

# 2016년 1회 토목기사 필기 출제기준 기반 모의고사

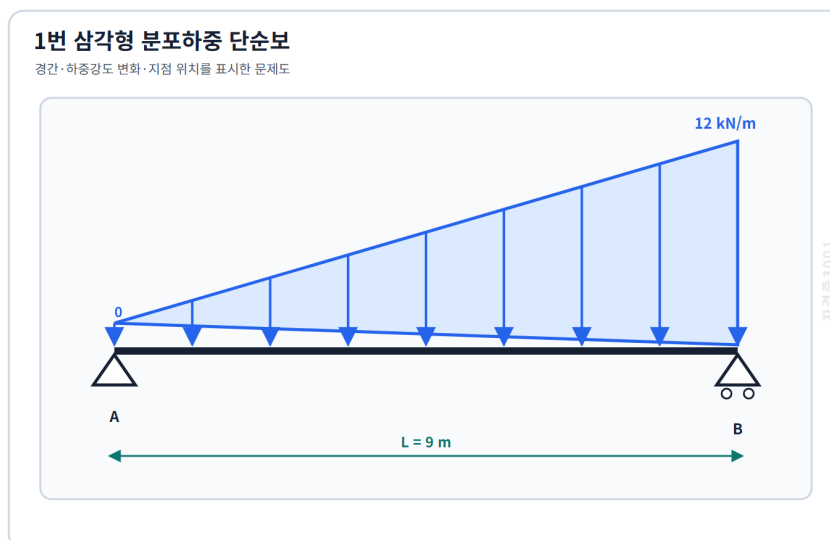
자료 성격: 자체제작 · PBT 시행일 2016-03-06 · 문항 수: 120 · 근거 기준일: 2026-08-25

|    |  |    |       |
|----|--|----|-------|
| 성명 |  | 점수 | / 100 |
|----|--|----|-------|

실제 PBT 원문이 아니라 2016~2018 적용 출제기준에 맞춰 자격증3001이 독립 작성한 문제 전용 학습지입니다.  
정답과 해설은 license.3001.co.kr의 같은 제목 게시물에서 확인하세요.

## 응용역학

1. 경간 9 m의 단순보 AB에 A에서 0, B에서 12 kN/m가 되도록 선형 증가하는 삼각형 분포하중이 전 경간에 작용한다. A의 수직반력은?



- (1) 18 kN
- (2) 27 kN
- (3) 36 kN
- (4) 54 kN

2. 무게 600 N인 표지판을 한 점에서 두 케이블로 지지한다. 왼쪽 케이블은 수평과  $30^\circ$ , 오른쪽 케이블은 수평과  $60^\circ$ 를 이루며 두 케이블은 위쪽으로 뻗는다. 오른쪽 케이블의 장력은?

- (1) 300 N
- (2) 약 520 N
- (3) 600 N
- (4) 약 693 N

3. 평면 트러스의 한 절점에 세 부재가 연결되어 있고 그중 두 부재는 서로 일직선상에 있다. 그 절점에는 외력이나 지점반력이 작용하지 않는다. 나머지 일직선이 아닌 부재의 부재력은?

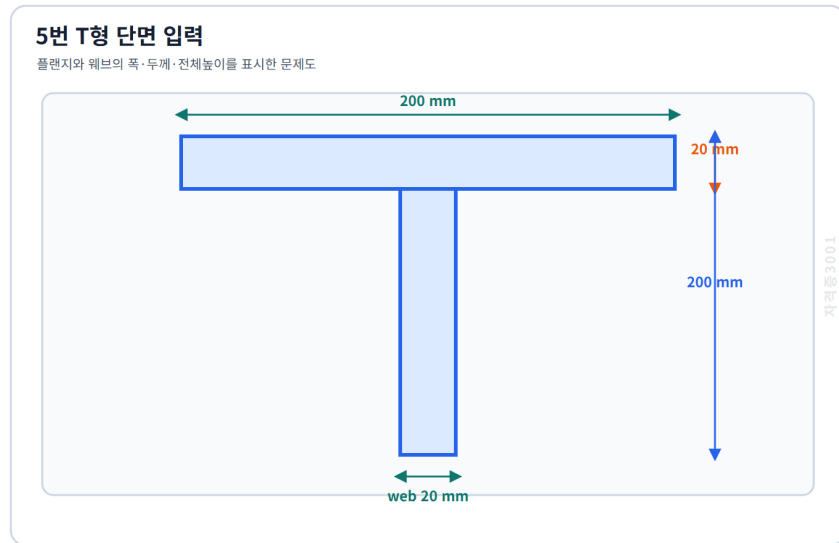


- (1) 두 일직선 부재력의 합
- (2) 두 일직선 부재력의 차
- (3) 0
- (4) 형상만으로 결정할 수 없음

4. A와 B가 6 m 간격으로 놓인 단순보에서 B 오른쪽으로 2 m의 내민 부분이 있다. A에서 3 m 지점에 30 kN, 내민 끝에 24 kN의 집중하중이 아래로 작용할 때 B의 수직반력은?

- (1) 7 kN
- (2) 32 kN
- (3) 40 kN
- (4) 47 kN

5. 전체 높이 200 mm인 T형 단면이 있다. 위쪽 플랜지는 폭 200 mm, 두께 20 mm이고, 그 아래 중앙 웨브는 폭 20 mm, 높이 180 mm이다. 단면 도심의 바닥면으로부터 거리는?



- (1) 약 142.6 mm
- (2) 약 120.0 mm
- (3) 약 100.0 mm
- (4) 약 157.4 mm

6. 밑변 300 mm, 높이 400 mm인 삼각형 단면의 밑변과 일치하는 축에 대한 단면2차모멘트는?

- (1)  $0.80 \times 10^9 \text{ mm}^4$
- (2)  $1.60 \times 10^9 \text{ mm}^4$
- (3)  $2.40 \times 10^9 \text{ mm}^4$
- (4)  $3.20 \times 10^9 \text{ mm}^4$

7. 폭 120 mm, 높이 240 mm인 직사각형 단면에서 도심 수평축보다 300 mm 위에 있는 평행축에 대한 단면2차모멘트는?

- (1)  $1.3824 \times 10^8 \text{ mm}^4$
- (2)  $2.5920 \times 10^9 \text{ mm}^4$
- (3)  $2.73024 \times 10^9 \text{ mm}^4$
- (4)  $3.8688 \times 10^9 \text{ mm}^4$

8. 한 점에서  $\sigma_x=60 \text{ MPa}$ ,  $\sigma_y=0$ ,  $\tau_{xy}=20 \text{ MPa}$ 인 평면응력 상태가 있다. 면의 법선이 x축에서 반시계방향  $30^\circ$ 인 면에 작용하는 법선응력은 약 얼마인가?

- (1) 27.68 MPa
- (2) 45.00 MPa
- (3) 60.00 MPa
- (4) 62.32 MPa

9. 축방향 인장력 120 kN을 받는 강봉이 직렬인 두 구간으로 구성된다. 첫 구간은  $L=1200\text{ mm}$ ,  $A=600\text{ mm}^2$ , 둘째 구간은  $L=800\text{ mm}$ ,  $A=400\text{ mm}^2$ 이고 두 구간의  $E=200\text{ GPa}$ 일 때 전체 신장량은?

- (1) 2.4 mm
- (2) 1.2 mm
- (3) 3.6 mm
- (4) 4.8 mm

10. 양 끝이 완전히 고정된 균일 금속봉의 온도가  $40^\circ\text{C}$  상승한다. 탄성계수  $E=210\text{ GPa}$ , 선팽창계수  $\alpha=11\times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 이고 좌굴은 없다고 할 때 발생하는 축응력은?

- (1) 46.2 MPa 인장
- (2) 92.4 MPa 압축
- (3) 92.4 MPa 인장
- (4) 184.8 MPa 압축

11. 지름 20 mm인 핀 하나가 90 kN의 하중을 두 전단면으로 전달한다. 각 전단면에 하중이 균등 분배될 때 핀의 평균 전단응력은 약 얼마인가?

- (1) 71.6 MPa
- (2) 95.5 MPa
- (3) 143.2 MPa
- (4) 286.5 MPa

12. 폭 150 mm, 높이 300 mm인 직사각형 보 단면에  $45\text{ kN}\cdot\text{m}$ 의 휨모멘트가 작용한다. 탄성 휨이론에 따른 최대 휨응력은?

- (1) 12 MPa
- (2) 16 MPa
- (3) 24 MPa
- (4) 20 MPa

13. 지름 200 mm인 실원형 보 단면에 전단력 150 kN이 작용한다. 단면 중심에서의 최대 전단응력은 약 얼마인가?

- (1) 6.37 MPa
- (2) 4.77 MPa
- (3) 7.96 MPa
- (4) 9.55 MPa

14. 바깥지름 80 mm, 안지름 50 mm인 중공 원형축에 3.5 kN·m의 비틀림모멘트가 작용한다. 바깥표면의 최대 전단응력은 약 얼마인가?

- (1) 20.5 MPa
- (2) 41.1 MPa
- (3) 65.7 MPa
- (4) 82.2 MPa

15. 길이 2.0 m인 양단 힌지 기둥의 탄성계수는 200 GPa, 좌굴축에 대한 단면2차모멘트는  $8.0 \times 10^6 \text{ mm}^4$ 이다. 오일러 임계하중은 약 얼마인가?

- (1) 0.987 MN
- (2) 1.974 MN
- (3) 3.948 MN
- (4) 7.896 MN

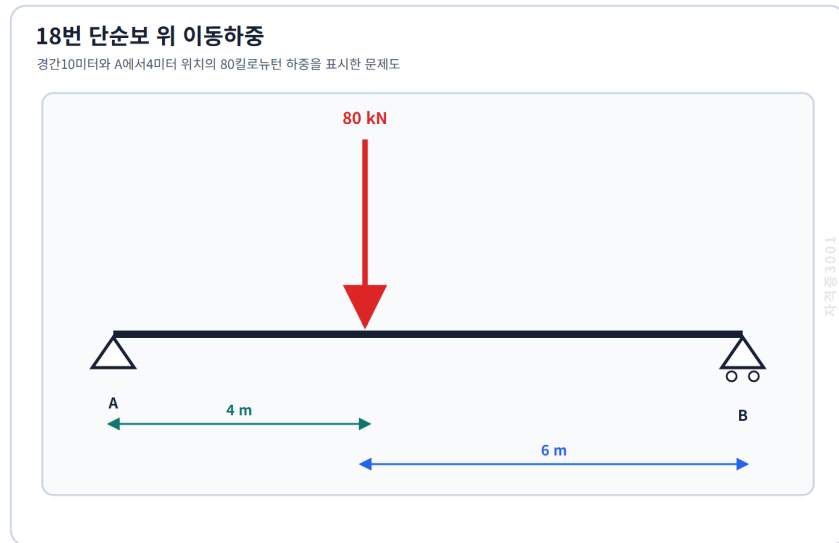
16. 길이 2.0 m, 단면적  $750 \text{ mm}^2$ , 탄성계수 200 GPa인 균일봉에 150 kN의 축방향 인장력이 서서히 작용한다. 선형탄성 범위에서 봉에 저장되는 변형에너지는?

- (1) 37.5 J
- (2) 75 J
- (3) 112.5 J
- (4) 150 J

17. 길이 3.0 m인 외팔보 자유단에 20 kN의 집중하중이 아래로 작용한다.  $E=200 \text{ GPa}$ ,  $I=90 \times 10^6 \text{ mm}^4$ 일 때 자유단 처짐의 크기는?

- (1) 10 mm
- (2) 5 mm
- (3) 15 mm
- (4) 30 mm

18. 경간 10 m인 단순보 위에서 80 kN의 단일 이동하중이 A로부터 4 m 지점에 있다. 이때 B지점 수직반력은?

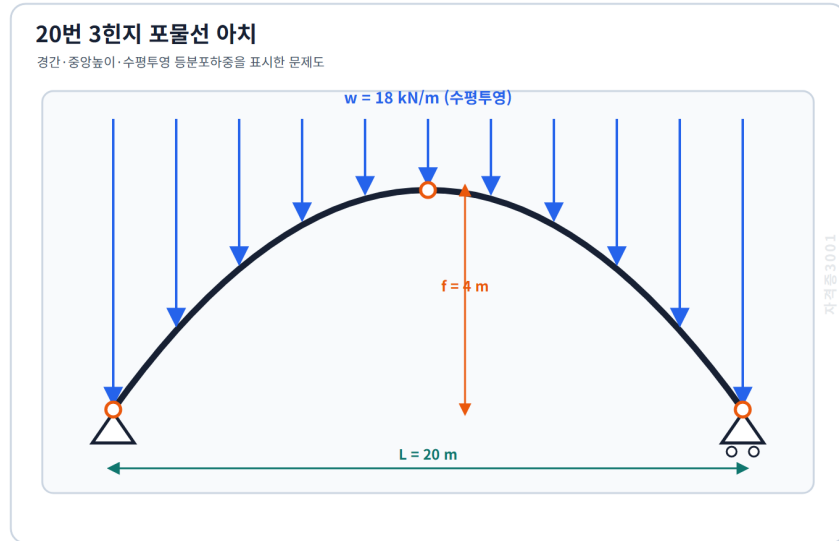


- (1) 24 kN
- (2) 32 kN
- (3) 40 kN
- (4) 48 kN

19. 경간 5 m인 등단면 양단고정보에 전 경간 24 kN/m의 등분포하중이 작용한다. 각 고정단 휨모멘트의 절댓값은?

- (1) 25 kN·m
- (2) 37.5 kN·m
- (3) 50 kN·m
- (4) 75 kN·m

20. 경간 20 m, 중앙 높이 4 m인 대칭 3хин지 포물선 아치에 전 경간 18 kN/m의 등분포하중이 수평투영 길이당 작용한다. 수평추력의 크기는?



- (1) 90 kN
- (2) 150 kN
- (3) 180 kN
- (4) 225 kN

## 측량학

21. 총연장 6 km인 수준노선의 폐합오차가 +12 mm이고 오차를 거리에 비례하여 배분한다. 기점에서 2 km 떨어진 점까지 누적 적용할 보정량은?

- (1) -4 mm
- (2) +4 mm
- (3) -6 mm
- (4) +6 mm

22. 표준온도 20°C에서 정확한 강제 테이프로 35°C일 때 500.000 m를 관측했다. 선팽창계수  $\alpha = 11.5 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 이고 다른 보정은 무시할 때 온도보정량은?

- (1) -0.0863 m
- (2) +0.0863 m
- (3) -0.0575 m
- (4) +0.0575 m

23. 경사거리 250.000 m, 수평면으로부터의 연직각  $+8^\circ$ 를 관측했다. 대기 및 기계 보정을 무시할 때 수평거리는 약 얼마인가?

- (1) 240.000 m
- (2) 245.130 m
- (3) 247.567 m
- (4) 249.757 m

24. 전자거리측정기로 1200.0000 m를 관측했다. 장비의 가산상수 보정이 +5.0 mm, 축척보정이 -3.0 ppm일 때 두 보정만 적용한 거리는?

- (1) 1199.9914 m
- (2) 1199.9964 m
- (3) 1200.0036 m
- (4) 1200.0014 m

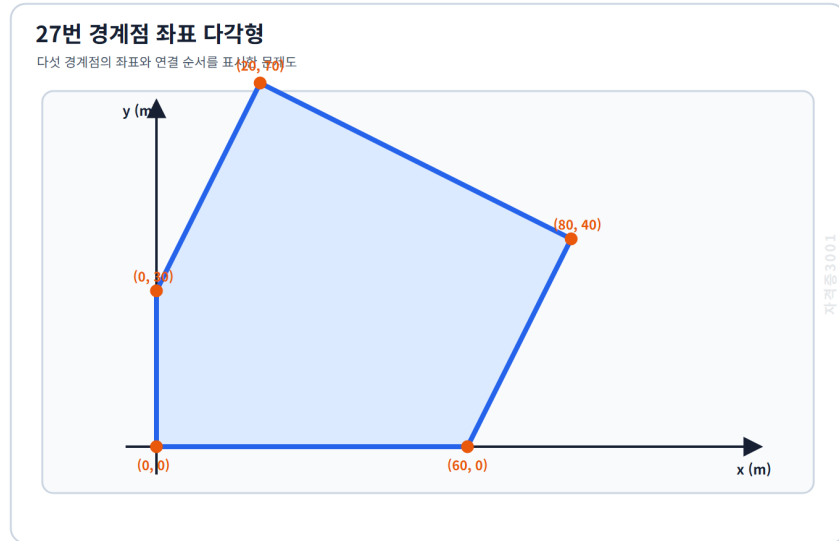
25. 길이 100.000 m인 측선의 방위각이 북을 기준으로 시계방향  $135^\circ$ 이다. 위거(latitude)와 경거(departure)는 각각 얼마인가? 북·동을 양으로 한다.

- (1) 위거 -70.711 m, 경거 +70.711 m
- (2) 위거 +70.711 m, 경거 -70.711 m
- (3) 위거 +70.711 m, 경거 +70.711 m
- (4) 위거 -70.711 m, 경거 -70.711 m

26. 측선의 사분면방위가 S  $25^\circ$  W로 주어졌다. 북을  $0^\circ$ 로 하여 시계방향으로 표시한 전원방위각은?

- (1)  $155^\circ$
- (2)  $205^\circ$
- (3)  $335^\circ$
- (4)  $25^\circ$

27. 경계점 좌표를 순서대로 (0,0), (60,0), (80,40), (20,70), (0,30) m로 관측했다. 좌표법으로 구한 다각형 면적은?



- (1) 3000 m<sup>2</sup>
- (2) 3450 m<sup>2</sup>
- (3) 3900 m<sup>2</sup>
- (4) 4350 m<sup>2</sup>

28. 반지름 500 m인 원곡선에서 호장 20 m에 대응하는 중심각을 곡선도 D로 정의한다. 이 곡선도는 약 얼마인가?

- (1) 1.146°
- (2) 1.800°
- (3) 2.000°
- (4) 2.292°

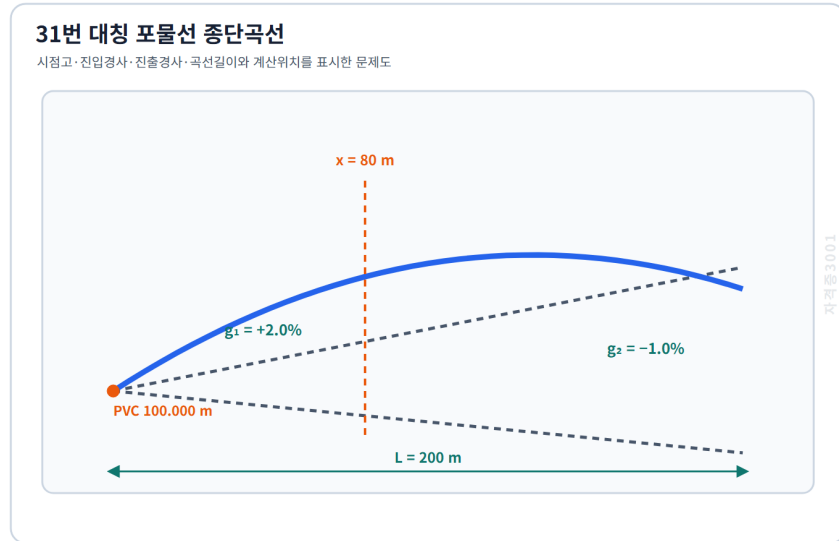
29. 반지름 300 m, 교각 60°인 단곡선에서 장현 중앙점과 곡선 중앙점 사이의 중앙종거는 약 얼마인가?

- (1) 40.2 m
- (2) 20.1 m
- (3) 80.4 m
- (4) 150.0 m

30. 차량속도 20 m/s, 원곡선 반지름 400 m에서 원심가속도의 시간변화율을 0.5 m/s<sup>3</sup> 이하로 제한한다. 속도가 일정하고 완화곡선에서 곡률이 길이에 비례해 증가할 때 필요한 최소 완화곡선장은?

- (1) 20 m
- (2) 40 m
- (3) 60 m
- (4) 80 m

31. 길이 200 m인 대칭 포물선 종단곡선의 시점고가 100.000 m, 진입경사 +2.0%, 진출경사 -1.0%이다. 시점에서 80 m 지점의 계획고는?



- (1) 100.640 m
- (2) 100.960 m
- (3) 101.120 m
- (4) 101.600 m

32. 스타디아 정수  $K=100$ , 가산정수  $C=0$ 인 기기로 연직각  $+6^\circ$ 에서 표척 협장 1.250 m를 읽었다. 시준선의 수평거리는 약 얼마인가?

- (1) 117.6 m
- (2) 120.0 m
- (3) 125.0 m
- (4) 123.6 m

33. 한 변이 230 mm인 정사각형 수직사진의 평균축척이 1:12,000이다. 지표면이 평탄하고 사진 전 영역이 유효하다고 할 때 한 장이 덮는 지상면적은?

- (1) 약 7.62  $\text{km}^2$
- (2) 약 5.29  $\text{km}^2$
- (3) 약 2.76  $\text{km}^2$
- (4) 약 27.6  $\text{km}^2$

34. 수직 항공사진에서 주점으로부터 80 mm 떨어진 지물의 높이가 120 m이고 촬영고도가 지물 밑면 기준 2400 m이다. 지형기복에 의한 영상의 방사상 변위는?

- (1) 3.0 mm
- (2) 4.0 mm
- (3) 5.0 mm
- (4) 6.0 mm

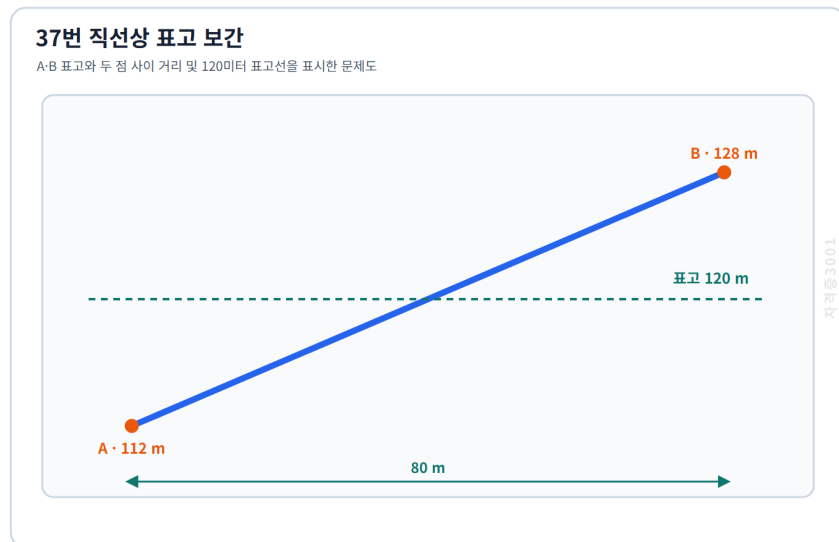
35. GNSS 수신기 시계가 위성시각보다  $+2.0 \mu\text{s}$  빠르며 이 오차가 그대로 의사거리에 포함되었다. 빛의 속도를  $299,792,458 \text{ m/s}$ 로 할 때 의사거리에 적용할 시계보정량은 약 얼마인가?

- (1)  $+299.8 \text{ m}$
- (2)  $-299.8 \text{ m}$
- (3)  $-599.6 \text{ m}$
- (4)  $+599.6 \text{ m}$

36. 축척 1:7,500 지형도에서 두 점 사이의 도상거리가  $13.6 \text{ cm}$ 이다. 이에 대응하는 실제 수평거리는?

- (1)  $0.102 \text{ km}$
- (2)  $0.510 \text{ km}$
- (3)  $0.750 \text{ km}$
- (4)  $1.020 \text{ km}$

37. 직선 AB의 길이는  $80 \text{ m}$ 이고 A의 표고는  $112 \text{ m}$ , B의 표고는  $128 \text{ m}$ 이다. 두 점 사이 경사가 일정할 때 표고  $120 \text{ m}$  등고선이 A에서 떨어진 거리는?



- (1)  $40 \text{ m}$
- (2)  $30 \text{ m}$
- (3)  $50 \text{ m}$
- (4)  $60 \text{ m}$

38. 같은 거리를 독립 관측하여  $10.000 \text{ m}$ (표준편차  $2 \text{ mm}$ )와  $10.010 \text{ m}$ (표준편차  $4 \text{ mm}$ )를 얻었다. 분산의 역수를 중량으로 할 때 가중평균은?

- (1)  $10.001 \text{ m}$
- (2)  $10.002 \text{ m}$
- (3)  $10.005 \text{ m}$
- (4)  $10.008 \text{ m}$

39. 표고 150.000 m인 기지점에 토털스테이션을 세우고 기계고 1.600 m로 관측했다. 경사거리 120.000 m, 수평면 기준 연직각  $-5^\circ$ , 프리즘고 2.000 m일 때 프리즘을 세운 지상점의 표고는 약 얼마인가?

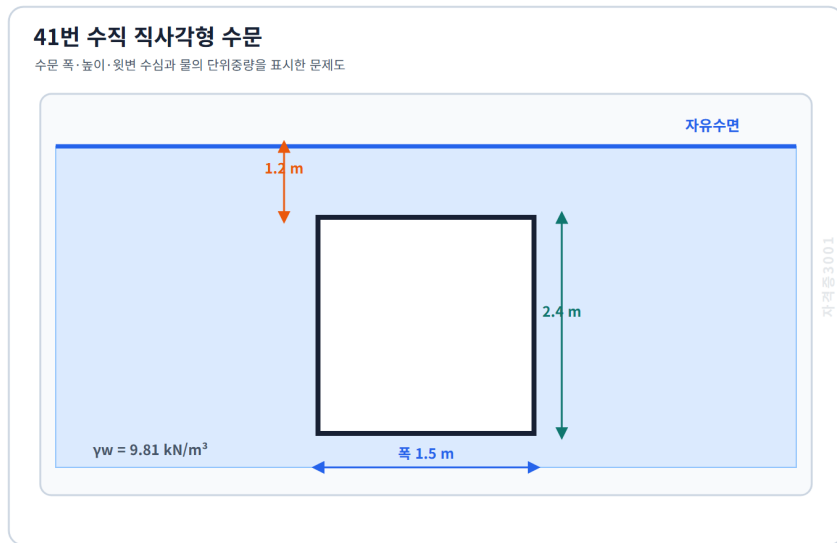
- (1) 138.742 m
- (2) 139.542 m
- (3) 139.141 m
- (4) 140.859 m

40. 음향측심기의 송수파기에서 해저면까지 측정된 깊이가 8.40 m이다. 송수파기 흘수는 0.60 m이고 관측 시 조위는 기본수준면 위 +1.20 m이다. 기본수준면 기준 수심은?

- (1) 6.60 m
- (2) 7.20 m
- (3) 8.40 m
- (4) 7.80 m

## 수리학 및 수문학

41. 폭 1.5 m, 높이 2.4 m인 수직 직사각형 수문이 물속에 잠겨 있고 수문의 윗변은 자유수면 아래 1.2 m에 있다. 물의 단위중량을  $9.81 \text{ kN/m}^3$ 로 할 때 수문에 작용하는 전수압은?



- (1) 84.8 kN
- (2) 63.6 kN
- (3) 101.7 kN
- (4) 127.2 kN

42. 같은 높이에 있는 두 물 관로를 수은 차압계로 연결했더니 수은면 높이차가 0.18 m였다. 수은의 비중이 13.6일 때 두 관로의 압력수두 차는?

- (1) 1.80 m
- (2) 2.27 m
- (3) 2.45 m
- (4) 4.54 m

43. 정상 2차원 유동의 속도성분이  $u=3x$ ,  $v=-3y$ (m/s)이다. 점  $(x,y)=(2,1)$ 에서 유체입자의 x방향 가속도는?

- (1)  $6 \text{ m/s}^2$
- (2)  $9 \text{ m/s}^2$
- (3)  $18 \text{ m/s}^2$
- (4)  $27 \text{ m/s}^2$

44. 관 단면을 같은 면적의 두 부분으로 나누었을 때 각 부분의 평균유속이 각각 1.0 m/s와 3.0 m/s이다. 각 부분 안에서는 유속이 균일하다고 할 때 에너지 보정계수  $\alpha$ 는?

- (1) 1.00
- (2) 1.25
- (3) 1.50
- (4) 1.75

45. 수평면에 놓인  $90^\circ$  관곡부에서 물이 +x방향으로 들어와 +y방향으로 나간다. 유량은  $0.25 \text{ m}^3/\text{s}$ , 입·출구 유속은 모두 4.0 m/s이며 압력과 중량의 영향은 무시한다. 물이 관곡부에 가하는 힘의 크기는?

- (1) 1.41 kN
- (2) 1.00 kN
- (3) 2.00 kN
- (4) 2.83 kN

46. 같은 유량이 흐르는 두 원형관이 직렬로 연결되어 있다. 마찰계수가 같고 관 1은  $L=120 \text{ m}$ ,  $D=0.30 \text{ m}$ , 관 2는  $L=80 \text{ m}$ ,  $D=0.20 \text{ m}$ 이다. 두 관의 마찰손실과 같은 손실을 내는 지름 0.25 m 관의 등가길이는?

- (1) 244.1 m
- (2) 292.4 m
- (3) 347.7 m
- (4) 410.2 m

47. 길이와 Darcy 마찰계수가 같은 지름 0.20 m와 0.30 m의 두 관이 병렬로 연결되어 같은 수두손실을 갖는다. 국부손실을 무시할 때 큰 관 유량  $Q_2$ 와 작은 관 유량  $Q_1$ 의 비  $Q_2/Q_1$ 은?

- (1) 1.50
- (2) 2.25
- (3) 2.76
- (4) 3.38

48. 관로 흐름에서 수력경사선(HGL)에 대한 설명으로 옳은 것은?

- (1) 위치수두와 속도수두의 합을 연결한 선이다.
- (2) 항상 관 중심선과 일치하는 선이다.
- (3) 전수두에서 압력수두만 뺀 값을 연결한 선이다.
- (4) 각 단면의 위치수두와 압력수두의 합을 연결한 선이다.

49. 밑폭 3.0 m, 양쪽 측면경사 1:1, 수심 1.2 m인 사다리꼴 수로에서 Manning 조도계수  $n=0.015$ , 에너지경사  $S=0.0016$ 이다. 등류 유량은?

- (1)  $11.47 \text{ m}^3/\text{s}$
- (2)  $8.62 \text{ m}^3/\text{s}$
- (3)  $14.25 \text{ m}^3/\text{s}$
- (4)  $18.31 \text{ m}^3/\text{s}$

50. 단면적이 일정한 직사각형 개수로에서 접수윤변을 최소로 하여 통수능을 최대로 하는 밑폭  $b$ 와 수심  $y$ 의 관계는?

- (1)  $b=0.5y$
- (2)  $b=2y$
- (3)  $b=2.5y$
- (4)  $b=3.5y$

51. 양쪽 측면경사 1:1인 대칭 삼각형 수로에  $5.0 \text{ m}^3/\text{s}$ 가 흐른다. 임계류 조건  $Q^2T/(gA^3)=1$ 을 적용할 때 임계수심은?

- (1) 0.98 m
- (2) 1.16 m
- (3) 1.39 m
- (4) 1.72 m

52. 폭 4.0 m인 직사각형 수로에  $12.0 \text{ m}^3/\text{s}$ 가 흐른다. 속도분포 보정은 무시할 때 최소 비에너지  $E_{\min}$ 은?

- (1) 0.97 m
- (2) 1.21 m
- (3) 1.34 m
- (4) 1.46 m

53. 1시간 간격 강우강도가 차례로 12, 28, 18, 6 mm/h이고 총 직접유출고가 28 mm이다. 일정한  $\phi$ -index를 적용할 때  $\phi$ -index는?

- (1) 10 mm/h
- (2) 8 mm/h
- (3) 12 mm/h
- (4) 14 mm/h

54. 어느 유역의 Thiessen 지배면적 비가 관측소 A, B, C에 대해 각각 0.20, 0.35, 0.45이다. 각 관측소 강우량이 40, 65, 90 mm일 때 유역평균강우량은?

- (1) 65.0 mm
- (2) 71.3 mm
- (3) 75.0 mm
- (4) 78.8 mm

55. Horton 침투능이  $f(t)=5+25e^{(-0.8t)}$  mm/h로 주어지고 강우강도는 전 기간 동안 침투능보다 충분히 크다. 강우 시작 후 2시간 동안의 누가침투량은?

- (1) 25.0 mm
- (2) 30.8 mm
- (3) 34.9 mm
- (4) 42.5 mm

56. 지속시간 D인 단위유량도로 만든 S-곡선을 이용해 지속시간 T인 단위유량도를 유도하는 절차로 옳은 것은?

- (1) S-곡선을 T만큼 이동해 더한 뒤 종거에 T/D를 곱한다.
- (2) S-곡선을 D만큼 이동해 뺀 뒤 종거에 D/T를 곱한다.
- (3) S-곡선을 T만큼 이동해 뺀 뒤 종거에 T/D를 곱한다.
- (4) S-곡선을 T만큼 이동해 원래 곡선에서 뺀 뒤 종거차에 D/T를 곱한다.

57. 저수지 추적의 한 시간구간 길이가 2시간이다. 구간 시작과 끝의 유입량은 12, 20 m<sup>3</sup>/s이고 유출량은 8, 14 m<sup>3</sup>/s일 때 저류량 변화  $\Delta S$ 는?

- (1) +36,000 m<sup>3</sup>
- (2) +18,000 m<sup>3</sup>
- (3) -18,000 m<sup>3</sup>
- (4) -36,000 m<sup>3</sup>

58. 재현기간 25년인 홍수의 연간 초과확률이 매년 독립이라고 가정한다. 앞으로 10년 동안 이 홍수가 한 번 이상 발생할 확률은?

- (1) 28.0%
- (2) 33.5%
- (3) 40.0%
- (4) 66.5%

59. 유출계수  $C=0.65$ , 설계강우강도  $I=70 \text{ mm/h}$ , 유역면적  $A=1.8 \text{ km}^2$ 인 유역에서 합리식  $Q=0.278CIA$ 로 구한 첨두유량은?

- (1)  $15.82 \text{ m}^3/\text{s}$
- (2)  $19.47 \text{ m}^3/\text{s}$
- (3)  $22.77 \text{ m}^3/\text{s}$
- (4)  $31.89 \text{ m}^3/\text{s}$

60. 하천의 지하수 감수곡선을  $Q_t=Q_0k^t$ 로 나타낸다.  $Q_0=24.0 \text{ m}^3/\text{s}$ 이고 3일 뒤 유량이  $10.125 \text{ m}^3/\text{s}$ 라면 일 감수계수  $k$ 는?

- (1) 0.60
- (2) 0.65
- (3) 0.70
- (4) 0.75

## 철근콘크리트 및 강구조

61. 단철근 보의 휨 내력을 검토한다.  $b=320 \text{ mm}$ ,  $d=540 \text{ mm}$ ,  $A_s=1600 \text{ mm}^2$ ,  $f_{ck}=30 \text{ MPa}$ ,  $f_y=400 \text{ MPa}$ 이며  $a=A_s f_y / (0.85 f_{ck} b)$ 를 사용할 때  $M_n=A_s f_y (d-a/2)$ 의 값은?

- (1)  $320.5 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- (2)  $288.0 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- (3)  $345.6 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- (4)  $384.6 \text{ kN}\cdot\text{m}$

62. 폭  $350 \text{ mm}$ , 유효깊이  $500 \text{ mm}$ 인 직사각형 보에서  $f_{ck}=27 \text{ MPa}$ ,  $f_y=400 \text{ MPa}$ ,  $E_s=200,000 \text{ MPa}$ , 콘크리트 극한압축변형률  $0.003$ ,  $\beta_1=0.85$ 이다. 변형률 적합조건으로 구한 균형철근량은?

- (1)  $4267 \text{ mm}^2$
- (2)  $5121 \text{ mm}^2$
- (3)  $5975 \text{ mm}^2$
- (4)  $6828 \text{ mm}^2$

63. 철근콘크리트 보에서  $V_u=220 \text{ kN}$ , 전단강도감소계수  $\phi=0.75$ , 콘크리트 전단기여  $V_c=90 \text{ kN}$ 이다. 지름  $8 \text{ mm}$  네 다리 수직스터럽(한 가닥 면적  $50.3 \text{ mm}^2$ ),  $f_y=400 \text{ MPa}$ ,  $d=450 \text{ mm}$ 를 쓸 때  $V_s=A_v f_y d/s$ 로 구한 이론상 최대 간격은?

- (1)  $142 \text{ mm}$
- (2)  $160 \text{ mm}$
- (3)  $178 \text{ mm}$
- (4)  $205 \text{ mm}$

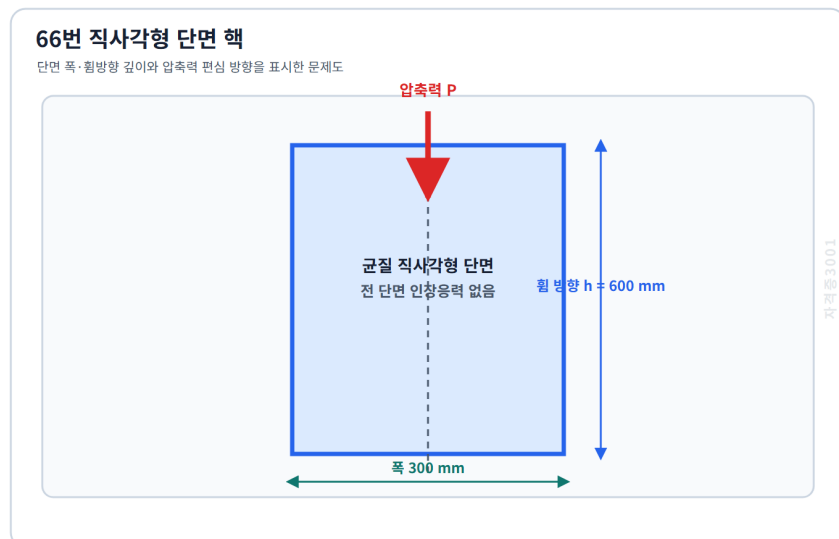
64. 프리텐션 부재에서 긴장재 도심 위치의 콘크리트 압축응력이 12 MPa이고 탄성계수비  $E_p/E_c=6.0$ 이다. 콘크리트 탄성수축으로 인한 긴장재 응력손실은?

- (1) 24 MPa
- (2) 36 MPa
- (3) 60 MPa
- (4) 72 MPa

65. 단면  $300 \times 400$  mm인 짧은 철근콘크리트 기둥에 축철근  $2400 \text{ mm}^2$ 가 배치되어 있다.  $f_{ck}=30 \text{ MPa}$ ,  $f_y=400 \text{ MPa}$ 일 때  $P_n=0.85f_{ck}(A_g-A_{st})+f_yA_{st}$ 로 계산한 중심축 공칭강도는?

- (1) 3959 kN
- (2) 2999 kN
- (3) 4919 kN
- (4) 5879 kN

66. 폭 300 mm, 휨 방향 전체깊이 600 mm인 균질 직사각형 단면에 압축력만 작용한다. 전 단면에 인장응력이 생기지 않도록 하는 해당 방향 최대 편심거리의 크기는?



- (1) 60 mm
- (2) 100 mm
- (3) 140 mm
- (4) 180 mm

67. 내부 정사각형 기둥의 한 변이 400 mm이고 슬래브 유효깊이가 200 mm이다. 기둥 면에서  $d/2$  떨어진 둘레를 위험단면으로 하고  $V_u=600 \text{ kN}$ 일 때 편칭전단 평균응력  $V_u/(b_0d)$ 는?

- (1) 0.83 MPa
- (2) 1.00 MPa
- (3) 1.25 MPa
- (4) 1.50 MPa

68. 같은 총 인장철근량과 피복두께를 유지하는 철근콘크리트 보에서 사용하중 균열의 폭과 분포를 개선하는 배근 방법으로 가장 적절한 것은?



- (1) 철근 수를 줄이고 굵은 철근만 사용한다.
- (2) 철근을 단면 중앙부에 집중 배치한다.
- (3) 인장철근 간격을 넓혀 콘크리트 자유수축을 허용한다.
- (4) 더 작은 지름의 철근을 여러 개 사용해 인장면 가까이 고르게 분산한다.

69. 단순지지 프리스트레스트 콘크리트 보에 유효프리스트레스  $P=1200 \text{ kN}$ 이 단면 도심보다  $180 \text{ mm}$  아래에서 직선으로 작용한다. 이 편심 프리스트레스가 만드는 일정한 상향 휨모멘트의 크기는?



- (1)  $216 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- (2)  $180 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- (3)  $300 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- (4)  $667 \text{ kN}\cdot\text{m}$

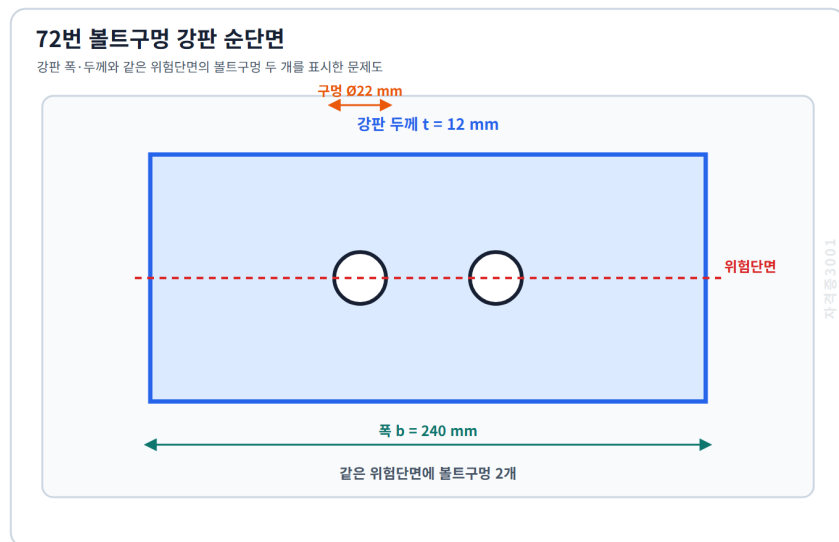
70. 강재 보와 콘크리트 슬래브를 합성보로 거동시키기 위해 두 재료의 접합면에 설치하는 전단연결재의 주된 역할은?

- (1) 강재 보의 국부좌굴 길이만 줄인다.
- (2) 접합면의 수평전단을 전달하고 상대 미끄럼과 돌뿔을 억제한다.
- (3) 콘크리트의 건조수축을 완전히 제거한다.
- (4) 강재와 콘크리트의 탄성계수를 같게 만든다.

71. 강재 인장재의 총단면적  $A_g=5000 \text{ mm}^2$ , 유효순단면적  $A_e=4200 \text{ mm}^2$ , 항복강도  $F_y=315 \text{ MPa}$ , 인장강도  $F_u=490 \text{ MPa}$ 이다. 총단면 항복과 유효순단면 파단 중 작은 값으로 정한 공칭인장강도는?

- (1) 1323 kN
- (2) 2058 kN
- (3) 1575 kN
- (4) 2450 kN

72. 폭 240 mm, 두께 12 mm인 강판의 인장 위험단면을 지름 22 mm의 볼트구멍 2개가 가로질러 지나간다. 구멍이 같은 단면에 있고 추가 공제는 없을 때 순단면적은?



- (1) 2088 mm<sup>2</sup>
- (2) 2200 mm<sup>2</sup>
- (3) 2448 mm<sup>2</sup>
- (4) 2352 mm<sup>2</sup>

73. 두께 10 mm, 인장강도  $F_u=400 \text{ MPa}$ 인 강판의 볼트 지압강도를  $R_n=1.2L_c t F_u$ 로 계산하되 상한을  $2.4db t F_u$ 로 제한한다.  $db=20 \text{ mm}$ , 하중방향 순연단거리  $L_c=30 \text{ mm}$ 일 때 볼트 1개당 공칭지압강도는?

- (1) 144 kN
- (2) 108 kN
- (3) 192 kN
- (4) 216 kN

74. 공칭치수 6 mm인 필릿용접이 평행한 두 줄로 각각 200 mm 길이만큼 배치되어 있다. 유효목두께를 0.7배로 볼 때 전체 유효용접면적은?



- (1) 1200 mm<sup>2</sup>
- (2) 1680 mm<sup>2</sup>
- (3) 2400 mm<sup>2</sup>
- (4) 3360 mm<sup>2</sup>

75. 양단이 핀인 이상적인 강재 압축재의 길이가 3.0 m, 탄성계수  $E=200 \text{ GPa}$ , 좌굴축 단면2차모멘트  $I=8.0 \times 10^{-5} \text{ m}^4$ 이다. Euler 임계하중은?

- (1) 8.77 MN
- (2) 12.34 MN
- (3) 17.55 MN
- (4) 35.09 MN

76. 동일한 길이  $L$ , 탄성계수  $E$ , 단면2차모멘트  $I$ 를 가진 이상 기둥들의 Euler 좌굴강도를 비교한 설명으로 옳은 것은?

- (1) 고정-자유 기둥은 양단 핀 기둥보다 임계하중이 4배 크다.
- (2) 양단 고정 기둥과 양단 핀 기둥의 임계하중은 같다.
- (3) 고정-핀 기둥은 고정-자유 기둥보다 유효길이가 길다.
- (4) 양단 고정 기둥은 양단 핀 기둥보다 유효길이가 짧아 임계하중이 더 크다.

77. 폭 200 mm, 높이 400 mm인 직사각형 강재 단면이 강축 힘을 받는다. 소성중립축이 단면 중앙에 있을 때 소성단면계수  $Z_p$ 는?

- (1)  $8.0 \times 10^6 \text{ mm}^3$
- (2)  $5.33 \times 10^6 \text{ mm}^3$
- (3)  $10.67 \times 10^6 \text{ mm}^3$
- (4)  $16.0 \times 10^6 \text{ mm}^3$

78. 강재 I형보의 횡비틀림좌굴 강도를 높이는 가장 직접적인 조치는?

- (1) 웨브의 도장 두께만 늘린다.
- (2) 압축플랜지의 횡방향 비지지길이를 줄이도록 횡지지를 설치한다.
- (3) 인장플랜지에 작은 원형 구멍을 추가한다.
- (4) 보의 자중을 늘려 단면 회전을 억제한다.

79. 강재 보 단면의 강축 단면2차모멘트가  $I=8.0 \times 10^8 \text{ mm}^4$ , 중립축에서 극단섬유까지 거리가  $c=200 \text{ mm}$ 이다. 탄성범위에서  $M=600 \text{ kN}\cdot\text{m}$ 가 작용할 때 최대휨응력은?

- (1) 100 MPa
- (2) 125 MPa
- (3) 150 MPa
- (4) 175 MPa

80. 길이 4.2 m인 강재 압축재가 고정-핀 조건으로 이상화되어 유효길이계수  $K=0.70$ 을 사용한다. 좌굴축 단면2차반지름이  $r=55 \text{ mm}$ 일 때 세장비  $KL/r$ 은?

- (1) 38.2
- (2) 45.8
- (3) 49.5
- (4) 53.5

## 토질 및 기초

81. 습윤 상태 질량이 186 g이고 건조로에서 완전히 말린 뒤 질량이 150 g인 흙 시료의 함수비는 얼마인가?

- (1) 24%
- (2) 19%
- (3) 36%
- (4) 124%

82. 습윤단위중량이  $19.8 \text{ kN/m}^3$ 이고 함수비가 10%인 흙의 건조단위중량은 얼마인가?

- (1)  $17.2 \text{ kN/m}^3$
- (2)  $18.0 \text{ kN/m}^3$
- (3)  $18.9 \text{ kN/m}^3$
- (4)  $21.8 \text{ kN/m}^3$

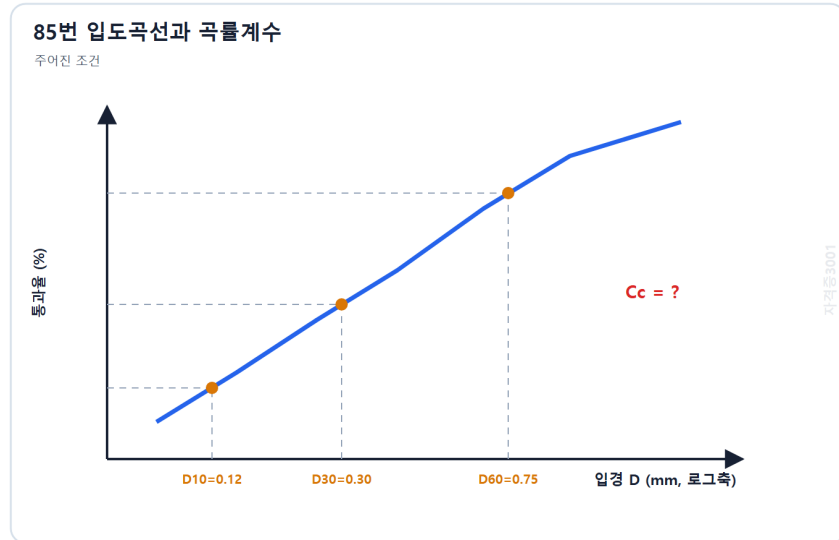
83. 어떤 모래의 최대간극비가 0.92, 최소간극비가 0.48, 현장간극비가 0.59일 때 상대밀도는?

- (1) 25%
- (2) 62.5%
- (3) 75%
- (4) 82.5%

84. 액성한계 54%, 소성한계 24%인 점토의 자연함수비가 36%라면 컨시스턴시지수는?

- (1) 0.30
- (2) 0.40
- (3) 0.50
- (4) 0.60

85. 입도곡선에서  $D_{10}=0.12$  mm,  $D_{30}=0.30$  mm,  $D_{60}=0.75$  mm로 읽었다. 곡률계수  $C_c$ 는 얼마인가?



- (1) 1.00
- (2) 1.56
- (3) 2.08
- (4) 6.25

86. 차수벽 아래 정상침투를 정사각형 흐름망으로 해석했다. 전체 수두 4.8 m가 12단계로 같은 폭만큼 감소하고 서로 같은 5개 물길이 형성되었다. 지반의  $k=2.5 \times 10^{-5}$  m/s일 때 단위 폭을 통과하는 총유량은?

- (1)  $2.50 \times 10^{-5}$  m<sup>3</sup>/s/m
- (2)  $5.00 \times 10^{-5}$  m<sup>3</sup>/s/m
- (3)  $1.20 \times 10^{-4}$  m<sup>3</sup>/s/m
- (4)  $2.88 \times 10^{-4}$  m<sup>3</sup>/s/m

87. 두께 4.0 m인 점토층에 평균 유효응력 증가량 120 kPa가 작용한다. 체적압축계수  $m_v=0.35$  m<sup>2</sup>/MN일 때 1차 압밀침하량은?

- (1) 84 mm
- (2) 126 mm
- (3) 168 mm
- (4) 210 mm

88. 두께 6.0 m인 점토층이 상·하부 양면배수된다. 압밀계수  $c_v=2.0 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ 이고 평균 압밀도에 대응하는 시간계수  $T_v=0.197$ 일 때 필요한 시간은 약 며칠인가?

- (1) 25.7일
- (2) 51.3일
- (3) 77.0일
- (4) 102.6일

89. 포화 점토의 일축압축시험에서 최대 압축응력이 160 kPa였다.  $\phi_u=0$ 인 비배수 조건의 점착력  $c_u$ 는?

- (1) 80 kPa
- (2) 120 kPa
- (3) 160 kPa
- (4) 320 kPa

90. 점착력이 없는 모래의 직접전단시험에서 파괴 시 수직응력 150 kPa, 전단응력 90 kPa를 얻었다. 내부마찰각은 약 얼마인가?

- (1)  $25^\circ$
- (2)  $31^\circ$
- (3)  $37^\circ$
- (4)  $45^\circ$

91. 지표면부터 깊이 7 m까지 토층의 전단위중량이  $20.0 \text{ kN/m}^3$ 로 일정하고 지하수위는 지표 아래 2 m이다. 모관상승을 무시할 때 깊이 7 m의 연직유효응력은 약 얼마인가?  $\gamma_w=9.81 \text{ kN/m}^3$ 이다.



- (1) 49.1 kPa
- (2) 70.0 kPa
- (3) 91.0 kPa
- (4) 140.0 kPa

92. 수평이고 점착력이 없는 뒤채움의 내부마찰각이  $30^\circ$ , 단위중량이  $18 \text{ kN/m}^3$ 이다. 높이 6 m의 매끈한 연직벽에 작용하는 Rankine 주동토압의 합력은? 지하수와 상재하중은 없다.

- (1) 54 kN/m
- (2) 72 kN/m
- (3) 90 kN/m
- (4) 108 kN/m

93. 수평 지표의 건조 사질토에서  $\sin\phi=0.5$ 이다. 벽체가 뒤채움 쪽으로 충분히 이동해 수동한계상태에 도달했다면, 깊이  $z$ 의 수평유효응력은 연직유효응력  $\gamma z$ 의 몇 배인가?

- (1) 3.0
- (2) 2.0
- (3) 1.0
- (4) 0.33

94. 점착력이 없는 균질지반에 폭 2.0 m의 연속기초가 깊이 3.0 m로 설치된다.  $\gamma=18 \text{ kN/m}^3$ ,  $N_q=18$ ,  $N_\gamma=15$ 일 때 Terzaghi 식의 극한지지력은?

- (1) 972 kPa
- (2) 1242 kPa
- (3) 1512 kPa
- (4) 1944 kPa

95. 단일말뚝의 극한선단지지력이 900 kN, 극한주면마찰력이 600 kN이다. 전체 극한지지력에 안전율 2.5를 적용한 허용지지력은?

- (1) 360 kN
- (2) 480 kN
- (3) 600 kN
- (4) 750 kN

96. 동일한 말뚝 9개로 구성된 군말뚝에서 단일말뚝 극한지지력은 300 kN이고 군 전체 극한지지력은 2160 kN으로 평가되었다. 군효율은?

- (1) 0.60
- (2) 0.70
- (3) 0.75
- (4) 0.80

97. 연약 점토층을 관통한 말뚝 주변 지반이 말뚝보다 더 크게 침하하여 부마찰력이 발생할 때 말뚝 설계상 직접적인 영향으로 옳은 것은?

- (1) 말뚝에 추가 하향축력이 작용한다
- (2) 말뚝의 선단지지력이 자동으로 사라진다
- (3) 말뚝에 순수한 상향인발력만 작용한다
- (4) 지반침하와 관계없이 말뚝 축력은 감소한다

98. 상재하중과 지하수가 없는 균질한 뒤채움에서 수평토압이 지표면 0에서 벽체 저면의 최댓값까지 직선으로 증가한다. 토압 합력의 작용점은?

- (1) 저면에서  $H/4$
- (2) 저면에서  $H/3$
- (3) 저면에서  $H/2$
- (4) 저면에서  $2H/3$

99. 두 다짐시험에서 해머 무게·낙하고·몰드 체적은 같다. 시험 A는 3층, 층당 25회이고 시험 B는 5층, 층당 30회라면 B의 단위체적당 다짐에너지는 A의 몇 배인가?

- (1) 1.20배
- (2) 1.67배
- (3) 2.00배
- (4) 2.50배

100. 원호활동면을 가정한 사면해석에서 활동에 저항하는 모멘트 합이  $980 \text{ kN}\cdot\text{m}$ , 활동을 일으키는 모멘트 합이  $700 \text{ kN}\cdot\text{m}$ 이다. 모멘트 평형 안전율은?

- (1) 0.71
- (2) 1.20
- (3) 1.30
- (4) 1.40

## 상하수도공학

101. 기준연도 인구가 50,000명이고 향후 5년간 연평균 인구증가율을 2.0%로 일정하게 보는 등비급수법을 적용할 때 계획인구는 약 몇 명인가?

- (1) 55,204명
- (2) 55,000명
- (3) 60,000명
- (4) 61,051명

102. 어느 급수구역의 계획 1일 평균급수량이  $28,000 \text{ m}^3/\text{d}$ 이고 계획 1일 최대급수량 계수가 1.40일 때 계획 1일 최대급수량은?

- (1)  $20,000 \text{ m}^3/\text{d}$
- (2)  $39,200 \text{ m}^3/\text{d}$
- (3)  $40,000 \text{ m}^3/\text{d}$
- (4)  $67,200 \text{ m}^3/\text{d}$

103. 우수조정지로  $0.45 \text{ m}^3/\text{s}$ 가 2시간 동안 일정하게 유입되고 같은 동안  $0.28 \text{ m}^3/\text{s}$ 를 일정하게 방류한다. 초기와 말기의 저류량 차 외 손실이 없을 때 필요한 유효저류용량은?

- (1)  $612 \text{ m}^3$
- (2)  $864 \text{ m}^3$
- (3)  $1,224 \text{ m}^3$
- (4)  $2,628 \text{ m}^3$

104. 내경 0.50 m인 원형 관로에  $0.240 \text{ m}^3/\text{s}$ 가 가득 차서 흐른다. 단면 평균유속은 약 얼마인가?

- (1) 0.61 m/s
- (2) 0.96 m/s
- (3) 1.10 m/s
- (4) 1.22 m/s

105. 동일한 관로에서 길이·지름·마찰계수가 일정하고 Darcy-Weisbach 식을 적용한다. 유량이 원래의 1.5배가 되면 마찰손실수두는 원래의 몇 배인가?

- (1) 2.25배
- (2) 1.50배
- (3) 1.73배
- (4) 3.00배

106. 내경 0.30 m인 상수관에서 평균유속이 1.2 m/s이고 물의 동점성계수가  $1.0 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ 일 때 Reynolds 수는?

- (1) 36,000
- (2) 360,000
- (3) 1,200,000
- (4) 3,600,000

107. 펌프가 물  $0.18 \text{ m}^3/\text{s}$ 를 전양정 22 m로 양수한다. 펌프 효율이 75%일 때 필요한 축동력은 약 얼마인가?  $\rho=1000 \text{ kg/m}^3$ ,  $g=9.81 \text{ m/s}^2$ 이다.

- (1) 29.1 kW
- (2) 38.8 kW
- (3) 51.8 kW
- (4) 69.1 kW

108. 관 내 압력과 전파속도가 1000 m/s인 곳에서 밸브 급폐로 유속이 1.5 m/s만큼 순간 감소했다. 손실을 무시한 Joukowsky 식의 최대 압력상승은 약 얼마인가?  $g=9.81 \text{ m/s}^2$ 이다.

- (1) 98.1 m
- (2) 101.9 m
- (3) 147.2 m
- (4) 152.9 m

109. 수평류 침전지의 처리유량이  $18,000 \text{ m}^3/\text{d}$ 이고 총 수면적이  $900 \text{ m}^2$ 일 때 수면부하율은?

- (1)  $20 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$
- (2)  $18 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$
- (3)  $50 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$
- (4)  $162 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$

110. 정수에 염소를  $2.4 \text{ mg/L}$  주입했더니 충분한 접촉 후 잔류염소가  $0.6 \text{ mg/L}$ 로 측정되었다. 이 조건에서 염소요구량은?

- (1)  $0.6 \text{ mg/L}$
- (2)  $1.8 \text{ mg/L}$
- (3)  $2.4 \text{ mg/L}$
- (4)  $3.0 \text{ mg/L}$

111. 소독 전 지표미생물 농도가  $12,000 \text{ CFU/mL}$ 이고 소독 후  $12 \text{ CFU/mL}$ 가 되었다. 제거·불활성화 성능을  $\log_{10}$  감소로 표시하면?

- (1) 1-log
- (2) 2-log
- (3) 3-log
- (4) 4-log

112. 유효 여과면적이  $30 \text{ m}^2$ 인 급속여과지를  $0.012 \text{ m/s}$ 의 상승속도로 역세척하려 한다. 필요한 역세척수 유량은?

- (1)  $0.025 \text{ m}^3/\text{s}$
- (2)  $0.144 \text{ m}^3/\text{s}$
- (3)  $0.250 \text{ m}^3/\text{s}$
- (4)  $0.360 \text{ m}^3/\text{s}$

113.  $20^\circ\text{C}$ 에서 1차 반응식  $\text{BOD}_t = L_0(1 - e^{-kt})$ 를 적용한다.  $\text{BOD}_5$ 가  $180 \text{ mg/L}$ 이고  $k=0.23 \text{ day}^{-1}$ 일 때 최종 BOD  $L_0$ 는 약 얼마인가?

- (1)  $263 \text{ mg/L}$
- (2)  $222 \text{ mg/L}$
- (3)  $180 \text{ mg/L}$
- (4)  $123 \text{ mg/L}$

114. 유량  $1.8 \text{ m}^3/\text{s}$ , 용존산소  $8.0 \text{ mg/L}$ 인 하천에 유량  $0.2 \text{ m}^3/\text{s}$ , 용존산소  $2.0 \text{ mg/L}$ 인 방류수가 완전 혼합된다. 산소의 반응과 교환을 무시한 직후 혼합 DO는?

- (1)  $6.0 \text{ mg/L}$
- (2)  $7.4 \text{ mg/L}$
- (3)  $8.0 \text{ mg/L}$
- (4)  $10.0 \text{ mg/L}$

115. 하천의 어느 지점에서 잔존 최종산소요구량  $L$ 이  $40 \text{ mg/L}$ 이고 자연지수 기준 탈산소계수  $k_d$ 가  $0.20 \text{ day}^{-1}$ 이다. 1차 반응의 순간 탈산소율  $kdL$ 은?

- (1)  $2 \text{ mg}/(\text{L} \cdot \text{d})$
- (2)  $5 \text{ mg}/(\text{L} \cdot \text{d})$
- (3)  $8 \text{ mg}/(\text{L} \cdot \text{d})$
- (4)  $20 \text{ mg}/(\text{L} \cdot \text{d})$

116. 활성슬러지조 유입유량은  $10,000 \text{ m}^3/\text{d}$ , 유입 기질농도는  $200 \text{ mg/L}$ , 폭기조 용적은  $4,000 \text{ m}^3$ , MLSS는  $3,000 \text{ mg/L}$ 이다. 유입 기질 기준 F/M비는 약 얼마인가?

- (1)  $0.042 \text{ d}^{-1}$
- (2)  $0.083 \text{ d}^{-1}$
- (3)  $0.125 \text{ d}^{-1}$
- (4)  $0.167 \text{ d}^{-1}$

117. 폭기조 용적  $5,000 \text{ m}^3$ , MLSS  $3.0 \text{ kg/m}^3$ 인 활성슬러지 공정에서 계외로 빠져나가는 고형물 총량이  $750 \text{ kg/d}$ 이다. 폭기조 고형물만 재고로 보는 고형물체류시간은?

- (1) 20일
- (2) 15일
- (3) 10일
- (4) 5일

118. 살수여상에 하루  $2,400 \text{ m}^3$ 의 하수가 공급되고 여상 평면적이  $600 \text{ m}^2$ 이다. 반송유량을 별도로 고려하지 않을 때 수리학적 부하는?

- (1)  $2 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$
- (2)  $4 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$
- (3)  $6 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$
- (4)  $8 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$

119. 하수관의 Manning 조도계수가 0.013, 경심이 0.25 m, 에너지경사가 0.0016일 때 평균유속은 약 얼마인가? SI Manning 식을 사용한다.

- (1) 0.61 m/s
- (2) 0.98 m/s
- (3) 1.22 m/s
- (4) 1.59 m/s

120. 같은 지름·조도·경사를 가진 원형 하수관에서 만관 흐름과 정확히 반만 찬 개수로 흐름을 Manning 식으로 비교한다. 반만 찬 경우의 평균유속과 유량 관계로 옳은 것은?

- (1) 유속은 절반이고 유량도 절반이다
- (2) 유속은 두 배이고 유량은 같다
- (3) 유속은 같고 유량도 같다
- (4) 유속은 같고 유량은 절반이다

# 답안 기록

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