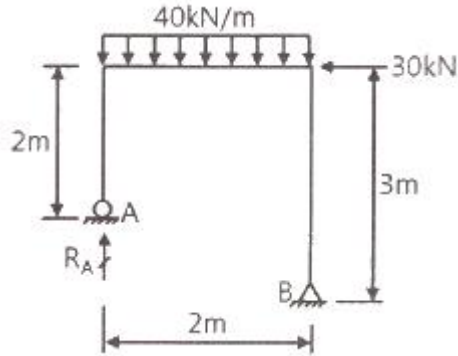


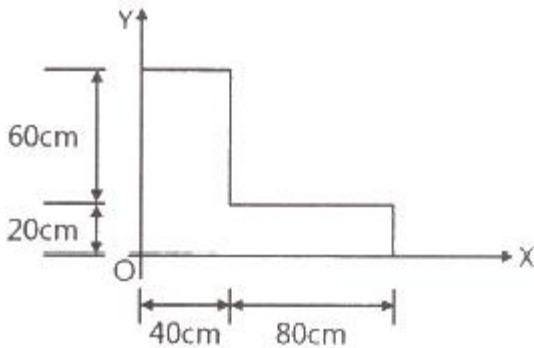
## 1과목 : 응용역학

1. 단면의 성질에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 단면2차 모멘트의 값은 항상 0보다 크다.  
 ② 도심 축에 대한 단면1차 모멘트의 값은 항상 0이다.  
 ③ 단면 상승 모멘트의 값은 항상 0보다 크거나 같다.  
 ④ 단면2차 극모멘트의 값은 항상 극을 원점으로 하는 두 직교좌표축에 대한 단면2차 모멘트의 합과 같다.

2. 그림과 같은 라멘에서 A점의 수직반력( $R_A$ )은?

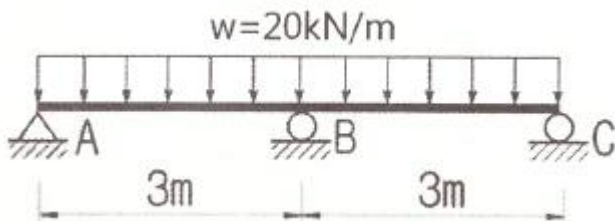
- ① 65 kN                      ② 75 kN  
 ③ 85 kN                      ④ 95 kN

3. 그림과 같은 단면의 단면 상승 모멘트  $I_{xy}$ 는?

- ① 3360000 cm<sup>4</sup>              ② 3520000 cm<sup>4</sup>  
 ③ 3840000 cm<sup>4</sup>              ④ 4000000 cm<sup>4</sup>

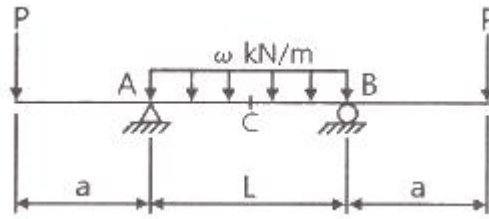
4. 어떤 금속의 탄성계수(E)가  $21 \times 10^4$  MPa 이고, 전단 탄성계수(G)가  $8 \times 10^4$  MPa일 때, 금속의 푸아송 비는?

- ① 0.3075                      ② 0.3125  
 ③ 0.3275                      ④ 0.3325

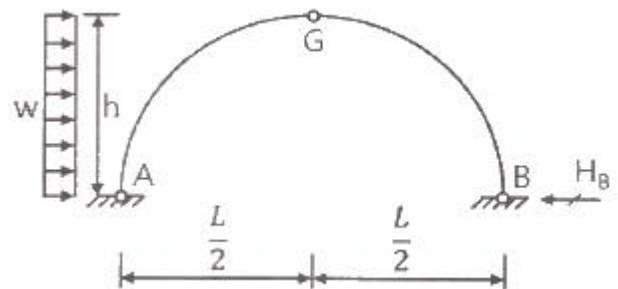
5. 다음 그림에 있는 연속보의 B점에서의 반력은? (단,  $E = 2.1 \times 10^5$  MPa,  $I = 1.6 \times 10^4$  cm<sup>4</sup>)

- ① 63 kN                      ② 75 kN  
 ③ 97 kN                      ④ 101 kN

6. 그림과 같은 양단 내민보에서 C점(중앙점)에서 휨모멘트가 0

이 되기 위한  $\frac{a}{L}$  는? (단,  $P = \omega L$ )

- ① 1/2                              ② 1/4  
 ③ 1/7                              ④ 1/8

7. 다음 3원지 아치에서 수평반력  $H_B$  는?

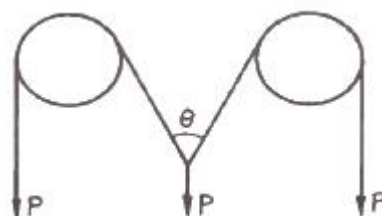
- ①  $\frac{1}{4wh}$                       ②  $\frac{1}{2wh}$   
 ③  $\frac{wh}{4}$                               ④ 2wh

8. 동일한 재료 및 단면을 사용한 다음 기둥 중 좌굴하중이 가장 큰 기둥은?

- ① 양단 힌지의 길이가 L인 기둥  
 ② 양단 고정의 길이가 2L인 기둥  
 ③ 일단 자유 타단 고정의 길이가 0.5L인 기둥  
 ④ 일단 힌지 타단 고정의 길이가 1.2L인 기둥

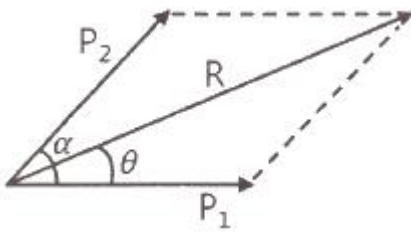
9. 길이 5m, 단면적 10cm<sup>2</sup> 의 강봉을 0.5mm 늘이는 데 필요한 인장력은? (단, 탄성계수  $E = 2 \times 10^5$  MPa 이다.)

- ① 20 kN                              ② 30 kN  
 ③ 40 kN                              ④ 50 kN

10. 그림과 같이 두 개의 도르래를 사용하여 물체를 매달 때, 3개의 물체가 평형을 이루기 위한 각  $\theta$  값은? (단, 로프와 도르래의 마찰은 무시한다.)

- ① 30°                              ② 45°  
 ③ 60°                              ④ 120°

11. 다음 그림에서  $P_1$  와  $R$  사이의 각  $\theta$ 를 나타낸 것은?



①  $\theta = \tan^{-1} \left( \frac{P_2 \cos \alpha}{P_2 + P_1 \cos \alpha} \right)$

②  $\theta = \tan^{-1} \left( \frac{P_2 \cos \alpha}{P_1 + P_2 \sin \alpha} \right)$

③  $\theta = \tan^{-1} \left( \frac{P_2 \sin \alpha}{P_1 + P_2 \cos \alpha} \right)$

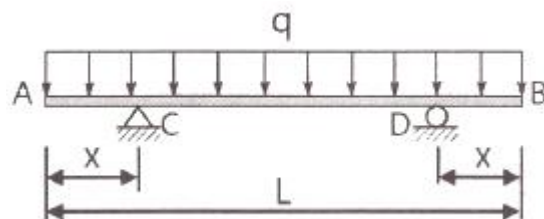
④  $\theta = \tan^{-1} \left( \frac{P_2 \sin \alpha}{P_1 + P_2 \sin \alpha} \right)$

12. 외반경  $R_1$ , 내반경  $R_2$  인 중공(中空) 원형단면의 핵은? (단, 핵의 반경을  $e$ 로 표시함)

①  $e = \frac{(R_1^2 + R_2^2)}{4R_1}$       ②  $e = \frac{(R_1^2 + R_2^2)}{4R_1^2}$

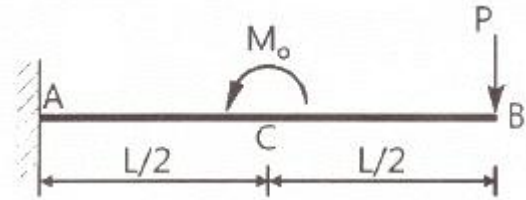
③  $e = \frac{(R_1^2 - R_2^2)}{4R_1}$       ④  $e = \frac{(R_1^2 - R_2^2)}{4R_1^2}$

13. 그림과 같이 단순지지된 보에 등분포하중  $q$ 가 작용하고 있다. 지점 C의 부모멘트와 보의 중앙에 발생하는 정모멘트의 크기를 같게하여 등분포하중  $q$ 의 크기를 제한하려고 한다. 지점 C와 D는 보의 대칭거동을 유지하기 위하여 각각 A와 B로부터 같은 거리에 배치하고자 한다. 이때 보의 A점으로부터 지점 C의 거리  $X$ 는?



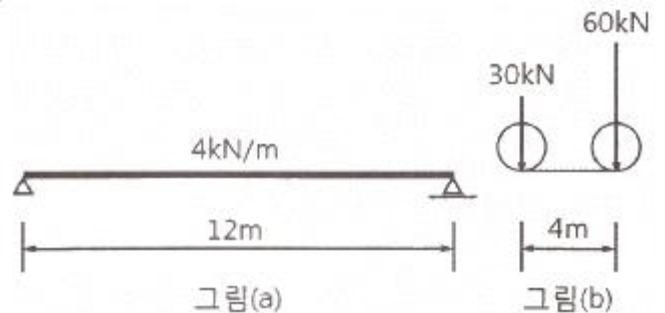
- ① 0.207 L      ② 0.250 L  
③ 0.333 L      ④ 0.444 L

14. 아래 그림과 같은 캔틸레버 보에서 B점의 연직변위( $\delta_B$ )는? (단,  $M_o = 4 \text{ kN}\cdot\text{m}$ ,  $P = 16 \text{ kN}$ ,  $L = 2.4\text{m}$ ,  $EI = 6000 \text{ kN}\cdot\text{m}^2$  이다.)



- ① 1.08 cm(↓)      ② 1.08 cm(↑)  
③ 1.37 cm(↓)      ④ 1.37 cm(↑)

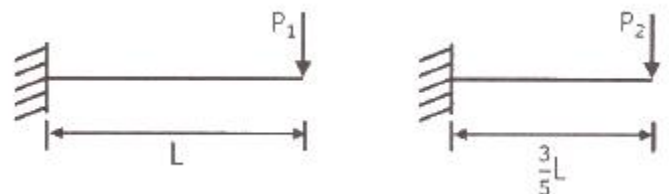
15. 자중이 4kN/m인 그림(a)와 같은 단순보에 그림(b)와 같은 차륜하중이 통과할 때 이 보에 일어나는 최대 전단력의 절댓값은?



- ① 74 kN      ② 80 kN  
③ 94 kN      ④ 104 kN

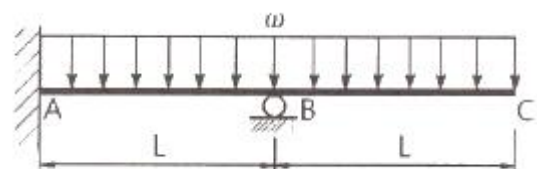
16. 재료의 단면이 같은 다음 2개의 외팔보에서 자유단의 처짐

을 같게 되는  $\frac{P_1}{P_2}$  의 값은?



- ① 0.216      ② 0.325  
③ 0.437      ④ 0.546

17. 그림과 같은 부정정보에서 지점A의 휨모멘트 값을 옳게 나타낸 것은? (단,  $E$ 는 일정)



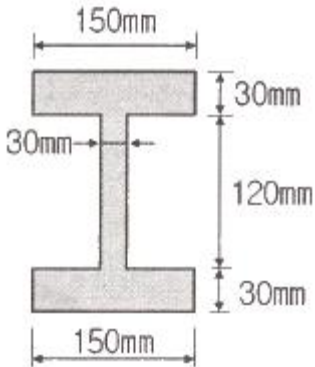
- ①  $\frac{\omega L^2}{8}$       ②  $-\frac{\omega L^2}{8}$   
③  $\frac{3\omega L^2}{8}$       ④  $-\frac{3\omega L^2}{8}$

18. 그림과 같은 보에서 A점의 반력은?



- ① 15 kN                      ② 18 kN  
③ 20 kN                      ④ 23 kN

19. 그림과 같은 단면에 15kN의 전단력이 작용할 때 최대 전단 응력의 크기는?



- ① 2.86 MPa                      ② 3.52 MPa  
③ 4.74 MPa                      ④ 5.95 MPa

20. 아래 보기에서 설명하고 있는 것은?

탄성체에 저장된 변형에너지  $U$ 를 변위의 함수로 나타내는 경우에, 임의의 변위  $\Delta_i$ 에 관한 변형에너지  $U$ 의 1차 편도함수는 대응되는 하중  $P_i$ 와 같다.

즉,  $P_i = \frac{\partial U}{\partial \Delta_i}$ 로 나타낼 수 있다.

- ① 중첩의 원리                      ② Castigliano의 정리  
③ Betti의 정리                      ④ Maxwell의 정리

## 2과목 : 측량학

21. 축척 1:2000의 도면에서 관측한 면적이 2500 m<sup>2</sup> 이었다. 이때, 도면의 가로와 세로가 각각 1% 줄었다면 실제 면적은?

- ① 2451 m<sup>2</sup>                      ② 2475 m<sup>2</sup>  
③ 2525 m<sup>2</sup>                      ④ 2551 m<sup>2</sup>

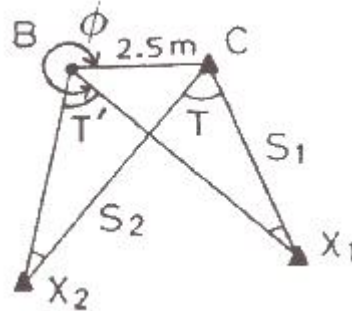
22. 삼각수준측량에 의해 높이를 측정할 때 기지점과 미지점의 쌍방에서 연직각을 측정하여 평균하는 이유는?

- ① 연직측오차를 최소화하기 위하여  
② 수평분도원의 편심오차를 제거하기 위하여  
③ 연직분도원의 눈금오차를 제거하기 위하여  
④ 공기의 밀도변화에 의한 굴절 오차의 영향을 소거하기 위하여

23. 시가지에서 25변형 트래버스 측량을 실시하여 2' 50"의 각 관측 오차가 발생하였다면 오차의 처리 방법으로 옳은 것은? (단, 시가지의 측각 허용범위 =  $\pm 20''\sqrt{n} - 30''\sqrt{n}$ , 여기서  $n$ 은 트래버스의 측점 수)

- ① 오차가 허용오차 이상이므로 다시 관측하여야 한다.  
② 변의 길이의 역수에 비례하여 배분한다.  
③ 변의 길이에 비례하여 배분한다.  
④ 각의 크기에 따라 배분한다.

24. 삼각점 C에 기계를 세울 수 없어서 2.5m를 편심하여 B에 기계를 설치하고  $T' = 31^\circ 15' 40''$ 를 얻었다면  $T$ 는? (단,  $\phi = 300^\circ 20'$ ,  $S_1 = 2\text{km}$ ,  $S_2 = 3\text{km}$ )



- ①  $31^\circ 14' 49''$                       ②  $31^\circ 15' 18''$   
③  $31^\circ 15' 29''$                       ④  $31^\circ 15' 41''$

25. 승강식 야장이 표와 같이 작성되었다고 가정할 때, 성과를 계산하는 방법으로 옳은 것은? (여기서, ㉠-㉤는 두 값의 차를 의미한다.)

측점	후시	전시		승 (+)	강 (-)	지반고
		T.P.	I.P.			
BM	0.175					㉠
No. 1			0.154	---		---
No. 2	1.098	1.237			---	---
No. 3			0.948	---		---
No. 4		1.175			---	㉡
합계	㉢	㉣	㉤	㉥	㉦	

- ① ㉠-㉡ = ㉢-㉣ = ㉥-㉦    ② ㉠-㉡ = ㉢-㉤ = ㉥-㉦  
③ ㉠-㉡ = ㉢-㉥ = ㉣-㉤    ④ ㉠-㉡ = ㉣-㉥ = ㉤-㉦

26. 완화곡선 중, 클로소이드에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단,  $R$  : 곡선반지름,  $L$  : 곡선길이)

- ① 클로소이드는 곡률이 곡선길이에 비례하여 증가하는 곡선이다.  
② 클로소이드는 나선의 일종이며 모든 클로소이드는 닫힌 곡선이다.  
③ 클로소이드의 중점 좌표  $x, y$ 는 그 점의 접선각의 함수로 표시된다.  
④ 클로소이드에서 접선각  $\tau$ 를 라디안으로 표시하면

$$\tau = \frac{R}{2L} \text{ 이 된다.}$$

27. 1:50000 지형도의 주곡선 간격은 20m이다. 지형도에서 4% 경사의 노선을 선정하고자 할 때 주곡선 사이의 도상수평거리는?

- ① 5 mm                              ② 10 mm  
③ 15 mm                              ④ 20 mm

28. 곡선반지름이 400m인 원곡선을 설계속도 70km/h로 할 때 캔트(cant)는? (단, 궤간  $b = 1.065\text{m}$ )

- ① 73 mm                      ② 83 mm  
③ 93 mm                      ④ 103 mm

29. 수애선이 기준이 되는 수위는?

- ① 평수위                      ② 평균수위  
③ 최고수위                      ④ 최저수위

30. 측정 M의 표고를 구하기 위하여 수준점 A, B, C로부터 수 준측량을 실시하여 표와 같은 결과를 얻었다면 M의 표고는?

구 분	표고 (m)	관측 방향	고저차 (m)	노선 길이
A	13.03	A→M	+1.10	2km
B	15.60	B→M	-1.30	4km
C	13.64	C→M	+0.45	1km

- ① 14.13 m                      ② 14.17 m  
③ 14.22 m                      ④ 14.30 m

31. 다각측량에서 어떤 폐합다각망을 측량하여 위거 및 경거의 오차를 구하였다. 거리와 각을 유사한 정밀도로 관측하였다면 위거 및 경거의 폐합오차를 배분하는 방법으로 가장 적합한 것은?

- ① 측선의 길이에 비례하여 분배한다.  
② 각각의 위거 및 경거에 등분배한다.  
③ 위거 및 경거의 크기에 비례하여 배분한다.  
④ 위거 및 경거 절대값의 총합에 대한 위거 및 경거 크기에 비례하여 배분한다.

32. 방위각  $153^\circ 20' 25''$  에 대한 방위는?

- ① E  $63^\circ 20' 25''$  S                      ② E  $26^\circ 39' 35''$  S  
③ S  $26^\circ 39' 35''$  E                      ④ S  $63^\circ 20' 25''$  E

33. 고속도로 공사에서 각 측정의 단면적이 표와 같을 때, 측정 10에서 측정 12개까지의 토량은? (단, 양단면평균법에 의해 계산한다.)

측점	단면적( $\text{m}^2$ )	비고
No.10	318	측점 간의 거리=20m
No.11	512	
No.12	682	

- ①  $15120 \text{ m}^3$                       ②  $20160 \text{ m}^3$   
③  $20240 \text{ m}^3$                       ④  $30240 \text{ m}^3$

34. 어느 각을 10번 관측하여  $52^\circ 12'$  을 2번,  $52^\circ 13'$  을 4번,  $52^\circ 14'$  을 4번 얻었다면 관측한 각의 최확값은?

- ①  $52^\circ 12' 45''$                       ②  $52^\circ 13' 00''$   
③  $52^\circ 13' 12''$                       ④  $52^\circ 13' 45''$

35. 100m의 측선을 20m 줄자로 관측하였다. 1회의 관측에  $+4\text{mm}$ 의 정오차와  $\pm 3\text{mm}$ 의 부정오차가 있었다면 측선의 길이는?

- ①  $100.010 \pm 0.007 \text{ m}$                       ②  $100.010 \pm 0.015 \text{ m}$   
③  $100.020 \pm 0.007 \text{ m}$                       ④  $100.020 \pm 0.015 \text{ m}$

36. 삼각측량을 위한 기준점성과표에 기록되는 내용이 아닌 것은?

- ① 점번호                      ② 도엽명칭  
③ 천문경위도                      ④ 평면직각좌표

37. 기준면으로부터 어느 측정까지의 연직 거리를 의미하는 용어는?

- ① 수준선(level line)                      ② 표고(elevation)  
③ 연직선(plumb line)                      ④ 수평면(horizontal plane)

38. 곡률이 급변하는 평면 곡선부에서의 탈선 및 심한 흔들림 등의 불안정한 주행을 막기 위해 고려하여야 하는 사항과 가장 거리가 먼 것은?

- ① 완화곡선                      ② 종단곡선  
③ 캔트                      ④ 슬랙

39. 지성선에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 철(凸)선은 능선 또는 분수선이라 한다.  
② 경사변환선이란 동일 방향의 경사면에서 경사의 크기가 다른 두 면의 접합선이다.  
③ 요(凹)선은 지표의 경사가 최대로 되는 방향을 표시한 선으로 유하선이라고 한다.  
④ 지성선은 지표면이 다수의 평면으로 구성되었다고 할 때 평면간 접합부 즉 접선을 말하며 지세선이라고도 한다.

40. 하천의 평균유속( $V_m$ )을 구하는 방법 중 3점법으로 옳은 것은? (단,  $V_2, V_4, V_6, V_8$  은 각각 수면으로부터 수심(h)의 0.2h, 0.4h, 0.6h, 0.8h인 곳의 유속이다.)

① 
$$V_m = \frac{V_2 + V_4 + V_8}{3}$$

② 
$$V_m = \frac{V_2 + V_6 + V_8}{3}$$

③ 
$$V_m = \frac{V_2 + V_4 + V_8}{4}$$

④ 
$$V_m = \frac{V_2 + 2V_6 + V_8}{4}$$

### 3과목 : 수리학 및 수문학

41. 도수가 15m 폭의 수문 하류 측에서 발생되었다. 도수가 일어나기 전의 깊이가 1.5m이고 그때의 유속은  $18\text{m/s}$ 였다. 도수로 인한 에너지 손실 수두는? (단, 에너지 보정계수  $\alpha = 1$  이다.)

- ① 3.24 m                      ② 5.40 m  
③ 7.62 m                      ④ 8.34 m

42. 직사각형의 위어로 유량을 측정할 경우 수두 H를 측정할 때 1%의 측정오차가 있었다면 유량 Q에서 예상되는 오차는?

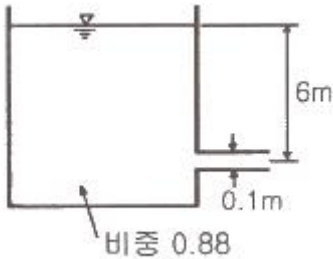


- ① 0.5%                      ② 1.0%  
 ③ 1.5%                      ④ 2.5%

43. 강우강도를  $I$ , 침투능을  $f$ , 총 침투량을  $F$ , 토양수분 미흡량을  $D$ 라 할 때, 지표유출은 발생하나 지하수위는 상승하지 않는 경우에 대한 조건식은?

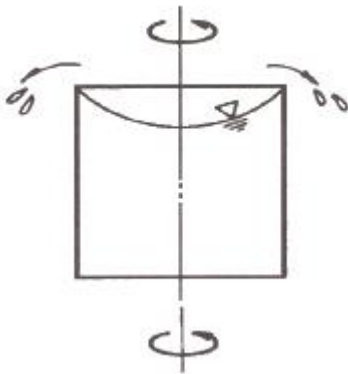
- ①  $I < f, F < D$                       ②  $I < f, F > D$   
 ③  $I > f, F < D$                       ④  $I > f, F > D$

44. 그림에서 손실수두가  $\frac{3V^2}{2g}$  일 때 지름 0.1m의 관을 통과하는 유량은? (단, 수면은 일정하게 유지된다.)



- ① 0.0399 m<sup>3</sup>/s                      ② 0.0426 m<sup>3</sup>/s  
 ③ 0.0798 m<sup>3</sup>/s                      ④ 0.085 m<sup>3</sup>/s

45. 그림과 같이 뚜껑이 없는 원통 속에 물을 가득 넣고 중심축 주위로 회전시켰을 때 흘러넘친 양이 전체의 20%였다. 이 때, 원통 바닥면이 받는 전수압(全水壓)은?



- ① 정지상태와 비교할 수 없다.  
 ② 정지상태에 비해 변함이 없다.  
 ③ 정지상태에 비해 20%만큼 증가한다.  
 ④ 정지상태에 비해 20%만큼 감소한다.

46. 유선 위 한 점의  $x, y, z$ 축에 대한 좌표를  $(x, y, z)$ ,  $x, y, z$  축 방향 속도성분을 각각  $u, v, w$ 라 할 때 서로의 관계가

$$\frac{dx}{u} = \frac{dy}{v} = \frac{dz}{w}, \quad u = -ky, \quad v = kx, \quad w = 0 \text{인 흐름에서 유선의 형태는? (단, } k \text{는 상수)}$$

- ① 원                                      ② 직선  
 ③ 타원                                      ④ 쌍곡선

47. 수로 폭이 3m인 직사각형 개수로에서 비에너지가 1.5m일 경우의 최대유량은? (단, 에너지 보정계수는 1.0이다.)

- ① 9.39 m<sup>3</sup>/s                      ② 11.50 m<sup>3</sup>/s  
 ③ 14.09 m<sup>3</sup>/s                      ④ 17.25 m<sup>3</sup>/s

48. 폭이 넓은 개수로( $R \approx h_c$ )에서 Chezy의 평균유속계수  $C=29$ ,

$$I = \frac{1}{80} \text{인 하천의 흐름 상태는? (단, } \alpha = 1.1)$$

- ①  $I_c = \frac{1}{105}$  로 사류                      ②  $I_c = \frac{1}{95}$  로 사류  
 ③  $I_c = \frac{1}{70}$  로 상류                      ④  $I_c = \frac{1}{50}$  로 상류

49. 오리피스에서 수축계수의 정의와 그 크기로 옳은 것은? (단,  $a_o$  : 수축단면적,  $a$  : 오리피스 단면적,  $V_o$  : 수축단면의 유속,  $V$  : 이론유속)

- ①  $C_a = \frac{a_o}{a}, 1.0 \sim 1.1$   
 ②  $C_a = \frac{V_o}{V}, 1.0 \sim 1.1$   
 ③  $C_a = \frac{a_o}{a}, 0.6 \sim 0.7$   
 ④  $C_a = \frac{V_o}{V}, 0.6 \sim 0.7$

50. DAD 해석에 관련된 것으로 옳은 것은?

- ① 수심-단면적 홍수기간  
 ② 적설량-분포면적-적설일수  
 ③ 강우깊이-유역면적-강우기간  
 ④ 강우깊이-유수단면적-최대수심

51. 동수반지름( $R$ )이 10m, 동수경사( $I$ )가 1/200 관로의 마찰손실계수( $f$ )가 0.04일 때 유속은?

- ① 8.9m/s                                      ② 9.9m/s  
 ③ 11.3m/s                                      ④ 12.3m/s

52. 단위유량도(Unit hydrograph)를 작성함에 있어서 기본 가정에 해당되지 않는 것은?

- ① 비례 가정                                      ② 중첩 가정  
 ③ 직접 유출의 가정                                      ④ 일정 기저시간의 가정

53. 밀도가  $\rho$ 인 액체에 지름  $d$ 인 모세관을 연직으로 세웠을 경우 이 모세관 내에 상승한 액체의 높이는? (단,  $T$  : 표면장력,  $\theta$  : 접촉각)

- ①  $h = \frac{4T \cos \theta}{\rho g d^2}$                                       ②  $h = \frac{2T \cos \theta}{\rho g d}$   
 ③  $h = \frac{2T \cos \theta}{\rho g d^2}$                                       ④  $h = \frac{4T \cos \theta}{\rho g d}$

54. 관수로에 물이 흐를 때 층류가 되는 레이놀즈수(Re, Reynolds Number)의 범위는?

- ①  $Re < 2000$                       ②  $2000 < Re < 3000$   
 ③  $3000 < Re < 4000$             ④  $Re > 4000$

55. 정수 중의 정면에 작용하는 압력프리즘에 관한 성질 중 틀린 것은?

- ① 전수압의 크기는 압력프리즘의 면적과 같다.  
 ② 전수압의 작용선은 압력프리즘의 도심을 통과한다.  
 ③ 수면에 수평한 평면의 경우 압력프리즘은 직사각형이다.  
 ④ 한 쪽 끝이 수면에 닿는 평면의 경우에는 삼각형이다.

56. 수로의 경사 및 단면의 형상이 주어질 때 최대 유량이 흐르는 조건은?

- ① 수심이 최소이거나 경심이 최대일 때  
 ② 윤변이 최대이거나 경심이 최소일 때  
 ③ 윤변이 최소이거나 경심이 최대일 때  
 ④ 수로폭이 최소이거나 수심이 최대일 때

57. 단순 수문곡선의 분리방법이 아닌 것은?

- ① N-day 법                      ② S-curve 법  
 ③ 수평직선 분리법            ④ 지하수 감수곡선법

58. 지하수의 투수계수와 관계가 없는 것은?

- ① 토사의 형상                  ② 토사의 입도  
 ③ 물의 단위중량              ④ 토사의 단위중량

59.  $0.3\text{m}^3/\text{s}$ 의 물을 살양정 45m의 높이로 양수하는 데 필요한 펌프의 동력은? (단, 마찰손실수두는 18.6m이다.)

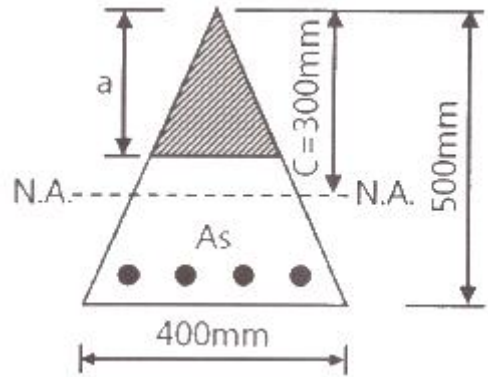
- ① 186.98 kW                  ② 196.98 kW  
 ③ 214.4 kW                  ④ 224.4 kW

60. 지하수의 흐름에 대한 Darcy의 법칙은? (단,  $V$  : 유속,  $\Delta h$  : 길이  $\Delta L$  에 대한 손실수두,  $k$  : 투수계수)

- ①  $V = k \left( \frac{\Delta h}{\Delta L} \right)^2$                       ②  $V = k \left( \frac{\Delta h}{\Delta L} \right)$   
 ③  $V = k \left( \frac{\Delta h}{\Delta L} \right)^{-1}$                       ④  $V = k \left( \frac{\Delta h}{\Delta L} \right)^{-2}$

4과목 : 철근콘크리트 및 강구조

61. 그림과 같은 임의 단면에서 등가 직사각형 응력분포가 빗금친 부분으로 나타났다면 철근량( $A_s$ )은? (단,  $f_{ck} = 21\text{MPa}$ ,  $f_y = 400\text{MPa}$ )(2022년 개정된 규정 적용됨)



- ①  $874\text{ mm}^2$                       ②  $1028\text{ mm}^2$   
 ③  $1543\text{ mm}^2$                   ④  $2109\text{ mm}^2$

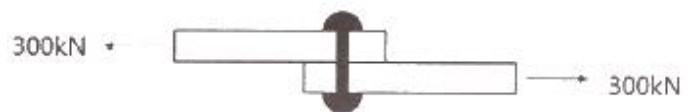
62. 다음 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① 과소철근 단면에서는 파괴 시 중립축은 위로 조금 올라간다.  
 ② 과다철근 단면인 경우 강도설계에서 철근의 응력은 철근의 변형률에 비례한다.  
 ③ 과소철근 단면인 보의 철근량이 적어 변형이 갑자기 증가하면서 취성파괴를 일으킨다.  
 ④ 과소철근 단면에서는 계수하중에 의해 철근의 인장응력이 먼저 항복강도에 도달된 후 파괴된다.

63. T형 보에서 주철근의 보의 방향과 같은 방향일 때 하중의 직접적으로 플랜지에 작용하게 되면 플랜지가 아래로 휘면서 파괴될 수 있다. 이 휨 파괴를 방지하기 위해서 배치하는 철근은?

- ① 연결철근                      ② 표피철근  
 ③ 종방향 철근                  ④ 횡방향 철근

64. 그림과 같이  $P = 300\text{ kN}$ 의 응장응력이 작용하는 판 두께 10mm인 철판에  $\phi 19\text{mm}$ 인 리벳을 사용하여 접합할 때 소요 리벳 수는? (단, 허용전단응력 = 110 MPa, 허용지압응력 = 220 MPa 이다.)



- ① 8개                              ② 10개  
 ③ 12개                              ④ 14개

65. PS 강재응력  $f_{ps} = 1200\text{ MPa}$ , PS 강재 도심 위치에서 콘크리트의 압축응력  $f_c = 7\text{ MPa}$  일 때, 크리프에 의한 PS 강재의 인장응력 감소율은? (단, 크리프 계수는 2 이고, 탄성계수비는 6 이다.)

- ① 7%                              ② 8%  
 ③ 9%                              ④ 10%

66. 다음 중 최소 전단철근을 배치하지 않아도 되는 경우가 아닌 것은? (단,  $\frac{1}{2}\phi V_c < V_u$  인 경우이며, 콘크리트구조 전단 및 비틀림 설계기준에 따른다.)

- ① 슬래브와 기초판  
 ② 전체깊이가 450mm 이하인 보  
 ③ 교대 벽체 및 날개벽, 옹벽의 벽체, 암거 등과 같이 휨이

주거동인 판부재

- ④ 전단철근이 없어도 계수휨모멘트와 계수전단력에 저항할 수 있다는 것을 실험에 의해 확인할 수 있는 경우

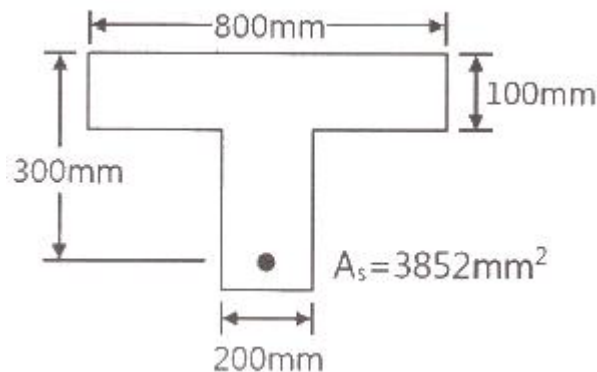
67. 옹벽의 구조해석에 대한 설명으로 틀린 것은? (단, 기타 콘크리트구조 설계기준에 따른다.)

- ① 부벽식 옹벽의 전면벽은 2번 지지된 1방향 슬래브로 설계하여야 한다.  
 ② 뒷부벽은 T형보로 설계하여야 하며, 앞부벽은 직사각형 보로 설계하여야 한다.  
 ③ 저판의 뒷굽판은 정확한 방법이 사용되지 않는 한, 뒷굽판 상부에 재하되는 모든 하중을 지지하도록 설계하여야 한다.  
 ④ 캔틸레버식 옹벽의 저판은 전면벽과의 접합부를 고정단으로 간주한 캔틸레버로 가정하여 단면을 설계할 수 있다.

68. 부분 프리스트레싱(partial prestressing)에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 부재단면의 일부에만 프리스트레스를 도입하는 방법  
 ② 구조물에 부분적으로 프리스트레스트 콘크리트 부재를 사용하는 방법  
 ③ 사용하중 작용 시 프리스트레스트 콘크리트 부재 단면의 일부에 인장응력이 생기는 것을 허용하는 방법  
 ④ 프리스트레스트 콘크리트 부재 설계 시 부재 하단에만 프리스트레스를 주고 부재 상단에는 프리스트레스 하지 않는 방법

69. 그림과 같은 T형 단면을 강도설계법으로 해석 할 경우, 플랜지 내면 부분의 압축력과 균형을 이루기 위한 철근 단면적( $A_{sf}$ )은? (단,  $f_{ck} = 21 \text{ MPa}$ ,  $f_y = 400 \text{ MPa}$  이다.)



- ①  $1175.2 \text{ mm}^2$       ②  $1275.0 \text{ mm}^2$   
 ③  $1375.8 \text{ mm}^2$       ④  $2677.5 \text{ mm}^2$

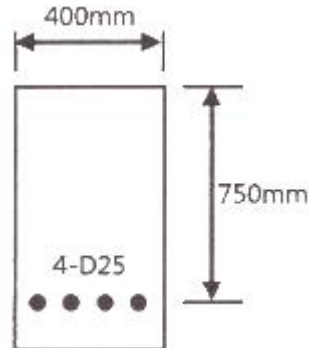
70. 설계기준압축강도( $f_{ck}$ )가 24 MPa이고, 쏘갠인장강도( $f_{sp}$ )가 2.4 MPa인 경량골재 콘크리트에 적용하는 경량콘크리트계수( $\lambda$ )는?

- ① 0.75      ② 0.81  
 ③ 0.87      ④ 0.93

71. 단면이  $300\text{mm} \times 300\text{mm}$  인 철근콘크리트 보의 인장부에 균열이 발생할 때의 모멘트( $M_{cr}$ )가  $13.9 \text{ kN}\cdot\text{m}$ 이다. 이 콘크리트의 설계기준압축강도( $f_{ck}$ )는? (단, 보통중량콘크리트이다.)

- ① 18 MPa      ② 21 MPa  
 ③ 24 MPa      ④ 27 MPa

72. 힘을 받는 인장 이형철근으로 4-D25 철근이 배치되어 있을 경우 그림과 같은 직사각형 단면 보의 기본정착길이( $l_{ab}$ )는? (단, 철근의 공칭지름 = 25.4 mm, D25철근 1개의 단면적 =  $507 \text{ mm}^2$ ,  $f_{ck} = 24 \text{ MPa}$ ,  $f_y = 400 \text{ MPa}$ , 보통중량콘크리트이다.)



- ① 519 mm      ② 1150 mm  
 ③ 1245 mm      ④ 1400 mm

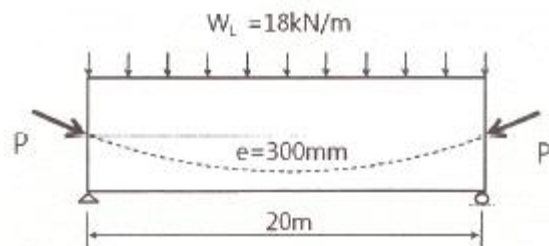
73. 2방향 슬래브 설계에 사용되는 직접설계법의 제한 사항으로 틀린 것은?

- ① 각 방향으로 2경간 이상 연속되어야 한다.  
 ② 각 방향으로 연속한 받침부 중심간 경간 차이는 긴 경간의 1/3 이하이어야 한다.  
 ③ 연속한 기둥 중심선을 기준으로 기둥의 어긋남은 그 방향 경간의 10% 이하이어야 한다.  
 ④ 모든 하중은 슬래브 판 전체에 걸쳐 등분포된 연직하중이어야 하며, 활하중은 고정하중의 2배 이하이어야 한다.

74. 철근콘크리트 보에서 스터럽을 배근하는 주목적으로 옳은 것은?

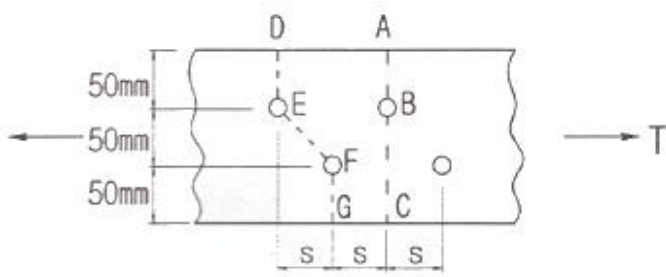
- ① 철근의 인장강도가 부족하기 때문에  
 ② 콘크리트의 탄성이 부족하기 때문에  
 ③ 콘크리트의 사인장강도가 부족하기 때문에  
 ④ 철근과 콘크리트의 부착강도가 부족하기 때문에

75. 그림과 같이 긴장재를 포물선으로 배치하고,  $P = 2500 \text{ kN}$ 으로 긴장했을 때 발생하는 등분포 상향력을 등가하중의 개념으로 구한 값은?



- ① 10 kN/m      ② 15 kN/m  
 ③ 20 kN/m      ④ 25 kN/m

76. 순단면이 볼트의 구멍 하나를 제외한 단면(즉, A-B-C 단면)과 같도록 피치(s)를 결정하면? (단, 구멍의 지름은 18mm이다.)



- ① 50 mm                      ② 55 mm  
 ③ 60 mm                      ④ 65 mm

77. 단철근 직사각형 보가 균형단면이 되기 위한 압축연단에서 중립축까지 거리는? (단,  $f_y = 300 \text{ MPa}$ ,  $d = 600 \text{ mm}$  이며 강도설계법에 의한다.)

- ① 494 mm                      ② 413 mm  
 ③ 390 mm                      ④ 293 mm

78. 철골 압축재의 좌굴 안정성에 대한 설명 중 틀린 것은?

- ① 좌굴길이가 길수록 유리하다.  
 ② 단면2차반지름이 클수록 유리하다.  
 ③ 힌지지지보다 고정지지가 유리하다.  
 ④ 단면2차모멘트 값이 클수록 유리하다.

79. 다음 중 공칭축강도에서 최외단 인장철근의 순인장변형률( $\epsilon_s$ )를 계산하는 경우에 제외되는 것은? (단, 콘크리트구조 해석과 설계 원칙에 따른다.)

- ① 활하중에 의한 변형률  
 ② 고정하중에 의한 변형률  
 ③ 지붕활하중에 의한 변형률  
 ④ 유효프리스트레스 힘에 의한 변형률

80. 단철근 직사각형보에서  $f_{ck} = 32 \text{ MPa}$  이라면 등가직사각형 응력블록과 관련된 계수  $\beta_1$ 은?(2022년 개정된 규정 적용됨)

- ① 0.850                      ② 0.836  
 ③ 0.822                      ④ 0.800

#### 5과목 : 토질 및 기초

81. 지표면에 집중하중이 작용할 때, 지중연직 응력증가량( $\Delta\sigma_z$ )에 관한 설명 중 옳은 것은? (단, Boussinesq 이론을 사용)

- ① 탄성계수 E에 무관하다.  
 ② 탄성계수 E에 정비례한다.  
 ③ 탄성계수 E의 제곱에 정비례한다.  
 ④ 탄성계수 E의 제곱에 반비례한다.

82. 통일분류법에 의해 흙의 MH로 분류되었다면, 이 흙의 공학적 성질로 가장 옳은 것은?

- ① 액성한계가 50% 이하인 점토이다.  
 ② 액성한계가 50% 이상인 실트이다.  
 ③ 소성한계가 50% 이하인 실트이다.  
 ④ 소성한계가 50% 이상인 점토이다.

83. 흙 시료의 일축압축시험 결과 일축압축강도가 0.3 MPa이었다. 이 흙의 점착력은? (단,  $\phi = 0$  인 점토)

- ① 0.1 MPa                      ② 0.15 MPa

③ 0.3 MPa

④ 0.6 MPa

84. 흙의 다짐에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 최적함수비는 흙의 종류와 다짐 에너지에 따라 다르다.  
 ② 일반적으로 조립토일수록 다짐곡선의 기울기가 급하다.  
 ③ 흙이 조립토에 가까울수록 최적함수비가 커지며 최대건조단위중량은 작아진다.  
 ④ 함수비의 변화에 따라 건조단위중량이 변하는데 건조단위중량이 가장 클 때의 함수비를 최적함수비라 한다.

85. 어떤 흙에 대해서 직접 전단시험을 한 결과 수직응력이 1.0 MPa 일 때 전단저항이 0.5 MPa 이었고, 또 수직응력이 2.0 MPa 일 때에는 전단저항이 0.8 MPa 이었다. 이 흙의 점착력은?

- ① 0.2 MPa                      ② 0.3 MPa  
 ③ 0.8 MPa                      ④ 1.0 MPa

86. 널말뚝을 모래지반에 5m 깊이로 박았을 때 상류와 하류의 수두차가 4m 이었다. 이때 모래지반의 포화단위중량이 19.62 kN/m<sup>3</sup> 이다. 현재 이 지반의 분사현상에 대한 안전율은? (단, 물의 단위중량은 9.81 kN/m<sup>3</sup> 이다.)

- ① 0.85                          ② 1.25  
 ③ 1.85                          ④ 2.25

87. Terzaghi는 포화점토에 대한 1차 압밀이론에서 수학적 해를 구하기 위하여 다음과 같은 가정을 하였다. 이 중 옳지 않은 것은?

- ① 흙은 균질하다.  
 ② 흙은 완전히 포화되어 있다.  
 ③ 흙 입자와 물의 압축성을 고려한다.  
 ④ 흙 속에서의 물의 이동은 Darcy 법칙을 따른다.

88. 모래치환법에 의한 밀도 시험을 수행한 결과 퍼낸 흙의 체적과 질량이 각각 365.0 cm<sup>3</sup>, 745 g 이었으며, 함수비는 12.5% 였다. 흙의 비중이 2.65이며, 실내표준다짐 시 최대 건조밀도가 1.90 t/m<sup>3</sup>일 때 상대다짐도는?

- ① 88.7%                      ② 93.1%  
 ③ 95.3%                      ④ 97.8%

89. 토질조사에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?

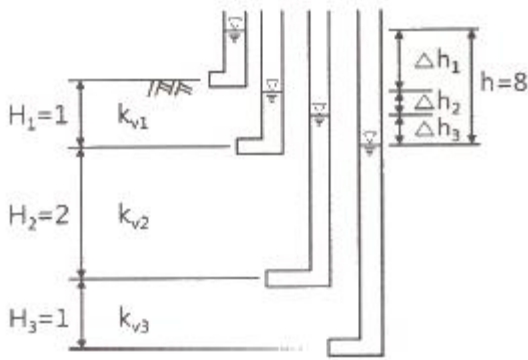
- ① 표준관입시험은 정적인 사운딩이다.  
 ② 보링의 깊이는 설계의 형태 및 크기에 따라 변한다.  
 ③ 보링의 위치와 수는 지형조건 및 설계형태에 따라 변한다.  
 ④ 보링 구멍은 사용 후에 흙이나 시멘트 그라우트로 메워야 한다.

90. 연약지반 처리공법 중 sand drain 공법에서 연직 및 수평 방향을 고려한 평균 압밀도 U는? (단,  $U_v = 0.20$ ,  $U_h = 0.71$  이다.)

- ① 0.573                      ② 0.697  
 ③ 0.712                      ④ 0.768

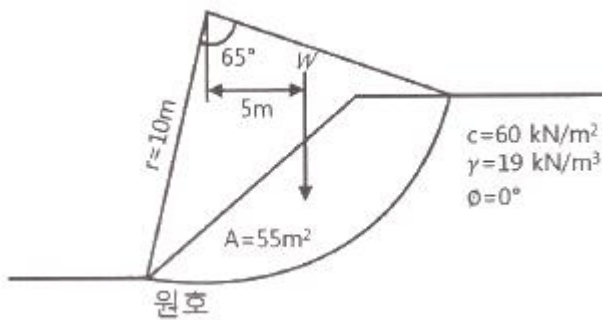
91.  $\Delta h_1 = 5$  이고,  $k_{v2} = 10 k_{v1}$ 일 때,  $k_{v3}$  의 크기는?





- ①  $1.0 k_{v1}$                       ②  $1.5 k_{v1}$   
 ③  $2.0 k_{v1}$                       ④  $2.5 k_{v1}$

92. 그림과 같은 사면에서 활동에 대한 안전율은?



- ① 1.30                      ② 1.50  
 ③ 1.70                      ④ 1.90

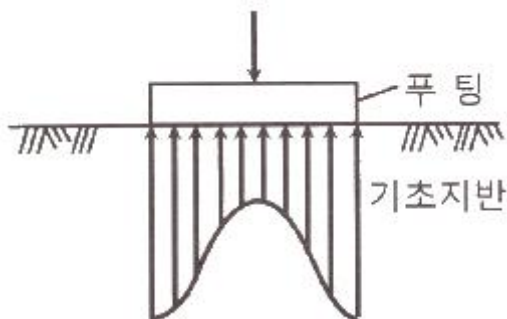
93. 흙의 투수계수(k)에 관한 설명으로 옳은 것은?

- ① 투수계수(k)는 물의 단위중량에 반비례한다.  
 ② 투수계수(k)는 입径의 제곱에 반비례한다.  
 ③ 투수계수(k)는 형상계수에 반비례한다.  
 ④ 투수계수(k)는 점성계수에 반비례한다.

94. 점성토 지반굴착 시 발생할 수 있는 Heaving 방지대책으로 틀린 것은?

- ① 지반개량을 한다.  
 ② 지하수위를 저하시킨다.  
 ③ 널말뚝의 근입 깊이를 줄인다.  
 ④ 표토를 제거하여 하중을 작게한다.

95. 접지압(또는 지반반력)이 그림과 같이 되는 경우는?



- ① 푸팅 : 강성, 기초지반 : 점토  
 ② 푸팅 : 강성, 기초지반 : 모래  
 ③ 푸팅 : 연성, 기초지반 : 점토

④ 푸팅 : 연성, 기초지반 : 모래

96. 예민비가 매우 큰 연약 점토지반에 대해서 현장의 비배수 전단강도를 측정하기 위한 시험방법으로 가장 적합한 것은?

- ① 압밀비배수시험                      ② 표준관입시험  
 ③ 직접전단시험                      ④ 현장베인시험

97. 직경 30cm 콘크리트 말뚝을 단동식 증기 해머로 타입하였을 때 엔지니어링 뉴스 공식을 적용한 말뚝의 허용지지력은? (단, 타격에너지 = 36 kN·m, 해머효율 = 0.8, 손실상수 = 0.25cm, 마지막 25 mm 관입에 필요한 타격횟수 = 5 이다.)

- ① 640 kN                      ② 1280 kN  
 ③ 1920 kN                      ④ 3840 kN

98. Mohr 응력원에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① 임의 평면의 응력상태를 나타내는데 매우 편리하다.  
 ②  $\sigma_1$ 과  $\sigma_3$ 의 차의 벡터를 반지름으로 해서 그린 원이다.  
 ③ 한 면에 응력이 작용하는 경우 전단력이 0 이면, 그 연직응력을 주응력으로 가정한다.  
 ④ 평면기점( $O_p$ )은 최소 주응력이 표시되는 좌표에서 최소 주응력면과 평행하게 그은 Mohr 원과 만나는 점이다.

99. 연약점토 지반에 말뚝을 시공하는 경우, 말뚝을 타입 후 어느 정도 기간이 경과한 후에 재하시험을 하게 된다. 그 이유로 가장 적합한 것은?

- ① 말뚝에 부마찰력이 발생하기 때문이다.  
 ② 말뚝에 주면마찰력이 발생하기 때문이다.  
 ③ 말뚝 타입 시 교란된 점토의 강도가 원래대로 회복하는데 시간이 걸리기 때문이다.  
 ④ 말뚝 타입 시 말뚝 자체가 받는 충격에 의해 두부의 손상이 발생할 수 있어 안정화에 시간이 걸리기 때문이다.

100. 함수비 15%인 흙 2300g이 있다. 이 흙의 함수비를 25%가 되도록 증가시키려면 얼마의 물을 가해야 하는가?

- ① 200g                      ② 230g  
 ③ 345g                      ④ 575g

#### 6과목 : 상하수도공학

101. 지표수를 수원으로 하는 경우의 상수시설 배치순서로 가장 적합한 것은?

- ① 취수탑 → 침사지 → 응집침전지 → 여과지 → 배수지  
 ② 취수구 → 약품침전지 → 혼화지 → 여과지 → 배수지  
 ③ 집수매개 → 응집침전지 → 침사지 → 여과지 → 배수지  
 ④ 취수문 → 여과지 → 보통침전지 → 배수탑 → 배수관망

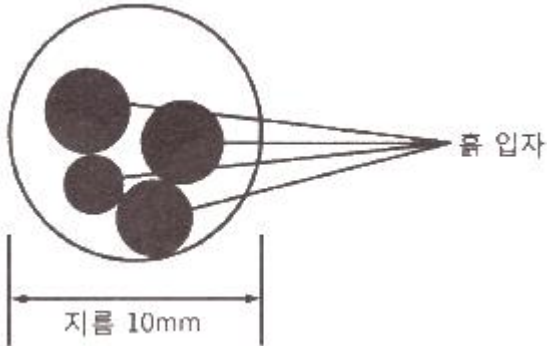
102. 정수장 배출수 처리의 일반적인 순서로 옳은 것은?

- ① 농축 → 조정 → 탈수 → 처분  
 ② 농축 → 탈수 → 조정 → 처분  
 ③ 조정 → 농축 → 탈수 → 처분  
 ④ 조정 → 탈수 → 농축 → 처분

103. 활성슬러지법에서 MLSS가 의미하는 것은?

- ① 폐수 중의 부유물질                      ② 방류수 중의 부유물질  
 ③ 포기조 내의 부유물질                      ④ 반송슬러지의 부유물질

104. 다음과 같은 조건으로 입자가 복합되어 있는 플록의 침강 속도를 Stokes의 법칙으로 구하면 전체가 흙 입자로 된 플록의 침강속도에 비해 침강속도는 몇 % 정도인가? (단, 비중이 2.5인 흙 입자의 전체부피 중 차지하는 부피는 50% 이고, 플록의 나머지 50% 부분의 비중은 0.9 이며, 입자의 지름은 10mm 이다.)



- ① 38%                      ② 48%  
③ 58%                      ④ 68%
105. 관로를 개수로와 관수로로 구분하는 기준은?  
① 자유수면 유무              ② 지하매설 유무  
③ 하수관과 상수관              ④ 콘크리트관과 주철관
106. 상수도의 계통을 올바르게 나타낸 것은?  
① 취수 → 송수 → 도수 → 정수 → 급수 → 배수  
② 취수 → 도수 → 정수 → 송수 → 배수 → 급수  
③ 취수 → 정수 → 도수 → 급수 → 배수 → 송수  
④ 도수 → 취수 → 정수 → 송수 → 배수 → 급수
107. 활성슬러지법의 여러 가지 변법 중에서 잉여슬러지량을 현저하게 감소시키고 슬러지 처리를 용이하게 하기 위해 개발된 방법으로서 포기시간이 16~24시간, F/M비가 0.03 ~ 0.05 kgBOD/kgSS·day 정도의 낮은 BOD-SS부하로 운전하는 방식은?  
① 장기포기법                      ② 순산소포기법  
③ 계단식 포기법                      ④ 표준활성슬러지법
108. 하수관로 설계 기준에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?  
① 관경은 하류로 갈수록 크게 한다.  
② 유속은 하류로 갈수록 작게 한다.  
③ 경사는 하류로 갈수록 완만하게 한다.  
④ 오수관로의 유속은 0.6 ~ 3m/s가 적당하다.
109. 호수의 부영양화에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?  
① 부영양화의 주된 원인물질은 질소와 인이다.  
② 조류의 이상증식으로 인하여 물의 투명도가 저하된다.  
③ 조류의 발생이 과다하면 정수공정에서 여과지를 폐색시킨다.  
④ 조류제거 약품으로는 일반적으로 황산알루미늄을 사용한다.
110. 상수도 관로 시설에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?  
① 배수관 내의 최소 동수압은 150 kPa이다.  
② 상수도의 송수방식에는 자연유하식과 펌프가압식이 있다.

- ③ 도수거가 하천이나 깊은 계곡을 횡단할 때는 수로교를 가설한다.  
④ 급수관을 공공도로에 부설할 경우 다른 매설물과의 간격을 15cm 이상 확보한다.

111. 하수도시설기준에 의한 우수관로 및 합류관로거의 표준 최소 관경은?

- ① 200 mm                      ② 250 mm  
③ 300 mm                      ④ 350 mm

112. 계획오수량을 생활오수량, 공장폐수량 및 지하수량으로 구분할 때, 이것에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 지하수량은 1인 1일 최대오수량의 10 ~ 20%로 한다.  
② 계획1일평균오수량은 계획1일최대오수량의 70 ~ 80%를 표준으로 한다.  
③ 합류식에서 우천 시 계획오수량은 원칙적으로 계획시간 최대오수량의 2배 이상으로 한다.  
④ 계획1일최대오수량은 1인1일최대오수량에 계획인구를 곱한 후, 여기에 공장폐수량 지하수량 및 기타 배수량을 더한 것으로 한다.

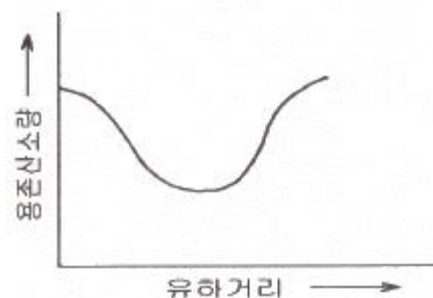
113. 관로별 계획하수량에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 우수관로는 계획오수량으로 한다.  
② 차집관로는 우천 시 계획오수량으로 한다.  
③ 오수관로의 계획오수량은 계획1일최대 오수량으로 한다.  
④ 합류식 관로에서는 계획시간최대오수량에 계획오수량을 합한 것으로 한다.

114. 막여과시설의약품세척에서 무기물질 제거에 사용되는 약품이 아닌 것은?

- ① 염산                      ② 황산  
③ 구연산                      ④ 차아염소산나트륨

115. 어느 하천의 자정작용을 나타낸 아래 용존 산소 곡선을 보고 어떤 물질이 하천으로 유입되었다고 보는 것이 가장 타당한가?



- ① 생활하수                      ② 질산성질소  
③ 농도가 매우 낮은 페알칼리                      ④ 농도가 매우 낮은 폐산(廢散)

116. 지름 300mm의 주철관을 설치할 때, 40 kgf/cm<sup>2</sup>의 수압을 받는 부분에서는 주철관의 두께는 최소한 얼마로 하여야 하는가? (단, 허용인장응력  $\sigma_{ta} = 1400 \text{ kgf/cm}^2$  이다.)

- ① 3.1 mm                      ② 3.6 mm  
③ 4.3 mm                      ④ 4.8 mm

117. 원수의 알칼리도가 50 ppm, 탁도가 500 ppm 일 때 황산

알루미늄의 소비량은 60 ppm 이다. 이러한 원수가 48000 m<sup>3</sup>/day 로 흐를 때 6% 용액의 황산알루미늄의 1일 필요량은? (단, 액체의 비중을 1로 가정한다.)

- ① 48.0 m<sup>3</sup>/day      ② 50.6 m<sup>3</sup>/day  
③ 53.0 m<sup>3</sup>/day      ④ 57.6 m<sup>3</sup>/day

118. 일반적인 정수과정으로서 옳은 것은?

- ① 스크린 → 소독 → 여과 → 응집침전  
② 스크린 → 응집침전 → 여과 → 소독  
③ 여과 → 응집침전 → 스크린 → 소독  
④ 응집침전 → 여과 → 소독 → 스크린

119. 먹는 물의 수질기준 항목인 화학물질과 분류 항목의 조합이 옳지 않은 것은?

- ① 황산이온 - 심미적      ② 염소이온 - 심미적  
③ 질산성질소 - 심미적      ④ 트리클로로에틸렌 - 건강

120. 일반적으로 작용하는 펌프의 특성곡선에 포함되지 않는 것은?

- ① 토출량-양정 곡선      ② 토출량-효율 곡선  
③ 토출량-축동력 곡선      ④ 토출량-회전도 곡선

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/x](http://www.comcbt.com/x)

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