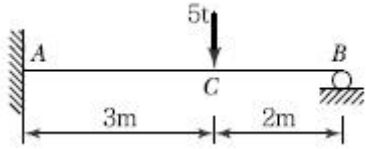


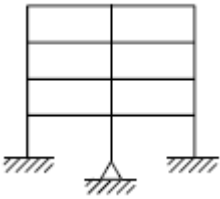
1과목 : 응용역학

1. 그림과 같은 부정정보에 집중하중이 작용할 때 A점의 휨 모멘트 M_A 를 구한 값은?



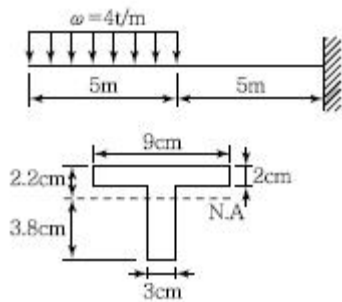
- ① $-5.7t \cdot m$
- ② $-3.6t \cdot m$
- ③ $-4.2t \cdot m$
- ④ $-2.6t \cdot m$

2. 다음 라멘의 부정정의 차수는?



- ① 23차 부정정
- ② 28차 부정정
- ③ 32차 부정정
- ④ 36차 부정정

3. 주어진 T형보 단면의 캔틸레버에서 최대 전단응력을 구하면 얼마인가? (단, T형보 단면의 $I_{N.A.} = 86.8cm^4$ 이다.)



- ① $1,256.8kg/cm^2$
- ② $1,663.6kg/cm^2$
- ③ $2,079.5kg/cm^2$
- ④ $2,433.2kg/cm^2$

4. 직경 D인 원형 단면의 단면 계수는?

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

5. 다음 그림과 같이 강선 A와 B가 서로 평행상태를 이루고 있다. 이때 각도 θ 의 값은?

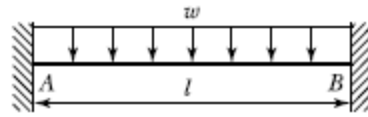


- ① 47.2°
- ② 32.6°
- ③ 28.4°
- ④ 17.8°

6. 반지름이 30cm인 원형단면을 가지는 단주에서 핵의 면적은 약 얼마인가?

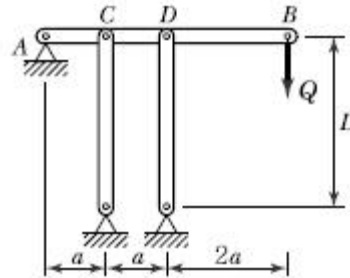
- ① $177cm^2$
- ② $228cm^2$
- ③ $283cm^2$
- ④ $353cm^2$

7. 다음 그림과 같은 양단 고정정보에서 중앙점의 최대 처짐은?



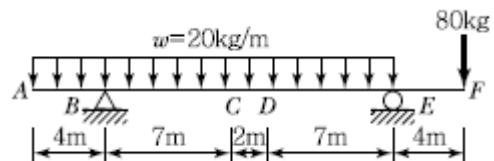
- ① $\frac{wl^3}{24EI}$
- ② $\frac{5wl^4}{384EI}$
- ③ $\frac{wl^4}{384EI}$
- ④ $\frac{41wl^4}{384EI}$

8. 그림의 수평부재 AB는 A지점은 힌지로 지지되고 B점에는 집중하중 Q가 작용하고 있다. C점과 D점에서는 끝단이 힌지로 지지된 길이가 L이고, 휨 강성이 모두 EI 로 일정한 기둥으로 지지되고 있다. 두 기둥의 좌굴에 의해서 붕괴를 일으키는 하중 Q의 크기는?



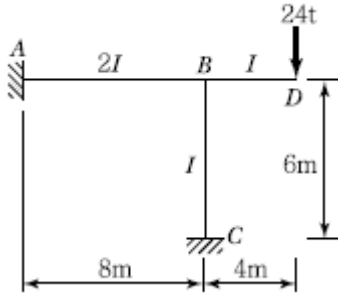
- ① $Q = \frac{2\pi^2 EI}{4L^2}$
- ② $Q = \frac{3\pi^2 EI}{4L^2}$
- ③ $Q = \frac{3\pi^2 EI}{8L^2}$
- ④ $Q = \frac{2\pi^2 EI}{16L^2}$

9. 그림과 같은 보에서 다음 중 휨모멘트의 절대값이 가장 큰 곳은?



- ① B점
- ② C점
- ③ D점
- ④ E점

10. 그림과 같은 라멘의 A점의 휨모멘트로서 옳은 것은?

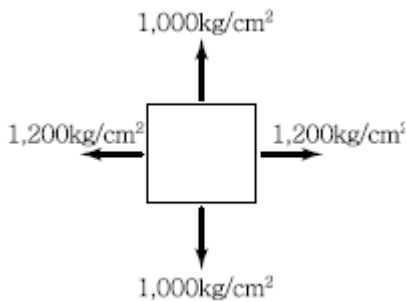


- ① 28.8t · m ② -28.8t · m
- ③ 57.6t · m ④ -57.6t · m

11. 지름 20mm, 길이 1m인 강봉을 4t의 힘으로 인장할 경우 이 강봉의 변형량은?(단, 이 강봉의 탄성계수는 $E=2.0 \times 10^6 \text{kg/cm}^2$ 이다.)

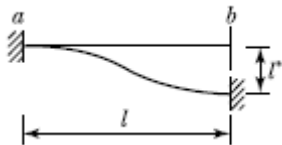
- ① 0.908mm ② 0.808mm
- ③ 0.737mm ④ 0.637mm

12. 그림과 같이 이축응력(二軸應力)을 받는 정사각형 요소의 체적변형률은?(단, 이 요소의 탄성계수 $E = 2.0 \times 10^6 \text{kg/cm}^2$, 푸아송비 $\nu = 0.30$ 이다.)



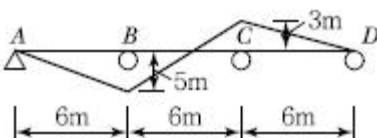
- ① 3.6×10^{-4} ② 4.4×10^{-4}
- ③ 5.2×10^{-4} ④ 6.4×10^{-4}

13. 다음 부정정보의 b단이 l만큼 아래로 처졌다면 a단에 생기는 모멘트는? (단, $I^*/I = 1/600$ 이다.)



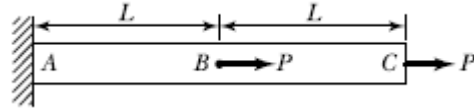
- ① $M_{ab} = +0.01 \frac{EI}{l}$ ② $M_{ab} = -0.01 \frac{EI}{l}$
- ③ $M_{ab} = +0.1 \frac{EI}{l}$ ④ $M_{ab} = -0.1 \frac{EI}{l}$

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



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

15. 다음과 같은 부재에서 AC사이의 전체 길이의 변화량 δ 는 얼마인가? (단, 보는 균일하며 단면적 A와 탄성계수 E는 일정하다고 가정한다.)

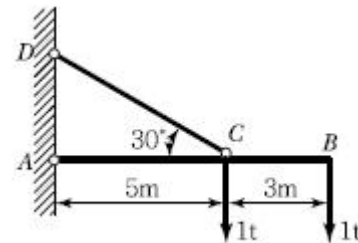


- ① $\frac{PL}{EA}$ ② $\frac{1.5PL}{EA}$
- ③ $\frac{3PL}{EA}$ ④ $\frac{4PL}{EA}$

16. 반지름이 r인 중실축(中實軸)과 바깥 반지름이 r이고 안쪽 반지름이 0.6r인 중공축(中空軸)이 동일 크기의 비틀림 모멘트를 받고 있다면 중실축(中實軸) : 중공축(中空軸)의 최대 전단응력비는?

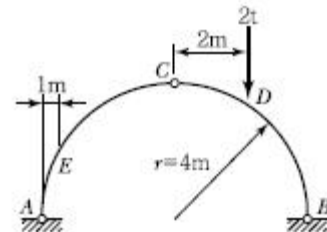
- ① 1 : 1.28 ② 1 : 1.24
- ③ 1 : 1.20 ④ 1 : 1.15

17. 그림과 같이 각 점이 한지로 연결된 구조물에서 부재 CD의 부재력은?



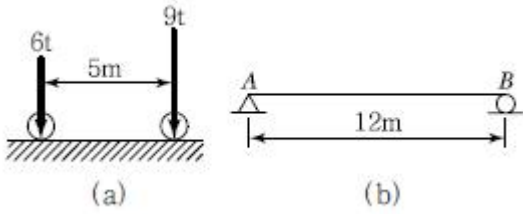
- ① 3t(압축) ② 3t(인장)
- ③ 5.2t(압축) ④ 5.2t(인장)

18. 다음 그림과 같은 $r = 4\text{m}$ 인 3회지 원호아치에서 지점 A에서 1m 떨어진 E점의 휨모멘트는 약 얼마인가? (단, EI 는 일정하다.)



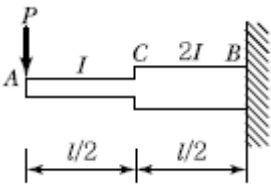
- ① $-0.823t \cdot \text{m}$ ② $-1.322t \cdot \text{m}$
- ③ $-1.661t \cdot \text{m}$ ④ $-2.00t \cdot \text{m}$

19. 그림(a)와 같은 하중이 그 진행방향을 바꾸지 아니하고, 그림(b)와 같은 단순보 위를 통과할 때, 이 보에 절대 최대 휨모멘트를 일어나게 하는 하중 9t의 위치는? (단, B지점으로 부터 거리임)



- ① 2m ② 5m
- ③ 6m ④ 7m

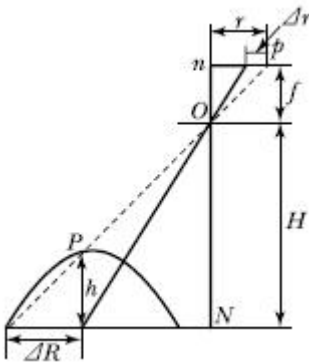
20. 그림과 같은 외팔보에서 A점의 처짐은? (단, AC구간의 단면 이차모멘트는 I이고 CB구간은 2I이며, 탄성계수는 E로서 전 구간이 동일하다.)



- ① $\frac{2Pl^3}{15EI}$ ② $\frac{3Pl^3}{16EI}$
- ③ $\frac{5Pl^3}{18EI}$ ④ $\frac{7Pl^3}{24EI}$

2과목 : 측량학

21. 그림은 기복면위식을 유도하기 위한 도식을 나타낸 것이다. Δr 과 Δr 의 관계식으로 바른 것은?(관련 규정 개정전 문제로 여기서는 기존 정답인 2번을 누르면 정답 처리됩니다. 자세한 내용은 해설을 참고하세요.)



- ① $\Delta r = \frac{H}{f} \Delta R$ ② $\Delta r = \frac{f}{H} \Delta R$
- ③ $\Delta r = \frac{f}{r} \Delta R$ ④ $\Delta r = \frac{r}{H} \Delta R$

22. 시가지에서 5개의 측점으로 폐합트래버스를 구성하여 내각을 측정하고 결과 각 관측 오차가 30"이었다. 각 관측의 경중률이 동일할 때 각 오차의 처리방법은?
 ① 재측량한다.
 ② 각의 크기에 관계없이 등배분한다.
 ③ 각의 크기에 비례하여 등배분한다.

④ 각의 크기에 반비례하여 등배분한다.

23. 도로공사에서 거리 20m인 성토구간의 시작단면 $A_1 = 72m^2$, 끝단면 $A_2 = 182m^2$, 중앙단면 $A_m = 132m^2$ 이라고 할 때에 각주공식에 의한 성토량은?

- ① 2,540.0m³ ② 2,573.3m³
- ③ 2,600.0m³ ④ 2,606.7m³

24. 축척 1 : 50,000의 지형도상의 인접한 두 주곡선간의 도상 수평거리가 1cm이었다. 두 지점 간의 경사는 얼마인가?

- ① 4% ② 5%
- ③ 6% ④ 10%

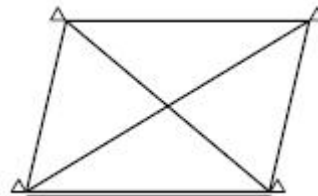
25. 축척 1 : 25,000 지형도상에서 거리가 6.73cm인 두 점 사이의 거리를 다른 축척의 지형도에서 측정한 결과 11.21cm이었다면 이 지형도의 축척은 약 얼마인가?

- ① 1 : 20,000 ② 1 : 18,000
- ③ 1 : 15,000 ④ 1 : 13,000

26. 수평각 관측법 중 트래버스 측량과 같이 한 측정에서 1개의 각을 높은 정밀도로 측정할 때 사용하며, 시준할 때의 오차를 줄일 수 있고 최소 눈금 미만의 정밀한 관측값을 얻을 수 있는 것은?

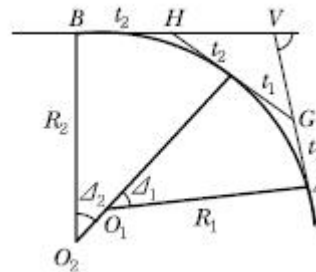
- ① 단측법 ② 배각법
- ③ 방향각법 ④ 조합각 관측법

27. 그림과 같은 4변형 삼각망에서 조건식의 총수(k_1), 각 조건식의 수(k_2), 변조건식의 수(k_3)로 옳은 것은?



- ① $k_1 = 8, k_2 = 4, k_3 = 4$ ② $k_1 = 8, k_2 = 2, k_3 = 6$
- ③ $k_1 = 4, k_2 = 3, k_3 = 1$ ④ $k_1 = 4, k_2 = 2, k_3 = 2$

28. 다음과 같은 복곡선에서 $t_1 + t_2$ 의 값은?



- ① $R_1(\tan \Delta_1 + \tan \Delta_2)$
- ② $R_2(\tan \Delta_1 + \tan \Delta_2)$
- ③ $R_1 \tan \Delta_1 + R_2 \tan \Delta_2$

④ $R_1 \tan \frac{\Delta_1}{2} + R_2 \tan \frac{\Delta_2}{2}$

29. 삼각측량의 주된 목적은 무엇인가?

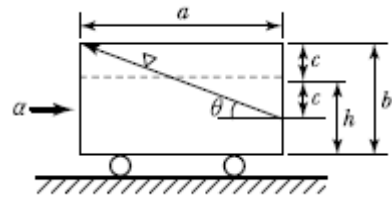
- ① 삼각점의 위치결정 ② 변장의 산출

- ③ 삼각형의 면적 결정 ④ 각 관측 오차 점검
30. 4회 관측하여 최확값을 얻었다. 최확값의 정확도를 2배 높으려면 몇 회 관측하여야 하는가?
 ① 32회 ② 16회
 ③ 8회 ④ 2회
31. 하천측량에서 평면측량의 일반적인 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 제외지 및 제내지 20m 이내 무제부에서는 홍수가 영향을 주는 구역보다 약간 넓게 한다.
32. 한 번의 길이가 10m인 정방형 토지를 축척 1:600 도상에서 측정한 결과, 도상의 변측점 오차가 0.2mm 발생하였다. 이때 실제 면적의 면적 측정오차는 몇 %가 발생하는가?
 ① 1.2% ② 2.4%
 ③ 4.8% ④ 6.0%
33. 노선측량에 대한 다음의 용어 설명 중 옳지 않은 것은?
 ① 교점 - 방향이 변하는 두 직선이 교차하는 점
 ② 중심말뚝 - 노선의 시점, 종점 및 교점에 설치하는 말뚝
 ③ 복심곡선 - 반경이 서로 다른 두 개 또는 그 이상의 원호가 연결된 곡선으로 공통접선의 같은 쪽에 원호의 중심이 있는 곡선
 ④ 완화곡선 - 고속으로 이동하는 차량이 직선부에서 곡선부로 진입할 때 차량의 격동을 완화하기 위해 직선과 원호 사이에 설치하는 곡선
34. 축척 1 : 1,000으로 평판측량을 할 때 도상에서 제도의 허용 오차가 0.3mm라면, 중심맞추기 오차(편심거리)는 몇 cm까지 허용할 수 있는가?
 ① 5cm ② 10cm
 ③ 15cm ④ 20cm
35. 촬영고도 3,000m로부터 초점거리 15cm의 카메라로 촬영한 중복도 60%의 2장의 사진이 있다. 각각의 사진에서 주점 기선장을 측정된 결과 124mm와 132mm이었다면 비고 60m의 굴뚝의 시차 차는?(관련 규정 개정전 문제로 여기서는 기존 정답인 4번을 누르면 정답 처리됩니다. 자세한 내용은 해설을 참고하세요.)
 ① 1.8mm ② 2.0mm
 ③ 2.4mm ④ 2.6mm
36. 측량에 있어 미지값을 관측할 경우에 나타나는 오차와 관련된 다음의 설명 중 틀린 것은?
 ① 경중률은 분산에 반비례한다.
 ② 경중률은 반복 관측일 경우 각 관측값 간의 편차를 의미한다.
 ③ 큰 오차가 생길 확률은 작은 오차가 생길 확률보다 매우 작다.
 ④ 표준편차는 각과 거리와 같은 1차원의 경우에 대한 정밀도의 척도이다.

37. 완화곡선 중 클로소이드에 대한 설명으로 틀린 것은?
 ① 클로소이드는 나선의 일종이다.
 ② 매개변수를 바꾸면 다른 무수한 클로소이드를 만들 수 있다.
 ③ 모든 클로소이드는 닳은꼴이다.
 ④ 클로소이드 요소는 모두 길이의 단위를 갖는다.
38. 레벨로부터 60m 떨어진 표척을 시준한 값이 1.258m이며 이때 기포가 1눈금 편위되어 있었다. 이것을 바로 잡고 다시 시준하여 1.267m를 읽었다면 기포의 감도는?
 ① 약 25" ② 약 27"
 ③ 약 29" ④ 약 31"
39. 수준측량에서 레벨의 조정이 불완전하여 시준선이 기포관 축과 평행하지 않을 때 생기는 오차의 소거방법으로 옳은 것은?
 ① 정위, 반위로 측정하여 평균한다.
 ② 시작점과 종점에서의 표척은 같은 것을 사용한다.
 ③ 전시와 후시의 시준거리를 같게 한다.
 ④ 지반이 견고한 곳에 표척을 세운다.
40. 지구 표면의 거리 100km까지를 평면으로 간주했다면 허용 정밀도는 약 얼마인가? (단, 지구의 반경은 6,370km이다.)
 ① 1/50,000 ② 1/100,000
 ③ 1/500,000 ④ 1/1,000,000

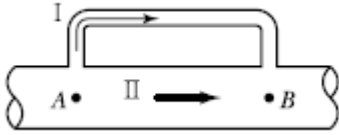
3과목 : 수리학 및 수문학

41. 길이 a, 높이 b인 용기에 물이 h의 높이로 채워져 있다. 이 용기가 수평방향으로 α의 가속도로 운동하기 때문에 그림과 같이 수면이 경사져서 물이 넘치려고 한다면 이때의 가속도 α는?

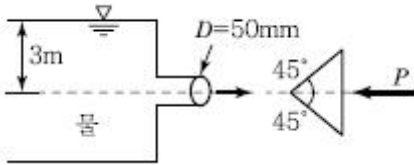


- ① $\frac{2g(b-h)}{a}$ ② $\frac{2a(b-h)}{g}$
 ③ $\frac{g(b-h)}{a}$ ④ $\frac{a(b-h)}{g}$

42. 다음 중 점성계수(μ)의 차원으로 옳은 것은?
 ① $[ML^{-1}T^{-1}]$ ② $[L^2T^{-1}]$
 ③ $[LMT^{-2}]$ ④ $[L^{-3}M]$
43. 그림과 같이 A에서 분기했다가 B에서 다시 합류하는 관수로에 물이 흐를 때 관 I과 II의 손실 수두에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 관의 성질은 같고, 관 I의 직경 < 관 II의 직경이다.)



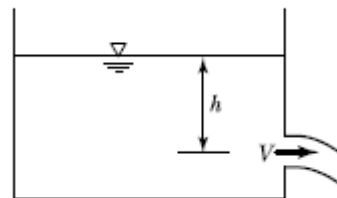
- ① 관 I의 손실수두가 크다.
 - ② 관 II의 손실수두가 크다.
 - ③ 관 I과 관 II의 손실수두는 같다.
 - ④ 관 I과 관 II의 손실수두 합은 0이다.
44. 다음 중 누가우량곡선(Rainfall Mass Curve)의 특성으로 옳은 것은?
- ① 누가우량곡선은 자기우량기록에 의하여 작성하는 것보다 보통우량계의 기록에 의하여 작성하는 것이 더 정확하다.
 - ② 누가우량곡선으로부터 일정기간 내의 강우량을 산출하는 것은 불가능하다.
 - ③ 누가우량곡선의 경사는 지역에 관계없이 일정하다.
 - ④ 누가우량곡선의 경사가 클수록 강우강도가 크다.
45. 그림과 같은 유출구에서 약간 떨어져 설치한 원추형 콘을 유지시키는 데 필요한 힘 P는? (단, 콘의 무게는 무시한다.)



- ① 6.92kg
 - ② 5.21kg
 - ③ 4.34kg
 - ④ 3.46kg
46. 기준면에서 위로 5m 떨어진 곳에서 5m/sec로 물이 흐르고 있을 때 압력을 측정하였더니 0.5kg/cm²이었다. 이때 전수두(Total Head)는?
- ① 6.28m
 - ② 8.00m
 - ③ 10.00m
 - ④ 11.28m
47. 어떤 유역 내의 총강수량을 P, 지표수 유입량을 I, 지표수 유출량을 O, 지하수 유출입량을 U, 유역 내 저류량의 변화량을 S라 할 때 물수지 원리에 의한 증발량 E를 구하는 방정식으로 옳은 것은?
- ① E=P-I±U+O±S
 - ② E=P+I-U-O+S
 - ③ E=P+I±U-O±S
 - ④ E=P+I+U+O-S
48. 지름 20cm, 길이 100m의 주철관으로서 매초 0.1m³의 물을 40m의 높이까지 양수하려고 한다. 펌프의 효율이 100%라 할 때, 필요한 펌프의 동력은? (단, 마찰손실계수는 0.03, 유출 및 유입손실계수는 각각 1.0과 0.5이다.)
- ① 40HP
 - ② 65HP
 - ③ 75HP
 - ④ 85HP
49. 유량 45m³/sec이 흐르는 직사각형 수로에서 수면경사가 0.001인 조건에서 가장 유리한 단면이 되기 위한 수로폭의 크기는? (단, Manning의 조도계수 n =0.035이다.)
- ① 8.66m
 - ② 8.28m
 - ③ 7.94m
 - ④ 7.48m
50. 액체가 흐르고 있을 경우 어느 한 단면에 있어서 유속이 빠

른 부분은 느린 부분의 물 입자를 앞으로 끌어당기려 하고 유속이 느린 부분은 빠른 부분의 물 입자를 뒤로 잡아당기는 듯한 작용을 한다. 이러한 유체의 성질을 무엇이라 하는가?

- ① 점성
 - ② 탄성
 - ③ 압축성
 - ④ 유동성
51. 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%
52. 지속기간이 2hr인 어느 단위도의 기저시간이 10hr 이다. 강우강도가 각각 2.0, 3.0 및 5.0 [cm/hr]이고 강우지속기간은 똑같이 모두 2hr인 3개의 유효강우가 연속해서 내릴 경우 이로 인한 직접유출수문곡선의 기저시간은 얼마인가?
- ① 2hr
 - ② 10hr
 - ③ 14hr
 - ④ 16hr
53. 다음의 강수에 관한 설명 중 틀린 것은?
- ① 강수는 구름이 응축되어 지상으로 강하하는 모든 형태의 수분을 총칭한다.
 - ② 일우량(24hr 우량)이 0.1mm 이하일 경우에는 무강우로 취급한다.
 - ③ 누가우량곡선은 자기우량계에 의해 측정된 누가강우의 시간적 변화를 기록한 곡선이다.
 - ④ 이중 누가우량 분석법은 강수량 자료의 결측치를 보완하는 방법이다.
54. 마찰손실계수(f)와 Reynolds 수(Re) 및 상대조도(ε/d)의 관계를 나타낸 Moody 도표에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?
- ① 층류와 난류의 물리적 상이점은 f-Re관계가 한계 Reynolds 수 부근에서 갑자기 변한다.
 - ② 층류영역에서는 단일 직선이 관의 조도에 관계 없이 적용된다.
 - ③ 난류영역에서는 f-Re곡선은 상대조도(ε/d)에 따라 변하며 Reynolds 수보다는 관의 조도가 더 중요한 변수가 된다.
 - ④ 완전 난류의 완전히 거친 영역에서 f는 Reⁿ과 반비례하는 관계를 보인다.
55. 그림과 같은 수조에서 깊이 h인 점에 작은 구멍을 뚫어서 물을 유출시킬 때 에너지 손실을 무시한다면 유출속도는?



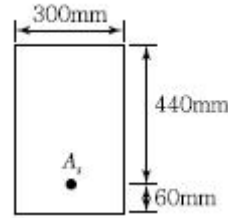
- ① √2gh
 - ② √gh
 - ③ 2gh
 - ④ gh
56. 다음 중 침투능을 추정하는 방법은?
- ① N-day법
 - ② φ-index법
 - ③ DAD 해석법
 - ④ Theis법

57. Darcy 공식에서 투수계수 k 의 차원은?
 ① 무차원양이다.
 ② 길이의 차원을 갖고 있다.
 ③ 속도의 차원을 갖고 있다.
 ④ 면적의 차원을 갖고 있다.
58. 개수로의 지배단면(Control Section)에 대한 설명으로 옳은 것은?
 ① 개수로 내에서 유속이 가장 크게 되는 단면이다.
 ② 개수로 내에서 압력이 가장 크게 작용하는 단면이다.
 ③ 개수로 내에서 수로경사가 항상 같은 단면을 말한다.
 ④ 한계수심이 생기는 단면으로서 상류에서 사류로 변하는 단면을 말한다.
59. 직사각형 개수로에서 단위폭당의 유량이 $5\text{m}^3/\text{sec}$, 수심이 5m 일 때, Froude 수 및 흐름의 종류?
 ① $Fr = 0.143$, 사류 ② $Fr = 1.430$, 사류
 ③ $Fr = 0.143$, 상류 ④ $Fr = 1.430$, 상류

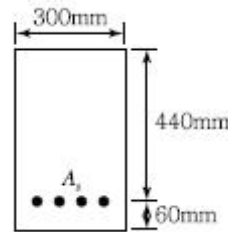
4과목 : 철근콘크리트 및 강구조

61. 철근콘크리트 부재의 피복두께에 관한 설명으로 틀린 것은?
 ① 최소 피복두께를 제한하는 이유는 철근의 부식방지, 부작용의 증대, 내화성을 갖도록 하기 위해서이다.
 ② 현장치기 콘크리트로서, 흠에 접하거나 옥외의 공기에 직접 노출되는 콘크리트의 최소 피복두께는 D25 이하의 철근의 경우 40mm이다.
 ③ 현장치기 콘크리트로서, 흠에 접하여 콘크리트를 친 후 영구히 흠에 묻혀 있는 콘크리트의 최소 피복두께는 80mm이다.
 ④ 콘크리트 표면과 그와 가장 가까이 배치된 철근표면 사이의 콘크리트 두께를 피복두께라 한다.
62. 단면의 폭 400mm, 보의 유효깊이 600mm, 콘크리트의 설계기준압축강도 25MPa로 설계된 전단철근이 있는 보가 있다. 이 보에 계수전단력 $V_u = 300\text{kN}$ 이 작용할 경우, 전단철근이 부담하여야 할 전단력 V_s 는?
 ① 75kN ② 100kN
 ③ 150kN ④ 200kN
63. 프리스트레스의 손실을 초래하는 요인 중 포스트텐션 방식에서만 두드러지게 나타나는 것은?
 ① 마찰 ② 콘크리트의 탄성수축
 ③ 콘크리트의 크리프 ④ 정착장치의 활동
64. $M_u = 200\text{kN} \cdot \text{m}$ 의 계수모멘트가 작용하는 단철근 직사각형 보에서 필요한 최소의 철근량(A_s)은 약 얼마인가? (단, $b_w = 300\text{mm}$, $d = 500\text{mm}$, $f_{ck} = 28\text{MPa}$, $f_y = 400\text{MPa}$, $\phi = 0.85$ 이다.)
 ① $1,072.7\text{mm}^2$ ② $1,266.3\text{mm}^2$
 ③ $1,524.6\text{mm}^2$ ④ $1,785.4\text{mm}^2$

65. 철근콘크리트 부재의 전단철근으로 부적당한 것은?
 ① 주인장철근에 35°의 각도로 설치되는 스테럽
 ② 스테럽과 굽힘철근의 조합
 ③ 주인장철근에 30°의 각도로 구부린 굽힘철근
 ④ 나선철근
66. 아래 그림과 같은 직사각형 단면의 균열 모멘트(M_{cr})는? (단, $f_{ck} = 21\text{MPa}$, $A_s = 4,800\text{mm}^2$)



- ① $36.13\text{kN} \cdot \text{m}$ ② $31.25\text{kN} \cdot \text{m}$
 ③ $27.98\text{kN} \cdot \text{m}$ ④ $23.65\text{kN} \cdot \text{m}$
67. 다음 중 용접부의 결함이 아닌 것은?
 ① 오버랩(Overlap) ② 언더컷(Undercut)
 ③ 스테드(Stud) ④ 균열(Crack)
68. 그림에 나타난 직사각형 단철근 보의 설계휨강도를 구하기 위한 강도감소계수(ϕ)는 약 얼마인가? (단, 나선철근으로 보강되지 않은 경우이며, $A_s = 2,035\text{mm}^2$, $f_{ck} = 21\text{MPa}$, $f_y = 400\text{MPa}$ 이고, 계산에서 발생하는 소수점 이하 자리는 6째 자리에서 반올림하여 5째 자리까지 구하시오.)



- ① 0.837 ② 0.809
 ③ 0.785 ④ 0.726
69. 아래 그림과 같은 단철근 T형 보의 공칭휨모멘트강도(M_n)는 얼마인가? (단, $f_{ck} = 24\text{MPa}$, $f_y = 400\text{MPa}$ 이고, $A_s = 4,500\text{mm}^2$)
-
- ① $1,123.13\text{kN} \cdot \text{m}$ ② $1,289.15\text{kN} \cdot \text{m}$
 ③ $1,449.18\text{kN} \cdot \text{m}$ ④ $1,590.32\text{kN} \cdot \text{m}$
70. 2방향 슬래브의 설계에서 직접설계법을 적용할수 있는 제한 조건으로 틀린 것은?
 ① 슬래브판들은 단변 공간에 대한 장변 공간의 비가 2 이하인 직사각형이어야 한다.
 ② 각 방향으로 3경간 이상이 연속되어야 한다.

- ③ 각 방향으로 연속한 받침부 중심간 경간 길이의 차이는 긴 경간의 1/3 이하이어야 한다.
- ④ 모든 하중은 연직하중으로 슬래브판 전체에 등 분포이고, 활하중은 고정하중의 3배 이상이어야 한다.

71. $b_w = 400\text{mm}$, $d = 600\text{mm}$, $A_s = 4,800\text{mm}^2$, $A_{sv} = 2,400\text{mm}^2$ 인 복철근 직사각형 단면의 보에서 하중이 작용할 경우 탄성처짐량이 2.5mm였다. 6개월 후 총 처짐량은? (단, 시간경과계수(ξ)는 1.2)

- ① 4.0mm ② 4.5mm
- ③ 5.0mm ④ 6.0mm

72. 단철근 직사각형 보에서 부재축에 직각인 전단 보강 철근이 부담해야 할 전단력 V_s 가 350kN이라할 때 전단 보강 철근의 간격 s 는 얼마 이하이어야 하는가? (단, $A_v = 253\text{mm}^2$, $f_y = 400\text{MPa}$, $f_{ck} = 28\text{MPa}$, $b_w = 300\text{mm}$, $d = 580\text{mm}$)

- ① 145mm ② 168mm
- ③ 186mm ④ 335mm

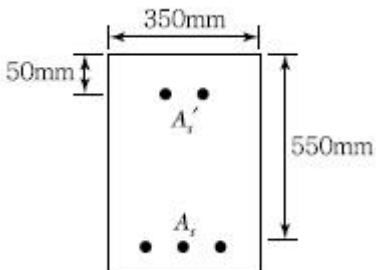
73. 종방향 표피철근에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 보나 장선의 깊이 h 가 900mm를 초과하면, 종방향 표피철근을 인장연단으로부터 $h/2$ 지점까지 부재 양쪽 측면을 따라 균일하게 배치하여야 한다.
- ② 보나 장선의 깊이 h 가 1,000mm를 초과하면, 종방향 표피철근을 인장연단으로부터 $h/3$ 지점까지 부재 양쪽 측면을 따라 균일하게 배치하여야 한다.
- ③ 보나 장선의 유효깊이 d 가 900mm를 초과하면, 종방향 표피철근을 인장연단으로부터 $d/2$ 지점까지 부재 양쪽 측면을 따라 균일하게 배치하여야 한다.
- ④ 보나 장선의 유효깊이 d 가 1,000mm를 초과하면, 종방향 표피철근을 인장연단으로부터 $d/3$ 지점까지 부재 양쪽 측면을 따라 균일하게 배치하여야 한다.

74. 옹벽의 구조해석에 대한 사항 중 틀린 것은?

- ① 부벽식 옹벽의 저판은 정밀한 해석이 사용되지 않는 한, 부벽의 높이를 경간으로 가정한 고정보 또는 연속보로 설계할 수 있다.
- ② 캔틸레버식 옹벽의 전면벽은 저판에 지지된 캔틸레버로 설계할 수 있다.
- ③ 부벽식 옹벽의 전면벽은 3번 지지된 2방향 슬래브로 설계할 수 있다.
- ④ 뒷부벽은 T형 보로 설계하여야 하며, 앞부벽은 직사각형 보로 설계하여야 한다.

75. 그림과 같은 복철근 직사각형 보에서 공칭모멘트강도(M_n)는? (단, $f_{ck} = 24\text{MPa}$, $f_y = 350\text{MPa}$, $A_s = 5,730\text{mm}^2$, $A_{sv} = 1,980\text{mm}^2$)

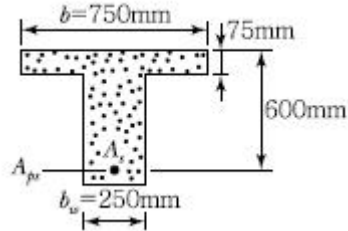


- ① 947.7kN · m ② 886.5kN · m
- ③ 805.6kN · m ④ 725.3kN · m

76. PS콘크리트의 강도개념(Strength Concept)을 설명한 것으로 가장 적당한 것은?

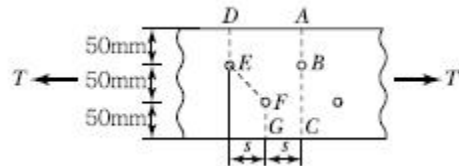
- ① 콘크리트에 프리스트레스가 가해지면 PSC부재는 탄성재료로 전환되고 이의 해석은 탄성이론으로 가능하다는 개념
- ② PSC 보를 RC 보처럼 생각하여, 콘크리트는 압축력을 받고 긴장재는 인장력을 받게 하여 두 힘의 우력 모멘트로 외력에 의한 휨모멘트에 저항시킨다는 개념
- ③ PS콘크리트는 결국 부재에 작용하는 하중의 일부 또는 전부를 미리 가해진 프리스트레스와 평형이 되도록 하는 개념
- ④ PS콘크리트는 강도가 크기 때문에 보의 단면을 강재의 단면으로 가정하여 압축 및 인장을 단면 전체가 부담할 수 있다는 개념

77. 주어진 T형 단면에서 부착된 프리스트레스트 보강재의 인장응력 f_{ps} 는 얼마인가? (단, 긴장재의 단면적은 $A_{ps} = 1,290\text{mm}^2$ 이고, 프리스트레스트긴장재의 종류에 따른 계수(r_p) = 0.4, $f_{pu} = 1,900\text{MPa}$, $f_{ck} = 35\text{MPa}$ 이다.)



- ① $f_{ps} = 1,900\text{MPa}$ ② $f_{ps} = 1,861\text{MPa}$
- ③ $f_{ps} = 1,752\text{MPa}$ ④ $f_{ps} = 1,651\text{MPa}$

78. 순단면이 볼트의 구멍 하나를 제외한 단면(즉, A-B-C 단면)과 같도록 피치(s)의 값을 결정하면? (단, 볼트의 직경은 19mm이다.)



- ① $s = 114.9\text{mm}$ ② $s = 90.6\text{mm}$
- ③ $s = 66.3\text{mm}$ ④ $s = 50\text{mm}$

79. 나선철근으로 둘러싸인 압축부재의 축방향 주철근의 최소 개수는?

- ① 3개 ② 4개
- ③ 5개 ④ 6개

80. D29 철근이 배근된 횡부재에서 $f_{ck} = 21\text{MPa}$, $f_y = 300\text{MPa}$ 을 사용한다면, 인장철근의 기본 정착 길이는? (단, D29 철근의 공칭치름 28.6mm, 공칭 단면적 642mm²임)

- ① 745.5mm ② 819.2mm
- ③ 1,012.5mm ④ 1,123.4mm

5과목 : 토질 및 기초

81. 연약점토지반에 압밀촉진공법을 적용한 후, 전체 평균 압밀도가 90%로 계산되었다. 압밀촉진 공법을 적용하기 전, 수직방향의 평균압밀도가 20%였다고 하면 수평방향의 평균압밀도는?

- ① 70%
- ② 77.5%
- ③ 82.5%
- ④ 87.5%

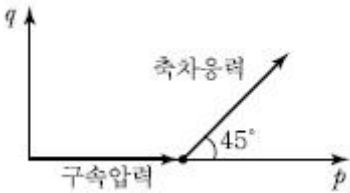
82. 암반층 위에 5m 두께의 토층이 경사 15°의 자연사면으로 되어 있다. 이 토층은 $c = 1.5t/m^2$, $\phi = 30^\circ$, $\gamma_{sat} = 1.8t/m^3$ 이고, 지하수면은 토층의 지표면과 일치하고 침투는 경사면과 대략 평행이다. 이때의 안전율은?

- ① 0.8
- ② 1.1
- ③ 1.6
- ④ 2.0

83. 두께 10m의 점토층에서 시료를 채취하여 압밀시험한 결과 압축지수가 0.37, 간극비는 1.24이었다. 이 점토층 위에 구조물을 축조하는 경우, 축조 이전의 유효압력은 $10t/m^2$ 이고 구조물에 의한 증가응력은 $5t/m^2$ 이다. 이 점토층이 구조물 축조로 인하여 생기는 압밀침하량은 얼마인가?

- ① 8.7cm
- ② 29.1cm
- ③ 38.2cm
- ④ 52.7cm

84. 다음은 전단시험을 한 응력경로이다. 어느 경우 인가?



- ① 초기단계의 최대주응력과 최소주응력이 같은 상태에서 시행한 삼축압축시험의 전응력 경로이다.
- ② 초기단계의 최대주응력과 최소주응력이 같은 상태에서 시행한 일축압축시험의 전응력 경로이다.
- ③ 초기단계의 최대주응력과 최소주응력이 같은 상태에서 $K_0 = 0.5$ 인 조건에서 시행한 삼축압축시험의 전응력 경로이다.
- ④ 초기단계의 최대주응력과 최소주응력이 같은 상태에서 $K_0 = 0.7$ 인 조건에서 시행한 일축압축시험의 전응력 경로이다.

85. 흙의 모세관 현상에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 모관상승고가 가장 높게 발생하는 흙은 실트이다.
- ② 모관상승고는 흙입자의 직경과 관계없다.
- ③ 모관상승 영역에서는 음의 간극수압이 발생되어 유효응력이 증가한다.
- ④ 모관현상으로 지표면까지 포화되면 지표면 바로 아래에서의 간극수압은 "0"이다.

86. 수직방향의 투수계수가 $4.5 \times 10^{-8}m/sec$ 이고, 수평방향의 투수계수가 $1.6 \times 10^{-8}m/sec$ 인 규질하고 비등방(非等方)인 흙댐의 유선망을 그린 결과 유로(流路)수가 4개이고 등수두선의 간격수가 18개이었다. 단위길이(m)당 침투수량은? (단, 댐의 상하류의 수면의 차는 18m이다.)

- ① $1.1 \times 10^{-7}m^3/sec$
- ② $2.3 \times 10^{-7}m^3/sec$
- ③ $2.3 \times 10^{-8}m^3/sec$
- ④ $1.5 \times 10^{-8}m^3/sec$

87. 실내시험에 의한 점토의 강도 증가율(C_u/P) 산정방법이 아닌 것은?

- ① 소성지수에 의한 방법
- ② 비배수 전단강도에 의한 방법
- ③ 압밀비배수 삼축압축시험에 의한 방법

④ 직접전단시험에 의한 방법

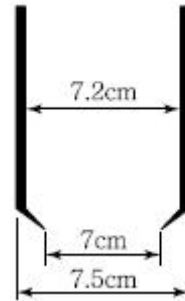
88. 다짐되지 않은 두께 2m, 상대밀도 45%의 느슨한 사질토 지반이 있다. 실내시험결과 최대 및 최소 간극비가 0.85, 0.40으로 각각 산출되었다. 이 사질토를 상대 밀도 70%까지 다짐할 때 두께의 감소는 약 얼마나 되겠는가?

- ① 13.3cm
- ② 17.2cm
- ③ 21.0cm
- ④ 25.5cm

89. Terzaghi의 압밀 이론에서 2차 압밀이란 어느 것인가?

- ① 과대하중에 의해 생기는 압밀
- ② 과잉간극수압이 "0"이 되기 전의 압밀
- ③ 횡방향의 변형으로 인한 압밀
- ④ 과잉간극수압이 "0"이 된 후에도 계속되는 압밀

90. 다음 그림과 같은 Sampler에서 면적비는 얼마 인가?



- ① 5.97%
- ② 14.62%
- ③ 5.80%
- ④ 14.80%

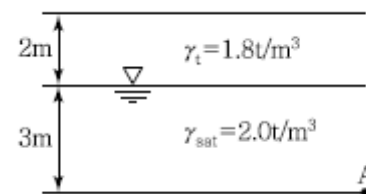
91. 점토의 다짐에서 최적함수비보다 함수비가 적은 건조축 및 함수비가 많은 습윤축에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 다짐의 목적에 따라 습윤 및 건조축으로 구분하여 다짐 계획을 세우는 것이 효과적이다.
- ② 흙의 강도 증가가 목적인 경우, 건조축에서 다지는 것이 유리하다.
- ③ 습윤축에서 다지는 경우, 투수계수 증가 효과가 크다.
- ④ 다짐의 목적이 차수를 목적으로 하는 경우, 습윤축에서 다지는 것이 유리하다.

92. 쓰레기매립장에서 누출되어 나온 침출수가 지하수를 통하여 100미터 떨어진 하천으로 이동한다. 매립장 내부와 하천의 수위차가 1m이고 포화된중간지반은 평균 투수계수 $1 \times 10^{-3}cm/sec$ 의 자유면 대수층으로 구성되어 있다고 할 때 매립장으로부터 침출수가 하천에 처음 도착하는 데 걸리는 시간은 약 몇 년인가?(이때, 대수층의 간극비(e)는 0.25이었다.)

- ① 3.45년
- ② 6.34년
- ③ 10.56년
- ④ 17.23년

93. 그림과 같은 점성토 지반의 토질시험결과 내부마찰각 $\phi = 30^\circ$, 점착력 $c = 1.5t/m^2$ 일 때 A점의 전단강도는?



- ① $4.31t/m^2$
- ② $4.81t/m^2$

- ③ 5.31t/m² ④ 5.81t/m²

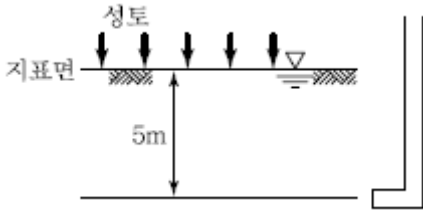
94. 지름이 5cm이고 높이가 12cm인 점토시료를 일 축압축시험한 결과, 수직변위가 0.9cm 일어났을 때 최대하중 10.61kg을 받았다. 이 점토의 표준관입시험 N값은 대략 얼마나 되겠는가?

- ① 2 ② 4
- ③ 6 ④ 8

95. 어떤 흙의 습윤단위중량이 2.0t/m³, 함수비20%, 비중 G_s = 2.7인 경우 포화도는 얼마인가?

- ① 86.1% ② 87.1%
- ③ 95.6% ④ 100%

96. 그림과 같이 피에조미터를 설치하고 성토 직후에 수주가 지표면에서 3m이었다. 6개월 후의 수주가 2.4m이면 지하 5m 되는 곳의 압밀도와 과잉간극수압의 소산량은 얼마인가?

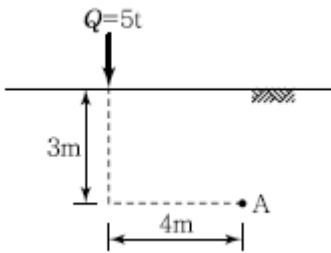


- ① 압밀도 : 20%, 과잉간극수압 소산량 : 0.6t/m²
- ② 압밀도 : 20%, 과잉간극수압 소산량 : 2.4t/m²
- ③ 압밀도 : 80%, 과잉간극수압 소산량 : 2.4t/m²
- ④ 압밀도 : 80%, 과잉간극수압 소산량 : 0.6t/m²

97. 점착력이 1.0t/m², 내부마찰각 30°, 흙의 단위 중량이 1.9t/m³인 현장의 지반에서 흙막이벽체 없이 연직으로 굴착 가능한 깊이는?

- ① 1.82m ② 2.11m
- ③ 2.84m ④ 3.65m

98. 아래 그림과 같이 지표면에 집중하중이 작용할때 A점에서 발생하는 연직응력의 증가량은?



- ① 20.6kg/m² ② 24.4kg/m²
- ③ 27.2kg/m² ④ 30.3kg/m²

99. 두 개의 규소판 사이에 한 개의 알루미늄판이 결합된 3층구조가 무수히 많이 연결되어 형성된 점토광물로서 각 3층 구조 사이에는 칼륨이온 (K⁺)으로 결합되어 있는 것은?

- ① 고령토(Kaolinite)
- ② 일라이트(illite)
- ③ 몬모릴로나이트(Montmorillonite)
- ④ 할로사이트(Halloysite)

100. 다음은 말뚝을 시공할 때 사용되는 해머에 대한 설명이다.

어떤 해머에 대한 것인가?

램, 맨빌블록, 연료주입 시스템으로 구성된다. 연약지반에서는 램이 들어올려지는 양이 작아 공기-연료 혼합물의 점화가 불가능하며 사용이 어렵다.

- ① 증기해머 ② 진동해머
- ③ 디젤해머 ④ 유압해머

6과목 : 상하수도공학

101. 200,000m³/day의 상수를 살균하기 위하여 100kg/day의 염소가 사용되고 있는데 15분 접촉 후 잔류염소는 0.2mg/L이었다. 이때 염소주입량 농도와 염소요구량 농도는 얼마인가?

- ① 0.5mg/L, 0.3mg/L ② 0.2mg/L, 0.4mg/L
- ③ 0.3mg/L, 0.5mg/L ④ 0.4mg/L, 0.2mg/L

102. 재질은 철근콘크리트관과 유사하며 원심력에 의해 굳혀 강도가 뛰어나므로 하수관거용으로 가장 많이 사용되는 하수관은?

- ① 도관 ② 흙(Hume)관
- ③ PC관 ④ VR관

103. 활성슬러지법을 이용한 하수처리 시스템에 5,000m³/day의 하수가 유입되고 있다. 폭기조의 MLSS를 2,000ppm, 반송슬러지의 농도를 10,000ppm으로 할 때 반송 슬러지의 유량은 얼마인가?(단, 유입수의 고형물 농도는 무시한다.)

- ① 1,000m³/day ② 1,250m³/day
- ③ 1,500m³/day ④ 1,750m³/day

104. 상수도시설 중 완속여과지에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 완속여과지의 여과속도는 보통 120m/day로 한다.
- ② 여과사의 균등계수는 2.0 이하, 유효경은 0.3~0.45mm가 일반적이다.
- ③ 완속여과지의 모래층의 두께는 70~90cm로 한다.
- ④ 완속여과지의 형상은 직사각형을 표준으로 한다.

105. 90% 효율을 가진 전동기에 의해 가동되는 효율80%의 펌프를 가지고 250L/sec의 물을 20m의 총수두로 퍼 올릴 때 요구되는 전동기의 출력은? (단, 여유율은 없는 것으로 가정한다.)

- ① 61.27kW ② 68.08kW
- ③ 82.23kW ④ 91.37kW

106. 상수도 관망계산방법 중 Hardy Cross법의 가정 사항이 아닌 것은?

- ① 합류점에서 유입하는 유량은 그 점에서 일단 정지 후 유출된다.
- ② 각 폐합관에 대한 손실수두의 합은 0이다.
- ③ 마찰 이외의 손실은 무시한다.
- ④ 분기점에서 유입하는 유량은 그 점에서 정지하지 않고 전부 유출한다.

107. 합류식에서 하수 차집관거의 계획하수량 기준으로 옳은 것은?

- ① 계획 시간 최대오수량 이상
 - ② 계획 시간 최대오수량의 3배 이상
 - ③ 계획 시간 최대오수량과 계획 시간 최대오수량의 합 이상
 - ④ 계획오수량과 계획 시간 최대오수량의 합의 2배 이상
108. 1인 1일 평균급수량의 일반적인 증가·감소에 대한 설명으로 틀린 것은?
- ① 인구가 많은 도시일수록 증가한다.
 - ② 문명도가 낮은 도시일수록 감소한다.
 - ③ 기온이 낮은 지방일수록 증가한다.
 - ④ 누수량이 증가하면 비례하여 증가한다.
109. 정수장에서부터 배수지까지 정수를 수송하는 시설은?
- ① 도수시설 ② 송수시설
 - ③ 정수시설 ④ 배수시설
110. 원형 하수관에서 유량이 최대가 되는 때는?
- ① 가득 차서 흐를 때
 - ② 수심이 92~94% 차서 흐를 때
 - ③ 수심이 80~85% 차서 흐를 때
 - ④ 수심이 72~78% 차서 흐를 때
111. 우수조정지의 설치장소로 적당하지 않은 곳은?
- ① 토사의 이동이 부족한 장소
 - ② 하류지역 펌프장 능력이 부족한 장소
 - ③ 하수관거의 유하능력이 부족한 장소
 - ④ 방류수로의 통수능력이 부족한 장소
112. 배수시설에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?
- ① 배수지의 유효용량은 계획 1일 최대급수량의 3시간분 이상을 표준으로 한다.
 - ② 배수지의 유효수심은 3~6m 정도를 표준으로한다.
 - ③ 배수시설에는 배수지, 배수탑, 고가탱크 등이 있다.
 - ④ 배수지는 가능한 한 급수지역의 중앙 가까이에 설치한다.
113. 다음 중 하수처리시설의 용량을 결정하는 데 기초가 되는 것은?
- ① 계획 1일 평균 오수량 ② 계획 1일 최대오수량
 - ③ 계획 1시간 평균오수량 ④ 계획 1시간 최대오수량
114. 분류식 배제방식의 특징에 관한 설명으로 옳은 것은?
- ① 일정량 이상이 되면 우천시 오수가 월류할 수 있다.
 - ② 우천시 수세효과를 기대할 수 있다.
 - ③ 관거오점에 대한 철저한 감시가 필요하다.
 - ④ 단일관거로 오수와 우수를 배제하는 방법이다.
115. A시의 장래 2020년의 인구추정 결과 85,000명 으로 추산되었다. 계획년도의 1인 1일당 평균급수량을 380L, 급수보급률을 98%로 가정할 때 계획년도의 계획 1일 평균 급수량은 얼마인가?
- ① 30,654m³/day ② 31,300m³/day
 - ③ 31,654m³/day ④ 32,300m³/day

116. 산화구(Oxidation Ditch)법은 생물학적 처리법 중 어디에 속하는가?
- ① 산화지법 ② 살수여상법
 - ③ 회전원판법 ④ 활성슬러지법
117. 활성슬러지법에서 BOD 용적부하를 옳게 표현 한 것은?
- ① 하수량×하수의 BOD/폭기조 부피
 - ② 하수량×하수의 BOD/폭기조 부피×부유물 농도
 - ③ 폭기조 부피/하수량×하수의 BOD
 - ④ 폭기조 부피×부유물 농도/하수량×하수의 BOD
118. 일반적인 정수과정으로서 옳은 것은?
- ① 스크린 - 응집침전 - 여과 - 살균
 - ② 여과 - 응집침전 - 스크린 - 살균
 - ③ 응집침전 - 여과 - 살균 - 스크린
 - ④ 스크린 - 살균 - 여과 - 응집침전
119. 대장균군의 수를 나타내는 MPN(최확수)에 대한 설명으로 옳은 것은?
- ① 검수 1mL 중 이론상 있을 수 있는 대장균군의 수
 - ② 검수 10mL 중 이론상 있을 수 있는 대장균군의 수
 - ③ 검수 50mL 중 이론상 있을 수 있는 대장균군의 수
 - ④ 검수 100mL 중 이론상 있을 수 있는 대장균군의 수
120. 수중의 질소화합물의 질산화 진행과정으로 옳은 것은?
- ① NH₃-N → NO₂-N → NO₃-N
 - ② NH₃-N → NO₃-N → NO₂-N
 - ③ NO₂-N → NO₃-N → NH₃-N
 - ④ NO₃-N → NO₂-N → NH₃-N

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