

2026년 2회 토목기사 필기 출제기준 기반 모의고사

자료 성격: 자체제작 · CBT 시행기간 2026-05-09~2026-05-29 · 문항 수: 120 · 근거 기준일: 2026-08-24

성명		점수	/ 100
----	--	----	-------

실제 CBT 원문이 아니라 2026~2027 공식 출제기준에 맞춰 자격증3001이 독립 작성한 문제 전용 학습지입니다.
정답과 해설은 license.3001.co.kr의 같은 제목 게시물에서 확인하세요.

응용역학

1. 고리가 매끄러운 수평 가이드에 끼워져 있어 가이드가 수직반력만 제공한다. 고리에 오른쪽 수평력 12 kN이 작용하고, 케이블이 수평선과 30°를 이루며 왼쪽 위로 당길 때 고리가 평형을 이루기 위한 케이블 장력은?

- (1) 13.86 kN
- (2) 10.39 kN
- (3) 12.00 kN
- (4) 24.00 kN

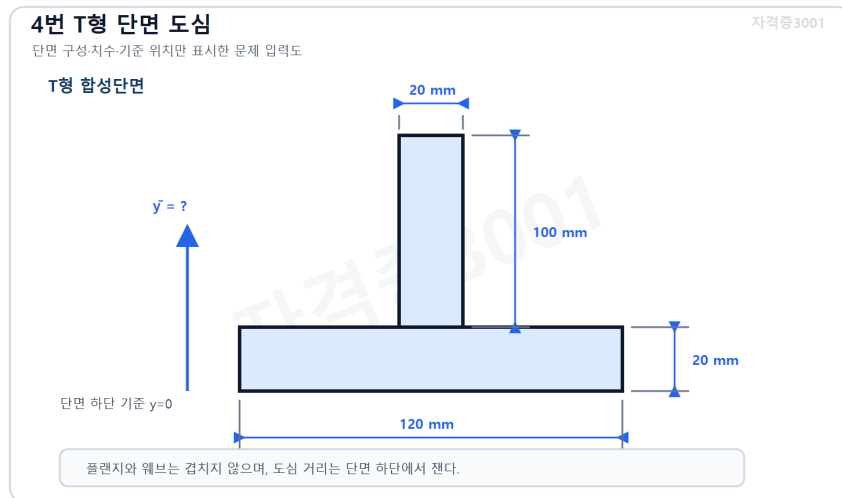
2. 점 O를 원점으로 할 때 위치 ($x=3$ m, $y=2$ m)에서 $F_x=6$ kN, $F_y=8$ kN인 힘이 작용한다. O점에 대한 모멘트는?

- (1) 36 kN·m, 시계방향
- (2) 12 kN·m, 반시계방향
- (3) 12 kN·m, 시계방향
- (4) 20 kN·m, 반시계방향

3. 직선 부재의 A점에서 오른쪽으로 2 m 떨어진 곳에 20 kN, 6 m 떨어진 곳에 30 kN의 평행한 하중이 같은 방향으로 작용한다. 합력의 작용점은 A에서 얼마인가?

- (1) 3.20 m
- (2) 4.00 m
- (3) 4.40 m
- (4) 5.20 m

4. 폭 120 mm, 두께 20 mm인 수평 플랜지 위 중앙에 폭 20 mm, 높이 100 mm인 웨브가 겹침 없이 놓인 T형 단면이 있다. 단면 하단에서 도심까지의 거리는?



- (1) 30.00 mm
- (2) 33.64 mm
- (3) 35.00 mm
- (4) 37.27 mm

5. 폭 100 mm, 높이 200 mm인 직사각형 단면의 도심 수평축에서 위로 50 mm 떨어진 평행축에 대한 단면2차모멘트는?

- (1) $1.167 \times 10^8 \text{ mm}^4$
- (2) $6.667 \times 10^7 \text{ mm}^4$
- (3) $5.000 \times 10^7 \text{ mm}^4$
- (4) $1.667 \times 10^8 \text{ mm}^4$

6. 같은 축력 120 kN을 받는 직렬 강봉이 있다. 첫 구간은 $L=1,500 \text{ mm}$, $A=600 \text{ mm}^2$, 둘째 구간은 $L=1,000 \text{ mm}$, $A=400 \text{ mm}^2$ 이고 $E=200,000 \text{ MPa}$ 로 같다. 전체 신장량은?

- (1) 1.50 mm
- (2) 3.00 mm
- (3) 4.50 mm
- (4) 6.00 mm

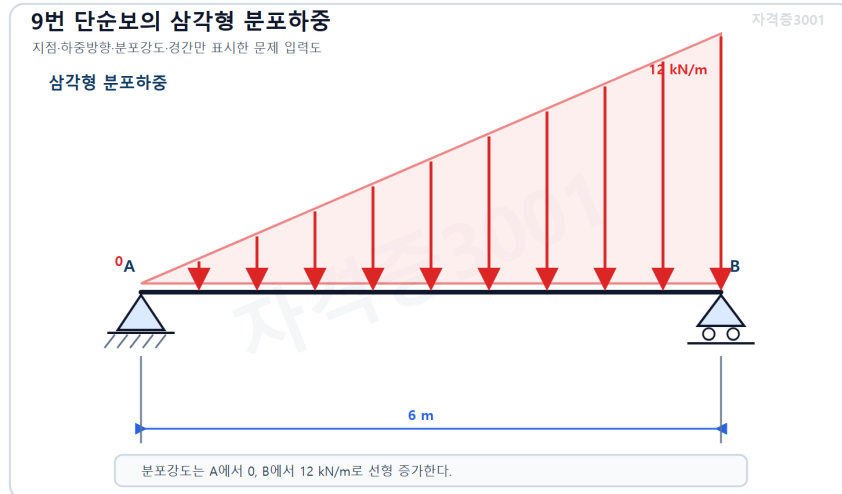
7. 일축 인장을 받는 재료의 축방향 변형률이 $+800 \mu\epsilon$ 이고 포아송비가 0.25일 때 횡방향 변형률은?

- (1) $+200 \mu\epsilon$
- (2) $-800 \mu\epsilon$
- (3) $-200 \mu\epsilon$
- (4) $+3,200 \mu\epsilon$

8. 길이 2,000 mm, 단면적 1,000 mm²인 선형탄성 강봉에 축력 100 kN이 서서히 작용한다. E=200,000 MPa일 때 저장되는 변형에너지는?

- (1) 12.5 J
- (2) 25 J
- (3) 100 J
- (4) 50 J

9. 경간 6 m인 단순보에 A점에서 0, B점에서 12 kN/m가 되는 삼각형 분포하중이 전 경간에 작용한다. A점 수직반력은?



- (1) 12 kN
- (2) 18 kN
- (3) 24 kN
- (4) 36 kN

10. 지점 A와 B의 간격이 4 m이고 B 오른쪽으로 2 m 돌출된 보가 있다. A에서 2 m 위치에 20 kN, 돌출단에 10 kN의 집중하중이 아래로 작용할 때 A점 반력은?

- (1) 5 kN, 하향
- (2) 5 kN, 상향
- (3) 15 kN, 상향
- (4) 25 kN, 상향

11. 경간 8 m인 단순보에서 A로부터 2 m에 12 kN, 6 m에 20 kN의 집중하중이 작용한다. 최대 휨모멘트의 크기는?

- (1) 28 kN·m
- (2) 32 kN·m
- (3) 36 kN·m
- (4) 48 kN·m

12. 지름 60 mm인 원형 실단면의 도심축에 대한 탄성단면계수 Z 는?

- (1) 10,603 mm³
- (2) 16,964 mm³
- (3) 21,600 mm³
- (4) 21,206 mm³

13. 한 점의 평면응력 상태가 $\sigma_x=80$ MPa, $\sigma_y=20$ MPa, $\tau_{xy}=30$ MPa이다. 최대 주응력은?

- (1) 92.43 MPa
- (2) 50.00 MPa
- (3) 110.00 MPa
- (4) 42.43 MPa

14. 지름 50 mm인 원형 실축에 2.0 kN·m의 비틀림모멘트가 작용한다. 최대 비틀림 전단응력은?

- (1) 40.7 MPa
- (2) 81.5 MPa
- (3) 101.9 MPa
- (4) 163.0 MPa

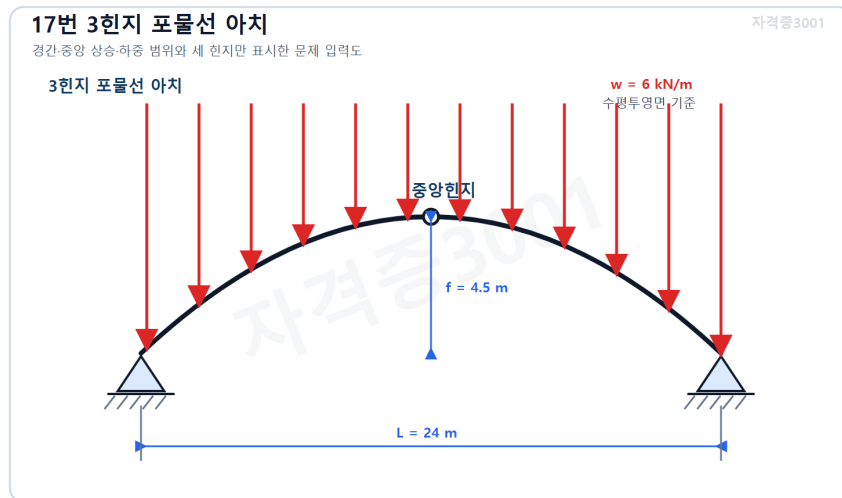
15. 선형탄성 구조물의 변형에너지 U 가 하중 P 의 함수로 표현되어 있다. Castigliano의 제2정리에 따라 P 작용점의 P 방향 변위는?

- (1) U/P
- (2) $P(\partial U/\partial P)$
- (3) $\partial U/\partial P$
- (4) $\partial P/\partial U$

16. 선형탄성 구조물의 두 점 A와 B에서 같은 방향으로 단위하중을 번갈아 작용시킨다. Maxwell-Betti 상반정리에 맞는 관계는?

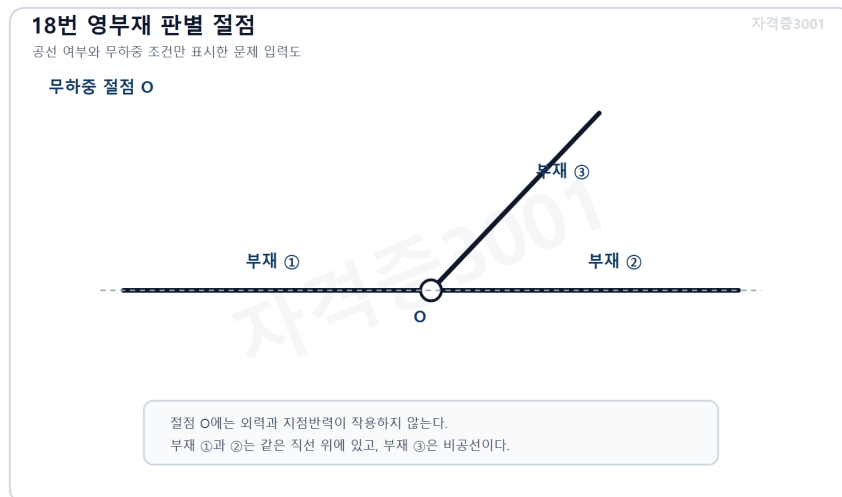
- (1) 재료가 비선형이어야만 상반관계가 성립한다.
- (2) 정정구조에서만 상반관계를 사용할 수 있다.
- (3) A 하중에 의한 B 변위와 B 하중에 의한 A 변위의 합은 항상 0이다.
- (4) A 하중에 의한 B 변위와 B 하중에 의한 A 변위는 서로 같다.

17. 경간 24 m, 중앙 상승 4.5 m인 3힌지 포물선 아치에 수평투영면 기준 6 kN/m의 등분포하중이 전 구간에 작용한다. 수평추력은?



- (1) 96 kN
- (2) 48 kN
- (3) 144 kN
- (4) 192 kN

18. 평면 트러스의 한 무하중 절점에 부재 3개가 연결되고, 그중 2개 부재가 서로 일직선상에 있다. 이 절점의 영부재는?

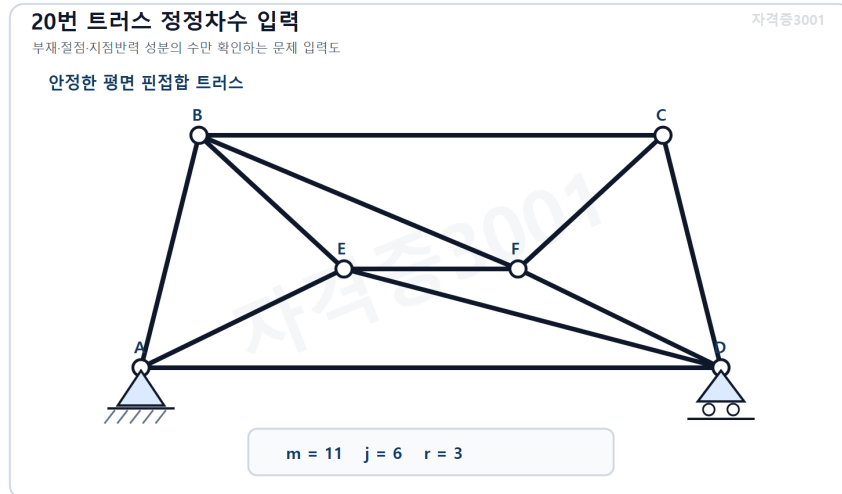


- (1) 일직선상 두 부재가 모두 영부재이다.
- (2) 일직선상에 있지 않은 나머지 한 부재가 영부재이다.
- (3) 세 부재의 축력이 항상 서로 같다.
- (4) 지점반력을 계산하기 전에는 영부재를 판별할 수 없다.

19. 재료, 단면, 단부조건이 같은 이상적인 탄성기둥에서 부재길이만 L 에서 $L/2$ 로 줄이면 Euler 임계하중은 원래의 몇 배가 되는가?

- (1) 1/4배
- (2) 2배
- (3) 4배
- (4) 8배

20. 평면 핀접합 트러스의 부재 수 $m=11$, 절점 수 $j=6$, 외부 반력 성분 수 $r=3$ 이다. 안정한 형상이라고 할 때 정정차수 $m+r-2j$ 는?



- (1) -1
- (2) 0
- (3) 1
- (4) 2

측량학

21. 같은 거리를 두 방법으로 관측하여 50.20 m와 50.50 m를 얻었고, 각 관측의 중량이 각각 2와 1이다. 중량평균에 따른 최확값은?

- (1) 50.30 m
- (2) 50.35 m
- (3) 50.40 m
- (4) 50.45 m

22. 서로 독립인 두 점의 표고 표준오차가 각각 3 mm와 4 mm이다. 두 점 표고차의 표준오차는?

- (1) 1 mm
- (2) 5 mm
- (3) 7 mm
- (4) 12 mm

23. 측량의 우연오차가 정규분포를 따른다고 볼 때 가장 적절한 설명은?

- (1) 큰 오차가 작은 오차보다 더 자주 발생한다.
- (2) 오차의 부호는 항상 양수이다.
- (3) 같은 크기의 양·음 오차는 발생 가능성이 같고 작은 오차가 더 자주 나타난다.
- (4) 관측 횟수를 늘리면 계통오차가 자동으로 모두 제거된다.

24. 전자거리측정기의 거리 정확도가 $\pm(3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm} \times D)$ 이다. $D=1,200 \text{ m}$ 를 측정할 때 표시식에 따른 오차 한계의 크기는?

- (1) 2.4 mm
- (2) 3.0 mm
- (3) 4.2 mm
- (4) 5.4 mm

25. 방위가 S35°E로 표시된 축선의 방위각을 북쪽에서 시계방향으로 나타내면?

- (1) 145°
- (2) 35°
- (3) 215°
- (4) 325°

26. 길이 80.00 m, 방위각 330°인 축선의 위거 ΔN 과 경거 ΔE 는?

- (1) $\Delta N=+40.00 \text{ m}$, $\Delta E=-69.28 \text{ m}$
- (2) $\Delta N=+69.28 \text{ m}$, $\Delta E=-40.00 \text{ m}$
- (3) $\Delta N=-69.28 \text{ m}$, $\Delta E=+40.00 \text{ m}$
- (4) $\Delta N=+69.28 \text{ m}$, $\Delta E=+40.00 \text{ m}$

27. 폐합트래버스의 위거 폐합오차가 +0.12 m이고 총 측선길이가 600 m이다. Bowditch법으로 길이 150 m인 한 측선의 위거에 배분할 보정량은?



- (1) +0.03 m
- (2) -0.12 m
- (3) -0.03 m
- (4) +0.12 m

28. 표고 75.000 m인 기준점에서 시작한 수준측량의 후시 합이 6.215 m, 전시 합이 5.840 m이다. 마지막 점의 계산 표고는?

- (1) 74.625 m
- (2) 75.055 m
- (3) 76.375 m
- (4) 75.375 m

29. 레벨의 시준축 오차 영향을 줄이기 위한 관측 방법으로 가장 적절한 것은?

- (1) 한 기계 설치마다 후시거리와 전시거리를 가능한 같게 한다.
- (2) 항상 전시거리만 후시거리의 두 배로 한다.
- (3) 표척을 기울여 가장 큰 눈금을 읽는다.
- (4) 기포가 중앙에서 벗어난 상태로 모든 관측을 반복한다.

30. 수평시준으로 스타디아 측량을 하였던니 표척 협장차가 1.235 m였다. 승정수 $K=100$, 가정수 $C=0$ 일 때 수평거리는?

- (1) 12.35 m
- (2) 123.5 m
- (3) 100.0 m
- (4) 235.0 m

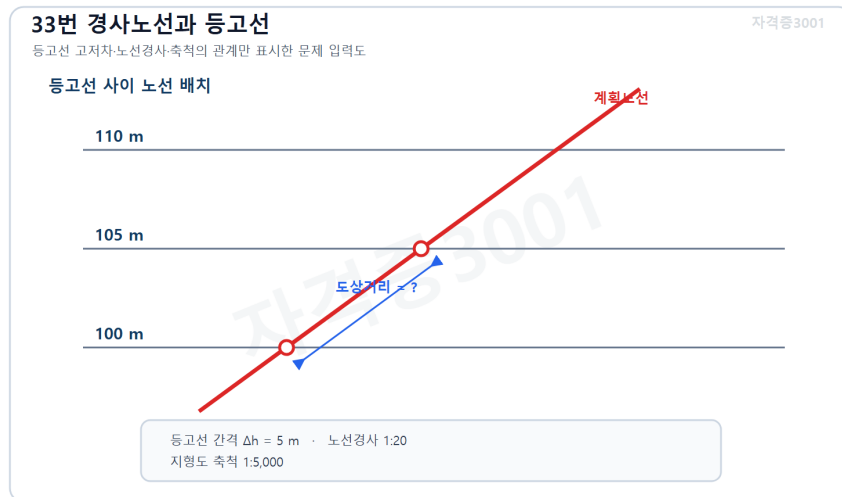
31. 토털스테이션의 일반적인 기능을 가장 적절하게 설명한 것은?

- (1) 수준기 없이 표고차만 직접 측정하는 기기이다.
- (2) 위성 신호만으로 기선벡터를 결정하는 수신기이다.
- (3) 전자적으로 각과 거리를 관측하고 좌표를 계산·저장할 수 있는 측량기기이다.
- (4) 항공사진의 영상좌표만 판독하는 도화기이다.

32. GNSS 측위에서 DOP 값의 의미를 설명한 것으로 옳은 것은?

- (1) DOP가 클수록 위성 기하가 좋아 항상 정확도가 높다.
- (2) DOP는 수신 안테나의 물리적 길이만 나타낸다.
- (3) DOP는 관측시간과 관계없이 항상 1로 고정된다.
- (4) 일반적으로 DOP가 작을수록 위성 배치에 따른 오차 증폭이 작다.

33. 축척 1:5,000 지형도에서 등고선 간격이 5 m이다. 경사 1:20인 노선을 등고선 사이에 표시할 때 인접 등고선 교점 사이의 도상거리는?



- (1) 20 mm
- (2) 5 mm
- (3) 50 mm
- (4) 100 mm

34. 반지름 $R=250 \text{ m}$, 교각 $\Delta=60^\circ$ 인 단곡선에서 외할 $E=R[\sec(\Delta/2)-1]$ 은?

- (1) 28.87 m
- (2) 38.68 m
- (3) 66.99 m
- (4) 261.80 m

35. 원곡선의 시점 PC와 종점 PT를 곧게 이으려 한다. 곡선반지름이 400 m이고 두 반지름 사이 각이 30°일 때 이 직선거리인 장현은?

- (1) 103.53 m
- (2) 209.44 m
- (3) 207.06 m
- (4) 400.00 m

36. 직선과 원곡선 사이에 완화곡선을 설치하는 주된 목적은?

- (1) 곡선 전 구간의 반지름을 무한대로 유지하기 위해
- (2) 노선의 종단경사를 항상 0으로 만들기 위해
- (3) 측점 간 수평거리를 모두 같게 하기 위해
- (4) 곡률과 편경사를 점진적으로 변화시켜 차량의 급격한 횡가속도 변화를 줄이기 위해

37. 길이 160 m인 포물선 종곡선이 진입경사 -1.0%와 이탈경사 +3.0%를 연결한다. 곡선시점에서 40 m 떨어진 점의 종곡선 경사는?

- (1) 0.0%
- (2) +0.5%
- (3) +1.0%
- (4) +2.0%

38. 두 단면 사이 거리가 30 m이고 양 끝 단면적이 40 m², 70 m², 중앙 단면적이 55 m²이다. 각주공식에 따른 토공 체적은?

- (1) 1,550 m³
- (2) 1,650 m³
- (3) 1,725 m³
- (4) 3,300 m³

39. 연직항공사진에서 초점거리 152 mm인 카메라가 평균지표면 위 1,520 m에서 촬영하였다. 지표면이 평탄하다고 볼 때 사진축척은?

- (1) 1:1,000
- (2) 1:5,000
- (3) 1:10,000
- (4) 1:100,000

40. 래스터 공간정보에서 공간해상도에 관한 설명으로 옳은 것은?

- (1) 픽셀 크기가 커질수록 더 작은 지물을 항상 잘 구분한다.
- (2) 공간해상도는 좌표계와 무관하므로 단위가 절대로 없다.
- (3) 같은 지역에서 픽셀 수가 적을수록 항상 더 세밀한 영상이다.
- (4) 일반적으로 지상 픽셀 크기가 작을수록 더 작은 공간 객체를 구분하기 쉽다.

수리학 및 수문학

41. 밀도가 850 kg/m^3 인 액체의 비중은 얼마인가? 단, 물의 밀도는 $1,000 \text{ kg/m}^3$ 로 한다.

- (1) 0.85
- (2) 0.085
- (3) 8.5
- (4) 850

42. 체적 0.75 m^3 인 물체가 물속에 완전히 잠겨 있다. 물의 단위중량이 9.81 kN/m^3 일 때 이 물체가 받는 부력은?

- (1) 5.89 kN
- (2) 7.36 kN
- (3) 9.81 kN
- (4) 13.08 kN

43. 지름 1.0 mm 인 깨끗한 유리관을 물에 세웠다. 물의 표면장력은 0.072 N/m , 접촉각은 0° , 단위중량은 $9,810 \text{ N/m}^3$ 일 때 모세관 상승고는 약 얼마인가?

- (1) 7.3 mm
- (2) 14.7 mm
- (3) 29.4 mm
- (4) 58.7 mm

44. 밀도 960 kg/m^3 , 점성계수 $1.20 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ 인 액체의 동점성계수는?

- (1) $8.00 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$
- (2) $9.60 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$
- (3) $1.15 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- (4) $1.25 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

45. 수평인 동일 지름 관의 두 단면에서 압력수두가 각각 18 m 와 13 m 이다. 두 단면의 평균유속은 같고 그 사이에 펌프와 터빈이 없을 때 손실수두는?

- (1) 5 m
- (2) 31 m
- (3) 2.5 m
- (4) 0 m

46. 지름 80 mm인 물 분류가 10 m/s의 속도로 평판에 수직 충돌한 뒤 진행방향 속도성분이 0이 된다. 물의 밀도를 $1,000 \text{ kg/m}^3$ 로 할 때 평판에 작용하는 힘은 약 얼마인가?

- (1) 0.251 kN
- (2) 0.503 kN
- (3) 0.785 kN
- (4) 1.005 kN

47. 펌프가 $0.050 \text{ m}^3/\text{s}$ 의 물에 18 m의 전양정을 부여한다. 펌프 효율이 75%이고 물의 단위중량이 9.81 kN/m^3 일 때 필요한 축동력은 약 얼마인가?

- (1) 8.83 kW
- (2) 10.35 kW
- (3) 11.77 kW
- (4) 13.24 kW

48. 관로의 밸브와 곡관 등에 대한 손실계수 합이 3.6이고 평균유속이 2.5 m/s이다. 중력가속도를 9.81 m/s^2 로 할 때 국부손실수두는 약 얼마인가?

- (1) 0.57 m
- (2) 0.92 m
- (3) 2.29 m
- (4) 1.15 m

49. 원형관 내 완전 발달 층류의 레이놀즈수가 800일 때 Darcy 마찰계수는?

- (1) 0.080
- (2) 0.040
- (3) 0.020
- (4) 0.010

50. 두 개의 관이 같은 상류 저수조와 하류 저수조 사이에 병렬로 연결되어 정상적으로 흐른다. 두 병렬 분기관에 공통으로 성립하는 조건은?

- (1) 두 관의 유량이 반드시 같다.
- (2) 두 관의 수두손실이 같다.
- (3) 두 관의 지름이 반드시 같다.
- (4) 두 관의 평균유속이 반드시 같다.

51. 직사각형 개수로에서 수심이 0.80 m, 평균유속이 2.0 m/s이다. 에너지보정계수는 1.0, 중력가속도는 9.81 m/s^2 일 때 수로 바닥을 기준으로 한 비에너지는 약 얼마인가?

- (1) 0.80 m
- (2) 0.90 m
- (3) 1.00 m
- (4) 1.20 m

52. 직사각형 개수로에서 도수 전 수심 $y_1=0.50$ m, Froude수 $Fr_1=3.0$ 이다. 운동량함수를 이용한 도수 후 공액수심 y_2 는 약 얼마인가?

- (1) 0.94 m
- (2) 1.25 m
- (3) 1.50 m
- (4) 1.89 m

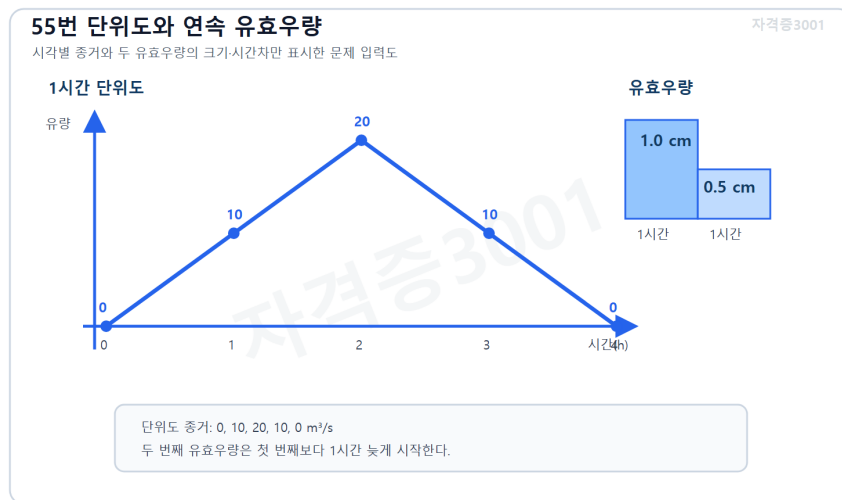
53. 단면적이 8.0 m^2 인 직사각형 개수로를 윤변이 최소가 되도록 설계할 때 폭 b 와 수심 y 의 조합은?

- (1) $b=4.0$ m, $y=2.0$ m
- (2) $b=8.0$ m, $y=1.0$ m
- (3) $b=2.0$ m, $y=4.0$ m
- (4) $b=5.0$ m, $y=1.6$ m

54. 수심 4.0 m인 넓고 얇은 수역에서 발생하는 장주기의 미소 중력파 속도를 $c=\sqrt{gy}$ 로 계산할 때 약 얼마인가? 중력가속도는 9.81 m/s^2 이다.

- (1) 4.43 m/s
- (2) 6.26 m/s
- (3) 8.86 m/s
- (4) 19.62 m/s

55. 1시간 단위도의 연속 시각별 총거가 0, 10, 20, 10, 0 m^3/s 이고, 유효우량이 첫 1시간에 1.0 cm, 다음 1시간에 0.5 cm 발생했다. 중첩으로 얻는 직접유출수문곡선의 첨두유량은?



- (1) $15 \text{ m}^3/\text{s}$
- (2) $20 \text{ m}^3/\text{s}$
- (3) $25 \text{ m}^3/\text{s}$
- (4) $30 \text{ m}^3/\text{s}$

56. 면적 12 km^2 인 유역에 25 mm 의 강우가 내렸고, 이 강우에 대한 직접유출계수가 0.40 이다. 직접유출 체적은?

- (1) $30,000 \text{ m}^3$
- (2) $75,000 \text{ m}^3$
- (3) $300,000 \text{ m}^3$
- (4) $120,000 \text{ m}^3$

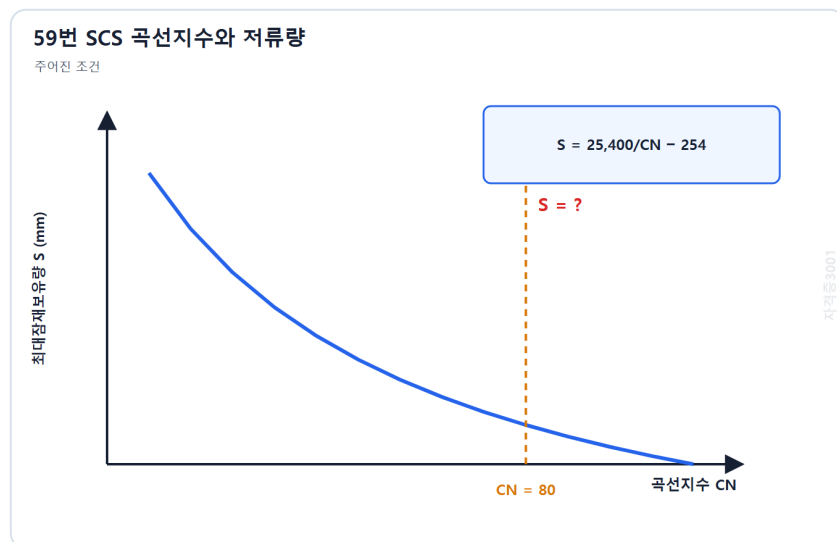
57. Horton 침투능 식 $f(t)=f_c+(f_0-f_c)e^{(-kt)}$ 를 사용한다. $f_0=50 \text{ mm/h}$, $f_c=10 \text{ mm/h}$, $k=2.0 \text{ h}^{-1}$ 일 때 강우 시작 1시간 후 침투능은 약 얼마인가?

- (1) 15.4 mm/h
- (2) 20.0 mm/h
- (3) 30.0 mm/h
- (4) 45.4 mm/h

58. 유역의 도달시간 또는 집중시간(time of concentration)에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

- (1) 강우가 시작된 뒤 토양이 완전히 포화될 때까지의 시간이다.
- (2) 유역에서 수리학적으로 가장 먼 지점의 유출수가 출구에 도달하는 데 필요한 시간이다.
- (3) 홍수수문곡선의 침투부터 기저유량으로 돌아갈 때까지의 시간이다.
- (4) 강우강도가 연평균강우량과 같아지는 시간이다.

59. SCS 유출곡선지수법에서 최대잠재보유량을 $S=25,400/\text{CN}-254(\text{mm})$ 로 계산한다. $\text{CN}=80$ 일 때 S 는?



- (1) 31.8 mm
- (2) 50.8 mm
- (3) 63.5 mm
- (4) 80.0 mm

60. 어떤 저수지에서 증발접시 관측량이 하루 8.0 mm이고 증발접시계수가 0.70이다. 같은 날의 저수지 수면 증발량은?

- (1) 4.8 mm
- (2) 5.0 mm
- (3) 5.4 mm
- (4) 5.6 mm

철근콘크리트 및 강구조

61. 철근콘크리트 부재에서 철근의 정착길이를 확보하는 주된 이유는?

- (1) 철근과 콘크리트 사이의 부착을 통해 철근력이 콘크리트로 안전하게 전달되도록 하기 위해
- (2) 콘크리트의 탄성계수를 철근과 같게 만들기 위해
- (3) 철근의 열팽창을 완전히 없애기 위해
- (4) 부재의 자중을 계산에서 제외하기 위해

62. 단철근 철근콘크리트 보를 인장철근이 먼저 항복하는 과소철근 단면으로 설계할 때 기대하는 주된 거동은?

- (1) 콘크리트가 예고 없이 먼저 압축파괴한다.
- (2) 철근 항복과 큰 변형이 선행되어 비교적 연성적인 파괴 징후를 보인다.
- (3) 휨균열이 전혀 발생하지 않는다.
- (4) 전단강도가 자동으로 무한대가 된다.

63. 철근콘크리트 보의 휨해석에서 사용하는 변형률 적합조건으로 옳은 것은?

- (1) 중립축에서 변형률이 항상 최대이다.
- (2) 콘크리트와 철근의 변형률은 위치와 관계없이 모두 같다.
- (3) 휨 전의 평면 단면은 휨 후에도 평면을 유지한다고 본다.
- (4) 철근과 콘크리트 사이에는 항상 완전한 미끄럼이 발생한다고 본다.

64. 폭 300 mm, 전체 깊이 500 mm인 직사각형 콘크리트 보의 파괴계수 $f_r=3.0$ MPa이다. 총단면2차모멘트 $I_g=bh^3/12$, 인장연단거리 $y_t=h/2$ 로 할 때 균열모멘트 $M_{cr}=f_r I_g/y_t$ 는?

- (1) 18.75 kN·m
- (2) 25.0 kN·m
- (3) 31.25 kN·m
- (4) 37.5 kN·m

65. 철근콘크리트 보에서 한 간격 안의 스테럽 유효단면적 $A_v=200 \text{ mm}^2$, 스테럽 항복강도 $f_{yt}=400 \text{ MPa}$, 유효깊이 $d=450 \text{ mm}$, 간격 $s=200 \text{ mm}$ 이다. $V_s=A_v f_{yt} d/s$ 로 계산한 전단철근의 공칭전단강도는?

- (1) 180 kN
- (2) 90 kN
- (3) 225 kN
- (4) 360 kN

66. 복철근 직사각형 보에서 압축철근을 배치하는 효과로 가장 적절한 것은?

- (1) 콘크리트의 인장강도를 무한대로 만든다.
- (2) 제한된 단면에서 추가 휨강도를 확보하고 장기처짐 및 연성 거동 개선에 도움을 줄 수 있다.
- (3) 전단철근 없이도 모든 사인장균열을 방지한다.
- (4) 부착응력이 없어도 철근력을 전달한다.

67. 철근콘크리트 기둥의 축력-휨모멘트 상관거동에 대한 설명으로 옳은 것은?

- (1) 편심이 증가해도 휨모멘트는 항상 0이다.
- (2) 순수축압축 강도와 순수휨 강도는 동시에 각각의 최대값을 발휘한다.
- (3) 일반적으로 압축력의 편심이 증가하면 휨의 영향이 커지고 발휘 가능한 축압축력은 감소한다.
- (4) 상관도는 단면과 재료강도에 관계없이 모든 기둥에서 같다.

68. 곡선 배치된 포스트텐션 긴장재를 한쪽 끝에서 긴장할 때, 긴장단에서 멀어질수록 긴장력이 감소하는 주된 즉시손실 원인은?

- (1) 콘크리트의 건조수축만
- (2) 콘크리트의 장기 크리프만
- (3) 강재의 장기 릴랙세이션만
- (4) 덱트 곡률과 긴장재의 파상에 따른 마찰

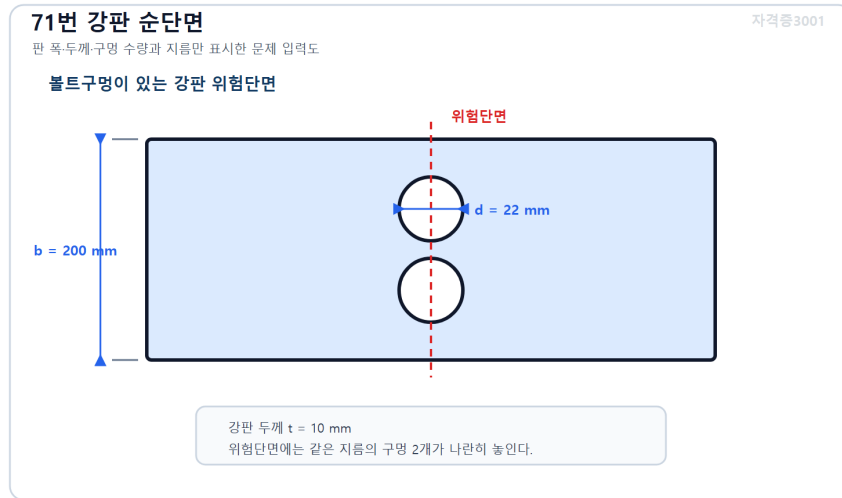
69. 철근콘크리트 부재에서 콘크리트 피복의 기능으로 가장 적절한 것은?

- (1) 철근을 부식과 화재 영향으로부터 보호하고 부착 및 시공에 필요한 콘크리트 두께를 확보한다.
- (2) 철근의 항복강도를 자동으로 두 배로 높인다.
- (3) 콘크리트 내부의 모든 균열을 영구적으로 제거한다.
- (4) 부재에 작용하는 고정하중을 0으로 만든다.

70. 철근콘크리트 부재가 비틀림을 받을 때 폐쇄형 스테럽과 종방향 철근의 조합을 사용하는 주된 이유는?

- (1) 콘크리트의 단위중량을 감소시키기 위해
- (2) 균열 후 공간트러스와 유사한 저항기구를 형성해 비틀림 전단흐름과 종방향 힘을 전달하기 위해
- (3) 휨모멘트를 항상 0으로 만들기 위해
- (4) 철근과 콘크리트의 부착을 없애기 위해

71. 폭 200 mm, 두께 10 mm인 강판의 위험단면에 지름 22 mm의 볼트구멍 두 개가 나란히 놓여 있다. 구멍 공제를 단순 적용한 순단면적은?



- (1) $1,220 \text{ mm}^2$
- (2) $1,440 \text{ mm}^2$
- (3) $1,560 \text{ mm}^2$
- (4) $2,000 \text{ mm}^2$

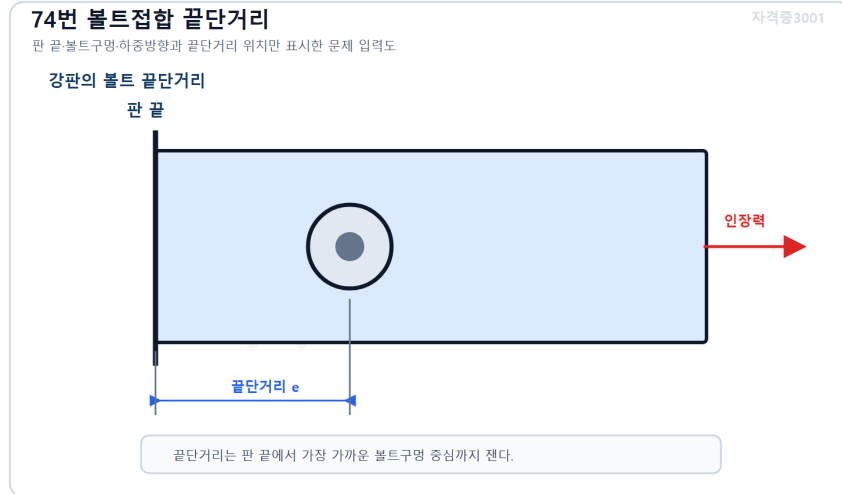
72. 두께 12 mm인 강판에 지름 20 mm 볼트 한 개가 120 kN의 힘을 전달한다. 투영지압면적을 dt 로 볼 때 강판의 평균지압응력은?

- (1) 250 MPa
- (2) 400 MPa
- (3) 480 MPa
- (4) 500 MPa

73. 볼트 4개가 접합부 도심에서 x, y 방향으로 각각 $\pm 50 \text{ mm}$ 인 정사각형 모서리에 배치되어 있다. 도심에 80 kN의 수직 직접전단과 12 kN·m의 모멘트가 함께 작용할 때 탄성법으로 구한 볼트의 최대 합성전단력은? 단, 직접전단은 균등분담하고 모멘트 전단은 도심거리 r 에 비례한다.

- (1) 58.3 kN
- (2) 42.4 kN
- (3) 50.0 kN
- (4) 62.0 kN

74. 강판의 볼트접합에서 볼트구멍과 판 끝 사이의 끝단거리를 충분히 확보하는 주된 구조적 이유는?



- (1) 볼트의 탄성계수를 증가시키기 위해
- (2) 볼트 앞쪽 강판의 지압 및 찢김 파괴 가능성을 줄이기 위해
- (3) 강판의 자중을 없애기 위해
- (4) 볼트 축력을 항상 0으로 만들기 위해

75. 폭 200 mm, 높이 300 mm인 직사각형 강재 단면의 항복강도 $F_y=275$ MPa이다. 강축에 대한 소성단면계수 $Z_p=bh^2/4$ 를 사용할 때 소성모멘트 $M_p=F_yZ_p$ 는?

- (1) 618.8 kN·m
- (2) 825.0 kN·m
- (3) 1,237.5 kN·m
- (4) 2,475.0 kN·m

76. 강재 압축재의 좌굴강도에 대한 잔류응력의 영향으로 가장 적절한 것은?

- (1) 잔류응력은 모든 압축재의 좌굴강도를 반드시 증가시킨다.
- (2) 잔류응력은 부재 길이와 관계없이 Euler 탄성좌굴하중을 정확히 두 배로 만든다.
- (3) 잔류응력이 있으면 국부좌굴과 전체좌굴이 모두 불가능해진다.
- (4) 단면 일부가 일찍 항복하게 하여 특히 중간 세장비 영역의 비탄성 좌굴강도를 낮출 수 있다.

77. 강재 I형보의 웨브가 높이 600 mm, 두께 10 mm이고 전단력 360 kN을 부담한다. 웨브가 전단력을 균등하게 부담한다고 단순화할 때 평균전단응력은?

- (1) 60 MPa
- (2) 36 MPa
- (3) 72 MPa
- (4) 120 MPa

78. 강구조의 미끄럼방지 고장력볼트 접합에서 사용하중 단계의 미끄럼을 저항하는 주된 기구는?

- (1) 볼트 구멍과 볼트 몸통 사이의 지압만
- (2) 볼트 축력으로 압착된 접합면 사이의 마찰
- (3) 볼트의 열팽창에 따른 직경 증가
- (4) 강판 자중에 의한 수직반력

79. 용접부 결함 중 언더컷(undercut)에 대한 설명으로 옳은 것은?

- (1) 용접금속 내부에 기체가 갇혀 생긴 구형 공동만을 뜻한다.
- (2) 용접금속이 전혀 녹지 않은 모재 표면을 뜻한다.
- (3) 용접 비드 가장자리의 모재가 파여 홈이 남는 결함이다.
- (4) 용접 후 강재의 탄성계수가 증가하는 현상이다.

80. 강재와 콘크리트가 함께 축력을 부담하는 합성기둥의 일반적인 구조적 특징으로 가장 적절한 것은?

- (1) 콘크리트는 존재하지만 축력에는 전혀 기여하지 않는다.
- (2) 강재는 시공 중에만 역할하고 완성 후에는 모든 힘이 0이 된다.
- (3) 두 재료를 함께 사용하면 국부좌굴과 구속효과를 전혀 고려할 필요가 없다.
- (4) 강재와 콘크리트가 축력을 분담하며, 단면 형식에 따라 콘크리트의 강재 좌굴 억제와 강재의 콘크리트 구속효과를 활용할 수 있다.

토질 및 기초

81. 입도분포곡선에서 $D_{10}=0.12\text{ mm}$, $D_{30}=0.30\text{ mm}$, $D_{60}=0.72\text{ mm}$ 로 읽었다. 균등계수 C_u 와 곡률계수 C_c 의 조합은?

- (1) $C_u=2.5$, $C_c=0.60$
- (2) $C_u=6.0$, $C_c=1.04$
- (3) $C_u=6.0$, $C_c=2.50$
- (4) $C_u=0.17$, $C_c=0.96$

82. 액성한계 $LL=54\%$, 소성한계 $PL=26\%$ 인 점토의 자연함수비가 40% 이다. 액성지수 LI 는?

- (1) -0.50
- (2) 0.25
- (3) 1.00
- (4) 0.50

83. 간극비 $e=0.65$ 인 흙의 간극률 n 은 약 얼마인가?

- (1) 39.4%
- (2) 35.0%
- (3) 65.0%
- (4) 165.0%

84. Stokes 법칙이 성립하는 동일 유체에서 구형 토립자 A의 지름은 0.02 mm, B의 지름은 0.06 mm이다. 두 입자의 비중이 같을 때 B의 침강속도는 A의 몇 배인가?

- (1) 3배
- (2) 6배
- (3) 9배
- (4) 27배

85. 얇은 관 시료채취기의 외경 $D_o=76$ mm, 내경 $D_i=72$ mm이다. 면적비 $A_r=(D_o^2-D_i^2)/D_i^2 \times 100$ 으로 계산한 값과 시료 교란에 대한 일반적 해석의 조합은?

- (1) 약 11.4%, 면적비가 작을수록 시료 교란을 줄이는 데 유리하다.
- (2) 약 5.6%, 면적비가 클수록 시료 교란을 줄이는 데 유리하다.
- (3) 약 22.8%, 면적비는 시료 교란과 관계가 없다.
- (4) 약 89.7%, 관벽이 두꺼울수록 항상 불교란 시료에 유리하다.

86. 포화토의 Darcy 유속이 1.8×10^{-5} m/s이고 간극률이 0.36이다. 평균 침투유속은?

- (1) 6.48×10^{-6} m/s
- (2) 5.0×10^{-5} m/s
- (3) 1.8×10^{-5} m/s
- (4) 6.5×10^{-5} m/s

87. 등방성 지반의 2차원 흐름망에서 투수계수 $k=2.5 \times 10^{-5}$ m/s, 전수두차 $H=7.2$ m, 유로 수 $N_f=3$, 등수두강하 수 $N_d=9$ 이다. 단위폭당 침투유량은?

- (1) 2.0×10^{-5} m³/(s·m)
- (2) 4.5×10^{-5} m³/(s·m)
- (3) 1.8×10^{-4} m³/(s·m)
- (4) 6.0×10^{-5} m³/(s·m)

88. 포화지반의 어느 점에서 상부 토층에 의한 총연직응력이 195 kPa이고, 그 점의 압력수두가 14.0 m로 측정되었다. 물의 단위중량이 9.81 kN/m³일 때 그 점의 유효연직응력은 약 얼마인가?

- (1) 37.7 kPa
- (2) 97.7 kPa
- (3) 57.7 kPa
- (4) 137.3 kPa

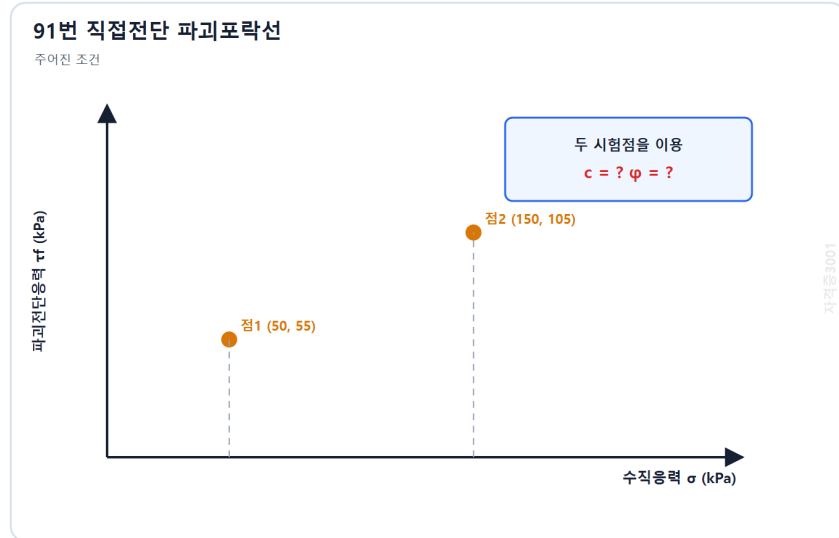
89. 두께 6.0 m인 점토층이 양면배수 조건에 있고 120일 후 목표 평균압밀도에 해당하는 시간계수 $T_v=0.287$ 이다. 압밀계수 c_v 는 약 얼마인가?

- (1) 0.00718 m²/일
- (2) 0.0144 m²/일
- (3) 0.0861 m²/일
- (4) 0.0215 m²/일

90. 1차 압밀 종료 시 두께 $H=5.0$ m, 간극비 $e_p=0.80$ 인 점토층의 2차압밀계수 $C_\alpha=0.018$ 이다. 시간비 $t_2/t_1=100$ 일 때 $S=C_\alpha H/(1+e_p) \cdot \log_{10}(t_2/t_1)$ 로 계산한 2차압밀침하량은?

- (1) 0.100 m
- (2) 0.050 m
- (3) 0.180 m
- (4) 0.360 m

91. 동일한 흙의 직접전단시험에서 유효수직응력 50 kPa일 때 파괴전단응력 55 kPa, 유효수직응력 150 kPa일 때 파괴전단응력 105 kPa를 얻었다. Mohr-Coulomb 강도정수 c 와 ϕ 는 약 얼마인가?



- (1) $c=5$ kPa, $\phi=45.0^\circ$
- (2) $c=30$ kPa, $\phi=45.0^\circ$
- (3) $c=30$ kPa, $\phi=26.6^\circ$
- (4) $c=55$ kPa, $\phi=26.6^\circ$

92. 점토의 불교란 시료 비배수전단강도가 96 kPa이고 완전히 재성형한 시료의 비배수전단강도가 24 kPa이다. 예민비 S_t 는?

- (1) 2
- (2) 4
- (3) 24
- (4) 72

93. 정규압밀 사질토의 내부마찰각이 32° 이다. Jaky의 식 $K_0=1-\sin\phi$ 로 구한 정지토압계수는 약 얼마인가?

- (1) 0.31
- (2) 0.47
- (3) 0.62
- (4) 1.53

94. 벽면마찰을 무시한 수평지반의 사질토에서 내부마찰각 $\phi=28^\circ$ 이다. Rankine 수동토압계수 $K_p=(1+\sin\phi)/(1-\sin\phi)$ 는 약 얼마인가?

- (1) 0.36
- (2) 1.88
- (3) 2.77
- (4) 3.69

95. 폭 $B=1.8$ m인 연속기초가 깊이 $D_f=1.2$ m에 놓인다. $c=12$ kPa, $\gamma=19$ kN/m³이고 지지력계수 $N_c=18$, $N_q=8$, $N_\gamma=6$ 이다. $q_{ult}=cN_c+\gamma D_f N_q+0.5\gamma B N_\gamma$ 로 구한 총극한지지력은?

- (1) 501 kPa
- (2) 399 kPa
- (3) 604 kPa
- (4) 717 kPa

96. 폭 $B=2.4$ m인 직사각형 기초에 한 축 방향 편심 $e=0.20$ m가 작용한다. 유효폭법 $B'=B-2e$ 를 사용할 때 유효폭은?

- (1) 1.60 m
- (2) 1.80 m
- (3) 2.20 m
- (4) 2.00 m

97. 연약점토층에 설치한 말뚝 주변 지반이 성토하중으로 말뚝보다 더 크게 침하할 때 발생하는 부마찰력에 대한 설명으로 옳은 것은?

- (1) 항상 말뚝의 허용지지력을 증가시키는 상향력이다.
- (2) 말뚝 선단에서만 발생하며 주면과는 관계없다.
- (3) 말뚝 주면을 따라 아래쪽으로 작용하여 축하중을 증가시킬 수 있다.
- (4) 지반과 말뚝의 상대변위가 없어도 반드시 최대값이 발생한다.

98. 지름 0.40 m, 길이 15 m인 원형 말뚝의 단위 선단저항 $q_b=4,000$ kPa, 평균 단위 주면마찰력 $f_s=30$ kPa이다. $Q_{ult}=q_b A_b+f_s A_s$ 로 구한 극한지지력은 약 얼마인가?

- (1) 503 kN
- (2) 754 kN
- (3) 943 kN
- (4) 1,068 kN

99. 건조한 무점착 사면의 경사각 $\beta=20^\circ$, 흙의 내부마찰각 $\phi=34^\circ$ 이다. 무한사면의 안전율을 $FS=\tan\phi/\tan\beta$ 로 계산하면 약 얼마인가?

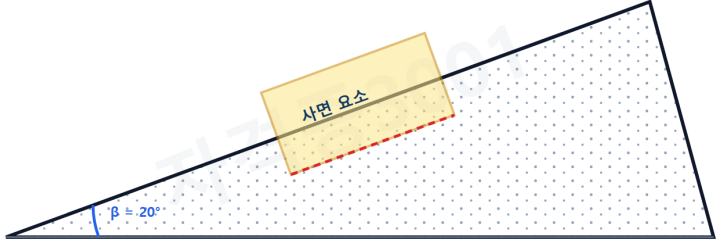
99번 건조 무점착 무한사면

사면경사각과 흙의 내부마찰각을 분리해 표시한 문제 입력도

건조 무점착 무한사면

자격증3001

흙의 조건
 $c = 0$ $\phi = 34^\circ$



건조 상태이며 점착력은 없고, 사면경사와 내부마찰각을 구분한다.

- (1) 1.18
- (2) 1.85
- (3) 2.43
- (4) 0.54

100. 두꺼운 연약점토층에 연직배수재(PVD)를 촘촘히 설치하고 성토 선행재하를 병행하는 주된 목적은?

- (1) 수평방향 배수거리를 줄여 압밀을 촉진하고 사용 전 침하를 앞당긴다.
- (2) 점토의 토립자 비중을 영구적으로 크게 만든다.
- (3) 간극수의 점성을 0으로 만들어 즉시 배수시킨다.
- (4) 배수 없이 점토의 압밀계수를 반드시 감소시킨다.

상하수도공학

101. 현재 인구가 72,000명인 도시가 매년 1.2%씩 일정 비율로 증가한다고 본다. 등비증가법으로 12년 후 계획인구를 구하면 약 얼마인가?

- (1) 78,900명
- (2) 81,600명
- (3) 83,100명
- (4) 90,700명

102. 호수나 저수지에서 계절별 수질과 수위 변화에 대응해 여러 높이 중 적절한 층의 원수를 선택 취수하기에 가장 알맞은 시설은?

- (1) 취수탑
- (2) 집수매거
- (3) 얕은 우물
- (4) 침사지

103. 응집 공정에서 양전하를 띤 금속염 응집제를 주입하는 핵심 목적을 가장 적절히 설명한 것은?

- (1) 물의 점도를 0으로 만들어 입자를 즉시 침전시킨다.
- (2) 모든 용존염을 기화시켜 제거한다.
- (3) 원수의 온도를 높여 미생물을 완전히 사멸한다.
- (4) 콜로이드의 전기적 반발을 줄여 입자가 서로 뭉칠 수 있게 불안정화한다.

104. 침전 중 입자들이 서로 충돌·결합하여 크기와 침강속도가 계속 변하는 응집성 침전을 평가할 때 가장 적절한 방법은?

- (1) 단일 입자의 Stokes 종말속도만으로 제거율을 확정한다.
- (2) 침전칼럼에서 깊이와 시간별 농도 변화를 측정한다.
- (3) 관로의 마찰손실수두만 측정한다.
- (4) 염소 잔류농도만으로 침전성을 판정한다.

105. 급속여과지를 역세척해야 할 시점을 판단하는 운전지표의 조합으로 가장 적절한 것은?

- (1) 원수 수온과 취수탑 높이만 본다.
- (2) 배수지 유효용량과 송수관 길이만 본다.
- (3) 응집제 저장량만 감소하면 즉시 역세척한다.
- (4) 여과손실수두가 한계에 이르거나 여과수 수질이 악화되는지를 본다.

106. 암모니아성 질소가 포함된 물의 파괴점 염소처리에 대한 설명으로 옳은 것은?

- (1) 염소를 더 주입할수록 잔류염소는 처음부터 끝까지 항상 0이다.
- (2) 파괴점 이후에는 결합잔류염소만 계속 증가하고 유리잔류염소는 나타나지 않는다.
- (3) 염소요구량과 결합잔류물질의 산화가 진행된 뒤 파괴점을 지나면 유리잔류염소가 증가한다.
- (4) 파괴점은 응집 플록의 침강속도가 최대가 되는 점이다.

107. 오존 소독을 염소 소독과 비교한 설명으로 옳은 것은?

- (1) 오존은 강한 산화력을 가지지만 배·급수계통에 지속되는 잔류소독 효과는 작다.
- (2) 오존은 산화력이 없어 맛·냄새 물질 처리에 사용할 수 없다.
- (3) 오존은 물에 한 번 주입하면 관망 끝까지 항상 일정 농도로 남는다.
- (4) 오존은 소독제가 아니라 침사지의 모래 제거장치다.

108. 정수처리에서 분말활성탄이나 입상활성탄을 사용하는 주된 처리원리는?

- (1) 물속의 모든 이온을 중력으로 가라앉힌다.
- (2) 넓은 비표면적에 맛·냄새 및 미량 유기물질을 흡착한다.
- (3) 물의 온도를 끓는점까지 높여 병원체를 제거한다.
- (4) 관경을 키워 수격압을 완전히 없앤다.

109. 석회-소다회 연수법에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

- (1) 경도성분을 기체로 만들어 대기 중으로만 방출한다.
- (2) 석회와 소다회를 이용해 칼슘을 CaCO_3 , 마그네슘을 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 등의 침전물로 제거한다.
- (3) 나트륨 이온을 모두 염소가스로 바꾸어 제거한다.
- (4) 여과지를 역세척하는 것만으로 용존 경도를 완전히 제거한다.

110. 역삼투막으로 염류가 포함된 물을 처리할 때 필요한 구동조건으로 옳은 것은?

- (1) 원수측 압력을 항상 0으로 유지한다.
- (2) 삼투압보다 낮은 압력만 가하면 물이 원수측으로 역류하지 않는다.
- (3) 막 양쪽의 압력과 농도를 완전히 같게 만든다.
- (4) 원수측에 삼투압 차보다 큰 순압력을 가해 물을 투과측으로 이동시킨다.

111. 계획인구 36,000명, 1인 1일 평균 오수량 220 L/(인·일), 지하수 침입량 1,280 m^3 /일인 지역의 계획 1일 평균오수량은?

- (1) 7,920 m^3 /일
- (2) 8,360 m^3 /일
- (3) 9,200 m^3 /일
- (4) 10,480 m^3 /일

112. 하수관로에 맨홀을 설치하는 위치와 기능에 대한 설명으로 옳은 것은?

- (1) 관로의 방향·경사·관경이 변하는 곳이나 합류부 등에 두어 점검·청소와 유지관리를 가능하게 한다.
- (2) 직선 관로에는 유지관리 접근이 필요 없으므로 어떤 거리에서도 설치하지 않는다.
- (3) 정수장의 소독제 접촉시간만 늘리기 위해 배수지 내부에 설치한다.
- (4) 관로가 막혀도 열 수 없도록 지표와 완전히 단절해 설치한다.

113. 동일한 원심펌프의 회전수를 800 rpm에서 1,000 rpm으로 높인다. 기존 운전점에서 유량 $Q_1=0.060 \text{ m}^3/\text{s}$, 양정 $H_1=18.0 \text{ m}$ 이고 효율 변화는 무시한다. 상사법칙에 따른 새 유량과 양정은?

- (1) $Q_2=0.048 \text{ m}^3/\text{s}$, $H_2=11.5 \text{ m}$
- (2) $Q_2=0.075 \text{ m}^3/\text{s}$, $H_2=22.5 \text{ m}$
- (3) $Q_2=0.094 \text{ m}^3/\text{s}$, $H_2=28.1 \text{ m}$
- (4) $Q_2=0.075 \text{ m}^3/\text{s}$, $H_2=28.1 \text{ m}$

114. 하수관로의 역사이편에 대한 설명으로 옳은 것은?

- (1) 하천·지하구조물 등을 하월하기 위해 관을 낮추어 압력흐름으로 통과시키며 퇴적과 유지관리에 주의한다.
- (2) 관의 모든 구간을 자유수면 개수로로만 유지하는 월류웨어다.
- (3) 오직 정수장의 여과지를 세척하기 위한 공기배관이다.
- (4) 유입수가 없어도 항상 자연유하보다 큰 유속이 생기므로 청소가 필요 없다.

115. 계획 1일 평균 생활오수량이 $10,500 \text{ m}^3/\text{일}$ 이고 침투계수가 2.4이다. 침투 생활오수량에 지하수 침입량 $1,800 \text{ m}^3/\text{일}$ 을 더해 계획시간최대오수량을 단순 산정하면?

- (1) $25,200 \text{ m}^3/\text{일}$
- (2) $27,000 \text{ m}^3/\text{일}$
- (3) $29,520 \text{ m}^3/\text{일}$
- (4) $31,680 \text{ m}^3/\text{일}$

116. 동일한 하·폐수 시료의 COD가 BOD5보다 일반적으로 크게 측정될 수 있는 가장 적절한 이유는?

- (1) COD 시험은 오직 부유모래의 질량만 측정하기 때문이다.
- (2) BOD5는 모든 무기염을 완전 연소시킨 열량이기 때문이다.
- (3) COD는 생물분해성 유기물뿐 아니라 화학적으로 산화되는 난분해성 물질 일부까지 포함할 수 있기 때문이다.
- (4) COD와 BOD5는 정이상 언제나 정확히 같은 값을 가져야 하기 때문이다.

117. 활성슬러지 공정에서 반응조 용적 $V=3,600 \text{ m}^3$, MLSS $X=2,800 \text{ mg/L}$ 이다. 하루 폐슬러지량 $Q_w=90 \text{ m}^3/\text{일}$, 폐슬러지 농도 $X_w=9,000 \text{ mg/L}$ 이며 유출수 고형물은 무시한다. 고형물체류시간 SRT는 약 얼마인가?

- (1) 12.4일
- (2) 8.0일
- (3) 25.2일
- (4) 40.0일

118. 하루 발생하는 농축슬러지 부피가 420 m^3 이고 슬러지 밀도를 $1,000 \text{ kg/m}^3$, 고형물 함량을 질량비 2.5%로 본다. 하루 건조고형물량은?

- (1) $4,200 \text{ kg/일}$
- (2) $10,500 \text{ kg/일}$
- (3) $16,800 \text{ kg/일}$
- (4) $42,000 \text{ kg/일}$

119. 하수슬러지의 혐기성 소화에서 기대하는 주된 효과의 조합은?

- (1) 슬러지의 무기성 모래를 전부 용해하고 산소를 무한 공급한다.
- (2) 슬러지 수분을 즉시 0%로 만들고 병원체를 절대적으로 모두 제거한다.
- (3) 휘발성 고형물을 안정화·감량하고 메탄을 포함한 소화가스를 생성한다.
- (4) 질산화를 위해 반응조에 고농도 산소만 계속 주입한다.

120. 유량 6,000 m³/일인 하수의 암모니아성 질소 농도가 28 mg/L이다. 질산화에 필요한 이론 산소량을 4.57 g O₂/g NH₄-N으로 볼 때 하루 산소요구량은 약 얼마인가?

- (1) 168 kg O₂/일
- (2) 366 kg O₂/일
- (3) 640 kg O₂/일
- (4) 768 kg O₂/일

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