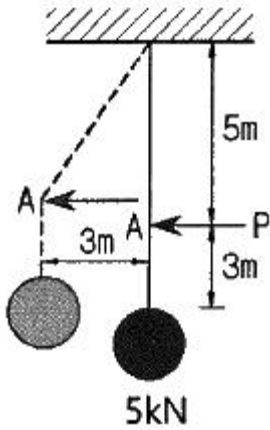


1과목 : 응용역학

1. 그림과 같이 케이블(cable)에 5kN의 추가 매달려 있다. 이 추의 중심을 수평으로 3m 이동시키기 위해 케이블 길이 5m 지점인 A점에 수평력 P를 가하고자 한다. 이때 힘 P의 크기는?

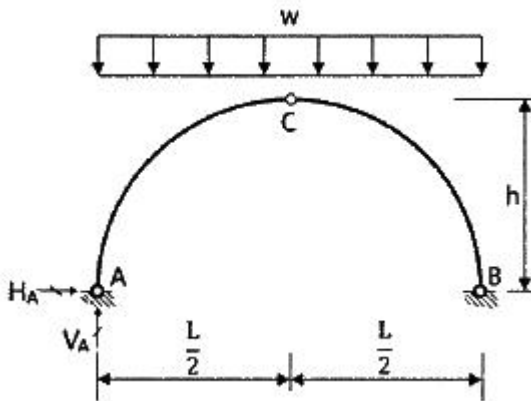


- ① 3.75kN      ② 4.00kN  
③ 4.25kN      ④ 4.50kN

2. 지름이 D인 원형단면의 단면 2차 극모멘트( $I_p$ )의 값은?

- ①  $\frac{\pi D^4}{64}$       ②  $\frac{\pi D^4}{32}$   
③  $\frac{\pi D^4}{16}$       ④  $\frac{\pi D^4}{8}$

3. 그림과 같은 3한지 아치에서 A점의 수평반력( $H_A$ )은?

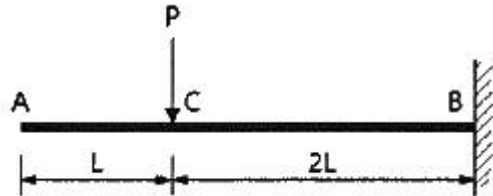


- ①  $\frac{wL^2}{16h}$       ②  $\frac{wL^2}{8h}$   
③  $\frac{wL^2}{4h}$       ④  $\frac{wL^2}{2h}$

4. 단면 2차 모멘트가 I, 길이가 L인 균일한 단면의 직선상(直線狀)의 기둥이 있다. 기둥의 양단이 고정되어 있을 때 오일러(Euler) 좌굴하중은? (단, 이 기둥의 탄성계수는 E 이다.)

- ①  $\frac{4\pi^2 EI}{L^2}$       ②  $\frac{\pi^2 EI}{(0.7L)^2}$   
③  $\frac{\pi^2 EI}{L^2}$       ④  $\frac{\pi^2 EI}{4L^2}$

5. 그림과 같은 집중하중이 작용하는 캔틸레버 보에서 A점의 처짐은? (단, EI는 일정하다.)



- ①  $\frac{14PL^3}{3EI}$       ②  $\frac{2PL^3}{EI}$   
③  $\frac{8PL^3}{3EI}$       ④  $\frac{10PL^3}{3EI}$

6. 아래에서 설명하는 것은?

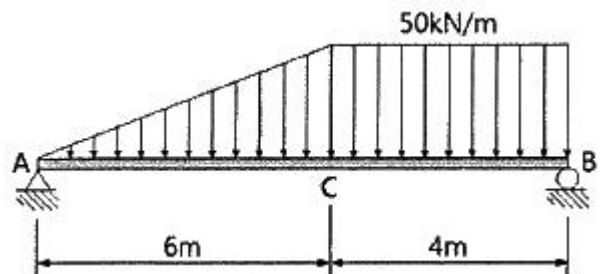
탄성체에 저장된 변형에너지 U를 변위의 함수로 나타내는 경우에, 임의의 변위  $\Delta_i$ 에 관한 변형에너지 U의 1차 편도함수는 대응되는 하중  $P_i$ 와 같다. 즉,  $P_i = \frac{\partial U}{\partial \Delta_i}$  이다.

- ① Castigliano의 제1정리  
② Castigliano의 제2정리  
③ 가상일의 원리  
④ 공액보법

7. 재료의 역학적 성질 중 탄성계수를 E, 전단탄성계수를 G, 푸아송 수를 m이라 할 때 각 성질의 상호관계식으로 옳은 것은?

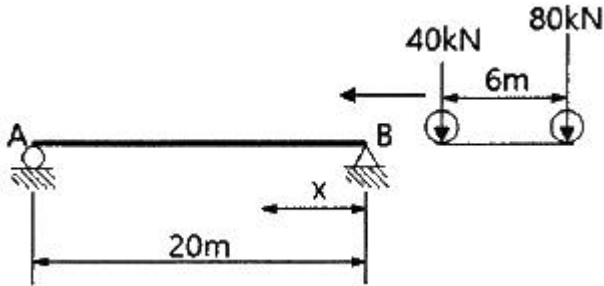
- ①  $G = \frac{E}{2(m-1)}$       ②  $G = \frac{E}{2(m+1)}$   
③  $G = \frac{mE}{2(m-1)}$       ④  $G = \frac{mE}{2(m+1)}$

8. 그림과 같은 단순보에서 C점의 휨모멘트는?



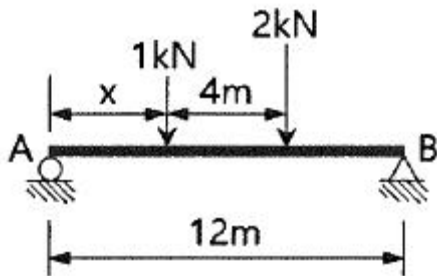
- ① 320 kN·m      ② 420 kN·m  
③ 480 kN·m      ④ 540 kN·m

9. 그림과 같이 2개의 집중하중이 단순보 위를 통과할 때 절대 최대 휨모멘트의 크기( $M_{max}$ )와 발생위치( $x$ )는?



- ①  $M_{max} = 362 \text{ kN}\cdot\text{m}$ ,  $x = 8\text{m}$   
②  $M_{max} = 382 \text{ kN}\cdot\text{m}$ ,  $x = 8\text{m}$   
③  $M_{max} = 486 \text{ kN}\cdot\text{m}$ ,  $x = 9\text{m}$   
④  $M_{max} = 506 \text{ kN}\cdot\text{m}$ ,  $x = 9\text{m}$

10. 그림과 같은 보에서 두 지점의 반력이 같게 되는 하중의 위치( $x$ )는 얼마인가?

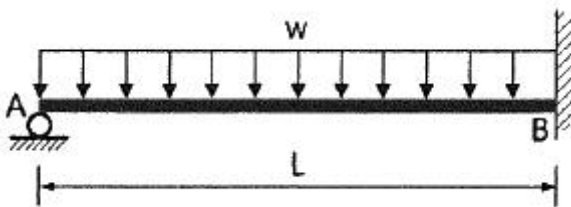


- ① 0.33m      ② 1.33m  
③ 2.33m      ④ 3.33m

11. 폭 20mm, 높이 50mm인 균일한 직사각형 단면의 단순보에 최대전단력이 10kN 작용할 때 최대 전단응력은?

- ① 6.7 MPa      ② 10 MPa  
③ 13.3 MPa      ④ 15 MPa

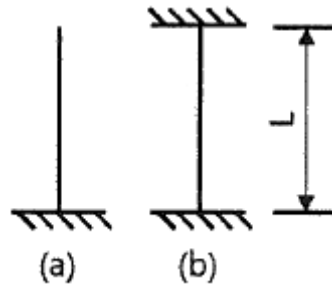
12. 그림과 같은 부정정보에서 A점의 처짐각( $\theta_A$ )은? (단, 보의 휨강성은 EI이다.)



- ①  $\frac{wL^3}{12EI}$       ②  $\frac{wL^3}{24EI}$   
③  $\frac{wL^3}{36EI}$       ④  $\frac{wL^3}{48EI}$

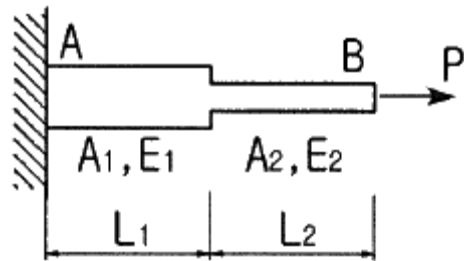
13. 길이가 같으나 지지조건이 다른 2개의 장주가 있다. 그림 (a)의 장주가 40kN에 견딜 수 있다면 그림 (b)의 장주가

견딜 수 있는 하중은? (단, 재질 및 단면은 동일하며 티는 일정하다.)



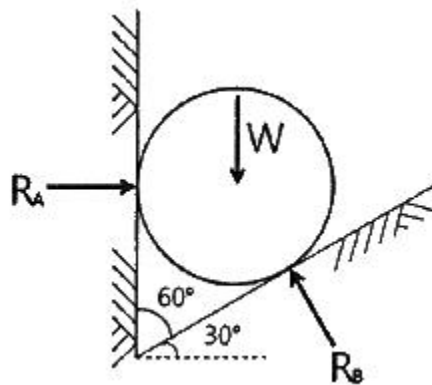
- ① 40kN      ② 160kN  
③ 320kN      ④ 640kN

14. 그림에 표시한 것과 같은 단면의 변화가 있는 AB 부재의 강성도(stiffness factor)는?



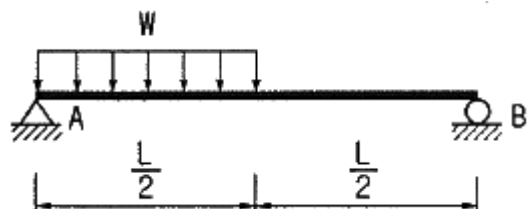
- ①  $\frac{PL_1}{A_1E_1} + \frac{PL_2}{A_2E_2}$       ②  $\frac{A_1E_1}{PL_1} + \frac{A_2E_2}{PL_2}$   
③  $\frac{A_1E_1}{L_1} + \frac{A_2E_2}{L_2}$       ④  $\frac{A_1A_2E_1E_2}{L_1(A_2E_2) + L_2(A_1E_1)}$

15. 그림과 같이 밀도가 균일하고 무게가 W인 구(球)가 마찰이 없는 두 벽면 사이에 놓여 있을 때 반력  $R_A$ 의 크기는?



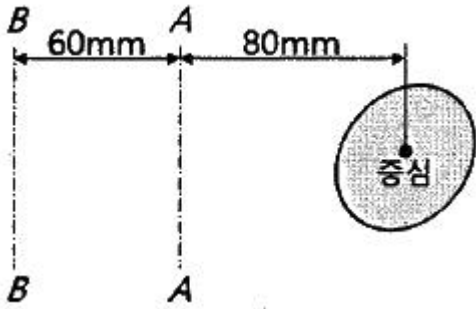
- ① 0.500W      ② 0.577W  
③ 0.707W      ④ 0.866W

16. 그림과 같은 단순보의 최대전단응력( $\tau_{max}$ )을 구하면? (단, 보의 단면은 지름이 D인 원이다.)



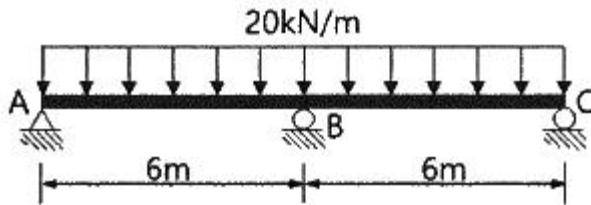
- ①  $\frac{9WL}{4\pi D^2}$       ②  $\frac{3WL}{2\pi D^2}$   
 ③  $\frac{2WL}{\pi D^2}$       ④  $\frac{WL}{2\pi D^2}$

17. 아래 그림에서 A-A축과 B-B축에 대한 응력부분의 단면 2차 모멘트가 각각  $8 \times 10^8 \text{ mm}^4$ ,  $16 \times 10^8 \text{ mm}^4$  일 때 응력부분의 면적은?



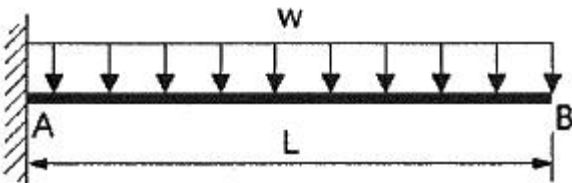
- ①  $8.00 \times 10^4 \text{ mm}^2$       ②  $7.52 \times 10^4 \text{ mm}^2$   
 ③  $6.06 \times 10^4 \text{ mm}^2$       ④  $5.73 \times 10^4 \text{ mm}^2$

18. 그림과 같은 연속보에서 B점의 지점 반력을 구한 값은?



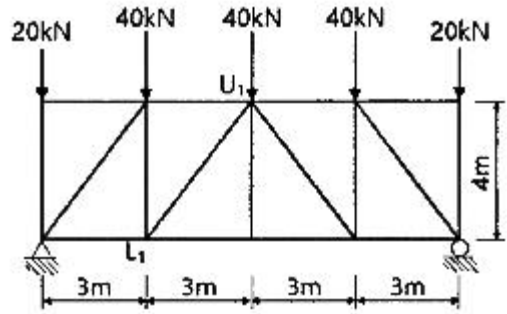
- ① 100 kN      ② 150 kN  
 ③ 200 kN      ④ 250 kN

19. 그림과 같은 캔틸레버 보에서 B점의 처짐각은? (단, EI는 일정하다.)



- ①  $\frac{wL^3}{3EI}$       ②  $\frac{wL^3}{6EI}$   
 ③  $\frac{wL^3}{8EI}$       ④  $\frac{2wL^3}{3EI}$

20. 그림과 같은 트러스에서  $L_1U_1$  부재의 부재력은?



- ① 22 kN(인장)      ② 25 kN(인장)  
 ③ 22 kN(압축)      ④ 25 kN(압축)

### 2과목 : 측량학

21. 수로조사에서 간출지의 높이와 수심의 기준이 되는 것은?

- ① 약최고고저면      ② 평균중등수위면  
 ③ 수애면      ④ 약최저저조면

22. 그림과 같이 각 격자의 크기가 10m×10m로 동일한 지역의 전체 토량은?

1.2	1.4	1.8	2.1
1.5	2.1	2.4	1.4
1.2	1.2	1.8	

[단위 : m]

- ① 877.5 m<sup>3</sup>      ② 893.6 m<sup>3</sup>  
 ③ 913.7 m<sup>3</sup>      ④ 926.1 m<sup>3</sup>

23. 동일 구간에 대해 3개의 관측군으로 나누어 거리관측을 실시한 결과가 표와 같을 때, 이 구간의 최확값은?

관측군	관측값(m)	관측횟수
1	50,362	5
2	50,348	2
3	50,359	3

- ① 50.354m      ② 50.356m  
 ③ 50.358m      ④ 50.362m

24. 클로소이드 곡선(clothoid curve)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

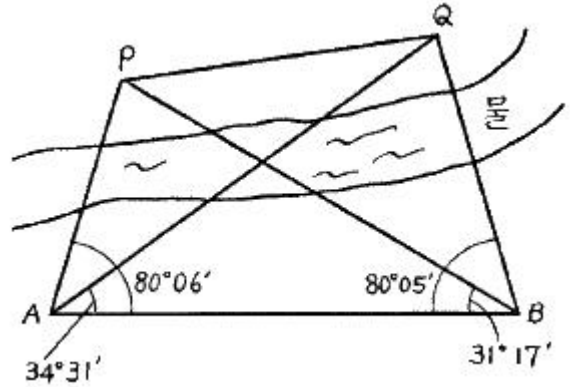
- ① 고속도로에 널리 이용된다.  
 ② 곡률이 곡선의 길이에 비례한다.  
 ③ 완화곡선의 일종이다.  
 ④ 클로소이드 요소는 모두 단위를 갖지 않는다.

25. 표척이 앞으로 3° 기울어져 있는 표척의 읽음값이 3.645m 이었다면 높이의 보정량은?

- ① 5mm                      ② -5mm  
③ 10mm                    ④ -10mm
26. 최근 GNSS 측량의 의사거리 결정에 영향을 주는 오차와 거리가 먼 것은?  
① 위성의 궤도 오차  
② 위성의 시계 오차  
③ 위성의 기하학적 위치에 따른 오차  
④ SA(selective availability) 오차
27. 평탄한 지역에서 9개 측선으로 구성된 다각측량에서 2'의 각관측 오차가 발생하였다면 오차의 처리 방법으로 옳은 것은? (단, 허용오차는  $60'' \sqrt{N}$ 로 가정한다.)  
① 오차가 크므로 다시 관측한다.  
② 측선의 거리에 비례하여 배분한다.  
③ 관측각의 크기에 역비례하여 배분한다.  
④ 관측각에 같은 크기로 배분한다.
28. 도로의 단곡선 설치에서 교각이 60°, 반지름이 150m이며, 곡선시점이 No.8+17m(20m×8+17m)일 때 종단현에 대한 편각은?  
① 0° 02' 45"              ② 2° 41' 21"  
③ 2° 57' 54"              ④ 3° 15' 23"
29. 표고가 300m인 평지에서 삼각망의 기선을 측정한 결과 600m 이었다. 이 기선에 대하여 평균해수면 상의 거리로 보정할 때 보정량은? (단, 지구반지름 R = 6370km)  
① +2.83cm                  ② +2.42cm  
③ -2.42cm                  ④ -2.83cm
30. 수치지형도(Digital Map)에 대한 설명으로 틀린 것은?  
① 우리나라는 축척 1:5000 수치지형도를 국토기본도로 한다.  
② 주로 필지정보와 표고자료, 수계정보 등을 얻을 수 있다.  
③ 일반적으로 항공사진측량에 의해 구축된다.  
④ 축척별 포함 사항이 다르다.
31. 등고선의 성질에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?  
① 등고선은 분수선(능선)과 평행하다.  
② 등고선은 도면 내·외에서 폐합하는 폐곡선이다.  
③ 지도의 도면 내에서 등고선이 폐합하는 경우에 등고선의 내부에는 산꼭대기 또는 분지가 있다.  
④ 절벽에서 등고선은 서로 만날 수 있다.
32. 트래버스 측량의 작업순서로 알맞은 것은?  
① 선점 - 계획 - 답사 - 조표 - 관측  
② 계획 - 답사 - 선점 - 조표 - 관측  
③ 답사 - 계획 - 조표 - 선점 - 관측  
④ 조표 - 답사 - 계획 - 선점 - 관측
33. 지오이드(Geoid)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?  
① 평균해수면을 육지까지 연장해 지구전체를 둘러싼 곡면이다.  
② 지오이드면은 등포텐셜면으로 중력방향은 이 면에 수직이다.

- ③ 지표 위 모든 점의 위치를 결정하기 위해 수학적으로 정의된 타원체이다.  
④ 실제로 지오이드면은 굴곡이 심하므로 측지측량의 기준으로 채택하기 어렵다.

34. 장애물로 인하여 접근하기 어려운 2점 P, Q를 간접거리 측량한 결과가 그림과 같다.  $\overline{AB}$ 의 거리가 216.90m 일 때 PQ의 거리는?



- ① 120.96m                  ② 142.29m  
③ 173.39m                  ④ 194.22m

35. 수준측량야장에서 측점 3의 지반고는?

[단위 : m]

측점	후시	전시		지반고
		T,P	I,P	
1	0.95			10.00
2			1.03	
3	0.90	0.36		
4			0.96	
5		1.05		

- ① 10.59m                  ② 10.46m  
③ 9.92m                  ④ 9.56m

36. 다각측량의 특징에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

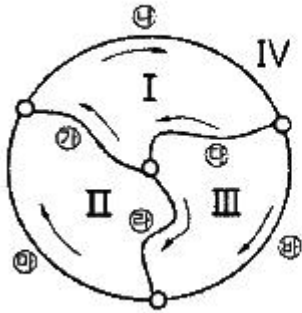
- ① 삼각점으로부터 좁은 지역의 세부측량 기준점을 측설하는 경우에 편리하다.  
② 삼각측량에 비해 복잡한 시가지나 지형의 기록이 심한 지역에는 알맞지 않다.  
③ 하천이나 도로 또는 수로 등의 좁고 긴 지역의 측량에 편리하다.  
④ 다각측량의 종류에는 개방, 폐합, 결함형 등이 있다.

37. 항공사진 측량에서 사진상에 나타난 두 점 A, B의 거리를 측정하였더니 208mm이었으며, 지상좌표는 아래와 같았다면 사진축척(S)은? (단,  $X_A = 205346.39m$ ,  $Y_A = 10793.16m$ ,  $X_B = 205100.11m$ ,  $Y_B = 11587.87m$ )

- ① S = 1:3000                  ② S = 1:4000  
③ S = 1:5000                  ④ S = 1:6000

38. 그림과 같은 수준망에서 높이차의 정확도가 가장 낮은 것

으로 추정되는 노선은? (단, 수준환의 거리 I = 4km, II = 3km, III = 2.4km, IV(㉠㉡㉢) = 6km)



노선	높이차(m)
㉠	+3,600
㉡	+1,385
㉢	-5,023
㉣	+1,105
㉤	+2,523
㉥	-3,912

- ① ㉠                      ② ㉡  
③ ㉢                      ④ ㉣

39. 도로의 곡선부에서 확폭(slack)을 구하는 식으로 옳은 것은? (단, L : 차량 앞면에서 차량의 뒤축까지의 거리, R = 차선 중심선의 반지름)

- ①  $\frac{L}{2R^2}$                       ②  $\frac{L^2}{2R^2}$   
③  $\frac{L^2}{2R}$                       ④  $\frac{L}{2R}$

40. 표준길이에 비하여 2cm 늘어난 50m 줄자로 사각형 토지의 길이를 측정하여 면적을 구하였을 때, 그 면적이 88m<sup>2</sup> 이었다면 토지의 실제 면적은?

- ① 87.30m<sup>2</sup>                      ② 87.93m<sup>2</sup>  
③ 88.07m<sup>2</sup>                      ④ 88.71m<sup>2</sup>

### 3과목 : 수리학 및 수문학

41. 지름 1m의 원통 수조에서 지름 2cm의 관으로 물이 유출되고 있다. 관내의 유속이 2.0m/s 일 때, 수조의 수면이 저하되는 속도는?

- ① 0.3 cm/s                      ② 0.4 cm/s  
③ 0.06 cm/s                      ④ 0.08 cm/s

42. 유체의 흐름에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 유체의 입자가 흐르는 경로를 유적선이라 한다.  
② 부정류(不定流)에서는 유선이 시간에 따라 변화한다.  
③ 정상류(定常流)에서는 하나의 유선이 다른 유선과 교차하게 된다.  
④ 점성이나 압축성을 완전히 무시하고 밀도가 일정한 이상적인 유체를 완전유체라 한다.

43. 오리피스 지름이 2cm, 수축단면(Vena Contracta)의 지름이 1.6cm라면, 유속계수가 0.9 일 때 유량계수는?

- ① 0.49                      ② 0.58  
③ 0.62                      ④ 0.72

44. 유역면적이 4km<sup>2</sup> 이고 유출계수가 0.8인 산지하천에서 강우강도가 80 mm/h이다. 합리식을 사용한 유역출구에서의

첨두홍수량은?

- ① 35.5 m<sup>3</sup>/s                      ② 71.1 m<sup>3</sup>/s  
③ 128 m<sup>3</sup>/s                      ④ 256 m<sup>3</sup>/s

45. 유역의 평균 강수량 산정방법이 아닌 것은?

- ① 등우선법                      ② 기하평균법  
③ 산술평균법                      ④ Thiessen의 가중법

46. 강우강도(I), 지속시간(D), 생기빈도(F) 관계를 표현하는 식

$$I = \frac{kT^x}{t^n} \quad \text{에 대한 설명으로 틀린 것은?}$$

- ① k, x, n은 지역에 따라 다른 값을 가지는 상수이다.  
② T는 강의 생기빈도를 나타내는 연수(年數)로서 재현기간(年)을 의미한다.  
③ t는 강우의 지속시간(min)으로서, 강우지속시간이 길수록 강우강도(I)는 커진다.  
④ I는 단위시간에 내리는 강우량(mm/h)인 강우강도이며, 각종 수문학적 해석 및 설계에 필요하다.

47. 항력(Drag force)에 관한 설명으로 틀린 것은?

- ① 항력  $D = C_D A \frac{\rho V^2}{2}$  으로 표현되며, 항력계수  $C_D$ 는 Froude의 함수이다.  
② 형상항력은 물체의 형상에 의한 후류(Wake)로 인해 압력이 저하하여 발생하는 압력저항이다.  
③ 마찰항력은 유체가 물체표면을 흐를 때 점성과 난류에 의해 물체표면에 발생하는 마찰저항이다.  
④ 조파항력은 물체가 수면에 떠 있거나 물체의 일부분이 수면위에 있을 때에 발생하는 유체저항이다.

48. 단위유량도(unit hydrograph)를 작성함에 있어서 주요 기본가정(또는 원리)으로만 짝지어진 것은?

- ① 비례가정, 중첩가정, 직접유출의 가정  
② 비례가정, 중첩가정, 일정기저시간의 가정  
③ 일정기저시간의 가정, 직접유출의 가정, 비례가정  
④ 직접유출의 가정, 일정기저시간의 가정, 중첩가정

49. 레이놀즈수(Reynolds) 수에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 관성력에 대한 중력의 상대적인 크기  
② 압력에 대한 탄성력의 상대적인 크기  
③ 중력에 대한 점성력의 상대적인 크기  
④ 관성력에 대한 점성력의 상대적인 크기

50. 지름 D = 4cm, 조도계수 n = 0.01m<sup>-1/3</sup>·s인 원형관의 Chezy의 유속계수 C는?(문제 오류로 가답안 발표시 3번으로 발표되었지만 확정답안 발표시 모두 정답처리 되었습니다. 여기서는 가답안인 3번을 누르면 정답 처리 됩니다.)

- ① 10                      ② 50  
③ 100                      ④ 150

51. 폭이 1m인 직사각형 수로에서 0.5m<sup>3</sup>/s의 유량이 80cm의 수심으로 흐르는 경우, 이 흐름을 가장 잘 나타낸 것은? (단, 동점성 계수는 0.012cm<sup>2</sup>/s, 한계수심은 29.5cm이다.)



- ① 층류이며 상류                      ② 층류이며 하류  
③ 난류이며 상류                      ④ 난류이며 하류

52. 빙산의 비중이 0.92이고 바닷물의 비중은 1.025일 때 빙산이 바닷물 속에 잠겨있는 부분의 부피는 수면 위에 나와 있는 부분의 약 몇 배인가?

- ① 0.8배                      ② 4.8배  
③ 8.8배                      ④ 10.8배

53. 수온에 따른 지하수의 유속에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 4℃에서 가장 크다.  
② 수온이 높으면 크다.  
③ 수온이 낮으면 크다.  
④ 수온에는 관계없이 일정하다.

54. 유체 속에 잠긴 곡면에 작용하는 수평분력은?

- ① 곡면에 의해 배재된 액체의 무게와 같다.  
② 곡면의 중심에서의 압력과 면적의 곱과 같다.  
③ 곡면의 연직상방에 실려 있는 액체의 무게와 같다.  
④ 곡면을 연직면상에 투영하였을 때 생기는 투영면적에 작용하는 힘과 같다.

55. 지하수(地下水)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 자유 지하수를 양수(揚水)하는 우물을 굴착정(Artesian well)이라 부른다.  
② 불투수층(不透水層) 상부에 있는 지하수를 자유 지하수(自由地下水)라 한다.  
③ 불투수층과 불투수층 사이에 있는 지하수를 피압지하수(被壓地下水)라 한다.  
④ 흡입자 사이에 충만되어 있으며 중력의 작용으로 운동하는 물을 지하수라 부른다.

56. 월류수심 40cm인 전폭 위어의 유량을 Francis 공식에 의해 구한 결과  $0.40\text{m}^3/\text{s}$  였다. 이 때 위어 폭의 측정에 2cm의 오차가 발생했다면 유량의 오차는 몇 % 인가?

- ① 1.16%                      ② 1.50%  
③ 2.00%                      ④ 2.33%

57. 폭 9m의 직사각형 수로에  $16.2\text{m}^3/\text{s}$ 의 유량이 92cm의 수심으로 흐르고 있다. 장파의 전파속도 C와 비에너지 E는? (단, 에너지 보정계수  $\alpha=1.0$ )

- ①  $C = 2.0\text{m/s}$ ,  $E = 1.015\text{m}$   
②  $C = 2.0\text{m/s}$ ,  $E = 1.115\text{m}$   
③  $C = 3.0\text{m/s}$ ,  $E = 1.015\text{m}$   
④  $C = 3.0\text{m/s}$ ,  $E = 1.115\text{m}$

58. Chezy의 평균유속 공식에서 평균유속계수 C를 Manning의 평균유속 공식을 이용하여 표현한 것으로 옳은 것은?

- ①  $\frac{R^{1/2}}{n}$                       ②  $\frac{R^{1/6}}{n}$   
③  $\sqrt{\frac{f}{8g}}$                       ④  $\sqrt{\frac{8g}{f}}$

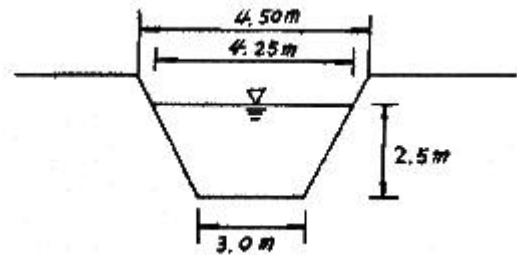
59. 비압축성 이상유체에 대한 아래 내용 중 ( )안에 들어갈

알맞은 말은?

비압축성 이상유체는 압력 및 온도에 따른 ( )의 변화가 미소하여 이를 무시할 수 있다.

- ① 밀도                      ② 비중  
③ 속도                      ④ 점성

60. 수로경사  $I = 1/2500$ , 조도계수  $n = 0.013\text{m}^{-1/3}\cdot\text{s}$ 인 수로에 아래 그림과 같이 물이 흐르고 있다면 평균유속은? (단, Manning의 공식을 사용한다.)



- ① 1.65 m/s                      ② 2.16 m/s  
③ 2.65 m/s                      ④ 3.16 m/s

4과목 : 철근콘크리트 및 강구조

61. 옹벽의 구조해석에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 뒷부벽식 옹벽의 뒷부벽은 직사각형으로 설계하여야 한다.  
② 캔틸레버식 옹벽의 전면벽은 저판에 지지된 캔틸레버로 설계할 수 있다.  
③ 저판의 뒷굽판은 정확한 방법이 사용되지 않는 한, 뒷굽판 상부에 재하되는 모든 하중을 지지하도록 설계하여야 한다.  
④ 부벽식 옹벽 저판은 정밀한 해석이 사용되지 않는 한, 부벽 사이의 거리를 경간으로 가정한 고정정보 또는 연속정보로 설계할 수 있다.

62. 철근콘크리트가 성립되는 조건으로 틀린 것은?

- ① 철근과 콘크리트 사이의 부착강도가 크다.  
② 철근과 콘크리트의 탄성계수가 거의 같다.  
③ 철근은 콘크리트 속에서 녹이 슬지 않는다.  
④ 철근과 콘크리트의 열팽창계수가 거의 같다.

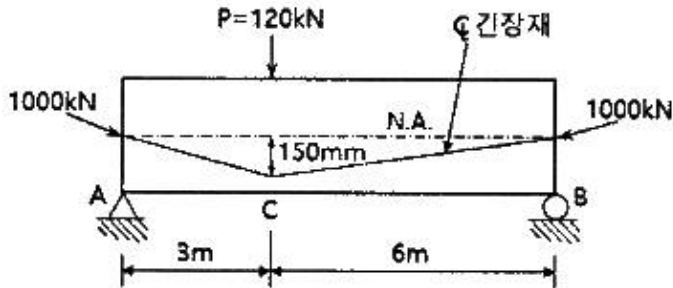
63. 경간이 12m인 대칭 T형보에서 양쪽의 슬래브 중심간 거리가 2.0m, 플랜지의 두께가 300mm, 복부의 폭이 400mm일 때 플랜지의 유효폭은?

- ① 2000mm                      ② 2500mm  
③ 3000mm                      ④ 5200mm

64. 콘크리트의 크리프에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 고강도 콘크리트는 저강도 콘크리트보다 크리프가 크게 일어난다.  
② 콘크리트가 놓이는 주위의 온도가 높을수록 크리프 변형은 크게 일어난다.  
③ 물-시멘트비가 큰 콘크리트는 물-시멘트비가 작은 콘크리트보다 크리프가 크게 일어난다.  
④ 일정한 응력이 장시간 계속하여 작용하고 있을 때 변형이 계속 진행되는 현상을 말한다.

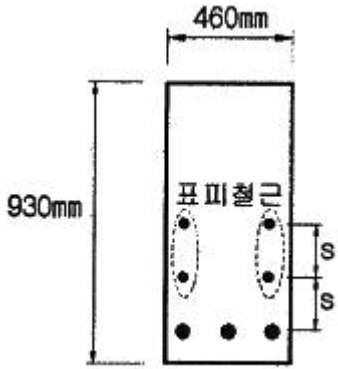
65. 그림과 같은 단순지지 보에서 긴장재는 C점에 150mm의 편차에 직선으로 배치되고, 100 kN으로 긴장되었다. 보에는 120kN의 집중하중이 C점에 작용한다. 보의 고정하중은 무시할 때 C점에서의 휨모멘트는 얼마인가? (단, 긴장재의 경사가 수평압축력에 미치는 영향 및 자중은 무시한다.)



- ① -150 kN·m      ② 90 kN·m  
③ 240 kN·m      ④ 390 kN·m
66. 지름 450mm인 원형 단면을 갖는 중심축하중을 받는 나선 철근 기둥에서 강도설계법에 의한 축방향 설계축강도( $\phi P_n$ )는 얼마인가? (단, 이 기둥은 단주이고,  $f_{ck} = 27\text{MPa}$ ,  $f_y = 350\text{MPa}$ ,  $A_{st} = 8\text{-D}22 = 3096\text{ mm}^2$ , 압축지배단면이다.)  
① 1166 kN      ② 1299 kN  
③ 2425 kN      ④ 2774 kN
67. 옹벽의 활동에 대한 저항력은 옹벽에 작용하는 수평력에 최소 몇 배 이상이어야 하는가?  
① 1.5배      ② 2배  
③ 2.5배      ④ 3배
68. 폭(b)이 250mm이고, 전체높이(h)가 500mm인 직사각형 철근콘크리트 보의 단면에 균열을 일으키는 비틀림모멘트 ( $T_{cr}$ )는 약 얼마인가? (단, 보통중량콘크리트이며,  $f_{ck} = 28\text{MPa}$  이다.)  
① 9.8 kN·m      ② 11.3 kN·m  
③ 12.5 kN·m      ④ 18.4 kN·m
69. 프리스트레스트 콘크리트(PSC)의 균등질 보의 개념(homogeneous beam concept)을 설명한 것으로 옳은 것은?  
① PSC는 결국 부재에 작용하는 하중의 일부 또는 전부를 미리 가해진 프리스트레스와 평행이 되도록 하는 개념  
② PSC보를 RC보처럼 생각하여, 콘크리트는 압축력을 받고 긴장재는 인장력을 받게 하여 두 힘의 우력 모멘트로 외력에 의한 휨모멘트에 저항시킨다는 개념  
③ 콘크리트에 프리스트레스가 가해지면 PSC부재는 탄성 재료로 전환되고 이의 해석은 탄성이론으로 가능하다는 개념  
④ PSC는 강도가 크기 때문에 보의 단면을 강재의 단면으로 가정하여 압축 및 인장을 단면전체가 부담할 수 있다는 개념
70. 철근콘크리트 구조물 설계 시 철근 간격에 대한 설명으로 틀린 것은? (단, 굵은 골재의 최대 치수에 관련된 규정은 만족하는 것으로 가정한다.)  
① 동일 평면에서 평행한 철근 사이의 수평 순간격은 25mm 이상, 또한 철근의 공칭지름 이상으로 하여야 한다.  
② 벽체 또는 슬래브에서 휨 주철근의 간격은 벽체나 슬래

브 두께의 3배 이하로 하여야 하고, 또한 450mm 이하로 하여야 한다.

- ③ 나선철근 또는 띠철근이 배근된 압축부재에서 축방향 철근의 순간격은 40mm 이상, 또한 철근 공칭 지름의 1.5배 이상으로 하여야 한다.  
④ 상단과 하단에 2단 이상으로 배치된 경우 상하 철근은 동일 연직면 내에 배치되어야 하고, 이때 상하 철근의 순간격은 40mm 이상으로 하여야 한다.
71. 철근콘크리트 휨부재에서 최소철근비를 규정한 이유로 가장 적당한 것은?  
① 부재의 시공 편의를 위해서  
② 부재의 사용성을 증진시키기 위해서  
③ 부재의 경제적인 단면 설계를 위해서  
④ 부재의 급작스런 파괴를 방지하기 위해서
72. 전단철근이 부담하는 전단력  $V_s = 150\text{ kN}$  일 때 수직스터럽으로 전단보강을 하는 경우 최대 배치간격은 얼마인가? (단, 전단철근 1개 단면적 =  $125\text{mm}^2$ , 횡방향 철근의 설계기준항복강도( $f_{yt}$ ) = 400 MPa,  $f_{ck} = 28\text{MPa}$ ,  $b_w = 300\text{mm}$ ,  $d = 500\text{mm}$ , 보통중량콘크리트이다.)  
① 167mm      ② 250mm  
③ 333mm      ④ 600mm
73. 압축 이형철근의 겹침이음길이에 대한 설명으로 옳은 것은? (단,  $d_b$ 는 철근의 공칭직경)  
① 어느 경우에도 압축 이형철근의 겹침이음길이는 200mm 이상이어야 한다.  
② 콘크리트의 설계기준압축강도가 28MPa 미만인 경우는 규정된 겹침이음길이를 1/5 증가시켜야 한다.  
③  $f_y$ 가 500MPa 이하인 경우는  $0.72 f_y d_b$  이상,  $f_y$ 가 500MPa를 초과할 경우는  $(1.3f_y - 24)d_b$  이상이어야 한다.  
④ 서로 다른 크기의 철근을 압축부에서 겹침이음하는 경우, 이음길이는 크기가 큰 철근의 정착길이와 크기가 작은 철근의 겹침이음길이 중 큰 값 이상이어야 한다.
74. 2방향 슬래브의 설계에서 직접설계법을 적용할 수 있는 제한 조건으로 틀린 것은?  
① 각 방향으로 3경간 이상이 연속되어야 한다.  
② 슬래브 판들은 단변 경간에 대한 장변 경간의 비가 20이하인 직사각형이어야 한다.  
③ 각 방향으로 연속한 받침부 중심간 경간 차이는 긴 경간의 1/3 이하이어야 한다.  
④ 모든 하중은 연직하중으로 슬래브 판 전체에 등분포이고, 활하중은 고정하중의 3배 이상이어야 한다.
75. 아래 그림과 같은 보의 단면에서 표피철근의 간격  $s$ 는 최대 얼마 이하로 하여야 하는가? (단, 건조환경에 노출되는 경우로서, 표피철근의 표면에서 부재 측면까지 최단거리( $c_c$ )는 40mm,  $f_{ck} = 24\text{MPa}$ ,  $f_y = 350\text{MPa}$  이다.)



- ① 330mm                      ② 340mm  
③ 350mm                      ④ 360mm

76. 강판형(Plate girder) 복부(web) 두께의 제한이 규정되어 있는 가장 큰 이유는?

- ① 시공상의 난이              ② 좌굴의 방지  
③ 공비의 절약                ④ 자중의 경감

77. 프리스트레스 손실 원인 중 프리스트레스 도입 후 시간의 경과에 따라 생기는 것이 아닌 것은?

- ① 콘크리트의 크리프          ② 콘크리트의 건조수축  
③ 정착 장치의 활동          ④ 긴장재 응력의 릴랙세이션

78. 강함성 교량에서 콘크리트 슬래브와 강(鋼)주형 상부 플랜지를 구조적으로 일체가 되도록 결합시키는 요소는?

- ① 볼트                          ② 접착제  
③ 전단연결재                  ④ 합성철근

79. 리벳으로 연결된 부재에서 리벳이 상·하 두 부분으로 절단되었다면 그 원인은?

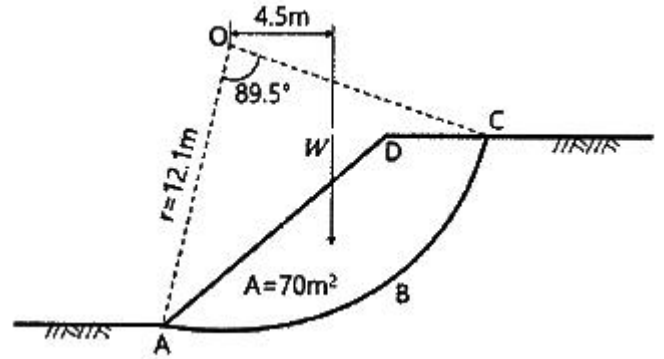
- ① 리벳의 압축파괴            ② 리벳의 전단파괴  
③ 연결부의 인장파괴          ④ 연결부의 지압파괴

80. 강도 설계에 있어서 강도감소계수( $\phi$ )의 값으로 틀린 것은?

- ① 전단력 : 0.75  
② 비틀림모멘트 : 0.75  
③ 인장지배단면 : 0.85  
④ 포스트텐션 정착구역 : 0.75

#### 5과목 : 토질 및 기초

81. 흙의 포화단위중량이  $20 \text{ kN/m}^3$  인 포화점토층을  $45^\circ$ 경사로 8m를 굴착하였다. 흙의 강도정수  $C_u = 65 \text{ kN/m}^2$ ,  $\phi = 0^\circ$  이다. 그림과 같은 파괴면에 대하여 사면의 안전율은? (단, ABCD의 면적은  $70\text{m}^2$  이고 O점에서 ABCD의 무게중심까지의 수직거리는 4.5m 이다.)



- ① 4.72                          ② 4.21  
③ 2.67                          ④ 2.36

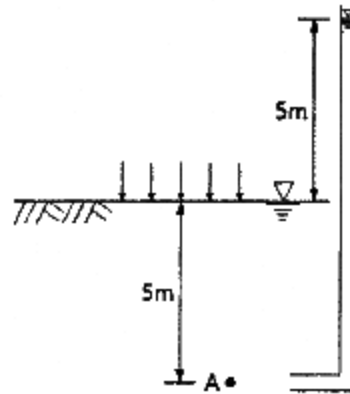
82. 통일분류법에 의한 분류기호와 흙의 성질을 표현한 것으로 틀린 것은?

- ① SM : 실트 섞인 모래  
② GC : 점토 섞인 자갈  
③ CL : 소성이 큰 무기질 점토  
④ GP : 입도분포가 불량한 자갈

83. 다음 중 연약점토지반 개량공법이 아닌 것은?

- ① 프리로딩(Pre-loading) 공법  
② 샌드 드레인(Sand drain) 공법  
③ 페이퍼 드레인(Paper drain) 공법  
④ 바이브로 플로테이션(Vibro flotation) 공법

84. 그림과 같은 지반에 재하수단 수주(水柱)가 지표면으로부터 5m 이었다. 20% 압밀이 일어난 후 지표면으로부터 수주의 높이는? (단, 물의 단위중량은  $9.81 \text{ kN/m}^3$  이다.)



- ① 1m                            ② 2m  
③ 3m                            ④ 4m

85. 내부마찰각이  $30^\circ$ , 단위중량이  $18 \text{ kN/m}^3$ 인 흙의 인장균열 깊이가 3m 일 때 점착력은?

- ①  $15.6 \text{ kN/m}^2$                 ②  $16.7 \text{ kN/m}^2$   
③  $17.5 \text{ kN/m}^2$                 ④  $18.1 \text{ kN/m}^2$

86. 일반적인 기초의 필요조건으로 틀린 것은?

- ① 침하를 허용해서는 안 된다.  
② 지지력에 대해 안정해야 한다.  
③ 사용성, 경제성이 좋아야 한다.  
④ 동해를 받지 않는 최소한의 근입깊이를 가져야 한다.



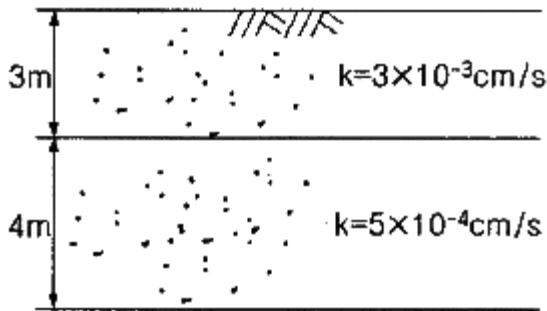
87. 흙 속에 있는 한 점의 최대 및 최소 주응력이 각각  $200 \text{ kN/m}^2$  및  $100 \text{ kN/m}^2$  일 때 최대 주응력과  $30^\circ$ 를 이루는 평면상의 전단응력을 구한 값은?

- ①  $10.5 \text{ kN/m}^2$       ②  $21.5 \text{ kN/m}^2$   
③  $32.3 \text{ kN/m}^2$       ④  $43.3 \text{ kN/m}^2$

88. 토립자가 동글고 입도분포가 양호한 모래지반에서 N치를 측정할 결과  $N = 19$ 가 되었을 경우, Dunham의 공식에 의한 이 모래의 내부 마찰각( $\phi$ )은?

- ①  $20^\circ$       ②  $25^\circ$   
③  $30^\circ$       ④  $35^\circ$

89. 그림과 같은 지반에 대해 수직방향 등가투수계수를 구하면?



- ①  $3.89 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$       ②  $7.78 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$   
③  $1.57 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$       ④  $3.14 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$

90. 다음 중 동상에 대한 대책으로 틀린 것은?

- ① 모관수의 상승을 차단한다.  
② 지표부근에 단열재료를 매립한다.  
③ 배수구를 설치하여 지하수위를 낮춘다.  
④ 동결심도 상부의 흙을 실트질 흙으로 치환한다.

91. 흙의 다짐곡선은 흙의 종류나 입도 및 다짐에너지 등의 영향으로 변한다. 흙의 다짐 특성에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 세립토가 많을수록 최적함수비는 증가한다.  
② 점토질 흙은 최대건조단위중량이 작고 사질토는 크다.  
③ 일반적으로 최대건조단위중량이 큰 흙일수록 최적함수비도 커진다.  
④ 점성토는 건조측에서 물을 많이 흡수하므로 팽창이 크고 습윤측에서는 팽창이 작다.

92. 현장에서 채취한 흙 시료에 대하여 아래 조건과 같이 압밀 시험을 실시하였다. 이 시료에  $320 \text{ kPa}$ 의 압밀압력을 가했을 때,  $0.2 \text{ cm}$ 의 최종 압밀침하가 발생되었다면 압밀이 완료된 후 시료의 간극비는? (단, 물의 단위중량은  $9.81 \text{ kN/m}^3$ 이다.)

- 시료의 단면적( $A$ ) =  $30 \text{ cm}^2$   
- 시료의 초기 높이( $H$ ) =  $2.6 \text{ cm}$   
- 시료의 비중( $G_s$ ) : 2.5  
- 시료의 건조중량( $W_s$ ) :  $1.18 \text{ N}$

- ① 0.125      ② 0.385  
③ 0.500      ④ 0.625

93. 노상토 지지력비(CBR)시험에서 피스톤  $2.5 \text{ mm}$  관입될 때와  $5.0 \text{ mm}$  관입될 때를 비교한 결과, 관입량  $5.0 \text{ mm}$ 에서 CBR이 더 큰 경우 CBR 값을 결정하는 방법으로 옳은 것은?

- ① 그대로 관입량  $5.0 \text{ mm}$  일때의 CBR 값으로 한다.  
②  $2.5 \text{ mm}$  값과  $5.0 \text{ mm}$  값의 평균을 CBR 값으로 한다.  
③  $5.0 \text{ mm}$  값을 무시하고  $2.5 \text{ mm}$  값을 표준으로 하여 CBR 값으로 한다.  
④ 새로운 공시체로 재시험을 하며, 재시험 결과도  $5.0 \text{ mm}$  값이 크게 나오면 관입량  $5.0 \text{ mm}$  일 때의 CBR 값으로 한다.

94. 다음 중 사운딩 시험이 아닌 것은?

- ① 표준관입시험      ② 평판재하시험  
③ 콘 관입시험      ④ 베인 시험

95. 단면적이  $100 \text{ cm}^2$ , 길이가  $30 \text{ cm}$ 인 모래 시료에 대하여 정수두 투수시험을 실시하였다. 이때 수두차가  $50 \text{ cm}$ , 5분 동안 집수된 물이  $350 \text{ cm}^3$  이었다면 이 시료의 투수계수는?

- ①  $0.001 \text{ cm/s}$       ②  $0.007 \text{ cm/s}$   
③  $0.01 \text{ cm/s}$       ④  $0.07 \text{ cm/s}$

96. 아래와 같은 조건에서 AASHTO분류법에 따른 군지수(GI)는?

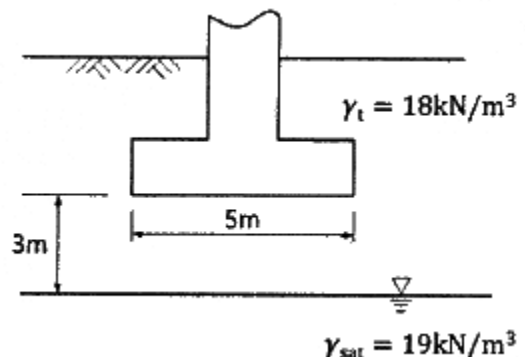
- 흙의 액성한계 : 45%  
- 흙의 소성한계 : 25%  
- 200번체 통과율 : 50%

- ① 7      ② 10  
③ 13      ④ 16

97. 점토층 지반위에 성토를 급속히 하려한다. 성토 직후에 있어서 이 점토의 안정성을 검토하는데 필요한 강도정수를 구하는 합리적인 시험은?

- ① 비압밀 비배수시험(UU-test)  
② 압밀 비배수시험(CU-test)  
③ 압밀 배수시험(CD-test)  
④ 투수시험

98. 연속 기초에 대한 Terzaghi의 극한지지력 공식은  $q_u = cN_c + 0.5\gamma_1 B N_\gamma + \gamma_2 D_f N_q$ 로 나타낼 수 있다. 아래 그림과 같은 경우 극한지지력 공식의 두 번째 항의 단위중량( $\gamma$ )의 값은? (단, 물의 단위중량은  $9.81 \text{ kN/m}^3$ 이다.)



- ①  $14.48 \text{ kN/m}^3$       ②  $16.00 \text{ kN/m}^3$

- ③ 17.45 kN/m<sup>3</sup>      ④ 18.20 kN/m<sup>3</sup>

99. 점토 지반에 있어서 강성 기초와 점지압 분포에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 점지압은 어느 부분이나 동일하다.  
 ② 점지압은 토질에 관계없이 일정하다.  
 ③ 기초의 모서리 부분에서 점지압이 최대가 된다.  
 ④ 기초의 중앙 부분에서 점지압이 최대가 된다.

100. 토질시험 결과 내부마찰각이 30°, 점착력이 50 kN/m<sup>2</sup>, 간극수압이 800 kN/m<sup>2</sup>, 파괴면에 작용하는 수직응력이 3000 kN/m<sup>2</sup> 일 때 이 흙의 전단응력은?

- ① 1270 kN/m<sup>2</sup>      ② 1320 kN/m<sup>2</sup>  
 ③ 1580 kN/m<sup>2</sup>      ④ 1950 kN/m<sup>2</sup>

### 6과목 : 상하수도공학

101. 수원으로부터 취수된 상수가 소비자까지 전달되는 일반적 상수도의 구성순서로 옳은 것은?

- ① 도수 → 송수 → 정수 → 배수 → 급수  
 ② 송수 → 정수 → 도수 → 급수 → 배수  
 ③ 도수 → 정수 → 송수 → 배수 → 급수  
 ④ 송수 → 정수 → 도수 → 배수 → 급수

102. 하수관의 접합방법에 관한 설명으로 틀린 것은?

- ① 관중심접합은 관의 중심을 일치시키는 방법이다.  
 ② 관저접합은 관의 내면하부를 일치시키는 방법이다.  
 ③ 단차접합은 지표의 경사가 급한 경우에 이용되는 방법이다.  
 ④ 관정접합은 토공량을 줄이기 위하여 평탄한 지형에 많이 이용되는 방법이다.

103. 계획오수량을 결정하는 방법에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 지하수량은 1일1인최대오수량의 20% 이하로 한다.  
 ② 생활오수량의 1일1인최대오수량은 1일1인최대급수량을 감안하여 결정한다.  
 ③ 계획1일평균오수량은 계획1일최소오수량의 1.3~1.8배를 사용한다.  
 ④ 합류식에서 우천 시 계획오수량은 원칙적으로 계획시간 최대오수량의 3배 이상으로 한다.

104. 하수 배제방식의 특징에 관한 설명으로 틀린 것은?

- ① 분류식은 합류식에 비해 우천시 월류의 위험이 크다.  
 ② 합류식은 단면적이 크기 때문에 검사, 수리 등에 유리하다.  
 ③ 합류식은 분류식(2계통 건설)에 비해 건설비가 저렴하고 시공이 용이하다.  
 ④ 분류식은 강우초기에 노면의 오염물질이 포함된 세정수가 직접 하천 등으로 유입된다.

105. 호수의 부영양화에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 부영양화는 정체성 수역의 상층에서 발생하기 쉽다.  
 ② 부영양화된 수원의 상수는 냄새로 인하여 음료수로 부적당하다.  
 ③ 부영양화로 식물성 플랑크톤의 번식이 증가되어 투명도가 저하된다.

④ 부영양화로 생물활동이 활발하여 깊은 곳의 용존산소가 풍부하다.

106. 하수관로시설의 유량을 산출할 때 사용하는 공식으로 옳지 않은 것은?

- ① Kutter 공식      ② Jamssen 공식  
 ③ Manning 공식      ④ Hazen-Williams 공식

107. 하수처리장 유입수의 SS농도는 200mg/L 이다. 1차 침전지에서 30% 정도가 제거되고, 2차 침전지에서 85%의 제거효율을 갖고 있다. 하루 처리용량이 3000 m<sup>3</sup>/d 일 때 방류되는 총 SS량은?

- ① 63 kg/d      ② 2800 g/d  
 ③ 6300 kg/d      ④ 6300 mg/d

108. 상수도관의 관종 선정 시 기본으로 하여야 하는 사항으로 틀린 것은?

- ① 매설조건에 적합해야 한다.  
 ② 매설환경에 적합한 시공성을 지녀야 한다.  
 ③ 내압보다는 외압에 대하여 안전해야 한다.  
 ④ 관 재질에 의하여 물이 오염될 우려가 없어야 한다.

109. 하수도 계획에서 계획오수량 산정과 관계가 없는 것은?

- ① 배수면적      ② 설계강우  
 ③ 유출계수      ④ 집수관로

110. 먹는 물의 수질기준 항목에서 다음 특성을 갖고 있는 수질기준항목은?

- 수질기준은 10mg/L를 넘지 아니할 것  
 - 하수, 공장폐수, 분뇨 등과 같은 오염물의 유입에 의한 것으로 물의 오염을 추정하는 지표항목  
 - 유아에게 형색증 유발

- ① 불소      ② 대장균군  
 ③ 질산성질소      ④ 과망간산칼륨 소비량

111. 관의 길이가 1000m이고, 지름이 20cm인 관을 지름 40cm의 등치관으로 바꿀 때, 등치관의 길이는? (단, Hazen-Williams 공식을 사용한다.)

- ① 2924.2m      ② 5924.2m  
 ③ 19242.6m      ④ 29242.6m

112. 폭기조의 MLSS농도 2000 mg/L, 30분간 정치시킨 후 침전된 슬러지 체적이 300 mL/L 일 때 SVI는?

- ① 100      ② 150  
 ③ 200      ④ 250

113. 유출계수가 0.6이고, 유역면적 2km<sup>2</sup>에 강우강도 200 mm/h 의 강우가 있었다면 유출량은? (단, 합류식을 사용한다.)

- ① 24.0 m<sup>3</sup>/s      ② 66.7 m<sup>3</sup>/s  
 ③ 240 m<sup>3</sup>/s      ④ 667 m<sup>3</sup>/s

114. 정수지에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 정수지 상부는 반드시 복개해야 한다.  
 ② 정수지의 유효수심은 3~6m를 표준으로 한다.

- ③ 정수지의 바닥은 저수위보다 1m 이상 낮게 해야 한다.  
 ④ 정수지란 정수를 저류하는 탱크로 정수시설로는 최종단계의 시설이다.
115. 합류식 관로의 단면을 결정하는데 중요한 요소로 옳은 것은?  
 ① 계획우수량                      ② 계획1일평균우수량  
 ③ 계획시간최대우수량   ④ 계획시간평균우수량
116. 혐기성 소화법과 비교할 때, 호기성 소화법의 특징으로 옳은 것은?  
 ① 최초시공비 과다              ② 유기물 감소율 우수  
 ③ 저온시의 효율 향상   ④ 소화슬러지의 탈수 불량
117. 정수처리 시 염소소독 공정에서 생성될 수 있는 유해물질은?  
 ① 유기물                          ② 암모니아  
 ③ 환원성 금속이온              ④ THM(트리할로메탄)
118. 정수시설 내에서 조류를 제거하는 방법 중 약품으로 조류를 산화시켜 침전처리 등으로 제거하는 방법에 사용되는 것은?  
 ① Zeolite                          ② 황산구리  
 ③ 과망간산칼륨                  ④ 수산화나트륨
119. 병원성미생물에 의하여 오염되거나 오염될 우려가 있는 경우, 수도꼭지에서의 유리잔류염소는 몇 mg/L 이상 되도록 하여야 하는가?  
 ① 0.1 mg/L                      ② 0.4 mg/L  
 ③ 0.6 mg/L                      ④ 1.8 mg/L
120. 배수관의 갱생공법으로 기존 관내의 세척(cleaning)을 수행하는 일반적인 공법으로 옳지 않은 것은?  
 ① 제트(jet) 공법                  ② 실드(shield) 공법  
 ③ 로터리(rotary) 공법          ④ 스크레이퍼(scraper) 공법

전자문제집 CBT PC 버전 : [www.comcbt.com](http://www.comcbt.com)  
 전자문제집 CBT 모바일 버전 : [m.comcbt.com](http://m.comcbt.com)  
 기출문제 및 해설집 다운로드 : [www.comcbt.com/xe](http://www.comcbt.com/xe)

전자문제집 CBT란?

종이 문제집이 아닌 인터넷으로 문제를 풀고 자동으로 채점하며 모의고사, 오답 노트, 해설까지 제공하는 무료 기출문제 학습 프로그램으로 실제 시험에서 사용하는 OMR 형식의 CBT를 제공합니다.

PC 버전 및 모바일 버전 완벽 연동  
 교사용/학생용 관리기능도 제공합니다.

오답 및 오탈자가 수정된 최신 자료와 해설은 전자문제집 CBT에서 확인하세요.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
①	②	②	①	①	①	④	③	③	④
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
④	④	④	④	②	③	③	②	②	④
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
④	①	③	④	②	④	④	②	④	②
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
①	②	③	③	①	②	②	①	③	③
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
④	③	②	②	②	③	①	②	④	③
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
③	③	②	④	①	④	④	②	①	①
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
①	②	①	①	②	④	①	④	③	④
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
④	②	④	④	③	②	③	③	②	④
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
④	③	④	④	①	①	④	④	②	④
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
③	③	④	②	②	①	①	①	③	②
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
③	④	③	①	④	②	①	③	④	③
111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
④	②	②	③	①	④	④	②	②	②