

### 학 습 목 표

#### I 공간정보공학이란?

지구 표면이나 그 위,아래에 있는 모든 대상물의 기하학적 위치를 결정하며, 이들의 물리적 현상과 문화적 환경에 대한 정보를 수집한 다음 이들을 알맞은 형태로 묘사하고, 정보를 처리하는 과학 기술을 말한다.

측량(surveying)은 이들의 정성적, 정량적 정보를 수집하고 축적하기 위하여 필요에 따라 측정, 계산, 분류, 기록 등의 방법을 사용한다.

각과 거리를 측정하는 재래식 측량과 지도제작 등이 그 주된 내용을 이루며 왔던 기존의 측량학은 최근 많은 발전을 거듭하며 공간정보공학으로 변화하였으며, 항공사진측량(aerial surveying), 원격탐사(remote sensing), 인공위성측량(satellite surveying), 관성측량(inertial surveying) 등 현대적인 측량 기술로 발달되어 왔다.

특히 컴퓨터 및 주변기기의 발전은 상대적으로 많은 양의 정보를 간편하고 신속하게 처리할 수 있게 되었으며 이에 따라 지형정보체계(geographic information system)와 같은 새로운 측량기법이 발전하게 되었다.

이 장에서는 공간정보공학이라는 방법론 경향의 통합학문으로서 공간정보를 취득하기 위해 역사적 배경과 지구의 모양과 측량의 기준 등에 대해 학습하게 된다.



학습목표

학습내용

목차보기

질문하기

### 1-1 측량의 정의와 역사

| **광의** : 지구와 그 환경에 대한 물리적인 정보를 수집하고, 이것을 처리하기 위한 모든 방법들을 망라하는 기술

| **협의** : 지구 및 우주공간에 존재하는 제 점간의 상호위치관계(절대위치, 상대위치)와 그 특성을 해석하는 기술

→ 이전까지 측량이라고 하면 각과 거리를 측정하는 **재래식 측량**과 **지도제작** 등이 그 주된 내용을 이루어 왔으나 그 동안 많은 발전을 거듭하여 **오늘에 와서는 항공사진측량, 원격탐사, GPS 측량, 관성측량 등 현대적인 측량 기술로 발달**

| **정량화요소** : Length, Angle, Time, Mass

| **역할**

- ① 측량계획 (decision making)
- ② 야외관측 (field work): data acquisition
- ③ 계산 (computing): data processing
- ④ 지도화 (mapping): data representation
- ⑤ 측표측설 (stakeout)

| **처리순서**

- 대상물에 대한**
- 조사 (Investigation)
  - 관측 (Observation)
  - 정량화 (Quantification)
  - 계획 및 설계 (Planning & Design)
  - 평가 및 유지관리 (Assessment & Management)

학습목표

학습내용

1-1 측량의 정의와 역사 →

1-2 측량의 분류

1-3 측량의 기준

1-4 평면위치의 기준

1-5 투영

1-6 측량차표계

1-7 측량작업의 과정

목차보기

질문하기



#### 1-1 측량의 정의와 역사

##### | 측량학의 활용분야

- 지표면 (지형도), 지하 (지질도), 해저 (수심도, 해도)의 각종 지도제작
- 사유지 및 공유지의 소유권 확보를 위한 경계확정 (지적도)
- 토지이용계획, 환경관리, 자원보존 및 활용에 이용되는 주제도 (Thematic map)
- 지상, 지하 및 제 공간에서의 구조물 위치 및 크기 결정
- 지구의 크기 및 형상, 중력과 자기장 등의 측정

##### 특히 공학분야

: 도로, 철도, 교량, 터널, 댐, 도시계획, 상하수도시설, 간척지 등의 토목건설공사

##### | 측량의 역사 (국외)

- BC 2500 : 최고 (最古)의 지도 - 바빌로니아시 북방 GaSur의 점토판 지도
- BC 1400 이집트 : 나일강 홍수에 따른 토지경계 복원 → 조세의 목적
- BC 1700 :  $\pi = 3.1605$
- BC 4700 Khufu 왕조의 pyramid

변길이 455,73ft (=138,91m) → 평균오차 0,05ft (=0,015m)

방위 00° 03' 43" W → 약 1/1,000 정확도

- Greece 사상가의 기하학 연구 Heron의 디올터
- Rome 의 사원, 도로, 수도 건설 측량 및 식민지 토지소유경계측량
- 이후 르네상스 시대 렌즈의 발명 → 광학측량기
- 제 1,2차 세계대전
- 우주개발시대
- 현대측량장비 : EDM, TOTAL Station, Digital Level, Digital theodolite, GPS, Laser 측량기, North-seeking Gyroscope, 항공 Camera, Remote Sensor, Microwave Sensor, NNSS, VLBI 등



#### 학습목표

#### 학습내용

##### 1-1 측량의 정의와 역사 →

##### 1-2 측량의 분류

##### 1-3 측량의 기준

##### 1-4 평면위치의 기준

##### 1-5 투영

##### 1-6 측량표계

##### 1-7 측량작업의 과정

#### 목차보기

#### 질문하기

### 1-1 측량의 정의와 역사

#### | 측량의 역사 (국내)

- 삼국사기에 의하면 고구려 영류왕 때 봉역도, 신라 경덕왕 신라구주군현총도, 백제 천문 지리서
- 조선 고산자 김 정호 선생 : 청구도 (1834), 대동여지도 (1861, 1/160,000), 대동지지 (1834)
- 1899년 : 조선 후기 정상기, 김정호 등이 이룬 업적을 바탕으로 대한제국시대에 현대식 측량을 담당하는 기관인 <양지아문>이 설치되어 최초의 현대적 지도인 <대한전도> 발간
- 1909년 : 토지조사사업의 일환으로 삼각측량·수준측량·지형측량 등을 실시하여 남북한지도 727 도엽을 제작
- 광복 후에는 일제의 지도제작 성과를 미군정청에서 인수하여 5만분의 1 지도원판 722매와 조선총독부에서 사용하던 '삼각점 및 수준점 성과표'를 대한민국 육군공병감실에서 인수하였으나 우리나라의 삼각망,수준망의 정비상황을 비롯 중요한 각종 측량기록은 끝내 전해지지 않음

#### | 정부수립 직후의 지도제작 사업

- 국방부 지리연구소(1958~1961) : 미군 당국의 요청과 육군의 건의에 따라 발족되어 1961년까지 존속
- 건설부 국립건설연구소(1962~1974)
- 건설부 국립지리원(1974~2003) : 5과 1실 1팀 15담당
- 건설교통부 국토지리정보원(2003. 7. 26 ~ ) : 6과 4팀 15담당

#### 학습목표

#### 학습내용

#### 1-1 측량의 정의와 역사 →

- 1-2 측량의 분류
- 1-3 측량의 기준
- 1-4 평면위치의 기준
- 1-5 투영
- 1-6 측량차표계
- 1-7 측량작업의 과정

#### 목차보기

#### 질문하기



### 1-2 측량의 분류

#### | 측량면적에 의한 분류

##### ① 평면측량 (plane survey)

: 측량구역이 상대적으로 협소하고 필요로 하는 정밀도에 따라 지구의 곡률을 고려하지 않아도 되는 측량  
- 수평선을 수학적 직선으로 생각하고, 지구 표면을 완전한 평면으로 보아 평면삼각법을 적용

##### ② 측지측량 (geodetic survey)

: 지구의 곡률을 고려해야 하는 측량  
- 측량구역이 넓거나 상대적으로 높은 정밀도가 필요할 때 지구 표면을 구면으로 생각하여 구면삼각법을 이용

→ 측지측량과 평면측량을 구분하는 기준은 필요로 하는 정밀도에 따라 넓어질 수도 있고 좁아질 수도 있음

#### 학습목표

#### 학습내용

1-1 측량의 정의와 역사

1-2 측량의 분류 →

1-3 측량의 기준

1-4 평면위치의 기준

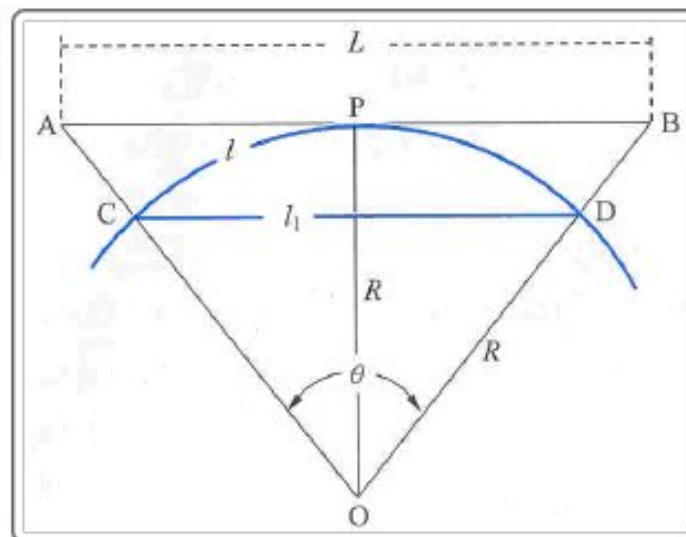
1-5 투영

1-6 측량차표계

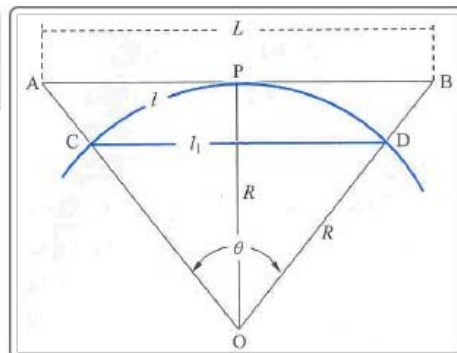
1-7 측량작업의 과정

#### 목차보기

#### 질문하기



1-2 측량의 분류



△ AOP, △ BOP에서

$$L = (AP + BP) = 2R \tan \frac{\theta}{2}$$

$$= 2R \left( \frac{\theta}{2} + \frac{\theta^3}{2^3 \cdot 3} + \frac{2\theta^5}{2^5 \cdot 15} + \dots \right)$$

앞에서와 같이  $\theta$ 에 관하여 3항 이하를 생략하면

$$L = 2R \left( \frac{\theta}{2} + \frac{\theta^3}{24} \right) = R \theta \left( 1 + \frac{\theta^2}{12} \right), \quad \theta = \frac{l}{R}$$

을 대입하면

$$L = R \theta \left( 1 + \frac{\theta^2}{12} \right) = l \left( 1 + \frac{l^2}{12R^2} \right) = l + \frac{l^3}{12R^2}$$

$$\Delta l = L - l = \frac{l^3}{12R^2}$$

또는

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{l^2}{12R^2}$$

학습목표

학습내용

1-1 측량의 정의와 역사

1-2 측량의 분류

1-3 측량의 기준

1-4 평면위치의 기준

1-5 투영

1-6 측량표계

1-7 측량작업의 과정

목차보기

질문하기

### 1-2 측량의 분류

∴ 허용오차  $10^{-6}$ 인 경우, 평면측량으로 간주할 수 있는 측량범위는  
반지름 11km, 면적 약 400km<sup>2</sup>인 지역

| $\Delta l/l_0$     | 반경(km) | 면적(km <sup>2</sup> ) |
|--------------------|--------|----------------------|
| $1 \times 10^{-5}$ | 350    | 385,000              |
| $1 \times 10^{-4}$ | 110    | 38,000               |
| $1 \times 10^{-5}$ | 35     | 3,850                |
| $1 \times 10^{-6}$ | 11     | 380                  |

구면삼각법을 적용하는 측지측량과 평면삼각법을 적용하는 평면측량과의 근본적인 차이는 삼각형의 내각의 합이 다르다는 것이며 이와 같은 구면삼각형과 평면삼각형의 내각의 합의 차이를 **구과량(球過量, spherical excess)**이라 한다.



#### 학습목표

#### 학습내용

1-1 측량의 정의와 역사

1-2 측량의 분류 →

1-3 측량의 기준

1-4 평면위치의 기준

1-5 투영

1-6 측량차표계

1-7 측량작업의 과정

#### 목차보기

#### 질문하기



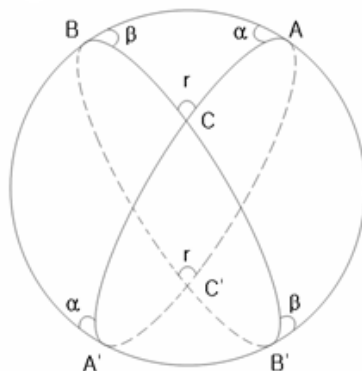
### 1-2 측량의 분류

### 구과량

$A = \pi + \varepsilon$ ,  $\varepsilon$  은 구과량(spherical excess)

여기서  $\varepsilon = \frac{F}{R^2} \rho''$ ,  $F = \frac{1}{2} ab \sin C$  로 두는 경우,  $\varepsilon = \frac{ab}{2R^2} \sin C \cdot \rho''$

Proof>



구의 표면적  $4\pi R^2$

$$AC A'BA = (\alpha, \alpha) = \frac{\alpha}{360^\circ} (4\pi R^2)$$

$$BC B'AB = (\beta, \beta) = \frac{\beta}{360^\circ} (4\pi R^2)$$

$$CA C'BC = (\gamma, \gamma) = \frac{\gamma}{360^\circ} (4\pi R^2)$$

$$\text{세면적의합 } (\alpha, \alpha) + (\beta, \beta) + (\gamma, \gamma) = \frac{\alpha + \beta + \gamma}{360^\circ} (4\pi R^2) \quad ①$$

구면 삼각형 면적 F라 하면

$$(\alpha, \alpha) = F + \Delta BCA'$$

$$(\beta, \beta) = F + \Delta ACB'$$

$$(\gamma, \gamma) = F + \Delta CA'B'$$

$$\text{따라서 } (\alpha, \alpha) + (\beta, \beta) + (\gamma, \gamma) = 3F + \Delta BCA' + \Delta ACB' + \Delta CA'B' \quad ②$$

$F + \Delta BCA' + \Delta ACB' + \Delta CA'B' = \text{반구의 표면적} = 2\pi R^2$ 이므로

$$\text{①, ②에서 } \frac{\alpha + \beta + \gamma}{360^\circ} (4\pi R^2) = 2F + 2\pi R^2$$

$$F = (\alpha + \beta + \gamma - 180^\circ) \frac{\pi R^2}{180^\circ} \quad ③$$

그런데  $\varepsilon = \alpha + \beta + \gamma - 180^\circ$  이므로 ③에서  $\varepsilon = F \cdot \frac{180^\circ}{\pi} \cdot \frac{1}{R^2}$  이 된다.

$$\frac{180^\circ}{\pi} = \rho'' \text{ 라 하면, } \therefore \varepsilon = \frac{F}{R^2} \rho'' \quad (\rho'' = 206264'')$$

$$F \approx \frac{1}{2} ab \sin C \text{ 일 때, } \therefore \varepsilon = \frac{\rho''}{2R^2} ab \sin C \quad \text{구과량 } \varepsilon$$

#### 학습목표

#### 학습내용

1-1 측량의 정의와 역사

1-2 측량의 분류

1-3 측량의 기준

1-4 평면위치의 기준

1-5 투영

1-6 측량표계

1-7 측량작업의 과정

#### 목차보기

#### 질문하기



### 1-2 측량의 분류

#### | 측량법에 의한 분류

- ① 기본측량
- ② 공공측량
- ③ 일반측량
- ④ 공공측량 또는 일반측량에서 제외되는 측량

#### | 측량작업내용에 따른 분류

- 기준점측량 (control survey)/ 골조측량 (skeleton survey)  
: 지도의 기준점의 좌표 (B, L 또는 X, Y, Z)를 구하는 측량으로 세부측량에서의 지형지물의 묘사를 위한 기준점 위치를 구한다. 천문, 삼각, 다각, 삼변, 수준점측량 등이 있다.
- 세부측량 (detail survey)  
: 지형측량의 대상인 지물과 지형의 상관위치를 결정, 묘사함
  - 지물 : 인공지물 (artificial feature), 자연지물 (natural feature)
  - 지형 : 등고선, DEM 등으로 표현

#### 학습목표

#### 학습내용

1-1 측량의 정의와 역사

1-2 측량의 분류 →

1-3 측량의 기준

1-4 평면위치의 기준

1-5 투영

1-6 측량좌표계

1-7 측량작업의 과정

#### 목차보기

#### 질문하기

### 1-3 측량의 기준

#### | 지구형상 결정의 역사

- 에라토스테네스 (Eratosthenes, BC 275~194)

[Eratosthenes 에 의한 지구의 호장 계산] >> 자세히보기

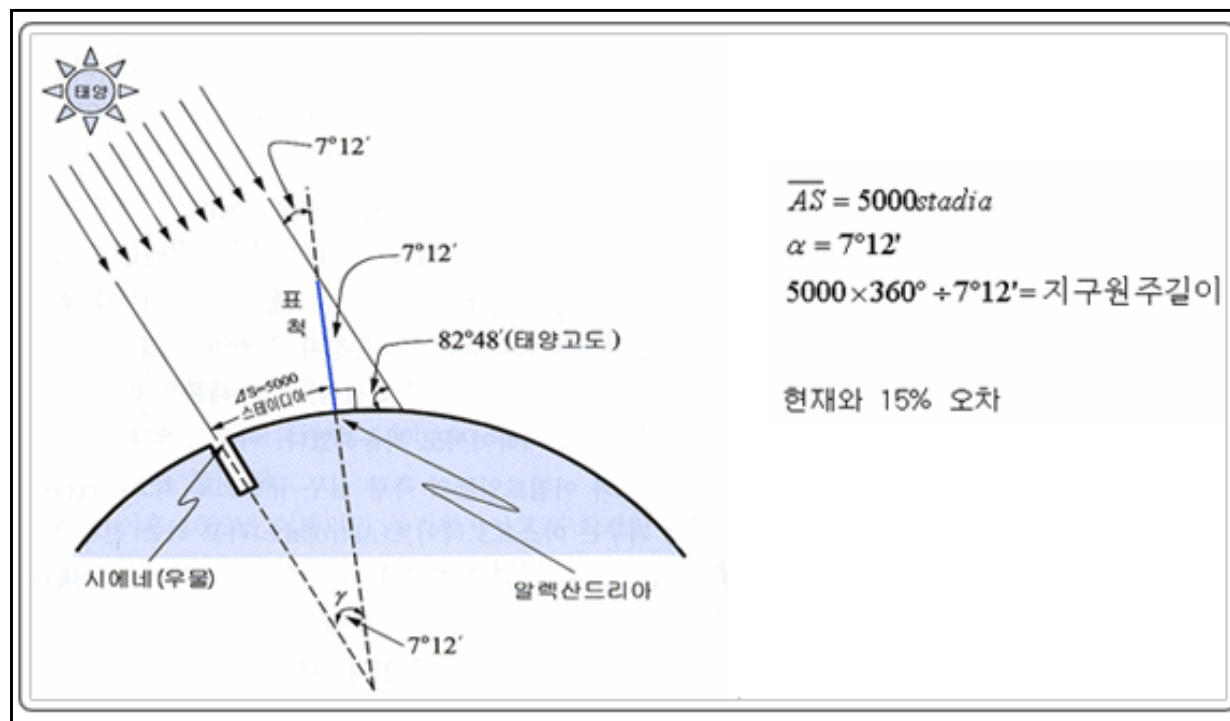
#### 학습목표

#### 학습내용

- 1-1 측량의 정의와 역사
- 1-2 측량의 분류
- 1-3 측량의 기준 →
- 1-4 평면위치의 기준
- 1-5 투영
- 1-6 측량치표계
- 1-7 측량작업의 과정

#### 목차보기

#### 질문하기



### 1-3 측량의 기준

#### | 지구형상 결정의 역사

- 1672 년 Richer(Paris 천문대 소속)

▶ 전자시계의 오차 : Paris → flat

남미 기아나 가이엔스 → 2분 28초 느림

3mm 전자 길이 줄임 ← 온도차 30° 라도 3mm 늘어나지 않음

- Newton : 중력차이로 결론,  $f = \frac{a-b}{a}$  a: 장반경 (적도반경), b: 단반경 (극반경)

- Cassini 부자에 의해  논란 일어남  
→ 위도 1° 에 대한 자오선 호장 측정 요구

- Bouguer 측량대 Peru와 Scandinavia(라플랜드) 파견

- Clairaut(23 세 때 라플랜드 측량대 참가)

▶ Clairaut' s Theorem:  $f + f'' = \frac{5\omega^2 a^3 b}{2GME}$

타원체의 기하학적 편평률과 중력 편평률의 합은 적도상 원심력과 중력과의 비의 5/2 배  
지구형상과 중력과의 수학적 관계 규명 → 중력측량에 의해 지구편평률 결정

#### 학습목표

#### 학습내용

1-1 측량의 정의와 역사

1-2 측량의 분류

1-3 측량의 기준 →

1-4 평면위치의 기준

1-5 투영

1-6 측량표계

1-7 측량작업의 과정

#### 목차보기

#### 질문하기



### 1-3 측량의 기준

#### | 지구의 형상

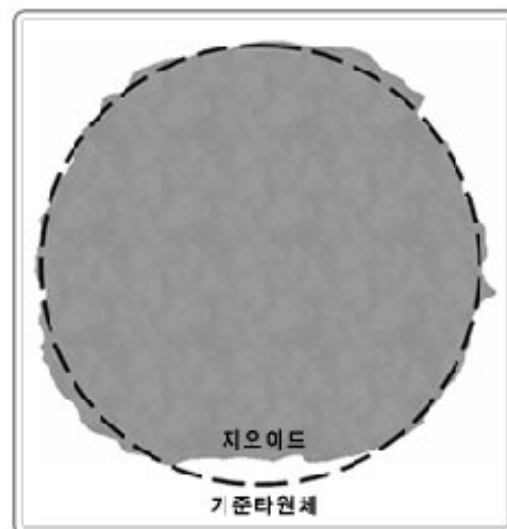
지구의 형상 또는 지표면의 형태는 다음과 같이 구분한다

##### ① Physical Surface of the Earth ( 물리적 지표면 )

→ 육지나 해양 등 자연 상태의 지표면 → 수학적 해석이 곤란

##### ② Geoid

→ 중력 potential 중 평균해수면에 일치하는 것 (지구의 평균해수면에 일치하는 등포텐셜면)  
일반적으로 정지하고 있는 수면은 어느 곳에서나 중력의 방향에 연직인 등포텐셜면 (equipotential surface)을 이룸



[ 1-1 ] 수학적 타원체와 지오이드

#### 학습목표

#### 학습내용

- 1-1 측량의 정의와 역사
- 1-2 측량의 분류
- 1-3 측량의 기준 →
- 1-4 평면위치의 기준
- 1-5 투영
- 1-6 측량좌표계
- 1-7 측량작업의 과정

#### 목차보기

#### 질문하기

### 1-3 측량의 기준

③ 기준타원체 (reference ellipsoid): 지역에 따라 지오이드 면에 가장 적합한 타원체를 수학적으로 결정할 수 있는데 이를 기준타원체라고 하며 지오이드 대신에 기준면으로 하여 지표 위에 있는 모든 점의 위치를 결정할 수 있음

[ 표 1 ] 여러 종류의 기준타원체

| 타원체의 이름                   | 장축 반경(m)    | 편평률(1/f)   | 사 용 국 가           |
|---------------------------|-------------|------------|-------------------|
| Everest(1830)             | 6377276,345 | 300,8017   | 인도 , 미얀마          |
| Airy(1830)                | 6377563,0   | 299,3      | 영국                |
| Bessel(1841)              | 6377397,155 | 299,152813 | 한국 , 중국 , 일본 , 독일 |
| Clarke(1866)              | 6378206,4   | 294,978698 | 미국 , 캐나다          |
| Clarke(1880)              | 6378249,145 | 293,465    | 아프리카              |
| Hayford(1924)             | 6378388,0   | 297,0      | 유럽 , 중동           |
| Krasovsky(1942)           | 6378245,0   | 298,3      | 구 소련과 위성국         |
| Australian National(1965) | 6378160,0   | 298,25     | 오스트리아             |
| South American(1969)      | 6378160,0   | 298,25     | 남미                |

타원체의 결정방법 - 지구를 구로 볼 때  
- 지구를 회전타원체로 볼 때

>> 자세히보기

>> 자세히보기

타원체면의 방정식 - 지심위도  
- 측지위도

>> 자세히보기

>> 자세히보기

#### 학습목표

#### 학습내용

1-1 측량의 정의와 역사

1-2 측량의 분류

1-3 측량의 기준

1-4 평면위치의 기준

1-5 투영

1-6 측량차표계

1-7 측량작업의 과정

#### 목차보기

#### 질문하기

### 1-3 측량의 기준

- 타원체의 결정방법
- 지구를 구로 볼 때
  - 지구를 회전타원체로 볼 때

>> 자세히보기

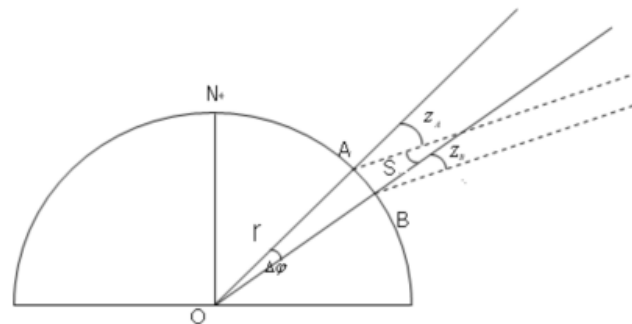
>> 자세히보기

known: 거리 = S, 위도차 =  $\Delta\varphi$

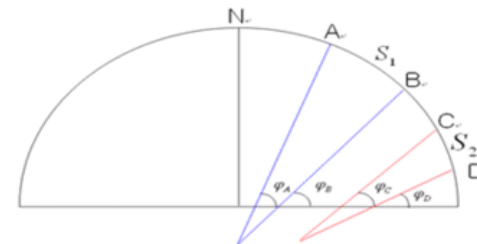
지구반경  $r = \frac{S}{\Delta\varphi}$  or  $\frac{S}{\Delta\varphi \times \frac{2\pi}{360}}$  이므로

여기서  $\Delta\varphi = Z_A - Z_B$

$\therefore (180^\circ - Z_A) + Z_B + \Delta\varphi = 180^\circ$



타원체 결정방법 - 지구를 구로 볼 때



a : 장반경(적도반경)

b : 단반경(극반경)

e : 이심률(eccentricity) =  $\frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}$

f : 편평률(flatness) =  $\frac{a - b}{a}$

$\varphi_1 = \frac{\varphi_A + \varphi_B}{2}$  에서 자오선 곡률반경  $\rho_1$ ,  $\overline{AB}$  거리  $S_1$  이라면

자오선곡률반경  $\rho_1 = \frac{S_1}{\Delta\varphi_1}$  (여기서  $\Delta\varphi_1 = \varphi_A - \varphi_B$ ) (a)

타원에 대한 곡률반경  $\rho_1 = a \times \frac{1 - e^2}{\sqrt{(1 - e^2 \sin^2 \varphi_1)^3}}$  (b)

또한  $\rho_2 = \frac{S_2}{\Delta\varphi_2} = \frac{S_2}{\varphi_C - \varphi_D}$  (c)

$\rho_2 = a \times \frac{1 - e^2}{\sqrt{(1 - e^2 \sin^2 \varphi_2)^3}}$  (d)

여기서  $\frac{(b)}{(d)}$  하면  $\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{\sqrt{(1 - e^2 \sin^2 \varphi_2)^3}}{\sqrt{(1 - e^2 \sin^2 \varphi_1)^3}} = \left( \frac{1 - e^2 \sin^2 \varphi_2}{1 - e^2 \sin^2 \varphi_1} \right)^{\frac{3}{2}}$

$\left( \frac{\rho_1}{\rho_2} \right)^{\frac{2}{3}} = \left( \frac{\rho_1}{\rho_2} \right)^{\frac{2}{3}}$  이므로 = m 이라 두면

$1 - e^2 \sin^2 \varphi_2 = m - m e^2 \sin^2 \varphi_1$   
 $m - 1 = e^2 (m \sin^2 \varphi_1 - \sin^2 \varphi_2)$

$e^2 = \frac{m - 1}{m \sin^2 \varphi_1 - \sin^2 \varphi_2}$

여기서 m은  $\frac{(a)}{(c)}$  하여 구해지므로 e 또한 구할 수 있다.

e값을 다시 (b)에 대입하여 a구함  $\rightarrow$  b구함 ( $\because e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}$ )

타원체 결정방법 - 지구를 회전타원체로 볼 때

#### 학습목표

#### 학습내용

- 1-1 측량의 정의와 역사
- 1-2 측량의 분류
- 1-3 측량의 기준
- 1-4 평면위치의 기준
- 1-5 투영
- 1-6 측량좌표계
- 1-7 측량작업의 과정

#### 목차보기

#### 질문하기

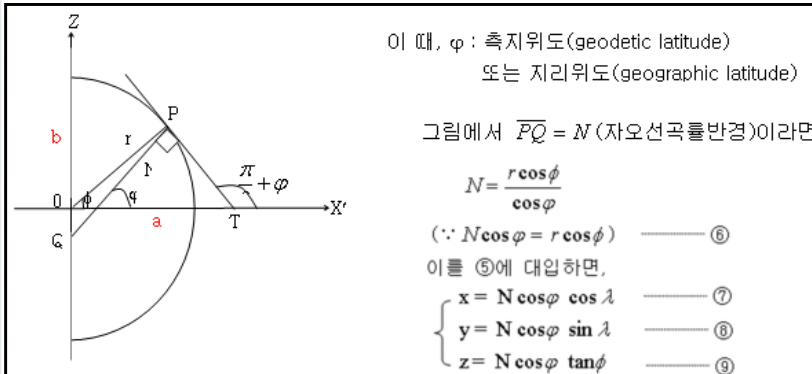


### 1-3 측량의 기준

#### 타원체면의 방정식 - 지심위도 - 측지위도

>> 자세히보기

>> 자세히보기



⑦, ⑧, ⑨를 기지값 a, b,  $\varphi$  등으로 나타내기 위해,

⑤ → ④ 대입,

$$r = \frac{ab}{\sqrt{a^2 \sin^2 \phi + b^2 \cos^2 \phi}} = \frac{b}{\sqrt{1 - e^2 \cos^2 \phi}} \quad \text{———— ⑩}$$

⑩ → ⑥ 대입하여 r을 소거하고  $\tan \phi = \frac{b^*}{a} \tan \varphi$  관계를 이용하면,

$$N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi}} \quad \text{이다.} \quad *$$

따라서 식 ⑤, ⑥, ⑦은

$$\therefore \begin{cases} x = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi}} \cos \varphi \cos \lambda \\ y = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi}} \cos \varphi \sin \lambda \\ z = \frac{a(1 - e^2)}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi}} \sin \varphi \end{cases} \quad \text{이다.}$$

타원체 면의 한 점  $P(x, y, z)$

타원체 면의 방정식

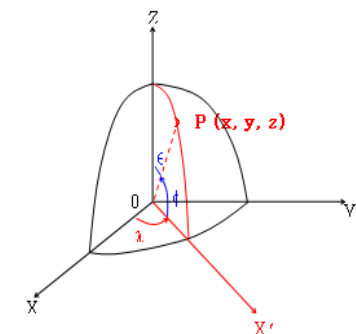
$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1 \quad \text{———— ④}$$

(단, a: 장반경, b: 단반경)

이것을 극좌표 ( $r, \phi, \lambda$ )

$$\begin{cases} x = r \cos \phi \cos \lambda \\ y = r \cos \phi \sin \lambda \\ z = r \sin \phi \end{cases} \quad \text{———— ⑤}$$

로 표현할 수 있다.



단,  $r = \overline{OP}$

$\phi$  = 지심위도 (geocentric latitude)

$\lambda$  = x축에서 동쪽으로 잴 각, P의 경도

$\theta$  = 여위도 (colatitude)

#### 타원체면의 방정식 - 지심위도

※ 2차원 경우

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{z^2}{b^2} = 1 \quad \text{이므로} \quad z^2 = b^2 - \frac{b^2}{a^2} x^2$$

-  $x'$ 에 대해 미분하면

$$2z \cdot \frac{dz}{dx'} = -\frac{b^2}{a^2} \cdot 2x' \quad \longrightarrow \quad \frac{dz}{dx'} = -\frac{b^2}{a^2} \frac{x'}{z} = -\frac{b^2}{a^2} \cot \phi$$

- 선분  $\overline{PT}$ 의 기울기를 생각하면

$$\frac{dz}{dx'} = \tan\left(\frac{\pi}{2} + \varphi\right) = -\cot \varphi$$

$$\therefore \tan \phi = \frac{b^2}{a^2} \tan \varphi$$

#### 타원체면의 방정식 - 측지위도

#### 학습목표

#### 학습내용

1-1 측량의 정의와 역사

1-2 측량의 분류

1-3 측량의 기준

1-4 평면위치의 기준

1-5 투영

1-6 측량좌표계

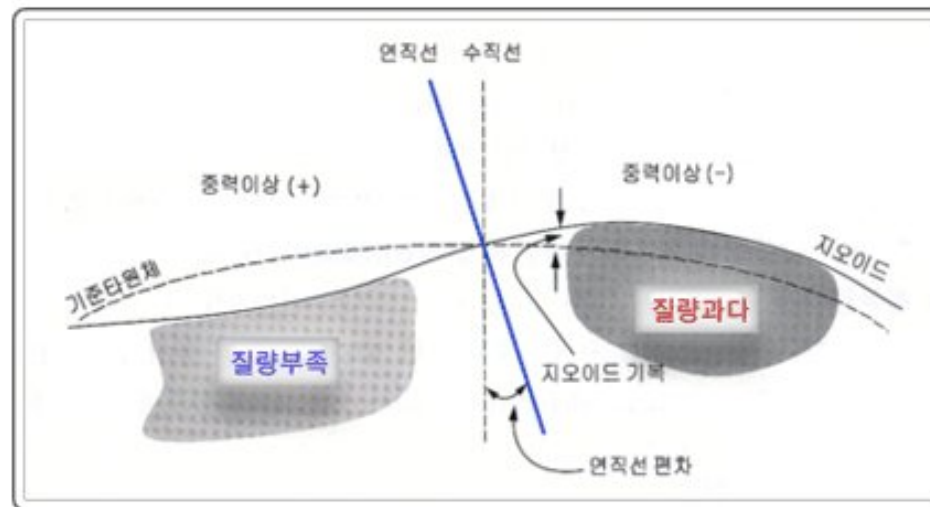
1-7 측량작업의 과정

#### 목차보기

#### 질문하기

### 1-3 측량의 기준

- | **연직선편차** : 기준타원체에 수직인 선과 지오이드 면에 수직인 연직선과의 각  
- 연직선편차가 최소가 될 때 가장 이상적인 지구타원체



[ 1-2 ] 연직선편차 (deflection of the vertical)

- | **범지구타원체** : 인공위성과 대륙간 유도 미사일의 출현으로 지구전체를 하나의 좌표체계 표시 필요성

[ 표2 ] 범지구타원체

| 타원체의 이름       | 년도   | a(m)    | 1/f           | 비고                         |
|---------------|------|---------|---------------|----------------------------|
| International | 1924 | 6378388 | 297,000       | Hayford 타원체                |
| International | 1967 | 6378460 | 298,247       | IAG 추천, 1924 Hayford 보다 양호 |
| WGS 72        | 1974 | 6378460 | 298,260       | 위성측정에 적합                   |
| GRS 80        | 1980 | 6378137 | 298,257222101 | 최신의 세계측지계                  |
| WGS 84        | 1984 | 6378137 | 298,257223563 | GPS 위성측량                   |

#### 학습목표

#### 학습내용

- 1-1 측량의 정의와 역사
- 1-2 측량의 분류
- 1-3 측량의 기준 →
- 1-4 평면위치의 기준
- 1-5 투영
- 1-6 측량좌표계
- 1-7 측량작업의 과정

#### 목차보기

#### 질문하기



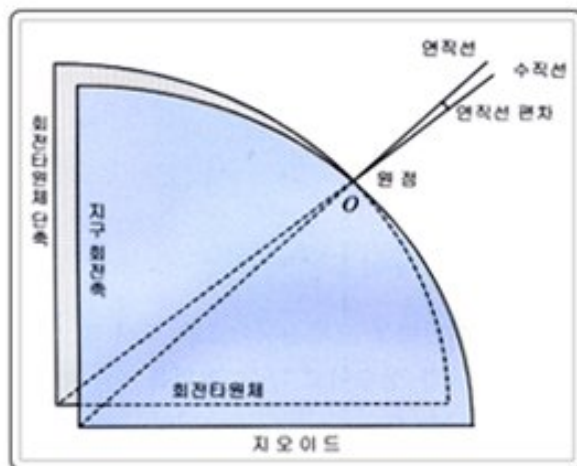
### 1-4 평면위치의 기준

#### | 측지기준타원체 (geodetic reference ellipsoid)

- 지상에서 어느 한점의 평면위치 결정은 지구 형상을 어떻게 표현하느냐에 따라 달라짐
- 지오이드에 가장 알맞은 타원체는 축이 3개 (장축, 중간축, 단축)인 3축타원체이나 계산과정의 복잡성 때문에 장반경과 편평률로 결정이 되는 2축 타원체를 사용
- 한 개의 타원체로 지구 전체를 대표하는 것이므로 지오이드에 대한 적합도가 전체적으로는 높으나 크게 떨어지는 지역이 생김
- 측지기준타원체는 대상 지역에서 적합도가 높은 타원체로 평면위치 결정의 기준
- 지구의 크기 및 형상, 중력과 자기장 등의 측정

#### | 측지원점 (경위도 원점: initial point or geodetic datum origin)

- 측지기준타원체는 어느 특정 지역에서만 지오이드에 가장 적합하도록 선정
- 기준타원체와 지오이드가 일치되는 점이며 이 원점을 기준으로 하여 평면위치 결정



[ 1-3 ] 기준타원체와 지오이드면

#### | 표고의 기준

- 수준측량시 평균해면에 일치하는 등퍼텐셜면인 지오이드면이 표고의 기준
- 평균해면 (M.S.L, Mean Sea Level) : 장기간에 걸쳐 측정된 조위의 평균값

#### 학습목표

#### 학습내용

- 1-1 측량의 정의와 역사
- 1-2 측량의 분류
- 1-3 측량의 기준
- 1-4 평면위치의 기준 →
- 1-5 투영
- 1-6 측량표계
- 1-7 측량작업의 과정

#### 목차보기

#### 질문하기



### 1-5 투영

| **투영 (projection)** : 타원체상의 점을 평면위에 비틀림 현상을 최소화하면서 곡면을 평면으로 변환하는 방법

#### | 투영작업의 기본과정

- 실제 크기의 지구를 투영에 알맞은 크기로 축소시키는 투영 모델
- 곡면을 평면으로 변환시킬 때 발생하는 비틀림 현상을 어떤 형태로든지 규칙적으로 변환시키는 작업

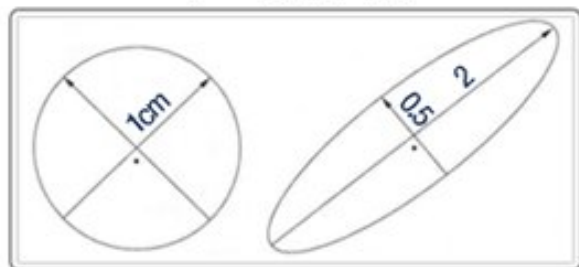
#### | 등적투영 (equal area projection)

- 모든 투영 대상체들의 상대적인 크기, 즉 면적의 비가 투영과정을 통하여 항상 일정
- 면적은 일정하나 모양의 비틀림 심함

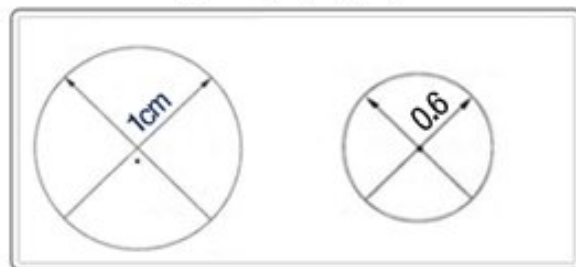
#### | 등각투영 (conformal projection)

- 투영 전후의 형태가 완전한 상사형을 이룸 (상사투영)
- 자오선과 위도선이 지구타원체 위에서 서로 직교하는 것처럼 투영면 위에서도 직교
- 축량의 결과를 평면직각 좌표로 표현할 경우 이상적인 방법
- 램버트 원뿔투영, 머케이터 원기둥투영, 입체투영 등

[ 1-4 ] 등적투영



[ 1-5 ] 등각투영



### 학습목표

### 학습내용

- 1-1 축량의 정의와 역사
- 1-2 축량의 분류
- 1-3 축량의 기준
- 1-4 평면위치의 기준
- 1-5 투영
- 1-6 축량좌표계
- 1-7 축량작업의 과정

### 목차보기

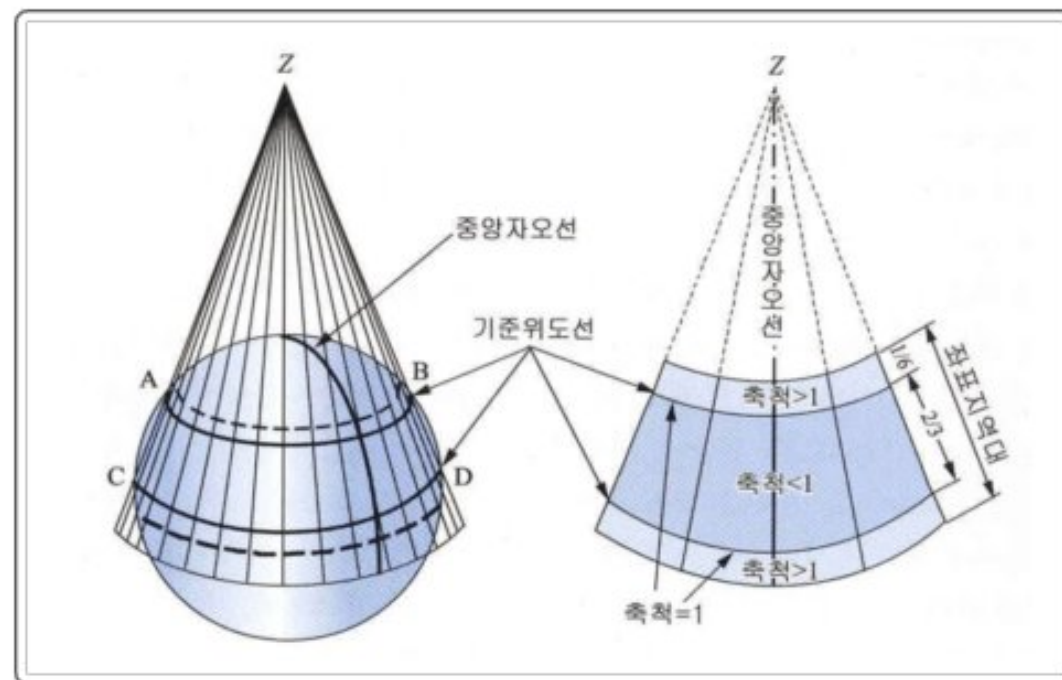
### 질문하기

1-5 투영

램버트(Lambert)의 원뿔투영

- 지구타원체를 원뿔의 표면에 투영한 후 이를 절개하여 평면으로 사용하는 투영
- 동서방향의 축척은 변동이 없으나 남북방향은 변화가 커서 남북방향의 축척이 좁고 동서방향의 축척이 긴 지역에 적당한 방법

[ 1-6 ] 기준타원체와 지오이드면



학습목표

학습내용

- 1-1 측량의 정의와 역사
- 1-2 측량의 분류
- 1-3 측량의 기준
- 1-4 평면위치의 기준
- 1-5 투영
- 1-6 측량표계
- 1-7 측량작업의 과정

목차보기

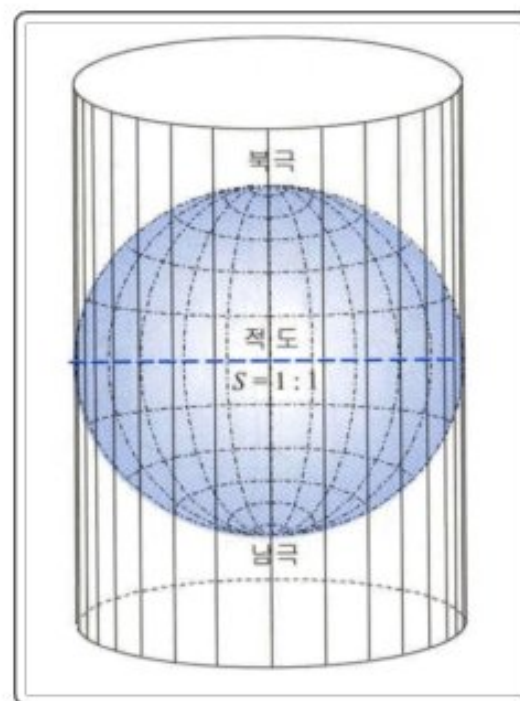
질문하기

1-5 투영

| 머케이터 (Mercator) 투영

- 지구를 원기둥 표면에 투영한 후 투영된 원기둥을 절개해서 평면으로 사용
- 적도에서의 축척은 1이 되고 위도가 증가할수록 축척은 커짐

[ 1-7 ] 머케이터 투영



학습목표

학습내용

- 1-1 측량의 정의와 역사
- 1-2 측량의 분류
- 1-3 측량의 기준
- 1-4 평면위치의 기준
- 1-5 투영 →
- 1-6 측량좌표계
- 1-7 측량작업의 과정

목차보기

질문하기

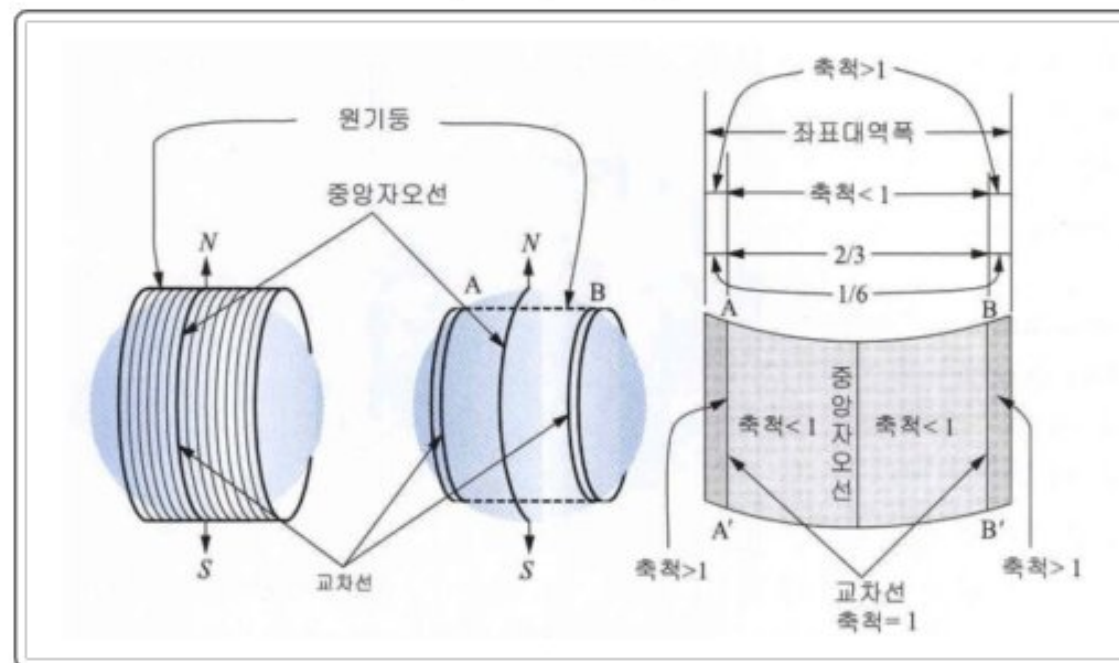


1-5 투영

TM(Transverse Mercator) 투영

- 표준형 메케이터 투영에서 원기둥을 90° 회전시켜 중앙자오선이 원기둥 면에 접함
- 중앙자오선에서 축척계수가 1이며, 가장 널리 사용
- 횡방향으로 일정한 범위를 벗어나면 축척은 급격히 커지고 오차도 커짐
- 동서가 좁고 남북이 긴 지역에 적합하므로 우리나라도 채택

[ 1-8 ] TM 투영



학습목표

학습내용

- 1-1 측량의 정의와 역사
- 1-2 측량의 분류
- 1-3 측량의 기준
- 1-4 평면위치의 기준
- 1-5 투영
- 1-6 측량좌표계
- 1-7 측량작업의 과정

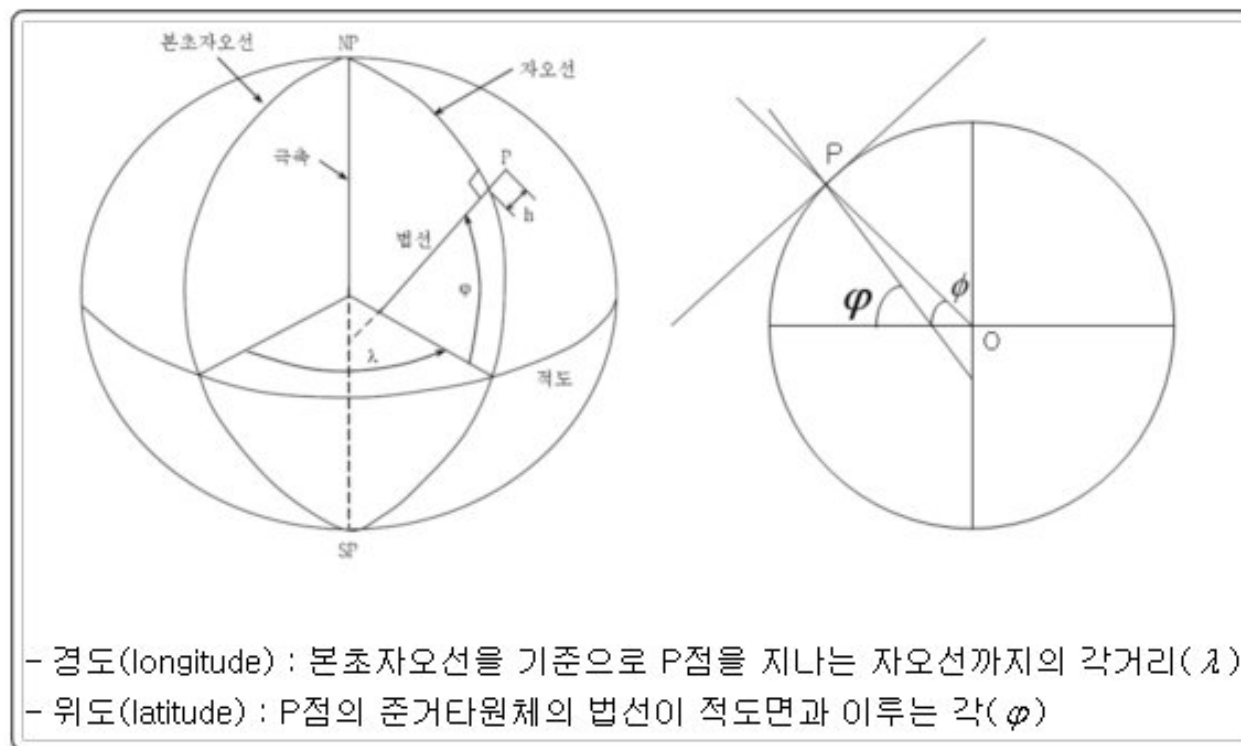
목차보기

질문하기

### 1-6 측량좌표계

#### | 측지좌표 (測地座標, geodetic coordinates) or 지리좌표 (geographic coordinates)

- 준거타원체상에 투영한 위치를 경도, 위도 및 높이 (평균해수면으로부터)로 표시하는 방법으로 현재까지 가장 보편적으로 사용
- 지표 위에 있는 어떤 점을 기준타원체 위로 투영하고, 역으로 기준타원체 면위에 있는 점을 이에 대응하는 지표



- 천문경위도 (astronomic-) : P지점연직선, 즉 지오이드의 법선이 적도면과 이루는 각
- 측위경위도 (geodetic-) : 준거타원체 경우

#### 학습목표

#### 학습내용

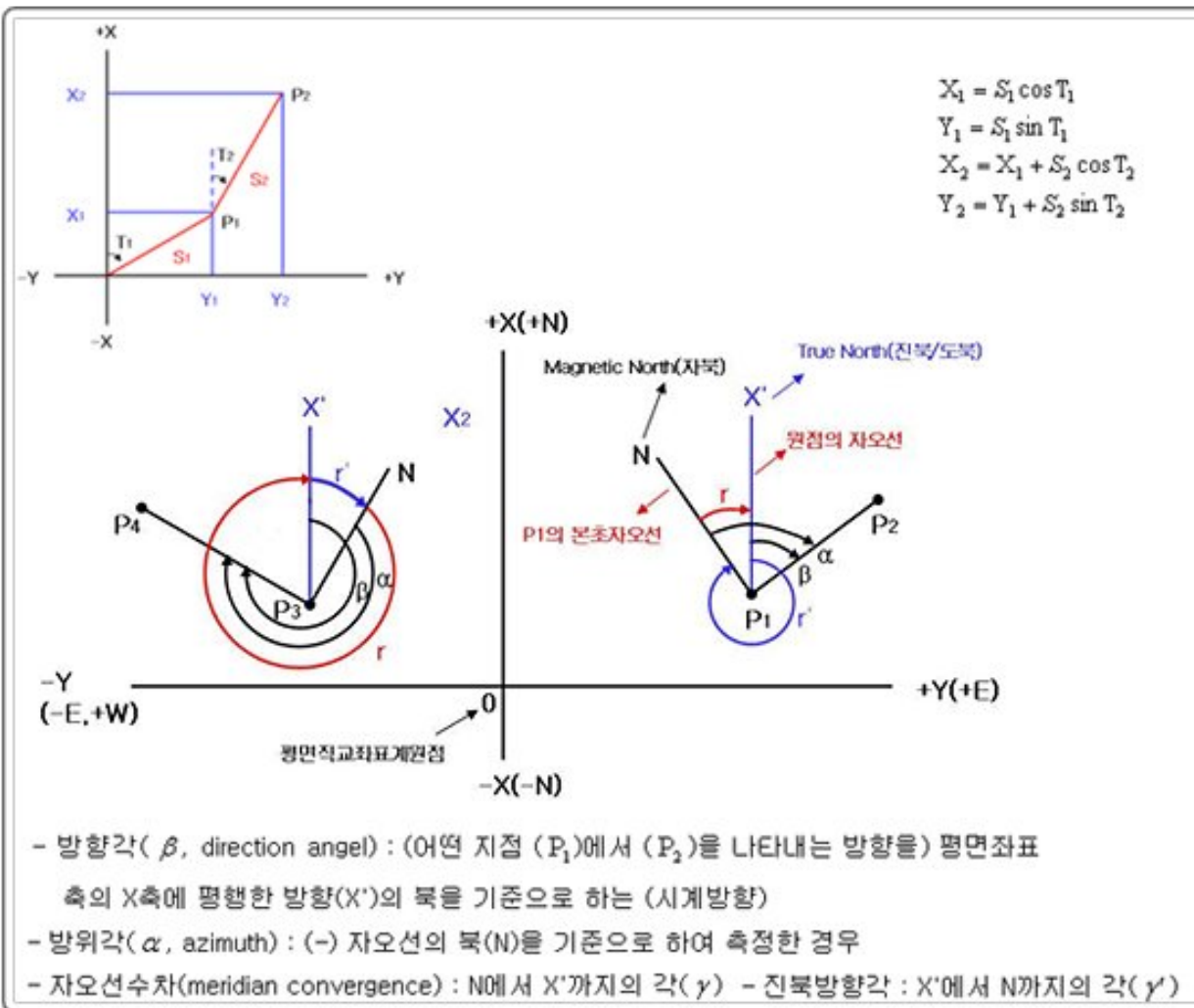
- 1-1 측량의 정의와 역사
- 1-2 측량의 분류
- 1-3 측량의 기준
- 1-4 평면위치의 기준
- 1-5 투영
- 1-6 측량좌표계 →
- 1-7 측량작업의 과정

#### 목차보기

#### 질문하기

1-6 측량좌표계

평면직각좌표



※ 자오선수차와 진북방향은 각을 계속하는 기준선만을 달리할 뿐이므로 그 절대값은 같고, 부호는 반대  
 방위각 = 방향각  $\pm$  진북방향각

학습목표

학습내용

- 1-1 측량의 정의와 역사
- 1-2 측량의 분류
- 1-3 측량의 기준
- 1-4 평면위치의 기준
- 1-5 투영
- 1-6 측량좌표계
- 1-7 측량작업의 과정

목차보기

질문하기



### 1-6 측량좌표계

#### | 우리나라의 평면직각좌표

- 서부좌표계, 중부좌표계, 동부좌표계, 동해좌표계로 구분하여 사용
- 서부원점 (38°, 125°), 중부원점 (38°, 127°), 동부원점 (38°, 129°), 동해원점 (38°, 131°)
- 각 평면직교 좌표계에서 모든 지역의 좌표가 (+)가 되게 하기 위해서
  - X 축(남북방향)에는 500,000m (단, 제주지역 550,000m)
  - Y 축(동서방향)에는 200,000m 를 더함

#### | 극좌표계 (Polar Coordinate): 거리와 방향으로 지점의 위치표시

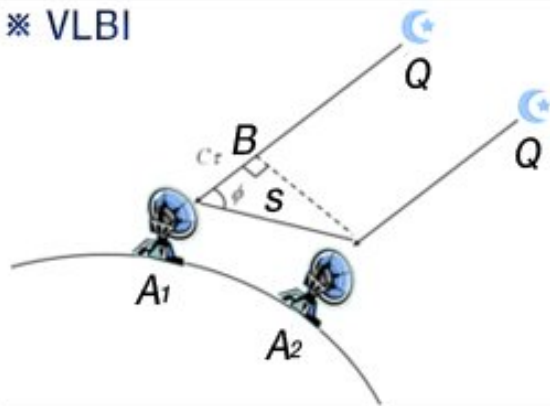
- 회전타원체 경우 : 방위각과 타원체 상의 거리로 표시
- 평면 경우 : 방향각과 평면거리로 표시

#### | 천구좌표계 (Celestial Coordinate)

#### | 3 차원 직각좌표계 (3-dimensional Cartesian coordinates)

- 일반적인 타원체면 상의 측지좌표는 측지경위도 또는 평면직각좌표가 사용되나, 지구의 중심을 기준으로 한 위치표면이 필요할 때 이 좌표계를 사용
- 매우 긴 호장이나 인공위성 혹은 초장기선간섭계 (VLBI)에 의한 측지망 및 세계측지망의 결합 등을 다룰 때는 3-dimensional Cartesian Coordinates가 좋음

#### ※ VLBI



별 중 백색 noise → 전파성

$$C\tau = S\cos\phi$$

광속도      시간      천구좌표이용

#### 학습목표

#### 학습내용

- 1-1 측량의 정의와 역사
- 1-2 측량의 분류
- 1-3 측량의 기준
- 1-4 평면위치의 기준
- 1-5 투영
- 1-6 측량좌표계 →
- 1-7 측량작업의 과정

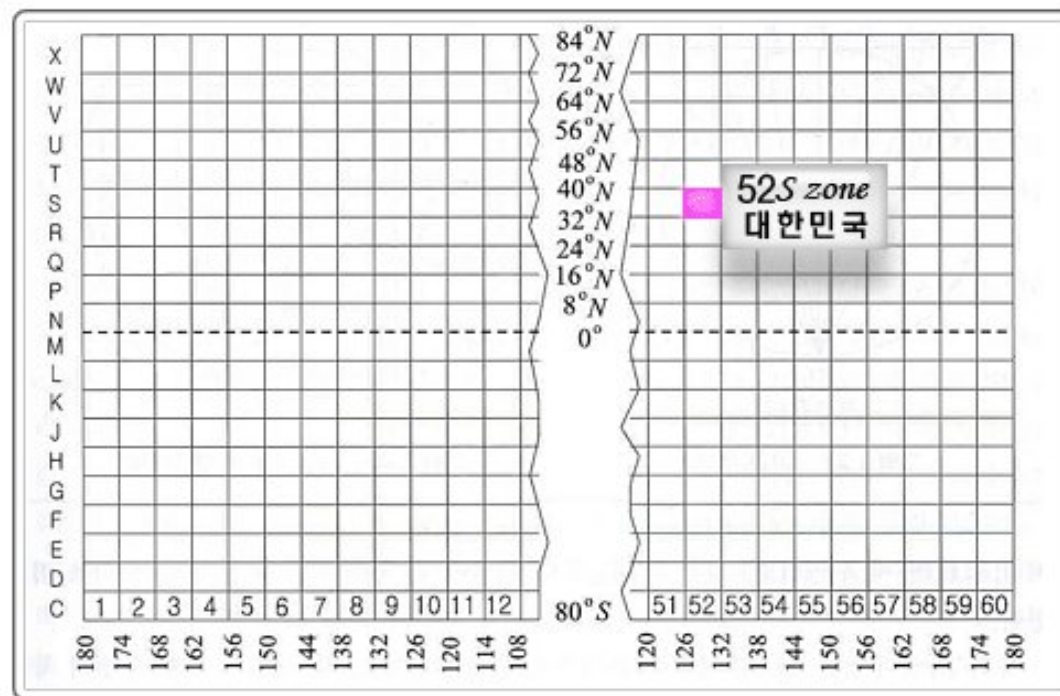
#### 목차보기

#### 질문하기

### 1-6 측량좌표계

#### | UTM(Universal Transverse Mercator) 과 UPS(Universal Polar Stereographic Coordinates)

- 세계를 하나의 통일된 좌표로 표시하기 위한 목적으로 세계 2차대전 말기인 1947년에 미 육군 측지부에 의해 고안
- UTM : 위도 80° S 부터 84° N 까지의 지역을 경도 6° 간격으로 총 60개의 좌표지역대로 분할하여 평면직각좌표로 표시
- UPS : UTM 좌표로 표시하지 못하는 극 지방을 표시하기 위한 독립된 극좌표 체계
- 좌표의 음수 (-) 표기를 피하기 위해 횡좌표에 500,000m를 가산한 가좌표를 사용  
※ 남반구에서는 종좌표에 10,000,000m를 가산



[1-9] UTM 지역 번호 체계

#### 학습목표

#### 학습내용

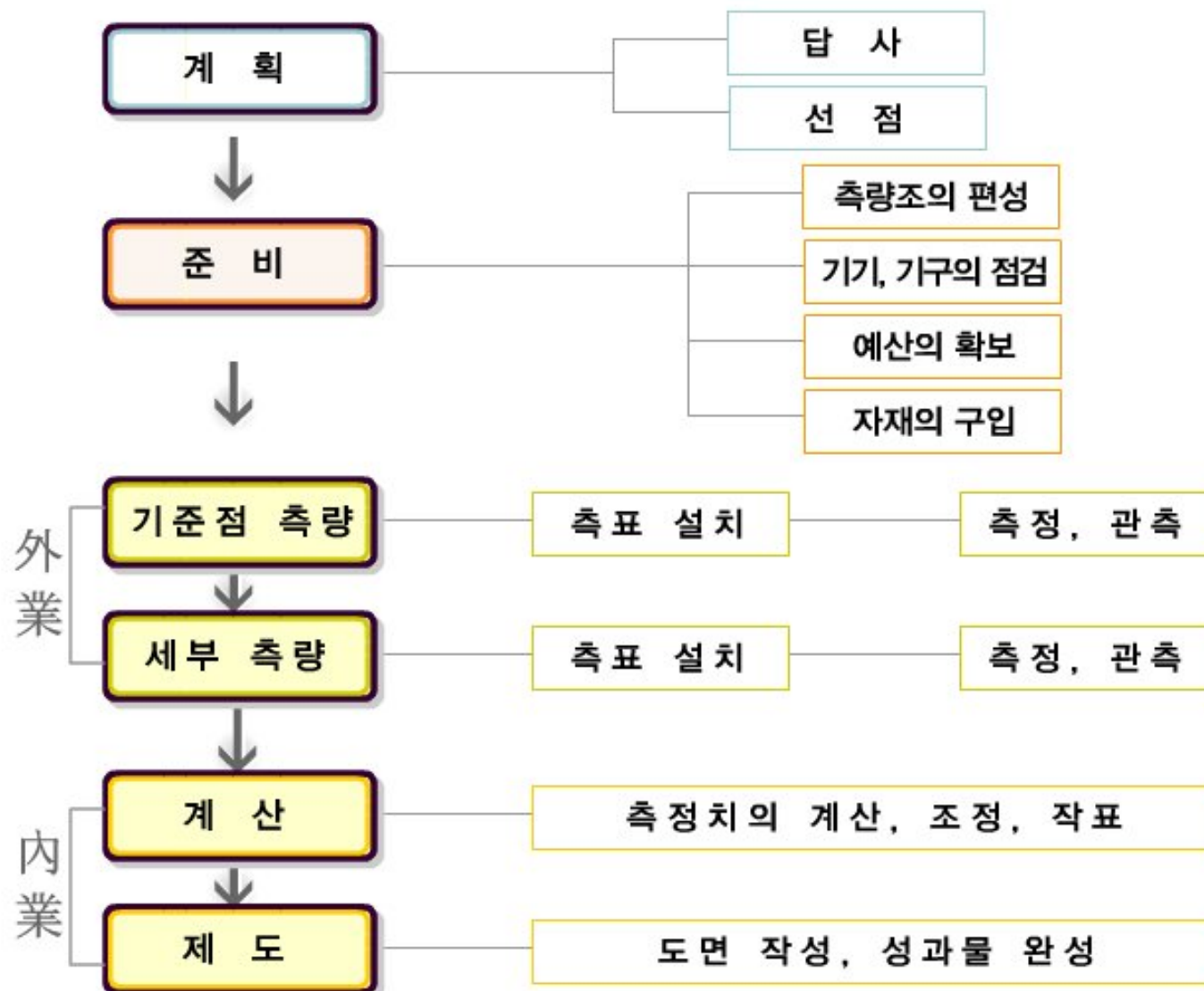
- 1-1 측량의 정의와 역사
- 1-2 측량의 분류
- 1-3 측량의 기준
- 1-4 평면위치의 기준
- 1-5 투영
- 1-6 측량좌표계 →
- 1-7 측량작업의 과정

#### 목차보기

#### 질문하기



1-7 측량작업의 과정



학습목표

학습내용

- 1-1 측량의 정의와 역사
- 1-2 측량의 분류
- 1-3 측량의 기준
- 1-4 평면위치의 기준
- 1-5 투영
- 1-6 측량표지
- 1-7 측량작업의 과정 →

목차보기

질문하기



| 참고 자료 |



학습목표

학습내용

- 1-1 측량의 정의와 역사
- 1-2 측량의 분류
- 1-3 측량의 기준
- 1-4 평면위치의 기준
- 1-5 투영
- 1-6 측량차표계
- 1-7 측량작업의 과정

목차보기

질문하기

