

학습 목표

지표의 기복과 모양 및 지표상에 존재하는 인공지물과 자연지물을 합하여 지형지물이라 부르며 이들을 일정한 축척과 도식으로 그린 것을 지형도 (topographic map)이라 부른다. 지형측량은 지형도 제작을 위하여 지형의 기복과 인공 및 자연지물의 위치를 결정하는 측량을 말한다.

지형도는 지구표면의 극히 작은 일부분을 단순히 기하학적으로 나타낸 것이다. 지형도에 표시된 자연지형지물은 주로 지형의 기복현상, 하천, 식물들이고 인공지형지물은 사람들에 의해서 만들어진 도로, 철도, 건물, 교량, 운하, 경계선 등이다.

지형도에는 평면 지형지물은 물론 표고까지 상세히 표시되기 때문에 공학적인 측면뿐만 아니라 많은 분야에서 폭넓게 사용되고 있다. 도로, 철도, 운하, 송전선, 상하수관 등의 건설을 위한 효율적인 노선 선정작업, 호수, 광산, 석유, 수자원의 확보계획, 산림개발 또는 산불 진화작업 진입로 등의 개발, 대단위 주택 및 산업단지의 계획, 설계, 여행, 관광, 각종 조사활동 등 그 활용도와 범위는 이루 말할 수 없을 정도로 매우 넓다. 이 장에서는 지형도를 보는 방법과 다양한 분야에 활용하기 위해 지형도에서 정보를 얻는 방법에 대해 학습하게 된다



학습목표

학습내용

목차보기

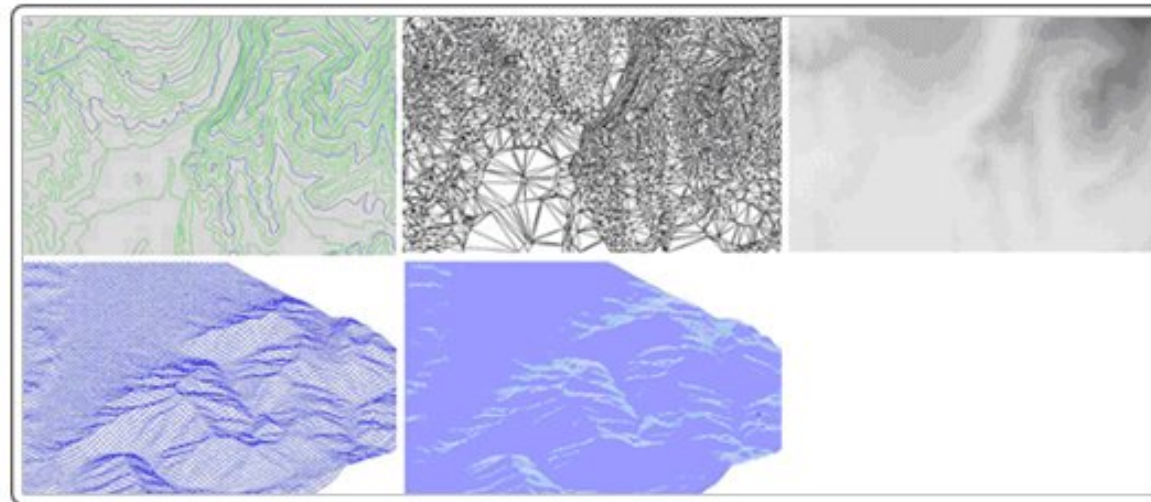
질문하기



10-1 등고선 개요

지형의 표시법

- 음영법(陰影法; shading)
: 어느 특정한 곳에서 평행광선을 비칠 때 생기는 그림자를 바로 위에서 본 상태로 기록의 모양을 표시
- 우모선법(羽毛線法; hachure)
: 짧고 평행한 우모선을 이용하는 방법으로 선의 간격, 굵기, 길이, 방향 등에 의하여 지형의 기록을 표시
- 채색법(彩色法; color)
: 등고선의 사이를 같은 색으로 칠하여 표고를 구분하며 지형이 높아질수록 더 진한 색으로 표시
- 등고선법(等高線法; contour lines)
: 지형을 정량적으로 표현할 때 가장 대표적인 방법
- 기타: 수치표고모델(DEM), 3차원 입체 모형(3-dimensional perspective model)



[10-1] 지형의 표시법



학습목표

학습내용

- 10-1 등고선 개요 →
- 10-2 등고선 측정법
- 10-3 등고선 기입법
- 10-4 수치지형모델과 등고선의 자동화
- 10-5 지형도의 활용

목차보기

질문하기

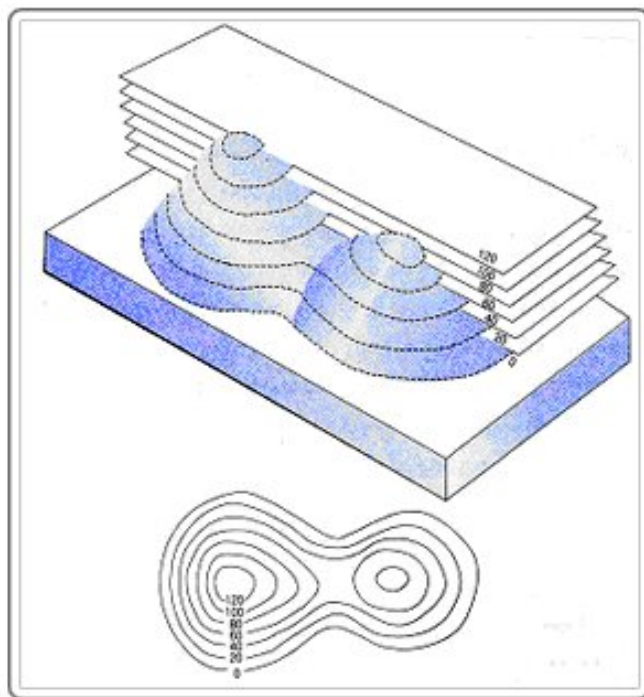
10-1 등고선 개요

등고선의 원리

: 토지를 같은 간격의 수평면으로 절단하였을 때 절단된 선이 투영면상에 정사 투영된 곡선

→ 같은 표고를 가지고 있는 점들을 연결한 곡선

→ 등고선 간격 : 두 등고선 사이의 연직거리, 또는 표고차



[10-2] 등고선의 원리

학습목표

학습내용

10-1 등고선 개요 →

10-2 등고선 측정법

10-3 등고선 기입법

10-4 수치지형모델과 등고선의 자동화

10-5 지형도의 활용

목차보기

질문하기

10-1 등고선 개요

① 등고선의 구분

- 주곡선(主曲線) : 등고선의 주가 되는 선으로 인천만의 평균해면을 기준으로 일정한 높이의 간격으로 그림
- 계곡선(計曲線) : 주곡선의 수를 파악하기 위해 주곡선의 다섯 줄마다 읽기 쉽게 굵은 선으로 그림
- 간곡선(間曲線) : 완만한 경사의 지형에서 주곡선만으로 지형의 세부 형태를 표현할 수 없는 경우 두 주곡선 사이에 파선으로 표시
- 조곡선(助曲線) : 지형이 더욱 완만하여 주곡선과 간곡선 간의 세부형태 파악이 어려울 때 그 사이에 표시

② 주곡선의 등고선 간격 결정 요인

- 측량의 목적 및 지역의 넓이
- 외업 및 내업에 필요한 시간
- 지형의 상태
- 도면의 축척
- 필요한 정밀도

[표 1] 등고선의 종류

표시법	종류	1/50,000	1/25,000	1/10,000	1/5,000	1/1,000	1/500
4 호 실선	계곡선	100m	50m	25m			
2 호 실선	주곡선	20m	10m	5m	2.5m	0.5~1.0m	0.25~0.5m
2 호 파선	간곡선	10m	5m	2.5m	1.25m	0.25~0.5m	0.13~0.25m
2 호 점선	보조곡선	주곡선 간격의 1/4 이하					

2 호선 : 0,075mm, 4호선 : 0,2mm 국토지리정보원 지형도 도식규정



학습목표

학습내용

10-1 등고선개요 →

10-2 등고선 측정법

10-3 등고선 기입법

10-4 수치지형모델과 등고선의 자동화

10-5 지형도의 활용

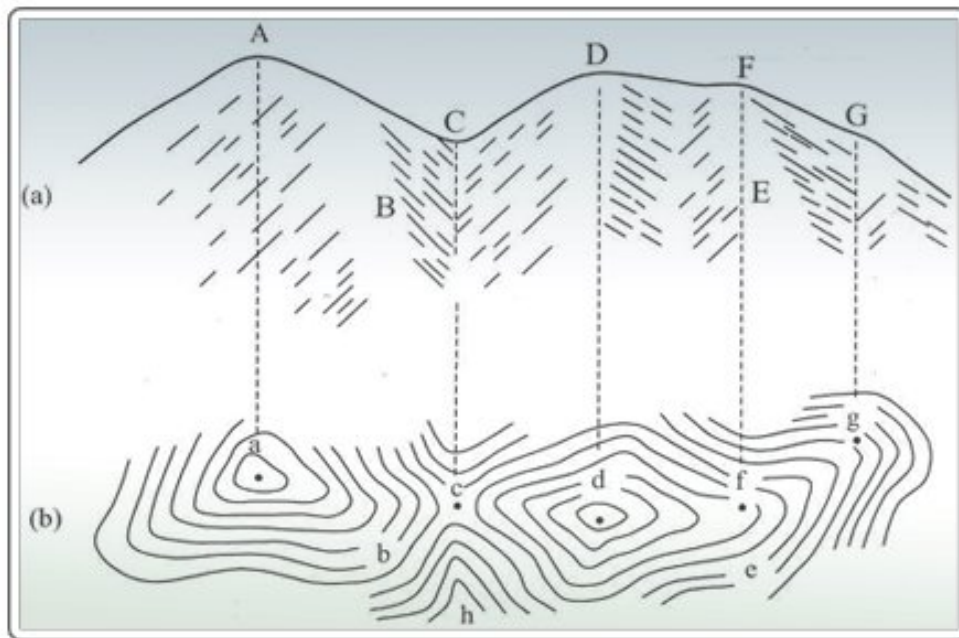
목차보기

질문하기

10-1 등고선 개요

등고선의 성질

- 동일 등고선 상에 있는 모든 점의 높이는 같음
- 도면 안 또는 밖에서 반드시 폐합하며 도중에 손실되지 않음, 도면 내에서 폐합하는 경우는 불록지형 (산봉우리) 또는 오목지형
- 낭떠러지 또는 동굴을 제외하고는 높이가 다른 등고선은 교차하거나 합쳐지지 않음
- 경사가 급한 곳에서는 간격이 좁고 경사가 완만한 곳에서는 넓음
- 경사가 같은 곳에서는 간격이 같고, 경사가 같은 평면인 지표에서는 같은 간격의 평행선
- 등고선간 최단 거리의 방향은 그 지표면의 최대 경사의 방향을 가리키며, 등고선의 수직한 방향
- 한 쌍의 등고선의 불록지형이 서로 마주 서 있고 다른 한 쌍의 등고선이 바깥쪽으로 향하여 내려갈 때 그곳은 고개



[10-3] 등고선의 성질

학습목표

학습내용

10-1 등고선 개요 →

10-2 등고선 측정법

10-3 등고선 기입법

10-4 수치지형모델과 등고선의 자동화

10-5 지형도의 활용

목차보기

질문하기

10-2 등고선 측정법

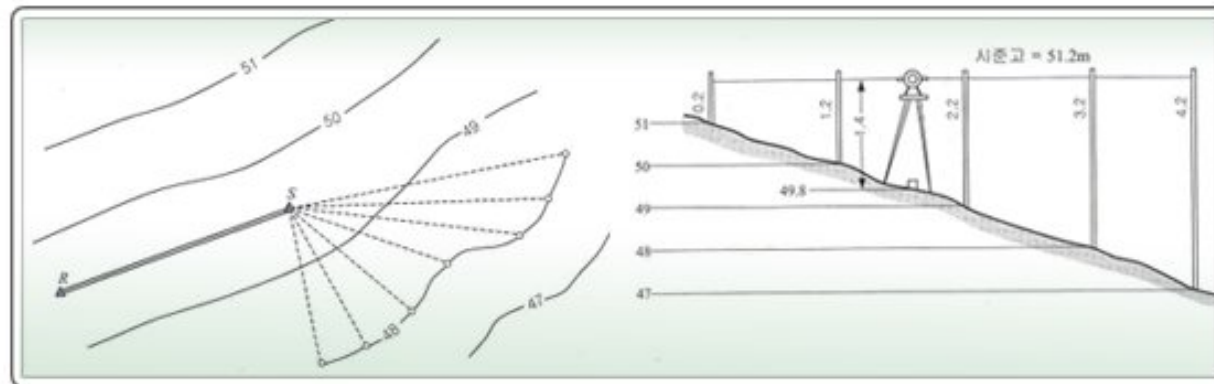
등고선의 측정방법에는 직접 측정법과 간접 측정법이 있음 . 최근에는 모든 표고자료들을 컴퓨터에 입력하여 등고선을 자동으로 그리는 방법도 사용됨

직접 측정법

: 수준측량의 원리에 따라 일정한 높이에 있는 점들의 위치를 측정하고 이들을 연결하여 등고선을 얻는 방법

① 수준척 또는 표척과 디오달라이트를 사용하는 방법

- 디오달라이트를 측점 S에 설치 후 시준선을 수평으로 R 시준 -수평각 입력
- S 의 표고와 기계고를 더하여 시준선의 표고 결정 ($49.8m+1.4m=51.2m$)
- 표척의 눈금이 1.2m가 되는 곳에 표척을 세움 (표고 50m되는 측점)
- 측점 (표고 50m 되는 지점)까지의 거리는 디오달라이트의 스타디 선에 의하여 계산하고 방향은 수평각을 읽어 결정
- 같은 방법으로 표고 50m되는 또 다른 점을 결정
- 이 점들을 연결하면 50m의 등고선이 취득



[10-4] 등고선의 직접 측정법 1



학습목표

학습내용

10-1 등고선 개요

10-2 등고선 측정법 →

10-3 등고선 기입법

10-4 수치지형모델과 등고선의 자동화

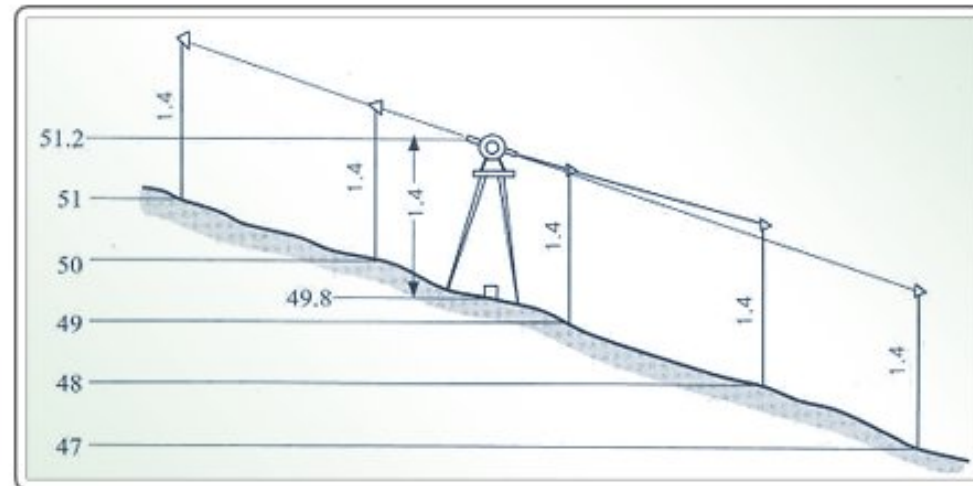
10-5 지형도의 활용

목차보기

질문하기

10-2 등고선 측정법

- ② 토탈스테이션을 사용하는 방법 : 수준표척의 높이 한계를 극복하여 경사가 심한 곳에서도 사용가능
- 토탈스테이션을 측정 S에 설치하고 측정 R을 시준 - 방위각 입력
- EDMdml 반사프리즘을 수평 시준선의 높이 (이 경우 1.4m)에 설치
- 측정 전 측정 S의 표고 (49.8m)를 미리 입력
- 기계를 "추적모드"로 하고 표고에 대한 값이 50m가 될 때까지 반사프리즘 이동
- 표고 50m의 점에 대한 수평각 (또는 방위각), 수평거리, 높이 등을 저장
- 모든 측정들에 대하여 반복하여 등고선을 그림



[10-5] 등고선의 직접 측정법 2

학습목표

학습내용

10-1 등고선 개요

10-2 등고선 측정법 →

10-3 등고선 기입법

10-4 수치지형모델과 등고선의 자동화

10-5 지형도의 활용

목차보기

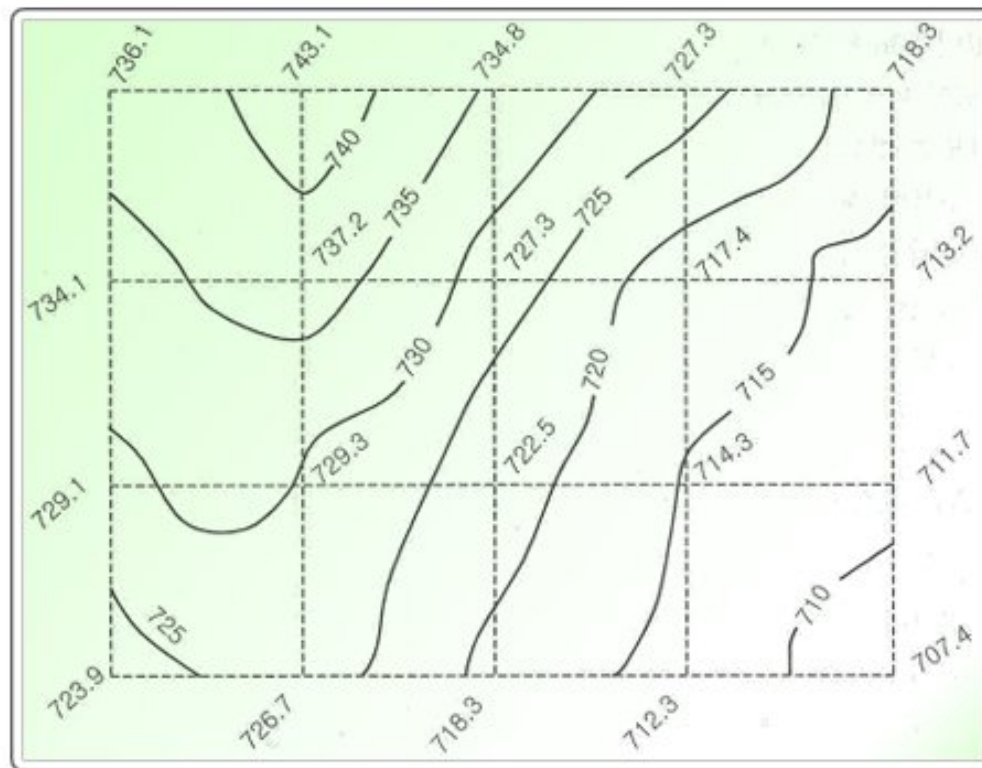
질문하기

10-2 등고선 측정법

간접 측정법

① 방안법 (方眼法)

- 트랜싯과 EDM을 사용하여 측량구역을 정사각형 또는 직사각형 등의 규칙적인 형상으로 분할하여 교점을 측정
- 인접한 두 점간의 비례계산에 의하여 등고선 삽입
- 비교적 평탄한 지역, 수평 도는 일정한 경사로 정지 공사를 하고자 할 때, 정밀한 등고선이 필요할 때 사용



[10-6] 방안법

학습목표

학습내용

10-1 등고선 개요

10-2 등고선 측정법 →

10-3 등고선 기입법

10-4 수치지형모델과 등고선의 자동화

10-5 지형도의 활용

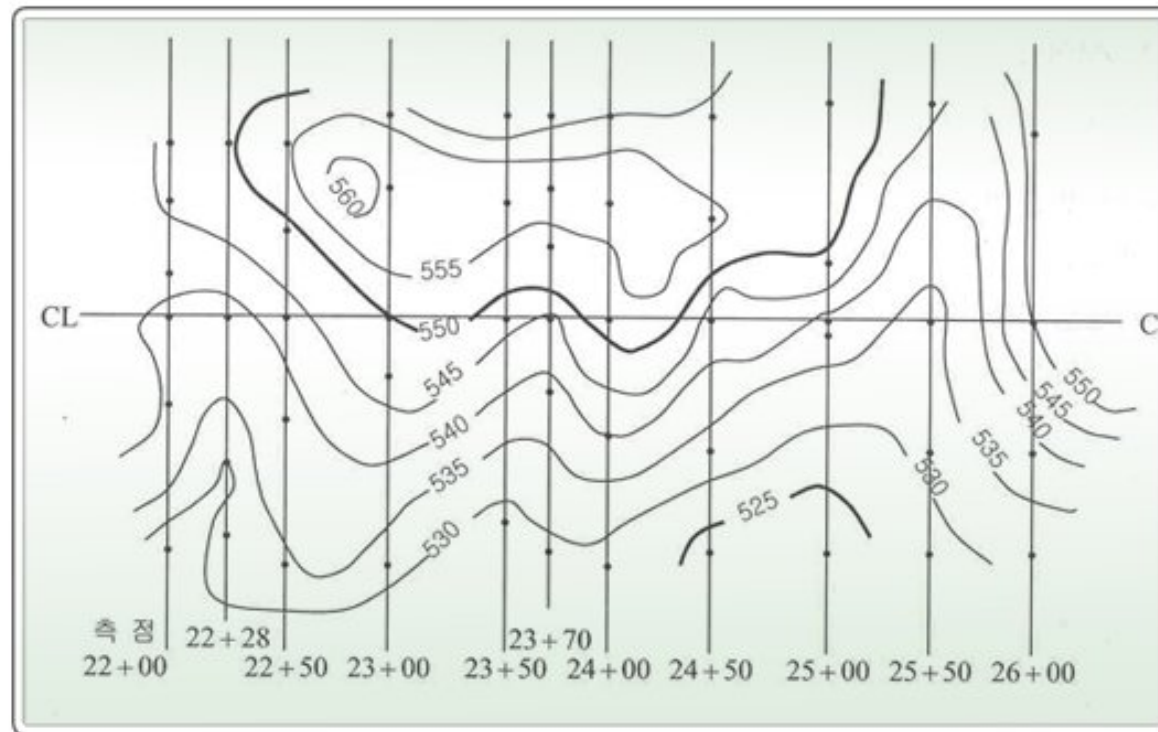
목차보기

질문하기

10-2 등고선 측정법

② 종, 횡단 측량에 의한 방법

- 일정한 중심선상의 각 점의 높이를 측정하고 동시에 중심선 양쪽의 지반경사가 변화하는 지점의 고저를 측정
- 이 측정결과를 이용하여 등고선 기입
- 철도, 도로, 수로 등의 노선측량에 주로 사용



[10-7] 종 횡단 측량법

학습목표

학습내용

10-1 등고선 개요

10-2 등고선 측정법 →

10-3 등고선 기입법

10-4 수치지형모델과 등고선의 자동화

10-5 지형도의 활용

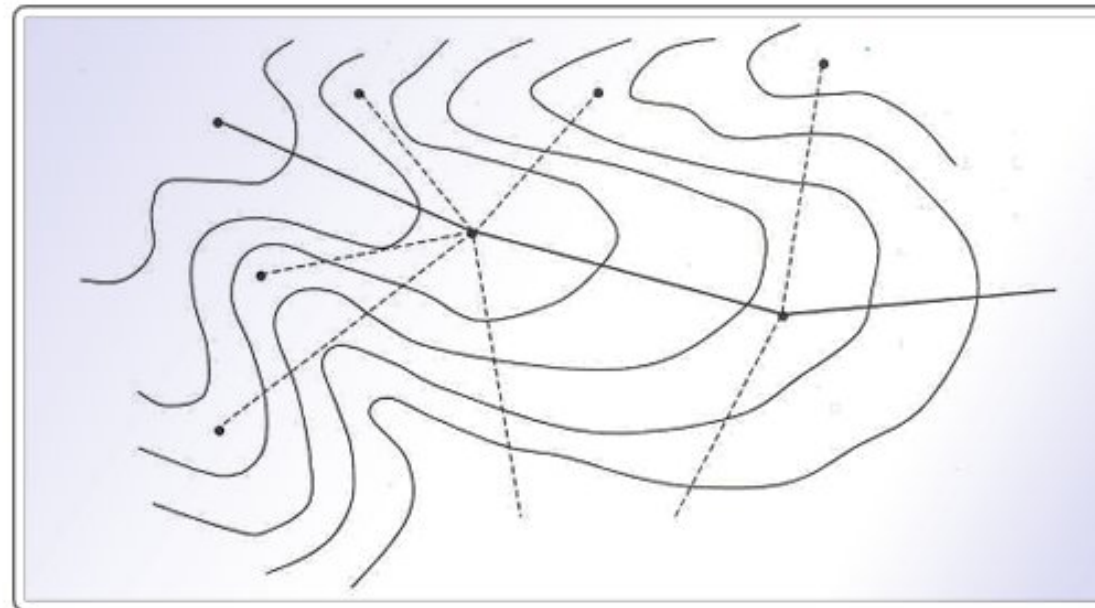
목차보기

질문하기

10-2 등고선 측정법

③ 트래버스 측량과 방사선법에 의한 방법

- 계곡선 또는 분수선상에서 경사 및 방향이 변화하는 점, 산정고개, 분수선의 교점, 곡선의 교점 등의 위치와 높이를 정함
- 그 점 사이에 비례법으로 등고선을 기입
- 지형도 제작을 위한 등고선은 트래버스법에 의한 경우가 많음
- 지모(地貌)의 변화가 심한 경우에도 정밀한 결과 획득 가능
- 트랜싯만 사용할 경우 각 측점에 대한 거리, 방향, 높이를 야장에 기록하고 내업을 통해 등고선을 그림
- 평판과 트랜싯을 병용할 경우 등고선의 직접 측정법과 같은 방법 사용



[10-8] 트래버스법



학습목표

학습내용

10-1 등고선 개요

10-2 등고선 측정법 →

10-3 등고선 기입법

10-4 수치지형모델과 등고선의 자동화

10-5 지형도의 활용

목차보기

질문하기

10-3 등고선 기입법

등고선 기입법

- 등고선을 그릴 때는 먼저 주요 점의 수평위치와 높이를 표시하고 인접된 점들을 이용하여 보간계산법으로 필요한 등고선의 위치를 결정함
- 보편적인 방법으로 보간계산법과 삼각자와 축척을 이용하는 방법이 있음

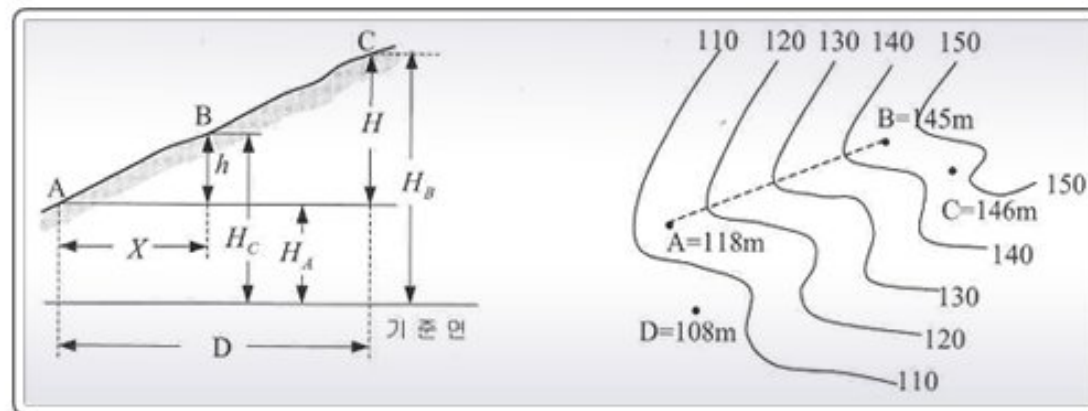
보간계산에 의한 방법

- ① AB는 지표면, HA 및 HB를 A, B 두점의 표고, D를 AB간의 수평거리
- ② A, B간의 지표의 경사가 균일하다고 할 때 두점 사이에 있는 표고가 HC인 C점을 구하려면 다음과 같다.

$$\frac{X}{H_c - H_A} = \frac{D}{H_B - H_A} \quad \therefore X = \frac{H_c - H_A}{H_B - H_A} \cdot D = \frac{h}{H} \cdot D$$

- ③ 예를 들어 A(118m), B(145m)점의 표고와 수평거리(250m)로 AB선 상의 표고 120m, 130m, 140m 되는 점을 구하고자 할 때, A점에서 이들 등고선까지의 거리를 각각 X1, X2, X3라 하면 다음과 같다.

$$X_1 = \frac{250}{27} \times 2 = 19m, \quad X_2 = \frac{250}{27} \times 12 = 111m, \quad X_3 = \frac{250}{27} \times 22 = 204m$$



[10-9] 보간 계산법



학습목표

학습내용

10-1 등고선 개요

10-2 등고선 측정법

10-3 등고선 기입법 →

10-4 수치지형모델과 등고선의 자동화

10-5 지형도의 활용

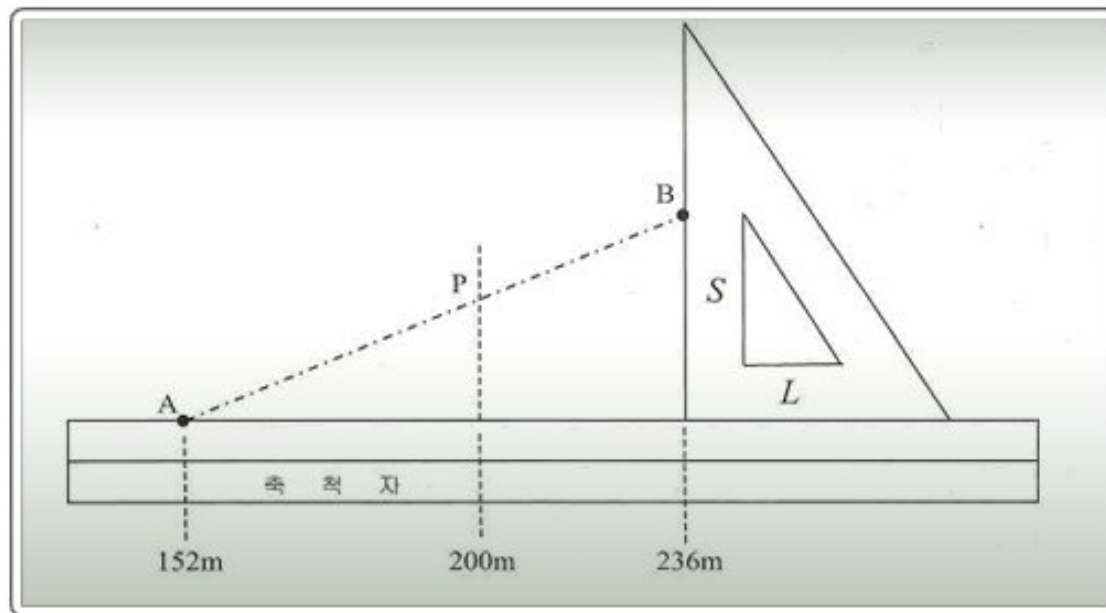
목차보기

질문하기

10-3 등고선 기입법

삼각자와 축척을 이용하는 방법

- ① 삼각자와 축척자(scale)를 이용하여 간단히 등고선을 기입하는 방법
- ② 그림과 같이 A점의 표고를 415.2m, B점의 표고를 423.6m, A와 B 사이에 420m의 등고선을 놓고자 할 때,
- ③ 축척자에서 152되는 곳과 236되는 곳을 표시(표고에서 100단위 생략)
- ④ 축척자의 152되는 곳을 A점에 고정, 삼각자의 한 쪽 단면(L)을 축척자에 밀착, 삼각자의 또 다른 단면(S)을 축척자의 236 지점과 일치
- ⑤ A점을 중심으로 축척자와 삼각자를 동시에 움직여 삼각자의 단면 S가 B를 통과하도록 함
- ⑥ 삼각자의 단면 S를 축척자의 200m 지점으로 옮기고 선을 그으면 직선AB와의 교점 P를 얻게 됨
- ⑦ 이 점이 200m의 등고선이 통과하는 곳



[10-10] 삼각자와 축척자를 이용한 방법



학습목표

학습내용

10-1 등고선 개요

10-2 등고선 측정법

10-3 등고선 기입법 →

10-4 수치지형모델과 등고선의 자동화

10-5 지형도의 활용

목차보기

질문하기

10-4 수치지형모델과 등고선의 자동화

| 수치지형모델 (DTM, Digital Terrain Model)

- ① 3차원 좌표가 주어진 일련의 점들의 집합으로 지형을 표시하는 방법
- ② 수치표고모델(DEM; Digital Elevation Model)이라고도 함
- ③ 최근 컴퓨터의 발전과 더불어 수치지도 제작 및 등고선의 자동화 기술에 활용

| 정규격자형 (定規格子形 ; regular grid)

- ① 작업 지역을 일정한 간격(정사각형 또는 직사각형)으로 구분하고 각 격자점의 표고를 측정
- ② 격자점의 표고로부터 등고선의 위치를 결정하는 방법은 비례 계산법을 사용
- ③ 거의 대부분이 컴퓨터에 의하여 계산, 자동으로 그려짐
- ④ 장점: 계산이 간편하고 신속하게 등고선을 그릴 수 있음
- ⑤ 단점: 인접된 격자점 사이에 급격한 경사지나 불룩지형 또는 오목지형이 있을 경우 이를 표시할 수 없음

| 불규칙격자형 (不規則格子形 ; irregular grid)

- ① 불규칙삼각망(不規則三角網), 즉 TIN(Triangulated Irregular Network) 사용
- ② 불규칙삼각망은 모든 DEM 점들을 서로 연결하여 형성한 삼각형들의 집합체
- ③ TIN을 구성하는 가장 보편적 방법은 최적 이등변삼각망(最適二等邊三角網; most equilateral network)
- ④ 급격한 경사에 의한 지형의 변화, 불룩지형, 오목지형과 같은 특이지형에 대한 정보를 함께 고려하여 등고선을 그림
- ⑤ 두가지의 기본가설에 의해 등고선 측정
 - 삼각형의 모든 변은 경사가 일정
 - 삼각형의 표면은 평면
- ⑥ 불연속선(불연속선; break lines)을 통해 좀더 정밀한 등고선을 그림
 - 불연속선은 일정한 경사를 가진 선형요소, 하천, 호수 가장자리선, 도로, 철도, 개천, 능선 등



학습목표

학습내용

10-1 등고선 개요

10-2 등고선 측정법

10-3 등고선 기입법

10-4 수치지형모델과 등고선의 자동화 →

10-5 지형도의 활용

목차보기

질문하기

10-4 수치지형모델과 등고선의 자동화



학습목표

학습내용

- 10-1 등고선 개요
- 10-2 등고선 측정법
- 10-3 등고선 기입법
- 10-4 수치지형모델과 등고선의 자동화
- 10-5 지형도의 활용

목차보기

질문하기

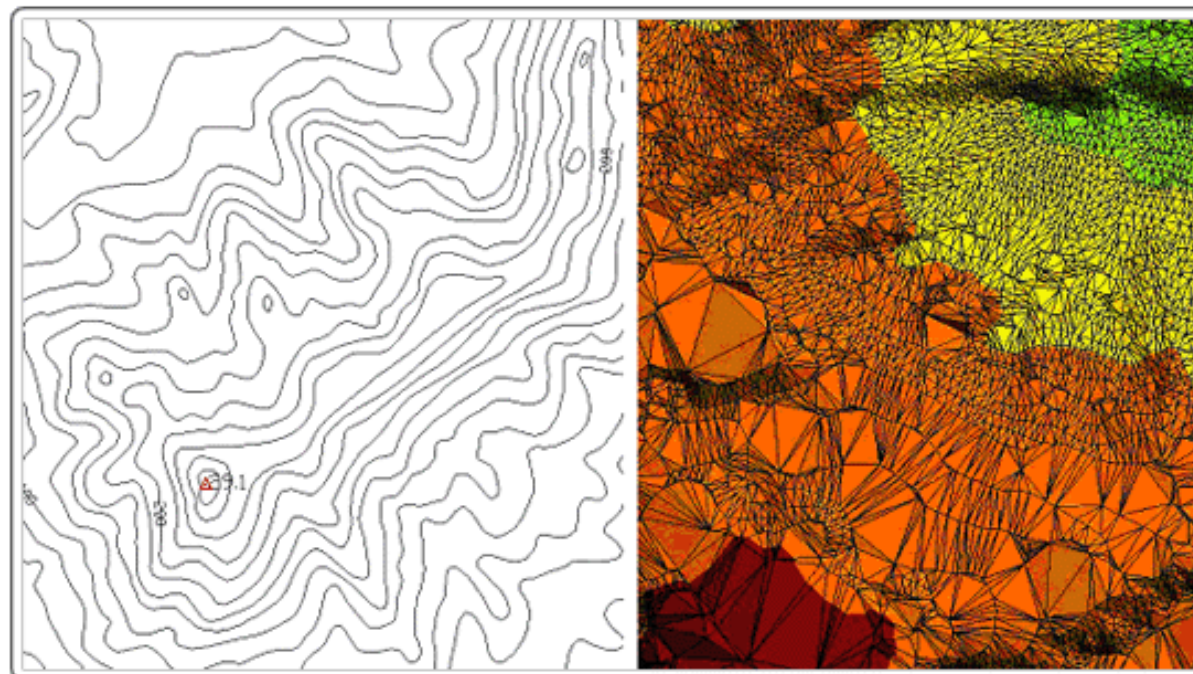


그림 10-11 불규칙 삼각망과 등고선

10-5 지형도의 활용

| 지형도의 활용

- ① 지형도에는 평면지형지물은 물론 표고까지 상세히 표시되기 때문에 공학적인 측면뿐만 아니라 많은 분야에서 폭넓게 사용
- ② 도로, 철도, 운하, 송전선, 상·하수관 등의 건설을 위한 효율적인 노선선정작업
- ③ 호수, 광산, 속유, 수자원의 확보계획, 산림개발 또는 산불진화작업 및 진입로 개발
- ④ 대단위 주택 및 산업단지의 계획, 설계, 여행, 관광, 각종 조사활동 등
- ⑤ 그 활용도와 범위는 이루 말할 수 없을 정도로 매우 넓음

| 종·횡단면도의 작성

- ① 등고선을 이용하여 단면도(斷面圖)를 그리는 경우
- ② 그림과 같이 AB선과 등고선과의 교점의 평면위치를 단면도의 기준선 CD상에 적당한 축척으로 정함
(7+00, 8+00, ~ 12+00)
- ③ 등고선과 AB선과의 각 교점의 표고를 찾아 이것을 CD상에서 취한 대응점에서 CD에 수직한 방향으로 적당한 축척에 의하여 점을 결정
- ④ 이들 점을 순차로 연결하면 단면도
- ⑤ 실선으로 그린 등고선은 정지공사(整地工事) 전의 원래의 지반
- ⑥ 점선으로 그린 등고선은 공사 후의 지형
- ⑦ AB에 평행하게 여러 개의 단면을 그려 절토량과 성토량을 구함



학습목표

학습내용

10-1 등고선개요

10-2 등고선 측정법

10-3 등고선 기입법

10-4 수치지형도 및 등고선의 자동화

10-5 지형도의 활용 →

목차보기

질문하기

10-5 지형도의 활용



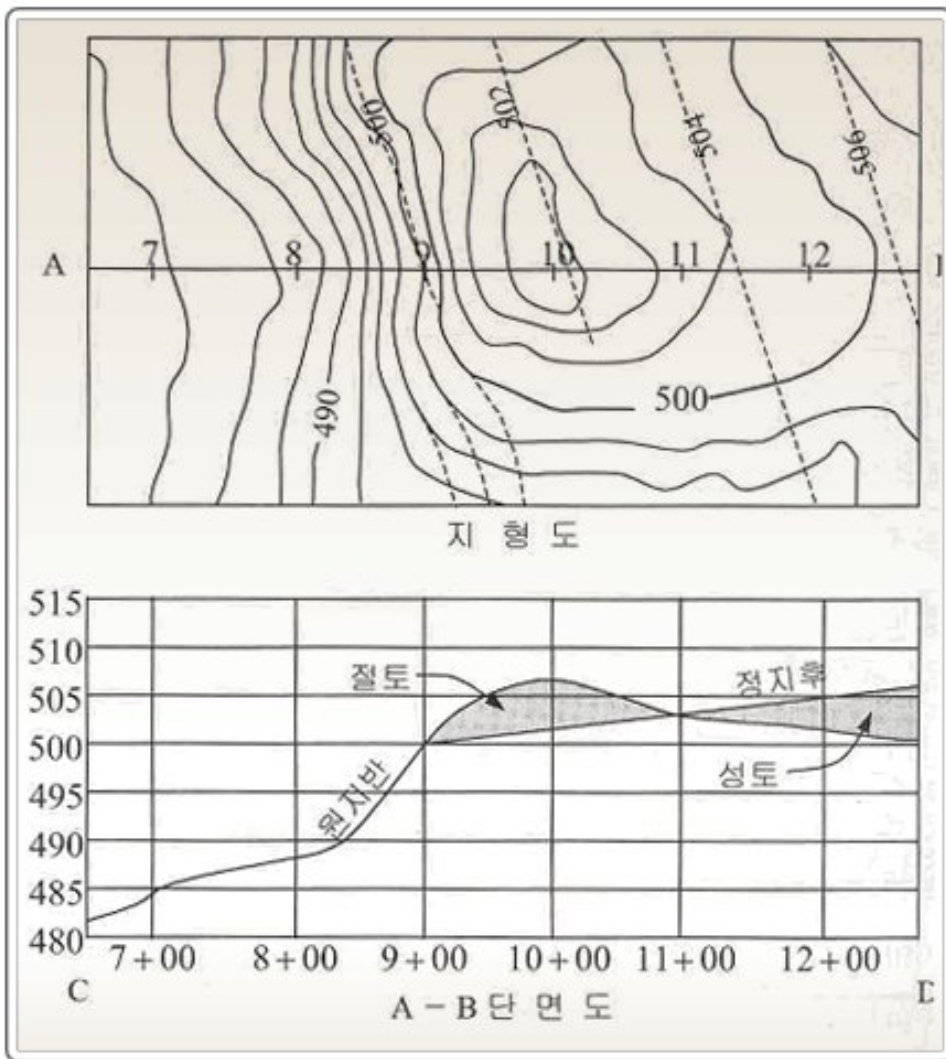
학습목표

학습내용

- 10-1 등고선 개요
- 10-2 등고선 측정법
- 10-3 등고선 기입법
- 10-4 수치지형모델과 등고선의 자동화
- 10-5 지형도의 활용 →

목차보기

질문하기



[10-12] 종 횡단면도의 작성

10-5 지형도의 활용

| 정지공사에 따른 토공량 계산

▶ 정지공사 때 생기는 절토량과 성토량을 지형도를 이용하여 계산하는 방법

① 단면도를 이용하는 방법

- 앞의 것과 같은 방법으로 단면도를 작성
- 양 단면의 면적의 평균 값에 두 단면간의 거리를 곱
- 두 단면간의 토공량을 계산



학습목표

학습내용

10-1 등고선 개요

10-2 등고선 측정법

10-3 등고선 기입법

10-4 수치지형모델과 등고선의 자동화

10-5 지형도의 활용 →

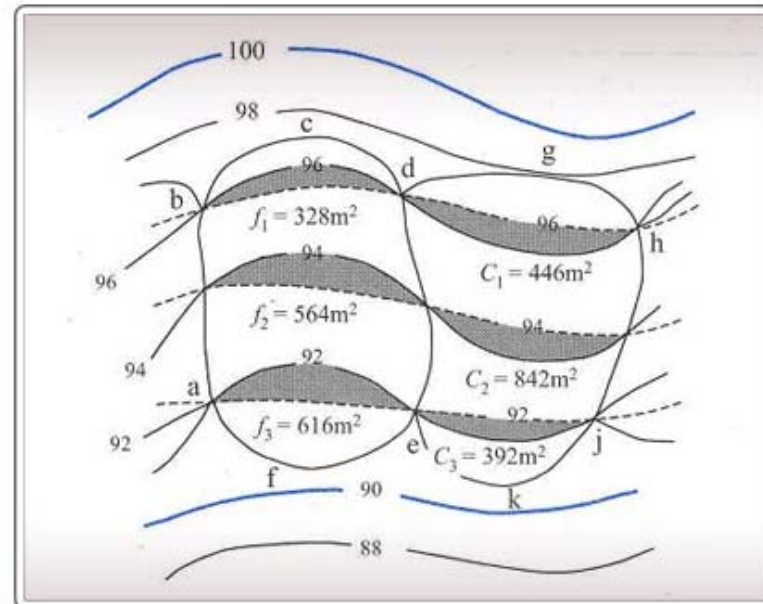
목차보기

질문하기

10-5 지형도의 활용

㉔ 지형도를 그대로 이용하는 방법

- 정지할 지역이 다소 불규칙할 경우 사용
- 그림에서와 같이 지형도에는 원래 지반의 등고선과 정지 후의 등고선을 그림
- 실선은 원래 지반의 등고선, 점선은 정지공사 후의 지반의 등고선
- 굵은 실선은 절토도 없고 성토도 없는 점을 연결한 것
- 실선으로 그린 등고선과 이것과 같은 높이를 가지는 점선의 등고선과의 교점을 연결한 선
- abcdefa는 성토하여야 할 구역, dekjhg는 절토하여야 할 구역
- 음영부분은 성토 또는 절토한 부분을 해당 등고선과 같은 표고를 가지는 수평면으로 자른 단면
- 그러므로 사선을 그린 수평면을 밑면과 윗면으로 하고 등고선 간격을 높이로 하는 주상체(柱狀體)로 보고 계산
- 상단과 하단부의 토량은 추체(錐體)로 보고 계산



[10-13] 지형도에 의한 토공량 계산



학습목표

학습내용

- 10-1 등고선 개요
- 10-2 등고선 측정법
- 10-3 등고선 기입법
- 10-4 수치지형모형과 등고선의 자동화
- 10-5 지형도의 활용 →

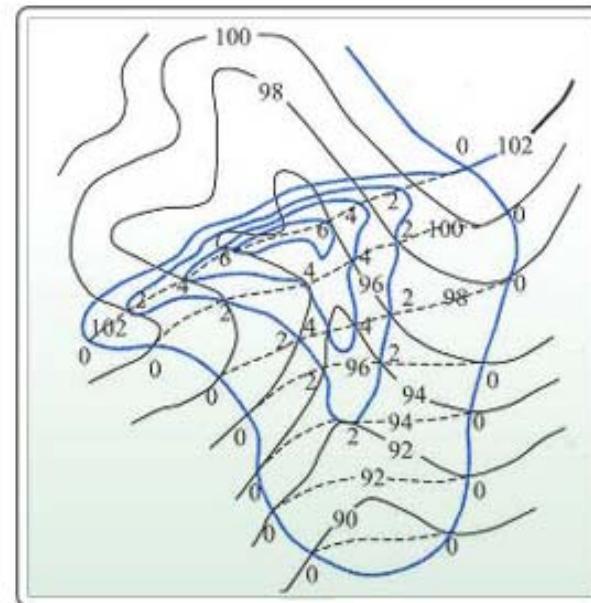
목차보기

질문하기

10-5 지형도의 활용

③ 최심선(最深線)에 의한 방법

- 매우 불규칙한 기복이 있는 지면의 성토 또는 절토량을 구할 경우
- 그림은 성토하여 정지하려고 하는 지역의 지형도
- 굵은 실선은 원래 지반의 등고선, 점선은 정지 후의 등고선
- 점선과 굵은 실선의 교차하는 점을 구하면 그 점에서 성토하여야 할 깊이를 구할 수 있음
- 가는 실선은 성토 깊이가 같은 점을 연결한 선
- 등성토선(等星土線): 0m의 가는 실선 등고선은 성토하여야 할 구의 한계선, 2m의 가는 실선()은 성토하여야 할 범위를 그린 것
- 점선의 102m 등고선과 0m 등성토선 사이는 성토의 경사면이며 등경사
- 0m 등성토선 내부의 면적과 2m 등성토선 내부의 면적의 평균 값에 2m를 곱하면 두 성토선 간의 성토량이 됨
- 같은 방법으로 전체의 성토량을 구함



[10-14] 최심선에 의한 방법



학습목표

학습내용

- 10-1 등고선 개요
- 10-2 등고선 측정법
- 10-3 등고선 기입법
- 10-4 수치지형모델과 등고선의 자동화
- 10-5 지형도의 활용 →

목차보기

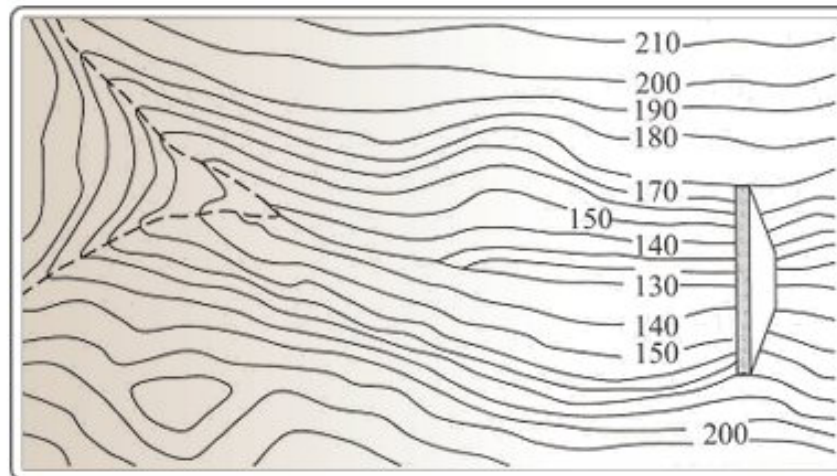
질문하기

10-5 지형도의 활용

④ 저수지의 담수면적과 저수량의 계산

→ 제방의 최고수위가 표고 165m이면 165m 등고선과 제방에 의하여 포위된 지역이 담수지역 (淡水地域)

→ 저수량은 각 등고선과 제방에 의하여 포위된 내부의 면적을 구하고 서로 인접한 두 면의 평균면적에 등고선 간격을 곱한 것의 총합



[10-15] 담수면적 , 저수량 계산



학습목표

학습내용

10-1 등고선 개요

10-2 등고선 측정법

10-3 등고선 기입법

10-4 수치지형모델과 등고선의 자동화

10-5 지형도의 활용 →

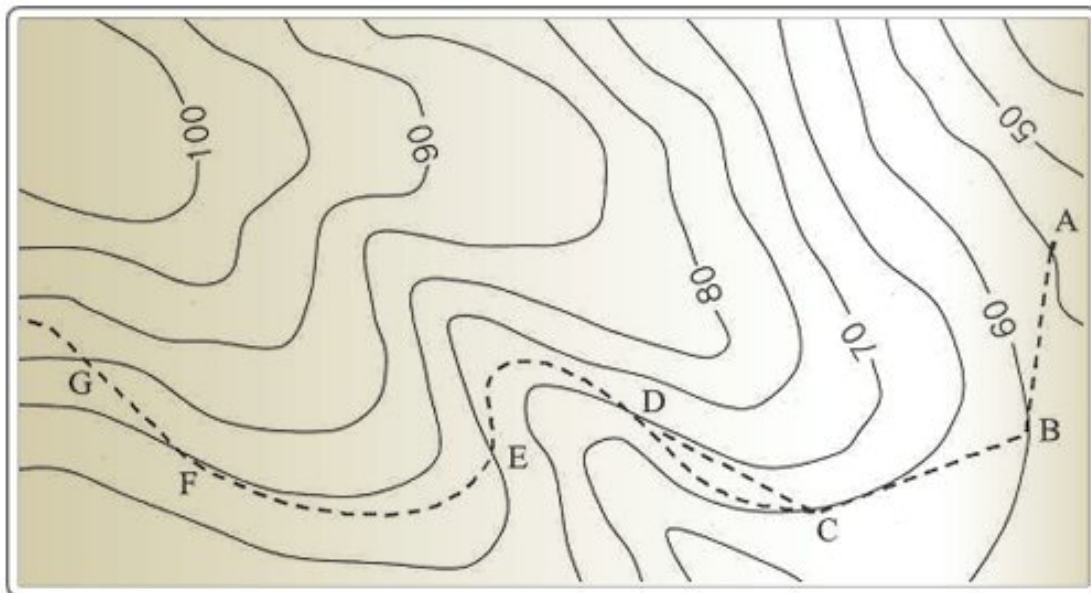
목차보기

질문하기

10-5 지형도의 활용

㉔ 노선의 도상선정

- 도상선상(도상선상) 기존의 지형도상에서 제한 구배와 곡률반경을 구함
- 철도, 도로, 수로 등의 신설계획시 몇 개의 후보지를 비교 검토할 경우 이용
- <그림 11,17>에서 55m 등고선 상의 한 점 A에서 왼쪽으로 2.5% 상향 구배를 가지는 노선을 구하려 면
- A점을 중심으로 등고선 간격이 5m에 대한 수평거리 $5 \times 10 / 2.5 = 200\text{m}$ 를 반경으로 하는 원을 그림
- 이 원과 60m 등고선과의 교점 B를 구한 후 B를 중심으로 같은 반경의 원과 65m 등고선과의 교점 C를 구함
- 같은 요령으로 D, E, F, G를 구하여 이 점들을 연결하면 정밀한 노선 가능
- DE부분과 같이 노선이 곡선일 때는 DE곡선의 길이가 200m가 되도록 E점을 구함



[10-16] 노선의 선정



학습목표

학습내용

10-1 등고선 개요

10-2 등고선 측정법

10-3 등고선 기입법

10-4 수치지형모델과 등고선의 자동화

10-5 지형도의 활용 →

목차보기

질문하기