

2020년 3회 토목기사 필기 출제기준 기반 모의고사

자료 성격: 자체제작 · PBT 시행일 2020-08-22 · 문항 수: 120 · 근거 기준일: 2026-08-24

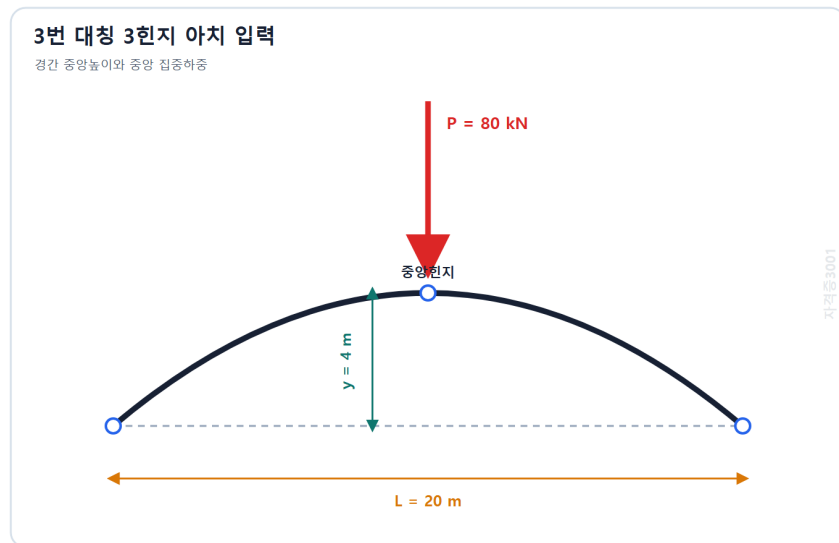
성명		점수	/ 100
----	--	----	-------

실제 PBT 원문이 아니라 2019~2021 적용 출제기준에 맞춰 자격증3001이 독립 작성한 문제 전용 학습지입니다.
정답과 해설은 license.3001.co.kr의 같은 제목 게시물에서 확인하세요.

응용역학

- 한 절점에 동쪽으로 24 kN, 북쪽으로 10 kN인 서로 수직한 두 힘이 동시에 작용한다. 두 힘의 합력 크기는?
(1) 26 kN
(2) 34 kN
(3) 14 kN
(4) 240 kN
- 회전 손잡이의 양쪽 끝에 접선방향으로 18 kN씩 반대방향의 힘을 가했다. 두 접선 작용선의 이격거리가 0.75 m라면 손잡이에 전달되는 순수 회전효과는 얼마인가?
(1) 9.0 kN·m
(2) 13.5 kN·m
(3) 18.0 kN·m
(4) 24.0 kN·m

3. 경간 20 m, 중앙 높이 4 m인 대칭 3한지 아치의 중앙에 80 kN 집중하중이 작용한다. 같은 하중을 받는 단순보의 중앙 휨모멘트를 이용할 때 아치의 수평반력 크기는?



- (1) 40 kN
- (2) 70 kN
- (3) 100 kN
- (4) 160 kN

4. 수평거리 40 m인 두 지점 사이에 자중만 받는 포물선 케이블이 있고 수평투영길이에 당 등분포하중이 12 kN/m, 중앙처짐이 5 m이다. 케이블의 수평장력은?

- (1) 240 kN
- (2) 360 kN
- (3) 400 kN
- (4) 480 kN

5. 밑변 240 mm, 높이 180 mm인 삼각형 단면의 밑변축에 대한 면적1차모멘트는?

- (1) $1.296 \times 10^6 \text{ mm}^3$
- (2) $2.592 \times 10^6 \text{ mm}^3$
- (3) $3.888 \times 10^6 \text{ mm}^3$
- (4) $5.184 \times 10^6 \text{ mm}^3$

6. 어떤 원형 단면의 도심축 단면2차모멘트가 대칭축 x와 y에 대해 각각 $I_x = I_y = 4.2 \times 10^6 \text{ mm}^4$ 이다. 도심을 지나는 축에 대한 극단면2차모멘트 J는?

- (1) $4.2 \times 10^6 \text{ mm}^4$
- (2) $8.4 \times 10^6 \text{ mm}^4$
- (3) $16.8 \times 10^6 \text{ mm}^4$
- (4) $17.64 \times 10^{12} \text{ mm}^4$

7. 100 MPa의 일축 인장응력을 받는 재료에서 어떤 면의 법선이 인장축과 30°를 이룬다. 그 면에 작용하는 법선응력은?

- (1) 25 MPa
- (2) 43.3 MPa
- (3) 75 MPa
- (4) 100 MPa

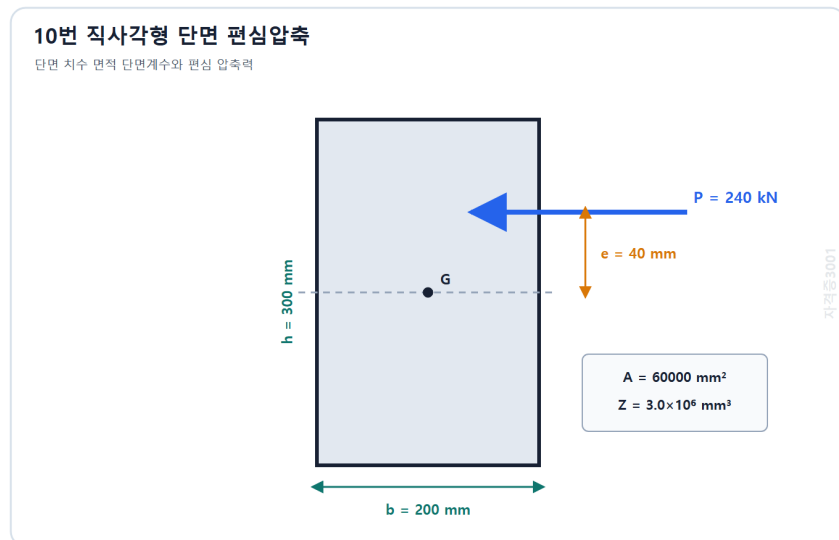
8. 한 점의 세 수직방향 정상변형률이 $\epsilon_x = +400 \mu\epsilon$, $\epsilon_y = -100 \mu\epsilon$, $\epsilon_z = -50 \mu\epsilon$ 이다. 미소변형 가정에서 체적변형률은?

- (1) +550 $\mu\epsilon$
- (2) -250 $\mu\epsilon$
- (3) +350 $\mu\epsilon$
- (4) +250 $\mu\epsilon$

9. 바깥지름 80 mm, 안지름 50 mm인 중공 원형 강봉이 300 kN의 축인장력을 받는다. 평균 축응력은 약 얼마인가?

- (1) 97.9 MPa
- (2) 59.7 MPa
- (3) 149.2 MPa
- (4) 195.9 MPa

10. 폭 200 mm, 높이 300 mm인 직사각형 단면에 압축력 240 kN이 도심에서 높이방향으로 40 mm 편심되어 작용한다. $A = 60000 \text{ mm}^2$, 단면계수 $Z = 3.0 \times 10^6 \text{ mm}^3$ 일 때 압축축 가장자리 최대응력은?



- (1) 4.0 MPa
- (2) 7.2 MPa
- (3) 3.2 MPa
- (4) 0.8 MPa

11. 균일한 보 단면에 휨모멘트 $90 \text{ kN}\cdot\text{m}$ 가 작용한다. $E=30 \text{ GPa}$, $I=0.015 \text{ m}^4$ 일 때 탄성곡률 $M/(EI)$ 은?
- (1) $2.0 \times 10^{-5} \text{ m}^{-1}$
 - (2) $1.5 \times 10^{-4} \text{ m}^{-1}$
 - (3) $2.0 \times 10^{-4} \text{ m}^{-1}$
 - (4) $5.0 \times 10^{-4} \text{ m}^{-1}$
12. 폭 300 mm , 높이 500 mm 인 직사각형 보 단면에 전단력 180 kN 이 작용한다. 탄성 전단응력분포를 적용한 최대전단응력은?
- (1) 0.60 MPa
 - (2) 1.20 MPa
 - (3) 1.50 MPa
 - (4) 1.80 MPa
13. 길이 4 m 구간에 일정한 휨모멘트 $60 \text{ kN}\cdot\text{m}$ 가 작용하고 휨강성 $EI=120,000 \text{ kN}\cdot\text{m}^2$ 이다. 모멘트면적법에 따른 이 구간 양 끝의 기울기 변화량은?
- (1) 0.002 rad
 - (2) 0.0005 rad
 - (3) 0.008 rad
 - (4) 2.0 rad
14. 회전이 완전히 구속된 두 지점 사이를 잇는 길이 6 m 의 등단면 보에 선하중 18 kN/m 가 빠짐없이 실린다. 좌우 구속점에서 생기는 단부 부모멘트의 절댓값은?
- (1) $27 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 - (2) $54 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 - (3) $81 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 - (4) $108 \text{ kN}\cdot\text{m}$
15. 강성이 각각 30 kN/mm 와 45 kN/mm 인 두 선형 스프링이 동일한 두 강체 사이에 나란히 연결되어 같은 변위를 받는다. 등가강성은?
- (1) 18 kN/mm
 - (2) 30 kN/mm
 - (3) 75 kN/mm
 - (4) $1,350 \text{ kN/mm}$
16. 휨강성 EI 가 $60,000 \text{ kN}\cdot\text{m}^2$ 인 프리즘 부재의 3 m 구간에서 모멘트도가 $40 \text{ kN}\cdot\text{m}$ 로 일정하다. $M^2/(2EI)$ 의 길이 적분으로 구한 탄성에너지는?
- (1) 4 J
 - (2) 20 J
 - (3) 25 J
 - (4) 40 J

17. 길이 2.4 m인 이상적인 압축부재가 한쪽 끝 고정, 다른 끝 자유 조건이다. Euler 좌굴해석에 사용하는 유효길이는?

- (1) 4.8 m
- (2) 2.4 m
- (3) 1.7 m
- (4) 1.2 m

18. 탄성계수 $E=200 \text{ GPa}$ 인 이상적인 장주가 유효세장비 $KL/r=90$ 을 가진다. Euler 탄성좌굴응력 $F_e=\pi^2 E/(KL/r)^2$ 은 약 얼마인가?

- (1) 121.8 MPa
- (2) 243.7 MPa
- (3) 493.5 MPa
- (4) 2,437 MPa

19. 평면 내에서 한쪽 끝이 고정되고 다른 끝이 핀으로 지지된 보가 있다. 고정단은 수평·수직반력과 모멘트를, 핀은 수평·수직반력을 제공할 때 외적 정정차수는?

- (1) 정정
- (2) 1차
- (3) 2차
- (4) 4차

20. Müller-Breslau 원리를 이용해 어떤 응답량의 영향선 모양을 정하는 절차로 옳은 것은?

20번 Müller-Breslau 목표 응답

선형 구조물에서 영향선을 구할 반력 전단력 또는 모멘트 위치

목표 응답 선택

반력 R · 전단력 V · 휨모멘트 M

자격증 3001

- (1) 모든 지점을 고정한 뒤 실제 고정하중을 두 배로 재하한다.
- (2) 구조물의 재료 탄성계수만 바꾸고 변형형상을 비교한다.
- (3) 응답량과 무관한 지점반력을 제거하고 자유진동 모드를 구한다.
- (4) 구하려는 반력·전단력·휨모멘트에 대응하는 구속을 해제하고 그 양의 방향으로 단위 일반화변위를 주어 얻는 변형형상을 사용한다.

측량학

21. 동일한 거리를 16회 반복 관측했을 때 단일 관측값의 표준편차가 8 mm였다. 관측들이 서로 독립이라면 산술평균의 표준편차는?

- (1) 2 mm
- (2) 0.5 mm
- (3) 8 mm
- (4) 32 mm

22. 표준온도 20°C에서 검정된 줄자로 32°C에 250.000 m를 측정했다. 줄자의 선팡창계수 $\alpha = 11.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 일 때 온도보정량은?

- (1) -0.0345 m
- (2) +0.0345 m
- (3) +0.00345 m
- (4) -0.345 m

23. 단위길이당 무게 0.15 N/m인 줄자를 장력 100 N으로 지지점 사이 30 m씩 늘어뜨려 총 120 m를 측정했다. 한 경간 처짐보정 $c_s = -w^2 l^3 / (24 P^2)$ 을 적용한 총 처짐보정량은?

- (1) -0.0025 m
- (2) +0.0101 m
- (3) -0.0101 m
- (4) -0.0405 m

24. 상호수준측량에서 A 가까이 설치해 A표척 1.225 m, B표척 2.015 m를 읽고, B 가까이 옮겨 A표척 1.890 m, B표척 1.060 m를 읽었다. B-A의 참 높이차는?

- (1) -0.810 m
- (2) +0.810 m
- (3) -0.020 m
- (4) +0.020 m

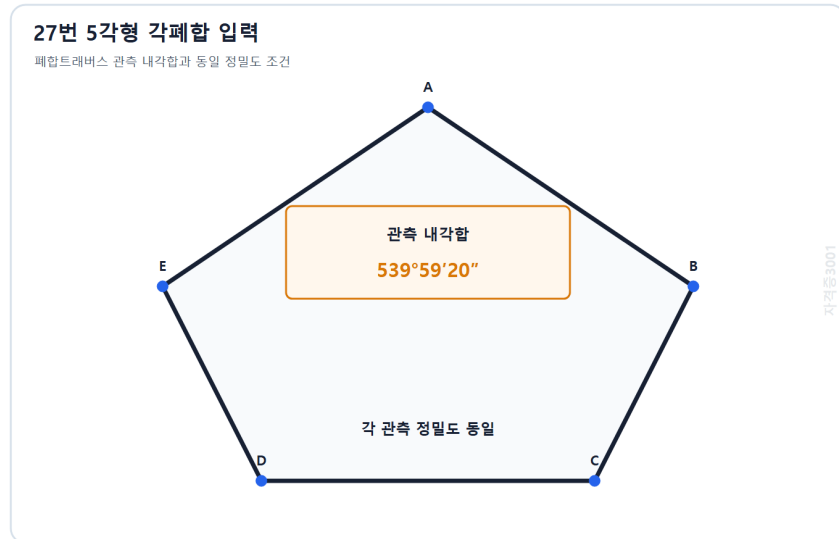
25. 수준시준거리가 1.0 km이고 지구반지름을 6,370 km로 볼 때 곡률만의 보정량 $c = -d^2 / (2R)$ 은 약 얼마인가?

- (1) -0.0785 m
- (2) +0.0785 m
- (3) -0.00785 m
- (4) +0.157 m

26. 천정에서 아래로 잰 천정각이 $104^{\circ}30'$ 이다. 수평선을 기준으로 위쪽을 양으로 하는 연직각은?

- (1) $+14^{\circ}30'$
- (2) $-14^{\circ}30'$
- (3) $+75^{\circ}30'$
- (4) $-75^{\circ}30'$

27. 5각형 폐합트래버스의 내각 합 관측값이 $539^{\circ}59'20''$ 이다. 각 관측의 정밀도가 같아 각오차를 동일하게 보정할 때 한 각에 적용할 보정량은?



- (1) $-8''$
- (2) $+10''$
- (3) $+8''$
- (4) $-10''$

28. 점 A(E=500 m, N=1000 m)에서 점 B(E=620 m, N=910 m)로 향하는 측선의 방위각은 약 얼마인가?

- (1) 53.13°
- (2) 233.13°
- (3) 306.87°
- (4) 126.87°

29. 초점거리 152 mm인 항공카메라로 평균지표면 위 1,520 m에서 수직사진을 촬영했다. 지형 고저차를 무시할 때 사진의 평균축척은?

- (1) 1:10,000
- (2) 1:1,000
- (3) 1:100,000
- (4) 1:152,000

30. 수직 항공사진에서 지상점의 사진 주점으로부터 반경거리가 80 mm이고 지물 높이가 60 m, 촬영고도가 1,200 m이다. 기복변위 $d=rh/H$ 는?

- (1) 1 mm
- (2) 4 mm
- (3) 6 mm
- (4) 10 mm

31. 한 변이 23 cm인 정사각형 항공사진의 평균축척이 1:20,000이다. 지형 고저차와 사진경사를 무시할 때 한 장이 포괄하는 지상면적은?

- (1) 5.29 km²
- (2) 10.58 km²
- (3) 21.16 km²
- (4) 42.32 km²

32. 항공사진 한 장의 비행방향 지상길이가 4.8 km이고 종중복도가 60%이다. 인접 촬영점 사이의 지상 기선길이는?

- (1) 0.96 km
- (2) 1.44 km
- (3) 2.88 km
- (4) 1.92 km

33. 항공 레이저측량(LiDAR)의 기본 거리관측 원리에 대한 설명으로 옳은 것은?

- (1) 레이저 펄스의 왕복시간과 광속을 이용해 센서와 반사점 사이 거리를 구하고, 센서 위치·자세와 결합해 3차원 점을 결정한다.
- (2) 지표의 색상만 분류하므로 거리나 높이는 직접 관측할 수 없다.
- (3) 두 표적의 눈금을 읽어 레이저 왕복시간 없이 표고차만 계산한다.
- (4) 위성 전파의 반송파 위상만 사용하므로 항공기 자세정보는 필요 없다.

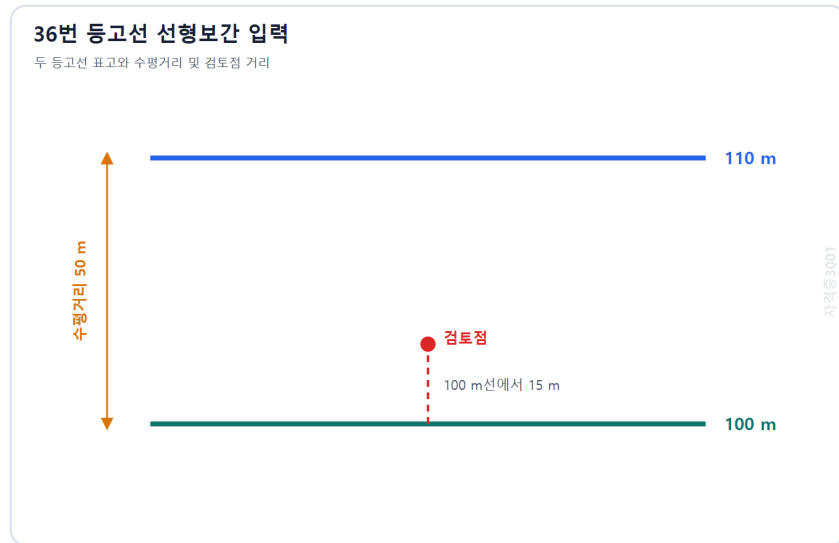
34. 어떤 지표의 근적외선 반사율이 0.62, 적색 반사율이 0.18이다. $NDVI=(NIR-Red)/(NIR+Red)$ 는?

- (1) 0.44
- (2) 0.55
- (3) 0.69
- (4) 0.80

35. GIS 벡터자료의 위상관계에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

- (1) 좌표가 없어도 모든 객체의 절대위치가 자동 결정된다는 뜻이다.
- (2) 래스터 셀의 분광값을 높이값으로 바꾸는 과정만을 뜻한다.
- (3) 선의 연결성, 면의 인접성·포함관계 등을 명시해 네트워크 추적과 공간오류 검사를 가능하게 한다.
- (4) 모든 선과 면을 하나의 이미지 픽셀로 병합해 객체 구분을 없앤다.

36. 균일경사면에서 표고 100 m와 110 m인 두 등고선 사이 수평거리가 50 m이다. 100 m 등고선에서 높은 쪽으로 15 m 떨어진 점의 표고를 선형보간하면?



- (1) 101 m
- (2) 102 m
- (3) 105 m
- (4) 103 m

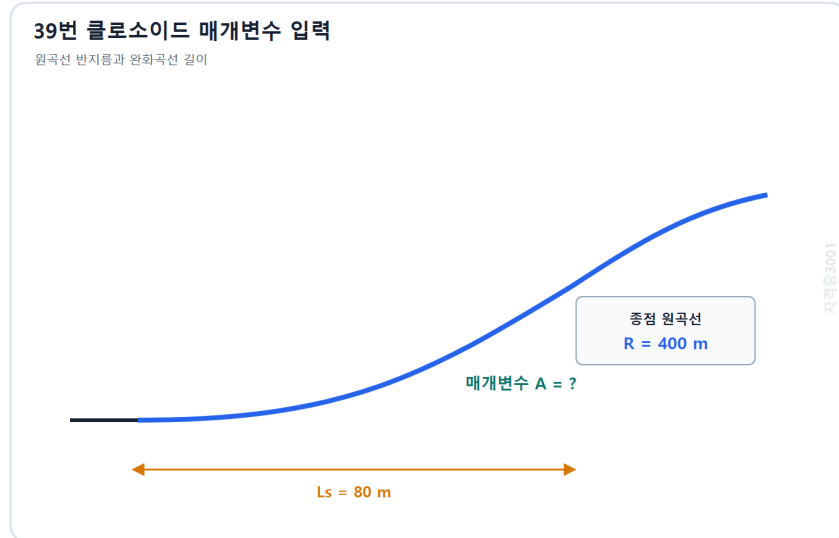
37. 반지름 300 m, 교각 50°인 단곡선에서 외선길이 $E=R[\sec(\Delta/2)-1]$ 은 약 얼마인가?

- (1) 31.0 m
- (2) 63.9 m
- (3) 127.9 m
- (4) 300.0 m

38. 반지름 280 m, 중심각 40°인 단곡선의 장현길이 $LC=2R\sin(\Delta/2)$ 는 약 얼마인가?

- (1) 95.8 m
- (2) 191.5 m
- (3) 244.0 m
- (4) 351.7 m

39. 원곡선 반지름 $R=400$ m, 완화곡선 길이 $L_s=80$ m인 클로소이드의 매개변수 $A=\sqrt{RL_s}$ 는 약 얼마인가?



- (1) 89.4 m
- (2) 160.0 m
- (3) 178.9 m
- (4) 320.0 m

40. 수심측량에서 순간 수면으로부터 해저까지 관측한 수심이 12.4 m이고, 관측시 조위가 기본수준면보다 1.3 m 높다. 관측수심을 기본수준면 기준 수심으로 보정하면?

- (1) 13.7 m
- (2) 12.4 m
- (3) 12.0 m
- (4) 11.1 m

수리학 및 수문학

41. 같은 높이에 있는 물 배관의 두 지점 A와 B를 수은 차압계로 연결했더니 수은면 높이 차가 0.18 m이고 A 쪽 수은면이 더 낮았다. 물의 밀도는 1000 kg/m^3 , 수은의 비중은 13.6일 때 $p_A - p_B$ 는 약 얼마인가?

- (1) 22.2 kPa
- (2) 17.7 kPa
- (3) 24.0 kPa
- (4) 2.22 kPa

42. 지름 40 mm의 원형관에서 동점성계수 $1.0 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ 인 물이 평균유속 0.020 m/s로 정상 흐른다. 길이 12 m 구간의 총류 마찰손실수두는 약 얼마인가?

- (1) 0.000245 m
- (2) 0.000489 m
- (3) 0.00122 m
- (4) 0.00489 m

43. 단면을 같은 넓이의 두 부분으로 나누었을 때 각 부분의 유속이 각각 1.0 m/s와 3.0 m/s이다. 운동에너지 보정계수 α 는 얼마인가?

- (1) 1.25
- (2) 1.50
- (3) 1.75
- (4) 2.00

44. 수조 측벽의 작은 원형 오리피스 중심이 자유수면 아래 2.5 m에 있다. 실제 유출속도가 6.30 m/s라면 속도계수 C_v 는 약 얼마인가? 중력가속도는 9.81 m/s^2 이다.

- (1) 0.82
- (2) 0.86
- (3) 0.94
- (4) 0.90

45. 폭 2.4 m의 광정수로에서 월류수두가 0.80 m이고 유량식 $Q=1.70bH^{3/2}$ 을 적용한다. 월류량은 약 얼마인가?

- (1) $2.92 \text{ m}^3/\text{s}$
- (2) $2.28 \text{ m}^3/\text{s}$
- (3) $3.65 \text{ m}^3/\text{s}$
- (4) $4.08 \text{ m}^3/\text{s}$

46. 직사각형 개수로의 단위폭당 유량이 $3.60 \text{ m}^2/\text{s}$ 일 때 임계수심에서의 최소 비에너지는 약 얼마인가? 중력가속도는 9.81 m/s^2 이다.

- (1) 1.10 m
- (2) 1.65 m
- (3) 2.20 m
- (4) 2.70 m

47. 직사각형 수로에서 도수 직전 수심이 0.40 m이고 Froude 수가 5.0이다. 도수 후 대응수심은 약 얼마인가?

- (1) 1.84 m
- (2) 2.20 m
- (3) 2.64 m
- (4) 3.20 m

48. 환경사 수로에서 등류수심 $y_n=2.0$ m, 임계수심 $y_c=1.1$ m이고 어느 구간의 실제 수심이 2.6 m이다. 이 점을 지나는 점변류 수면곡선의 분류는?

- (1) M2
- (2) S1
- (3) M3
- (4) M1

49. 유량 $0.075 \text{ m}^3/\text{s}$ 의 물을 총양정 28 m로 양수한다. 펌프 효율이 78%일 때 필요한 축동력은 약 얼마인가? 물의 단위중량은 9.81 kN/m^3 이다.

- (1) 26.4 kW
- (2) 20.6 kW
- (3) 32.8 kW
- (4) 36.5 kW

50. 길이와 Darcy 마찰계수가 같은 두 병렬관의 지름이 각각 0.20 m와 0.40 m이다. 총유량이 $0.666 \text{ m}^3/\text{s}$ 이고 국부손실을 무시할 때 작은 관의 유량은 약 얼마인가?



- (1) $0.060 \text{ m}^3/\text{s}$
- (2) $0.100 \text{ m}^3/\text{s}$
- (3) $0.166 \text{ m}^3/\text{s}$
- (4) $0.333 \text{ m}^3/\text{s}$

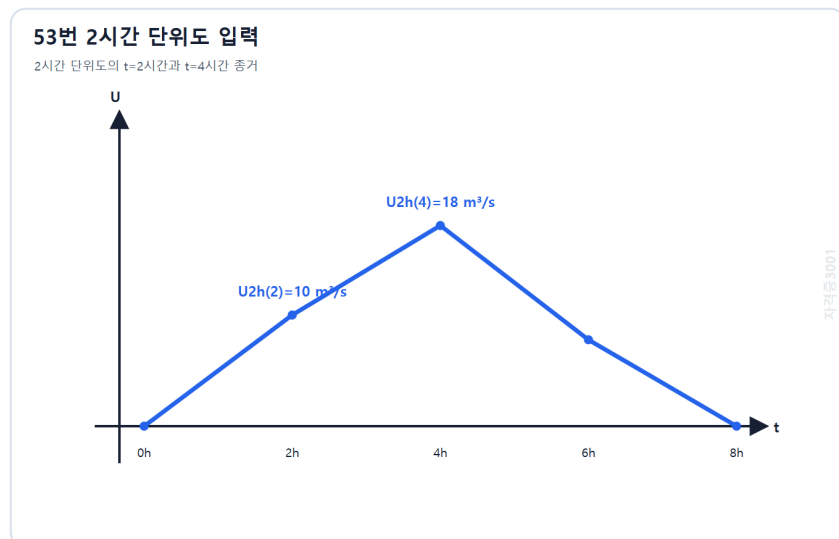
51. 세 우량계의 Thiessen 지배면적이 각각 18 km^2 , 27 km^2 , 15 km^2 이고 같은 호우의 관측강우량이 각각 42 mm , 58 mm , 76 mm 이다. 유역평균강우량은?

- (1) 52.8 mm
- (2) 56.4 mm
- (3) 57.7 mm
- (4) 58.8 mm

52. 0.5시간 간격 강우강도가 차례로 $10, 30, 50, 20 \text{ mm/h}$ 이고 총 직접유출고가 30 mm 였다. 강우손실을 일정한 ϕ -index로 나타낼 때 ϕ -index는 얼마인가?

- (1) 10.0 mm/h
- (2) 12.5 mm/h
- (3) 15.0 mm/h
- (4) 13.3 mm/h

53. 2시간 단위도의 총거가 $t=2$ 시간에서 $10 \text{ m}^3/\text{s}$, $t=4$ 시간에서 $18 \text{ m}^3/\text{s}$ 이다. 이 단위도를 이용해 만든 4시간 단위도의 $t=4$ 시간 총거는 얼마인가?



- (1) $14 \text{ m}^3/\text{s}$
- (2) $12 \text{ m}^3/\text{s}$
- (3) $9 \text{ m}^3/\text{s}$
- (4) $18 \text{ m}^3/\text{s}$

54. 유역이 2.0 km^2 의 녹지($C=0.55$)와 1.5 km^2 의 시가지($C=0.75$)로 이루어져 있다. 설계강우강도 65 mm/h 일 때 합리식에 의한 첨두유량은 약 얼마인가?

- (1) $30.1 \text{ m}^3/\text{s}$
- (2) $40.2 \text{ m}^3/\text{s}$
- (3) $34.7 \text{ m}^3/\text{s}$
- (4) $44.8 \text{ m}^3/\text{s}$

55. 재현기간 50년인 홍수가 앞으로 30년 동안 한 번 이상 발생할 확률은 약 얼마인가? 각 연도의 발생은 서로 독립이라고 본다.

- (1) 26.0%
- (2) 33.3%
- (3) 45.5%
- (4) 40.0%

56. 연최대홍수량의 평균이 $420 \text{ m}^3/\text{s}$, 표준편차가 $85 \text{ m}^3/\text{s}$ 이고 어떤 재현기간의 빈도계수가 1.65이다. 빈도계수법으로 추정된 홍수량은?

- (1) $505 \text{ m}^3/\text{s}$
- (2) $645 \text{ m}^3/\text{s}$
- (3) $713 \text{ m}^3/\text{s}$
- (4) $560 \text{ m}^3/\text{s}$

57. 저수지에서 1시간 동안 평균 유입량은 $42 \text{ m}^3/\text{s}$, 평균 방류량은 $30 \text{ m}^3/\text{s}$ 였다. 증발·침투를 무시할 때 이 시간 동안 저류량 증가는?

- (1) $43,200 \text{ m}^3$
- (2) $36,000 \text{ m}^3$
- (3) $72,000 \text{ m}^3$
- (4) $108,000 \text{ m}^3$

58. 면적 12 km^2 인 유역에 60 mm 의 호우가 내렸다. 20시간 동안 관측된 총 유출체적은 $480,000 \text{ m}^3$ 이고 일정한 기저유량이 $4.0 \text{ m}^3/\text{s}$ 였다면 직접유출계수는 약 얼마인가?

- (1) 0.20
- (2) 0.267
- (3) 0.40
- (4) 0.667

59. 어느 하천의 수위-유량 관계가 $Q=12(h-0.40)^{3/2}$ 로 주어졌다. 수위 $h=1.90 \text{ m}$ 일 때 유량은 약 얼마인가? Q 의 단위는 m^3/s , h 의 단위는 m 이다.

- (1) $16.5 \text{ m}^3/\text{s}$
- (2) $18.0 \text{ m}^3/\text{s}$
- (3) $22.0 \text{ m}^3/\text{s}$
- (4) $27.9 \text{ m}^3/\text{s}$

60. 피압대수층의 투수계수 $T=2.0 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ 이다. 정상상태 양수정에서 $r=10 \text{ m}$ 와 $r=100 \text{ m}$ 지점의 수두 차이가 3.0 m 라면 양수량은 약 얼마인가?

- (1) 7.4 L/s
- (2) 10.9 L/s
- (3) 13.7 L/s
- (4) 16.4 L/s

철근콘크리트 및 강구조

61. 폭 $b=300 \text{ mm}$, 유효깊이 $d=500 \text{ mm}$ 인 단철근 직사각형 보에 인장철근 $A_s=2000 \text{ mm}^2$ 가 배치되었다. $f_{ck}=24 \text{ MPa}$, $f_y=400 \text{ MPa}$ 이고 등가직사각형 압축응력블록 깊이를 $a=A_s f_y / (0.85 f_{ck} b)$ 로 계산할 때 공칭휨강도 M_n 은 약 얼마인가?

- (1) 348 kN·m
- (2) 296 kN·m
- (3) 400 kN·m
- (4) 435 kN·m

62. 다른 조건이 같은 인장철근의 기본정착길이가 $d_b \cdot f_y / \sqrt{f_{ck}}$ 에 비례한다고 본다. 기존 $d_b=25 \text{ mm}$, $f_y=400 \text{ MPa}$, $f_{ck}=27 \text{ MPa}$ 조건을 $d_b=22 \text{ mm}$, $f_y=500 \text{ MPa}$, $f_{ck}=36 \text{ MPa}$ 로 바꾸면 새 정착길이는 기존의 약 몇 %인가?

- (1) 82.5%
- (2) 95.3%
- (3) 110.0%
- (4) 127.0%

63. 네 변이 모두 보에 의해 지지된 직사각형 철근콘크리트 슬래브의 단변 순경간이 4.0 m , 장변 순경간이 7.2 m 이다. 하중 전달 거동에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

- (1) 장변 방향으로만 휨이 생기는 일방향 슬래브이다.
- (2) 지지조건과 무관하게 캔틸레버 슬래브로 본다.
- (3) 장변/단변=1.8이므로 두 방향 휨을 고려하는 이방향 슬래브이다.
- (4) 단변 방향 철근은 온도철근 역할만 하므로 구조검토가 불필요하다.

64. 한 방향 단면치수가 0.40 m 인 정사각형 기둥의 비지지길이가 3.6 m 이고 그 방향 유효길이계수 $k=0.80$ 이다. 직사각형 단면의 회전반경을 $r=h/\sqrt{12}$ 로 볼 때 세장비 kL/r 은 약 얼마인가?

- (1) 18.0
- (2) 20.8
- (3) 22.5
- (4) 24.9

65. 프리텐션 부재에서 긴장재 도심 위치의 콘크리트 압축응력이 12 MPa이고 긴장재 탄성계수 $E_p=200$ GPa, 콘크리트 탄성계수 $E_c=32$ GPa이다. 탄성수축에 의한 긴장재 응력손실을 $\Delta f_p=(E_p/E_c)f_c$ 로 계산하면 얼마인가?

- (1) 75 MPa
- (2) 50 MPa
- (3) 96 MPa
- (4) 125 MPa

66. 유효폭 1000 mm, 플랜지 두께 100 mm인 T형보에 인장철근 $A_s=2400$ mm²가 있고 $f_y=400$ MPa, $f_{ck}=27$ MPa이다. 등가압축블록 깊이 $a=A_s f_y / (0.85 f_{ck} b f)$ 는 약 얼마이며 압축블록은 어디에 위치하는가?

- (1) 31.4 mm, 플랜지 내부
- (2) 41.8 mm, 플랜지 내부
- (3) 104.6 mm, 웨브까지 진입
- (4) 125.5 mm, 웨브까지 진입

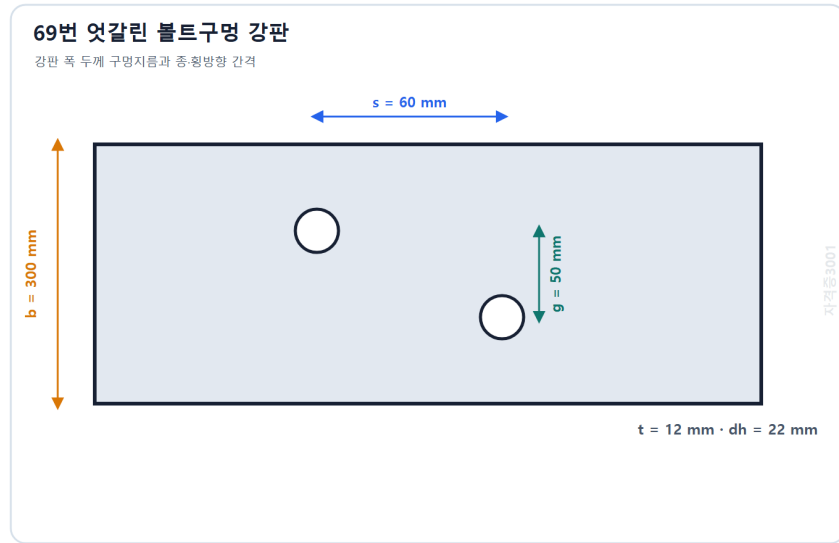
67. 얇은 벽 폐합단면에 비틀림모멘트 $T=120$ kN·m가 작용하고 벽 중심선으로 둘러싸인 면적 $A_o=0.35$ m²이다. Bredt 식 $q=T/(2A_o)$ 에 따른 전단흐름 q 는 약 얼마인가?

- (1) 86 kN/m
- (2) 120 kN/m
- (3) 171 kN/m
- (4) 343 kN/m

68. 사용하중과 총 인장철근량은 유지하면서 철근콘크리트 보의 휨균열 폭을 줄이려는 상세 변경으로 가장 직접적인 것은?

- (1) 같은 철근량을 더 적은 수의 굵은 철근으로 집중 배치한다.
- (2) 인장철근을 중립축 가까이 이동해 유효깊이를 줄인다.
- (3) 피복두께를 크게 늘려 균열면과 철근 사이 거리를 키운다.
- (4) 같은 철근량을 더 많은 수의 가는 철근으로 분산해 간격을 줄인다.

69. 폭 300 mm, 두께 12 mm인 강판 인장재에 지름 22 mm의 구멍 두 개가 엇갈려 있다. 지그재그 파단선에서 구멍 중심의 종방향 간격 $s=60$ mm, 횡방향 간격 $g=50$ mm일 때 순단면적 $A_n=(b-2d_h+s^2/4g)t$ 는?



- (1) 3288 mm²
- (2) 3072 mm²
- (3) 3336 mm²
- (4) 3600 mm²

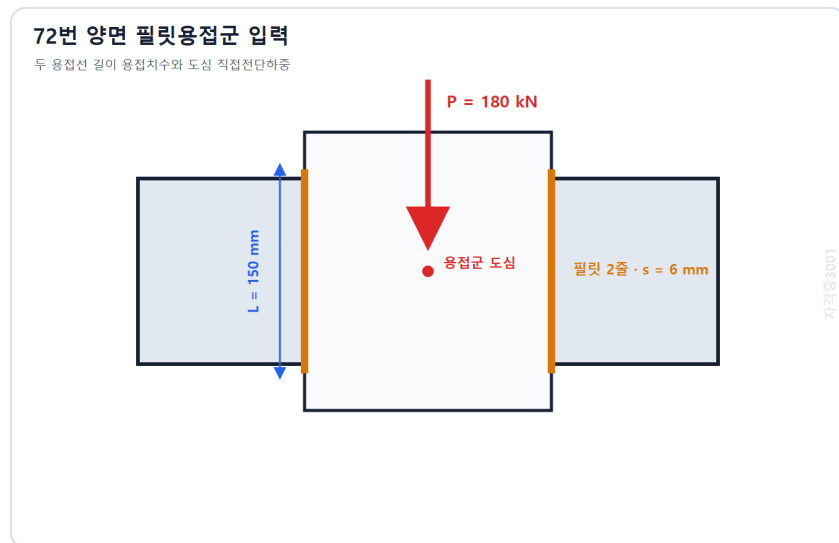
70. 강재 접합부에서 $F_y=275$ MPa, $F_u=410$ MPa이고 $A_{gv}=2400$ mm², $A_{nv}=2000$ mm², $A_{gt}=900$ mm², $A_{nt}=700$ mm²이다. 블록전단 공칭강도를 두 값 $R_1=0.6F_yA_{gv}+F_uA_{nt}$, $R_2=0.6F_uA_{nv}+F_yA_{gt}$ 중 작은 값으로 정하면 얼마인가?

- (1) 624 kN
- (2) 683 kN
- (3) 740 kN
- (4) 812 kN

71. 두께 10 mm, 인장강도 $F_u=400$ MPa인 강판에 지름 20 mm 볼트를 사용하며 하중방향 순연단거리 $L_c=40$ mm이다. 볼트 1개당 공칭지압강도를 $R_n=\min(1.2L_ctF_u, 2.4dtF_u)$ 로 계산하면?

- (1) 96 kN
- (2) 160 kN
- (3) 192 kN
- (4) 240 kN

72. 겹침이음 양쪽에 길이 150 mm인 필릿용접 두 줄을 배치했고 용접치수는 6 mm이다. 하중 180 kN이 용접군 도심에 직접 전단으로 작용할 때 유효목두께 0.707s를 사용한 평균전단응력은 약 얼마인가?



- (1) 70.7 MPa
- (2) 106 MPa
- (3) 127 MPa
- (4) 141 MPa

73. 양단 핀인 이상적인 강재 압축재의 길이 $L=4.0$ m, 탄성계수 $E=200$ GPa, 약축 단면2차모멘트 $I=8.0 \times 10^{-5}$ m⁴이다. Euler 임계하중은 약 얼마인가?

- (1) 9870 kN
- (2) 4935 kN
- (3) 19740 kN
- (4) 3140 kN

74. 동일한 강재 I형보에서 하중·단면·재료조건을 유지하고 압축플랜지의 횡지지 간격만 절반으로 줄였다. 탄성 횡비틀림좌굴에 대한 일반적인 영향으로 옳은 것은?

- (1) 비지지길이가 짧아지므로 임계모멘트가 감소한다.
- (2) 비지지길이가 짧아져 횡비틀림좌굴 임계모멘트가 증가한다.
- (3) 단면이 같으므로 임계모멘트는 횡지지 간격과 무관하다.
- (4) 횡지지는 압축플랜지가 아니라 인장플랜지 강도만 증가시킨다.

75. 완전합성보에서 전달해야 할 종방향 전단력이 900 kN이고 전단연결재 1개의 설계전단강도가 90 kN이다. 강도만 고려할 때 필요한 전단연결재의 최소 개수는?

- (1) 8개
- (2) 9개
- (3) 10개
- (4) 12개

76. 폭 200 mm, 높이 400 mm인 직사각형 강재단면의 항복강도 $F_y=300$ MPa이다. 소성단면계수 $Z_p=bh^2/4$ 를 사용한 소성모멘트 M_p 는 얼마인가?

- (1) 1200 kN·m
- (2) 1600 kN·m
- (3) 2000 kN·m
- (4) 2400 kN·m

77. 철근콘크리트 보에서 두 다리 수직스터럽의 한 다리 단면적이 100 mm^2 이고 $f_y=400$ MPa, 유효깊이 $d=500$ mm이다. 스테럽이 부담할 전단력 $V_s=200$ kN일 때 $V_s=Avfyd/s$ 로 구한 간격 s 는?

- (1) 200 mm
- (2) 150 mm
- (3) 250 mm
- (4) 400 mm

78. $400\text{ mm} \times 400\text{ mm}$ 정사각형 내부기둥 주변 슬래브의 유효깊이가 200 mm이다. 기둥면에서 $d/2$ 떨어진 위험단면의 둘레를 $b_o=4(c+d)$ 로 보고 계수전단력 $V_u=600$ kN일 때 평균 뚫림전단응력 $v_u=V_u/(b_o d)$ 는?

- (1) 0.83 MPa
- (2) 1.25 MPa
- (3) 1.67 MPa
- (4) 2.50 MPa

79. 철근콘크리트 보의 극한상태에서 콘크리트 압축연단 변형률이 0.003, 인장철근 변형률이 0.005이고 유효깊이 $d=550$ mm이다. 평면유지 가정에 따른 중립축 깊이 c 는 약 얼마인가?

- (1) 165 mm
- (2) 183 mm
- (3) 206 mm
- (4) 220 mm

80. 횡이동이 완전히 억제되고 양단 회전도 완전히 고정된 이상적인 등단면 압축재의 Euler 좌굴 유효길이계수 K 는?

- (1) 1.0
- (2) 2.0
- (3) 0.7
- (4) 0.5

토질 및 기초

81. 토립자 비중 $G_s=2.72$ 이고 건조단위중량이 17.0 kN/m^3 인 흙의 간극비는 약 얼마인가? 물의 단위중량은 9.81 kN/m^3 로 한다.

- (1) 0.57
- (2) 0.42
- (3) 0.68
- (4) 0.81

82. 간극비 $e=0.75$, 토립자 비중 $G_s=2.65$ 인 흙이 완전히 포화될 때의 함수비는 약 얼마인가?

- (1) 21.2%
- (2) 28.3%
- (3) 35.4%
- (4) 49.7%

83. 사질토의 최대간극비가 0.90, 최소간극비가 0.45이고 현장 간극비가 0.60이다. 상대밀도는 약 얼마인가?

- (1) 44.4%
- (2) 55.6%
- (3) 66.7%
- (4) 75.0%

84. 습윤 토시료의 질량과 체적이 각각 52 g, 28 cm^3 이고 건조 후 질량과 체적이 각각 40 g, 20 cm^3 이다. 물의 밀도를 1 g/cm^3 로 할 때 수축한계는 얼마인가?

- (1) 4%
- (2) 6%
- (3) 8%
- (4) 10%

85. 실내 다짐시험의 최대건조단위중량이 18.5 kN/m^3 이고 현장 건조단위중량이 17.6 kN/m^3 일 때 상대다짐도는 약 얼마인가?

- (1) 95.1%
- (2) 90.4%
- (3) 97.8%
- (4) 105.1%

86. 변수위 투수시험에서 스탠드파이프 단면적 0.8 cm^2 , 시료 길이 12 cm , 시료 단면적 60 cm^2 , 경과시간 180 s 이고 수두가 80 cm 에서 20 cm 로 낮아졌다. 투수계수는 약 얼마인가? 자연로그를 사용한다.

- (1) $6.16 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$
- (2) $1.23 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$
- (3) $2.46 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$
- (4) $4.93 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$

87. 등방성 지반의 유선망에서 투수계수 $k=3.0 \times 10^{-5} \text{ m/s}$, 전수두차 $H=8 \text{ m}$, 유로 수 $N_f=4$, 등수두강하 수 $N_d=10$ 이다. 단위 폭당 침투유량은 얼마인가?

- (1) $4.8 \times 10^{-5} \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$
- (2) $7.2 \times 10^{-5} \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$
- (3) $9.6 \times 10^{-5} \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$
- (4) $1.2 \times 10^{-4} \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$

88. 전수두차 12 m 를 8개의 등수두강하로 나눈 유선망이 있다. 상류 경계에서 등수두강하를 정확히 5회 지난 지점의 잔류압력수두를 위치수두 보정 없이 구하면, 간극수압은 얼마인가? $\gamma_w=9.8 \text{ kN/m}^3$ 이다.

- (1) 14.7 kPa
- (2) 29.4 kPa
- (3) 36.8 kPa
- (4) 44.1 kPa

89. 포화 모래의 임계동수경사가 0.85 로 측정되었다. 물의 단위중량을 9.8 kN/m^3 로 할 때 이 모래의 수중단위중량 γ' 은 얼마인가?

- (1) 8.33 kN/m^3
- (2) 6.86 kN/m^3
- (3) 9.80 kN/m^3
- (4) 11.53 kN/m^3

90. 투수계수 $2.0 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ 인 포화토 시료의 흐름 단면적은 0.030 m^2 이다. 시료 길이 1.2 m 에 수두차 0.60 m 가 유지될 때 Darcy 유량은 얼마인가?

- (1) $1.5 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$
- (2) $3.0 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$
- (3) $6.0 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$
- (4) $1.2 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$

91. 양면배수 점토층의 최대배수거리가 1.5 m이고 50% 압밀에 90일이 걸렸다. $U=50\%$ 에서 $T_v=0.197$ 일 때 압밀계수 c_v 는 약 얼마인가?

- (1) $1.90 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$
- (2) $3.80 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$
- (3) $5.70 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$
- (4) $7.60 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$

92. 일차압밀 종료 시 두께 4.0 m, 간극비 0.80인 점토층의 이차압축지수 $C_\alpha=0.020$ 이다. 시간비 $t_2/t_1=10$ 동안의 이차압밀침하량은 약 얼마인가?

- (1) 22 mm
- (2) 33 mm
- (3) 40 mm
- (4) 44 mm

93. 포화 점토의 일축압축시험에서 파괴 시 축응력이 160 kPa였다. $\phi_u=0$ 으로 보는 경우 비배수전단강도 s_u 는 얼마인가?

- (1) 80 kPa
- (2) 40 kPa
- (3) 120 kPa
- (4) 160 kPa

94. 직경 0.06 m, 높이 0.12 m인 베인을 점토에서 회전시켰더니 파괴토크가 19.8 N·m였다. $T=s_u(\pi D^2 H/2 + \pi D^3/6)$ 을 적용할 때 비배수전단강도는 약 얼마인가?

- (1) 18 kPa
- (2) 25 kPa
- (3) 32 kPa
- (4) 40 kPa

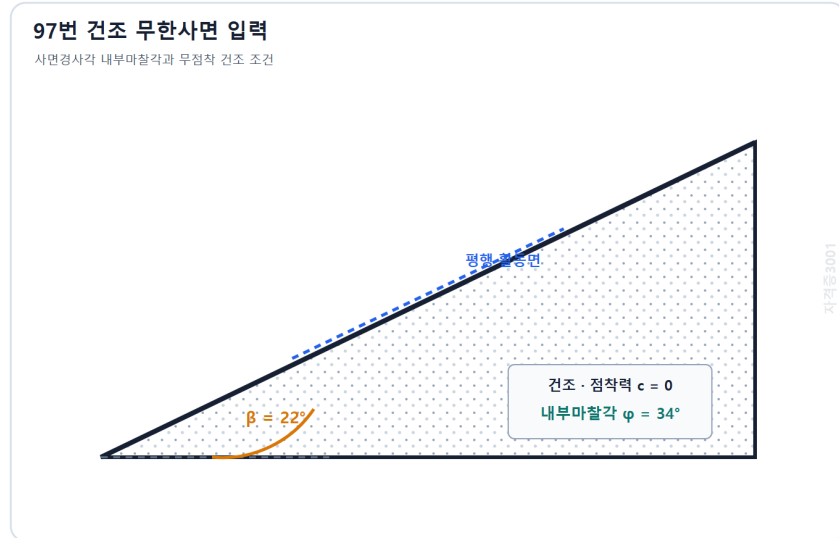
95. 정지토압계수를 Jaky 식 $K_0=1-\sin\phi'$ 로 구한다. $\phi'=35^\circ$, 수중단위중량 10 kN/m^3 인 수평 사질토 지반에서 지표 등분포하중 20 kPa가 작용할 때 깊이 6 m의 유효수평응력은 약 얼마인가?

- (1) 22.9 kPa
- (2) 28.7 kPa
- (3) 34.1 kPa
- (4) 45.9 kPa

96. 높이 4 m인 수직벽 앞의 수평 사질토가 $\gamma=18 \text{ kN/m}^3$, $c=0$, $\phi=30^\circ$ 이다. Rankine 수동토압 합력은 얼마인가? 지하수와 상재하중은 없다.

- (1) 144 kN/m
- (2) 216 kN/m
- (3) 324 kN/m
- (4) 432 kN/m

97. 점착력이 없는 건조 사면의 경사각이 22° 이고 흙의 내부마찰각이 34° 이다. 평행한 무한사면의 활동에 대한 안전율은 약 얼마인가?



- (1) 1.67
- (2) 1.25
- (3) 1.92
- (4) 2.34

98. 기초저면의 상재압 $q=36 \text{ kPa}$ 이고 총 극한지지력 $q_{ult}=540 \text{ kPa}$ 이다. 순극한지지력에 안전율 3을 적용한 뒤 상재압을 더하는 방법으로 구한 총 허용지지력은 얼마인가?

- (1) 168 kPa
- (2) 204 kPa
- (3) 180 kPa
- (4) 216 kPa

99. 폭 $B=3.0 \text{ m}$ 인 직사각형 기초에 하중 편심 $e=0.35 \text{ m}$ 가 폭 방향으로 작용한다. Meyerhof 유효폭 개념 $B'=B-2e$ 를 적용하면 유효폭은 얼마인가?

- (1) 1.95 m
- (2) 2.15 m
- (3) 2.30 m
- (4) 2.65 m

100. 단일말뚝의 극한 주면마찰력은 600 kN, 극한 선단지지력은 900 kN이다. 지반 지지력에 안전율 2.5를 적용하고 말뚝 재료의 허용축력이 550 kN일 때 최종 허용지지력은 얼마인가?

- (1) 480 kN
- (2) 500 kN
- (3) 600 kN
- (4) 550 kN

상하수도공학

101. 2010년 인구가 60,000명이고 2020년 인구가 72,600명인 도시가 과거 10년과 같은 등비 증가율을 유지한다고 가정한다. 등비급수법으로 산정한 2030년 계획인구는 얼마인가?

- (1) 87,846명
- (2) 84,600명
- (3) 86,400명
- (4) 90,750명

102. 급수인구 30,000명인 지역의 연간 계량급수량이 3,285,000 m³일 때 1인 1일 평균급수량은 얼마인가? 1년은 365일로 한다.

- (1) 270 L/(인·일)
- (2) 300 L/(인·일)
- (3) 330 L/(인·일)
- (4) 365 L/(인·일)

103. 정수장에서 배수지로 보내야 하는 순 송수량이 20,000 m³/일이다. 정수장 자체사용률은 취수량의 5%, 도수·송수 손실률은 그 나머지 물량의 3%일 때 필요한 취수량은 약 얼마인가?

- (1) 20,600 m³/일
- (2) 21,050 m³/일
- (3) 21,700 m³/일
- (4) 22,450 m³/일

104. 펌프가 물 0.150 m³/s를 전양정 42 m로 양수한다. 펌프와 전동기를 합한 효율이 75%일 때 필요한 입력동력은 약 얼마인가? 물의 단위중량은 9.81 kN/m³이다.

- (1) 61.8 kW
- (2) 70.7 kW
- (3) 77.3 kW
- (4) 82.4 kW

105. 길이 800 m, 관경 0.40 m인 원형관에 물이 평균유속 1.50 m/s로 흐른다. Darcy 마찰계수 $f=0.022$ 일 때 Darcy-Weisbach식으로 구한 마찰손실수두는 약 얼마인가? $g=9.81 \text{ m/s}^2$ 이다.

- (1) 5.05 m
- (2) 4.04 m
- (3) 6.73 m
- (4) 9.90 m

106. 양 끝의 수두가 같은 두 지점을 길이·관경·조도가 모두 동일한 관 3개로 병렬 연결하였다. 전체 유량이 $0.180 \text{ m}^3/\text{s}$ 이고 각 관에 밸브 등 추가 손실이 없다면 한 관의 유량은 얼마인가?

- (1) $0.045 \text{ m}^3/\text{s}$
- (2) $0.060 \text{ m}^3/\text{s}$
- (3) $0.090 \text{ m}^3/\text{s}$
- (4) $0.180 \text{ m}^3/\text{s}$

107. 유효저수용량이 $30,000 \text{ m}^3$ 인 저수지에서 하루 평균 $7,500 \text{ m}^3$ 가 유입되고 같은 양이 유출되어 수위가 일정하다. 완전혼합을 가정한 명목 체류시간은 얼마인가?

- (1) 2.5일
- (2) 3.0일
- (3) 4.0일
- (4) 5.5일

108. 직사각형 침전지 2지가 병렬 운전되며 각 지에는 길이 12 m인 월류웨어가 양쪽에 하나씩 있다. 총 처리유량이 $9,600 \text{ m}^3/\text{일}$ 일 때 전체 웨어월류부하는 얼마인가?

- (1) $100 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{일})$
- (2) $150 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{일})$
- (3) $180 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{일})$
- (4) $200 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{일})$

109. 기계식 플록형성지의 평균 속도경사 G 가 60 s^{-1} 이고 체류시간이 25분일 때 플록형성 지표 GT 는 얼마인가?

- (1) 90,000
- (2) 72,000
- (3) 36,000
- (4) 15,000

110. 수온 조건에서 물의 동점성이 아니라 점성계수 $\mu=0.001 \text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ 이고, 플록형성지 용적 $V=300 \text{ m}^3$, 속도경사 $G=40 \text{ s}^{-1}$ 이다. 이론적으로 필요한 교반동력 $P=\mu VG^2$ 은 얼마인가?

- (1) 320 W
- (2) 480 W
- (3) 600 W
- (4) 1,200 W

111. 이상적인 독립입자 침전지의 표면부하율이 1.0 m/h 이고 어떤 입자군의 침강속도가 0.70 m/h 이다. 유입수가 깊이 방향으로 균일하게 분포한다고 할 때 이 입자군의 이론 제거율은 얼마인가?

- (1) 50%
- (2) 60%
- (3) 70%
- (4) 100%

112. 급속여과지의 정지 상태 여재층 두께가 0.75 m 이다. 역세척 때 여재층이 원래 두께의 25%만큼 팽창한다면 팽창 후 여재층 두께는 약 얼마인가?

- (1) 0.80 m
- (2) 0.85 m
- (3) 0.90 m
- (4) 0.94 m

113. 페놀프탈레인 알칼리도가 0이고 총알칼리도가 $180 \text{ mg/L as CaCO}_3$ 인 물에서 알칼리도가 모두 HCO_3^- 에 의한 것이라 할 때 HCO_3^- 농도는 약 얼마인가? HCO_3^- 의 당량량은 61이다.

- (1) 220 mg/L
- (2) 180 mg/L
- (3) 148 mg/L
- (4) 110 mg/L

114. 소독 접촉조 유출부의 유효 잔류소독제 농도가 0.80 mg/L 이고 유효 접촉시간이 35분일 때 CT값은 얼마인가?

- (1) 22 mg·min/L
- (2) 28 mg·min/L
- (3) 35 mg·min/L
- (4) 43.8 mg·min/L

115. 처리유량 $8,000 \text{ m}^3/\text{일}$ 에 유효염소 2.5 mg/L 를 주입하려 한다. 유효염소 10% 용액의 밀도를 1.0 kg/L 로 볼 때 필요한 용액 주입률은 약 얼마인가?

- (1) 5.0 L/h
- (2) 6.7 L/h
- (3) 8.3 L/h
- (4) 20.0 L/h

116. 연수용 이온교환수지 2.0 m^3 의 교환용량이 수지 1 m^3 당 50 kg as CaCO_3 이다. 유입수 경도가 $200 \text{ mg/L as CaCO}_3$ 이고 파과 전까지 용량을 모두 이용한다고 할 때 처리 가능한 물의 양은 얼마인가?

- (1) 250 m^3
- (2) 400 m^3
- (3) 450 m^3
- (4) 500 m^3

117. 강우가 없는 날 분류식 오수관의 하수처리장 유입량은 $7,200 \text{ m}^3/\text{일}$ 이고, 급수량과 물 사용 자료로 추정된 생활·영업 오수량은 $6,000 \text{ m}^3/\text{일}$ 이다. 다른 유입원이 없다면 침입수량은 얼마인가?

- (1) $1,200 \text{ m}^3/\text{일}$
- (2) $900 \text{ m}^3/\text{일}$
- (3) $600 \text{ m}^3/\text{일}$
- (4) $200 \text{ m}^3/\text{일}$

118. 수평류 침사지의 유효길이가 15 m 이고 평균 수평유속이 0.30 m/s 로 일정하다. 단락류를 무시할 때 이론 체류시간은 얼마인가?

- (1) 30초
- (2) 50초
- (3) 75초
- (4) 90초

119. 어떤 파셜플룸의 자유흐름 유량식이 $Q=1.50H^{1.5}$ 로 주어졌다. 상류 수두 H 가 0.40 m 일 때 유량은 약 얼마인가? Q 의 단위는 m^3/s 이다.

- (1) $0.240 \text{ m}^3/\text{s}$
- (2) $0.316 \text{ m}^3/\text{s}$
- (3) $0.379 \text{ m}^3/\text{s}$
- (4) $0.600 \text{ m}^3/\text{s}$

120. 합류식 하수도의 우천 시 유입량이 30분 동안 $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$ 로 일정하고, 하류 처리시설로 보낼 수 있는 유량은 같은 시간 동안 $1.4 \text{ m}^3/\text{s}$ 이다. 초기 저류량이 0일 때 필요한 최소 조정조 용량은 얼마인가?

- (1) 990 m^3
- (2) $1,320 \text{ m}^3$
- (3) $1,650 \text{ m}^3$
- (4) $1,980 \text{ m}^3$

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