種子吹付工)
   가
                                     1m^2
                                               (Hydro seeder) "
                                        10
    2
                    가
                                                       2,000 /m²
                                                                      100
                     2,100 /m²
/m^2
                                            (lath)
                      (fiber)
                                   (sheet)
                                   "가
```



5-3-14.

```
)
          (種肥土 吹付工, 客土吹付工)
                       ),
              ),
      (綠生土工) (Texol)
               가
               가
             가 1: 0.5
                                     15cm, 가 1: 0.5
             10cm
       가
             가
                       (基材)
                            1m
           80%
```



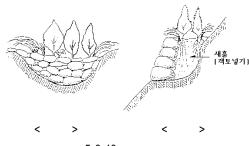
(植生箱) .

- 凹

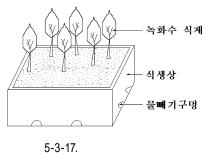
- 2 3m, 0.6 1.0m, 0.5 1.0m

- (植生箱) (FRP, GRP, RPM) , . . .

0.8 1.0m, 0.5 0.6m



5-3-16.



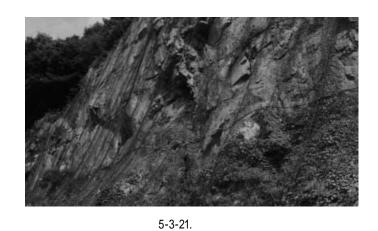
) , 遮蔽樹壁工) (, 2 3 (樹 壁) 가 가 가 가 가 가 3 1 2) (小段上客土植樹工) (小段)

0.3m 1.0m 가 가 KS 40cm) 가 5-3-18.) (吹付工, 가 가 가 가 (Air jets) (示方)

```
가
                                                   (乾式)
                                                                        1(
      ):1(
            ) : 1.5 3(
                          ),
                                                   1:4:1 1.5
    45 50%
                          10cm
                                                5cm
                                                <u>배</u>수로 ###
                         철근콘크리트의 1:1.0
두께 250mm
                         물빼기구멍
                                            철근 또는 앵커볼트
                                  1,000
           철근(망)
Φ 6mm·10cm의 간격
                              -기초콘크리트
                                                  1:1.3
             1:1.3
                             5-3-19.
 )
         (
               )
                               (埋)
                                                (引張材)
(受壓部)
                       (Rock bolt)
                                          (Earth anchor)
                  가
                        가
                                                (防蝕)
```

가가 (Rock bolt) (打入) (浮石) 2 1.5m PC PC 단층점토 단층마찰면 5-3-20. ,落石防止網覆工)) (轉石) (浮石) 3 5m 가 1m 가

- 가 (Rope) . 가 4 5m - 50×50mm 1ton 100kg



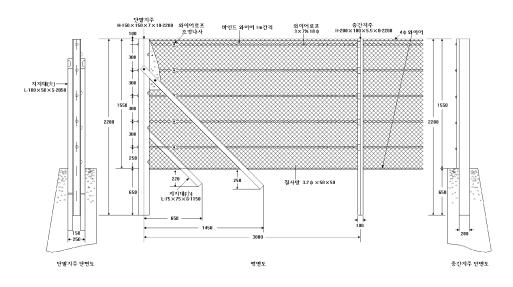
) (落石沮止柵工)

-- 1-2m가

- (柵) 1m 7 I字網, H字網

- 2-3m . - 18mm

- 가



5-3-22. (落石沮止柵工)

()

1)

가)

. , KS

) , , ,

, .

558

.

가 가 ,

2)

5-3-6.

| | 1 | | | |
|---|-------|--|---|--|
| | | | | |
| | | KSF 2312 | , 5,000m³ | |
| | | KSF 2302 KSF 2308 KSF 2306 KSF 2303 KSF 2304 KSF 2314 KSF 2346 KSF 2316 KSF 2343 KSF 2322 | | |
| | () | KSF 2311 | 2,000m³ 1 , 5,000m³ 1 3 , 1,000m³ 1 | |
| _ | | KSF 2306 | 가 | |
| | | | 가 | |

: , 1993.

가 가) 가 가 가) 가 가

(

)

```
. ( )
                  )
)
                        ( ) (
( ) (
( ) (
                        가
:
```

() : 3) 가 가 4) 5) 가 Pa(1/5) 0.8 ck Pb(1/5) 가 28 가 -가 가 가

7)

6)

5-3-7.

| | | | | | 7 |
|---|----|-----|----------|------------|---------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | 가(|) | m² m³ | 가 () | 19 19 |
| | | | | | 19 |
| | | | m² | | |
| | 90 | 2 4 | 28 | 88 3 41 | |
| | | | 19 | | · ()) |
| : | | | | | |
| | | | | | |

. , 1993.

6

1.

(1)

(71)

가 . 가

가

가 . . .

6-1-1.

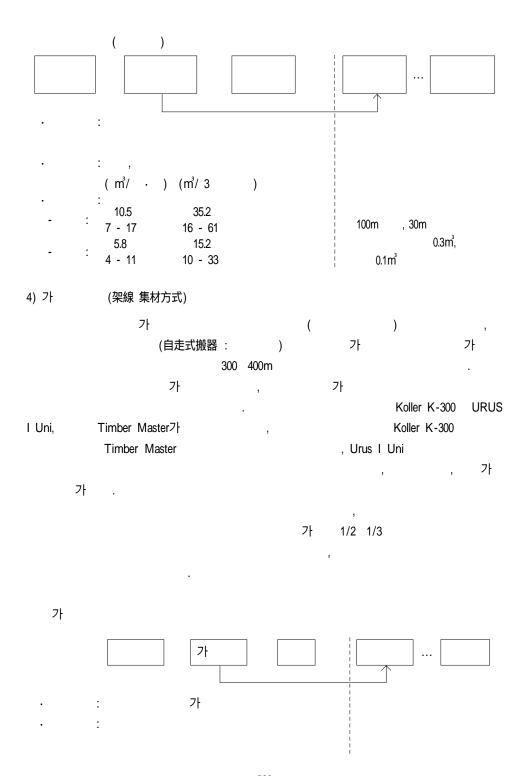
| * | , , | |
|----|------|---|
| | | |
| | 1 | |
| | | • |
| | 1 1 | |
| * | | |
| * | , | |
| | " (| |
| | " (| |
| * | 가 | |
| | 가 | |
| * | | |
| | , | |
| *4 | ıı . | |
| * | | |
| * | II . | |
| 1 | | 1 |

) *

```
1)
                     30% )
30%
                       가
                                             가
       가 가
    가 .
            (I) :
2)
                        30 60%)
                 가
                                           가
  30%
                                                    가 가
                                   가
                                                           가
                                             가
                                                  . 가
                                                      가
           (I) :
           (II):
3)
                 (
                       60%
                             )
                                            가
            가
                                                    (
 )
        가
```

```
( )
                               100%
                                                                    가
                                                              가
            200 300m
              100m
                                         (GMC )
                      가
                              4
                                                                    가
           가
                                   가 가
                                                                  GMC
                 2
1)
                      (短木)
                                                     (
                                                                    )
            (m^3/ \cdot )
               9.5
6 - 15
                                 2.4
                                                  7
                                1.0 - 4.6
                                                5 - 10
               5.3
                                1.8
                                                  7
               4 - 10
                                                5 - 10
                                0.8 - 4.1
                GMC
               GMC 4
               (4.5)
```

- ()) 2) 35cm 가 1 1 . 가 30 60%(15 30) 200m 가가 . (m^3/\cdot) 5.3 3.5 4 - 10 2.3 - 4.5 25m³/ha, , 1,000 ~ 1,500 , 100m, 0.10 ~ 0.12m³ 3) (Logging Bogie) Holzknecht Logging Bogie Benz MB-Trac, Farmi , Ritter , 가 30% 가 가 60 가가 . 80m



6-1-2 가

| | | (m) | | () | (m³/) | |
|---------------|-----|-------|-----|-----|--------|------|
| | | | | | | |
| Koller K-300 | 300 | (200) | 2-3 | 3-5 | 20.8 | 13.8 |
| Timber Master | 500 | 200 | 2-3 | 3-5 | 21.4 | 13.9 |
| Urus I Uni | 400 | 400 | 2-3 | 2-3 | - | - |
| Radi Carri | 400 | 400 | 2-3 | 2-3 | 17.4 | 10.5 |
| Y-28D | 600 | 300 | 3-4 | 3-5 | - | - |

6-1-3.

| | (m) | 1 | (m³) | | (m³) | () |
|---------------|-------|-----|-------|-----|------|-----|
| | (111) | | | | | () |
| Koller K-300 | 200 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 4 |
| Timber Master | 200 | 0.7 | 0.5 | 0.2 | 0.1 | 4 |
| Urus I Uni | 200 | - | - | - | - | - |
| Radi Carri | 200 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 3 |

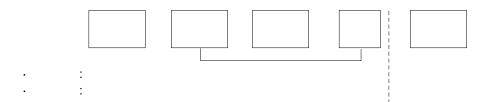
5) (林內車 集材方式)

 가
 .
 6
 60

 1 3m³
 (積載)

 (半積載)
 1.5 2m
 가
 . 1

. Husqvarna (筑水) GC 557C가 (筑水) GC 557C 7 가 800Kg 1㎡ .



· : 5.8 10.3 (m³/ 2)

```
( )
                                    가
                                           가
                             가
          가
                                                 가
                                                가
                   150 m³
      가
( )
                  가
                                                   가
        가
                                 가
                                       .(
                                           15ha
                                                       가
                        가
                         (shredder),
                               가
                    20
       가
                             50%
( )
                                           가
                                           ( 6-1-4)
              가
                                                              (枝打),
(斫棟)
              (Processor)가
                                       GMC
                                          (Forwarder),
                               (Harvester)
                                                                    가
```

570

가

6-1-4.

| | | | | 가 () |
|---|------|--------------------------|-------------------|---------|
| 가 | K | Coller K-303 | Koller K 300 | 160,000 |
| * | B | 弘川(自) Ryoshin RMK 200T | 200m | 120,000 |
| | k | Komatsu HC 30 | 150m 1 12 m³/2 | 35,000 |
| | 魚 | A谷鐵工所 | 50 m | 90,000 |
| | N | lokka Forest Nokka Joker | 4 | 220,000 |
| | F | MG 678 Mini | 7.5 | 200,000 |
| | N | lordtrac Terri 2020 | 1.7 | 80,000 |
| | B | 弘川自動車 RMF-6WD | 5.5 | 130,000 |
| | S | Steyer KP-40 | 35cm | 120,000 |
| | Iv | wafuji GP-30 | 35cm | 120,000 |
| | V | /imek TP5-40 | 40cm | 65,000 |
| | F | PIKA 45 | 40cm | 80,000 |
| | F | MG 0470 | 5m 35cm | 300,000 |
| | N | lokka harvester | 7m 40cm | 370,000 |
| | B | 及川自動車 RM 8WD 6HG | 6 , , , 1.8 | 55,000 |
| | B | 及川自動車 RM 8WD | 6 , | 39,000 |
| | 農 | 農林機研 Delphis DP 660 B | 3 , | 25,000 |
| | Y | 'anmar Diesel YCT 25 W | 2 | 35,000 |
| | Iv. | wafuji T-10A | 2 | 39,000 |
| | - Iv | wafuji T-30 | 11 | 77,000 |

()

,

,

.

| 1) | (1998) |
|----|--------|
|----|--------|

(: , 1000-1500 , 0.1-1.12m³ 25-30%, 200m)

| , | (/m³) | | |
|----------|--------|--------|-----------------|
| (m³/ .) | | | |
| 6.3 | 1,480 | 7,860 | 9,340 |
| 1.1 | - | 37,510 | 9,340 37,510 |
| 0.9 | 1,480 | 45,370 | 46,850 |

(: , 1000-1500 , 0.1-1.12m³ 25-30%, 200 m)

| | (/m³) | | |
|----------|--------|--------|------------------|
| (m³/ .) | | | |
| 4.3 | 2,170 | 11,510 | 13,680 22,920 |
| 1.8 | - | 22,920 | 22,920 |
| 1.3 | 2,170 | 34,430 | 36,600 |

(: , 1000-1500 , 0.1-1.12m³, 25-30%, 200 m)

| | m³ () | |) |
|----------|--------|----------|----------|
| (m³/ .) | | | |
| 5.3 | 1,760 | 9,340 | 11,100 |
| 2.5 | - | 16,500 | 16,500 |
| (2.1) | - | (19,650) | (19,650) |
| 1.7 | 1.760 | 25,840 | 27,600 |
| (1.5) | 1,760 | (28,990) | (30,750) |

2)

(: , 1000-1500 , 0.1-1.12m³, 25-30%, 200 m)

| | m³ (| |) |
|----------|-------|--------|--------|
| (m³/ .) | | | |
| 5.3 | 1,760 | 9,340 | 11,100 |
| 3.0 | 1,560 | 16,500 | 18,060 |
| 1.9 | 3,320 | 25,840 | 29,160 |

| 3 |) | | | (1) | | | | |
|-----|-------|---|---|------------|-----------------------|----------------|----------|----------|
| | | (| : | , | 200 m, | + | + + |) |
| | | | | | | m³ | | () |
| | | | | | (m³/ .) | | | |
| | | | | | 5.3 | 1,760 | 9,340 | 11,100 |
| | | | | | 12(2) | 2,830 | 8,250 | 11,080 |
| | | | | | 50 | 1,200 | 990 | 2,190 |
| | | | | | 2.7 | 5,790 | 18,580 | 24,370 |
| | | | | | | | | |
| 4 |) | | | (II) | | | | |
| | | (| : | , | , 200 r | n, | + | + |
| | + | | | |) | | | |
| Ī | | | | | | m | | () |
| | | | | | (m³/.) | | | |
| | | | | | 5.3 | 1,760 | 9,340 | 11,100 |
| | | , | | + | 36 | 1,670 | 1,380 | 3,050 |
| | | | | | 20 | 3,380 | 2,480 | 5,860 |
| | | | | | 50 | 1,200 | 990 | 2,190 |
| Ĺ | | | | | 3.5 | 8,010 | 13,890 | 21,900 |
| | | | | | | | | |
| 5 |) | (| |) | | | | |
| | | (| : | , 1000-150 | 00 , 0 | .1-1.12m³, | 25-30%, | 200m) |
| | | | | | / ma ³ / \ | m [*] | (| () |
| - | | | | | (m³/ .) 6.3 | 1,480 | 7,860 | 9,340 |
| | | | | | 15.2(3) | 4,740 | 9,770 | 14,510 |
| | | | | | 7 | - | 5,890 | 5,890 |
| | (| |) | + | (50) | (1,200) | (990) | (2,190) |
| | | | | | 2.0 | 6,220 | 23,520 | 29,740 |
| L | | | | | (2.7) | (7,420) | (18,620) | (26,040) |
| |) () | | (|) | | | | |
| 6 |) | (|) | | | | | |
| J | , | (| : | , , | 300 m |) | | |
| ſ | | ` | | , , | | , m³ | | () |
| | | | | | (m³/ .) | | | , |
| } | | | | | 30 | 15,340 | 1,650 | 16,990 |
| | | | | | 30 | 7,290 | 1,650 | 8,940 |
| ŀ | | | | | 15.0 | 16,990 | 3,300 | 25,930 |
| - 1 | | | | | | | | |

| 7) | (| |) | | | | | |
|----|---|---|---|---|----------|--------|-------|--------|
| | (| : | , | , | 300 | m) | | |
| | | | | | | m³ | | () |
| | | | | | (m³/ .) | | | |
| | | | | | 40 | 7,820 | 1,650 | 9,470 |
| | | | | | 30 | 5,740 | 1,650 | 7,390 |
| | , | | | | 30 | 5,740 | 1,650 | 7,390 |
| | | | | | 10.9 | 19,300 | 4,950 | 24,250 |

| (| : , | , 200 n | n) | | |
|---|-----|----------|---------|----------|----------|
| | | | m³ | | () |
| | | (m³/ .) | | | |
| | | 10.6 | 620 | 3,300 | 3,920 |
| | | 15(2) | 7,380 | 4,950 | 12,330 |
| , | | 30 | 3,790 | 1,650 | 5,440 |
| Γ | | 15 | (620) | (3,300) | (3,920) |
| L | | 50 | (1,200) | (990) | (2,190) |
| | | 2.8 | 11,790 | 9,900 | 21,690 |
| | | (2.4) | (9,820) | (12,540) | (22,360) |

| 9) | | | | | | | | |
|---------------|---|---|----------|---------|----------|----------|--|--|
| (: , 200 m) | | | | | | | | |
| | | | | m³ | | () | | |
| | | | (m³/ .) | | | | | |
| | | | 8.6 | 1,080 | 5,760 | 6,840 | | |
| | | | 10.5(3) | 6,870 | 14,150 | 21,020 | | |
| , | | | 30 | 3,790 | 1,650 | 5,440 | | |
| Г | | | 15 | (620) | (3,300) | (3,920) | | |
| L | | | 50 | (1,200) | (990) | (2,190) | | |
| | | | 2.3 | 11,740 | 21,560 | 33,300 | | |
| | | | (2.0) | (9,770) | (24,200) | (33,970) | | |
|) () | (|) | | | | | | |

10)

(: , 200 m)

| | | | m³ | (| () |
|---|----------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | (m³/ .) | | | |
| , | (Koller) | 12.9 13.8(3) 30.0 | 720 7,130 5,740 | 3,840 10,760 1,650 | 4,560 17,890 7,390 |
| | | 3.4 | 13,590 | 16,250 | 29,840 |

() (1998)

6-1-5. () (: $m^3/$ ·)

| | (m³) | ha (m³) | 1 | | |
|------------|-----------|-------------|-------|-------|-------|
| | (111) | 11α (111) | | | |
| | 0.10-0.20 | 70 - 100 m³ | 5.39 | 4.93 | 5.16 |
| | 0.20-0.30 | " | 6.32 | 5.87 | 6.10 |
| | 0.20-0.30 | 100 - 150 | 7.17 | 6.72 | 6.94 |
| (30) | 0.30-0.40 | " | 8.11 | 7.65 | 7.88 |
| (30) | 0.30-0.40 | 150 -200 | 9.17 | 8.71 | 8.94 |
| | 0.40-0.50 | " | 10.11 | 9.65 | 9.88 |
| | 0.10-0.20 | 70 - 100 m³ | 8.12 | 7.66 | 7.89 |
| | 0.20-0.30 | " | 9.06 | 8.60 | 8.83 |
| | 0.20-0.30 | 100 - 150 | 9.90 | 9.45 | 9.68 |
| (15 - 30) | 0.30-0.40 | " | 10.84 | 10.39 | 10.61 |
| (13 - 30) | 0.30-0.40 | 150 - 200 | 11.90 | 11.45 | 11.67 |
| | 0.40-0.50 | 11 | 12.84 | 12.38 | 12.61 |
| | 0.10-0.20 | 70 - 100 m³ | 10.85 | 10.39 | 10.62 |
| | 0.20-0.30 | " | 11.79 | 11.33 | 11.56 |
| | 0.20-0.30 | 100- 150 | 12.64 | 12.18 | 12.41 |
| (15) | 0.30-0.40 | " | 13.57 | 13.12 | 13.35 |
| (13) | 0.30-0.40 | 150 -200 | 14.63 | 14.18 | 14.41 |
| | 0.40-0.50 | 11 | 15.57 | 15.11 | 15.34 |

) : 75% , : 25%

6-1-6. $(: <math>\vec{m}$ / ·)

| | (15) | (30) | (15-30) |
|-------|-------|-------|----------|
| 100 m | 1.9 | 3.1 | 4.3 |
| 200 m | 1.4 | 2.3 | 3.3 |
| 300 m | 1.1 | 1.9 | 2.5 |

6-1-7. (: $m^3/$ ·)

| | (15) | | (30 |) | (15-30) | | |
|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--|
| | Α | В | Α | В | Α | В | |
| 100 m 200 m | 1.8 1.3 | 2.0 1.5 | 2.9 2.1 | 3.3 2.4 | 4.1 3.0 | 4.6 3.4 | |
| 300 m | 1.0 | 1.1 | 1.8 | 1.9 | 2.4 | 2.7 | |

) A: ha 50 m³ B: ha

6-1-8. () (: m³/ ·)

50 m³

| | | | | 1 |
|----------|-------------------------------------|----|---------------------|----------------------|
| | (m³) | | | () |
| | 0.08-0.10 0.10-0.12 0.12-0.14 | ha | 25-30% 1000-1500 | 3.84 4.30 4.68 |
| (30) | 0.14-0.20 0.20-0.30 0.30-0.40 | ha | 25-30% 500 -1000 | 5.85 6.73 7.50 |
| | 0.08-0.10 0.10-0.12 0.12-0.14 | ha | 25-30% 1000-1500 | 4.83 5.29 5.67 |
| (15-30) | 0.14-0.20 0.20-0.30 0.30-0.40 | ha | 25-30% 500 -1000 | 6.84 7.72 8.49 |
| | 0.08-0.10 0.10-0.12 0.12-0.14 | ha | 25-30% 1000-1500 | 5.82 6.28 6.66 |
| (15) | 0.14-0.20 0.20-0.30 0.30-0.40 | ha | 25-30% 500 -1000 | 7.83 8.71 9.48 |

6-1-9. $(\quad : \quad \vec{m^3}/ \quad \cdot \quad)$

| | | (15 |) | | (30 |) | | (15-30 |) |
|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | А | В | С | Α | В | С | Α | В | С |
| 100 m 200 m 300 m | 1.3 1.0 0.8 | 1.5 1.1 0.9 | 1.8 1.3 1.0 | 2.1 1.5 1.3 | 2.5 1.8 1.5 | 2.9 2.1 1.7 | 2.9 2.1 1.7 | 3.5 2.5 2.1 | 4.1 2.9 2.3 |

) A : ha $\,$ 15 m 3 $\,$ B : 15-30 m 3 $\,$ C : 30 m 3

45,000 - 55,000 , 40,000 - 45,000 7t 7t ('93.11

```
) 30,791 '94 가 1.38
```

6-1-10.

| | 93 | 94 가 ¹⁾ | 2) |
|-------|---------------------------|--------------------|---------------|
| () | 21,200 (100) | 22,300 | 30,791 (138%) |
| 3 () | 32,900 (100) | 32,900 | 45,400 (138%) |
| 3 () | 29,900 (100) ³ | 29,900 | 41,260 (138%) |

6-1-11.

| | 가 | 가 | () | () | | | 1 가 | | |
|--------------------|---------|-----|-------|-----|-----|-------|--------|-----|-----|
| | () | | () | () | () | () | () | () | (%) |
| | 430 | 0.1 | 1,800 | 3 | 1.2 | 600 | 5 | 1 | 120 |
| | 3,500 | 0.1 | 2,000 | 5 | 0.8 | 400 | 4 | 2 | 20 |
| | 8,400 | - | 8,000 | 10 | 0.1 | 800 | 8 | - | - |
| 築水 | 8,500 | 0.1 | 4,800 | 4 | 0.8 | 1,200 | 5 | 1 | 20 |
| (RYOSHIN) | 55,000 | 0.1 | 6,000 | 6 | 0.6 | 1,000 | 6 | 6 | 30 |
| (KUBOTA) | 30,000 | 0.1 | 6,000 | 6 | 0.6 | 1,000 | 6 | 3 | 20 |
| (DELPHIS) | 25,000 | 0.1 | 6,000 | 6 | 0.6 | 1,000 | 6 | 3 | 20 |
| (YANMAR) | 35,000 | 0.1 | 6,000 | 6 | 0.6 | 1,000 | 6 | 2 | 20 |
| | 30,000 | 0.1 | 4,800 | 6 | 1.0 | 800 | 5 | 3 | 20 |
| Timber M. | 73,000 | 0.1 | 8,000 | 8 | 1.0 | 1,000 | 5 | 4 | 20 |
| Koller | 65,000 | 0.1 | 8,000 | 8 | 1.0 | 1,000 | 5 | 4 | 20 |
| | 40,000 | 0.1 | 8,000 | 8 | 0.8 | 1,000 | 6 | 5 | 30 |
| MB | 90,000 | 0.1 | 8,000 | 8 | 0.8 | 1,000 | 6 | 6 | 30 |
| IWAFUJI T30 | 77,000 | 0.1 | 8,000 | 10 | 0.8 | 1,000 | 6 | 3 | 20 |
| IWAFUJI T10A | 39,000 | 0.1 | 8,000 | 10 | 0.8 | 1,000 | 6 | 3 | 20 |
| | 300,000 | 0.1 | 8,000 | 6 | 1.0 | 1,300 | 6 | 10 | 30 |
| | 150,000 | 0.1 | 8,000 | 6 | 0.8 | 1,300 | 6 | 10 | 30 |
| | 200,000 | 0.1 | 8,000 | 6 | 1.0 | 1,300 | 6 | 10 | 30 |
| (VIMEK II) | 65,000 | 0.1 | 8,000 | 8 | 0.8 | 1,000 | 6 | 5 | 30 |
| IWAFUJI GP30A | 120,000 | 0.1 | 8,000 | 8 | 0.8 | 1,000 | 6 | 8 | 30 |
| IWAFUJI GS&LSA | 28,000 | 0.1 | 8,000 | 8 | 0.8 | 1,000 | 6 | 8 | 30 |
| (MORITO MCY 1000S) | 180,000 | 0.1 | 8,000 | 10 | 0.8 | 1,000 | 6 | 8 | 20 |

6-1-12.

| | , | | |
|--|--------------------------------------|-----------------------------|------------------------|
| | | (m³/) | |
| Nokka Joker | 가 | 15 - 20 | DBH 16cm |
| FMG F56 Timber Jack Timco | , DBH 28 cm | 34 - 65 | |
| VIMEK II NIAB RN45 | DBH 24 cm | 18 - 24 | |
| IWAFUJI GP30 Steyer KP40 | , , , 가 | 44 74 24 | DBH 28 cm DBH 36 cm |
| IWAFUJI GP30A HIAB | - DBH 29 | 28 - 40 28 | " |
| Nokka Joker | 400m | 18 - 32 | 1 2.9 - 3.9m³ |
| Koller K 303 Oikawa RME 200T VAM Trumfalke | 100m DBH 36cm ,DBH24cm 250m | 24 16 - 28 14 | 3 1 2 1 |
| RYOSHIN 8WDG HG DELPHIS DP 660 | 150 m 400m | 15 9 - 13 | 2 1 |
| Hopeman YANMAR YCT 25W | 300m 500m 100m 150m 170m | 8 2.5 7.3 15 12 | 1 1 2 1 |
| IWAFUJI T30, 35 PS IWAFUJI T10A, 19PS | 110m 110m | 29 16 | 2 1 |
| | 200m | 13 | 3 1 |
| | | | |

6-1-13.

| | | | | | 024 <i>A</i> | V | | | |
|------------------|----------------|----------------|---------------|----------|-----------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--|
| 기 가 | 7} (((|))) | P S N H | | | 430,000 43,000 3 1,800 | | 3,500,000 350,000 5 2,000 | |
| 가 | (|) | R Yo Do | | | 1.2 600 5 | | 0.8 400 4 | |
| (| |) | | % | (| 't 120%) | 400 가 | 8mm×100m 80% | |
| 가 (/) | | Fp Fc Lp | | | 610 1.0 1.2 | | 610 2.0 0.2 | | |
| () | | Wn Ww | | | 1 41,260 | | 2 41,260 | | |
| (m³/) | | | | | 5.3 | | 8 | | |
| 가 가 가 가 | 가 | () () () | | Yo Yo | > H/N > < H/N = | | $= (P - S)/(N \cdot Y_0)$ (R) | | |
| | | () | | | = - | + 가 | + | + | |
| () | | | | 20% 가 | | | | | |
| + | (, |) | | 41,260 | × 1.2 = | 49,512 | 41,260 × | 2 × 12= 99,024 | |
| | 가 (/ ɪ | m³) | | | 11,101 | | | 14,625 | |

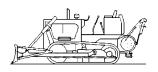
(2)

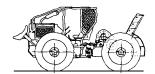
가 가 가

가 , , ,

```
가
(가)
                                            가
                                                                가
                                        가
                             가
                                                (Clearance)
   (前輪)
       50
     , 가
                             (Ply) 가
          가
                                                60:40
( )
1)
 (Axle)
                         ), 2 , 3
    , 2
            4
 가)
              (Crawler Type Tractor)
                (裝軌), (
      (履帶式),
                                            )
```

) (Wheel Type Tractor) , (裝輪型) , , , (6-1-1)





6-1-1.

6-1-14.

| | , | | | |
|-------|-----|----|-----|------|
| | , | | , | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| 가 . | | | 가 , | |
| | 1/2 | 20 | 1/2 | |
| 30cm | 1/2 | 20 | | 50cm |
| Goom | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| . 가 , | 가 . | | | |
| | | | | |
| | , , | | , | |
| | | | , | |

| () | 0.45 | 0.88 | () | 0.27 | 0.17 |
|-----|------|------|-----|------|------|
| () | 0.58 | 0.55 | () | 0.29 | 0.20 |
| () | 0.46 | 0.45 | () | 0.32 | 0.35 |
| () | 0.56 | 0.35 | | - | 0.36 |
| () | 0.42 | 0.20 | | 0.12 | 0.12 |
| () | 0.56 | 0.35 | | - | 0.20 |
| () | 0.29 | 0.15 | () | 0.20 | 0.50 |
| () | 0.53 | 0.35 | () | 0.15 | 0.20 |

```
: FAO.
                                  가
  )
    가
            가
                                           가
  가 10km/hr
                           20km/hr
   1/2
  )
  가
                                         )
가
  )
                              40
                                                              가
                                            50
                                                    가
```

20) μc $(\mu c = tan).$ (6-1-15) 30 가 가 16 , 가 가 가 가) 가 가 (軟式) 가 가 가) 가 (全) / 0.5 0.6kg/cm² (全) 1.0 1.8kg/cm² 0.5kg/cm²). 0.3 0.4kg/cm² 가 가 가 () 1)

가 가 가 가 2) 가(硬式懸 架) 가(半硬式懸架) 가(軟式懸架) . 7 가 가 가 가 가 가, 가 3) (Power Take Off, PTO) 2 가 4가 가 . 가 : 2 가 (斷續)

```
( )
1)
가)
                           가
 가
                       가
                             (
               가
                                                : 5 8 가
(30 50 가
                    가
                                              (120 200 가
(1000 2000 가
              )
                                           )
  )
                                                     가
  )
                                               가
                                                       가
  )
가
                     가
  )
                                  가
2)
                              )
                                                         가
```

| (1) |) | | | | | | | |
|-------------|-------|---------|--------|---|---|---|---|---|
| | | (Warm u | p) | | | | | |
| | | | | 가 | | | | |
| | ROPS(| | |) | , | | | |
| | | | 가 가 |) | , | | (| |
| 2) | | | | | | | | |
| | | | | 가 | | 가 | | |
| 3) | | | (|) | | | | |
| 4) | | | | | | | | |
| _\ | , | , | | | (| | |) |
| 5) | |) | | 가 | 가 | | | |
| | | | | , | | | | |

6) 가 가 , 가)

(3)

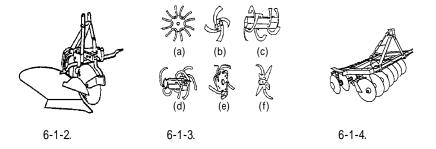
(가) .

, ,

가 가 . , 2가

가

가 . ,



() (Stone Picker)

PTO

30mm

1.6m 가

()

가 , 가 2가 가 , (精度)가 .

100 120cm 가 .

6-1-16. 가

| | | I | I | K | |
|--|--|----------------|----------------|-------------|--|
| | | KHT 1200 | KF 110 | KT | |
| | | | 1,570 mm | 1,000 mm | |
| | | | 2,150 mm | 1,800 mm | |
| | | | 900 mm | 1,000 mm | |
| | | 150 kgf | 350 kgf | 350 kgf | |
| | | 1,000 1,200 mm | 1,000 1,200 mm | 1,100 mm | |
| | | 150 300 mm | 150 300 mm | 100 300 mm | |
| | | | 300 rpm | 200 400 rpm | |
| | | 20PS | 25PS | 15PS | |
| | | 3 | 3 | 3 | |
| | | 2,000m²/hr. | 1,500m²/hr. | | |

 27ト 7ト

 苗床
 6-1-5.

가 .

()

,

가 20 50cc , PTO 6-1-6. 6-1-7. () 6-1-8. () 가 (Hand 가 가 Tractor)

カ (揺 散式) 2

() .

6-1-17.

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------|---|------|------|------|------|
| (m/min.) | 0 | 0.62 | 1.24 | 1.87 | 2.49 |
| (m/min.) | 0 | 0.75 | 1.10 | 1.15 | 1.70 |

6-1-18. 가

| | (mm) | (kgf) | (kgf) | | (mm) | (km/hr.) | |
|----------|-----------------------|-------|-------|-----|-------|----------|----------|
| TMS 1000 | 3,800 × 1,650 × 1,295 | 560 | 1,000 | РТО | 2,000 | 3-5 | 15-25 PS |
| TMS 1500 | 4,080 × 1,885 × 1,360 | 700 | 1,500 | " | 4,000 | 3-5 | 20-30 |
| TMS 3500 | 5,805 × 2,135 × 2,105 | 1,250 | 3,500 | " | 2,200 | 3-5 | 40-70 |
| TMS 4500 | 6,175 × 2,245 × 2,205 | 1,500 | 4,500 | " | 2,200 | 3-5 | 45-90 |
| D-75 | 3,880 × 1,560 × 1,225 | 500 | 750 | " | 1,600 | 3-5 | 14-30 |
| D-150 | 4,400 × 1,700 × 1,600 | 700 | 1,500 | " | 1,800 | 3-5 | 20-50 |
| D-200 | 4,940 × 2,000 × 1,600 | 980 | 2,000 | " | 2,000 | 3-5 | 35- |
| D-350 | 5,550 × 2,060 × 1,880 | 1,400 | 3,500 | " | 4,000 | 3-5 | 45- |
| D-460 | 5,840 × 2,270 × 1,810 | 1,900 | 4,000 | " | 2,500 | 3-5 | 70- |
| SM-100 | 4,000 × 1,660 × 1,340 | 590 | 1,000 | " | 2,000 | 3-5 | 15-35 |
| SM-150 | 4,200 × 1,880 × 1,340 | 680 | 1,500 | " | 2,000 | 3-5 | 20- |

```
( )
가
               가
   가
                                                                         가
     1
               2
( )
                                     가
                                                              2
1)
               )
2)
                                                 가
                          500 2,000kg
                                                                     750kg
(4)
(가)
     (背負式)
                                     20 ~ 40cc
                                                                       가
                                         12cm
                                                           가 가
         가
                                                             56.5cc(Stihl FS 420),
65cc(Husqvarna 165R)
        3 , 2
                                                   80
        230 255mm
                              1.25 1.40mm
```

```
1)
가) ( , 肩掛型)
                                      U
                                            U
      가
                                          가
  ) (手持型)
                   U
                   20cc
                               6-1-9.
     4.0 5.0kg 가
 )
     (,背負型)
      (flexible)
                                            2 가
2)
가)
                      가
     (齒車室,
 )
                                가
```

```
40cc
                                                           25cm
                                            가
      가
                                            가
3)
 가)
                가
                 10m
                                                                     가
                                                          6-1-10.
                                         1/3
              2/3
   )
        가
              1, 2, 3
                가
   (
        6-1-11)
                                                 6-1-11.
```

2 1 가 가 4) 가) 0.5 25 : 1(2) 1/3 1/2 가 가 가 가) 2 3 가 가) (Slow) 가)

```
5)
 가) 10
                          (SAE#30 40) 2 3
  ) 20
  ) 50
  ) 100
6)
 가)
                #90 120
                                 20 25cc
                                              가
              가
         (
              )
  )
                   가 20
                                              (
                    )
  )
         (
  · 10
                           #30 40
                                   2 3
```

7)

6-1-19. ()

| (ha) | 0.316 | 0.224 | 0.270 | 0.203 | 0.179 | 0.11 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|

() (Earth Auger)

PTO PTO , 가 가

30 50cc 2 가

1) 가 가 , 1 2 .

·

. 가 2 가 .

2)

rpm 가 . 가 . 가

가 .

3) · : : 가

. : 2 (羽根)

가 4) 가)) 가 가 200mm 60 100rpm) 가) 가 가 () 1) 가 가 가 20 40kg

가 가 가 가 가 가 가 , 2 가 가 가 가 가 가 가 가 1/4 , 가 2) 가 가 가 가 6-1-12. 가). 3) , 가) 가 가 가 凹凸 , (輪生枝) 가 가 가 가)

598

凹凸

```
가
     가
                                                              가
   )
(5)
(가)
                 가
                                                          가
                                                                가
25-80cc
                                                                       (案內
板)
           30 60cm
                                                               (伐倒),
                                                                         (斫
棟),
          (枝打作業)
                                                 가
                                                         가
       가
                                                    가
1/4~3/8
                                                            , ILO
                  33cm, 50~60cc
    49cc
                                    40cm
                                15
                                                             , ILO
                                 0.1 ~ 0.15
                                                                         가
                   가 3G(29.4m/s ²)
     xyz 3
                                             (日本 勞動省 告示 安全規格)
1)
                                              프론트가드
 가)
          (Saw Chain)
                                                             게어크리너 덮개
                                                                  안전레버
                                                                    스로틀레버
                 가
                         (Cross Cutter)
가
            (Chipper)
    가
                                             스파이크
                                                   6-1-13.
   가
                     . 가
                                             (Drive Link)4,
                       (Cutter Link)1,
                                                             (Side Link)6,
       8 가 1
                                                      150
          (Guide Bar)
```

550mm 450 (Spike) 6-1-14. (Hand Guard) 가 (Handle) 가 (Spark Plug) 0.4 0.5mm 가 가 가 가

가 .

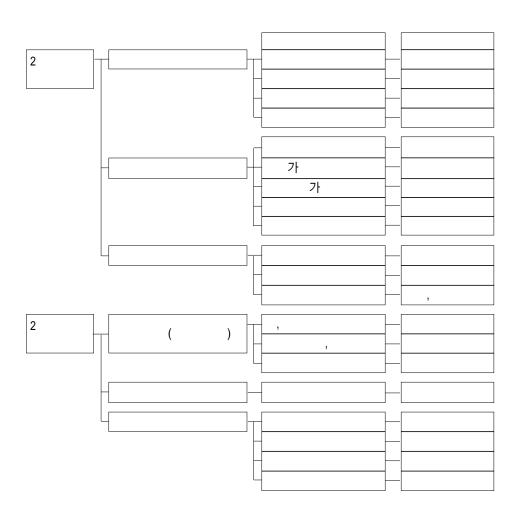
) (2 가가 가가 20:1 25:1 SAE 30, SAE 20) 2 2 (對向) 2 1 (0.6G). 5db 3m) 가 가 가 가 2) 가) , 가 가 ,

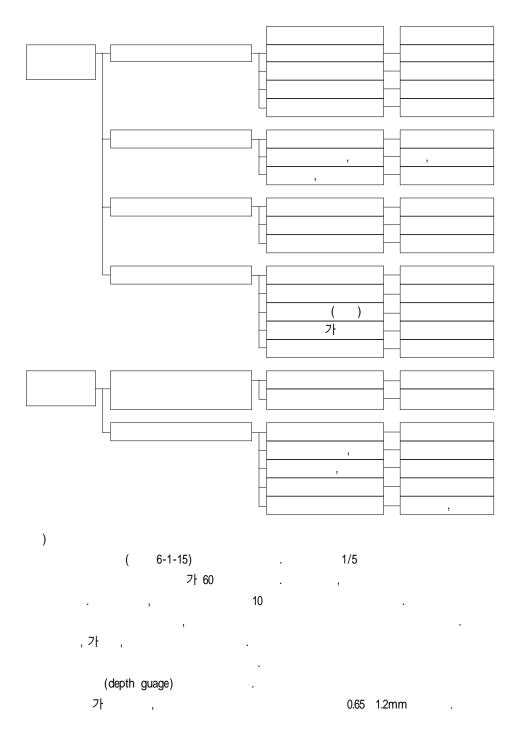
)

,

가

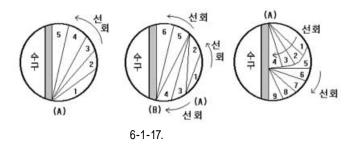
)



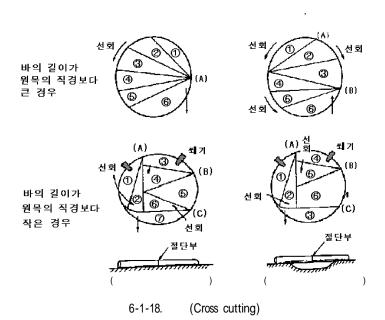


가 3) 가) 1 2 10 A : C : B: D: 6-1-15. 가 가) 가) 벌도방향 0

가 , 가 (벌근직경1/4이상) 6-1-16.



26



()

1) 가)

. 가 가 , 1.2 1.6m . .

)



6-1-19.

가 . , , , ,

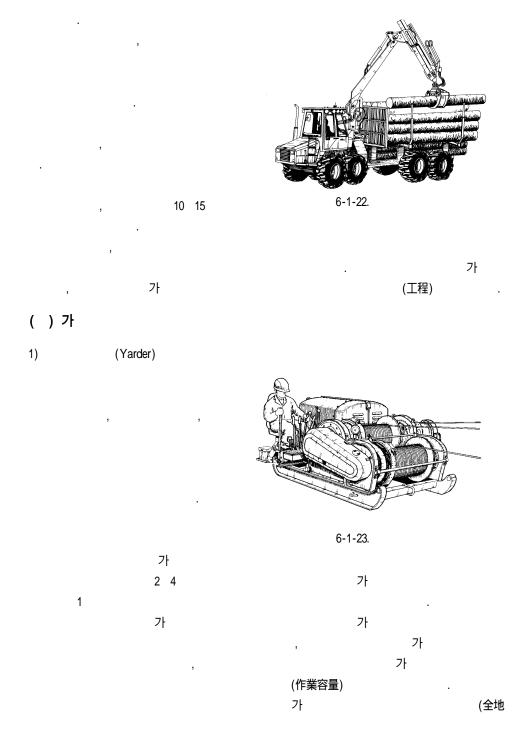
, 가 .

가 .

) 가 가 가) 가 가 가 가 가 가 가 15 , 20 가 가 가 가 가 가 가 2) 가) 2 30 80m 가

```
가
                              가
                                        가
(fair lead roller)
   )
        (Sulky)
     . 2
   )
 가
3)
                                                 6-1-20.
          (工程) 가
 가
                                                     가
                                  SAE(Society of Automotive Engineering)
 가)
           (Feller Buncher)
           ) Bunching( ) 가
                                               가
 Felling(
                                                                  (把持機能)
                                                                             가
        가
     (剪斷機)
                                                                가
               2
                                                             가
                                                                     , 2
                           가
50cm,
                                               50cm
                                                         가
                       (Shear)
                                                            가
                  가
                             Holding Arm
                                                            (Accumulating Arm)
가
                                                        가
                                                                 가
  (Base Machine)
                                         가
                                                           가
```

```
가
                              2가
                                     가
                                       가
         20
                         10 15
   )
    , 가
                             4가
   가
                    . 가
  가
           가
                      Single Grip
  가
                             Two
Grip
                                                      6-1-21
                          가
                . 가
                                          2
    50cm
(Knife Edge)
              가
                                                       Single Grip
  Two Grip
                                                           1
                                                                         가
                                                         가
                              500kg
                                                                     10
            (Processor)
 가
                        (Knife Edge)
                                      가
                                                               15m
          5
                                                       20
                                                                            (Cross
Cutting)
                                        가
                                                      60cm
 가
        . 가
        가
                              Two Grip
   )
          (Forwarder)
```



| 形用) | (All-Terrain Carriage) | | Iwafuji, Nansei |
|----------|------------------------|------------------------|-----------------|
| | Wyssen, Baco, | Gaentner, Nessler . | |
| | | | , , |
| 6-1-23 | | , | 1 4 |
| | | , , | , 가 |
| | | | 가 |
| 2) | (Cable Crane | , Mobile Tower Yarder) | |
| 가 | | 가 | |
| 가 1 2 | | | |
| 가 , | | | |
| | 가 . | | |
| 가 | , | 700 | |
| | 가 | , 6-1-24. | |
| 가 | 가 | | _, _, |
| | 800r 2 3 | n | 가 1 가 |
| | 가 | , , | 300m |
| | 向集材) 가 (K) 가가 (Ko | oller K-300) | 800m |

6-1-20. (型) ()

| | K - 303 | K - 300 | URUS-I UNI | Timber Master |
|------|---------|---------|------------|---------------|
| | | Koller | | G.R.Smith |
| (t) | 4.7 | 4.7 1.7 | | 4.5 |
| (m) | 7.5-8.5 | 7.5-8.5 | 8 | 7.3 |
| | , | | , | , () |
| | | | , | |
| | 2.2 | 2.2 | 1.8 | 2.0 |
| (m) | 400 | 400 | 400 | 650 |
| (mm) | 9.5 | 9.5 | 10 | 9 |
| | 4.5 | 4.5 | 7.2 | 6 |
| (m) | 400 | 400 | 450 | 600 |
| (mm) | 16 | 16 | 16 | 16 |
| | 2.5 | 0.3 | 1.5 | 1.5 |
| (m) | 800 | 600 | 800 | 1000 |
| (mm) | 10 | 9 | 10 | 9 |
| | | 85 | 93 | 86 |

| UNI.RAPPO | (), KMB(|), Valentini(|), Holzknecht(|), VAM |
|-------------------|----------------|---------------------|-------------------|--------|
| Wanderfalke(|), Kyburz(), | Iwafuji, Oikawa, Mo | orito | |
| | | | | |
| (走行 | 體) (軌道型 | <u>!</u>) , (車 | 輔型) , | 가 |
| | Koller, Hinter | egger, KMB, Holzkn | echt, Voest-Alpen | Baco, |
| Kyburz, Uni-Rappo | | | | |
| | | | (6-1-20) . | |
| 가) RME-200T | (: . | 及川) | | |
| | (固定) | | | |
| | | | | |
| 가 6 | | (林內車, | リョウシン) | |
| (不整地) | 100 200m | | | |
| | 가 | | | |
| | 가 | | 가 | |

```
) M-25
                            森藤機械
            ( :
                                                    250m
                                                                가
  4.5
                가 가
  ) NUK-300A
                 (
                    : 魚谷鐵工)
         Koller
                                                   Koller K-300
                                                                 K-303
                                                    350 500m
        가 가
3)
     가
               가 가
가
                                      가
                                  가
                                              6-1-25.
4)
                                가
                        가
                               , 1
                                             가
             가
5)
 가)
   가
                                              <u>ℓ</u> ℓ×40=20ℓ 이상
                                            6-1-26.
                                    `<u>ℓ</u>(ℓ은 드럼폭) (플리트앵글)
                         20
                 Guide Tree(向柱)
                                                6-1-26.
                  가
                                             ( 6-1-26)
```

가 , 가

, 가 가

, ,

,

, (軸), · · ·

· 교장용 외이어로프 받침목(직경 10~20cm)

- ' ' 6-1-27.

, 가 . , 가 . 가, 가, 가,

가, , , 가 가

(Sheave)가 가, 가

) ,

·

6) 7|)

,

가

.

. 가

, 가 .

.

· ·

•

, ,

. 가 가

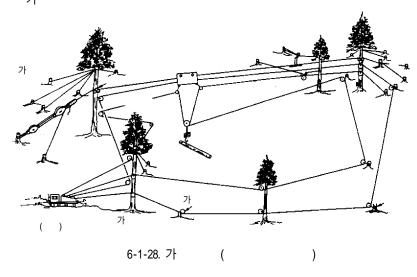
(Sappie)

.

가

() 가

1) 가 가) 가



6-1-21. 가

| () | Head tree | 元柱 | | Loading block | 荷掛滑車 |
|-----|-----------------|--------|---|-----------------|----------|
| () | Spar tree | 先柱 | | Guide block | 竝滑車 |
| | Guide tree | 向柱 | | Heel block | 引締滑車 |
| 가 | Sky line | 主索 | 3 | Saddle block | 三角滑車 |
| | Operating line | 作業索 | | Choker hook | 荷縛鉤 |
| | Lifting line | 荷上索 | | Loading hook | 荷掛鉤 |
| | Haul line | 引寄索 | | Carriage | 搬器 |
| | Haulback line | 引戾索 | | Clamp | クランプ |
| | Endless line | エンドレス索 | | Shackle | シャックル |
| | Guyline | 控索 | | Stump | 根柱 |
| | Anchor line | 固定索 | | Skyline support | 主索支持金具 |
| | Connecting line | 連結索 | | Operating line | <i>作</i> |
| | Heel line | 引締索 | 1 | support | 作業索受滑車 |
| | Sling | 荷縛索 | | Yarder | 集材機 |

) 가 (Tyler System) 10 25 가 가 (Endless Tyler System) 가 가 10 , 20 가 (Falling Block System) 10 . 가 가 가 (Hoisting Carriage System) 가

가

(Snubbing System) 10 30 가 가 가 가 6-1-30. 6-1-31. 6-1-29. 6-1-32. 6-1-34. 6-1-33. HAL HBL HAL 6-1-35. 6-1-36. 6-1-37. (Span) 300m 10 가 가 가 가 (帶廣式) (Dunham System) 가

100m , . 가

. 가

```
2)
 가)
      가
   )
                                                            가
   )
   )
3)
 가)
 2
         가
                        가
                                                , (
 6-1-38)
                                     S0,
                                                              2
                                        S_0 = f_0/_0
                               f_0
 0,
                  0.03 0.05
             S_0
                                                            6-1-38. 가
                  o/cos
   )
                             (
                               )
            Ρ
                                          \mathsf{T}_1
      T_1 = (W+P) \times 1
             W 가 (
                                 ×가
                                           ), P
               1
               n = P/W
                                                          Z<sub>1</sub> (
                                                                    6-1-39),
                                   n
```

(地曳, Ground Skidding)

```
Z_1 = \frac{(1+n)}{\sqrt{1+3n+3n^2}}
                        S_1 = Z_1 \times S_0 (
                                                                                                                                             6-1-40)
                      \frac{\sqrt{1+(4S_1+\tan )^2}}{8S_1}
                                                 \mathsf{T}_1
                             , N = B/T_1
                                                                                                                    Ν
                                                                                                                                          2.7
         가,
                        10.76
10.77
              0.8 = 0.78

0.79 Z

0.6 = 0.81

0.82

0.6 = 0.83

0.84

0.84

0.86

0.87

0.86

0.87

0.89

0.90

0.90

0.90

0.90

0.92
                        ₽0.78
                                                     6 $ 0.62
                                                     4 0.64

3 0.65

3 0.66

4 0.67

4 0.68
                                                            0.69
                           - 0.92
                                                             €0.76
                                                                                                                                        S × 100
                 6-1-39.
                                                                                                                     6-1-40.
가
                                                                                                                                                         가
                                                                                                                     (T_d = T_1 - T_0).
                                                                      \mathsf{T}_{\mathsf{d}}
               , T_0
                                                                                                                                                                          So
                                                                                                                                                          . T<sub>1</sub>
                                                                                                                20%
                                                                                      , P
```

)

е

$$e = x T d$$

$$= \frac{1}{4} (A \times E) : 1 kg$$

$$A : 7 + (mii)$$

$$E : 7 + (kg/mii)$$

$$10000, 14000$$

$$= \frac{1}{2} \left\{ 1 + \sqrt{1 + (1 + \frac{3}{850005^4})} \right\} = e$$

$$7 + \frac{1.50}{1.20} = \frac{1.50}{1$$

d

4) 가) $T = \frac{P}{2} \times \left\{ \frac{1}{\cos(~/2)} \right\}$ 가 T₁ $T_1 = \frac{P}{n_0} + p_1 \times h$ 6-1-43), **n**₀ : , h': . P $Tp = P \times sin$ $T_1 = \frac{P + T_p}{n_0} + p_1 \times h$ 가 . T_1 가 6.0 Τı $(1/\cos(/2))$ =90° 1.414, 40% 가 (Haul back line), (Endless line)) 가 Ρ 가 Тр Tp = Px (sin)
) . $F = P \times \sin \beta$ 6-1-44. 가 가 sin sin 가 Тр 1.4 가 (1/cos) 가 Tp(tan) 가

 T_1 $T_2 = Tp \times 1.4$ T_2 4.0 . sin 가 가 (10% $S_B = S \times 0.8$, S: So 가 가 $S_B = (1+2n) S_0$ P/W(S_0 n SB 6-1-45) sin =18*, S_B=0.101에 대해 sinβ=0.589, β=36* 6-1-45. (Falling Block System) Ρ $T_2 = P \times (\sin + (\frac{PI}{n_0} + p_1 \times h))$ 4.0 가 (N = 5.0)).) 가 T_P 가 T_0 T_0 가)S 가 S 1.2 1.3 가 $S = S \times (1.2 \ 1.3)$ S (S_0 가 T_0 $T_2 = P \times (\sin) + T_0$ 가 4.0

```
5)
                가
                                                                                                              가
                                                                      가
                                                                                  가
         (
                   )
                        가
  가)
                        가
       T_B = W x 0, T_A = T_B - p x h
 (T<sub>B</sub> :
                              , T<sub>A</sub> :
                                                          , W: 가
                                                                                , 0:
                                                                                                                                , p
: 가
                                 , h:
                                                                가
                                                                                                  가
                                                                                                                              (Heel
Line)
                                            (Heel Block)
                                                                                                                      가
   )
                                                                                                                      I_{0.07}^{0.08}
                                                                                                  20 1
                                                                              1500T
                             가
                                                                                                  15-
                                                                                                                       ₽0.06
                                                                              1000-
                     가
                                                                                                                       0.05
                                                                              800
                                                                                                                       0.04
                                                                                                  10-
가
                                                                                                                      0.03
                                                                              600
                                               가
                                                                              500
                                                                              400
                                                                                                                       ₹0.02
                                                                              300
                                                                                                                      0.010
0.009
0.008
                가
                                                                              200
                                                                                                                       0.007
                               가
                                                                                                                       0.006
                                                                                                                       0.005
                                                                                                                       0.004
  f_0 = 0.306 \times t_2 (
                                                                                                 0.9
0.8
t( )
                                       \mathbf{f}_0
                                                             (m),
                                                                               ₀(m)
                                                                                                                      \pm_{0.003}
                                              ( ))
t
                                                                                                                     So
                                f<sub>0</sub>가
             t
                                                                                                             0 = 600 \text{m}

t = 8.4

S_0 = 0.0360
    S_0 = f_0 / 0
                                                                              6-1-46.
```

가 . 5 10 . (6-1-46) t 0 So . (6-1-46) t

6)

フト , 0 600m, 15 , S₀ フト 0.035

6-1-22.

| | 24mm | 34,900 kg | P = 2.14 kg/m | W = 1329 kg |
|---|------|-----------|----------------------------|------------------------|
| | 12mm | 7,920 kg | $P_1 = 0.524 \text{ kg/m}$ | $W_1 = 325 \text{ kg}$ |
| , | 10mm | 5,500 kg | $P_2 = 0.364 \text{ kg/m}$ | $W_2 = 226 \text{ kg}$ |

6-1-23.

| | | | | | (kg) | | | |
|----|---|---|-----|-----|------|-----|------|-----|
| | (| , | 1 | 113 | 113 | 1/2 | 325 | 163 |
| 71 | (| , | | l | | - | - | - |
| 가 | | | 2 | 9.3 | 19 | 1/4 | 226 | 57 |
| | | | 1 | 36 | 36 | 1/2 | 226 | 113 |
| | | | - | - | - | 172 | | 110 |
| | (|) | 1 | 200 | 200 | | 333 | |
| | | | | | 10 | 1m³ | 980 | 980 |
| | | | 378 | | | | 1691 | |

: 0.0005

(

가)

.____.

$$S_1 = Z_1 \times S_0 \qquad \qquad = 0.0256 \quad (=0.0.25)$$

$$1 \quad , S_1, \quad (=6-1-40) \qquad \qquad 5.13 \quad (5.33)$$

$$T_1 = (W + P) \times 1 \qquad \qquad = 15493 \text{ kg } (17546\text{kg})$$

$$N = B \mid T_1 \qquad \qquad = 2.3$$

$$\vdots$$

$$S_B = S \times 0.8 = 0.041$$

$$7! \qquad \qquad (=0.1386)$$

$$\sin S_B = A, \quad (=6-1-45) \qquad 0.397 \quad (0.635)$$

$$T_P = P \times \sin = 779\text{kg} \quad (=1247\text{kg})$$

$$T_1 = (P + T_P)/n_0 + p_1 \times h$$

$$P = 1226\text{kg}, n_0 = 2 \quad , h = 95m \qquad = 1052 \text{ kg } (=1286\text{kg})$$

$$N = B_1 \mid T_1 = 7.53 \quad (=6.16)$$

 $T_1 = P/n_0 + p_1 \times h = 662.8kg$ $N = B_1 / T_1 = 11.95$

,

$$T_2 = T_P \times 1.4$$
 = 1090.6 kg (=1745.8 kg)
 $N = B_2 / T_2$ = 5.04 (=3.15)

$$T_2 = T_P + (P / n_0 + p_1 \times h)$$
 = 1441.8kg (=1909.8kg)
 $N = B_2 / T_2$ = 3.81 (=2.88)

$$S = S \times 1.2$$
 = 0.06
 $_{0}$, S, (6-1-40) 2.34
 $T_{0} = W_{2} \times _{0}$ = 529 kg
 $T_{2} = T_{P} + T_{0}$ = 1308 kg (=1776 kg)
 $N = B_{2} / T_{2}$ = 4.20 (=3.10)

() 1) 가) 6 (6-1-47 2) 가) (Lang) 가 가 가) 6-1-48. 3) . KS 6×7 , 6×19 1991 kΝ

6-1-24. 6×7

| (mm) | | | | | | | (kg/m) |
|------|------|-------|--------|-------|--------|-------|---------|
| () | G | | A | | В | | (, |
| | tf | {kN} | tf | {kN} | tf | {kN} | |
| 14 | 10.6 | {103} | 11.9 | {117} | 13.0 | {127} | 0.727 |
| 16 | 13.8 | {135} | 15.5 | {152} | 17.0 | {166} | 0.950 |
| 18 | 17.4 | {171} | 19.6 | {193} | 21.5 | {211} | 1.200 |
| 20 | 21.5 | {211} | 24.3 | {238} | 26.5 | {260} | 1.480 |
| 22.4 | 27.0 | {265} | 30.4 | (298) | 33.2 | (326) | 1.860 |
| (24) | - | - | (34.9) | {343} | (38.2) | {374} | (2.140) |
| 25 | 33.6 | {330} | 37.9 | {372} | 41.4 | {406} | 2.320 |
| (26) | - | - | (41.0) | {402} | (44.8) | {439} | (2.510) |
| 28 | 42.2 | {414} | 47.5 | {466} | 51.9 | {509} | 2.910 |
| 30 | 48.4 | {475} | 54.6 | {535} | 59.6 | {585} | 3.340 |

6-1-25. 6 × 19

| (mm) | | | | | | | (kg/m) |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| (mm) | G | | А | | В | | (kg/m) |
| | tf | {kN} | tf | {kN} | tf | {kN} | |
| 4 | 0.82 | {8.03} | 0.88 | {8.64} | 0.94 | {9.22} | 0.058 |
| 5 | 1.28 | {12.5} | 1.38 | {13.5} | 1.47 | {14.4} | 0.091 |
| 6.3 | 2.03 | {19.9} | 2.19 | {21.4} | 2.33 | {22.9} | 0.144 |
| 8 | 3.28 | {32.1} | 3.53 | {34.6} | 3.76 | {36.9} | 0.233 |
| 9 | 4.15 | {40.7} | 4.46 | (43.8) | 4.76 | {46.7) | 0.295 |
| 10 | 5.12 | {50.2} | 5.51 | {54.0} | 5.88 | {57.6} | 0.364 |
| 11.2 | 6.42 | {63.0} | 6.91 | {67.8} | 7.37 | {72.3} | 0.457 |
| (12) | (7.37) | {72.3} | (7.93) | {77.8} | (8.46) | {83.0} | (0.524) |
| 12.5 | 8.00 | {78.4} | 8.61 | {84.4} | 9.18 | {90.0} | 0.569 |
| 14 | 10.0 | {98.4} | 10.8 | {106} | 11.5 | {113} | 0.713 |

6-1-26. 6 × 24

| (mm) | G | | А | ı | (kg/m) |
|------|--------|--------|--------|--------|---------|
| | tf | {kN} | tf | {kN} | |
| 8 | 2.99 | {29.3} | 3.22 | {31.6} | 0.212 |
| 9 | 3.78 | {37.1} | 4.07 | {39.9} | 0.269 |
| 10 | 4.67 | {45.8} | 5.03 | {49.3} | 0.332 |
| 11.2 | 5.86 | {57.4} | 6.31 | {61.8} | 0.416 |
| (12) | (6.72) | {65.9} | (7.24) | {71.0) | (0.478) |
| 12.5 | 7.30 | {71.5} | 7.85 | {77.0} | 0.519 |
| 14 | 9.15 | {89.7} | 9.85 | {96.6} | 0.651 |
| 16 | 12.0 | {117} | 12.9 | {126} | 0.850 |

6-1-27. $6 \times S(19)$, $6 \times W(19)$, $6 \times Fi(25)$, $6 \times WS(26)$

| | | | | | | | • | | |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| (mm) | | | | | | • | | | (kg/m) |
| () | Е | | G | | А | | В | | (119/111) |
| | tf | {kN} | tf | {kN} | tf | {kN} | tf | {kN} | |
| 4 | - | - | 0.81 | {7.91} | 0.89 | {8.71} | 0.95 | {9.29} | 0.062 |
| 5 | - | - | 1.26 | {12.4} | 1.39 | {13.6} | 1.48 | {14.5} | 0.096 |
| 6.3 | - | - | 2.00 | {19.6} | 2.20 | {21.6} | 2.35 | {23.0} | 0.153 |
| 8 | 2.92 | {28.6} | 3.23 | {31.6} | 3.55 | {34.9} | 3.79 | {37.2} | 0.247 |
| 9 | 3.69 | {36.2} | 4.08 | {40.0} | 4.50 | {44.1) | 4.80 | {47.0) | 0.312 |
| 10 | 4.56 | {44.7} | 5.04 | {49.4} | 5.55 | {54.5} | 5.92 | {58.1} | 0.386 |
| 11.2 | 5.72 | {56.1} | 6.32 | {62.0} | 6.97 | {68.3} | 7.43 | {72.8} | 0.484 |
| (12) | (6.57) | {64.4} | (7.26) | {71.2} | (8.00) | {78.4} | (8.52) | {83.6} | (0.556) |
| 12.5 | 7.13 | {69.9} | 7.88 | {77.2} | 8.68 | {85.1} | 9.25 | {90.7} | 0.603 |
| 14 | 8.94 | {87.7} | 9.88 | {96.9} | 10.9 | {107} | 11.6 | {114} | 0.756 |
| 16 | 11.7 | {115} | 12.9 | {127} | 14.2 | {139} | 15.2 | {149} | 0.988 |
| 18 | 14.8 | {145} | 16.3 | {160} | 18.0 | {176} | 19.2 | {188} | 1.25 |

5)

가)

, 가 ,

가

.

(6-1-48)

3

Z
S
6-1-49.

6-1-28. 가

| | | 30 50% | | 가 | 가 |
|-----------|--------|--------|---|---|---|
| | Commen | 60 90% | 가 | | |
| U () | | 80% | | | |
| (lock 가) | | 100% | | | |
| | | 100% | | | |

, 가

= (kg)/ (kg)

6-1-29.

| | 2.7 | 4.0 | 4.0 | 6.0 | 4.0 | 4.0 | 6.0 |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

) 1 가 10% 가 7%

) 가 : (1.1 가) 가 :

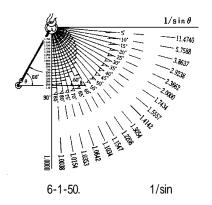
가 :

가 . 가 .

: 가

.

 $T = \frac{P}{2} \times \frac{1}{\sin}$ (T: , P:)



가

가

가,

(6) (集材工程) 가 (가) 10 가 가 6-1-51. 1) (가 , LPG), (2) 가) 가 (廣視界) 가 . 2 1 , 2 , 3 가 가 2 . 2 가 (

```
가
                                                              가
                                                                     2
)
가
                                     (Flow Control Valve)
)
                              가
                          가
                                        가
                                             가
                                                                가
)
                                                                 가
                            가
                                                                     가
               2
                                            가
(
                                 633
```

```
3가 가
                                                   가
   가
                    (逆轉)
                                                                    2
                                가
                                                               가
         가
                      가
                                   (
                                                    가
    가
)
                       가
               7kgf/cm²
)
                         가
                                   1.5
)
)
                         가
                                                     35km/h
             가
                              (20
                                      )
                                634
```

```
)
                     (Pallet,
               가
                      가
                                                                     가
                                                        3
3)
 가)
   )
                                                                        3m가
                          ( 6-1-30)
  6-1-30.
                  (JIS D 6001)
             ( mm )
                         2500, 2700, 3000, 3300, 3500, 3700, 4000, 4500, 5000
   )
                    가
                                    , ( 6-1-31)
  6-1-31.
                                      6
                                                              12
                                      5
                                                              10
   )
                                                              400 500mm/s
                                                             가
```

) 가 가 6 8km/h, 15 25km/h) 12 25 , 10 12 가)) (視界)) 가 가 가 가 4) () 가) 가 가) 가 () 가

가 가 () 1) 가) 6-1-52. : 가

가) 가 2가 가) 가 가 가 가 가 가 가 가 가) 6 7 2 6 16km/hr.,

15 30km/hr.

. , 20km

5m .

(6-1-32) .

6-1-32.

가

| | | | (% |) |
|---|--------|--------------|--------|---|
| 1 | , 가 | | 7 | |
| 2 | | | 24 | |
| 3 | | 12 (15 (| 2 2 |) |
| 4 | | | 55 | |

2)
7\text{?} (), (,),
7\text{?} (,)

. 가

)

가 .

)

·

. (1)

() 1) 가) 가 가 3)) 1672↓ 2490→ 3730 最大 6-1-53. 2) 가) 3 가) 1.5m) 가

가 가) 3) 3가 가 가) 가 가 가 2) 가 , 1 2 가 2 가

) 가)) 가 가 가 가 가 가 3 3 가 가 가) РТО 가 가 가 가 642

가 () 1) (1) (2 20 가 가 2) 가 가 가 3) 3 가 20m 4) 가 가

가 가 5) 가 () 1) (前工程) 가 (前) 2) Grab 가 3 1 가 가 가 가 3) 가

2. (1) , 가 , 가 (工程) 가 가 가 (가) 가 가 가 가 가 가 1 (task) 가

. , 1

.

가 .

1) o : 1

() o : o :

o : , ,

0 ; , ,

O : , , ,O : .

O : , , 30 1 8 가

(動素) . Therblig . . ,

, Therblig . (기, 가)

2)

,

가 가 1 100 0.01 가 (Continuous Method) (正) (Multimoment Method) (Zero Stop Method) 3) 1 , 가 가 4 5 4) 가 가 가

6-2-1.

| . , . , , , , , , , |
|---------------------|
| 1 1 1 1 1 |
| , , , , ha , |
| · , |
| , , 가 , |
| , 가 , 가 , , , , |
| , , |
| , , , |

5) プト)

, .

, , ,

가, , , , , , 가, 가,

) 1 1 1 1 가 가 1 () 가 가 가 Therblig 가 18 Therblig 가 가 가 가 가 가

가 .

() (工程)

가

(工程) 가

가

가 , , , 4가

(6-2-2) .

6-2-2.

| 가 | | 가 , , , , , , |
|---|-------|---------------|
| | , , , | , , , , |
| | 1 | , , , |
| | , | , , , |

(2)

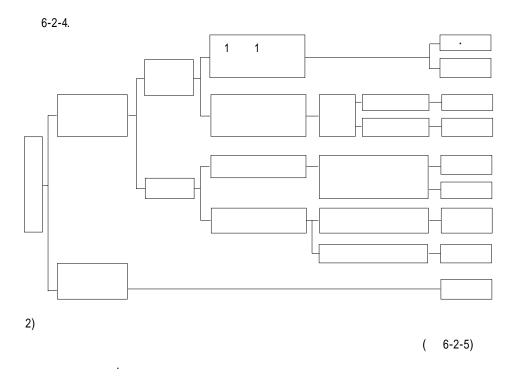
(가)

1 1

 $(m^3/ \cdot) 1 1$ (m^3/ \cdot)

가 가

1) 가 가 가 2) 가 가 가), () 1) 6-2-3. (가 (



```
가)
            1
           TS(
                     ) = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 -----
                       ( ), t<sub>2</sub>: ( ), t<sub>3</sub>: ( )
           t<sub>1</sub>:
                        ( ), t<sub>5</sub>:
           t4:
             (t<sub>1</sub>),
                            (t<sub>4</sub>)
                                  (m/ ), s<sub>4</sub> =
                     (m), s_1 =
                                                                (m/ )
      (
                       ),
              가
     ),
      t_2 + t_3 = a \cdot V -----
                     (m^3), a, b =
              V = 1
  TS = /s_1 + /s_4 + a \cdot V + b \cdot V
                   (m^3/)
                \frac{1}{V (1/s_1 + 1/s_4) + (a + b)}
                  \frac{60}{V(1/s_1 + 1/s_4) + (a + b)}
                       (m³/ )
        P =
 )
```

(3) (가) 3가 3가 1) 가 2) 가 가 가 가 가 가 3) 가 (Leadership) 1) 가 가

. 가

가 . , .

,

(Headship) "

2) 가

2가 . 가 ,

.

(, , ,) 가 .

3)

가)

(), (), (), (), ((), (),

3가 .

. 가 ,

·

)), , (), (가) 3가 () 가 가, 가 가 가 (Human Relations) 1) 가 가 가 가 2) (Communication) 가 Χ Υ

6-2-6. X Y

| | Х | | Y |
|----|---|---|-----------|
| 1. | 가 | | 1. 가 . |
| 2. | | , | 2. , , |
| 3. | | | 3. |
| 4. | , | | |
| 5. | · | | |

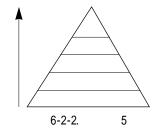
가

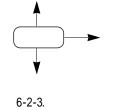
가 ,

. (6-2-2) 5 가

가 . (6-2-3) .

,





. 6-2-4.

(6-2-4) .

(4) (가) , 가 안전한 작업 행동 작업 설비의 물 정비 대상물 방법 작업방법의 개선 6-2-5. 가 가 1) 2) 가 1 3)

, 가 . , 가 .

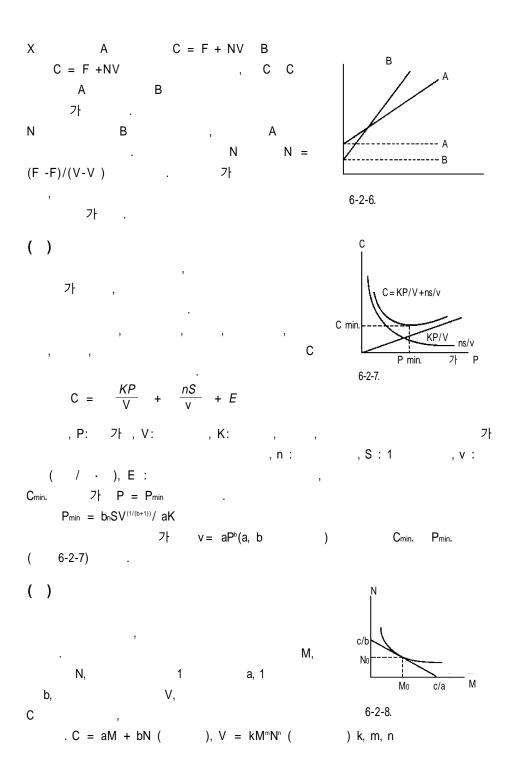
4) 가 가 5) 가 6) 가) 가 , 100 (Frequency rate of injury) =) 100 (Severity rate of injury) = () 1) 가) 가

)

2) 가 가 5 가) 가) () 가)))) 가

가 가 3E (, ,) (5) (가) 3가 500 1,000ha 가 (%) 500m 250m (N_1, N_2) $= \frac{2}{3} \times (N_1 + N_2) \quad (\%)$ R(m) 500m 가 V (/km²) Α n $V = n/A (/ km^2)$ = (3 + r)/4 (%), $r = R(0.1+0.01 \times V) (\%)$ 6-2-7.

| | () | () | () | () |
|-----|------|-------|-------|-----|
| (1) | 0 19 | 20 39 | 40 69 | >70 |
| | | | 가 | 가 |



6-2-8. 가

| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0.500 | 0.333 | 0.250 | 0.200 | 0.166 | 0.142 | 0.125 | 0.111 | 0.100 |
| | 0.684 | 0.536 | 0.438 | 0.369 | 0.319 | 0.280 | 0.250 | 0.226 | 0.206 |

r = 1- ⁿ <u>가</u>

()

6-2-9.

| () | | | 5 | | | 3 | |
|-----|--|---|---|---|--|---|---|
| | | | 3 | | | 3 | |
| | | | | 3 | | | 8 |
| | | (|) | 5 | | | 3 |
| | | | | 8 | | | 5 |
| | | | | 4 | | | 4 |
| | | | | 3 | | | 4 |
| | | | | 3 | | | 5 |

| (7) | | | |
|-----|---|----|---|
| (가) | | | |
| | | 가, | |
| | 가 | | 가 |
| | | 가 | |
| | | | |

6-2-10.

| | (A) | (B) | | | | |
|---|-----|-----|---------|--|--|--|
| | | | | | | |
| | | | , | | | |
| | | 가 | 가 , , | | | |
| | | | | | | |
| | | 가 | , , | | | |
| | | | , 가 , , | | | |
| | , | | , | | | |
| | | | | | | |
| , | | | | | | |
| | | , | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

| 가 | | |) | | |
|---|---|------------|---|---|--|
| (|) | (|) | , | |
| | | | | | |
| | 7 | የ ት | | | |
| | , | | | | |
| | | | | | |

1) 가 , , 3가 . (6-2-10) , , , 3가 . 가 1 가 ,

(%)

| 6-2-1 | 1 | 1 |
|-------|---|---|
| | | |

| | | | | | 1 | | | | | | | | 1 |
|--|---------|-------|-------|-------|------|-----|-----|------|------|-------|--------|--------|--------|
| | | (hr) | (yrs) | (hr) | (hr) | () | | | | | (%) | (%) | (%) |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | 75PS | 6,300 | 7 | 900 | 6.0 | 270 | 0.9 | 0.75 | 0.21 | 0.065 | 0.0224 | 0.0144 | 0.0368 |
| | 55-75PS | 5,400 | 6 | 900 | 6.0 | 270 | 0.9 | 0.75 | 0.21 | 0.065 | 0.0261 | 0.0156 | 0.0417 |
| | 25-55PS | 4,500 | 5 | 900 | 6.0 | 270 | 0.9 | 0.75 | 0.21 | 0.065 | 0.0313 | 0.0172 | 0.0485 |
| | (6) | 6,500 | 6 | 1,080 | 6.0 | 260 | 0.9 | 0.75 | 0.21 | 0.065 | 0.0217 | 0.0130 | 0.0347 |
| | (2.5) | 5,400 | 5 | 1,080 | 6.0 | 240 | 0.9 | 0.75 | 0.21 | 0.065 | 0.0261 | 0.0144 | 0.0405 |
| | (10) | 6,500 | 6 | 1,080 | 6.0 | 260 | 0.9 | 0.85 | 0.23 | 0.065 | 0.0235 | 0.0130 | 0.0365 |
| | (8) | 6,500 | 6 | 1,080 | 6.0 | 260 | 0.9 | 0.85 | 0.23 | 0.065 | 0.0235 | 0.0130 | 0.0365 |
| | (6) | 5,400 | 5 | 1,080 | 6.0 | 240 | 0.9 | 0.85 | 0.23 | 0.065 | 0.0281 | 0.0144 | 0.0425 |
| | | 1,800 | 3 | 600 | 4.0 | 240 | 0.9 | 0.60 | 0.43 | 0.065 | 0.0822 | 0.0325 | 0.1147 |
| | | 7,200 | 6 | 1,200 | 6.0 | 270 | 0.9 | 0.64 | 0.22 | 0.065 | 0.0182 | 0.0167 | 0.0299 |
| | (1.6) | 6,500 | 5 | 1,300 | 6.5 | 270 | 0.9 | 0.75 | 0.21 | 0.065 | 0.0217 | 0.0119 | 0.0336 |
| | (2.8) | 7,800 | 6 | 1,300 | 6.5 | 270 | 0.9 | 0.75 | 0.21 | 0.065 | 0.0181 | 0.0108 | 0.0289 |
| | (2) | 7,800 | 6 | 1,300 | 6.5 | 270 | 0.9 | 0.64 | 0.22 | 0.065 | 0.0168 | 0.0108 | 0.0276 |
| | | 7,500 | 5 | 1,500 | 6.5 | 270 | 0.9 | 0. | 64 | 0.065 | 0.0145 | 0.0103 | 0.0248 |
| | | 5,000 | 5 | 1,000 | 6.0 | 250 | 0.9 | 0. | 75 | 0.050 | 0.0240 | 0.0140 | 0.0380 |
| | | 3,600 | 4 | 900 | 6.0 | 240 | 0.9 | 0. | 30 | 0.050 | 0.0208 | 0.0181 | 0.0389 |
| | () | 1,800 | 3 | 600 | 6.0 | 240 | 0.9 | 0. | 60 | 0.050 | 0.0250 | 0.0167 | 0.0417 |
| | 19 | 6,000 | 6 | 1,000 | 5.0 | 250 | 0.9 | 0.55 | 0.23 | 0.070 | 0.0205 | 0.0145 | 0.0350 |
| | 18 | 5,000 | 5 | 1,000 | 5.0 | 250 | 0.9 | 0.38 | 0.18 | 0.045 | 0.0202 | 0.0135 | 0.0337 |

:
$$(0.5 \times + +)/$$
 , : $(0.5 \times + \times)/(\times)$, : + (6-2-11) ,

.

(%)

) $(/m^3) = \frac{1}{1} \frac{1}{1} \frac{(/)}{(m^3 /)}$ $= \frac{1}{1} \frac{1}{1} \frac{(/ \cdot)}{(m^3 / \cdot)}$

) , , 1

 $(/m^3) = \frac{1}{1} \frac{x /7!(/)}{1 (m^3/)}$

2)

가 () = (· /m)×가 (m)× (/ ·)

가) $(/m^3) = \frac{7!(/m) \times (m)}{(m^3)}$ () 가 가 1) 가 가 1 가 가 가 1 가 가 (工程) 가 1 2 3 , 가 2) 가 가 가 가

3) , 1 1 가 가 , 가 가 4) 가 가 가 가 · 가 가

가 가 가