

.....• 학습 목표

측량에서 거리라 함은 두 점간의 최단거리를 말하며, 평면 측량의 범위 안에서는 수평거리를 의미한다. 그러나 실제적인 측량 작업에서 얻어지는 거리는 대부분 경사 거리이며 이러한 경사거리는 지도를 그리거나 면적을 계산할 때 수평 거리로 환산하여 사용해야 한다. 특히 측지 측량의 경우에는 평균 해면 위로 환산되어지기도 한다. 거리를 측정한다는 것은 각의 측정과 더불어 측량에서 가장 기본적인 사항 중의 하나이며 거리를 측정하는 방법에는 여러 가지가 있으나 직접 거리 측정과 간접 거리 측정으로 나누어 볼 수 있다. 거리 측량은 그 목적, 필요한 정밀도, 경비, 지형의 조건에 따라 적당한 방법과 기구를 선택하여야 한다



▶ 학습목표

▶ 학습내용

▶ 목차보기

▶ 질문하기



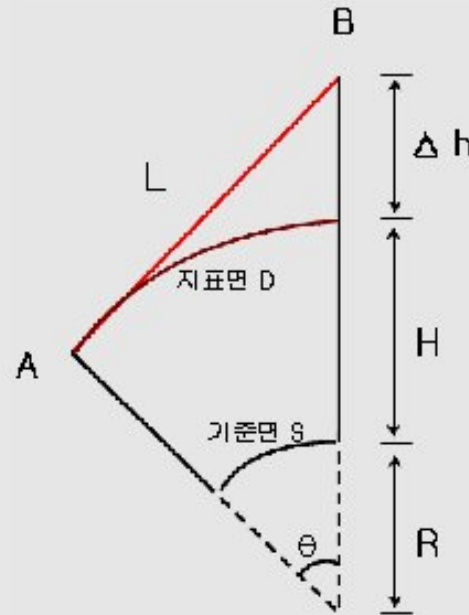
3-1 거리의 정의

거리의 정의

- ① 준거 타원체면 상에서 대응점 간의 최단거리
- ② 기준면의 반지를 $R = 6370\text{km}$ 일 때, 이 구면 위의 대응점을 연결하는 호의 길이
- ③ 수평으로 측정한 거리

①, ②의 경우

$$S = R\theta, \quad D = (R+H)\theta$$



$$\frac{S}{R} = \frac{D}{R+H}$$

$$\therefore S = \frac{R}{R+H} D$$

표고보정값

$$= S - D = D \left(\frac{R}{R+H} - 1 \right) = - \left(\frac{DH}{R+H} \right)$$

그런데 $H \ll R$ 이므로 $S - D \approx -D \frac{H}{R}$

이 때, R을 평균곡률반경 $R = \frac{M \cdot N}{M \sin^2 \alpha + N \cos^2 \alpha}$ 이면 \rightarrow ①

이 때, R을 평균곡률반경 $\alpha =$ 축선의 방위각

M = 자오선 곡률반경

N = 횡곡률반경

R = 6370km 이면 \rightarrow ②



학습목표

학습내용

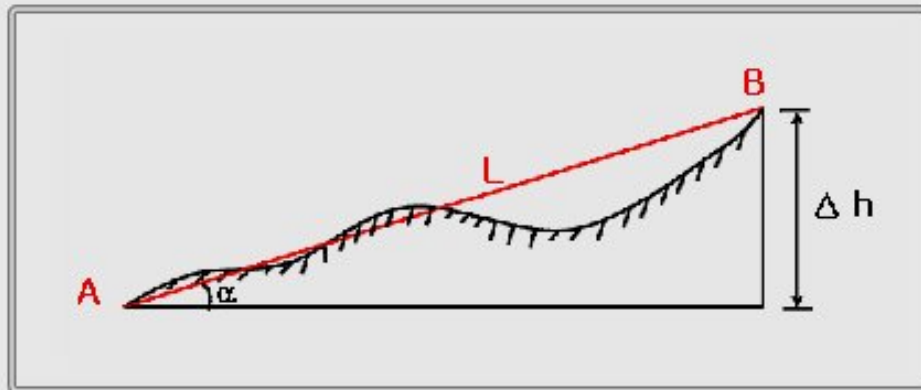
- 3-1 거리의 정의 \rightarrow
- 3-2 거리측량용 기구 및 장비
- 3-3 거리의 측정 방법
- 3-4 거리측정에서의 오차와 보정법
- 3-5 거리세부측량
- 3-6 전자파 거리측량

목차보기

질문하기

3-1 거리의 정의

- ③의 경우



$$D = L \cos \alpha = L \sqrt{1 - (\Delta h / L)^2} \quad (\because \cos^2 \alpha = 1 - \sin^2 \alpha)$$

$$\text{보정량 } \Delta D = D - L = L(\sqrt{1 - (\Delta h / L)^2} - 1)$$

$$= L(1 - (\frac{\Delta h^2}{2L^2} + \frac{\Delta h^4}{8L^4} + \dots) - 1) \approx L \times (-\frac{\Delta h^2}{2L^2}) = -\frac{\Delta h^2}{2L} \quad \text{-----} \textcircled{3}$$



학습목표

학습내용

- 3-1 거리의 정의 →
- 3-2 거리측량용 기구 및 장비
- 3-3 거리의 측정 방법
- 3-4 거리측정에서의 오차 보정법
- 3-5 거리 세부측량
- 3-6 전자파 거리측량

목차보기

질문하기

3-2 거리측량용 기구 및 장비

측쇄 (chain)

- ① 미터 체인 ③ 엔지니어 체인
- ② 군터 체인 ④ 10간(=60척) 체인

줄자 (tape)

- ① 보통 줄자 (woven tape)
 - 재질 : 강한 합성 섬유로 짠 천으로 만든 줄자에 방수도료를 칠하고 눈금을 표시한 것을 사용
 - 장점 : 간단한 거리 측량에 사용되며 다루기가 쉽고 가지고 다니기 편리함
 - 단점 : 습도에 대한 신축 (보통의 습도에서 약 1/1,000)과 장력에 대한 신축 (10kg의 장력에 대하여 약 1/1,000)이 큼
- ② 강철 줄자 (steel tape)
 - 재질 : 폭 6mm~12mm, 두께 0.2mm~0.6mm 정도의 얇은 강철판에 mm 단위로 잣눈을 표시함
 - 장점 : 정밀한 거리 측정이나 저 등급 삼각 측량의 기선측량
 - 단점 : 온도에 대한 신축 (열팽창계수 0.000012/°c)이 비교적 크고 녹슬기 쉬우며 부러지기 쉬움 (최근 크롬강으로 만든 스테인레스 소재를 사용하여 부식 방지)
- ③ 인바 줄자 (invar tape)
 - 재질 : 인바 (강철 약 65%, 니켈 약 35%의 합금)라는 특수 재료 사용 , 합금 비율이 다른 비교적 저가의 로바 (lovar)도 사용
 - 장점 : 열에 대한 팽창률이 매우 작으며 (보통 강철줄자의 1/30~1/60정도) 장력에 대한 신축도 극히 작음 , 삼각 측량에서의 기선측정과 같은 높은 정밀도의 측정에 사용
 - 단점 : 녹슬기 쉬우며 강철 줄자보다 탄성이 적어 휘어져서 길이에 변화가 생기기 쉬움 , 강철 줄자에 비해 10 배정도 비쌈
- ④ 유리섬유 줄자 (fiber glass tape)
 - 재질 : 최근 보급되고 있는 에슬론 줄자 (eslon tape)의 경우 직경 1/100mm 가량의 매우 가는 유리 섬유 2~3만개로 구성 , 백색의 염화 비닐로 코팅
 - 장점 : 헝겍 줄자에 비해 습도에 대한 신축이 적어 수중에서도 사용 가능하며 녹이 슬거나 부러질 염려도 없음 , 정밀도는 강철 줄자와 비슷함
 - 단점 : 계절에 따르는 온도변화나 습도에 대한 경화 및 연화현상을 일으키는 비닐의 특성으로 인하여 약간의 신축 (1/5,000)이 있으며 인장력에 대한 신축성이 강철 줄자보다 큼 (약 10배)



학습목표

학습내용

- 3-1 거리의 정의
- 3-2 거리측량용 기구 및 장비 →
- 3-3 거리의 측정 방법
- 3-4 거리측정에서의 오차와 보정법
- 3-5 거리세부측량
- 3-6 전자파 거리측량

목차보기

질문하기

3-2 거리측량용 기구 및 장비

| 로프 (rope)

- 재질 : 굵은 베 실이나 금속선으로 심을 넣고 외부를 헝겊으로 싸 지름 3mm 정도로 된 줄로써 일정한 간격마다 금속으로 잣눈이 되어 있음
- 장점 : 다루기가 편리하고 길이가 50m, 100m 정도 이어서 장거리 측정과 수림지 (樹林地), 터널 등의 측량에 이용됨
- 단점 : 습기나 장력에 의한 영향이 크기 때문에 근래에는 화학 섬유인 비닐로 만든 것이 많이 사용됨

| 포울 (pole)

- 용도 : 측점 위에 세워 측점의 표시나 측선의 방향을 결정할 때 사용, 간단한 거리 측량이나 측선의 연장 등에도 사용됨
- 재질 : 가볍고 튼튼한 나무나 속이 빈 지름 2.5~3.0cm 정도의 원통형 강철 사용, 길이는 2~5m, 끝에는 20cm 또는 30cm 길이로 빨강 및 흰색을 번갈아 칠하여 먼 곳에서도 잘 보이도록 함



학습목표

학습내용

- 3-1 거리의 정의
- 3-2 거리측량용 기구 및 장비 →
- 3-3 거리의 측정 방법
- 3-4 거리측정에서의 오차와 보정법
- 3-5 거리 세부측량
- 3-6 전자파 거리측량

목차보기

질문하기

3-3 거리의 측정 방법

직접 거리 측정

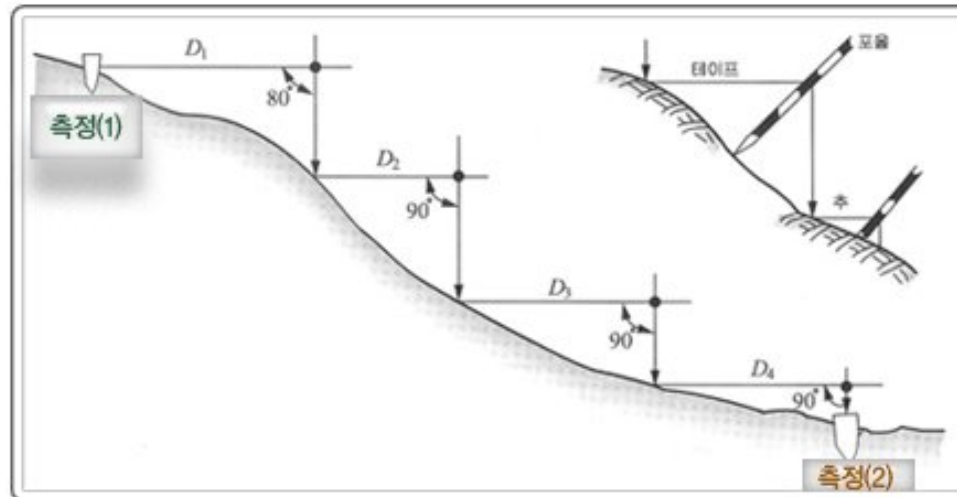
▶ 보통 공사용 측량에서와 같이 큰 정밀도를 필요로 하지 않는 일반적인 거리 측량으로서 줄자 등을 주로 사용함

① 평지에서의 측정

- 방법 : 평지에 설정된 두 점간의 거리를 여러 개의 같은 구간으로 나누어 측정하는 방식, 최종 측정 거리는 총 측정 횟수에 줄자의 길이를 곱하고 잔여 측정 거리를 합하여 구함
- 주의 사항 : 줄자는 측선 위에 있어야 하며 수평이어야 함, 줄자의 자체 무게나 바람에 의한 처짐이 발생하지 않도록 적절한 힘으로 당기면서 측정함

② 경사지에서의 측정

- 측정할 거리를 적절한 크기의 구간으로 나누어서 줄자를 수평으로 하여 구간별로 측정하는 방법
- 줄자의 수평 정도와 줄자의 끝점을 땅에 표시할 때 생기는 오차에 따라 정확도가 결정되므로 줄자를 포울에 의지하여 수평으로 하고 측량추를 사용하여 연직방향으로 줄자의 끝을 땅에 표시하여 오차를 감소시킴
- 작업의 진행 방향에 따라 등측법과 강측법으로 나뉨



[3-1] 계단식 거리 측정법



학습목표

학습내용

- 3-1 거리의 정의
- 3-2 거리측량용 기구 및 장비
- 3-3 거리의 측정 방법 →
- 3-4 거리측정에서의 오차와 보정법
- 3-5 거리 세부측량
- 3-6 전자파 거리측량

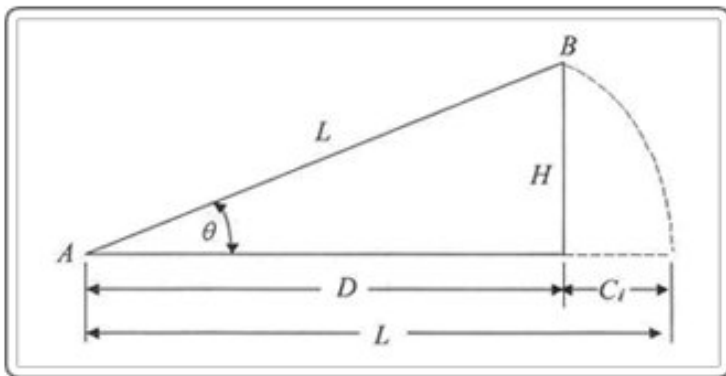
목차보기

질문하기

3-3 거리의 측정 방법

경사거리를 측정하여 수평거리로 환산하는 방법

- 경사각 또는 두 점간의 표고 차를 알 수 있으며 경사면이 일정한 경우 경사면에 따라 경사 거리를 측정하여 수평거리로 환산하는 방식
- 다음 그림에서 경사 거리를 L, 경사각을 θ , 표고차를 H, 수평 거리를 D라고 하면,



[3-2] 경사거리와 수평거리

학습목표

학습내용

- 3-1 거리의 정의
- 3-2 거리측량용 기구 및 장비
- 3-3 거리의 측정 방법 →
- 3-4 거리측정에서의 오차와 보정법
- 3-5 거리세부측량
- 3-6 전자파 거리측량

목차보기

질문하기

$$D = L \cos \theta$$

$$D = \sqrt{L^2 - H^2} = L \sqrt{1 - \frac{H^2}{L^2}} = L \left\{ 1 - \left(\frac{H}{L} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}}$$

$$= L \left\{ 1 - \frac{1}{2} \left(\frac{H}{L} \right)^2 - \frac{1}{2 \cdot 4} \left(\frac{H}{L} \right)^4 - \dots \right\}$$

$$\approx L - \left\{ \frac{H^2}{2L} + \frac{H^4}{8L^3} \right\} \approx L - \frac{H^2}{2L}$$

- 여기서, L을 제외한 항을 경사계수라 하며 보통의 경우 첫째 항까지만 보정해주면 되나 경사가 급할 때는 둘째 항까지 보정하여야 함

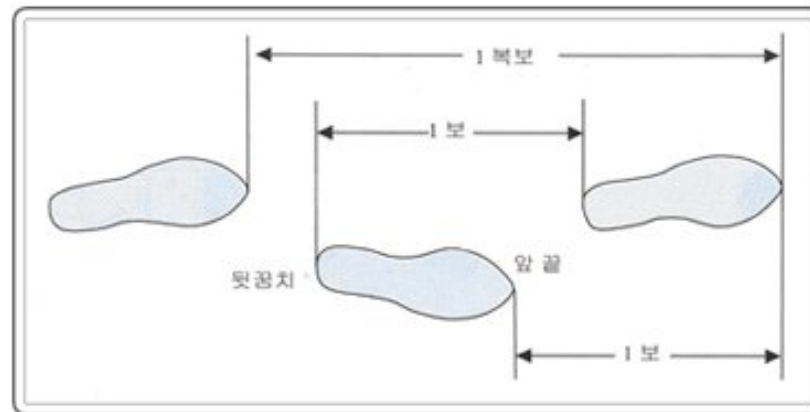
- θ 와 H는 보통 클리노미터 (clinometer) 또는 핸드 레벨 (hand level)로 결정

3-3 거리의 측정 방법

① 간접거리측량

① 보측 (by pacing)

- 방법 : 총 측정된 발자국에 한 발자국 (보) 의 길이를 곱하여 총 측정거리를 구함, 측정 단위는 보 (pace)이며 1보는 어느 한 발의 뒤꿈치 (또는 앞 끝)로부터 다른 한 발의 뒤꿈치 (또는 앞 끝)까지의 거리로 정의되며 두 발의 1보씩을 합하여 1복보 (stride)라고 함
- 용도 : 답사와 같이 개략적인 사항을 알고자 할 때 또는 정밀도가 낮은 소축척의 지도를 만들기 위해 짧은 거리를 측정할 때 사용
- 정밀도 : 1/50~1/200의 상대 정밀도를 가짐



[3-3] 보와 복보

② 차륜측정계 (odometer)에 의한 방법

- 방법 : 바퀴의 회전수를 측정하는 차륜측정계를 회전하는 바퀴에 부착하여 바퀴의 총 회전수를 측정하고 이에 바퀴 하나의 둘레를 곱하여 총 거리를 측정하는 방식
- 용도 : 특히 곡선 거리의 측량에 적절함
- 정밀도 : 1/200~1/1,000의 상대 정밀도를 가짐



학습목표

학습내용

- 3-1 거리의 정의
- 3-2 거리측량용 기구 및 장비
- 3-3 거리의 측정 방법 →
- 3-4 거리측정에서의 오차와 보정법
- 3-5 거리 세부측량
- 3-6 전자파 거리측량

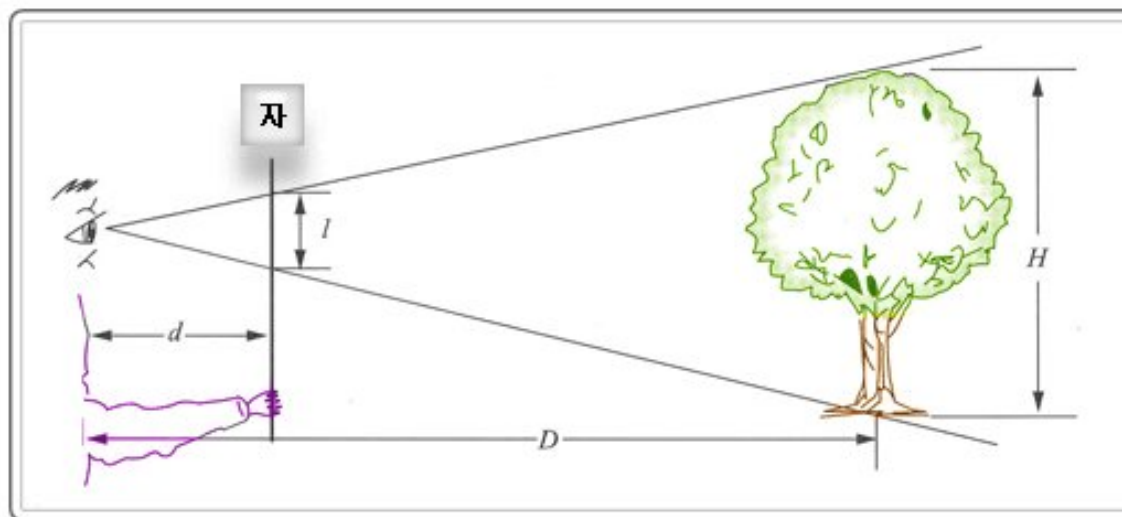
목차보기

질문하기

3-3 거리의 측정 방법

③ 시각에 의한 방법

- 자를 왼 팔을 쪽 펴서 자의 상단 끝이 나무의 꼭대기에 위치하도록 한 다음, 엄지손가락을 밑으로 내려 나무의 밑과 일치하도록 하여 다음 식을 통해 구함



[3-4] 시각에 의한 거리 측정

$$D = \frac{d}{l} H$$

P103 수식

$$\frac{f}{s} = \frac{d}{l} \quad \text{따라서} \quad d = \frac{f}{s} l$$



학습목표

학습내용

3-1 거리의 정의

3-2 거리측량용 기구 및 장비

3-3 거리의 측정 방법 →

3-4 거리측정에서의 오차와 보정법

3-5 거리 세부측량

3-6 전자파 거리측량

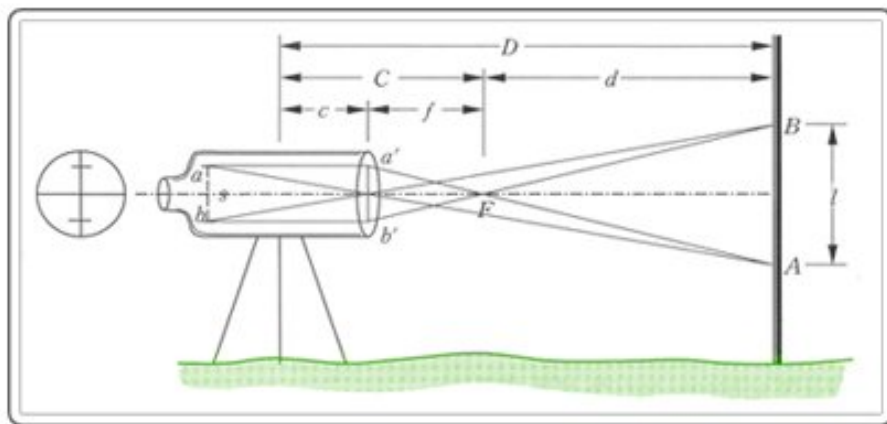
목차보기

질문하기

3-3 거리의 측정 방법

④ 스타디아에 의한 거리측량

- 방법 : 트랜싯 또는 디오달라이트의 망원경에 부착되어 있는 상·하 스타디아 선에 쥘 표척의 읽음 값과 연직각을 이용하여 수평 거리를 구하는 방식
- 다음 그림에서 거리를 D, 상·하 스타디아 선 사이에 쥘 표척의 길이 (협거)를 l, 대물 렌즈의 초점 거리를 f, 스타디아 선의 간격을 s라 하면,



[3-5] 스타디아 측량의 기본 원리

- 기계의 중심과 대물 렌즈의 광심(光心) 간의 거리를 c라 하면, 위 식은

$$D = d + c + f = \frac{f}{s} l + (c + f)$$

- 여기서 s, f는 기계에 따라 일정하며, c의 값도 거의 일정하다고 볼 수 있으므로

$$D = Kl + C$$

- 위의 식에서 K를 승정수(乘定數 : multiplying factor or stadia interval factor), C를 가정수(加定數 : additive constant)라고 부르며 기계에 따라 정하여지는 정수이며 스타디아 정수라 부름



학습목표

학습내용

3-1 거리의 정의

3-2 거리측량용 기구 및 장비

3-3 거리의 측정 방법 →

3-4 거리측정에서의 오차와 보정법

3-5 거리세부측량

3-6 전자파 거리측량

목차보기

질문하기

3-3 거리의 측정 방법

㉔ 거리계 (rangefinder)에 의한 방법

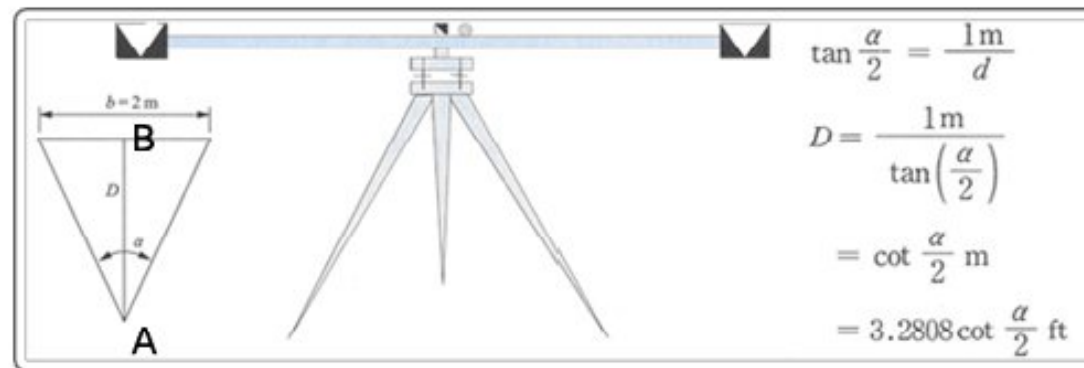
- 방법 : 거리계를 통해 렌즈의 기본 공식을 이용하여 거리를 계산하는 방식
- 거리계는 보통 2개의 대물 렌즈로 구성되며 두 렌즈를 통하여 형성되는 두 개의 상을 프리즘 또는 거울과 같은 광학 장치를 통하여 하나의 상으로 일치시킴으로써 수평 거리를 얻는 방식
- 렌즈의 기본 공식 ($1/f_1 + 1/f_2 = 1/f$)에서 초점 거리 f 와 렌즈로부터 상 (십자선 면)까지의 거리 f_1 를 알 수 있다면 렌즈로부터 물체까지의 거리 f_2 를 구함
- 정밀도 : 보통 수 백 m까지 측정할 수 있으나 정밀도는 1/10~1/150정도로 다소 낮은 편임

㉕ 수평표척 (subtens bar)에 의한 방법

- 수평표척은 삼각 위에 수평으로, 시준선에 대하여 직각으로 설치
- A에 디오달라이트를 설치하고 B에 설치된 수평 표척의 양 끝 (시준표) 사이의 α 를 측정하면 수평 거리 D는

$$D = \frac{b}{2} \cot \frac{\alpha}{2}$$

위의 식을 α 에 관하여 미분하면, α 는 매우 작으므로 $dD \approx -\frac{D^2}{b} d\alpha$



[3-6] 수평표척의 원리

- 정밀도 : 상기 식에 의해 계산된 거리 오차는 수평 거리의 제곱에 비례하므로 거리가 커질수록 정밀도가 크게 떨어짐, 측각 정밀도가 1초이고 수평거리 100m 이내에서는 약 1/5,000의 정밀도를 가짐



학습목표

학습내용

- 3-1 거리의 정의
- 3-2 거리측량용 기구 및 장비
- 3-3 거리의 측정 방법 →
- 3-4 거리측정에서의 오차와 보정법
- 3-5 거리세부측량
- 3-6 전자파 거리측량

목차보기

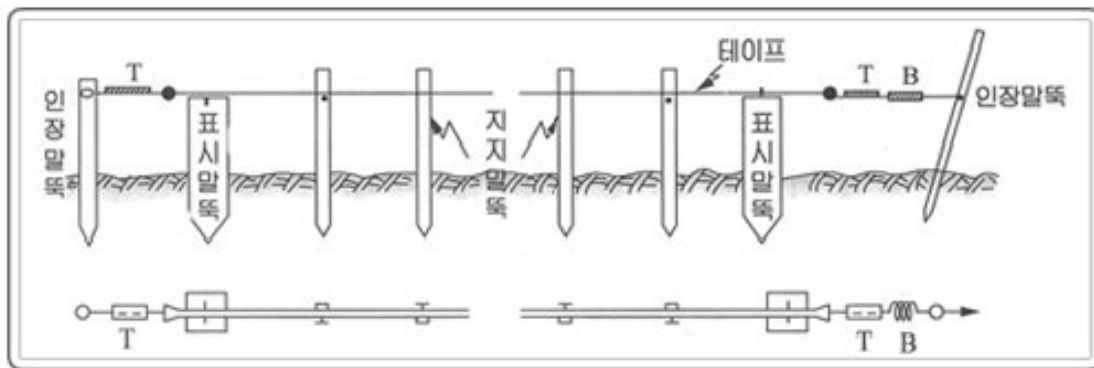
질문하기

3-3 거리의 측정 방법

기선측량

기선측량에는 보통 강철 줄자나 인바 줄자를 사용하였으며 현재에는 전자파 거리측정기 (EDM) 를 주로 사용한다. 줄자를 사용하기 위해서는 반드시 표준척에 대해 감정을 받아야 하며 온도, 장력 등에 의한 보정을 고려해야 한다.

- ① 강철 줄자에 의한 측정 : 측정하는 정밀도에 따라 측정 방법을 달리 함
 - 1/5,000 : 손짐작으로 대략 일정한 장력을 유지토록 하고 줄자는 목측(目測)에 의해 대략 수평으로 유지함
 - 1/50,000 : 땅 위에 일정한 간격으로 말뚝을 박고 말뚝의 높이를 목측 또는 레벨을 사용하여 수평하게 한 다음 줄자를 그 위에 올려 놓고 팽팽하게 인장하여 측정
 - 1/200,000 이상 : 그림에서와 같이 줄자의 길이보다 약간 짧은 거리마다 표시 말뚝을 박고 그 중간에 지지말뚝을 박으며 인장말뚝과 스프링 저울 등을 이용하여 줄자를 인장함, 수 차례에 걸쳐 측정함



[3-7] 기선 측정법

- ② 인바 줄자를 사용하는 경우 : 강철 줄자와는 달리 현수선법 (catenary method) 사용
 - 중간을 지지하지 않고 일정한 장력으로 줄자를 당겨서 측정
 - 줄자의 중앙에 발생하는 처짐은 측정 후 처짐에 대한 오차 보정을 실시
 - 정밀도 : 약 1/500,000~1/1,000,000까지 가능하며 더 높은 정밀도를 위해서는 서로 다른 줄자들을 사용



학습목표

학습내용

3-1 거리의 정의

3-2 거리측량용 기구 및 장비

3-3 거리의 측정 방법 →

3-4 거리측정에서의 오차와 보정법

3-5 거리세부측량

3-6 전자파 거리측량

목차보기

질문하기

3-4 거리측정에서의 오차와 보정법

① 정오차

- 반복 측정한 횟수에 비례하여 커지므로 1회 측정의 정오차를 a 라 하면 n 번 측정의 정오차는 $n \cdot a$ 가 됨
- 항상 일정한 크기와 일정한 방향으로 발생하여 그 크기와 발생 원인만 알게 되면 쉽게 보정할 수 있음

- 정오차의 발생 원인 (줄자의 경우)

- 줄자의 길이가 표준 길이 보다 짧거나 길 때
- 두 점을 연결한 상태가 정확한 직선 위에서 측정 작업이 이루어지지 못할 때
- 줄자가 바람이나 나무에 걸쳐서 직선이 안 되었을 때
- 경사지에서 줄자를 정확하게 수평으로 하지 않을 때
- 강철 줄자를 사용하였을 때 측정간격이 넓어 줄자가 처질 때
- 측정할 때의 온도가 줄자를 검정할 때의 온도와 맞지 않을 때
- 줄자를 당기는 힘이 검정할 때의 힘보다 항상 크거나 적을 때



학습목표

학습내용

- 3-1 거리의 정의
- 3-2 거리측량용기구및장비
- 3-3 거리의 측정 방법
- 3-4 거리측정에서의 오차와 보정법 →
- 3-5 거리세부측량
- 3-6 전자파 거리측량

목차보기

질문하기

3-4 거리측정에서의 오차와 보정법

② 무연오차

- 반복 측정한 횟수의 평방근에 비례하므로 1회 측정의 무연오차를 b라 하면 n번의 오차는 $b \cdot \sqrt{n}$ 이 됨, 측정의 총 오차 e는 오차 전파의 법칙에 따라 다음과 같음

$$e = \sqrt{(an)^2 + (b\sqrt{n})^2}$$

- 크기와 방향을 전혀 알 수 없어 통계적으로 처리함

- 무연오차의 발생 원인 (줄자의 경우)

- 전수가 표시한 측량핀의 위치에서 후수가 정확하게 잣눈을 읽지 못하거나 전수가 그 위치를 정확하게 표시 못했을 때 (경사지에서는 오차가 크다)
- 측정을 할 순간 온도나 습도가 때때로 변했을 때
- 측정할 때 당기는 힘을 일정하게 못했을 때
- 한 잣눈의 끝 수를 정확하게 읽기가 곤란할 때



학습목표

학습내용

- 3-1 거리의 정의
- 3-2 거리측량용 기구 및 장비
- 3-3 거리의 측정 방법
- 3-4 거리측정에서의 오차와 보정법 →
- 3-5 거리세부측량
- 3-6 전자파 거리측량

목차보기

질문하기

3-4 거리측정에서의 오차와 보정법

정오차의 보정

① 표준길이에 대한 보정

- 필요 상황 : 측정에 사용되는 줄자를 표준 줄자와 비교 검정하였을 때 줄자의 공칭길이와 다를 경우 표준 줄자에 대한 보정 수행

$$C_t = \left(\frac{l - l'}{l'} \right) L_m$$

$$L = L_m + C_t$$

C_t : 줄자의 보정량
 l : 측정에 사용한 줄자의 실제 길이
 l' : 줄자의 공칭길이 (예, 30m, 50m)
 L_m : 총 측정길이
 L : 보정된 총 측정길이

② 온도에 대한 보정

- 필요 상황 : 온도 변화에 따른 줄자의 길이 변화는 측량 결과에 큰 영향을 주므로 정밀한 측량에서는 온도 변화에 따른 보정을 수행

$$C_t = \alpha(T - T_s)L$$

$$L = L_m + C_t$$

T : 측정할 때의 줄자의 온도
 T_s : 표준온도 (일반적으로 15°C)
 L_m : 측정된 총 길이
 L : 보정된 총 길이
 α : 줄자의 선팽창계수



학습목표

학습내용

- 3-1 거리의 정의
- 3-2 거리측량용 기구 및 장비
- 3-3 거리의 측정 방법
- 3-4 거리측정에서의 오차와 보정법 →
- 3-5 거리세부측량
- 3-6 전자파 거리측량

목차보기

질문하기

3-4 거리측정에서의 오차와 보정법

정오차의 보정

③ 장력에 대한 보정

- 필요 상황 : 줄자를 표준 장력보다 더 큰 장력으로 당겼을 경우 표준 길이보다 커지며 반대의 경우 표준 길이보다 짧아지므로 이러한 경우 장력에 대한 보정 수행
- 줄자의 길이 L, 장력 P, 장력에 의한 줄자의 신축률 Δl, 줄자의 단면적 A에 대하여 탄성 계수 E는 ,

$$E = \frac{\frac{P}{A}}{\frac{\Delta l}{L}} = \frac{PL}{A\Delta l} \quad \therefore \Delta l = \frac{PL}{AE}$$

Δl은 장력이 0일 경우 참 길이를 나타내는 줄자가 장력 P로 인장될 경우 장력에 대한 보정량 Cp와 같으므로,

$$C_p = \frac{PL}{AE}$$

장력이 Po(표준장력) 일 때 참 값(공칭값)을 나타내는 줄자를 사용하여 장력 P로 당겨서 측정할 경우 장력에 대한 보정량 Cp와 보정된 길이 L은, (여기서 Lm은 측정된 길이)

$$C_p = \frac{(P - P_0)L}{AE}$$

$$L = L_m + C_p$$



학습목표

학습내용

- 3-1 거리의 정의
- 3-2 거리측량용 기구 및 장비
- 3-3 거리의 측정 방법
- 3-4 거리측정에서의 오차와 보정법 →
- 3-5 거리세부측량
- 3-6 전자파 거리측량

목차보기

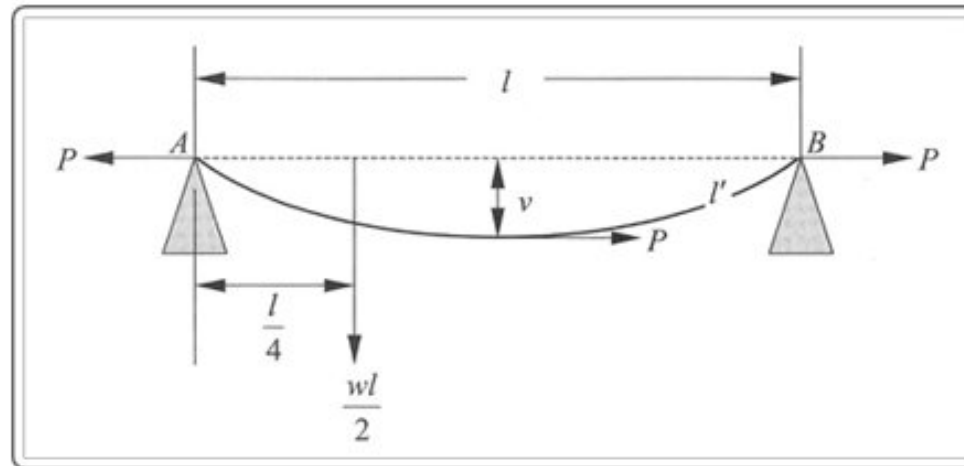
질문하기

3-4 거리측정에서의 오차와 보정법

정오차의 보정

④ 처짐에 대한 보정

- 필요 상황 : 줄자를 사용하여 두 지점간의 거리를 측정할 때 양 끝 지지점에서만 받칠 경우 현수곡선 (catenary)을 이루므로 처짐에 대한 보정 수행
- A, B 두 지점간의 수평 거리 l , 중앙에서의 처짐 v , 줄자에 가해지는 장력 P , 줄자의 단위 중량 w 에 대하여 A에서 발생하는 모멘트는 ,



[3-8] 처짐에 대한 보정

$$\frac{wl}{2} \cdot \frac{l}{4} = Pv \quad \therefore v = \frac{wl^2}{8P}$$

곡선 AB를 포물선이라 가정하면 그 길이 l' 은 다음과 같으며 이를 위 식에 대입하면,

학습목표

학습내용

- 3-1 거리의 정의
- 3-2 거리측량용 기구 및 장비
- 3-3 거리의 측정 방법
- 3-4 거리측정에서의 오차와 보정법 →
- 3-5 거리세부측량
- 3-6 전자파 거리측량

목차보기

질문하기

3-4 거리측정에서의 오차와 보정법



학습목표

학습내용

- 3-1 거리의 정의
- 3-2 거리측량용 기구 및 장비
- 3-3 거리의 측정 방법
- 3-4 거리측정에서의 오차와 보정법 →
- 3-5 거리세부측량
- 3-6 전자파 거리측량

목차보기

질문하기

$$l' = l \left\{ 1 + \frac{8v^2}{3l^2} - \frac{2}{5} \left(\frac{2v}{l} \right)^4 + \dots \right\} \approx l \left(1 + \frac{8v^2}{3l^2} \right)$$

$$l' = l \left\{ 1 + \frac{1}{24} \left(\frac{wl}{P} \right)^2 \right\} = l + \frac{l}{24} \left(\frac{wl}{P} \right)^2$$

따라서 두 지점간의 처짐에 대한 보정량 C_s 는,

$$C_s = l - l' = -\frac{l}{24} \left(\frac{wl}{P} \right)^2$$

만일 줄자의 공칭 길이 L 구간에 A, B 와 똑 같은 지지 구간이 n 개 있다고 하면 전 구간 L 에 대한 처짐에 대한 보정량 C_s 는,

$$C_s = -\frac{nl}{24} \left(\frac{wl}{P} \right)^2 = -\frac{L}{24} \left(\frac{wl}{P} \right)^2$$

n 개의 지지 구간의 거리가 모두 달라 각각 $l_1, l_2, l_3, \dots, l_n$ 이라고 하면

$$C_s = -\frac{w^2}{24P^2} (l_1^3 + l_2^3 + l_3^3 + \dots + l_n^3) = -\frac{w^2}{24P^2} \sum_{i=1}^n l_i^3$$

지지 구간이 l_0 이고 표준 장력이 P_0 일 때 참 길이(공칭길이)를 나타내는 줄자를 사용하여 지지 구간이 l 이고 장력을 P 로 당겨서 측정할 때의 보정량 C_s 는,

$$C_s = -\frac{Lw^2}{24} \left(\frac{l_0^2}{P_0^2} - \frac{l^2}{P^2} \right) = \frac{Lw^2}{24P_0^2P^2} (l_0^2P^2 - l^2P_0^2)$$

3-4 거리측정에서의 오차와 보정법

㉔ 처짐과 장력에 대한 보정의 소거

- 필요 상황 : 처짐에 대한 보정량은 (-)이고 장력에 대한 보정량은 (+)이며 모두 P의 함수이므로 두 보정량의 합이 0이 되는 장력 P를 찾아 측정에 사용하면 처짐과 장력에 대한 보정량이 서로 상쇄됨
- 이 조건을 만족시키는 장력을 P라 하면 $C_s + C_p = 0$ 이어야 하므로 ,

$$\rightarrow -\frac{L}{24} \left(\frac{wl}{P} \right)^2 + \frac{PL}{AE} = 0$$

$$\therefore P = \sqrt[3]{\frac{AE}{24}} (wl)^2$$

㉕ 평균해면상으로 환산하는 보정

- 필요 상황 : 삼각측량의 경우 일정한 표고에서 측정된 기선이나 수평 거리는 평균해면상의 거리로 환산하여야 하는 경우가 있음
- 평균 표고 h, 실측된 기선의 길이 L, 평균 해면상으로 보정된 거리 L_0 , 지구의 평균 곡률반경 R에 대하여 평균 해면상으로의 보정량 C_h 는 ,

$$\rightarrow \frac{L_0}{L} = \frac{R}{R+h}$$

$$\therefore L_0 = \frac{LR}{R+h} = L \left(1 + \frac{h}{R} \right)^{-1} \approx L \left(1 - \frac{h}{R} \right) = L - \frac{Lh}{R}$$

$$C_h = -\frac{Lh}{R}$$



학습목표

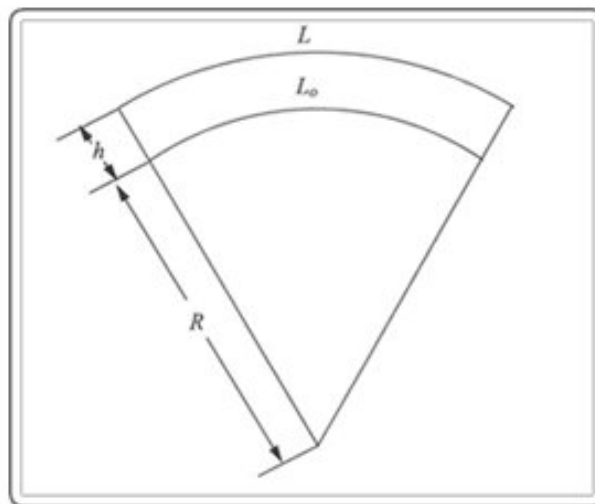
학습내용

- 3-1 거리의 정의
- 3-2 거리측량용 기구 및 장비
- 3-3 거리의 측정 방법
- 3-4 거리측정에서의 오차와 보정법 →
- 3-5 거리세부측량
- 3-6 전자파 거리측량

목차보기

질문하기

3-4 거리측정에서의 오차와 보정법



[3-9] 평균해면상으로 환산하는 보정

학습목표

학습내용

- 3-1 거리의 정의
- 3-2 거리측량용 기구 및 장비
- 3-3 거리의 측정 방법
- 3-4 거리측정에서의 오차와 보정법 →
- 3-5 거리세부측량
- 3-6 전자파 거리측량

목차보기

질문하기

⑦ 경사에 대한 보정

$$C_i = -\frac{H^2}{2L}$$

| 거리측량의 정밀도

- 상대 정밀도 : 오차를 측정거리의 참값으로 나눈 값, 거리 측정의 정밀도는 상대정밀도로 표시함
- 오차 : 보통 두 번 측정한 값의 교차의 1/2, 표준오차 또는 확률오차를 사용하기도 함

3-5 거리세부측량

거리세부측량 (detail survey)란 거리 측량에 사용되는 기구만으로 지형, 지물의 위치를 측정하는 것을 말하며 답사, 기준점측량, 세부측량, 내업 등의 순서로 이루어진다.

답사와 기준점 측량

① 답사 (踏査 : reconnaissance)

- 의미 : 측량을 하기 전에 미리 측량 구역 전체를 둘러보고 작업 조건 및 지형 등을 조사하는 행위
- 목적 : 최소의 노력과 비용으로 최대의 성과를 얻을 수 있는 작업 계획을 세움, 이를 위하여 적합한 측정의 설치 장소, 사용 기구 및 측량방법 등을 결정

② 기준점 측량

- 의미 : 트래버스를 형성하는 측정간의 평면위치를 결정하는 작업, 트래버스 측량이라고도 함
- 특징 : 일반적으로 트래버스 측량은 측각기에 의하여 측정된 각과 거리를 사용하여 측정의 평면위치를 결정하는 측량을 말하나 이 경우에는 단지 줄자에 의하여 측정된 거리만을 사용하여 측정의 위치를 결정함
- 거리만을 사용하여 측정의 평면 위치를 결정하는 방법의 종류로는 삼각구분법(triangle division method), 수선구분법(perpendicular method), 계선법(tie line method)이 있다.

세부측량

- 의미 : 기준점 측량에서 결정된 측점을 기준으로 지형이나 지물을 측정하는 것
- 지거 측량 (offsetting) : 측정하려고 하는 어느 한 점에서 측선에 내리는 수선의 길이를 지거 (支距 : offset)라 하며 지거를 이용하는 세부 측량을 지거측량이라고 함



학습목표

학습내용

- 3-1 거리의 정의
- 3-2 거리측량용 기구 및 장비
- 3-3 거리의 측정 방법
- 3-4 거리측정에서의 오차와 보정법
- 3-5 거리세부측량 →
- 3-6 전자파 거리측량

목차보기

질문하기

3-5 거리세부측량

- 세부측량 방법
 - 한 측선위에 줄자를 놓고 측점에서 가까운 순서로 지거를 측정한다
 - 경사도가 약 5°이하 되는 곳은 평지로 보고 그 표면을 따라 거리를 측정하고 경사가 큰 경우에는 줄자의 한 쪽 끝을 포울에 의지하여 수평하게 한 다음에 측정한다
 - 지거를 측선과 직각으로 만드는 방법은 지거의 길이, 축척, 지형, 지물의 중요성 등에 따라 다르다.
 - 지거의 측정단위는 작성하는 도면의 축척에 따라 결정할 필요가 있다.
 - 지거는 될 수 있는 대로 짧아야 하며 대개는 20m 이하로 하는 것이 좋다.
 - 중요한 지형, 지물을 정확하게 측정하려고 할 때에는 사거지를 측정해 두는 것이 좋다.

| 야장기입법

- 야장 (野帳 : field note) : 측정한 결과를 현장에서 기입하는 노트나 용지
- 필요성 : 야장기입의 정확도에 따라 측량의 능률, 정밀도, 제도 등에 큰 영향을 줌
- 종류 : 스케치법, 종란식 (縱欄式 : column method, 지거 측량에 의한 거리 세부 측량에서 사용되는 방법)



학습목표

학습내용

- 3-1 거리의 정의
- 3-2 거리측량용기구및장비
- 3-3 거리의 측정 방법
- 3-4 거리측정에서의오차와보정법
- 3-5 거리세부측량 →
- 3-6 전자파 거리측량

목차보기

질문하기

3-6 전자파 거리측량

▶ 전자파 거리 측량이란 속도가 알려진 전자파 에너지가 두 점간을 진행한 시간을 측정하여 두 점간의 거리를 계산하는 방법을 말하며 이를 위해 고안된 장치가 전자파 거리측정기 (EDM: Electronic Distance measurement Devices)이다 .

| 거리 측정의 기본 원리

- “ 전자파의 전파속도와 전자파가 두 점간을 진행한 시간을 안다면 두 점간의 거리를 알 수 있다. ”
- 전자파 진행 시간의 도출

▶
$$\lambda = \frac{C}{f}$$

여기서, λ : 전자파의 파장, C : 전자파의 전파 속도, f : 전자파의 주파수, 전자파의 속도는 진공 속에서는 299,792,458m/sec로 빛과 같으나 대기 중에서는,

$$C = \frac{C_0}{n}$$

여기서, C_0 : 진공 속에서의 전자파의 속도, n : 전자파의 굴절계수(보통 1,0001 ~ 1,0005, 대기온도와 기압에 의하여 달라짐)



학습목표

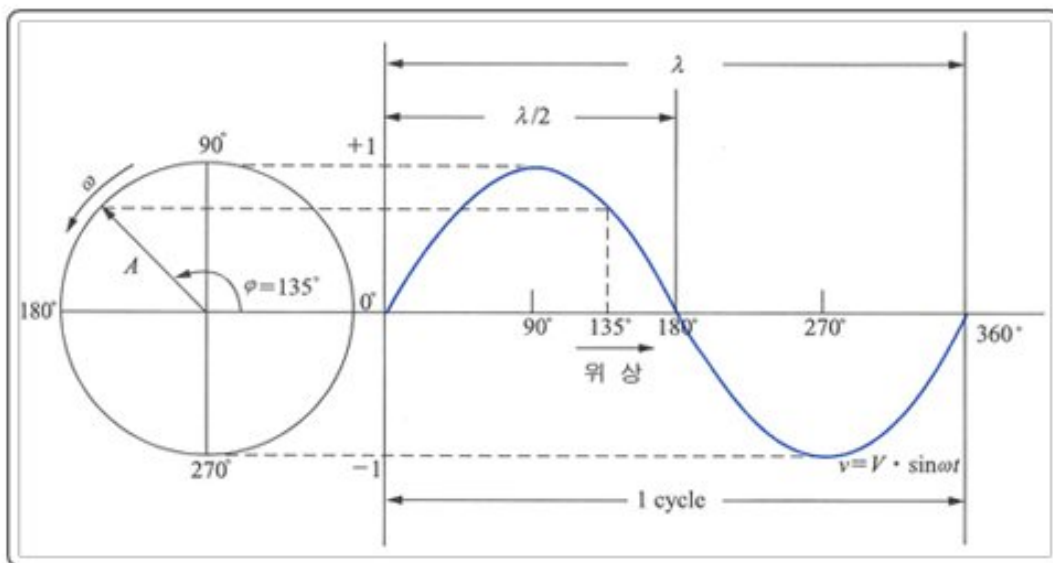
학습내용

- 3-1 거리의 정의
- 3-2 거리측량용 기구 및 장비
- 3-3 거리의 측정 방법
- 3-4 거리측정에서의 오차와 보정법
- 3-5 거리 세부측량
- 3-6 전자파 거리측량 →

목차보기

질문하기

3-6 전자파 거리측량



[3-10] 전자파의 파장과 위상과의 관계

이 그림은 전자파의 파장과 위상각과의 관계를 나타낸 것으로 전자파의 전파경로는 그의 위상각에 의하여 표시할 수 있으며, 위상각 ϕ 에 있는 어떤 A점에서 송신된 신호는,

$$\left. \begin{aligned} v_A &= V_A \sin(\omega t) = V_A \sin \phi \\ \phi &= \omega t, \quad \omega = 2\pi f \end{aligned} \right\}$$

여기서, V_A : 진폭, ω : 각속도(또는 각주파수), f : 전자파 신호의 주파수, t : 시간, ϕ : 위상각
따라서 위상이 $\Delta\phi$ 만큼 변화된 B점에서의 신호의 크기는,



학습목표

학습내용

- 3-1 거리의 정의
- 3-2 거리측량용 기구 및 장비
- 3-3 거리의 측정 방법
- 3-4 거리측정에서의 오차 보정법
- 3-5 거리 세부측량
- 3-6 전자파 거리측량 →

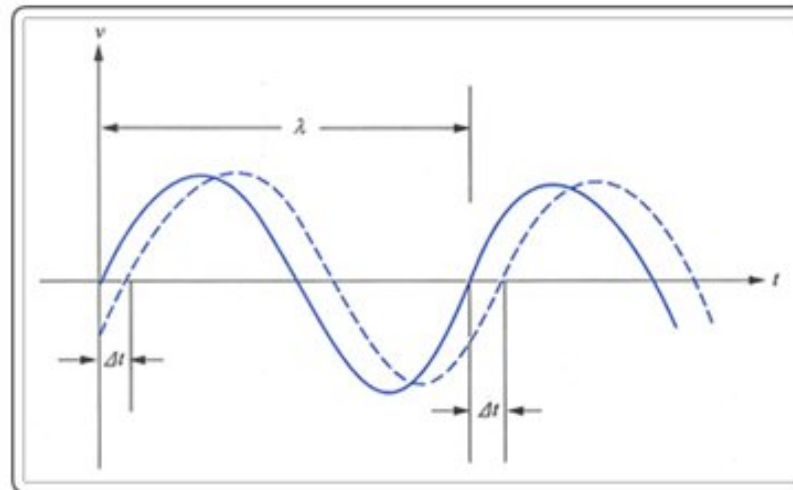
목차보기

질문하기

3-6 전자파 거리측량

$$\left. \begin{aligned} v_B &= V_B \sin(\phi + \Delta\phi) \\ \text{또는} \\ v_B &= V_B \sin \omega(t + \Delta t) \end{aligned} \right\}$$

여기서, $\Delta t = m \cdot 2\pi / \omega = m / f = mT$, $\Delta\phi = m \cdot 2\pi$, m : 임의의 정수 1, 2, 3, ..., T : 주기
 다음 그림은 진폭과 파장이 같고 위상이 다른 두 개의 sine 곡선을 나타내며 이 때의 위상 변화는 다음과 같이 시간 변화의 함수로 나타낼 수 있음



[3-11] 위상이 다른 두 개의 sine 곡선

$$\Delta\phi = \Delta t \omega, \quad \therefore \Delta t = \frac{\Delta\phi}{\omega}$$



학습목표

학습내용

- 3-1 거리의 정의
- 3-2 거리측량용 기구 및 장비
- 3-3 거리의 측정 방법
- 3-4 거리측정에서의 오차와 보정법
- 3-5 거리세부측량
- 3-6 전자파 거리측량 →

목차보기

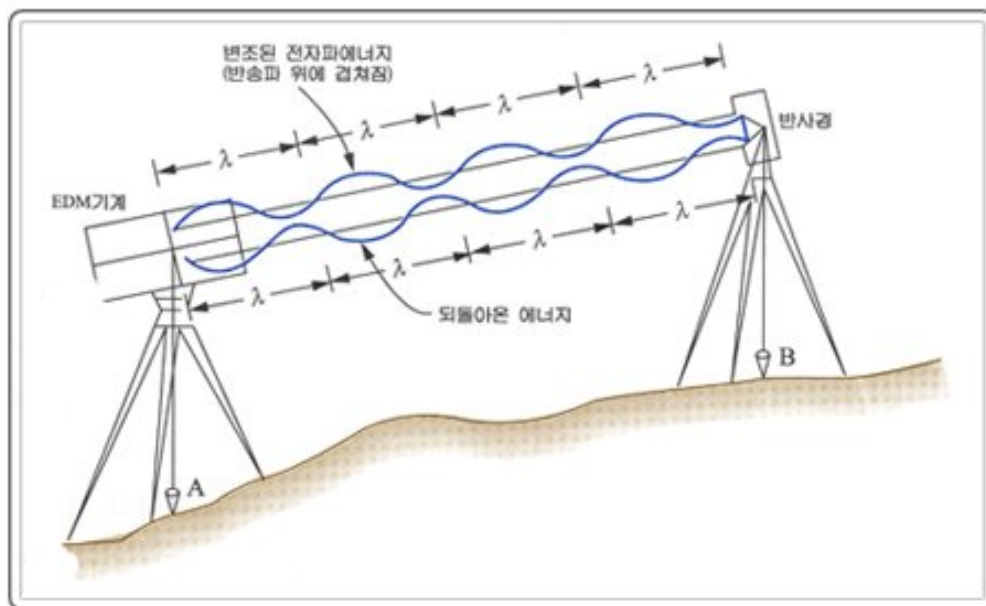
질문하기

3-6 전자파 거리측량

실제로 사용되는 거리 계산 방법

- 매우 작은 크기의 전자파 왕복 시간을 EDM 기계 장치 내부에서 측정하는 것이 현실적으로 불가능 함 (예, 15cm의 정밀도를 위하여 약 1/10e6~1/10e7초의 시간 측정 정밀도가 요구됨)
- 대신 단위파장의 길이가 정확히 알려진 전자파가 두 점간을 왕복하는 동안의 파장 수와 그 전자파의 파장의 길이를 이용하여 계산
- 다음 그림과 같이 두 점간을 왕복한 전자파가 정확히 파장 λ의 정수배인 n개의 파장이었다면 두 점간의 거리 L은,

$$L = \frac{1}{2} n \lambda$$



[3-12] 전자파 거리 관측의 원리



학습목표

학습내용

- 3-1 거리의 정의
- 3-2 거리측량용 기구 및 장비
- 3-3 거리의 측정 방법
- 3-4 거리측정에서의 오차와 보정법
- 3-5 거리 세부측량
- 3-6 전자파 거리측량 →

목차보기

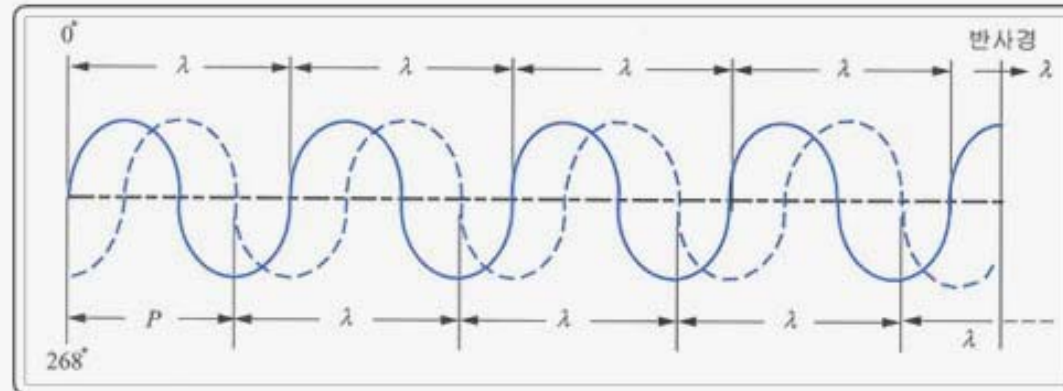
질문하기

3-6 전자파 거리측량

- 두 점간을 왕복한 전자파의 총 파장수가 단위 파장 λ 의 정확한 정수배가 아니고 완전한 파장 하나의 길이가 되지 못하는 소수부분의 파장 P가 있을 경우에는 ,

$$C_s = -\frac{Lw^2}{24} \left(\frac{l_0^2}{P_0^2} - \frac{l^2}{P^2} \right) = \frac{Lw^2}{24P_0^2P^2} (l_0^2P^2 - l^2P_0^2)$$

여기서, $\Delta\phi^\circ$: 위상차, n : 완전한 파장의 총수, λ : 단위 파장, P : 소수부분의 파장
P는 되돌아오는 반사파의 위상차 또는 위상각에 의하여 결정됨



[3-13] 위상차의 원리

학습목표

학습내용

3-1 거리의 정의

3-2 거리측량용 기구 및 장비

3-3 거리의 측정 방법

3-4 거리측정에 의한 오차와 보정법

3-5 거리세부측량

3-6 전자파 거리측량 →

목차보기

질문하기

3-6 전자파 거리측량

| 반송파의 특성

- 반송파 (搬送波 : carrier wave) : EDM은 연속적인 형태의 전파를 송신하는 송신장치와 수신된 전자파를 수신하는 장치로 구성되며 이 때 , 송신 장치에서 송신되는 전자파를 말함
- 반송파의 특성 : 주파수와 진폭을 가지는 연속파이며 sine 곡선으로 나타나며 신호나 정보를 직접 전달할 수 없지만 다른 정보를 실어 나르는 매개체가 됨

| 반송파 사용의 배경

- EDM은 사용하는 전자파의 종류에 따라 크게 저주파를 이용하는 것과 고주파를 이용하는 것으로 나눌 수 있음
- 저주파를 사용하는 EDM의 경우 관측범위가 넓으나 대기 조건에 큰 영향을 받으며 고주파 방식보다 정밀도가 떨어짐 ; 데카 (Decca, LF사용), 토란 (Toran, HF사용), 오메가 (Omega, VLF사용), GPS(마이크로파의 L밴드 사용) 등
- 현장 측량에서 사용되는 EDM은 주로 고주파를 사용하며 이로 인해 기계 장치를 단순 , 최소화할 수 있으며 대기에 의한 영향을 덜 받아 정밀한 측량 가능
- 그러나 고주파에서는 전파 특성의 정밀한 결정 및 위상차의 측정이 어려움

| 전자파 변조 (modulation)

- 정밀하게 검정된 측정용 저주파 신호를 고주파인 반송파에 실어서 송신하는 방식
- 측정용 저주파는 위상차 측정과 두 점간의 거리 계산에 사용됨
- 정밀한 주파수의 유지를 위하여 수정발진기 (crystal-controlled oscillator) 사용



학습목표

학습내용

- 3-1 거리의 정의
- 3-2 거리측량용 기구 및 장비
- 3-3 거리의 측정 방법
- 3-4 거리측정에서의 오차와 보정법
- 3-5 거리 세부측량
- 3-6 전자파 거리측량 →

목차보기

질문하기

3-6 전자파 거리측량

위상차의 측정

① 위상지연방법 (phase delay method)

- 원리 : 송신된 반송파와 수신된 반사파 사이에 발생하는 위상차를 검출하고 송신 회로와 수신 회로 사이에 장치된 지연장치 (delay-line)라는 것을 사용하여 측정하는 방식

- 활용 : 초기 EDM인 지오디미터

② 위상변위방법 (phase shift method)

- 원리 : 송신된 반송파와 되 돌아온 반사파 사이의 위상 변위에 해당하는 고정자 (stator)와 회전자 (rotor)로 구성된 분류기 (resolver)에 의한 방법

- 활용 : 2세대 지오디미터, 텔루로미터 등과 같이 마이크로파를 사용하는 EDM

③ 디지털 측정법 (digital method)

- 변조된 반송파가 기준축을 통과할 때 펄스 측정 장치의 문이 열리며 반사파가 0축을 통과할 때 문이 닫힘

- 즉, 송신되는 반송파의 부호가 바뀔 때마다 문이 열리고 반사파의 부호가 변할 때마다 문이 닫히며 문이 열려 한 번 문이 열리고 닫히는 동안 통과한 펄스의 개수를 L, 단위 파장 동안 통과한 펄스의 개수를 k라고 하면, 반송파와 반사파 사이에 발생한 위상차 ϕ 와 파장 하나의 길이보다 작은 소수부분의 파장 $\Delta\lambda$ 에 대하여,

$$\phi = L/k * 360^\circ, \Delta\lambda = L/k * \lambda$$

- 따라서 총 관측거리 D는,

$$D = \frac{1}{2} \left(n + \frac{L}{k} \right) \lambda$$

여기서, n : 총 파장수 (단위 파장의 정수배)

활용 : 헬륨-네온 레이저 또는 적외선을 사용하는 모든 EDM



학습목표

학습내용

3-1 거리의 정의

3-2 거리측량용 기구 및 장비

3-3 거리의 측정 방법

3-4 거리측정에서의 오차와 보정법

3-5 거리세부측량

3-6 전자파 거리측량 →

목차보기

질문하기

3-5 거리세부측량

| 전자파거리측정기의 분류

① 광파거리측정기 (electro-optical instruments)

- ▶ 전자파의 파장대 : 가시광선 ($\lambda = 0.4\mu\text{m} \sim 0.7\mu\text{m}$) 또는 적외선과 같은 비가시광선 ($\lambda = 0.7\mu\text{m} \sim 1.2\mu\text{m}$)
- 범위 : 적외선을 사용할 경우 - 수 km, 레이저를 사용할 경우 - 수 km~수십 km
- 구성 : 한 대의 측정 장치와 하나의 반사 프리즘
- 특징 : 기상 조건에 영향을 받음, 산란으로 인해 건물 내부나 지하, 물의 표면 같은 곳에서의 관측이 어려움

② 전파거리측정기 (radio wave instrument of microwave radio system)

- ▶ 전자파의 파장대 : $\lambda = 10\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ 또는 마이크로파 ($\lambda = 8\text{mm} \sim 30\text{mm}$)
- 범위 : 수십 km의 중거리 관측, 단파나 그 이하의 저주파를 사용하여 수백 km 이상의 관측 가능 (데카, 토란, 오메가 등)
- 구성 : 두 대의 동일한 측정 장치
- 특징 : 대기 조건에 영향을 받음, 주국 (主局)과 종국 (終局)사이에 통화 가능, 양쪽 지점에 기계를 설치하는 것이 어려울 경우 측정 불가



학습목표

학습내용

- 3-1 거리의 정의
- 3-2 거리측량용 기구 및 장비
- 3-3 거리의 측정 방법
- 3-4 거리측정에서의 오차와 보정법
- 3-5 거리세부측량
- 3-6 전자파거리측량 →

목차보기

질문하기

3-6 전자파 거리측량

| 광파거리측정기

① 구성

- ▶ - 광파를 발생하는 광원, 광파 변조기, 변조된 광파를 송신하고 수신하는 광학장치, 사진배율기, 읽음 장치
- 광원은 주로 적외선과 레이저 사용

② 상세 관측 원리 (적외선 측정기의 경우)

- ▶ - 적외선 방출을 위하여 Ga, As 다이오드 사용
- 적외선 변조는 진폭 변조 방법 사용, 주파수는 수정발진기를 통해 정밀하게 조성
- 다이오드로부터 방출된 광선은 측정용 외부 빔과 내부 기준 빔으로 분해됨
- 외부 빔은 목표를 향하여 조준되어 송신되고 반사경에 반사되어 수신기로 수신함
- 내부 기준 반사되어 돌아오는 외부 빔의 세기와 비슷하게 조절하기 위하여 필터를 거침
- 두 빔은 간섭필터를 거친 후 전기 에너지로 변환되어 위상 차이가 측정됨
- 거리의 결정은 측정된 위상차를 이용하여 측정점에서 목표점까지의 총 파장수와 소수부분을 결정하며 이를 위하여 여러 개의 변조된 주파수 (일반적으로 10의 배수) 사용

③ 종류

- ▶ - 독립형 및 디오달라이트 부착형
- 송신기와 수신기가 동축인 경우 : 정육면체의 각프리즘을 적용한 반사경 사용
- 송신기와 수신기가 동축이 아닌 경우 : 송, 수신 신호가 구분되도록 하는 반사경 사용



학습목표

학습내용

- 3-1 거리의 정의
- 3-2 거리측량용 기구 및 장비
- 3-3 거리의 측정 방법
- 3-4 거리측정에서의 오차와 보정법
- 3-5 거리세부측량
- 3-6 전자파 거리측량 →

목차보기

질문하기

3-6 전자파 거리측량

| 전파거리측정기의 구성

- 똑 같은 광파거리측정기 2기 필요
- 출발 측정의 기계를 주국 (主局 : master), 목표점의 기계를 종국 (終局 : remote)라 부르며 서로 바꿀 수 있는 경우와 그렇지 않은 경우가 있음
- 두 기계간 통신 가능한 통신 장비 부착

| 전파거리측정기의 거리 결정 방법

- 주파수변조방법에 의해 변조된 측정 신호가 반송파에 실려 주국으로부터 송신되고 종국에서 수신되며 수신된 신호는 다시 주국으로 되돌려 보내짐
- 송신된 신호와 수신된 신호의 위상차 측정 방법을 사용하며 광파거리측정기와 마찬가지로 여러 개의 파장을 사용할



학습목표

학습내용

- 3-1 거리의 정의
- 3-2 거리측량용 기구 및 장비
- 3-3 거리의 측정 방법
- 3-4 거리측정에서의 오차와 보정법
- 3-5 거리세부측량
- 3-6 전자파 거리측량 →

목차보기

질문하기

3-6 전자파 거리측량

| 굴절계수와 그의 영향

- 굴절계수 : 진공 중에서의 전자파의 전파 속도와 대기 중에서의 전자파의 전파 속도의 비를 굴절계수 또는 굴절을 이라 하며 ,

$$n_a = \frac{C_0}{C}$$

여기서 , C_0 : 진공 속에서의 전자파의 전파 속도 , C : 대기 중에서의 전파 속도

광파와 전파의 굴절률에 영향을 미치는 요소 : 기온 , 대기압 , 수증기압 , 온도 , 습도

광파에 대한 굴절을 n_g 는 표준 대기조건 (표준 온도 0 °C , 760mmHg)에서 다음과 같이 주어지며 (Barrell과 Sears 공식)

$$n_g = 1 + (287.604 + 4.8864\lambda_c^{-2} + 0.068\lambda_c^{-4}) \times 10^{-6}$$

여기서 λ_{c} 는 마이크로미터 단위의 광파의 파장으로 갈륨 -비소 (Ga As)다이오드에 의하여 생성된 0.90~0.93 μm 의 근적외선 파장과 헬륨 -네온 (He Ne) 레이저에 의하여 생성된 0.6328 μm 의 레이저 파장임

표준대기조건이 아닌 일반적인 대기 조건에서 1ppm 정도의 정밀도를 얻기 위해서는 ,

$$n_a = 1 + \frac{0.359474(n_g - 1)P}{273.2 + t} - \frac{1.5026e \times 10^{-5}}{273.2 + t}$$

여기서 , P : 대기압 (mmHg), t : 대기온도 (t°C) , e : 수증기압 (mmHg)

실질적으로 현장 측에서는 보다 간단하게 굴절률을 계산하기도 함

$$n_a = 1 + 10^{-6} N$$

여기서 , N 을 대기보정이라고 하며 일반적으로 EDM에는 N 값에서 관측된 거리가 표시되도록 고안되어 있음



학습목표

학습내용

- 3-1 거리의 정의
- 3-2 거리측량용 기구 및 장비
- 3-3 거리의 측정 방법
- 3-4 거리측정에서의 오차와 보정법
- 3-5 거리 세부측량
- 3-6 전자파 거리측량 →

목차보기

질문하기