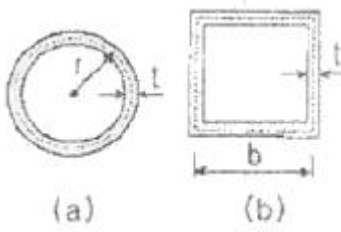


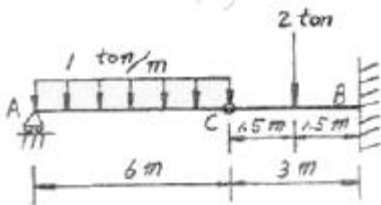
1과목 : 응용역학

1. 그림과 같은 원형 및 정사각형 관이 재료로서 관의 두께(t) 및 둘레( $4b=2\pi r$ )가 동일하고, 두 관의 길이가 일정할 때 비틀림 T에 의한 두관의 전단응력의 비 ( $\tau_{(a)}/\tau_{(b)}$ )는 얼마인가?



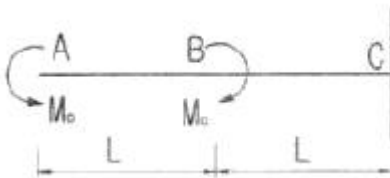
- ① 0.683                      ② 0.785
- ③ 0.821                      ④ 0.859

2. 그림과 같이 C점이 내부힌지로 구성된 게르버보에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



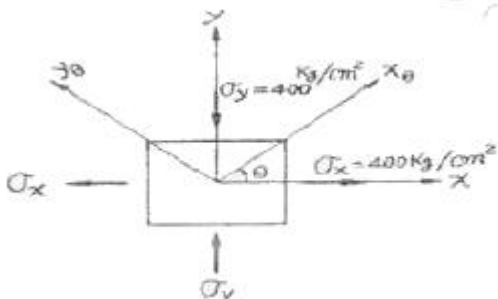
- ① C점에서의 휨모멘트는 "0"이다.
- ② C점에서의 전단력은 -2 ton 이다.
- ③ B점에서의 수직반력은 5 ton 이다.
- ④ B점에서의 휨모멘트는 -12 ton · m 이다.

3. 다음과 같은 A점과 B점에 모멘트하중( $M_0$ )이 작용할 때 생기는 전단력도의 모양은 어떤 형태인가?



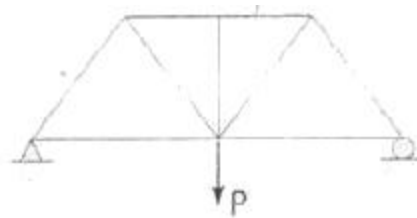
- ①
- ②
- ③
- ④

4. 두 주응력( $\sigma_x = \sigma_y = \text{kg/cm}^2$ )이 아래 그림과 같다. 이 면과  $\theta = 45^\circ$ 를 이루고 있는 면의 응력은?



- ①  $\sigma_\theta = 0 \text{ kg/cm}^2, \tau_\theta = 0 \text{ kg/cm}^2$
- ②  $\sigma_\theta = 800 \text{ kg/cm}^2, \tau_\theta = 0 \text{ kg/cm}^2$
- ③  $\sigma_\theta = 0 \text{ kg/cm}^2, \tau_\theta = 400 \text{ kg/cm}^2$
- ④  $\sigma_\theta = 400 \text{ kg/cm}^2, \tau_\theta = 400 \text{ kg/cm}^2$

5. 다음 그림과 같은 와렌(warren)트러스에서 부재력이 '0(영)'인 부재는 몇 개인가?

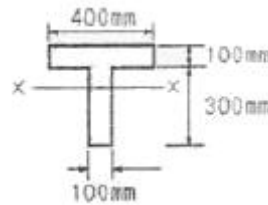


- ① 0개                              ② 1개
- ③ 2개                              ④ 3개

6. 다음은 가상일의 방법을 설명한 것이다. 틀린 것은?

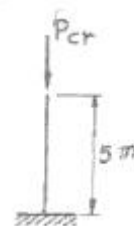
- ① 트러스의 처짐을 구할 경우 효과적인 방법이다.
- ② 단위하중법(unit load method)이라고도 한다.
- ③ 처짐이나 처짐각을 계산하는 기하학적 방법이다.
- ④ 에너지보존의 법칙에 근거를 둔 방법이다.

7. 다음 그림과 같은 T형 단면의 도심축(x-x)에 대한 회전반지름(r)은?



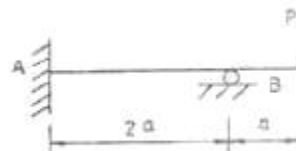
- ① 116mm                              ② 136mm
- ③ 156mm                              ④ 176mm

8. 그림과 같이 길이가 5m이고 휨강도(EI)가  $100 \text{ t} \cdot \text{m}^2$ 인 기둥의 최소 임계하중은?



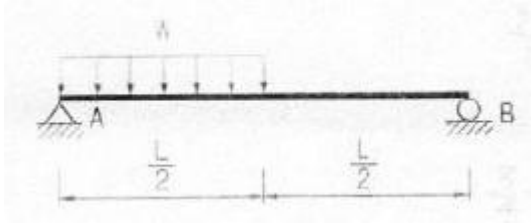
- ① 8.4t                                      ② 9.9t
- ③ 11.4t                                    ④ 12.9t

9. 다음과 같은 부정정 구조물에서 B지점의 반력의 크기는? (단, 보의 휨강도 EI는 일정하다.)



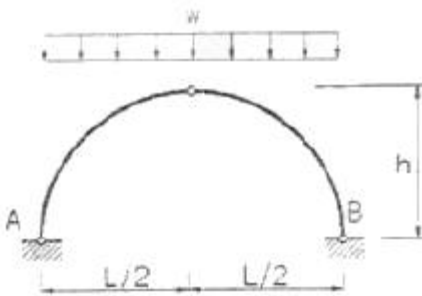
- ①  $\frac{7}{3}P$                       ②  $\frac{7}{4}P$
- ③  $\frac{7}{5}P$                       ④  $\frac{7}{6}P$

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



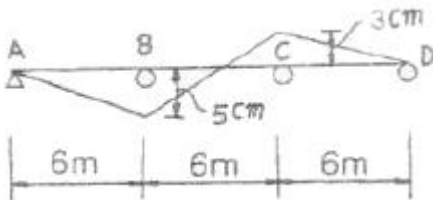
- ①  $\frac{WZ}{2\pi D^2}$                       ②  $\frac{9WZ}{4\pi D^2}$
- ③  $\frac{3WZ}{2\pi D^2}$                       ④  $\frac{2WZ}{\pi D^2}$

11. 아치축선이 포물선인 3활절아치가 그림과 가티 등분포하중을 받고 있을 때, 지점 A의 수평반력은?



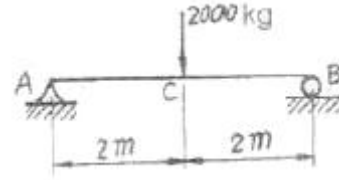
- ①  $\frac{wL^2}{8h} (\leftarrow)$                       ②  $\frac{wh^2}{8L} (\leftarrow)$
- ③  $\frac{wL^2}{8h} (\rightarrow)$                       ④  $\frac{wh^2}{8L} (\rightarrow)$

12. 그림과 같은 3경간 연속보의 B점이 5cm 아래로 침하하고 C점이 3cm 위로 상승하는 변위를 각각 보였을 때 B점의 휨모멘트  $M_B$ 를 구한 값은? (단,  $EI=8 \times 10^{10} \text{kg/cm}^2$ 로 일정)



- ①  $3.52 \times 10^6 \text{ (kg} \cdot \text{cm)}$                       ②  $4.85 \times 10^6 \text{ (kg} \cdot \text{cm)}$
- ③  $5.07 \times 10^6 \text{ (kg} \cdot \text{cm)}$                       ④  $5.60 \times 10^6 \text{ (kg} \cdot \text{cm)}$

13. 폭 20cm, 높이 30cm의 단순보가 중앙점에 그림과 같은 집중하중을 받을 때 중앙점 C의 처짐  $\delta$ 를 구한 값은? (단,  $E=80,000 \text{kg} \cdot \text{cm}^2$ )

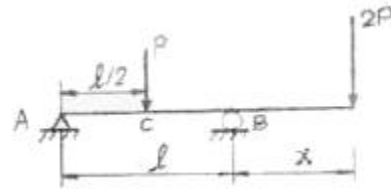


- ① 1.23 cm                      ② 0.83 cm
- ③ 0.74 cm                      ④ 0.42 cm

14. 지름 5cm의 강봉을 8t으로 당길 때 지름은 약 얼마나 줄어들겠는가? (단, 포아송비  $\nu=0.3$ , 탄성계수  $E=2.1 \times 10^6 \text{kg} \cdot \text{cm}^2$ )

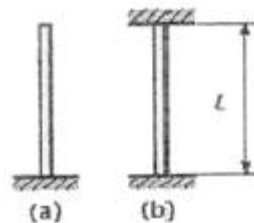
- ① 0.00029 cm                      ② 0.0057 cm
- ③ 0.000012 cm                      ④ 0.003 cm

15. 그림과 같은 내민보에서 C점의 휨 모멘트가 영(零)이 되게 하기 위해서는 x가 얼마가 되어야 하는가?



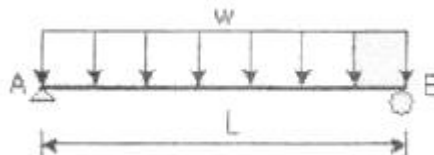
- ①  $x = \frac{l}{3}$                       ②  $x = \frac{2l}{3}$
- ③  $x = \frac{l}{4}$                       ④  $x = \frac{l}{2}$

16. 그림과 같은 장주의 길이가 같을 경우 기둥 (a)의 임계하중이 4t 이라면 기둥(b)의 임계하중은? (단,  $E$ 는 일정하다.)



- ① 4t                      ② 16t
- ③ 32t                      ④ 64t

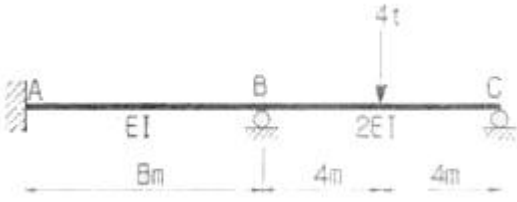
17. 그림과 같은 단순보에서 휨모멘트에 의한 탄성변형에너지는? (단,  $E$ 는 일정하다.)



- ①  $\frac{w^2 L^5}{40EI}$                       ②  $\frac{w^2 L^5}{96EI}$
- ③  $\frac{w^2 L^5}{240EI}$                       ④  $\frac{w^2 L^5}{384EI}$

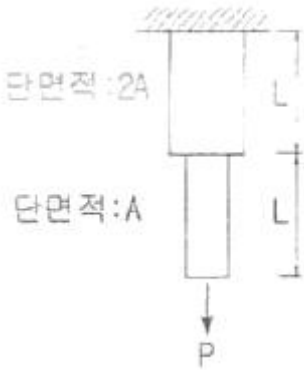
18. 다음의 부정정 구조물을 모멘트 분배법으로 해석하고자 한

다. C점이 롤러지침임을 고려한 수정강도계수에 의하여 B점에서 C점으로 분배되는 분배율  $f_{sc}$ 를 구하면?



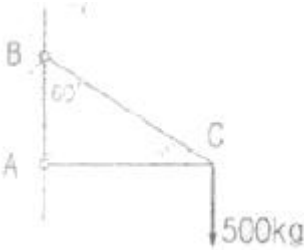
- ① 1/2                      ② 3/5
- ③ 4/7                      ④ 5/7

19. 다음 인장부재의 수직변위를 구하는 식으로 옳은 것은? (단, 탄성계수는 E)



- ①  $\frac{PL}{EA}$                       ②  $\frac{3PL}{2EA}$
- ③  $\frac{2PL}{EA}$                       ④  $\frac{5PL}{2EA}$

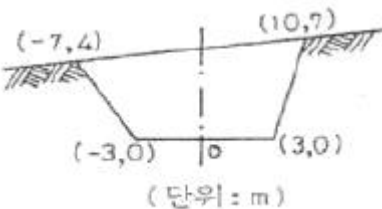
20. 그림과 같은 구조물의 C점의 연직하중이 작용할 때, AC부재가 받는 힘은?



- ① 250kg                      ② 500kg
- ③ 866kg                      ④ 1000kg

2과목 : 측량학

21. 다음과 같은 단면에서 절토단면적은 얼마인가?



- ① 141m<sup>2</sup>                      ② 122m<sup>2</sup>

- ③ 61m<sup>2</sup>                      ④ 57m<sup>2</sup>

22. 우리나라의 노선측량에서 일반철도에 주로 이용되는 완곡선은?

- ① 2차 포물선                      ② 3차 포물선
- ③ 램니스케이트(lemniscate)                      ④ 클로소이드(clothoid)

23. 두 지점의 거리측량 결과가 다음과 같을 때 최확값은?

측정값(m)	횟수
145.136	2
145.248	1
145.174	3

- ① 145.136m                      ② 145.248m
- ③ 145.174m                      ④ 145.204m

24. 노선 측량의 일반적 작업 순서로서 옳은 것은? (단, A:중·횡단측량, B:중심측량, C:공사측량, D:답사)

- ① A → B → D → C                      ② D → B → A → C
- ③ D → C → A → B                      ④ A → C → D → B

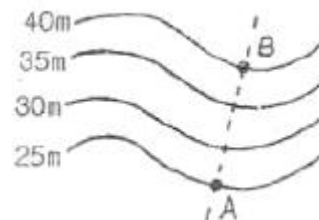
25. 항공사진의 표정작업 중 사진의 축척, 경사를 조정하고 위치를 결정하는 표정은?(관련 규정 개정전 문제로 여기서는 기존 정답인 2번을 누르면 정답 처리됩니다. 자세한 내용은 해설을 참고하세요.)

- ① 접합표정                      ② 절대표정
- ③ 상호표정                      ④ 내부표정

26. 트래버스 측량에서 선점시 주의하여야 할 사항이 아닌 것은?

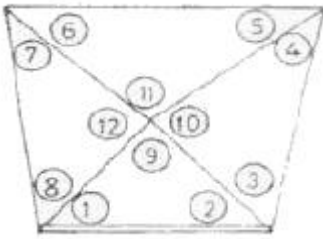
- ① 트래버스의 노선은 가능한 폐합 또는 결합이 되게 한다.
- ② 결합 트래버스의 출발점과 결합점간의 거리는 가능한 단거리로 한다.
- ③ 거리측량과 각측량의 정확도가 균형을 이루게 한다.
- ④ 측정간 거리는 다양하게 선점하여 부정오차를 소거 한다.

27. 다음 등고선에서 AB 사이의 수평거리가 60m이면 AB의 경사는?



- ① 10%                      ② 15%
- ③ 20%                      ④ 25%

28. 그림과 같은 삼각망에서 만족하여야 할 조건식이 아닌 것은?



- ①  $①+②+⑨-180^\circ=0$
- ②  $[①+②]-[⑤+⑥]=0$
- ③  $⑨+⑩+⑪+⑫-360^\circ=0$
- ④  $①+②+③+④+⑤+⑥+⑦+⑧-360^\circ=0$

29. 노선측량에 관한 설명 중 잘못된 것은?

- ① 노선측량이란 수평곡선, 종곡선, 완화곡선 등을 계산하고 측설하는 측량이다.
- ② 곡률이 곡선 길이에 반비례하는 곡선을 클로소이드 곡선이라 한다.
- ③ 완화곡선에 의한 곡선반지름의 감소율은 캔트의 증가율과 같다.
- ④ 완화곡선의 반지름은 시점에서 무한대이고 종점에서는 원곡선의 반지름이 된다.

30. 대단위 신도시를 건설하기 위한 넓은 지형의 정지공사에서 토량을 계산하고자 할 때 가장 적당한 방법은?

- ① 정고법
- ② 양단면 평균법
- ③ 비례 중앙법
- ④ 각주공식에 의한 방법

31. 노선측량에서 단곡선 설치시 필요한 교각  $I=95^\circ 30'$  곡선 반지름  $R=300m$  일 때 장현(long chord:L)은?

- ① 222.065m
- ② 298.619m
- ③ 444.131m
- ④ 597.238m

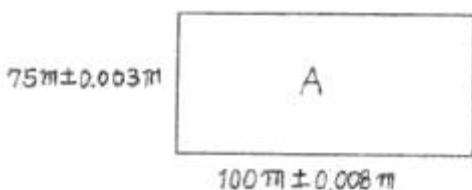
32. 직접법으로 등고선을 측정하기 위하여 A점에 평판을 세우고 기계 높이 1.5m를 얻었다. 점 P에 표척(staff)을 세워 2.68m를 얻었다면 점 P의 등고선은 몇 m 인가? (단, A점의 표고는 71.6m임)

- ① 69.12m
- ② 70.12m
- ③ 70.42m
- ④ 70.95m

33. 비행고도 5000m에서 촬영한 2매의 연속사진의 주점기선장이 70mm일 때 등고선 간격 10m에 해당되는 시차차는?(관련 규정 개정전 문제로 여기서는 기존 정답인 1번을 누르면 정답 처리됩니다. 자세한 내용은 해설을 참고하세요.)

- ① 0.14mm
- ② 0.28mm
- ③ 0.34mm
- ④ 0.44mm

34. 직사각형의 가로, 세로가 그림과 같다. 면적 A를 가장 적절히(오차론적으로) 표현한 것은?



- ①  $7500.9m^2 \pm 0.30m^2$
- ②  $7500m^2 \pm 0.41m^2$
- ③  $7500.9m^2 \pm 0.60m^2$
- ④  $7500m^2 \pm 0.67m^2$

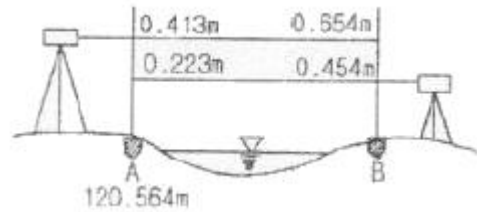
35. 레벨로부터 60m 떨어진 표척을 기준한 값이 1.258m 이며 이때 기포가 1 눈금 편위되어 있었다. 이것을 바로 잡고 다시 시준하여 1.267m를 읽었다면 기포의 감도는?

- ① 25"
- ② 27"
- ③ 29"
- ④ 31"

36. 하천측량에서 평면측량의 일반저지 측량 범위로 가장 적합한 것은?

- ① 유제부에서 제외지를 제외한 제내지 300m 이내, 무제부에서는 홍수가 영향을 주는 구역보다 약간 좁게 한다.
- ② 유제부에서 제외지 및 제내지 300m 이내, 무제부에서는 홍수가 영향을 주는 구역보다 약간 넓게 한다.
- ③ 유제부에서 제외지를 제외한 제내지 20m 이내, 무제부에서는 홍수가 영향을 주는 구역보다 약간 좁게 한다.
- ④ 유제부에서 제외지를 제외한 제내지 20m 이내, 무제부에서는 홍수가 영향을 주는 구역보다 약간 넓게 한다.

37. 교호 수준 측량을 하여 다음과 같은 결과를 얻었다. A점의 표고가 120.564m이면 B점의 표고는?



- ① 120.759m
- ② 120.672m
- ③ 120.524m
- ④ 120.328m

38. 다음의 설명 중 틀린 것은?

- ① 적도를 기준으로 수평면상에서 동쪽으로 돌아가며 잔 각을 방위각이라 한다.
- ② 평면 직교좌표의 X축을 기준으로 하여 오른쪽으로 관측한 각을 방향각이라 한다.
- ③ 방위각과 방향각은 좌표원점에서 일치하며 원점에서 멀어질수록 그 차이가 커진다.
- ④ 자오선수차는 진북방향각과 절대값이 같다.

39. 전진법(前進法)에 의하여 6각형이 토지를 측정하였다. 측정 A를 출발하여 B, C, D, E, F, A로 돌아 왔을 때 폐합오차가 30cm이었다면 측정 D의 오차 분배량은? (단, AB=60m, BC=40m, CD=30m, DE=50m, EF=20m, FA=50m)

- ① 7.2m
- ② 12.0m
- ③ 15.6m
- ④ 21.6m

40. 배각법에 의한 각 관측 방법에 대한 설명 중 잘못된 것은?

- ① 방향각법에 비해 읽기 오차의 영향이 적다.
- ② 많은 방향이 있는 경우는 적합하지 않다.
- ③ 눈금의 불량에 의한 오차를 최소로 하기 위하여 n회의 반복 경과가 360°에 가깝게 해야 한다.
- ④ 내측과 외측의 연직선에 대한 불일치에 의한 오차가 자동 소거된다.

3과목 : 수리학 및 수문학

41. 오리피스의 수두차가 최대 4.9m이고 오리피스의 유량계수가 0.5일 때 오리피스의 유량은? (단, 오리피스의 단면적은

0.01m<sup>2</sup>이다.)

- ① 0.025m<sup>3</sup>/sec      ② 0.049m<sup>3</sup>/sec
- ③ 0.098m<sup>3</sup>/sec      ④ 0.196m<sup>3</sup>/sec

42. 관수로에서 동수경사선에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 수평기준선에서 손실수두와 속도수두를 더한 수두선이다.
- ② 관로중심선에서 압력수두와 속도수두를 더한 수두선이다.
- ③ 전수두에서 손실수두를 제외한 수두선이다.
- ④ 에너지선에서 속도수두를 제외한 수두선이다.

43. 직경 10cm인 연직관 속에 높이 2m만큼 모래가 들어있다. 모래면 위의 수위를 20cm로 일정하게 유지 시켰더니 투수량 Q=3L/hr 이었다. 이 때 모래의 투수계수 k는?

- ① 0.382 m/hr      ② 0.637 m/hr
- ③ 3.82 m/hr      ④ 6.37 m/hr

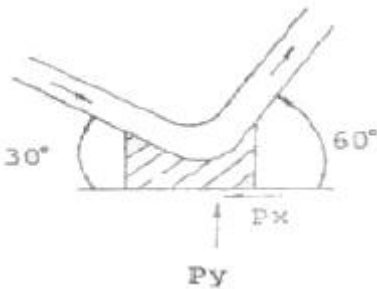
44. 폭이 넓은 직4각형 수로에서 폭 1m당 0.5m<sup>3</sup>/sec의 유량이 80cm의 수심으로 흐르는 경우 이흐름은? (단, 동점성 계수는 0.012cm<sup>2</sup>/sec, 한계수심은 29.5cm이다.)

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

45. 오리피스(orifice)에서의 유량 Q를 계산할 때 수두 H의 측정에 1%의 오차가 있으면 유량계산의 결과에는 얼마의 오차가 생기는가?

- ① 0.1%      ② 0.5%
- ③ 1%      ④ 2%

46. 지름 4cm의 원형단면 관에서 물의 흐름이 그림과 같이 구부러질 때 곡면을 지지하는데 필요한 힘은 Px는? (단, 흐름의 속도가 15m/sec이고 마찰을 무시한다.)



- ① -0.0106t      ② 0.0106t
- ③ 11.106t      ④ -1.1106t

47. 다음 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① 유량빈도곡선의 경사가 급하면 홍수가 드물고 지하수의 하천방출이 크다.
- ② 수위-유량 관계곡선의 연장방법인 Stevens법은 Chezy의 유속공식을 이용한다.
- ③ 자연하천에서 대부분 동일수위에 대한 수위 상승시와 하강시의 유량이 다르다.
- ④ 합리식은 어떤 배수영역에 발생한 호우강도와 침투유량 간 관계를 나타낸다.

48. 지하의 사질 여과층에서 수두 차가 0.4m이고 투과거리가 3.0m일 때 이곳을 통과하는 지하수의 유속은? (단, 투수

계수는 0.2cm/sec이다.)

- ① 0.0135cm/sec      ② 0.0267cm/sec
- ③ 0.0324cm/sec      ④ 0.0417cm/sec

49. 다음 표와 같이 40분간 집중홍수가 계속되었다면 지속기간 20분인 최대강우 강도는?

시간(분)	우량(mm)
0~5	1
5~10	4
10~15	2
15~20	5
20~25	8
25~30	7
30~35	3
35~40	2

- ① I=49mm/hr      ② I=59mm/hr
- ③ I=69mm/hr      ④ I=72mm/hr

50. 중량이 600kg, 비중이 3.0인 물체를 물(담수)속에 넣었을 때 물 속에서의 중량은?

- ① 100kg      ② 200kg
- ③ 300kg      ④ 400kg

51. 유역 내 5개 강우량 관측점에 기록된 강우량과 지배면적 이 표와 같을 때 Thiessen 법으로 계산된 유역 평균 강우량은 얼마인가?

관측점	A	B	C	D	E
강우량(mm)	20	30	40	35	30
재배면적(km <sup>2</sup> )	20	30	10	20	15

- ① 31.0mm      ② 30.0mm
- ③ 29.0mm      ④ 28.0mm

52. 유체의 밀도(ρ), 점성계수(μ), 벽면의 마찰력(τ<sub>0</sub>), 평균유속(V) 마찰속도(u<sub>\*</sub>)의 관계식으로 옳은 것은?

- ①  $u_* = \mu \frac{V}{\rho}$       ②  $u_* = \sqrt{\frac{\tau_0}{\rho}}$
- ③  $u_* = \frac{\tau_0}{\rho}$       ④  $u_* = \sqrt{\frac{\tau_0}{\mu}}$

53. SCS의 초과강우량 산정방법에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① 유역의 토지이용형태는 유효우량의 크기에 영향을 미친다.
- ② 유출곡선지수(runoff curve number)는 총 우량으로부터 유효우량의 잠재력을 표시하는 지수이다.
- ③ 투수성 지역의 유출곡선지수는 불투수성 지역의 유출곡선지수보다 큰 값을 갖는다.
- ④ 선행토양함수조건(antecedent soil moisture condition)은 1년을 성수기와 비성수기로 나누어 각 경우에 대하여

3가지 조건으로 구분하고 있다.

54. 광폭의 직사각형 단면 수로에서 최소 비에너지가 3m 일 때 한계수심은 얼마인가?

- ① 0.3m                      ② 1m
- ③ 2m                         ④ 3m

55. 개수로의 흐름에 가장 지배적인 영향을 미치는 것은?

- ① 유체의 밀도              ② 관성력
- ③ 중력                        ④ 점성력

56. 정수압의 이론은 다음 중 어느 경우에 적용되는가?

- ① 유체가 전혀 움직이지 않을 때에 한하여 적용된다.
- ② 유체가 움직여도 줄이나 유체입자 상호간의 상대적인 움직임이 없을 때 적용된다.
- ③ 유체의 흐름 상태에는 관계없이 적용할 수 있다.
- ④ 층류(laminar flow)에 한하여 적용할 수 있다.

57. 1시간 간격의 강우량이 12.6mm, 23.3mm, 18.3mm, 5.7mm이다. 지표유출량이 38mm일 때  $\phi$ -index는?

- ① 3.34mm/hr              ② 4.72mm/hr
- ③ 5.47mm/hr              ④ 6.91mm/hr

58. 레이놀즈(Reynolds)수에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 레이놀즈 수에 의해 흐름상태는 층류, 천이영역, 난류로 분류할 수 있다.
- ② 2,000보다 작으면 층류가 된다.
- ③ 중력에 대한 관성력의 비를 나타낸다.
- ④ 무차원의 수로 흐름상태를 구분하는 지표가 된다.

59. 베르누이(Bernoulli)정리의 적용조건이 아닌 것은?

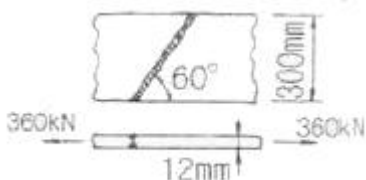
- ① 임의의 두 범은 같은 유선 위에 있다.
- ② 정상상태의 흐름이다.
- ③ 점성 유체이다.
- ④ 비압축성 유체의 흐름이다.

60. 한계수심에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 유량이 일정할 때 한계수심에서 비에너지가 최소가 된다.
- ② 한계수심보다 수심이 작은 흐름이 상류이고 큰 흐름이 하류이다.
- ③ 비에너지가 일정하면 한계수심으로 흐를 때 유량이 최대가 된다.
- ④ 유량이 일정할 때 한계수심에서 비력이 최소가 된다.

**4과목 : 철근콘크리트 및 강구조**

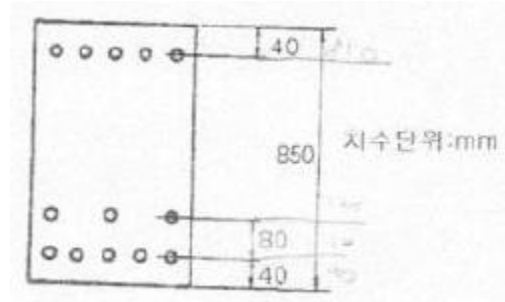
61. 그림과 같은 용접부의 응력은?



- ① 115 MPa                      ② 110 MPa

- ③ 100 MPa                      ④ 94 MPa

62. 그림과 같은 복철근 보의 유효깊이는? (단, 철근 1개의 단면적은 250mm<sup>2</sup> 이다.)



- ① 810mm                      ② 780mm
- ③ 770mm                      ④ 730mm

63. b=350 mm, d=550mm인 직사각형 단면의 보에서 지속하중에 의한 순간처짐이 16mm였다. 1년 후 총 처짐량은 얼마인가? (단,  $A_s=2246\text{mm}^2$ ,  $A_g=1284\text{mm}^2$ ,  $\zeta=1.4$ )

- ① 20.5mm                      ② 32.8mm
- ③ 42.1mm                      ④ 26.5mm

64. 2방향 슬래브 설계시 직접설계법을 적용할 수 있는 제한사항에 대한 설명 중 틀린 것은?

- ① 각 방향으로 3경간 이상이 연속되어야 한다.
- ② 모든 하중은 연속하중으로서 슬래브판 전체에 등분포되어야 하며, 활하중은 고정하중의 3배 이하이어야 한다.
- ③ 연속한 기둥 중심선으로부터 기둥의 이탈은 이탈방향 경간의 최대 10%까지 허용할 수 있다.
- ④ 각 방향으로 연속한 받침부 중심간 경간 길이의 차이는 긴 경간의 1/3 이하이어야 한다.

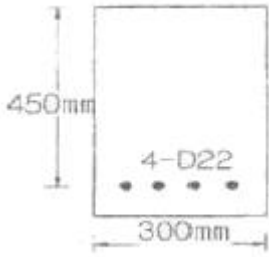
65. 철근콘크리트 깊은 보에 대한 전단설계 방법 중 잘못된 것은?

- ① 깊은 보의 비선형 변형률분포를 고려하여 설계하거나 스트럿-타이 모델에 의하여 설계하여야 한다.
- ② 수직전단철근의 간격은  $d/5$  이하 또는 300 mm 이하로 하여야 한다.
- ③ 깊은 보의  $V_n$ 는  $(2\sqrt{f_c}/3)b_w d$  이하 이어야 한다.
- ④ 깊은 보에서 수직전단철근이 수평전단철근 보다 전단보강 효과가 더 크다.

66. 인장 이형철근의 정착길이 산정시 필요한 보정계수에 대한 설명 중 틀린 것은? (단,  $f_{sp}$ 는 콘크리트의 쪼갬인장강도)

- ① 상부철근(정착길이 또는 겹침이음부 아래 300mm를 초과되게 굳지 않은 콘크리트를 친 수평철근)인 경우, 철근 배근 위치에 따른 보정계수 1.3을 사용한다.
- ② 에폭시 도막철근인 경우, 피복두께 및 순간격에 따라 1.2나 2.0의 보정계수를 사용한다.
- ③  $f_{sp}$ 가 주어지지 않은 경량콘크리트인 경우, 1.3의 보정계수를 사용한다.
- ④ 에폭시 도막철근이 상부철근인 경우, 보정계수끼리 곱한 값이 1.7보다 클 필요는 없다.

67. 그림에 나타난 직사각형 단철근 보가 공칭 휨강도  $M_p$ 에 도달할 때 인장철근의 변형률은 얼마인가? (철근 D22 4개의 단면적 1548mm<sup>2</sup>,  $f_{ck}=28\text{MPa}$ ,  $f_y=350\text{MPa}$ )



- ① 0.003                      ② 0.005
- ③ 0.010                      ④ 0.012

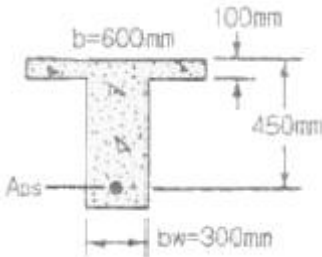
68.  $f_{ck}=35\text{MPa}$ ,  $f_y=350\text{MPa}$ 를 사용하고  $b_n=500\text{mm}$ ,  $d=1000\text{mm}$ 인 휨을 받는 직사각형 단면에 요구되는 최소 휨철근량은 얼마인가?

- ①  $1524\text{mm}^2$                       ②  $1745\text{mm}^2$
- ③  $2000\text{mm}^2$                       ④  $2113\text{mm}^2$

69.  $P=300\text{kN}$ 의 인장응력이 작용하는 판두께 10mm인 철판에  $\phi 19\text{mm}$ 인 리벳을 사용하여 접합 할 때의 소요 리벳 수는? (단, 허용전단응력 =  $110\text{MPa}$ , 허용인장응력 =  $220\text{MPa}$ )

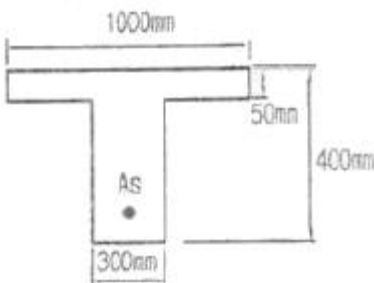
- ① 8개                              ② 10개
- ③ 12개                              ④ 14개

70. 주어진 T형 단면에서 전단에 대해 위험단면에서  $V_u/d/M_u=0.28$  이었다. 휨철근 인장강도의 40% 이상의 유효 프리스트레스트 힘이 작용할 때 콘크리트의 공칭전단강도 ( $V_u$ )는 얼마인가? (단,  $f_{ck}=45\text{MPa}$ ,  $V_u$ :계수전단력,  $M_u$ :계수휨모멘트  $d$ :압축측 표면에서 긴장재 도심까지의 거리)



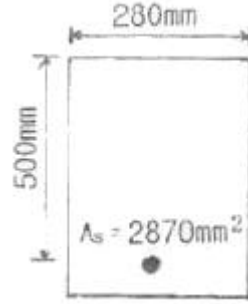
- ① 185.7kN                      ② 230.5kN
- ③ 321.7kN                      ④ 462.7kN

71. 그림과 같은 T형보에서 응력사각형의 깊이 a는? (단,  $f_{ck}=21\text{MPa}$ ,  $f_y=300\text{MPa}$ ,  $A_s=4020\text{mm}^2$ 이다.)



- ① 68mm                              ② 82mm
- ③ 94mm                              ④ 109mm

72. 다음 주어진 단철근 직사각형 단면이 연성파괴를 한다면 이 단면의 공칭휨강도는 얼마인가? (단,  $f_{ck}=21\text{MPa}$ ,  $f_y=300\text{MPa}$ )

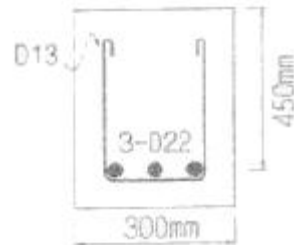


- ① 252.4 kN · m                      ② 296.9 kN · m
- ③ 356.3 kN · m                      ④ 396.9 kN · m

73. 콘크리트 구조설계기준에서는 띠철근으로 보강된 기둥에 대해서는 감소계수  $\phi=0.65$ , 나선철근으로 보강된 기둥에 대해서는  $\phi=0.70$ 를 적용한다. 그 이유에 대한 설명으로 가장 적당한 것은?

- ① 콘크리트의 압축강도 측정시 공시체의 형태가 원형이기 때문이다.
- ② 나선철근으로 보강된 기둥이 띠철근으로 보강된 기둥보다 연성이나 인성이 크기 때문이다.
- ③ 나선철근으로 보강된 기둥은 띠철근으로 보강된 기둥보다 골재분리현상이 적기 때문이다.
- ④ 같은 조건(콘크리트단면적, 철근단면적)에서 사각형(띠철근) 기둥이 원형(나선철근)기둥보다 큰 하중을 견딜수 있기 때문이다.

74. 아래 그림과 같은 보에서 계수전단력  $V_u=225\text{kN}$ 에 대한 가장 적당한 스테럽간격은? (단, 사용된 스테럽은 철근 D13이다. 철근 D13의 단면적은  $127\text{mm}^2$ ,  $f_{ck}=24\text{MPa}$ ,  $f_y=350\text{MPa}$ 이다.)



- ① 110mm                              ② 150mm
- ③ 210mm                              ④ 225mm

75. 철근콘크리트가 성립하는 이유에 대한 설명으로 잘못된 것은?

- ① 철근과 콘크리트와의 부착력이 크다.
- ② 콘크리트 속에 묻힌 철근은 녹슬지 않고 내구성을 갖는다.
- ③ 철근과 콘크리트의 무게가 거의 같고 내구성이 같다.
- ④ 철근과 콘크리트는 열에 대한 팽창계수가 거의 같다.

76. 철근콘크리트 부재의 최소 피복두께에 관한 설명 중 틀린 것은?

- ① 흙의 접하거나 옥외의 공기에 직접 노출되는 현장치기 콘크리트에 D25 이하의 철근을 사용하는 경우 최소 피복두께는 50mm이다.
- ② 옥외의 공기나 흙에 직접 접하지 않는 현장치기 콘크리트에 슬래브에 D35 이하의 철근을 사용하는 경우 최소 피복두께는 20mm이다.
- ③ 흙에 접하거나 옥외의 공기에 직접 노출되는 프리캐스트

콘크리트로 벽체에 D35이하의 철근을 사용하는 경우 최소 피복두께는 40mm이다.

- ④ 흠에 접하거나 옥외의 공기에 직접 노출되는 프리스트레스트 콘크리트로 벽체인 경우 최소 피복두께는 30mm이다.

77. T형 PSC보에 설계하중을 작용시킨 결과 보의 처짐은 00이였으며, 프리스트레스 도입단계부터 부착된 계측장치로부터 상부 탄성변형률  $\epsilon = 3.5 \times 10^{-4}$ 을 얻었다. 콘크리트 탄성계수  $E_c = 26000\text{MPa}$ , T형보의 단면적  $A_g = 150000\text{mm}^2$ , 유효율  $R = 0.85$ 일 때, 강재의 초기 긴장력  $P_1$ 를 구하면?

- ① 1606kN                      ② 1365kN
- ③ 1160kN                      ④ 2269kN

78. 콘크리트의 설계기준강도( $f_{ck}$ )가 35MPa이며 철근의 설계항복강도가 400MPa이면 직경이 25mm인 압축 이형철근의 기본정착길이 ( $l_{db}$ )는 얼마인가?

- ① 227mm                      ② 358mm
- ③ 423mm                      ④ 430mm

79. 옹벽의 토압 및 설계일반에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① 활동에 대한 저항력은 옹벽에 작용하는 수평력의 1.5배 이상이어야 한다.
- ② 뒷부벽식 옹벽의 저판은 정밀한 해석이 사용되지 않는 한, 3번 지지된 2방향 슬래브로 설계하여야 한다.
- ③ 뒷부벽은 T형보로 설계하여야 하며, 앞부벽은 직사각형보로 설계하여야 한다.
- ④ 지반에 유발되는 최대 지반반력이 지반의 허용지지력을 초과하지 않아야 한다.

80. 콘크리트구조물에서 비틀림에 대한 설계를 하려고 할 때 계수비틀림모멘트를 계산하는 방법에 대한 다음 설명 중 잘못된 것은? (단,  $d$ 는 유효깊이)

- ① 균열에 의하여 내력의 재분배가 발생하여 비틀림모멘트가 감소할 수 있는 부정정구조물의 경우 최대 계수비틀림모멘트를 감소시킬 수 있다.
- ② 철근콘크리트 부재에서 받침부로부터  $d$  이내에서 집중된 비틀림모멘트가 작용하면 위험단면은 받침부의 내부 면으로 하여야 한다.
- ③ 프리스트레스트 부재에서 받침부로부터  $d$  이내에 위피한 단면은  $d$ 에서 계산된 계수비틀림모멘트보다 작지 않은 비틀림모멘트에 대하여 설계하여야 한다.
- ④ 정밀한 해석을 수행하지 않은 경우, 슬래브로부터 전달되는 비틀림 하중은 전체 부재에 걸쳐 균등하게 분포하는 것으로 가정할 수 있다.

**5과목 : 토질 및 기초**

81. 두께 5m의 점토층을 90% 압밀하는데 50일이 걸렸다. 같은 조건하에서 10m의 점토층을 90% 압밀하는데 걸리는 시간은?

- ① 100일                      ② 160일
- ③ 200일                      ④ 240일

82. 어떤 흙 1200g(함수비 20%)과 흙 2600g(함수비 30%)을 섞으면 그 흙의 함수비는 약 얼마인가?

- ① 21.1%                      ② 25.0%
- ③ 26.7%                      ④ 29.5%

83. 토질 종류에 따른 다짐 곡선을 설명한 것 중 옳지 않은 것은?

- ① 조립토가 세립토에 비하여 최대건조단위 중량이 크게 나타나고 최적함수비는 작게 나타난다.
- ② 조립토에서는 입도분포가 양호할수록 최대건조단위 중량은 크고 최적함수비는 작다.
- ③ 조립토 일수록 다짐 곡선은 완만하고 세립토 일수록 다짐 곡선은 급하게 나타난다.
- ④ 점성토에서는 소성이 클수록 최대건조단위 중량은 감소하고 최적함수비는 증가한다.

84. 그림에서 안전율 3을 고려하는 경우, 수두차  $h$ 를 최소 얼마로 높일 때 모래시료에 분사현상이 발생하겠는가?



- ① 12.75cm                      ② 9.75cm
- ③ 4.25cm                      ④ 3.25cm

85. 현장에서 다짐된 사질토의 상대다짐도가 95%이고 최대 및 최소 건조단위중량이 각각  $1.76\text{t/m}^3$ ,  $1.5\text{t/m}^3$ 이라고 할 때 현장시료의 건조단위중량과 상대밀도는? (순서대로 건조단위중량/상대밀도)

- ①  $1.67\text{t/m}^3 / 71\%$                       ②  $1.67\text{t/m}^3 / 69\%$
- ③  $1.63\text{t/m}^3 / 69\%$                       ④  $1.63\text{t/m}^3 / 71\%$

86. 깊은기초에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 점토지반 말뚝기초의 주면마찰 저항을 산정하는 방법에는  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\lambda$ 방법이 있다.
- ② 사질토에서 말뚝의 선단지지력은 깊이에 비례하여 증가하나 어느 한계에 도달하면 더 이상 증가하지 않고 거의 일정해 진다.
- ③ 무리말뚝의 효율은 1보다 작은 것이 보통이나 느슨한 사질토의 경우에는 1보다 클 수 있다.
- ④ 무리말뚝의 침하량은 동일한 규모의 하중을 받는 외말뚝의 침하량보다 작다.

87. 다음은 주요한 Sounding(사운드링)의 종류를 나타낸 것이다. 이 가운데 사질토에 가장 적합하고 점성토에서도 쓰이는 조사법은?

- ① 더치 콘(Dutch Cone) 관입시험기
- ② 베인 시험기(Vane tester)
- ③ 표준 관입시험기
- ④ 이스키메타(Iskymeter)

88. Vane Test에서 Vane의 지름 50mm, 높이 10cm, 파괴시 토오크가  $590\text{kg} \cdot \text{cm}$ 일 때 점착력은?

- ①  $1.29\text{kg/cm}^2$                       ②  $1.57\text{kg/cm}^2$
- ③  $2.13\text{kg/cm}^2$                       ④  $2.76\text{kg/cm}^2$

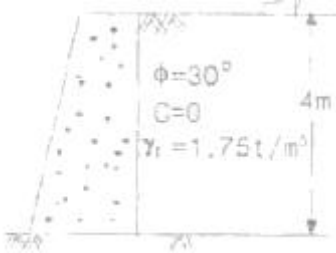
89. 점착력이  $5t/m^2$ ,  $r_f=1.8t/m^2$ 의 비배수상태( $\phi=0$ )인 포화된 점성토 지반에 직경 40cm, 길이 10m의 PHC 말뚝이 향타 시공 되었다. 이 말뚝의 선단지지력은 얼마인가? (단, Meyerhof 방법을 사용)

- ① 1.57 t                      ② 3.23 t
- ③ 5.65 t                      ④ 45 t

90. 크기가 30cm×30cm의 평판을 이용하여 사질토위에서 평판 재하시험을 실시하고 극한 지지력  $20t/m^2$ 을 얻었다. 크기가 1.8m×1.8m인 정사각형기초의 총허용하중은 약 얼마인가? (단, 안전률 3을 사용)

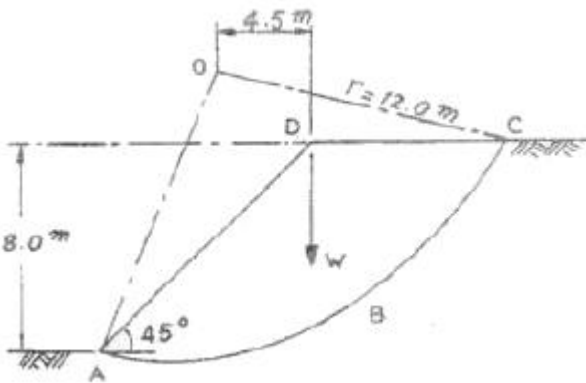
- ① 22ton                      ② 66ton
- ③ 130ton                      ④ 150ton

91. 그림과 같은 옹벽배면에 작용하는 토압의 크기를 Rankine의 토압공식으로 구하면?



- ① 3.2t/m                      ② 3.7t/m
- ③ 4.7t/m                      ④ 5.2t/m

92. 내부마찰각  $\phi_u=0$ , 점착력  $C_u=4.5t/m^2$ , 단위중량이  $1.9t/m^3$  되는 포화된 점토층에 경사각 45°로 높이 8m인 사면을 만들었다. 그림과 같은 하나의 파괴면을 가정했을때 안전율은? (단, ABCD의 면적은  $70m^2$ 이고, ABCD의 무게중심은 O 점에서 4.5m거리에 위치하며, 호 AC 길이는 20.0m이다.)



- ① 1.2                          ② 1.8
- ③ 2.5                          ④ 3.2

93. 흙의 투수계수 k에 관한 설명으로 옳은 것은?

- ① k는 간극비에 반비례한다.
- ② k는 형상계수에 반비례한다.
- ③ k는 점성계수에 반비례한다.
- ④ k는 입경의 제곱에 반비례한다.

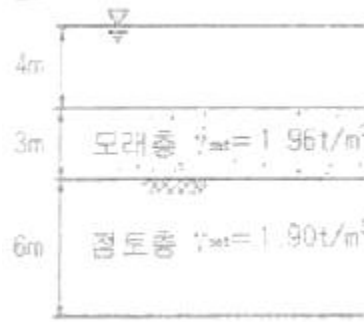
94. 어떤 흙의 전단실험결과  $c=1.8kg/cm^2$ ,  $\phi=35^\circ$ , 토립자에 작용하는 수직응력  $\sigma=3.6kg/cm^2$ 일 때 전단강도는?

- ①  $4.89kg/cm^2$                       ②  $4.32kg/cm^2$
- ③  $6.33kg/cm^2$                       ④  $3.86kg/cm^2$

95. 포함된 점토에 대하여 비압밀비배수(UU)시험을 하였을 때의 결과에 대한 설명 중 옳은 것은? (단,  $\phi$ :내부마찰각, c:점착력)

- ①  $\sigma$ 와 c가 나타나지 않는다.
- ②  $\phi$ 는 "0"이 아니지만 c는 "0"이다.
- ③  $\phi$ 와 c가 모두 "0"이 아니다.
- ④  $\phi$ 는 "0"이고 c는 "0"이 아니다.

96. 아래조건에서 점토층 중간면에 작용하는 유효응력과 간극수압은?



- ① 유효응력:5.58( $t/m^2$ ), 간극수압:10( $t/m^2$ )
- ② 유효응력:9.58( $t/m^2$ ), 간극수압:8( $t/m^2$ )
- ③ 유효응력:5.58( $t/m^2$ ), 간극수압:8( $t/m^2$ )
- ④ 유효응력:9.58( $t/m^2$ ), 간극수압:10( $t/m^2$ )

97. 어떤 점토의 압밀계수는  $1.92 \times 10^{-3} cm^2/sec$ , 압축계수는  $2.86 \times 10^{-2} cm^2/g$ 이었다. 이 점토의 투수계수는? (단, 이 점토의 초기간극비는 0.8이다.)

- ①  $1.05 \times 10^{-5} cm/sec$     ②  $2.05 \times 10^{-5} cm/sec$
- ③  $3.05 \times 10^{-5} cm/sec$     ④  $4.05 \times 10^{-5} cm/sec$

98. 연약점토 지반에 말뚝을 시공하는 경우, 말뚝을 타입한 후 어느 정도 시간이 경과한 후에 재하시험을 하게 된다. 그 이유로 가장 적합한 것은?

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

99. 사질토에 대한 직접 전단시험을 실시하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 내부마찰각을 약 얼마인가?

수직응력( $t/m^2$ )	3	6	9
최대전단응력( $t/m^2$ )	1.73	3.46	5.19

- ① 25°                          ② 30°
- ③ 35°                          ④ 40°

100. 수평방향의 투수계수( $k_h$ )가 0.4cm/sec이고 연직방향의 투수계수( $k_v$ )가 0.1cm/sec일 때 등가 투수계수를 구하면?

- ① 0.20cm/sec                      ② 0.25cm/sec
- ③ 0.30cm/sec                      ④ 0.35cm/sec

6과목 : 상하수도공학

101. 관거의 접합방법 중에서 유수(流水)는 원활하지만 관거의 매설깊이가 증가하여 공사비가 많이 들고, 펌프 배수하는 지역에서는 양정이 높게 되는 단점이 있는 것은?

- ① 수면 접합                      ② 관저 접합
- ③ 관중심 접합                  ④ 관점 접합

102. 다음 상수도 시설중 수원에서 취수한 물을 정수장까지 공급하는 시설은?

- ① 도수시설                      ② 정수시설
- ③ 송수시설                      ④ 배수시설

103. 다음 중 응집제로 사용되지 않는 것은?

- ①  $Al_2(SO_4)_3$                   ②  $FeCl_3$
- ③  $MgCO_3$                       ④ Poly Aluminum Chloride

104. 펌프는 흡입실양정 및 토출량을 고려하여 전양정에 따라 선정하여야 한다. 전양정이 5m 이하일 때 표준이며 비고 회전도(Ns)가 1100~2000 정도인 펌프 형식은?

- ① 축류펌프                      ② 사류펌프
- ③ 원심사류펌프                ④ 원심펌프

105. 수중의 철, 망간을 제거하는 방법 중 산화법이 아닌 것은?

- ① 포기(Aeration)법          ② 염소법
- ③ 이온교환법                  ④ 접촉산화법

106. 직경이 20cm이고 길이가 100m인 관을 직경 30cm인 등치관으로 바꾸려면 필요한 길이는 몇 m 인가? (단, 모든 손실계수는 동일하다고 가정하고 Hazen-Williams 공식을 적용한다.)

- ① 710.38m                      ② 720.38m
- ③ 730.38m                      ④ 740.38m

107. 계획하수량  $1.6m^3/sec$ 이 관경 1,000mm, 동수경사 0.0024 관길이 30m, 여유량 0.04m의 조건의 원형관을 흐를 때 관내의 역사이편 손실수두(H)는? (단,

$$H = i \cdot L + \beta \cdot \frac{v^2}{2g} + \alpha$$

를 이용하고  $\beta=1.5$ 를 적용)

- ① 0.05m                        ② 0.06m
- ③ 0.318m                      ④ 0.430m

108. 하수의 배제방식에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① 합류식은 2계통의 분류식에 비해 일반적인 건설비가 많이 소요된다.
- ② 합류식은 분류식보다 유량 및 유속의 변화폭이 크다.
- ③ 분류식은 관거내의 퇴적이 적고 수세효과를 기대할 수 없다.
- ④ 분류식은 관거오점의 철저한 감시가 필요하다.

109. 도수시설 중 접합정에 대한 설명으로 맞지 않는 것은?

- ① 원형 또는 각형의 콘크리트 혹은 철근콘크리트로 축조한다.
- ② 수압이 높은 경우에는 필요에 따라 수압제어용 밸브를 설치한다.
- ③ 유출관의 유출구 중심높이는 저수위에서 관경의 3배 이상 낮게 하는 것을 원칙으로 한다.

④ 유입속도가 큰 경우에는 접합정 내에 월류벽 등을 설치하여 유속을 감쇄시킨다.

110. 인구 10만의 도시에 계획 1인 1일 최대급수량 600L, 급수보급율 80%를 기준으로 상수도 시설을 계획하고자 한다. 이 도시의 계획 1일 최대급수량은?

- ① 32,000m<sup>3</sup>                      ② 40,000m<sup>3</sup>
- ③ 48,000m<sup>3</sup>                      ④ 60,000m<sup>3</sup>

111. 급수방식에 대한 다음 설명 중 맞지 않는 것은?

- ① 급수방식은 직결식과 저수조식으로 나누며 이를 병용하기도 한다.
- ② 저수조식은 급수관으로부터 수돗물을 일단 저수조에 받아서 급수하는 방식이다.
- ③ 재해시나 사고 등에 의한 수도의 단수나 감수시에도 물을 반드시 확보해야 할 경우는 직결식으로 한다.
- ④ 배수관의 압력변동에 관계없이 상시 일정한 수량과 압력을 필요로 하는 경우는 저수조식으로 한다.

112. 하수 소독 방법인 염소 및 자외선 소독의 장단점 비교에 관한 내용으로 틀린 것은?

- ① 자외선 소독은 잔류독성이 없다.
- ② 자외선 소독은 소독이 성공적인지 즉시 측정할 수 있다.
- ③ 염소 소독은 소독력 있는 잔류염소를 수송관거내에 유지시킬 수 있다.
- ④ 염소 소독은 암모니아의 첨가에 의해 결합잔류염소가 형성된다.

113. 다음 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① BOD는 유기물이 호기성 상태에서 분해·안정화 되는데 요구되는 산소량이다.
- ② BOD는 보통 20℃에서 5일간 시료를 배양했을 때 소비된 용존산소량으로 표시한다.
- ③ BOD가 과도하게 높으면 DO는 감소하며 악취가 발생된다.
- ④ BOD, COD는 오염의 지표로서 하수 중의 용존산소량을 나타낸다.

114. 하수도의 관거계획에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 오수관거는 계획1일평균오수량을 기준으로 계획한다.
- ② 합류식에서 하수의 차집관거는 우천시 계획오수량을 기준으로 계획한다.
- ③ 오수관거와 우수관거가 교차하여 역사이편을 피할 수 없는 경우는 우수관거를 역사이편으로 하는 것이 바람직하다.
- ④ 관거의 역사이편을 많이 설치하여 유지관리 측면에서 유리하도록 계획한다.

115. 다음 중 수격작용(Water Hammer)의 방지 또는 감소 대책에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 펌프의 토출구에 완만히 닿을 수 있는 역지밸브를 설치하여 압력상승을 적게 한다.
- ② 펌프 설치 위피를 높게 하고 흡입양정을 크게 한다.
- ③ 펌프에 플라이휠(Fly Wheel)을 붙여 펌프의 관성을 증가시켜 급격한 압력강하를 완화한다.
- ④ 토출측 관로에 압력조절수조를 설치한다.

116. 다음 중 호소나 저수지가 수원일 경우 적합하지 않은 취수

시설은?

- ① 취수관거                      ② 취수탑
- ③ 취수틀                         ④ 취수문

117. 전염소처리로 제거할 수 오염물질과 가장 거리가 먼 것은?

- ① 철(Fe)                         ② 조류
- ③ 암모니아성 질소            ④ 트리할로메탄

118. 다음 중 계획 1일 최대급수량을 기준으로 삼지 않는 시설은?

- ① 취수시설                      ② 송수시설
- ③ 정수시설                      ④ 배수시설

119. 슬러지 농축방법 중 중력식 농축이 갖는 특징으로 틀린 것은?

- ① 장치의 구조가 간단하다.
- ② 약품주입이 불필요하다.
- ③ 1차 침전지 슬러지보다 잉여슬러지에 효과적이다.
- ④ 저장과 농축이 동시에 가능하다.

120. 표준활성슬러지 처리법에 관한 설명으로 틀린 것은?

- ① HRT는 6~8시간을 표준으로 한다.
- ② MLSS농도는 1500~2500mg/L를 표준으로 한다.
- ③ 포기방식은 전면포기식, 선회류식, 미세기포 분사식 수중교반식 등이 있다.
- ④ 포기조의 유효수심은 표준식의 경우 10m를 표준으로 한다.

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