

임도공학

- 임도, 기능에 따른 구분 [제1장. 산지개발망 계획] * 임도의 위계 : 간선 -> 지선 -> 작업임도
 - 간선임도(공도적 기능, 이동기능) : 도로와 도로를 연결 산림지역을 순환하여 산림의 보호 및 경영관리상 중추적인 역할을 하는 공도적인 성격의 임도. 이용구역의 근간이 됨(연결임도, 도달임도).
 - * 설계속도 40~20km/h가 적당 / 임업효과지수가 1.2 이상일 때 개설
 - 지선임도(임업적 기능, 접근기능) : 조림, 육림, 수확 및 보호관리 등 임업경영의 목적으로 시설되는 임도.
 - * 설계속도 30~20km/h가 적당 / 임업효과지수가 0.9이상일 때 개설 (사업임도, 경영임도)
 - 작업임도 : 일정구역의 산림사업 시행을 위해 간선임도.지선임도 또는 도로에서 연결하여 설치하는 임도
 - * 설계속도 20km/h 이하
 - * 산림청장은 전국임도기본계획을 10년마다, 시.도지사 및 지방산림청장은 연도별 간선임도설치계획을 5년마다 수립
 - * 간선임도설치계획 수립시 예정노선의 총길이가 2km 미만인 단거리계획은 가급적 지양

● 임도 이용도에 따른 구분

- 주임도 : 연중 자동차의 통행이 가능한 도로 (영구적)
- 부임도 : 기후조건에 따라 자동차의 주행에 제한을 받는 임도 (영구적) * 순수한 산림개발 목적 : 주.부 임도
- 기계로 : 기계의 주행이 가능하도록 임시로 개설된 도로
- 운재로 : 임산물(토석 제외)을 운반하기 위하여 일시적으로 산림 내에 만들어진 통로
- 작업로(작업도) : 임산물의 생산.관리를 위하여 인력장비의 이동과 운반이 가능하도록 임시로 만든 작업길 (사용기간이 짧은 간이도로로서, 임도, 운재로는 제외한다)

● 임도 설치 대상지의 선정 기준

- 조림,육림,간벌,주벌 등 산림사업 대상지 - 산불예방, 병해충 방제 등 산림의 보호,관리를 위하여 필요한 임지
- 산림휴양자원의 이용 또는 산촌발전을 위하여 필요한 임지 - 농·산촌 마을의 연결을 위하여 필요한 임지

● 임도망 계획시(배치시) 고려사항

- 경사가 40% 이하인 완경사지에서는 산록부에, 급경사지에는 산중 복부에 배치하며, 집재거리는 300미터 정도로 한다.(경사도가 70도 이상인 급경사지대에는 신중히 고려하여 배치)
- 운반도중에 목재의 손모가 적도록, 신속한 운반이 되도록, 운반량에 제한이 없도록, 운재방법이 단일화 되도록 운재비가 적게 들도록
- 시장에서 단거리에 위치하고 인접된 경영계획구와 마을 사이를 연계하여 상호협력과 유지관리가 편리하도록
- 날씨 및 계절에 따른 운재능력의 제한이 없도록, 산림의 여러 기능이 최대한 발휘될 수 있도록 과학적으로 배치
- 지역산업 발전에 도움이 되고, 산림풍치 파괴와 시설물의 피해를 방지하며, 휴양효과 증대를 위해 휴양거점지역을 통과하도록 배치
- 토량이 많이 발생하는 지대는 교량이나 터널을 계획한다.
- 임도의 이용이 편리해 임산물 반출이 용이하도록, 공사비와 시공 후 유지비가 적게 들도록, 산림의 공익적 기능 유지에 적합하도록

- 임도노선의 선정기준 : 공익적 기능에 대한 배려, 구조규격, 다른 도로와의 조정, 지역노망의 형성, 중요한 구조물의 위치, 일반 산지부의 통과, 애추지대 등의 통과, 제한 임지내의 통과.
 - * 애추[崖錐] : 급경사 진 낭떠러지 밑이나 산기슭에 풍화작용으로 암석조각이 굴러 떨어져서 생긴 반원뿔 모양의 퇴적물

● 노망(노선) 설치방법

- 자유배치법 : 경험을 바탕으로 구간별 물매만 계산
- 양각기분할법 : 등고선간격(표고차), 중단물매, 등고선거리를 구해 노선 결정
- 자동배치법 : 물매를 고려하면서 여러 가지 평가인자를 이용하여 노선을 배치

● 임도노선 고려사항 : 동물의 서식사항, 임상, 지형·토양의 특성, 주변도로와 임도의 현황

- * 임도노선의 타당성 평가항목 : 필요성/적합성/환경성
 - 타당성평가 실시 시기 : 임도를 설치하고자 하는 해의 전년도 7월말까지
 - 경사도의 평가기준 : 35도(경사도 35도 이상 구간이 5% 미만이면 15점, 10% 이상이면 6점)
 - 타당성 인정기준 : 환경성 평가항목 중 '不可' 해당 항목이 없고, 평가점수가 70점 이상

● **임도시설이 불가능한 지역**

- 산지전용제한지역이 포함된 경우
- 임도 거리의 10% 이상이 경사 35 ° 이상의 급경사지를 지나게 되는 경우
 - * 다만 절취한 토석을 급경사지 구간 밖으로 운반하여 처리할 경우 설치 가능
- 임도 거리의 10% 이상이 도로법에 의한 도로로부터 300m 이내인 지역을 지나는 경우
 - * 다만 절토, 성토면의 전 면적을 경관유지를 위해 녹화공법을 적용시 설치 가능
- 임도 거리의 20% 이상이 화강암질풍화토(마사토)로 구성된 지역을 지나는 경우
 - * 다만 무너짐, 땅밀림 방지를 위해 보강공법을 적용시 설치 가능
- 임도 거리의 30% 이상이 암반으로 구성된 지역을 지나는 경우
 - * 다만 절토, 성토면의 전 면적을 경관 유지를 위해 녹화공법을 적용시 설치 가능
- 도로법에 의한 도로 또는 농어촌도로정비법에 의한 농도(농로)로 확정,고시된 지역과 중복되는 경우

두 등고선간의 간격(고저차) (H)

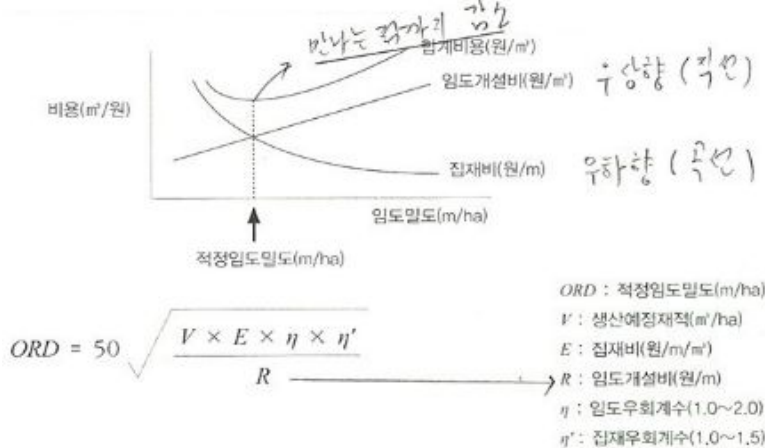
** 물매(%) = $\frac{\text{두 등고선간의 간격(고저차) (H)}}{\text{(두 점간의) 수평거리 (L)}} \times 100$

● **임도밀도(m/ha) : 산림구역 내 임도의 총연장거리(m)를 총면적(ha)으로 나눈 값(임도 총연장거리/산림총면적)**

임도밀도가 높으면 산림개발도가 높아진다. 민유림의 임도밀도가 국유림보다 높다.
 임목축적이 증가할수록 적정임도밀도는 높아진다. 임도밀도가 높아지면 평균집재거리는 짧아진다.
 임도밀도가 크고(높고), 보정계수가 작을수록 노선배치가 양호하다.
 기복량이 많을수록, 지형지수가 높을수록, 경사가 심할수록, 표고가 높을수록 임도밀도는 낮다.
 * 지형지수 : 다음 쪽 참조

● **Matthews 이론 - 집재비(용)/임도우회계수/생산예정재적/임도개설비 등을 고려한 생산원가관리이론**

생산원가관리이론을 적용하여, 임업생산비 중에서 임도 개설의 증감에 따라서 현격하게 변화되는 주변의 집재비용과 임도개설비의 합계를 최소화시키는 것을 목표로 하여, 적정임도밀도를 산출하는 이론



● **토질, 지질에 대한 조사[제2장. 임도와 환경]**

- 예비조사 : 토양도, 지질도, 및 기상 사항을 조사
- 현지조사 : 현지토양의 입도, 팽창성, 건조 등을 조사
- 정밀조사 : 재료의 선정을 위한 토질 시험

● **흙의 특성**

- 입경에 의한 분류(모래 0.075~2.0mm, 자갈 2~20mm)
- 삼각 좌표에 의한 구분 : 3성분(모래, 미사, 점토) 함유율의 합계가 반드시 100%가 되어야 한다
- 통일 분류법 : 액성 한계시험, 소성 한계시험에 의한 공학적 분류법

● **흙의 연.경도의 흐름도 : 액성 -----> 소성 -----> 반고체 -----> 고체**
 액성한계 소성한계 수축한계

◇ 토양공식

* 함수비 = $\frac{\text{물의 중량}}{\text{흙입자의 중량}} \times 100$ * 함수율 = $\frac{\text{물의 중량}}{\text{흙전체의 중량}} \times 100$ * 공극비(간극비) = $\frac{\text{간극의 체적}}{\text{흙입자의 체적}}$

* 공극율(간극비) = $\frac{\text{간극의 체적}}{\text{흙전체의 체적}} \times 100$ * 건조밀도 = $\frac{\text{흙전체의 중량}}{\text{흙전체의 체적}}$ * 습윤밀도 = $\frac{\text{흙전체의 중량}}{\text{흙전체의 체적}}$

● 산악 임도망

- 계곡임도형 : 하부로부터 개발, **임지개발의 중추적인 역할**, 홍수로 인한 유실을 방지하기 위해 약간 위쪽의 사면에 설치하므로 **양쪽사면을 개발(장점)**. 산악임도 중 처음에 설치
- 산복(사면)임도형 : 계곡임도에서 시작하여 산복부와 산복부에 설치하는 임도로 하부로부터 점차적으로 계획하여 진행되며, 산지개발효과와 집재작업효율이 높으며 **상향집재방식의 적용이 가능한 임도**
- 능선임도형 : **축조비용이 저렴하며 토사유출도 적으나 가선집재와 같은 상향집재방식이 아니면 산림을 개발할 수 없다**
- 산정부 개발형 : 산정부 주위를 순환하는 노망을 설치
- 계곡분지 개발형 : 사면의 길이가 길거나 하부의 경사가 급한 곳에 설치
 - * 순환노선방식 : 계곡임도형, 산정부개발형 * 지그재그 방식 : 사면임도형(급경사) * 대각선방식 : 사면임도형(완경사)
 - * 사면임도는 급경사/완경사에 모두 적용
- * 가선집재(架線集材, cable yarding) : 주로 집재기에 연결된 와이어로프에 의하여 공중에 가설한 와이어로프에 부착된 반송기(carriage)를 이동시켜 집재하는 방법(삭도집재라고도 함)
 - ① 임지와 임목의 피해가 적다. ② 지형조건의 영향을 덜 받는다.
 - ③ 낮은 임도밀도에서도 작업이 가능하다. ④ 장비의 가격이 고가이고, 숙련된 기술을 요한다.
- * 架 : 시렁, 햇대, 물건을 걸어두는 기구 ** 가설(架設) : 전선이나 다리 따위를 공중에 건너질러 설치하는 것

● 지형지수 : 산림의 지형조건(험준함, 복잡함)을 객관적으로 표시한 지수로

임지경사, 기복량, 곡밀도의 3가지 지형요소로부터 구할 수 있다.(대상면적 500~1,000ha)

구 분	I (평탄)	II (완)	III (급)	IV (급준)
지형지수	0~19	20~39	40~69	70 이상
표준임도밀도(m/ha)	30~50	20~30	10~20	5~15

* 산사태 위험등급(1~5등급) : 1 매우 높음 / 2 높음 / 3 낮음 / 4 매우 낮음 / 5 없음

* 곡밀도[谷密度, drainage density, valley density] : 하천수의 침식에 의한 지형의 개석(하천의 침식작용으로 평지에 골짜기가 파이는 현상) 정도를 나타내는 지표로서 그 대소는 기복량이나 지형의 경사와 관계가 깊다. 하계(河溪)밀도라고도 한다. 지형적으로 험준하거나 식생이 조밀한 지역은 그렇지 않은 지역보다 곡밀도가 크다.

● 산림 기능별 임도밀도

- ◇ 기본임도밀도 : 조림부터 수확까지 산림작업에 투입되는 노동 인력들의 비생산 노무경비를 임도시설에 전환하여 사회간접자본화 하는 개념
- ◇ 적정임도밀도 : 임업생산비 중 임도개설연장의 증감에 따라 변화되는 주벌의 집재비용과 임도개설비의 합계를 가장 최소화시키는 임도밀도이다
- ◇ 지선임도밀도 : 입지조건에 따라 집재방법과 운재시스템의 효율성을 계수로 정하고 그 산림에 적용될 수 있는 집재장비의 최대집재거리로서 경험적인 임도밀도를 산출하는 방법이다.

임도효율계수(a)

※ 지선임도밀도(D) = $\frac{a}{s}$ D : 지선임도밀도(m/ha), s : 평균집재거리(km), a : 임도효율계수(요인)

RXD

※ 지선임도가격 : $C = \frac{R \times D}{V}$ C : 지선임도가격(원/m²), V : ha당 재적, R : 개설단가, D : 임도밀도(m/ha)

● 임도간격, 집재거리, 평균집재거리의 관계

- 집재거리는 양쪽의 임도에서 서로 집재작업이 실행되므로 평지림의 경우, 임도간격의 1/2이 된다.
- 평균집재거리는 임도변의 집재작업(최소집재거리)과 집재한계선(최대집재거리)까지 집재작업이 동일하게 실행되므로, 평지림의 경우 집재거리의 1/2이 되고 임도간격의 1/4이 된다.

● 적정 지선임도밀도

- ◇ 최소한의 집재비용과 유지비가 소요되는 적정(지선)임도밀도 : $50\sqrt{V \times X(1+n)(1=n')}/r$
 ORD : 적정임도밀도(m/ha), r : 임도개설비단가(원/km) V : 원목 생산량(m³/ha)
 X : 1m당 집재비 단가(원m²/m), n : 임도우회율(0.6) n' : 집재거리우회율(0.2)

◇ 적정 (지선)임도밀도에서 임도간격(RS)의 산출 : $RS = 10,000/ORD$

* RS : 임도간격(m) * ORD : 적정임도밀도(m/ha)

◇ (최대)집재거리(SD)의 산출 : $SD = 5,000/ORD$ * SD : 집재거리(m) * ASD : 평균집재거리(m)

◇ 양방향 집재시 평균집재거리(ASD)의 산출 : $ASD = 2,500/ORD$

◇ m²당 소요 임도비용의 산출 ** 교재 261-④번 공식은 참조!!

임도밀도가 적정치일 경우에는 적정임도밀도를 대입, 적정치가 아닐 경우에는 실제임도밀도를 대입

$$RC = \frac{R \times ORD(RD)}{1,000 \times V}$$

RC: 임도비용(원/m²), R: 임도개설비(원/km), ORD: 적정임도밀도(m/ha), RD: 실제임도밀도(m/ha), V: 원목생산 예정량(m³/ha)

※ 단위재적당 집계비용계산 : ATC = ASD×C×t/L

ATC : 집계시 평균 주행비, ASD : 평균집재거리 C : 장비운영비, t : 장비운영비 시간, L : 평균집재량

● 선형 설계의 기본적인 고려사항

지형 및 지역의 조화, 평면선형과 종단선형과의 조화, 선형의 연속성, 교통상의 안전성

● 선형설계의 제약요소

자연환경의 보존 및 국토 보전상의 제약, 지질,지형,지물 등에 의한 제약
시공상의 제약, 사업비,유지관리비 등에 의한 제약

● 생태통로의 종류

- ◇ 터널형(하부통로형) : 인간의 영향이 빈번한 곳, 육교형 설치가 어려운 곳, 지하에 증소 하천이 있는 경우
 - 박스형 압거 : 대형동물 이동 가능
 - 파이프형 압거 : 소형동물을 위해 설치
- ◇ 육교형(상부통로형) : 횡단부위가 넓은 곳, 절토장애물 등으로 터널 설치가 어려운 곳, 대부분의 동물 이용가능
- ◇ 선형통로 : 도로·철도 혹은 하천변 등을 따라 길게 설치된 통로

● 임도의 노체와 노면 [제3장. 임도의 구조] * 노체 구성요소 : 노상, 노면(노반), 기층, 표층

- ◇ 구조 표층 노체 : 원지반과 운반된 재료에 의하여 피복된 층으로 구분됨
 - 기층 노상 : 차량 하중의 파괴 작용을 직접 받지 않고 또 내부에 생기는 수직 압력도 작아
 - 노면(노반) 상질의 재료를 사용할 필요가 없다.(포장과 교통하중을 지지하는 도로의 기초부분)
 - 노상 노면 : 노면은 주로 노상 위에 있는 토질의 노반이 표층역할을 함,
 - 토사도(흙모랫길), 사리도(자갈길), 쇄석도(부순돌길)로 시공
- * 임도의 노면 안정처리는, 주로 노반에 실시한다.(노상 위에 있는 토질의 노반이 표층역할을 하므로)
* 노면에 가까울수록 큰 응력에 견디어야 하므로, 상층부로 갈수록 양질의 재료를 사용해야 한다.

● 임도의 노면을 피복재료에 따라 구분

- 콘크리트,아스팔트 포장도로는 드물게 사용 : 노면의 종단기울기가 (8)%를 초과하는 사질토양 또는 점토질 토양인 구간과, 종단 기울기가 (8)% 이하인 구간으로써 지반이 약하고 습한 구간에는 자갈을 부설하거나 콘크리트 등으로 포장한다.
- ◇ 토사도(흙모랫길) : 노면이 토사(점토와 모래의 혼합물 1:3)로 구성. 도로교통량이 적은 곳에 축조하며, 시공비가 적게 드나 물로 인하여 파손되기 쉬우므로 배수에 특별히 유의하여야 한다.
 - 표층에는 지름 5~10mm의 표층용 자갈을 사용
- ◇ 사리도 (자갈길) : 노상 위에 자갈(20~25mm/하층 굵은 자갈, 상층 잔 자갈)을 깔고 점토나 토사를 덮은 다음 롤러로 진압시킨 도로
 - 상치식(표면구법) : 중앙부를 상당한 두께로 만들고 양끝은 두께를 갖지 않은 구조(일반임도에 널리 사용)
 - 상굴식(구구법) : 유효폭을 굴취하여 그 곳에 자갈을 깔고 다짐한 것으로, 자갈을 2~3차례 반복하여 깔고 결합제(자갈 무게의 10~15%)를 섞어 다짐한 것.
- ◇ 쇄석도(부순돌길) : 부순돌끼리 서로 물려서 죄는 힘과 결합력에 의하여 단단한 노면을 만드는 것으로 임도에서 가장 많이 사용(갠자갈+모래+점토 등 사용) * 쇄석도의 표준두께 : 20cm(15~25cm)
 - * 텔퍼드식 : 노반의 하층에 큰 갠들을 깔고 쇄석재료를 입히는 방법, 지반이 연약한 곳에 효과적
 - * 머캐덤식 : 쇄석재료만을 깔고 다진 도로로 자동차도로에 적용(쇄석지름 5cm 이하의 것을 3층으로 나눠 전입)
 - 교통체 머캐덤도 : 쇄석이 교통과 강우로 인하여 다져진 도로
 - 수채 머캐덤도 : 쇄석의 틈 사이에 석분을 물로 삼투시켜 롤러로 다진 도로
 - 역청 머캐덤도 : 쇄석을 타르나 아스팔트로 결합시킨 도로
 - 시멘트 머캐덤도 : 쇄석을 시멘트로 결합시킨 도로 * 쇄석도를 머캐덤식이라고도 함 / 머캐덤도의 종류 출제

◇ 통나무길 및 쇄길 : 저습지대에 있어서 노면의 침하를 방지하기 위하여 사용하는 것

● **중단구조 = 중단선형 : 중단기울기(중단물매)와 중단곡선으로 구성**

◇ 중단기울기(경사.물매) : 길 중심선의 수평면에 대한 기울기(시공 후 변경이 어려움)

수평거리 100m에 대한 수직거리 1식) 중단물매 = (표고차 / 수평거리) x 100
 2식) 100 : 중단물매 = 수평거리 : 표고차
 (544쪽 8번 및 549쪽 52번 문제 등 참조)

- 토양침식과 통행차량에 의한 임도의 파손을 예방하기 위해 규정(임도표면 배수 용이, 임도파손 방지, 유지비 절약)
- 최소 2~3%이상 되어야 비가 올 때 차량이 빠지지 않고 주행할 수 있다.
- 짐을 싣고 올라가는 역기울기는 설계속도 20~40km일 경우 5%로 규정. 중단물매를 높이면 임도우회율 ↓

간선.지선임도의 설계속도(km/시간)	중단기울기(순기울기)		* 설계속도 관련 인자 : 노폭. 노면. 물매. 곡선반지름 (차폭은 큰 관계가 없음)
	일반지형	특수지형	
40	7% 이하	10% 이하	
30	8% 이하	12% 이하	
20	9% 이하	14% 이하	

작업임도는 최대 20%

※ 지역 여건상 특수지형의 기울기 적용이 어려운 경우, 노면포장시 중단기울기를 18% 범위 내에서 조정 가능

* 물매 5% 이상부터 침식이 일어나며, 10% 이상이면 노면침식이 심하여 임도 유지관리비용이 많이 듦

* 역기울기가 5%인 이유 : 목재 반출 방향에 5% 이상인 경사가 있을 경우 주행이 어렵기 때문

◇ 중단곡선 : 중단곡선을 설치하여 차량의 주행시 충격을 완화시켜 노면을 보호하고 가시거리를 확보하여 안전에 대한 효과를 높인다.(포물선 곡선방식 적용 가능)

설계속도(km/시간)	중단곡선의 반경(m)	중단곡선의 길이(m)
40	450 이상	40 이상
30	250 이상	30 이상
20	100 이상	20 이상

※ 포장도로가 아닌 곳으로 중단기울기의 대수차가 5%이하인 경우에는 이를 적용하지 않음.

*** 중단곡선(중곡선)의 길이 : (중단기울기 대수차의 절대치 / 360) x 설계속도²

● **횡단구조**

◇ 횡단기울기(물매.경사) : 차도에서는 중앙부를 높게 하고 양쪽 길가쪽을 낮게 하는 횡단기울기를 만들어야 하며 노면의 종류에 따라 포장을 하지 않은 노면(사리도.쇄석도 포함)은 3~5%, 포장한 노면은 1.5~2%로 한다.

◇ 곡선부의 외쪽기울기 : 차량이 곡선부를 통과하는 경우에는 원심력에 의해 바깥쪽으로 나가려는 힘이 생기므로 곡선부의 노면 바깥쪽을 안쪽보다 높게 하는데, 이를 외쪽기울기(8%이하 : 3~6%)라 한다.

◇ 횡단면형=횡단선형

- 유효너비(차도너비) : 차량이 지나가는 데 쓰이는 부분의 너비 * 작업임도 유효너비 : 2.5~3.0m
길어깨, 옆도랑의 너비를 제외한 임도의 유효너비는 3m(간선/지선임도)를 기준
암반지역 등 지형여건상 불가피한 구간은 2.5m이상, 배향곡선지는 6m이상
- 길어깨, 옆도랑너비 : 각각 50cm~1m의 범위, 불가피한 경우라도 길어깨의 너비를 포함한 임도의 너비는 3m이상이어야 한다.(임도는 일반차도와는 달리, 길어깨의 노면공사는 하지 않음)
- 대피소 : 차량이 비켜 지나갈 수 있도록 시설한 곳, 경사가 완만하고 일정한 간격으로 설치하는 것이 좋다.
- 간격(300m이내) / 너비(5m이상) / 유효길이(15m이상. 차량의 교행에 지장이 없는 대피소의 길이)
- 차돌림곳(간선.지선)의 너비 : 10m이상으로 한다.

※ 축조한계 : 자동차의 안전주행을 위해 도로의 위쪽에 건축물을 설치할 수 없는 일정한 한계.

유효너비와 길어깨를 포함한 너비규격에 의하여 설정

* 길어깨(노견. 갓길)의 기능 : 차량 안전통행, 차도 구조부의 보호, 도로의 유지보수 작업공간 제공
보행자자전거의 통행 및 대피, 위험표지.경계석.가드레일 등 설치
- 길어깨는 노면보다 낮아야 한다.

* 임도의 너비(노폭) = 유효너비+ 길어깨(옆도랑너비 불포함) * 옆도랑의 깊이 기준 : 30cm 내외

◇ 합성기울기 : 중단기울기와 횡단기울기를 합성한 기울기, 12% 이하로 규정. 다만 현지의 여건상 불가피한 경우에 간선임도는 13% 이하, 지선임도는 15% 이하, 작업임도는 20% 이하로 할 수 있고, 노면포장을 하는 경우에는 18% 이하로 할 수 있다.

- 합성기울기 : 중단기울기(3%)와 횡단기울기(4%)를 제곱하여 합한 값의 제곱근(5%) $S = \sqrt{i^2 + j^2}$

● **평면구조**

1. 곡선의 종류 * 단순히 곡선의 종류만을 묻는 문제 : 3회 출제 ** 곡선의 유형 : 자료 맨 뒤쪽 참조

- ◇ 단(원)곡선 : 중심이 1개의 원호로 구성된 일정한 곡선, 가장 많이 사용.
- ◇ 복합(복심)곡선 : 반지름이 다른 두 단곡선이 같은 방향으로 연속되는 곡선, 운전시 피하는 것이 좋다.
- ◇ 반대(반향)곡선 : 상반되는 방향의 곡선을 연속시킨 곡선으로 S-커브라고도 한다
서로 맞물린 곳에 10m이상의 직선부를 설치해야 한다.
- ◇ 배향곡선 : 반지름이 작은 원호의 바로 앞이나 뒤에 반대방향의 곡선을 넣은 것으로 헤어핀 곡선이라고도 한다.
급경사지에서 노선거리를 연장(단축 아님)하여 종단기울기를 완화할 때 사용. hair pin curve
- ◇ 완화곡선 : 도로의 직선부로부터 곡선부로 옮겨지는 곳에는 곡선부의 외쪽기울기와 너비(나비)넓힘이 원활하게 이어지도록 하기 위해 설치.(완화구간 설치 제외 : 이정량移程量이 20cm 이하인 직선부)

** 이정량 : 원곡선과 완화곡선의 차이

** 시거(가시거리) : 차도 중심선상 1.2m높이에서 당해 차선의 중심선상에 있는 높이10cm인 물체의 정점을 볼 수 있는 거리

설계속도(km/시간)	안전시거(m)	설계기준차량
40	40 이상	소형자동차 : 4.7m / 보통자동차 : 13.0m
30	30 이상	* 설계속도(km/h) : 간선임도 40~20 / 지선임도 30~20 작업임도 20km/h 이하
20	20 이상	

2. 곡선반지름(처음 공식 : 무수히 출제 // 두 번째 공식 2회 출제)

- 최소곡선반지름(R) : 노선의 굴곡 정도, 도로(임도)의 너비(m)(B), 반출할 목재의 길이(m)(l), 설계(운행)속도(V), 타이어와 노면의 마찰계수(f), 도로와 차량의 구조, 시거 등에 영향을 받는다.

$$R = \frac{l^2}{4B} \quad R = \frac{V^2}{127(f+i)} \quad * i : \text{노면의 횡단물매(경우에 따라서는 외쪽물매)}$$

설계속도(km/시간)	최소곡선반지름(m)	
	일반지형	특수지형
40	60	40
30	30	20
20	15	12

- 내각이 155°이상, 교각이 15. 이하인 장소에 대하여는 곡선을 설치하지 않을 수 있다.
- 배향곡선(Hair Pin 곡선) : 중심선 반지름이 10m이상이 되도록 설치한다.

3. 곡선부의 확폭(너비 넓힘) : 자동차가 곡선부를 주행하는 경우 전륜과 후륜 사이에 내륜차가 생겨 후륜이

$$e = \frac{L^2}{2R} \quad \text{전륜보다 안쪽으로 주행하게 되므로 곡선부의 너비를 넓혀야 한다.}$$

e : 너비넓힘의 크기(m), L : 자동차 넓힘(앞바퀴~뒷바퀴의 길이)의 크기(m), R : 곡선 반지름(m)

- 노폭 확대 기준량 : 곡선반경 13m이상~14m미만시 2.00m / 14m이상~15m미만시 1.75m
15m이상~18m미만시 1.50m / 18m이상~20m미만시 1.25m(0.25씩 감소)
30m이상~40m미만시 0.50m

● 임도 설계시 유의 사항[제4장. 임도설계]

- ◇ 임도의 이용이 편리하여 임산물의 반출을 유리하게 할 수 있도록 한다.
- ◇ 시공이 용이하고 공사비가 적게 들도록 한다.
- ◇ 시공 후 유지비가 적게 들도록 한다.
- ◇ 산림의 공익적 기능 및 산촌 간의 연락기능을 도모하도록 한다.

● 노선 선정계획 * 임도노선이 피해야 할 지점 : 암석지대, 습지대, 묘지, 불안정사면, 소유경계, 시설물 피해위험지 등

- ◇ 임도의 노선답사 시 나타날 수 있는 시환(시각적 오차)
 - 눈앞의 직선은 길게 보이고, 먼 곳의 직선은 짧게 보인다.
 - 비탈진 지반에 서서 높은 곳을 보면 45°는 약 75°로, 60°는 거의 수직으로, 1할 5푼은 1할의 기울기로 보인다. 높은 곳에서 비탈진 아래를 보면 더 심하게 느껴진다.
 - 덩불이 무성한 지역은 공사하기 어렵게 보이고, 반대로 고저기복이 심하지 않은 곳이나 기울기가 완만한 곳은 공사하기 쉽게 보인다.

● 임도설계 : 예비조사 -> 답사 -> 예측, 실측 -> 설계도 작성 -> 공사수량의 산출 -> 설계서 작성

- ◇ 예비조사 : 입도계획을 위한 기초조사에서 이용한 도면과 지형을 분석한다.(첫 단계가 예비조사)
- ◇ 답사 : 지형도에서 검토한 노선의 적정여부를 확인하기 위해 직접 답사하여 예정선을 확정
(지형도 → 예정선 기입 → 노선 선정 → 현지측정 → 개략설계)
- ◇ 예측 : 답사에 의해 확정된 예정선을 경사측정기, 방위측정기, 거리측정기 등으로 실측하여 예측도를 작성
- ◇ 실측(현지측량) : 예측에 의한 노선에 대해 현지에서 정밀측량을 행하는 것
평면측량, 중심선측량, 중단측량, 횡단측량, 구조물조사(측량) 등으로 구분한다.
* 중단측량(수준측량, 고저측량)에 가장 널리 사용되는 측량기 : 레벨

※ 입도 예정선 측량시 필요한 사항

- ◇ 도구의 종류 : 경사측정기, 거리측정기(줄자), 방위각측정기(컴퍼스), 표적판 등
- ◇ 인력의 소요규모 : 외업과 내업을 합하여 측량자 1~1.5인, 보조자 1.5~4인
- ◇ 피해야 할 지역 : 늪과 같은 습지, 붕괴지, 산사태지와 같은 지반이 불안정한 산지 사면
암석지, 홍수범람지, 소유경계
- ◇ 통과지역 : 안부, 여울목, 급경사지내의 완경사지, 공사용 자재의 매장지와 산재지
* 통과지역 : 입도노선이 통과하기에 유리한 지역

※ 영선, 중심선, 중·횡단 측량

- ◇ 영선측량 : 영선을 기준으로 측량. 산악지에서 많이 이용
 - 영점 : 입도에서 노면의 시공면과 산지의 경사면이 만나는 점
 - 영선 : 영점을 연결한 노선의 중축. 경사면과 입도시공기면과의 교차선으로 노반에 나타남
입도 시공시 절.성토작업의 기준선(구분 경계선)이다. * 영선에서의 절토량은 성토량과 같다.
 - 영면 : 입도상 영선의 위치 및 입도의 시공기면으로부터 수평으로 연장한 면.
 - 입도의 영선측량 시에는 경사측정기, 방위측정기(컴퍼스), 거리측정기, 표적판 등 필요
- ◇ 중심선측량 : 중심선을 기준으로 측량. 평탄지와 완경사지에서 많이 이용
 - 측정간격은 20m로 하고 중심말뚝을 설치하되,
지형상 중·횡단의 변화가 심한 지점, 구조물 설치지점 등 필요한 각 점에는 보조말뚝을 설치
- ◇ 평면측량 : 방위각 또는 교각을 측정하고 IP간의 거리를 측정.
- ◇ 중단측량 : 계획노선의 중심말뚝, 보조말뚝에 따라 고저치를 측정해 중심선의 고저기록의 상황을 밝히는 것
- ◇ 횡단측량 : 중심말뚝마다 중심선과 직각방향으로 지형의 고저기록의 상태를 측정하는 것
 - 측정지점 : 중심선의 각 측정, 지형이 급변하는 지점, 구조물설치 지점
- ◇ 곡선결정(설정) : 곡선부의 중심선이 통과하는 지점을 현지에 말뚝을 박아 표시하는 것
 - 곡선결정방법 : 교각법/편각법/진출법
 - * 곡선 설정에 있어 가장 중요한 인자 : 교각(두 곡선이 한 점에서 만날 때 이루는 각)
 - * 곡선의 주요 인자 : 곡선시점(BC) / 곡선중점(MC) / 곡선종점(EC) - 곡선높이(HC)는 아님!
 - 교각법 : 교각을 쉽게 구할 수 있을 때 사용, 1개의 굴절점에 단곡선을 삽입하는 방법으로 가장 일반적인
↓ 도해
17쪽 $R = TL \times \cot(\theta/2)$ R: 곡선의 반지름(m), TL: 접선길이=절선장(m), θ : 교각($^\circ$)
* 교각(두곡선이 한 점에서 만날 때 이루는 각) = 어떤 측선의 방위각값 - 하나 앞 측선의 방위각값
 - 편각법 : 진행방향 앞 측선의 연장선과 현 측선이 이루는 편각을 관측하는 방법
편각(접선과 현 측선이 이루는 각)으로 거리를 측정하여 곡선 상의 점을 얻는 매우 정밀한 방법
반경이 크거나 주요지점의 곡선부 중심선은 편각법으로 설정
 - 진출법 : 생략

◇ 설계도 작성 : 위치도, 평면도, 중단면도, 횡단면도 및 구조물설계도 포함

- 위치도 : 지도상에 시공대상 입도의 위치를 표시한 도면
- 평면도 : 축척(1 : 1,200). 도로의 중심선, 구조물의 위치와 종류 및 규격, 입도예정노선, 주변지역의 등고선 등을 평면적으로 표시한 도면
- 중단면도 : 수평축척(횡축척, 1 : 1,000), 수직축척(종축척, 1 : 200). 중단측량 야장에 의거하여 중단곡선, 측정번호, (중단)물매, 누가거리, 성토고, 절취고, 지반고(기계고-전시), 계획고 등을 나타낸 도면
- 횡단면도 : 축척(1 : 100). 횡단측량 야장에 의거하여 각 측정마다 도로 횡단면상의 형상을 나타낸 도면
절성토량(토공량을 결정, 옆도량, 들쭉기용벽, 측구터파기 단면적 등을 설계(공정별 수량계산서 작성의 근거)
- 기입순서 : 좌측하단에서 상단방향으로 한다.
- 구조물도 및 표준도 : 주요 구조물의 정면도, 측면도, 평면도, 단면도 등에 대해 기본단위에 따른 표준 형상을 나타낸 도면
- ◇ 설계서 : 목차, 설계(공사)설명서, 시방서(일반특별 시방서), 예정공정표, 예산내역서(일위대가표, 단가산출서,

원가계산서, 각종 중기경비계산서), 공중별 수량계산서, 소요자재총괄표, 토적표, 산출기초

* 일위대가표 : 직접공사비를 산출하는 데 필요 * 설계서에 평면도는 불포함

- 설계(공사)설명서 : 공사의 목적, 설계기준, 시공 후 기여도 등을 기재
- 시방서 * 일반 시방서 : 일반적 과업지시사항 * 특별 시방서 : 공사목적, 현지의 입지조건 등에 필히 준수할 사항
- 예정공정표 : 작업의 난이도와 작업원의 수(인원동원 가능실태), 계절적(기후) 조건과 건설 자재량, 장비의 종류와 규격, 자재구입사항 등을 고려하여 작업 실행에 차질이 없도록 작성한다
- 예산내역서 : 공중별 수량계산서에 의한 공중별 수량산출서 및 일위대가표. 단가산출서에 의한 공중별 단가를 곱하여 작성
- 공중별 수량계산서 : 공중별로 집계표를 작성하고 누계하여 적용. 평균 산출시 가중평균법을 이용

※ 임도설계 및 시설기준 등에 의한 유의사항

- 임도 노선이 계곡을 지나는 경우에는 계곡의 단면 및 유역 전체의 유수량을 고려하여 최대홍수위보다 2배 이상 높은 위치에 시설되도록 설계
- 계류를 횡단하는 구간에는 가능한 한 배수구 막힘 우려가 없는 물넘이 포장(세월교)등으로 시공되도록 설계

● 제5장. 임도시공

◇ 임도시공의 기초 공사

1. 직접기초(얕은 기초) : 견고한 지반위에 기초 콘크리트를 직접 시공하고 이 기초에 하중이 작용하도록 된 기초
 - * 절개공법(오픈 컷 공법) : 지표면에서 직접 굴착하는 공법(기초공사를 위한 굴착공법에서 가장 많이 사용)
 - * 아일랜드공법 : 지표면 하의 구조물을 축조하는 데 이용되며 먼저 중앙부를 완성시키고, 이것을 흙막이 지지대로 하여 순차로 주위의 굴착과 구축을 진행하는 것
 - * 트랜치커트공법 : 지하구조물을 축조하는 데 있어서 측벽 부분만을 먼저 굴착하여 완성하고, 다른 부분의 굴착과 구축을 시작하는 공법
 - 1) 확대기초 : 독립/복합/연속기초 상부구조의 하중을 확대하여 직접 지반에 전달하는 기초
 - 2) 전면기초 : 상부구조의 전면적을 받치는 단일슬랩의 지지층에 실려 있는 형태의 기초
2. 깊은 기초 : 상부의 토층이 연약하여 말뚝, 피어 등으로 깊은 곳에 있는 지지층에 하중을 전달하는 기초
 - 1) 말뚝기초 : (나무/콘크리트/강재)말뚝을 통하여 하중이 견고한 지반까지 전달되도록 하는 기초
 - 2) 케이슨기초 : 우물통기초, 공기케이슨기초 *** 나무말뚝의 허용지지력 : 콘크리트 말뚝의 1/2인 30톤

◇ 노선지장목 정리

- 노선상의 장애물인 지장목 벌채지역의 폭은 평균 10m 정도가 되게 한다. - 소경목은 불도저로 제거
- 근주지름(근주직경) 25cm 정도의 입목 : 블레이드 등으로 압도하여 근주를 뽑아낸다.
- 근주지름 30cm 이상 : 체인톱(기계톱)으로 벌채하여 근주의 한 쪽을 파내 장비로 견인하여 압도
- 뿌리 뽑기가 곤란할 경우 : 주위를 파낸 후 불도저로 잘라내는 방법
 - * 나무의 벌채는 보통 지상 0.2m를 벌채점으로 한다. 이와 같이 벌채 후 남겨진 부위를 근주(根株.stump)라고 하는데, 벌채점인 지상 0.2m 부위의 직경을 근주직경이라고 한다.

◇ 시공장비의 종류 * 앵글 도저 : 블레이드면의 방향이 진행방향 중심선에 대해 20~40°의 경사

- 굴착기계 : 셔블shovel 또는 파워셔블 (높은 장소, 굳은 지반) -> 붐(boom)의 크기로 굴착기의 크기를 나타냄 드랙라인 (낮은 장소, 부드러운 지반, 수중굴착 가능) * 굴착기계의 종류만 출제 백호우(낮은 장소, 굳은 지반, 흙다짐용, 옆도랑과 빗물받이의 토사를 제거할 때 적합, 수중굴착 가능) 기타 : 클램셀, 불도저(리퍼 불도저 : 경질토나 암석(연암) 굴착에 적합), 레이크도저, 스크레이퍼 등
 - * 암석 천공 착암기 : 크롤러드릴/왜건드릴/잭해머
- 적재기계 : 트랙터 셔블 (국내 임도시공시 굴착된 토사의 단거리운반에 가장 많이 사용. 재료가운반, 골재처리, 비탈다듬기, 도랑파기 등 다용도), 셔블로더, 스크레이퍼
- 운반기계 : 트리도저 등 불도저(벌목, 제근, 도목倒木 작업 등에 이용), * 트리도저 : 굴착에는 부적합 스크레이퍼(굴착, 적재, 운반 및 성토, 흙갈기, 흙다지기 등의 작업을 하나의 기계로 하는 장비) 기타 : 덤프트럭, 벨트컨베이어, 포워드 등
- 정지기계 : 포터그레이더(노면을 평평하게 깎아내고, 노면기울기 잡기, 노면다지기, 포장재 혼합 등에 사용)
 - 기타 : 불도저류 -> 정지작업 가능
- 전압(다짐) : 로드롤러, 타이어롤러, 진동콤팩터(롤러), 래머, 탭핑롤러(롤러표면에 돌기. 점질토 다짐에 적합)
- ** 트리펠러 : 벌목(벌도)기(only 벌목!!) ** 펠러번처 : 다목적 임목수확기(벌목.집적.소집재)
- ** 프로세서, 하베스터 : 벌채목의 조재작업(가지훅기. 조재목 마름작업. 통나무자르기 등)을 한 공정으로 수행

◇ 기계사용료 계산

- 고정비 : 연간 사용시간에 관계없이 일정하게 발생하는 비용
 - * 감가상각비 : 기계사용 비용 중 가장 큰 비중을 차지
 - 정액법 : 감가상각비 = (구입가격 - 잔존가격) / 내용년수
 - 각 사업년도의 상각비 = (취득원가 - 잔존가치) × 상각률 * 잔존가격은 일반적으로 취득가의 10%
 - * 자본이자 = ((구입가격 + 폐기가격) / 2) × 연이율
- 변동비 : 기계의 이용시간의 증감에 따라 비례적으로 증감하는 비용(연료비/인건비/자재비 등)
 - * 인건비 : 변동비 중 가장 큰 비중
 - * 기계 수리유지비 = (기계구입비/경제적 수명) × 수리정비계수

● 토공작업 : 절토(흙깎기), 성토(흙쌓기), 암석절개 공사 등

- ※ 토공의 시공 계획시 시공기면을 결정할 때 고려사항
 - 토공량이 최소가 되도록 한다
 - 절토량과 성토량이 균형되도록 배분한다
 - 운반거리를 짧게 한다
 - 연약지반, 산사태 지역을 피한다

◇ 절토사면 기울기 * 일반적인 (절토)사면의 안전기울기 : 549쪽 53번 참조

구 분	기 울 기	비 고
암석지	경암 - 1 : 0.3~0.8 연암 - 1 : 0.5~1.2 (통합 - 1 : 0.3~1.2)	* 암석의 종류(세분) : 경암/준경암(보통암)/연암 * 흙깎기 공사시 경암(안산, 화강, 현무암)은 폭약을 이용
토사지역	1 : 0.8~1.5 * 높이 5m이하 - 1:0.8~1.1	절토면의 높이에 따라 ^{소단} 비탈면 설치 * 소단 : 사면길이(높이) 2~3m(3~4m/5~7m)마다, 폭 50~100cm

- ※ 안식각 : 지반을 수직으로 깎으면 시간이 지남에 따라 흙이 무너지다가 어느 각에서 영구히 안정을 유지하게 되는데, 이 때의 수평면과 비탈면이 이루는 각을 말한다. 비탈면의 기울기는 안식각보다 적게 하는 것이 좋다.
- ※ 더쌓기 : 흙쌓기 공사 중이나 시공 후, 수축과 침하에 대하여 소정의 단면을 유지하기 위해 계획단면 이상으로 높이와 물매를 더하는 것을 말함(5~10%)
 - 흙높이 : 3m까지는 10%, 3~6m이면 8%, 6~9m이면 7%, 9~12m이면 6%, 12m 이상은 5%

◇ 절토의 피해방지 (표토제거공정은 설계에 반영하지 않는다)

- 절토한 토석은 이를 전량 운반처리 하여야 한다.
- 원지반에 미리 구조물을 설치한 후 절토작업을 하여야 한다.
- 길이가 긴 구간에는 절토사면 또는 절토사면의 경계 바깥쪽에 떼·돌 등을 이용한 배수로를 설치한다.
- 용출수가 나오는 지역은 배수시설을 하거나 토압을 견딜 수 있는 옹벽·석축을 설치한다.

◇ 성토방법 (표토제거공정은 설계에 반영한다)

- 절토한 표토층이나 지피식생은 성토부 중심재료로 사용하지 않음(모아 두었다가 성토부 녹화재료로 사용)
- 성토제는 시공이 용이하고 전단강도가 크며 압축성이 작은 성질을 가진 흙을 선택
- 성토한 비탈면(경사면)의 기울기는 1 : 1.2~2.0의 범위(연한 점토·점질토는 1 : 1.8~2.0)
- 성토사면의 길이는 5m이내. 5m를 초과하는 경우에는 성토사면의 보호를 위해 옹벽·석축 등의 구조물 설치
- 시일이 경과하면 수축하여 용적이 감소되므로 흙쌓기 높이의 5~10%(절토의 팽창률) 정도 더쌓기
- 소단설치 : 절·성토한 경사면이 붕괴 또는 밀려 내려갈 우려가 있는 지역에는(유지보수 작업원의 발판) 사면길이 2~3m(3~5m)마다 폭 50~100cm로 단의 폭을 끊어서 소단 설치
- 성토의 운반 : 굴착한 토양의 부피는 1.15~1.30 정도 증가, 불도저의 성토운반 최대거리는 60m
 - * 60m 초과시 덤프트럭 이용

◇ 토적계산 * 양단면적평균법 : 실제의 토적보다 약간 많은 값이 나오지만 일반적으로 도로와 철도의 토적계산에 널리 이용

- 양단면적평균법 : 토적(V) = $\frac{A1+A2}{2} \times \text{양 단면 사이의 거리}(l)$
- 중앙단면적법 : $V = Am \times l = \frac{1}{8}(b_1 + b_2)(h_1 + h_2)$
 - * V : 토적(m³) * A1, A2 : 양단의 단면적(m²) * l : 양단면사이의 거리(m)
 - * Am : 중앙단면적(m²) * b1, b2 : 양단면의 너비(m) * h1, h2 : 양단의 높이(m)
- 구형주체법(직사각형주체법) : $V = A/4(\sum h_1 + 2\sum h_2 + 3\sum h_3 + 4\sum h)$
- 삼각주체법 : $V = A/6(\sum h_1 + 2\sum h_2 + 3\sum h_3 + 4\sum h_4 + 5\sum h_5 + 6\sum h_6 + 7\sum h_7)$

● 배수 공사

◇ 배수시설

- * 옆도랑(측구) : 노면의 물을 모아서 배수하기 위해 임도의 길어깨를 따라 중단방향에 따라 설치하는 배수시설
 - 사다리꼴 모양과 비슷한 흙수로가 가장 많이 사용됨(배수용량 큼)
 - 중단기울기는 최소 0.5%이상, 5%이상 되면 침식예방을 위한 대책 필요
 - 깊이는 30cm 내외로 동물의 이동이 용이하도록 설치
 - 암석 집단분포 구간 및 절토사면의 길이가 길어지는 구간은 L자형으로 설치할 수 있다.(L자형 상부지점에는 배수시설 설치)

- * 비탈면 배수로 : 비탈면상 직접 설치하는 배수로로 돌수로, 콘크리트수로, 콘크리트블록수로, 폐수로 등이 있음
 - 폐수로 : 비탈면의 경사가 작고 유량이 적으며 **폐의 경관을 필요로 하는 곳에** 설치

- * **비탈(면)돌림수로** : 절토면의 길이가 길어서 침식이나 붕괴의 위험이 있는 곳에 산지로부터 비탈면에 유입되는 유수로 인해 발생하는 침식을 방지하기 위해 옆도랑과 평행하도록 비탈면의 최상부(비탈어깨부위와 원래 자연비탈면의 경계부위)에 설치하는 수로

**** 유적 : 물의 흐름을 직각으로 자른 단면 // 유량 : 단위시간 내에 유적을 통과하는 물의 용량 // 유속 = 유량 / 유적

**** **윤변=윤주** : 배수로의 횡단면에서 물과 접촉하는 배수로 주변길이 // 경심 : 유적/윤변(R로 표시) // 유량 = 유속 x 유적

◇ 횡단배수구 : 옆도랑의 물과 계곡의 물을 횡단으로 배수시키는 시설물

1. 설치장소 : 유하 방향의 중단기울기 변이점, 구조물의 앞이나 뒤, 외쪽물매 때문에 옆도랑물이 역류하는 곳. 흙이 부족하여 속도랑으로서는 부적당한 곳
 - 겹도랑(명거) : 작은 골짜기 유역으로부터 집수되는 유수의 처리와 옆도랑을 유하하는 물을 처리할 목적으로 임도를 횡단시켜 아래의 골짜기로 배수하기 위해 노면에 드러나게 설치한 횡단 배수구의 일종
 - 말구가 10cm 내외의 중정목(소형) 통나무 2개를 고정시켜 만들
 - 조립식이나 규격화된 횡단구가 일반화되고 있다
 - 속도랑(암거) : 산복 비탈면에서와 호우시의 지하수 분출로 인한 비탈면의 붕괴가 우려되는 지역에, 임도의 밑을 횡단하도록 설치
 - 철근콘크리트관, 파형철관관, 파형FRP관 등 원통관이 주로 사용됨,

2. **설치요령** : 중단물매와 절취면의 토질에 따라 50~200m 간격으로 설치. 지름은 1,000mm 이상으로 한다. **최근 100년간의 홍수량 확률빈도로 하며, 최대홍수유출량(단면적)의 1.2배 이상으로 한다.** 횡단배수구의 물매는 5~6%를 유지하도록 한다.

◇ 세월洗越시설(세월교)

- 갈수기에는 다리 밑으로, 홍수기에는 다리 위로 물이 흐름. 설치비용이 적고 계류의 폭이 좁을 때 설치
- 평시에는 유량이 적지만 강우시 유량이 급격히 증가하는 곳에 적합
- 상류로부터 자갈 등의 유동물질이 많고 노면이 암석으로 되어 있는 곳에 적합
- 교통량이 적은 곳에 적합 * 유형 : 콘크리트.암석.목재 등

● 구조물에 의한 사면보호(비탈면 안정공법) * 돌망태공법과 비탈흙막이공법은 돌쌓기공법 아님

◇ 돌쌓기와 돌붙이기공 : 사면기울기가 1할 이상이면 돌쌓기공과 블록쌓기공

사면기울기가 1할 이하이면 돌붙이기공과 블록붙이기공

- 찰쌓기(1 : 0.2) : 뒤채움에 콘크리트(50cm이상)를 사용하며, 줄눈에 모르타르를 사용 시공면적 2~3㎡마다 지름 2~4cm의 관으로 물빼기구멍(배수구)을 설치함 메쌓기보다 견고하고 높게 시공
- 메쌓기(1 : 0.3) : 뒤채움.모르타르.물빼기구멍(배수구)이 없다. 견고도가 낮아 높이에 제한(사방댐 최고 4m)
- 골쌓기(막쌓기) : 견치돌이나 막캔돌(큰돌)을 사용하여 마름모꼴 대각선으로 쌓는 방법
- 쳐쌓기 : 가로 줄눈이 일직선이 되도록, 마름돌 주로 사용

* **마름돌 : 가장 고급. 직사각형 육면체 등 각면을 다듬은 돌. 미관을 요하는 돌쌓기 공사에 주로 사용**

※ 석재의 종류 * **대리석은 암석을 생성원인에 따라 분류한 것으로, 퇴적암의 일종!!**

- 견치돌 : 치수를 특별한 규격에 맞도록 지정하여 깨낸 석재(메쌓기와 찰쌓기 등 돌쌓기 공사에 가장 많이 사용)
 - 앞면의 길이를 기준으로 뒷길이는 1.5배이상, 접촉부의 너비는 1/5이상, 뒷면을 1/3정도의 크기로 함
- 호박돌 : 직경 25~30cm인 호박모양의 자연석재, 안정성이 낮다.
- 갯돌 : 돌쌓기벽의 가장 위에 실리는 돌, 석축의 보호와 외관상 중요(큰 돌 사용)
- 귀돌 : 돌쌓기벽의 모서리각에 사용(모서리돌)
- 야면석 : 개천 계곡의 100kg 이상인 자연전석. 돌쌓기 현장 부근에서 채취해 찰쌓기와 메쌓기 등에 사용

◇ 옹벽공법 : 사면의 기울기가 흙의 안식각보다 클 경우에 토압에 저항하여 흙의 붕괴를 방지하기 위하여

시설하는 구조물 (콘크리트옹벽과 철근콘크리트옹벽이 많이 사용됨)

- 중력식 옹벽 : 시공이 가장 용이, 기초지반이 좋거나 높이가 낮은 경우에 경제적. 흙의 압력을 자체의 무게에 의하여 지지하도록 하는 것
- 반중력식 옹벽 : 중력식과 철근콘크리트 옹벽의 중간 구조로 자체의 무게에 의하여 안정을 유지하게 되므로 단면의 인장부를 철근으로 보강한 것이다
- T자형, L자형 옹벽 : 캔틸레버를 이용하여 재료를 절약한 것으로 자체의 무게뿐만 아니라 뒤채움한 토사의 무게를 이용하여 지지하도록 하여 안전도를 높인 것
- 높이 6~7m까지가 경제적(공통), 지반이 연약한 곳에서는 T자형
- 부벽식 옹벽, 반부벽식 옹벽 : 토압을 받는 앞면에 부벽을 만드는 것을 부벽식 옹벽, 토압을 받는 쪽 즉 뒷면에 부벽을 설치한 것을 반부벽식 옹벽이라 한다.

* 응력(應力) : 물체가 밖으로부터 가해지는 힘에 저항하여 본디 모양을 그대로 지키려는 힘

※ 옹벽의 안전성 검토요소 : 전도 / 활동(滑動) / 내부응력 / 침하에 대한 안정 * 활동 : 미끄러져 움직임

* 낙석방지책(울타리)공법 : 길어깨 바깥쪽이나 옹벽의 상부에 목책 설치, 낙석의 노면전락 방지

◇ 비탈흙막이공법 : 비탈의 안정을 유지하고 침식을 억제하기 위해 설치하는 각종 공작물

[돌, 콘크리트벽(블록, 판, 틀), 돌망태, 통나무, 바자]의 총칭

- 틀공 : 높은 사면이나, 표준기울기보다 급한 곳, 용수가 있는 절토사면
- 돌망태공 : 돌망태는 신축, 변형되므로 내부의 토사가 유실되어도 붕괴가 일어나지 않음, 땅밀림지대 또는 지반이 연약한 곳에 적합. 구공침식이 심할 때 매우 효과적. 일체성과 연속성을 지닌 구조물, 보강성, 유연성, 투수성, 방음성 양호(보통 아연도금철선 8~10번선 사용)
- (비탈면)바자엮기 : 산지비탈이나 계단위에 설치, 표토의 유실방지와 식재묘목의 생육에 양호한 환경조성 (목책공작물과 편책공작물이 있다) * 편책공 : 임도 지장목을 이용, 강우로 인한 토사유출 방지

◇ 비탈힘줄박기공법 * 거꾸집 하면 비탈힘줄박기공법

비탈면에 거꾸집을 설치하고 콘크리트를 타설하여 뼈대(힘줄)를 만들어 그 틀안에 **꽤나 작은 돌**을 채우는 것 **급물매나** 대면적 비탈면에 사용. 토질이 혼효토, 마사토 등으로 취급이 곤란한 곳, **지하수가 용출되거나 연약한 지층구조**가 있는 곳에 주로 사용

◇ 비탈(면)격자틀붙이기공법

비탈면에 콘크리트블록이나 플라스틱제 또는 금속제품 등을 사용하여 격자상으로 조립하는 것으로 그 골조에 의하여 비탈면을 눌러 안정시킨다. 산림지대에서는 통나무도 격자로 이용된다.

- 채움재료 : 콘크리트(큰 힘이 필요한 곳), 조약돌 및 호박돌, 자갈(용수가 스며나오는 곳), 떼(경관 고려), 흙 등

◇ 콘크리트뿔어붙이기공법 : 용수가 없고 낙석의 우려가 있는 연암으로 이루어진 비탈면에 콘크리트나 시멘트-모르타르를

압축공기의 압력으로 뿔어붙이는 공법[건식공법 - 시멘트1:잔골재4:굵은 골재1.5~3 // 습식 - 1:4:1~1.5(함수량 45~50%)] [두께 : 한랭지 10cm이상, 온대지방 5cm이상] [모르타르의 건조수축으로 인한 균열 방지를 위해, 응결경화축진제 사용] [굵은 골재의 최대직경으로는 15mm이하가 좋다]

● 식물에 의한 사면보호 --> 주로 비탈녹화공법 // 위 쪽은 비탈안정공법(어디에 속하는 것인지 출제)

◇ 비탈선떼붙이기공 : 다듬기공사 후 등고선 방향으로 단끊기(단폭 50~70cm)를 하고 그 앞면에 떼를 붙임 선떼붙이기 공작물은 대부분 3~5단 연속적으로 시공. 계단의 뒷부분에 되떼우기 시공 수평계단 1m당 떼의 사용 매수에 따라 1급에서 9급으로 구분.

* 1급 : 12.5매 // 3급 : 10매 // 5급 : 7.5매 // 6급 : 6.25매 // 8급 : 3.75매

◇ 떼다지기공

- 평떼공 : 주로 비탈면물매가 1 : 1보다 완만한 비탈면이나 평탄한 나지에 사용. 뜬떼를 전면적으로 떼붙이기
- 줄떼공 : 주로 **성토면에 사용**, 비탈면의 안정 및 녹화에 적용. 수직높이 20~30cm 간격으로 반떼를 수평으로 붙임

* 뜬떼 : 온떼(30cm×30cm×3cm)라 하며 평떼붙이기에 이용 * 반떼 : 뜬떼를 들로 나눈 것을 말하며 줄떼붙이기에 이용
 * 떼의 규격 : 대형 40*25*5(두께) // 보통 30*30*5 // 소형 33*20*5 *** 식생반의 규격 : 25*20*3
 * 식생반 : 밀판, 종자, 표면덮개의 세 부분으로 구성된 인공떼 제품

◇ 식생공 : 흙, 퇴비, 비료 등의 혼합체와 소량의 물을 섞어 벗짚에 발라 식생판(식생반?)을 만들어 꽃이로 사면에 붙인다

◇ 식수공 : 사면에 울타리를 만들고 그 위에 묘목을 심거나, 식혈(나무심을 구덩이)을 파서 흙과 비료를 넣고 식수한다

◇ 파종공 : 사면녹화에 적합하며 종자, 비료, 안정제, 양생제, 흙 등을 혼합하여 압력으로 뿔어 붙인다.

● **교량** : 도로나 수로, 계곡 등의 장애물을 건너기 위한 시설

- ◇ 높이 : 최고 수위로부터 교량 밑까지 1.5m 이상 되도록 한다
- ◇ 너비 : 임도의 너비와 같게 하며 난간 또는 흙덮개의 안쪽너비를 3m 이상으로 한다
- ◇ 복도 : 교량 및 암거에 불가피하게 복도해야 할 경우 흙의 두께는 50cm 이상으로 한다.
(복도하중도 중량계산에 포함)
- ◇ 활하중/사하중 : 활하중 : 교통량에 의한 하중 // 사하중 : 교상의 시설 및 첨가물, 바닥판의 무게 등
- 활하중의 기준은 사하중 위에서 실제로 움직여지고 있는 ^{32.45톤}DB-18하중 이상의 무게에 의한다.
- ◇ 종단 기울기 : 특별한 장소 외에는 적용하지 않음

- ※ 교량 설계계획시 중요한 조사사항
 - 교량가설지점의 측량 및 지질 암반의 조사
 - 하천의 상황과 변동 예측
 - 교통의 현황과 장래의 추정
 - 접속노선과의 관련성
 - 공사용지의 유무 및 보상 관계
 - 공사용 재료의 공급관계 - 교폭과 경간

- ※ 교량의 하중
 - 주하중 : 사하중, 활하중, 충격하중, 원심하중
 - 부하중 : 풍하중, 제동하중, 가설하중

※ 교량 가설시 위치 (교량 설치조건)

- 지질이 견고하고 복잡하지 않은 곳
- 하상이 변동이 적고, 하천의 폭(하폭)이 좁은 곳
- 하천이 가급적 직선인 곳(계류의 방향이 바뀌는 곳, 굴곡부는 피함)
- 교면을 수면보다 상당히 높게 할 수 있는 곳
- 과도한 사교(교축과 교대가 직각이 아닌 것)가 되지 않는 곳

● 제6장. 임도 유지관리 및 안전관리

◇ 사면붕괴의 원인

- 빗물, 눈 기타의 하중·함수량의 증가
- 지진 또는 발파에 의한 충격
- 함수비에 의한 팽창·공극수압의 증가·균열 중의 수압
- 온도변화에 의한 신축·동결과 융해의 반복
- 인장응력에 의한 균열
- 조직의 파괴
- 토양의 전단력·점착력이 약해질 때 등

◇ 임도 유지보수계획의 순서 : 예산, 임도현황, 기상자료 등의 기초자료 검토 → 유지보수계획 수립 → 공종별 장기계획 수립 → 단기계획(월간, 주간계획) 작성

0 임도 노면의 유지·보수 공사 : 가능한 한 비가 온 후 노면이 습윤한 상태에서 실시하는 것이 좋다.
0 임도 보수 관리 책임자는 임도노면 및 시설물을 연간 2회 이상 점검해야 한다.

● 제7장. 산림측량 ※ 측량의 순서 : 준비 → 외업 → 내업 * 측량의 3요소 : 거리, 각(방향), 고저차(높이)

- ◇ 지형도 분석 : 지형의 고저 등 지형에 대한 정보가 기록되어 있는 것
 - 기본지형도 : 1/5,000, 1/25,000, 1/50,000
 - 등고선 : 같은 높이의 점들을 연결한 선, 5개마다 굵게 표시
주곡선 간격은 1:5,000에서 5m, 1:25,000에서 10m, 1:50,000에서 20m *** 간곡선은 주곡선의 1/2
 - 실제거리 = 지도상의 거리 × 축척의 역수
 - 경사도(%) = 표고차(m) / 구간거리(실제거리) × 100

◇ 곡밀도 예측 ** 곡밀도 : 3쪽 참조

산림의 지형조건을 개괄적으로 나타내는 지형지수는 임지경사, 기복량, 곡밀도로 알 수 있다.

곡밀도 (v) = n / A * V : 곡밀도(본/km) * n : 대상지역 내의 전체 계곡수(본) * A : 대상총면적(km²)

◇ 직선거리 계산

- 도해법 : 전방교차법을 응용하여 도상에서 거리를 측정하는 방법
- 시준의(視準儀) 스타디아법 : 시준의 시준공과 잣눈을 이용하여 두 점간의 거리를 구하는 방법이다
- 표고차를 알고 있는 지점간의 거리측정 : 두 지점간의 잣눈의 차를 측정한 후에 산출한다

$$D = h / n \times 100 \quad * D : \text{수평거리(m)} \quad * h : \text{표고차(m)} \quad * n : \text{잣눈의 차}$$

**** 평판측량에서의 두 점간의 측정거리 = (기선길이/시준판 잣눈의 차) x 100**

◆ 컴퍼스 측량 : 컴퍼스로 방위각 또는 방위를 측정, 체인 또는 테이프로 거리를 측정하여 각 측정점의 평면상의 위치를 결정하는 측량 * 내각과 편각의 합은 180°

*** 방위각 값에 180을 더한 것이 역방위각 값(180 이하로 표시?)**

◇ 컴퍼스의 조사 점검

- 자침의 자력이 예민할 것 * 자침편차의 내용 : 일변화(일차)/주기변화(周差.영년변화)/연변화(연차)/불규칙변화
- 기포관과 연직축은 수직이 될 것 * 일차(일변화) : 오전 11시경이 표준이고, 오후 2시경이 최대이다.
- 자침축은 눈금판의 중심에 있으며 자침에 수직일 것 (일차에 의한 변화량 : 5~10°)
- 시준선(N과 S를 연결하는 방향) 평면과 기포관 평면이 직교할 것 * 우리나라의 자침편차 : 서편차 5~7°
- 시준선 평면과 눈금판의 0을 연결한 직경과는 동일 평면 내에 있을 것
- 자침 이외의 부분재료 중 자성물을 함유하지 않을 것

◇ 측량방법 : 도선법/사출법/교차법

- 도선법 : 기점에서 차례로 각 측선의 방위와 거리를 측정 (복도선법, 단도선법)
- 사출법 : 컴퍼스를 각 점이 모두 보일 수 있는 위치에 설치하여 측정
- 교차법 : 측선상의 점에서 각 측정점에 대한 방위를 측정 * 컴퍼스 측량은 정밀한 결과를 나타내지 않는다.

◆ 평판측량 : 평판을 고정하고 시준의를 사용하여 거리, 방향선, 고저 등을 측정하여 현장에서 제도할 수 있는 측량법. 시간과 노력을 경감할 수 있어 실용적(* 사용되는 기구 : 도판, 삼각, 엘리레이트, 구심기와 추, 자침기, 측량침)

◇ 평판을 세우는 법 * 평판 측량(설치)의 3요소 : 정준/치심/표정 * 정치표,평심향

- 정준(수평 맞추기) : 평판이 수평이 되어야 한다
- 치심(구심.중심 맞추기) : 평판상의 측정점과 지상의 측정점을 일치시키는 것
- 표정(방향 맞추기) : 평판을 일정한 방향에 따라 고정시켜야 한다. * 방향오차 발생원인 : 표정

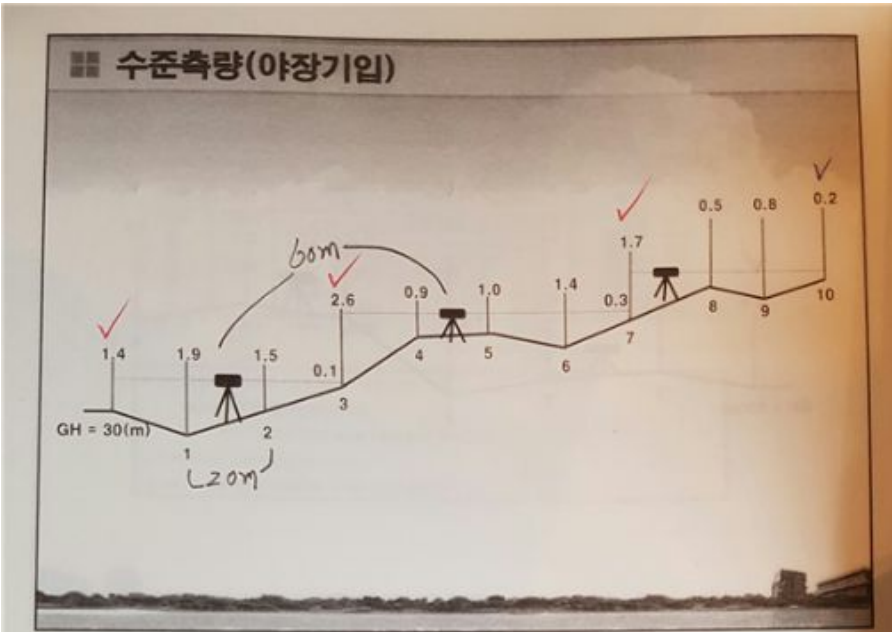
◇ 평판측량의 장단점

장 점	단 점
<ul style="list-style-type: none"> - 현지에서 직접 제도하므로 결측 또는 재측의 위험이 없다. - 측량의 과실 발견이 용이하여 즉시 수정 가능 - 측량방법이 간단하고 작업이 신속 - 측량용 기구가 간단하여 운반이 편리 	<ul style="list-style-type: none"> - 건습에 의한 도판지의 신축으로 오차가 생기기 쉽다. - 외업에 많은 시간을 요한다. - 날씨가 나쁘면 작업능률이 저하된다. - 다른 측량방법에 비해 정밀도가 낮다 - 수량산출 및 축척변경이 곤란하다.

◇ 평판측량법의 종류 **** 평판측량에서의 두 점간의 측정거리 = (기선길이/시준판 잣눈의 차) x 100**

- **방사법(사출법)** : 시준을 방해하는 장애물이 없고 좁은 지역에서 주로 사용, 한 곳에서 주위를 넓게 측정. 측량지역의 내부 또는 외부에 한 점을 정하고 주위 넓은 방향으로 측선 방위와 길이를 관측
 - 단점 : 오차검정 못함
- **교회법(교차법)** : 넓은 지역에서 세부측량이나 소축척의 세부측량에 적합
 - * 전방교차법 : 2~3개의 기지점을 이용하여 미지점의 위치를 결정하는 방법
 - * 측방교차법 : 시준이 잘되는 곳에서 도로나 하천변에 있는 여러 점의 위치를 측정할 경우
 - * 후방교차법 : 미지점에서 2개 이상의 기지점을 시준하여 미지점의 위치를 구하는 방법
- **전진법(도선법)** : 측량할 구역이 비교적 넓고 장애물이 많은 경우 적합
 - 구역이 좁거나 길고 장애물로 인하여 교차법을 사용할 수 없는 경우
 - 환경사지에서 측정점을 많이 설정할 경우에 이용

[수준(평판=레벨)측량 야장기입]



수준측량(야장기입)

측점	후시 BS	F.S 전시		기거고 IH	지반고 GH	비고
		T.P (이기점)	IP (중간점)			
✓ B.M.A	1.40			31.40	30.00	
1			1.90		29.50	
2			1.50		29.90	
✓ 3	2.60	0.10		33.90	31.30	
4			0.90		33.00	
5			1.00		32.90	
6			1.40		32.50	
✓ 7	1.70	0.30		35.30	33.60	
8			0.50		34.80	
9			0.80		34.50	
✓ 10		0.20			35.10	
계	5.70	0.60				
계산	5.70 - 0.60 = 5.10			35.10 - 30.00 = 5.10		

기계고(기고식) : (기준이 되는) 기계고 = 그 점의 지반고 + 그 점의 후시 [기지더후]

지반고(기고식) : (각 점의) 지반고 = 기준으로 되는 기계고 - 구하고자 하는 각 점의 전시 [지기마전]

* GH : 지반고(地盤高=표고.Ground Height) : 표척을 세운 지점의 높이

* IH : 기계고(機械高.Instrumental Height) : 기계를 고정시켰을 때 지표면에서 망원경 시준선까지의 높이
- 시준선 : 망원경에서 대물렌즈의 중심과 대안렌즈의 초점을 잇는 선

* FS : 전시(前視.Fore Sight) : 표고를 구하려는 점에 세운 표척의 읽음값

- IP : 중간점(Intermediate Point) : 전시만 읽는 점

- TP : 이기점(Turning Point) : 전시와 후시를 동시에 읽는 점

* BS : 후시(후시.Back Sight) : 기지점(이미 알고 있는 점)에 세운 표척의 읽음값

* BM : 수준점(Bench Mark) : 고저측량의 기준이 되는 점(수준기면으로부터의 표고를 표시한 것)

◆ 트래버스(Traverse. 다각)측량 : 측량요소인 각과 거리를 관측하여 대상 측점의 평면위치를 결정하는 기법으로, 측선이 연결되어 있어 다각형의 형태를 띠므로 다각(多角)측량으로 불린다.

◇ 트래버스의 종류

- 개방트래버스 : 측선이 기지점에서 시작, 마지막 측선은 미지점에서 종결(정밀도를 요하지 않는 경우 이용)
- 폐합트래버스 : 측선이 한 기지점에서 시작, 그 시작측점으로 되돌아와서 종결(소규모 단독측량에 이용)
 - 폐합트래버스에서 편각의 합은 측선의 수와 관계없이 360°임
- 결합(연결)트래버스 : 측선이 한 기지점에서 시작하여 다른 기지점에서 종결
 - 결합트래버스에서 관측각의 허용오차는 n개의 측선인 경우, (180° - n)임
- 트래버스망 : 여러 형태의 트래버스가 혼합되어 그물모양을 형성

◇ 수평각의 관측 : 교각법/편각법/방위각법 ** 임도 평면구조의 곡선결정 : 교각법/편각법/진출법

* 편각법에서 편각은 180°보다 작은 값으로 표현한다.(225°는 45°로 표시)

◇ 위거와 경거 : AB 측선의 남북방향 성분을 위거, 동서방향 성분을 경거라 한다.

- 위거 : 북쪽 +(플러스북한), 남쪽 -(마이너스일본) - 경거 : 동쪽 +(플러스미국), 서쪽 -(마이너스중국)
- * 횡거 : 측선의 중점에서 (남북) 자오선에 내린 수선의 길이

◆ 거리측량의 오차

◇ 오차의 3대 법칙

- 작은 크기의 오차는 큰 오차보다 발생할 확률이 높다
- 같은 크기의 정(+) 오차와 부(-) 오차의 발생 확률은 같다
- 매우 큰 오차는 거의 발생하지 않는다.

◇ 오차의 종류

- 정오차(누적오차, 누차) : 원인이 명확하여 일정한 크기와 일정한 방향에 발생하는 오차, 측량 후 조정이 가능
- 우연오차(부정오차, 傷差) : 발생 원인이 불명확하거나 원인을 안다 해도 오차가 일정하게 누적되지 않는 오차
 - 오차의 제거가 어렵고(아무리 주의해도 피할 수 없다), 계산으로 완전히 조정할 수 없는 오차로 최소제곱법으로 보정
- 과실(착오) : 측정자의 부주의에 의하여 발생하는 오차

[임도의 설계속도별 주요항목 등]

설계 속도 (km/h)	중단구조				평면구조			절토사면의 기울기
	중단기울기 (순기울기)		중단곡선(m)		안전시거 (m)	최소곡선반지름(m)		
	일반지형	특수지형	중단곡선의 반경(m)	중단곡선의 길이(m)		일반지형	특수지형	
40	7% 이하	10% 이하	450 이상	40 이상	40 이상	60	40	암석 1 : 0.3~1.2 · 경암 1 : 0.3~0.8 · 연암 1 : 0.5~1.2
30	8% 이하	12% 이하	250 이상	30 이상	30 이상	30	20	토사 1 : 0.8~1.5
20	9% 이하	14% 이하	100 이상	20 이상	20 이상	15	12	

※ 산림측량의 3가지 : 주위측량 -> 구획측량 -> 시설측량

- 주위측량 : 산림의 경계선을 명백히 하고 그 면적을 산출(가장 중요)
- (산림)구획측량 : 임반.소반의 구획선과 면적 산출
- 시설측량 : 각종 시설의 설치예정지에 대한 측량

[기타 기출문제]

0 임도개설의 폐해 : 수원의 파괴/산림토양 침식/야생동물 서식공간 단절/산림오염 증가/자연풍치 불량화

* 단위면적당 임목생장량 감소, 임지면적 감소 등은 아님

0 임도개설시 다지기의 목적 : 내압강도 향상/흡수력 감소/(교통하중 등) 지지력 증대/압밀침하 감소

0 임도 시공지의 토성이 양질 또는 사질토가 될 모암은? : 화강암

0 통일분류법에 의한 흙의 분류기호

- GW : 입도가 양호한 자갈, 모래질 자갈 -> 임도의 노반으로 가장 적당한 흙

0 CBR(%) = 노상지지력비 : 포장 두께의 설계, 노상.성토 등의 다짐도 관리에 이용

0 입도가 가장 이상적으로 배치되었을 경우의 개발지수는? : 1 (1보다 크거나 작으면 임도배치 효율이 낮아짐)

0 개발지수란? : 임도망 배치의 기하구조적 양부를 나타내는 지표. 임도배치의 효율성과 임도의 질적 기준 표현. 임도밀도를 2,500으로 나눈 값을 평균집재거리로 곱하여 구함. [(평균집재거리X임도밀도)/2,500] Matthews의 이론을 근거로 하여, 1968년에 Lonzmann에 의해 개발됨

0 강우침식의 단계(우면누구) : 우격(빗방울)침식 -> 면상(평면.층상)침식 -> **누구(우열)침식** -> 구곡침식
**** 선상침식 x / 용출침식 x**

- 0 항공사진에서 촬영고도가 높아지면 넓은 지역이 촬영되고 축척은 작아진다.(1 : 500 -> 1 : 700)
- 0 골재의 비중 : 경량골재 2.50이하 / 보통골재 2.50~2.65 / 중량골재 2.70이상
- 0 골재의 규격 - 잔골재 : **체 규격 5mm 체에서 85% 이상 통과하는 골재** / 굵은 골재 : _____ 남는 골재
- 0 금기돌 : 돌쌓기공법에 어긋나는 것으로 돌의 접촉부가 맞지 않거나 힘을 받지 못하는 불안정한 돌 (즉시 들어내야 함) - 새입불이기(조구축.鳥口築)는 불량한 돌쌓기에서 나타나는 금기돌의 한 유형 - 거울돌, 뜯돌, 포갠돌 등(괘돌은 금기돌 아님)
- 0 이기점 : 수준(레벨)측량에서 전시와 후시를 함께 읽는 점. 오차발생시 측정결과에 영향을 주는 점

0 임도별 특성비교

구 분	계곡임도	능선임도	산복(사면)임도
개발순서	1 (임지개발의 중추적 역할)		
효율성.경제성 - 이용면적 확대효과 등 -			1
경관 저하			1
접근거리 단축		1	1
임목수집비.운재비 저렴도	3	2	1

0 와이어로프 안전계수 = 절단하중/최대장력

- * 스카이라인(가공본줄) 안전계수 : 2.7이상
- * 짐올림줄.짐대담음줄 : 6.0이상 * 기타(짐당김줄.되돌림줄.버팀줄.고정줄) : 4.0이상
- * 와이어로프 선접촉방식의 평행꼬임줄 기본형 : 시일러형(S) / 필러형(Fi) / 워링턴형(W)

- 0 노동재해가 가장 많이 발생하는 요일 : 월요일
- 0 벌목에 가장 적합한 계절 : 겨울 0 박피가 필요한 경우의 벌채시기 : 여름
- 0 틸트(tilt) 도저 : 단단한 흙의 도랑파기에 많이 사용되며, tilt란 삽날의 좌우높이를 조절하는 작용
- 0 360°= 400gradian 1gradian = 0.9°= 54'(54분)
- 0 우리나라에서 높이의 기준이 되는 수평면 : 평균해수면(인천만의 평균해수면 0m)
- 0 방위각 계산문제 : 583쪽 40번 문제 참조
- 0 산악측량을 레벨측량으로 실시할 때 장애물이 있어 중간점이 많아질 경우 사용되는 야장기입법 : 기고식
- 0 **지반조사 기법 : 오거보링/관입시험/파이프 때려박기 등(케이슨공법은 기초공사 중 깊은기초 공법)**
- 0 트래버스 측량(다각측량)의 관측방법 : 교각법, 방위각법, **편각법(높은 정밀도. 트랜싯으로 점선과 현이 이루는 각을 측정하고 테이프자로 거리를 측정).**

- 0 성토재료의 특성 : 전단강도가 크고, 압축성과 흡수성은 작아야 함
- 0 식생 군락 등의 판별에 가장 중요한 것 : 색조(음영.질감.형상 등 X)
- 0 유출계수가 가장 적은 것 : 때비탈면(흙비탈면이나 아스팔트.콘크리트포장 비탈면 아님)

0 포틀랜드시멘트의 비중 : 3.10~3.15

- 0 콘크리트블록흙막이공법에서 콘크리트블록은 1m²당 300~400kg의 것 사용(중량이 무거운 것이 좋다)
- 0 일반적인 보통 콘크리트의 단위무게 : 2,200~2,300kg/m³
- 0 콘크리트 배합방법 - 대규모공사 : 중량(무게비) 배합(근래에 많이 사용) - 소규모공사 : 용적비 배합
- 0 흉고직경 40cm 이상의 수목 벌채시 : 벌근직경의 1/4이상 깊이의 수구를 만들어야 한다.
 * 벌근 : 벌채시 수목의 지표면 아래 뿌리 부분까지 제거하는 것
 * 벌근직경 : 그루터기 지름. 나무 밀지름

0 모래의 직경 : 0.075~2mm(자갈은 2~20mm)

0 등고선은 최대경사선에 직각이고 분수선에 직교한다.[경각심 많은 분교의 교장이 분교와 통합하는 것을 반대]

0 기고식 야장법에서 : **지반고 = 기계고 - 전시 // 기계고 = 지반고 + 후시 // 고저차 = 후시 - 전시**

0 크롤러식(케도형.장래형) 트랙터 === 바퀴식(차륜형) 트랙터와의 비교

- 접지압 및 주행속도가 낮다 / 가격 및 유지비가 높다 / 등판능력이 우수 -> 급경사지에서 주로 사용

0 지형의 표시방법 중 자연적 도법에 해당하는 것 : 영선법/음영법

0 흙수로/메쌓기돌수로/찰쌓기돌수로/콘크리트수로 중 조도계수가 가장 작은 것 : 콘크리트수로

* 조도계수 : 수로의 벽면이 거친 정도를 나타내는 계수(값이 작으면 수로의 저항력이 낮다.)

0 임도 시공시 현장감독관 비치서류 : 공사감독일지/반입재료검사부/자재수불부/재료시험표(작업일지는 아님)

*** 1m² = 10,000cm² *** 1a = 100m² = 1,000cm² *** 1ha = 100a = 10,000m² = 100,000,000cm²

[교각법에 의한 임도 곡선 설치 - 7쪽 관련]

교각법에 의한 곡선 설치

$IP-O = R \cdot \sec\left(\frac{\theta}{2}\right)$
 $BC-EC = 2 \cdot R \cdot \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$
 $M = R \left\{ 1 - \cos\left(\frac{\theta}{2}\right) \right\}$
 $R = TL \cdot \cot\left(\frac{\theta}{2}\right)$
 $TL = R \cdot \tan\left(\frac{\theta}{2}\right)$
 $ES = R \cdot \left\{ \sec\left(\frac{\theta}{2}\right) - 1 \right\}$

R : 곡선반지름(m) TL : 접선길이(m) CL : 곡선길이, 가시거리(m) θ : 교각($^{\circ}$)
 M : 중심선에서 직각방향 곡선부 안쪽 장애물에 이르는 최단거리(중심선에서 안쪽으로 총따기해야 할 거리)

$CL = 0.01745 \cdot R \cdot \theta = \frac{2\pi \cdot R \cdot \theta}{360^{\circ}}$

[임도 곡선의 유형 - 6쪽 관련]

단곡선 복합곡선 반대곡선 배향곡선 완화곡선

* S 커브 ↑ * 헤어핀 커브 ↑