

• 학습 목표

트래버스라 함은 서로 인접되어 있는 여러 개의 측점 (또는 측선)을 서로 연결하여 만들어진 다변형의 도형을 말한다. 트래버스 측량은 서로 인접한 측선들에 의하여 만들어진 수평각과 각 측점의 길이를 측정하여 측점들의 상대적인 좌표를 결정하는 측량으로서 기준점 측량 (control survey)의 가장 보편적인 방법 중의 하나이다. 트래버스의 형태는 일반적으로 노선 형태로 되어 있으나 시점과 종점이 같은 경우에는 하나의 폐다각형을 형성한다. 그래서 트래버스 측량을 다각측량이라 부르기도 한다. 트래버스 측량은 각과 거리의 측정 정밀도가 측량의 결과에 결정적인 영향을 준다. 이 장에서는 트래버스 측량의 실시방법과 결과의 조정방법에 대해 학습하게 된다.



▶ 학습목표

▶ 학습내용

▶ 목차보기

▶ 질문하기



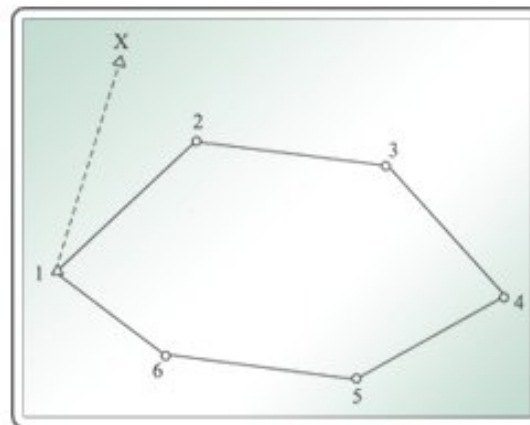
7-1 트래버스의 개요

- | **트래버스 (Traverse) :** 측점을 연결하는 여러 개의 측선으로 만들어진 다변형의 도형
- | **트래버스 측량 :** 기준이 되는 측점을 연결하는 측선의 길이와 그 방향을 관측하여 측점의 수평위치 (x, y)를 결정하는 방법
- | **다각측량 :** 트래버스 시점과 종점이 동일한 측점에서 폐합되는 때에는 폐합다각형 모양을 이루므로 다각측량이 라고도 함

| **트래버스 측량의 분류**

① 트래버스 형태에 따른 분류

- **개방트래버스 (open traverse) :** 어떤 지지점을 출발해서 출발점과는 전혀 관계없는 미지점에서 종료되는 트래버스로서 정확도가 매우 낮음, 기준점 측량과 같은 중요한 측량에서는 사용되지 않으며, 노선 측량에서의 답사 등 정밀을 요하지 않는 측량에 이용
- **폐합트래버스 (closed traverse) :** 어느 한 측점에서 측량을 시작하여 각 측점을 차례로 측정하고 최후에 다시 출발점으로 되돌아오는 것으로서 다각형의 내각의 합과 같은 기하학적인 조건에 의하여 각에 대한 측정오차를 확인하고 보정할 수 있으나 거리와 방향에 대한 오차는 확인할 방법이 없음, 토지 분할 등 소규모의 단독적인 측량에 많이 사용



[7-1] 폐합 트래버스



학습목표

학습내용

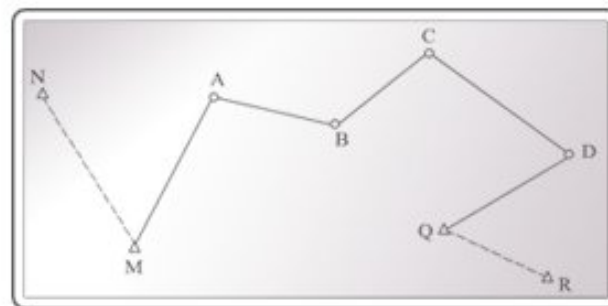
- 7-1 트래버스의 개요 →
- 7-2 트래버스 측량의 순서
- 7-3 수평각의 측정
- 7-4 측정각의 허용오차와 조정
- 7-5 방위각과 남북방위
- 7-6 방위각의 계산
- 7-7 위거와 경거
- 7-8 폐합오차와 폐합비
- 7-9 트래버스의 조정
- 7-10 조정 계산
- 7-11 트래버스의 면적 계산

목차보기

질문하기

7-1 트래버스의 개요

- 결합트래버스 (combined traverse, fixed traverse) : 좌표를 미리 알고 있는 기지점 (또는 기지변)을 출발점으로 하여 또다른 기지점 (또는 기지변)에 결합시키는 트래버스로서 가장 정밀한 방법



[7-2] 결합 트래버스

- 트래버스망 (traverse network)

② 조건유무에 따른 분류

- 자유 트래버스 측량
- 확정 (고정) 트래버스 측량 : 각도조건, 좌표조건 등
 - 폐합, 결합, 망상 T경우

③ 측정방법에 따른 분류

- Transit Traverse
- Compass Traverse
- Plan-Table Traverse
- Stadia Traverse



학습목표

학습내용

- 7-1 트래버스의 개요 →
- 7-2 트래버스 측량의 순서
- 7-3 수평각의 측정
- 7-4 측정각의 허용오차와 조정
- 7-5 방위각과 남북방위
- 7-6 방위각의 계산
- 7-7 위거와 경거
- 7-8 폐합오차와 폐합비
- 7-9 트래버스의 조정
- 7-10 조정 계산
- 7-11 트래버스의 면적 계산

목차보기

질문하기

7-2 트래버스 측량의 순서

→ 답사 → 선점 → 조표 → 관측 → 방위각측정 → 계산

| 답사

측량 작업이 현장에서 본격적으로 이루어지기 전에 상세한 측량 계획을 수립하기 위하여 측량 현장을 미리 방문하는 것

| 선점

답사를 통해 측점의 위치를 결정

| 선점시 유의 사항

- 트래버스의 노선은 될 수 있는 한 결합 트래버스가 되게 해야 함
- 결합 트래버스의 출발점과 결합점 사이의 거리는 짧게 하여야 함
- 트래버스의 노선은 평탄한 경로를 택해야 함
- 측점 간의 거리는 될 수 있는 한 등거리로 하며, 측점 사이에 큰 고저차가 없어야 함
- 측점은 지반이 견고하고 그 표지가 안전하게 보존될 수 있는 곳에 설치되어야 함
- 측점은 기계를 세이기 편리하고 관측이 용이하며 기계의 침하나 동요가 없어야 함
- 교통에 의하여 방해를 받거나 교통에 방해가 되지 않게 하여야 함



학습목표

학습내용

- 7-1 트래버스의 개요
- 7-2 트래버스 측량의 순서 →
- 7-3 수평각의 측정
- 7-4 측정각의 허용오차와 조정
- 7-5 방위각과 남북방위
- 7-6 방위각의 계산
- 7-7 위각의 경계
- 7-8 폐합오차와 폐합비
- 7-9 트래버스의 조정
- 7-10 조정 계산
- 7-11 트래버스의 면적 계산

목차보기

질문하기

7-2 트래버스 측량의 순서

→ 답사 → 선점 → 조표 → 관측 → 방위각측정 → 계산

조표

측량의 목적에 따라 필요한 기간까지 확실하게 보존할 수 있도록 지상에 표지를 설치, 영구 보존할 표지는 석주 또는 콘크리트 말뚝을 사용하고 장기간 보존이 필요치 않은 경우는 통나무 또는 각목 말뚝을 사용

관측

각 측선의 거리와 인접 측선이 서로 이루는 각을 측정, 트래버스 측량에서의 정밀도는 거리 측정의 정밀도에 지배되는 경우가 많으므로 거리 측정에 특별한 주의가 필요

방위각 측정

트래버스에서 기준이 되는 어느 하나의 측선이 자오선 방향(진북방향)과 만드는 각을 시계 방향으로 측하는 것을 말하며 일반적으로 관측하기 전, 후 또는 관측 도중에 실시, 두 개의 기준 삼각점을 기선으로 할 경우에는 계산에 의하여 방위각을 구하여 사용하며 이러한 방법을 역계산이라 함

계산

관측결과를 계산하고 오차를 조정해서 트래버스 점들의 평면 위치를 결정



학습목표

학습내용

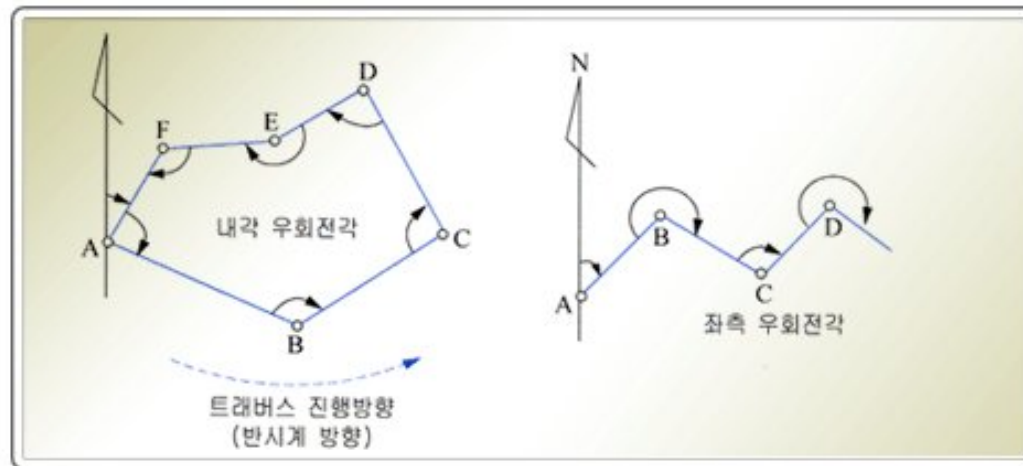
- 7-1 트래버스의 개요
- 7-2 트래버스 측량의 순서 →
- 7-3 수평각의 측정
- 7-4 측정각의 허용오차와 조정
- 7-5 방위각과 남북방위
- 7-6 방위각의 계산
- 7-7 위거와 경거
- 7-8 폐합오차와 폐합비
- 7-9 트래버스의 조정
- 7-10 조정 계산
- 7-11 트래버스의 면적 계산

목차보기

질문하기

7-3 수평각의 측정

교각법 (direct angle method) : 트래버스에서 인접하는 두 측선이 이루는 각을 교각이라고 부르며 이각을 측정하는 방법



[7-3] 교각법

- **폐합 Traverse** 경우 적합
각의 위치에 따라 내각 / 외각, 측각의 방법에 따라 우회전각/좌회전각
- **개방/결합** 경우
트래버스의 진행방향에 따라 우측각 / 좌측각, 측각의 방법에 따라 우회전각/좌회전각
- **트래버스 수 n인 폐합트래버스** 내각
 內角合 : $180 * (n - 2)$
 外角合 : $180 * (n + 2)$
- **장점**
 반복법(배각법)으로 측정 가능 → 정밀도 향상
 측각 독립적 → 측정순서 관계없이 측정가능
 오측 발견 → 재측 → 점검용이



학습목표

학습내용

- 7-1 트래버스의 개요
- 7-2 트래버스 측량의 순서
- 7-3 수평각의 측정
- 7-4 측정각의 허용오차와 조정
- 7-5 방위각과 남북방위
- 7-6 방위각의 계산
- 7-7 위치와 경거
- 7-8 폐합오차와 폐합비
- 7-9 트래버스의 조정
- 7-10 조정 계산
- 7-11 트래버스의 면적 계산

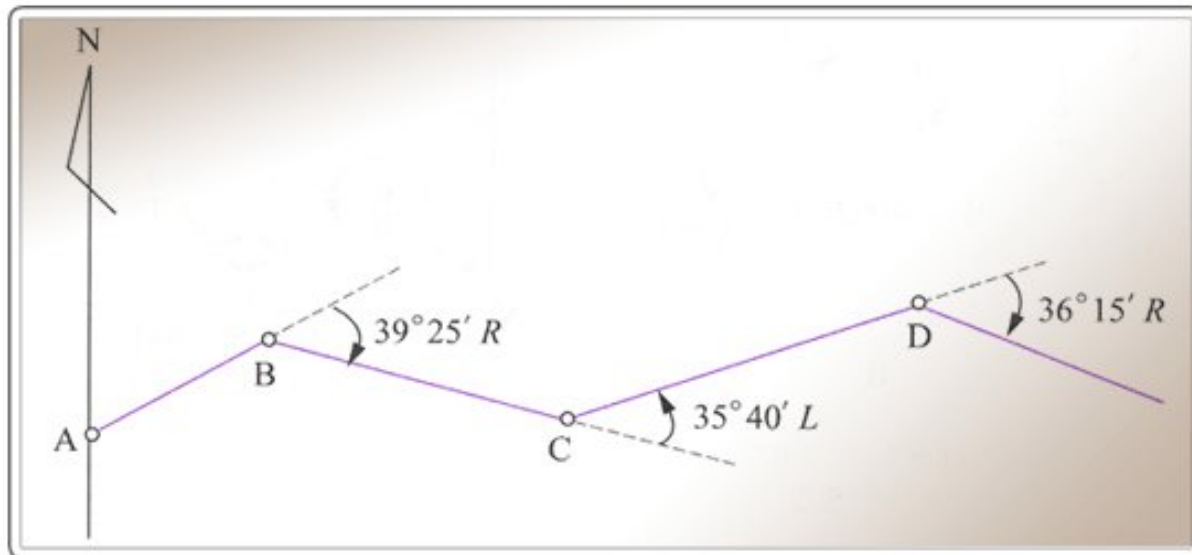
목차보기

질문하기

7-3 수평각의 측정

| **편각 (deflection angle)** : 어느 측선이 바로 앞 측선의 연장선과 이루는 각

- 편각은 항상 180도보다 작으며 편각의 앞 측선의 연장선 바른 쪽에 만들어지는 경우는 우편각이라 하고 R 또는 (+)로 표기하고 왼쪽에 만들어지는 경우는 좌편각이라 하고 L 또는 (-)로 표기



[7-4] 편각법

학습목표

학습내용

- 7-1 트래버스의 개요
- 7-2 트래버스 측량의 순서
- 7-3 수평각의 측정 →
- 7-4 측정각의 하중오차와 조정
- 7-5 방위각과 남북방위
- 7-6 방위각의 계산
- 7-7 위치와 경거
- 7-8 폐합오차와 폐합비
- 7-9 트래버스의 조정
- 7-10 조정 계산
- 7-11 트래버스의 면적 계산

목차보기

질문하기

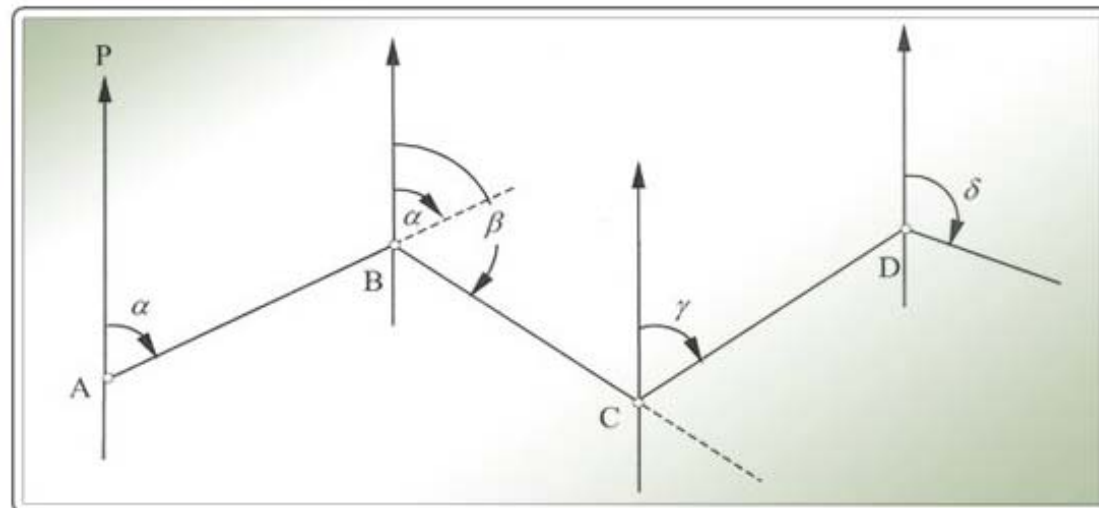
7-3 수평각의 측정

방위각법 (azimuth method)

어느 일정한 기준선으로부터 측선에 이르는 각을 시계 방향으로 측정한 각을 그 측선의 방향각이라 하고 특히 남북자오선을 기준선으로 할때의 방향각을 방위각이라 부르며, 방향각 또는 방위각을 측정하는 방법을 전원법 또는 방위각법이라 함

- 망원경 반전법

- (1) 트래버스의 출발점 A에 트랜싯을 세우고 기준방향 P를 시준 (후시)
- (2) 상부 운동으로 다음측점 B를 시준하며 (전시) 측선 AB의 방향각을 구하고 상부 고정 나사를 잠금
- (3) 기계를 다음 측점 B로 옮겨 세우고 망원경을 반전하여 반전위의 상태에서 하부 운동으로 A를 시준
- (4) 망원경을 다시 정위로 한 후 AB측선의 연장선을 얻음
- (5) 상부 운동으로 다음 측점 C를 시준 (전시), C 점을 시준한 각은 측선 BC의 방향각을 얻게 됨
- (6) 이와 같은 방법을 되풀이하여 모든 측선의 방향각 또는 방위각을 얻음



[7-5] 반전법



학습목표

학습내용

- 7-1 트래버스의 개요
- 7-2 트래버스 측량의 순서
- 7-3 수평각의 측정
- 7-4 측정각의 허용오차와 조정
- 7-5 방위각과 남북방위
- 7-6 방위각의 계산
- 7-7 위치와 경거
- 7-8 폐합오차와 폐합비
- 7-9 트래버스의 조정
- 7-10 조정 계산
- 7-11 트래버스의 면적 계산

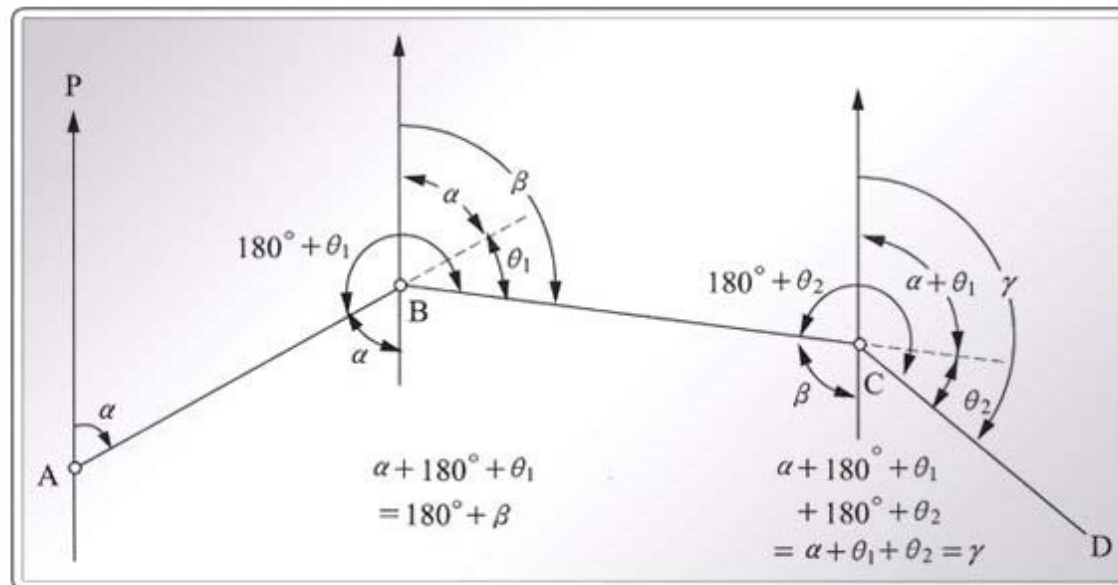
목차보기

질문하기

7-3 수평각의 측정

- 망원경 정위법

- (1) 측점 A에 기계를 세우고 기준 방향 P를 시준하고 (후시) 상부운동으로 측점 B를 시준하며 (전시) 축선 AB의 방향각을 구하고 상부 고정 나사를 잠금
- (2) 상부를 고정한 채로 기계를 B로 옮김
- (3) 망원경을 정위로 한 상태에서 하부 운동으로 A를 시준 (후시)
- (4) 망원경을 정위의 상태에서 상부 운동으로 C점을 시준, BC의 방향각을 계산
- (5) 상부 고정 나사를 잠그고 수평 분도원의 각을 고정한 채로 기계를 C점으로 옮김
- (6) 하부 운동으로 B를 시준 (후시)한 다음 다시 상부 운동으로 D점을 시준 (전시), CD 축선의 방향각을 얻음
- (7) 홀수 번호의 측점에서는 수평 분도원에 나타난 각이 직접 그 축선의 방향각이 되며, 짝수 번호의 측점에서는 수평분도원에 표시된 각에서 180을 뺀 값이 방향각이 됨



[7-6] 방위각법



학습목표

학습내용

- 7-1 트래버스의 개요
- 7-2 트래버스 측량의 순서
- 7-3 수평각의 측정
- 7-4 측정각의 허용오차와 조정
- 7-5 방위각과 남북방위
- 7-6 방위각의 계산
- 7-7 위거와 경거
- 7-8 폐합오차와 폐합비
- 7-9 트래버스의 조정
- 7-10 조정 계산
- 7-11 트래버스의 면적 계산

목차보기

질문하기

7-4 측정각의 허용오차와 조정

허용오차

$$E = K\sqrt{n} \quad \text{이 때} \quad \begin{cases} n: \text{트래버스의 변 또는 각의 수} \\ K: \text{측각기의 최소 눈금값} \end{cases}$$

기하학적 도형조건에 의한 각의 합과 계산된 각의 합과의 차인 각 폐합차가 허용오차보다 작을 경우에는 적절한 방법에 의하여 측정된 각을 조정하여야 하고, 허용오차보다 클 경우에는 재관측을 하여야 함

트래버스의 기하학적 조건

① 폐합트래버스

트래버스의 변수를 n , 측정각을 $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ $[a] = a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n$ 라 하면, 측각오차 Δa 는 다음의 각 경우와 같이 표시할 수 있다.

(1) 내각측정의 경우

다각형의 내각의 합은 $180^\circ(n-2)$ 이므로

$$\Delta a = 180^\circ(n-2) - [a]$$

(2) 외각측정의 경우

다각형에서 외각은 $(360^\circ - \text{내각})$ 이므로 외각의 합은 $(360^\circ \times n - \text{내각의 합})$, 즉

$360^\circ \times n - 180^\circ(n-2) = 180^\circ(n+2)$ 이 된다. 따라서

$$\Delta a = 180^\circ(n+2) - [a]$$

(3) 편각측정의 경우

편각은 $(180^\circ - \text{내각})$ 이므로 편각의 합은 $180^\circ \times n - 180^\circ(n-2) = 360^\circ$ 이다. 따라서

$$\Delta a = 360^\circ - [a]$$



학습목표

학습내용

- 7-1 트래버스의 개요
- 7-2 트래버스 측량의 순서
- 7-3 수평각의 측정
- 7-4 측정각의 허용오차와 조정 →
- 7-5 방위각과 남북방위
- 7-6 방위각의 계산
- 7-7 위거와 경거
- 7-8 폐합오차와 폐합비
- 7-9 트래버스의 조정
- 7-10 조정 계산
- 7-11 트래버스의 면적 계산

목차보기

질문하기

7-4 측정각의 허용오차와 조정

트래버스의 기하학적 조건

② 결합트래버스

- (a)의 경우

$$\{a_1 - (360^\circ - W_a)\} + a_2 + a_3 + \dots + a_{n-1} + (a_n - W_b) = 180^\circ(n-1)$$

$$W_a + [a] = 180^\circ(n+1) + W_b$$

$$\therefore \Delta a = (W_a - W_b) + [a] - 180^\circ(n+1)$$

- (b)의 경우

$$W_a + a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_{n-1} + (a_n - W_b) = 180^\circ(n-1)$$

$$W_a - W_b + [a] = 180^\circ(n-1)$$

$$\therefore \Delta a = (W_a - W_b) + [a] - 180^\circ(n-1)$$

- (c)의 경우

$$\{a_1 - (360^\circ - W_a)\} + a_2 + a_3 + \dots + a_n + (360^\circ - W_b) = 180^\circ(n-1)$$

$$W_a + [a] - W_b = 180^\circ(n-1)$$

$$\therefore \Delta a = (W_a - W_b) + [a] - 180^\circ(n-1)$$

- (d)의 경우

$$W_a + a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n + (360^\circ - W_b) = 180^\circ(n-1)$$

$$W_a + [a] - W_b + 360^\circ = 180^\circ(n-1)$$

$$\therefore \Delta a = (W_a - W_b) + [a] - 180^\circ(n-3)$$



학습목표

학습내용

- 7-1 트래버스의 개요
- 7-2 트래버스 측량의 순서
- 7-3 수평각의 측정
- 7-4 측정각의 허용오차와 조정 →
- 7-5 방위각과 남북방위
- 7-6 방위각의 계산
- 7-7 위거와 경거
- 7-8 폐합오차와 폐합비
- 7-9 트래버스의 조정
- 7-10 조정 계산
- 7-11 트래버스의 면적 계산

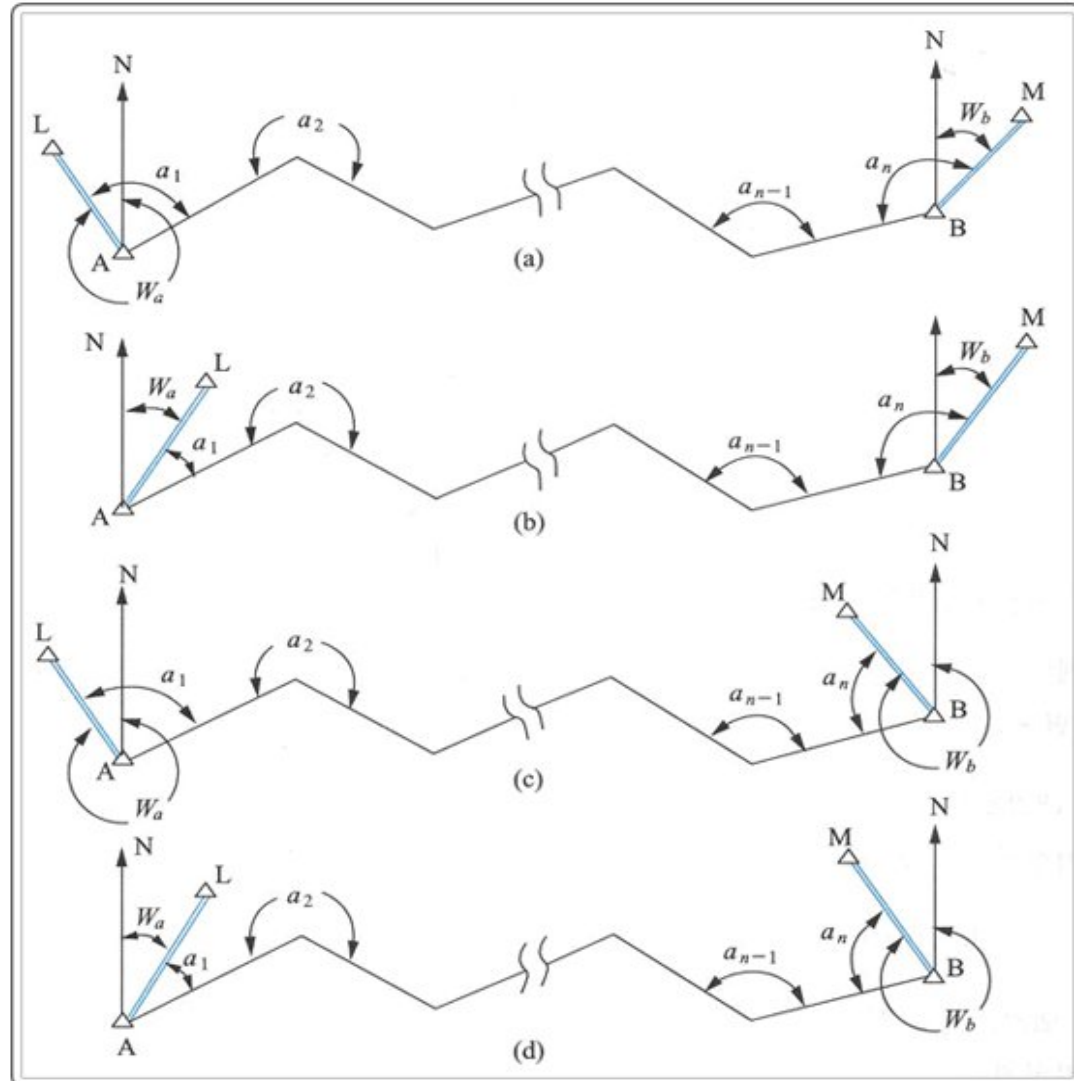
목차보기

질문하기

7-4 측정각의 허용오차와 조정

트래버스의 기하학적 조건

② 결합트래버스



[7-7] 결합 트래버스의 기하학적 조건



학습목표

학습내용

- 7-1 트래버스의 개요
- 7-2 트래버스 측량의 순서
- 7-3 수평각의 측정
- 7-4 측정각의 허용오차와 조정 →
- 7-5 방위각과 남북방위
- 7-6 방위각의 계산
- 7-7 위거와 경거
- 7-8 폐합오차와 폐합비
- 7-9 트래버스의 조정
- 7-10 조정 계산
- 7-11 트래버스의 면적 계산

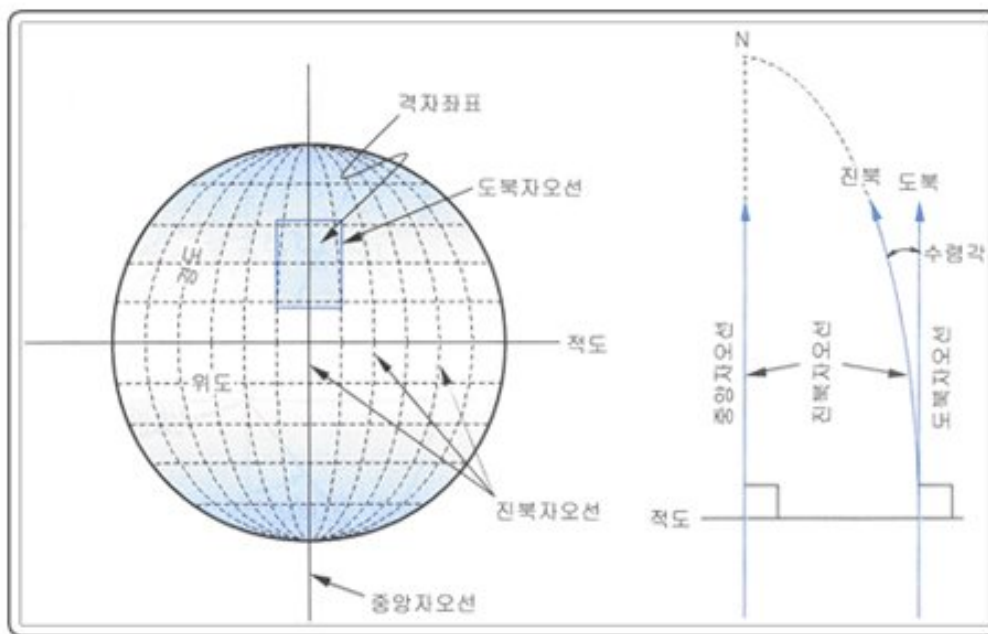
목차보기

질문하기

7-5 방위각과 남북방위

자오선

- 진북자오선 (true meridian) : 지구 표면에서 북극과 남극을 서로 연결한 선을 말하며 천체 측량에 의하여 결정되고 지구위 어느 곳에서나 자오선의 방향은 일정하고 극점에 수렴
- 도북자오선 (grid meridian) : 평면직각좌표계에서 원점을 통과하는 진북자오선을 중앙자오선 (central meridian)이라 하며, 중앙자오선과 나란한 자오선들을 도북자오선이라 함
- 자침자오선 (magnetic meridian) : 자침이 가리키는 북 방향과 나란한 선



[7-8] 자오선

학습목표

학습내용

- 7-1 트래버스의 개요
- 7-2 트래버스 측량의 순서
- 7-3 수평각의 측정
- 7-4 측정각의 허용오차와 조정
- 7-5 방위각과 남북방위 →
- 7-6 방위각의 계산
- 7-7 위거와 경거
- 7-8 폐합오차와 폐합비
- 7-9 트래버스의 조정
- 7-10 조정 계산
- 7-11 트래버스의 면적 계산

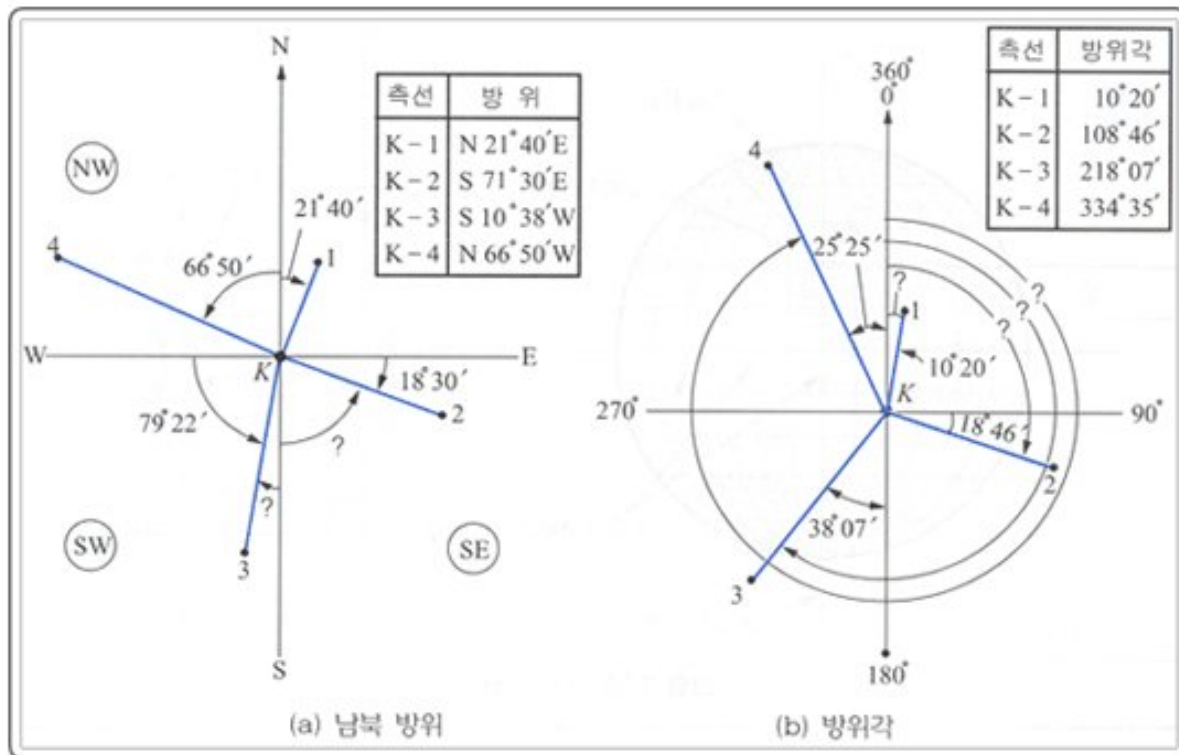
목차보기

질문하기

7-5 방위각과 남북방위

남북방위

- 남북 자오선과 측선이 이루는 각에 의하여 결정되는 측선의 방향을 말하며, 방위를 알기 위하여 각을 측정할 때에는 자오선의 북쪽 또는 남쪽 끝을 기준으로 하여 시계 방향 또는 반시계 방향으로 수평각을 측정하고 NE, SE, NW, SW를 각과 함께 표시



[7-9] 남북 방위와 방위각

방위각

- 자오선의 북쪽 끝으로부터 측선에 이르는 각을 시계 방향으로 잰 각을 말하며, 기준으로 하는 자오선에 따라 진북방위각, 자북방위각, 도북방위각 등으로 구분



학습목표

학습내용

- 7-1 트래버스의 개요
- 7-2 트래버스 측량의 순서
- 7-3 수평각의 측정
- 7-4 측정각의 허용오차와 조정
- 7-5 방위각과 남북방위
- 7-6 방위각의 계산
- 7-7 위거와 경거
- 7-8 폐합오차와 폐합비
- 7-9 트래버스의 조정
- 7-10 조정 계산
- 7-11 트래버스의 면적 계산

목차보기

질문하기

7-6 방위각의 계산

| 트래버스 측량의 계산 순서 : 방위각의 계산 → 거리와 위거의 계산 → 좌표의 계산 → 면적의 계산

| 교각으로부터 방위각계산

→ 어느 측선의 방위각 = 하나 앞 측선의 방위각 + 180 ± (교각)

(1) 진행방향의 우측교각측정 (우측교각법)

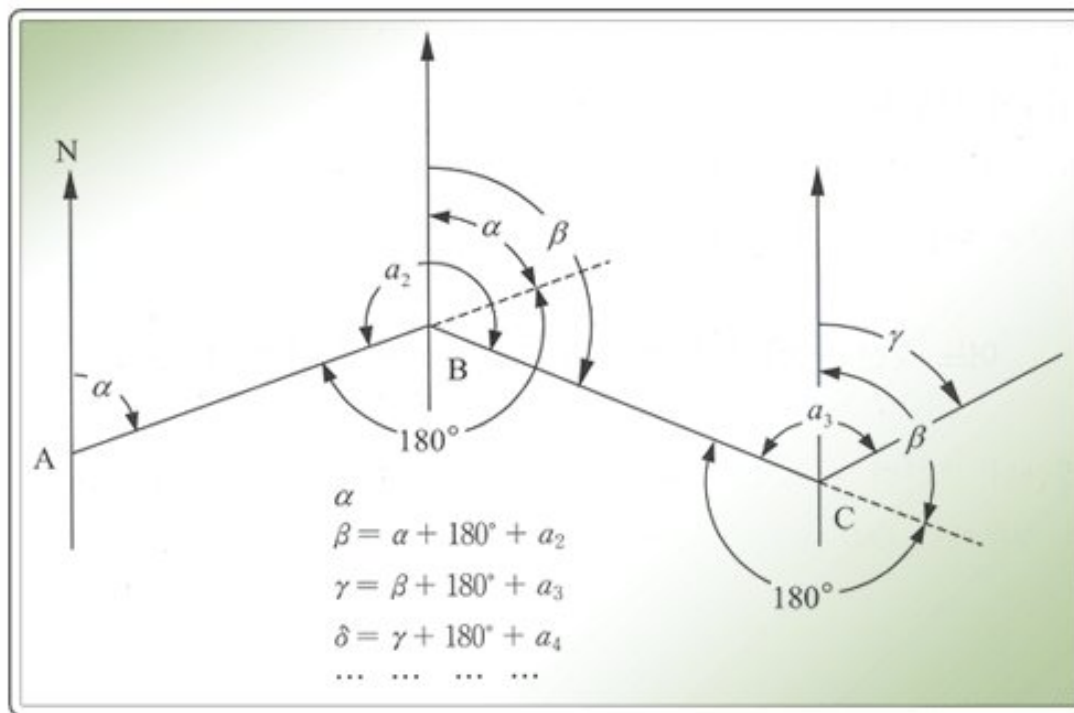
학습목표

학습내용

- 7-1 트래버스의 개요
- 7-2 트래버스 측량의 순서
- 7-3 수평각의 측정
- 7-4 측정각의 허용오차와 조정
- 7-5 방위각과 남북방위
- 7-6 방위각의 계산 →
- 7-7 위거와 거리
- 7-8 폐합오차와 폐합비
- 7-9 트래버스의 조정
- 7-10 조정 계산
- 7-11 트래버스의 면적 계산

목차보기

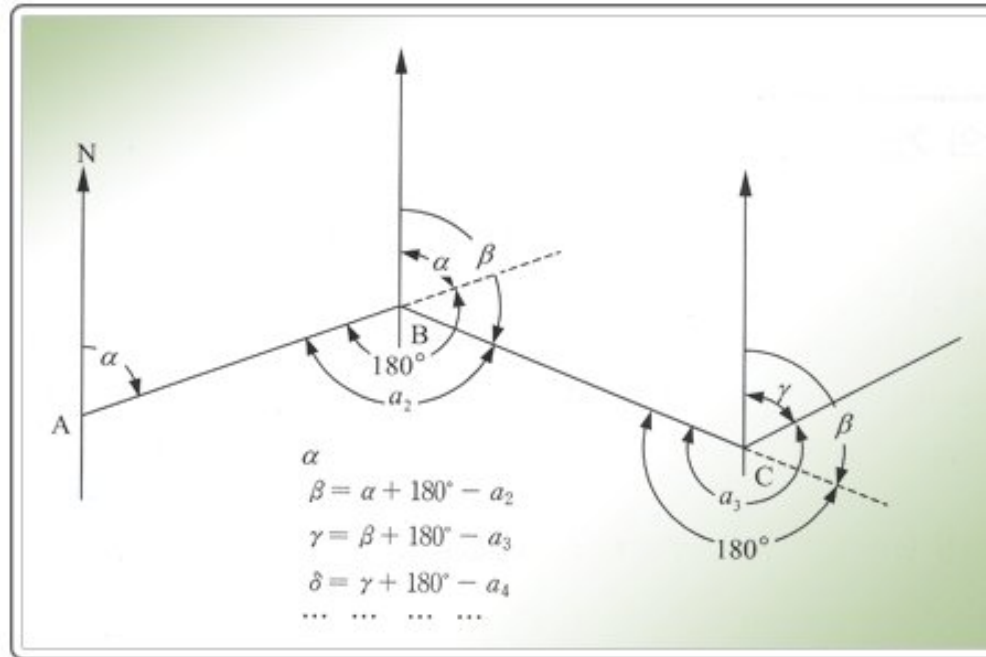
질문하기



[7-10] 폐합 트래버스

7-6 방위각의 계산

(2) 진행방향의 좌측교각 측정 (좌측교각법)



[7-11] 폐합 트래버스

학습목표

학습내용

- 7-1 트래버스의 개요
- 7-2 트래버스 측량의 순서
- 7-3 수평각의 측정
- 7-4 측정각의 허용오차와 조정
- 7-5 방위각과 남북방위
- 7-6 방위각의 계산 →
- 7-7 위거와 경거
- 7-8 폐합오차와 폐합비
- 7-9 트래버스의 조정
- 7-10 조정 계산
- 7-11 트래버스의 면적 계산

목차보기

질문하기

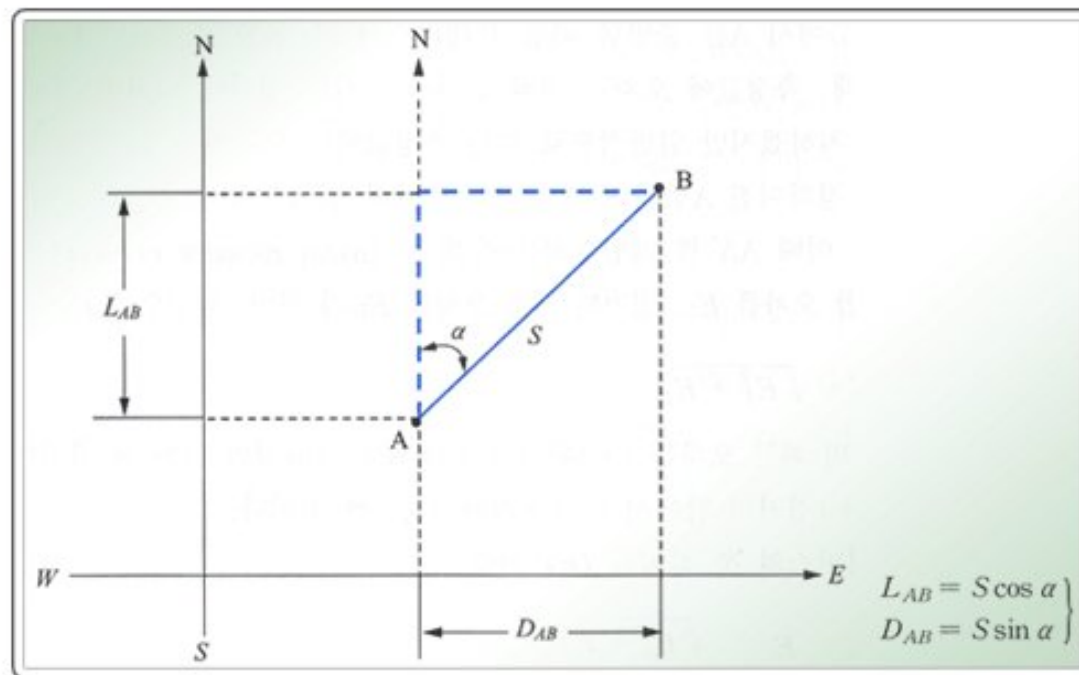
7-7 위거와 경거

| 위거 (Latitude)

: 그 측선의 남북자오선방향의 성분, 즉 남북자오선축에 정사투영된 투영 거리, 북 (+), 남 (-)

| 경거 (Departure)

: 그 측선의 동서방향의 성분, 즉 동서축에 정사 투영된 투영거리, 동 (+), 서 (-)



[7-12] 위거와 경거

학습목표

학습내용

- 7-1 트래버스의 개요
- 7-2 트래버스 측량의 순서
- 7-3 수평각의 측정
- 7-4 측정각의 허용오차와 조정
- 7-5 방위각과 남북방위
- 7-6 방위각의 계산
- 7-7 위거와 경거
- 7-8 폐합오차와 폐합비
- 7-9 트래버스의 조정
- 7-10 조정 계산
- 7-11 트래버스의 면적 계산

목차보기

질문하기

7-8 폐합오차와 폐합비

폐합 트래버스의 폐합오차

$$\left. \begin{aligned} \text{위거의 합} &= 0 : \Sigma(Lat) = 0 \\ \text{경거의 합} &= 0 : \Sigma(Dep) = 0 \end{aligned} \right\}$$

일반적으로 E_v , E_o 발생

폐합오차 $E = \sqrt{E_L^2 + E_D^2}$

폐합비 $R = \frac{E}{D} = \frac{\sqrt{E_L^2 + E_D^2}}{D}$



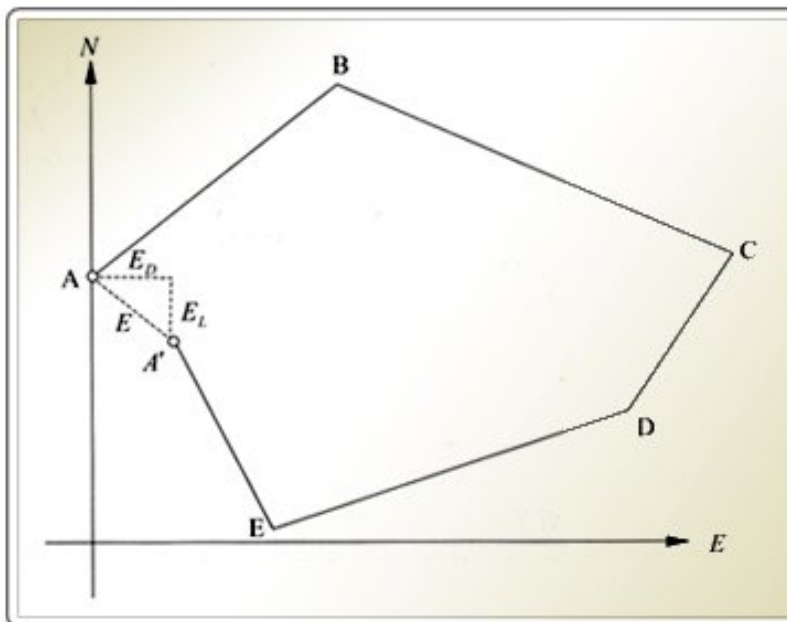
학습목표

학습내용

- 7-1 트래버스의 개요
- 7-2 트래버스 측량의 순서
- 7-3 수평각의 측정
- 7-4 측정각의 허용오차와 조정
- 7-5 방위각과 남북방위
- 7-6 방위각의 계산
- 7-7 위거와 경거
- 7-8 폐합오차와 폐합비 →
- 7-9 트래버스의 조정
- 7-10 조정 계산
- 7-11 트래버스의 면적 계산

목차보기

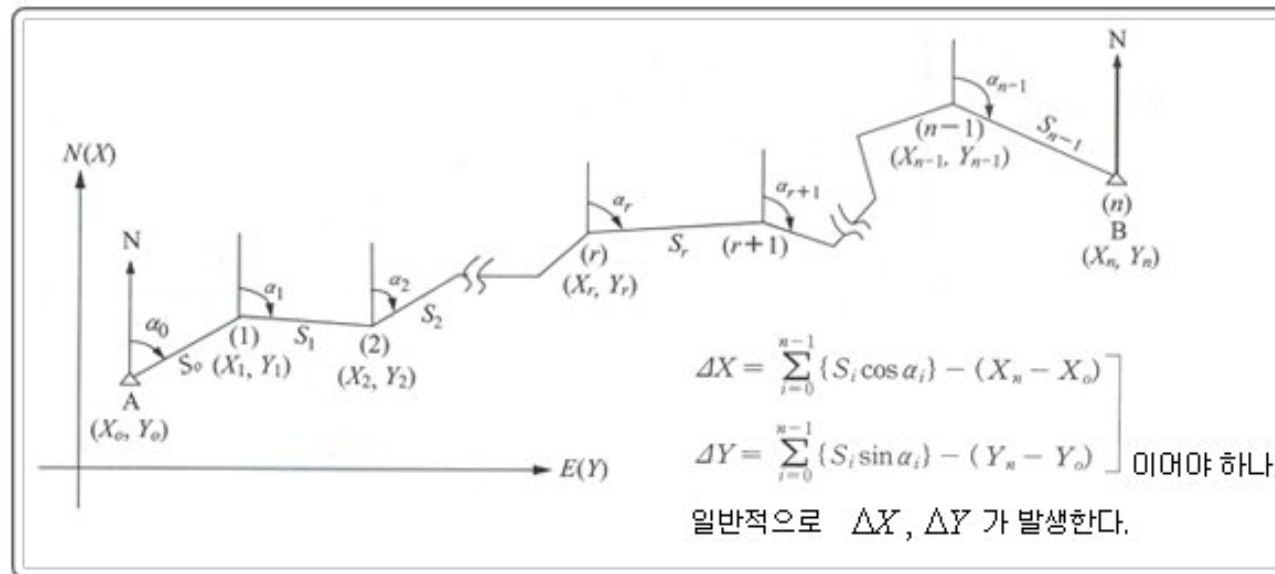
질문하기



[7-13] 폐합오차

7-8 폐합오차와 폐합비

| 결합 트래버스의 폐합오차



[7-14] 결합트래버스의 폐합오차

| 폐합비의 허용범위

- ① 장애물이 적은 탄탄한 장소, 시가지의 경우 : 1/5,000 ~ 1/40,000
- ② 산지와 같이 장애물이 많고 측량 작업이 어려운 장소, 삼림측량과 같은 경우 : 1/1,000 이하
- ③ 급경사가 없는 보통 지형의 장소, 토지 측량, 도로 및 철도와 같은 노선측량의 경우 : 1/3,000 ~ 1/5,000

학습목표

학습내용

- 7-1 트래버스의 개요
- 7-2 트래버스 측량의 순서
- 7-3 수평각의 측정
- 7-4 측정각의 허용오차와 조정
- 7-5 방위각과 남북방위
- 7-6 방위각의 계산
- 7-7 위거와 경거
- 7-8 폐합오차와 폐합비 →
- 7-9 트래버스의 조정
- 7-10 조정 계산
- 7-11 트래버스의 면적 계산

목차보기

질문하기

7-9 트래버스의 조정

트래버스의 조정

- 간미조정법 : 컴퍼스 법칙 , 트랜싯 법칙 , 크렌달 방법
- 엄밀조정법 : 최소 제곱법

컴퍼스 법칙 (compass rule)

: 각과 거리는 같은 정밀도로 측정되었으며 측정에서 발생하는 오차는 우연오차로서 변의 길이에 비례한다고 가정. 위거와 경거의 조정은 위거와 경거의 폐합오차를 각 측선의 크기에 비례하여 조정

$$\left. \begin{aligned} e_L &= E_L \times \frac{S_i}{\sum S} \\ e_D &= E_D \times \frac{S_i}{\sum S} \end{aligned} \right\}$$

이 때, $\left\{ \begin{aligned} \sum S &: \text{트래버스 측선의 총합} \\ S &: \text{임의측선의 길이} \\ e_L, e_D &: \text{임의측선의 위거 및 경거 조정량} \\ \Delta L, \Delta D &: \text{위-경거 폐합오차} \end{aligned} \right.$

어느 측선의 위거(또는 경거)의 조정량=위거(또는 경거)의 폐합오차 x

그 측선의 길이

측선의 총 길이



학습목표

학습내용

- 7-1 트래버스의 개요
- 7-2 트래버스 측량의 순서
- 7-3 수평각의 측정
- 7-4 측정각의 허용오차와 조정
- 7-5 방위각과 남북방위
- 7-6 방위각의 계산
- 7-7 위거와 경거
- 7-8 폐합오차와 폐합비
- 7-9 트래버스의 조정
- 7-10 조정 계산
- 7-11 트래버스의 면적 계산

목차보기

질문하기

7-9 트래버스의 조정

| 트랜짓법칙 (transit rule)

: 각의 측정이 거리의 측정보다 더 정밀하게 이루어 졌으며 오차는 우연오차라 가정, 오차를 측선의 위거와 경거에 비례하여 배분

$$\left. \begin{aligned} e_L &= E_L \times \frac{L_i}{\sum |Lat|} \\ e_D &= E_D \times \frac{D_i}{\sum |Dep|} \end{aligned} \right\} \text{이 때, } \begin{cases} \sum L, \sum D: \text{ 위거 및 경거 절대치의 합} \\ L, D: \text{ 임의 측선의 위거 및 경거} \end{cases}$$

어느 측선의 위거(또는 경거)의 조정량 = 위거(또는 경거)의 폐합오차 × $\frac{\text{그 측선의 위거(또는 경거)}}{\text{위거(또는 경거)의 절대값의 총합}}$

| 크렌달 방법

: 트랜짓 법칙과 유사하며 특히 각의 측정이 거리 측정보다 더 정밀할 경우에 적합, 각은 같은 중량으로 취급하는 반면에 거리는 최소 제곱의 원리에 의하여 길이에 대한 중량평균을 사용



학습목표

학습내용

- 7-1 트래버스의 개요
- 7-2 트래버스 측량의 순서
- 7-3 수평각의 측정
- 7-4 측정각의 허용오차와 조정
- 7-5 방위각과 남북방위
- 7-6 방위각의 계산
- 7-7 위거와 경거
- 7-8 폐합오차와 폐합비
- 7-9 트래버스의 조정
- 7-10 조정 계산
- 7-11 트래버스의 면적 계산

목차보기

질문하기

7-10 조정 계산

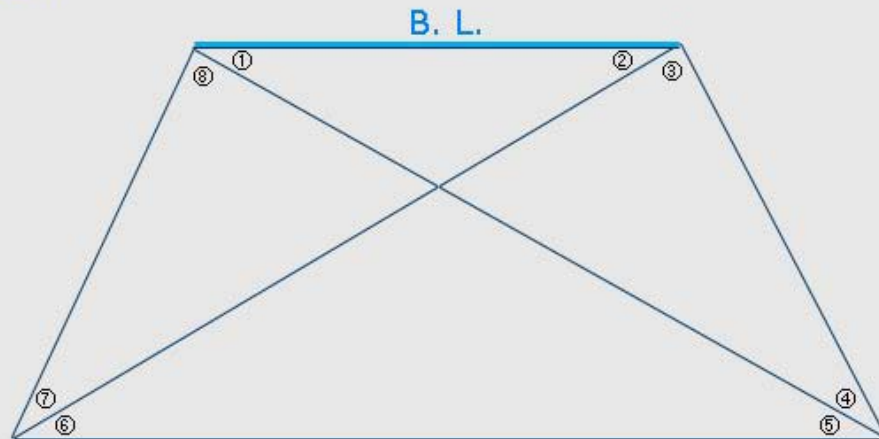
간이 계산법

- 조건방정식을 순차적으로 계산
- 각 단계별로 바로 전 단계에서 조정된 값을 이용

엄밀 조정법

- 조건방정식을 동시에 최소제곱법으로 계산
- 최초의 관측값으로 계산이 수행됨
- 많은 관측각, 기선, 검기선 등으로 잉여조건식이 많은 경우 이용됨

EXAMPLE 1> 사변형의 경우



① 조건식의 총 수	$K_1 = a - 2P + 3 + B = 4$	P (삼각점 총수)=4
② 각 조건식의 수	$K_2 = 1 - l' - P + 1 = 3$	a (관측각 수)=8
③ 변 조건식의 수	$K_3 = 1 - 2P + 2 + B = 1$	B (기선+검기선 수)=1
④ 축점 조건식의 수	$K_4 = a + P + 2l + l' = 0$	l (삼각망 변수)=6
		l' (편관측 변수)=0

(a) 조건식의 수

학습목표

학습내용

- 7-1 트래버스의 개요
- 7-2 트래버스 측량의 순서
- 7-3 수평각의 측정
- 7-4 측정각의 허용오차와 조정
- 7-5 방위각과 남북방위
- 7-6 방위각의 계산
- 7-7 위거와 경거
- 7-8 폐합오차와 폐합비
- 7-9 트래버스의 조정
- 7-10 조정 계산
- 7-11 트래버스의 면적 계산

목차보기

질문하기

7-10 조정 계산

(b) 각 조건

- ①+②+③+④+⑤+⑥+⑦+⑧=360° -- ㉑
- ①+②+⑦+⑧=180° -- ㉒
- ③+④+⑤+⑥=180° -- ㉓
- ①+②+③+④=180° -- ㉔
- ⑤+⑥+⑦+⑧=180° -- ㉕
- ①+②-⑤-⑥=0° -- ㉖
- ③+④-⑦-⑧=0° -- ㉗

총 7개의 방정식 중에서

$$\left. \begin{array}{l} \text{㉑} + \text{㉕} = \text{㉓} \\ \text{㉑} - \text{㉓} = \text{㉖} \\ \text{㉓} - \text{㉕} = \text{㉔} \\ \text{㉑} - \text{㉑} = \text{㉔} \end{array} \right\} \text{와 같이 소거시키면, 나머지 ㉒, ㉔, ㉕ 는 서로 소거할 수 없다. 따라서, 위 조건들 중 3식이 독립적이며, 여기서는 ㉒, ㉔, ㉕ 를 사용한다.}$$

따라서, 각(各) 각(角)에 대한 보정량을 $v_1, v_2, v_3, \dots, v_8$ 이라면

$$\begin{cases} v_1 + v_2 + \dots + v_8 - 360^\circ = C_1 = 360^\circ - (\text{㉑} + \text{㉒} + \dots + \text{㉓}) \\ (v_1 + v_2) - (v_5 + v_6) = C_2 = \text{㉕} + \text{㉖} - (\text{㉑} + \text{㉒}) \\ (v_3 + v_4) - (v_7 + v_8) = C_3 = \text{㉗} + \text{㉘} - (\text{㉓} + \text{㉔}) \end{cases}$$



학습목표

학습내용

- 7-1 트래버스의 개요
- 7-2 트래버스 측량의 순서
- 7-3 수평각의 측정
- 7-4 측정각의 허용오차와 조정
- 7-5 방위각과 남북방위
- 7-6 방위각의 계산
- 7-7 위거와 경거
- 7-8 폐합오차와 폐합비
- 7-9 트래버스의 조정
- 7-10 조정 계산 →
- 7-11 트래버스의 면적 계산

목차보기

질문하기

7-10 조정 계산

(c) 변 조건식

$$\frac{\overline{AB}}{\sin 4} = \frac{\overline{BC}}{\sin 1} \rightarrow \overline{BC} = \frac{\sin 1}{\sin 4} \overline{AB}$$

$$\frac{\overline{BC}}{\sin 6} = \frac{\overline{CD}}{\sin 3} \rightarrow \overline{CD} = \frac{\sin 3}{\sin 6} \overline{BC} = \frac{\sin 1 \sin 3}{\sin 4 \sin 6} \overline{AB}$$

$$\frac{\overline{AD}}{\sin 5} = \frac{\overline{CD}}{\sin 8} \rightarrow \overline{AD} = \frac{\sin 5}{\sin 8} \overline{CD} = \frac{\sin 1 \sin 3 \sin 5}{\sin 4 \sin 6 \sin 8} \overline{AB}$$

$$\frac{\overline{AB}}{\sin 7} = \frac{\overline{AD}}{\sin 2} \rightarrow \overline{AB} = \frac{\sin 7}{\sin 2} \overline{AD} = \frac{\sin 1 \sin 3 \sin 5 \sin 7}{\sin 2 \sin 4 \sin 6 \sin 8} \overline{AB}$$

$$\therefore \frac{\sin 1 \sin 3 \sin 5 \sin 7}{\sin 2 \sin 4 \sin 6 \sin 8} \overline{AB} = 1 \leftarrow S \text{로 놓음}$$

$$F = S - 1 = 0$$

이 비선형방정식을 편미분 \Rightarrow 선형화 하면

$$F_D = \frac{\partial S}{\partial 1} d(1) + \frac{\partial S}{\partial 2} d(2) + \dots + \frac{\partial S}{\partial 8} d(8) = 0$$

여기서, $F_0 = S_0 - 1$, o : 실측각



학습목표

학습내용

- 7-1 트래버스의 개요
- 7-2 트래버스 측량의 순서
- 7-3 수평각의 측정
- 7-4 측정각의 허용오차와 조정
- 7-5 방위각과 남북방위
- 7-6 방위각의 계산
- 7-7 위거와 경거
- 7-8 폐합오차와 폐합비
- 7-9 트래버스의 조정
- 7-10 조정 계산 →
- 7-11 트래버스의 면적 계산

목차보기

질문하기

7-10 조정 계산

(c) 변 조건식

이때,

$$\frac{\partial S}{\partial 1} = \left(\frac{\sin 3 \sin 5 \sin 7}{\sin 2 \sin 4 \sin 6 \sin 8} \right) \cos 1 = S_0 \frac{\cos 1}{\sin 1} = S_0 \cot 1$$

$$\frac{\partial S}{\partial 2} = \left(\frac{\sin 1 \sin 3 \sin 5 \sin 7}{\sin 4 \sin 6 \sin 8} \right) \left(-\frac{\cos 2}{\sin^2 2} \right) = S_0 \left(-\frac{\cos 2}{\sin 2} \right) = -S_0 \cot 2$$

이와 같이,

$$\frac{\partial S}{\partial 3} = S_0 \cot 3, \quad \frac{\partial S}{\partial 4} = -S_0 \cot 4, \quad \dots, \quad \frac{\partial S}{\partial 8} = -S_0 \cot 8$$

$$\therefore F_0 = S_0 (\cot 1 d 1 - \cot 2 d 2 + \cot 3 d 3 - \dots - \cot 8 d 8) = 0$$

여기서, $d 1, d 2, d 3, \dots, d 8$ 은

각(측) 보정량 $v_1, v_2, v_3, \dots, v_8$ 과 같으므로,

$$\cot 1 v_1 - \cot 2 v_2 + \cot 3 v_3 - \dots - \cot 8 v_8 = C_4$$

여기서, $C_4 = \frac{F_0}{S_0} = \frac{S_0 - 1}{S_0}$



학습목표

학습내용

- 7-1 트래버스의 개요
- 7-2 트래버스 측량의 순서
- 7-3 수평각의 측정
- 7-4 측정각의 허용오차와 조정
- 7-5 방위각과 남북방위
- 7-6 방위각의 계산
- 7-7 위치와 경거
- 7-8 폐합오차와 폐합비
- 7-9 트래버스의 조정
- 7-10 조정 계산 →
- 7-11 트래버스의 면적 계산

목차보기

질문하기

7-10 조정 계산

| 간이 조정법

이상과 같이 총 4개의 각 조건, 변 조건식이 구해지면

- 각조건 조정 : 폐합차를 각의 수로 나누어 반대부호로 보정한다.
- 변조건 조정 : 모든 측정이 같은 Weight로 이루어졌다면

$$\left. \begin{aligned} v_1 = v_3 = v_5 = v_7 = v \\ v_2 = v_4 = v_6 = v_8 = -v \end{aligned} \right\} \text{로 서로 다른 부호의 보정을 하자.}$$

이 경우, 변조건식 C_4 는,

$$C_4 = v(\cot\textcircled{1} + \cot\textcircled{2} + \cot\textcircled{3} + \dots + \cot\textcircled{8}) = v \sum \cot\alpha_i$$

$$\therefore v = \frac{C_4}{v \sum \cot\alpha_i} \quad \text{또는} \quad v' = \frac{C_4}{v \sum \cot\alpha_i} \rho''$$



학습목표

학습내용

- 7-1 트래버스의 개요
- 7-2 트래버스 측량의 순서
- 7-3 수평각의 측정
- 7-4 측정각의 허용오차와 조정
- 7-5 방위각과 남북방위
- 7-6 방위각의 계산
- 7-7 위거와 경거
- 7-8 폐합오차와 폐합비
- 7-9 트래버스의 조정
- 7-10 조정 계산 →
- 7-11 트래버스의 면적 계산

목차보기

질문하기

7-10 조정 계산

| 엄밀 조정법

4 개의 조건 방정식에 Lagrange 미정계수 $-2K_i$ 를 곱하여,

$$F = v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + v_4^2 + \dots + v_8^2 - 2K_1(v_1 + v_2 + v_3 + \dots + v_8 - C_1) - 2K_2((v_1 + v_2 - v_5 + v_6 - C_2) - 2K_3(v_3 + v_4 - v_7 - v_8 - C_3) - 2K_4(\cot\textcircled{1}v_1 - \cot\textcircled{2}v_2 + \cot\textcircled{3}v_3 - \dots - \cot\textcircled{8}v_8 - C_4)$$

이를 $v_1, v_2, v_3, \dots, v_8$ 각각에 대해 편미분하면,

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial v_1} = 2v_1 - 2K_1 - 2K_2 - 2K_4 \cot\textcircled{1} = 0 \\ \frac{\partial F}{\partial v_2} = 2v_2 - 2K_1 - 2K_2 + 2K_4 \cot\textcircled{2} = 0 \\ \vdots \\ \frac{\partial F}{\partial v_8} = 2v_8 - 2K_1 - 2K_3 + 2K_4 \cot\textcircled{8} = 0 \end{cases}$$

이를 K 에 대해 풀고, K 를 다시 대입하여 $v_1, v_2, v_3, \dots, v_8$ 을 구하여 보정한다



학습목표

학습내용

- 7-1 트래버스의 개요
- 7-2 트래버스 측량의 순서
- 7-3 수평각의 측정
- 7-4 측정각의 허용오차와 조정
- 7-5 방위각과 남북방위
- 7-6 방위각의 계산
- 7-7 위거와 경거
- 7-8 폐합오차와 폐합비
- 7-9 트래버스의 조정
- 7-10 조정 계산 →
- 7-11 트래버스의 면적 계산

목차보기

질문하기

7-11 트래버스의 면적 계산

| 배횡거법

- 횡거 : 축선의 중앙점으로부터 기준자오선에 내린 수선의 길이
- 배횡거 : 횡거의 두 배의 길이

트래버스 면적 $\left\{ \begin{array}{l} \text{우시 : 결과면적 (-)} \\ \text{좌시 : 결과면적 (+)} \end{array} \right\}$ 그러나 결과부호는 무시

위거부호(+) → 면적부호(+)

위거부호(-) → 면적부호(-)

축선의배횡거 = 하나 앞 축선의 배횡거 + 하나 앞 축선의 경거 + 그 축선의 경거

$$\text{면적 } S = \frac{1}{2} [\sum (\text{각축선의 위거} \times \text{각축선의 배횡거})]$$



학습목표

학습내용

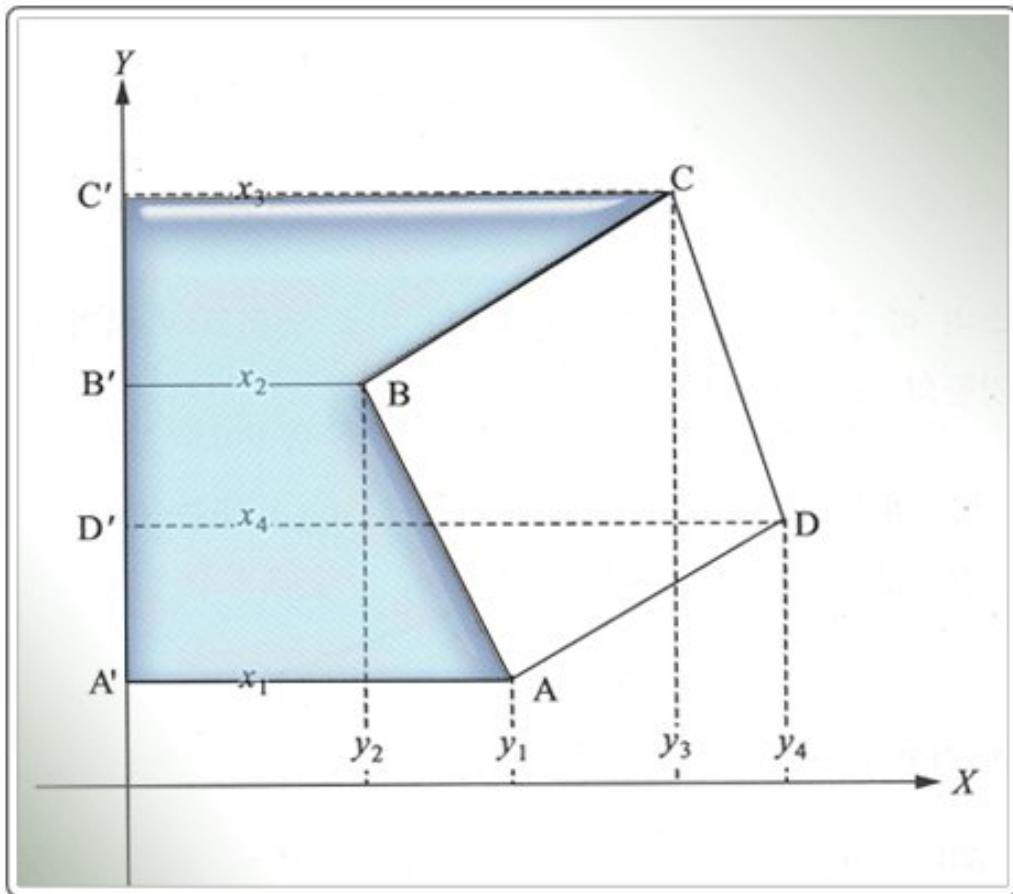
- 7-1 트래버스의 개요
- 7-2 트래버스 측량의 순서
- 7-3 수평각의 측정
- 7-4 축정각의 하중오차와 조정
- 7-5 방위각과 남북방위
- 7-6 방위각의 계산
- 7-7 위거와 경거
- 7-8 폐합오차와 폐합비
- 7-9 트래버스의 조정
- 7-10 조정 계산
- 7-11 트래버스의 면적 계산 →

목차보기

질문하기

7-11 트래버스의 면적 계산

좌표법



그런데

$$\text{다각형 } A'ADCC' = \text{다각형 } C'CDD' + \text{다각형 } D'DAA'$$

$$\text{다각형 } A'ABCC' = \text{다각형 } C'CBB' + \text{다각형 } B'BAA' \quad \text{이므로}$$



학습목표

학습내용

- 7-1 트래버스의 개요
- 7-2 트래버스 측량의 순서
- 7-3 수평각의 측정
- 7-4 측정각의 허용오차와 조정
- 7-5 방위각과 남북방위
- 7-6 방위각의 계산
- 7-7 위거와 경거
- 7-8 폐합오차와 폐합비
- 7-9 트래버스의 조정
- 7-10 조정 계산
- 7-11 트래버스의 면적 계산 →

목차보기

질문하기

7-11 트래버스의 면적 계산

좌표법

다각형 ABCD의 면적 A는

$$\begin{aligned}
 A &= \text{면적 } C'CDD' + \text{면적 } D'DAA' - \text{면적 } C'CBB' - \text{면적 } B'BAA' \\
 &= \frac{1}{2}(x_3 + x_4)(y_3 - y_4) + \frac{1}{2}(x_4 + x_1)(y_4 - y_1) \\
 &\quad - \frac{1}{2}(x_3 + x_2)(y_3 - y_2) - \frac{1}{2}(x_2 + x_1)(y_2 - y_1)
 \end{aligned}$$

양변에 2를 곱해서 정리하면

$$2A = x_1(y_4 - y_2) + x_2(y_1 - y_3) + x_3(y_2 - y_4) + x_4(y_3 - y_1) \quad (7.11)$$

식 (7.11)을 다시 정리하면 다음과 같이 쓸 수도 있다. 즉

$$\begin{aligned}
 2A &= x_2y_1 + x_3y_2 + x_4y_3 + \cdots + x_ny_{n-1} + x_1y_n \\
 &\quad - (x_1y_2 + x_2y_3 + x_3y_4 + \cdots + x_{n-1}y_n + x_ny_1)
 \end{aligned} \quad (7.12)$$

이들 관계를 다시 표현하면 다음과 같다. 즉

폐합트래버스의 배면적은 각 축점의 x좌표와 바로 인접된 y좌표의 차를 곱한 것들의 대수합이다.

계산된 최종 면적은 계산의 순서(또는 방향)에 따라 (+) 또는 (-)가 나올 수 있으나 (-)의 경우 그 절대값을 취하면 된다.



학습목표

학습내용

- 7-1 트래버스의 개요
- 7-2 트래버스 측량의 순서
- 7-3 수평각의 측정
- 7-4 측정각의 허용오차와 조정
- 7-5 방위각과 남북방위
- 7-6 방위각의 계산
- 7-7 위거와 경거
- 7-8 폐합오차와 폐합비
- 7-9 트래버스의 조정
- 7-10 조정 계산
- 7-11 트래버스의 면적 계산 →

목차보기

질문하기