

2022년 국가직 9급 토목설계

1. 콘크리트의 건조수축에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 습윤양생하에서 건조수축량은 증가한다.
- ② 물-시멘트비가 클수록 건조수축량은 감소한다.
- ③ 대기 중의 습도가 증가하면 건조수축량은 감소한다.
- ④ 콘크리트 타설 시 다짐을 잘하면 건조수축량은 증가한다.

해설] ③

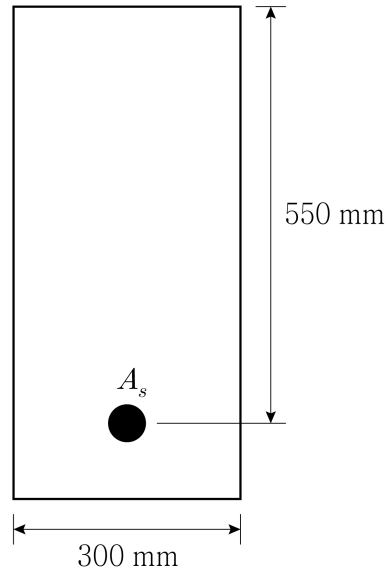
- ① 습윤양생하에서 건조수축량은 감소한다.
- ② 물-시멘트비가 클수록 건조수축량은 증가한다.
- ④ 콘크리트 타설 시 다짐을 잘하면 건조수축량은 감소한다.

2. 콘크리트의 압축강도에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 골재의 강도가 커질수록 콘크리트의 압축강도는 증가한다.
- ② 물-시멘트비가 작을수록 콘크리트의 압축강도는 증가한다.
- ③ 콘크리트를 건조양생하면 습윤양생에 비해 압축강도가 더 증가한다.
- ④ 콘크리트의 압축강도는 전이영역(transition zone)의 강도와 밀접한 관련이 있다.

해설] ③ 콘크리트를 건조양생하면 습윤양생에 비해 압축강도가 더 감소한다.

3. 그림과 같은 직사각형 철근콘크리트 단면의 공칭휨강도 M_n [kN·m]은? (단, 콘크리트의 설계기준압축강도 $f_{ck} = 20$ MPa, 철근의 항복강도 $f_y = 300$ MPa, $A_s = 1,700$ mm²이고, KDS 14 20 20 : 2022를 따른다)



- ① 200
- ② 255
- ③ 295
- ④ 315

해설] ② 255

$C = T$ 에서, $\eta(0.85f_{ck}ab) = 1 \times 0.85 \times 20 \times a \times 300 = A_s f_y = 1700 \times 300$ 이므로,

$$a = 100mm$$

$$\text{공칭모멘트강도 } M_n = A_s f_y (d - a/2) = 1700 \times 300 \times (550 - 100/2) = 255kN.m$$

4. 슬래브와 보를 일체로 친 대칭 T형보의 플랜지 유효폭을 결정하는 기준에 해당하지 않는 것은? (단, t_f = 플랜지의 두께, b_w = 복부의 폭, KDS 14 20 10 : 2021을 따른다)

- ① $8b_w$
- ② $16t_f + b_w$
- ③ 보의 경간의 $\frac{1}{4}$
- ④ 양쪽 슬래브의 중심 간 거리

해설] ①

5. 복철근 직사각형보에서 압축철근을 배근하는 이유로 옳지 않은 것은?

- ① 전단철근 등 철근의 조립이 편리하다.
- ② 파괴 시 중립축의 깊이가 감소하며 부재의 연성이 증가한다.
- ③ 인장철근의 변형률 증가를 억제함으로써 탄성처짐을 감소시킨다.
- ④ 지진하중과 같이 하중의 작용 방향이 달라질 경우에 압축철근이 인장철근의 역할을 할 수 있다.

해설] ③ 압축철근으로 인한 인장철근의 변형률에 영향이 없다.

6. 철근콘크리트 휨부재에서 철근의 항복강도 $f_y = 500$ MPa일 때, 인장지배변형률의 한계값(㉠)과 최소허용인장변형률의 값(㉡)을 바르게 연결한 것은? (단, KDS 14 20 20 : 2 022를 따른다)

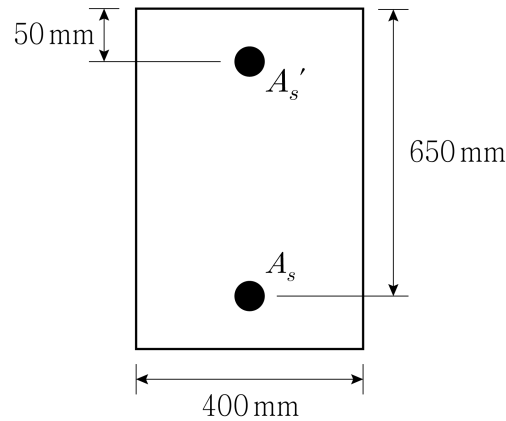
㉠	㉡
① 0.005	0.004
② 0.00625	0.004
③ 0.005	0.005
④ 0.00625	0.005

해설] ④

$$\text{인장지배변형률한계 } 2.5\epsilon_y = 2.5 \times \frac{500}{2 \times 10^5} = 0.00625$$

$$\text{최소허용변형률 } 2.0\epsilon_y = 2.0 \times \frac{500}{2 \times 10^5} = 0.005$$

7. 그림과 같이 휨모멘트를 받는 복철근 직사각형보의 콘크리트 압축연단이 극한변형률에 도달할 때, 압축철근의 변형률 ϵ_s' 에 대한 인장철근의 변형률 ϵ_s 의 비 $[\epsilon_s/\epsilon_s']$ 는? (단, 콘크리트의 설계기준압축강도 $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$, 철근의 항복강도 $f_y = 400 \text{ MPa}$, $A_s' = 420 \text{ mm}^2$, $A_s = 4,500 \text{ mm}^2$ 이고, KDS 14 20 20 : 2022를 따른다)



- ① 1.5
- ② 2.0
- ③ 2.5
- ④ 3.0

해설] ④ 3.0

$f_{ck} < 40 \text{ MPa}$ 이므로, $\epsilon_{cu} = 0.0033$

$C = T$ 에서, $0.85 \times 30 \times a \times 400 = (4500 - 420) \times 400$ 에서, $a = 160 \text{ mm}$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{160}{0.8} = 200 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s' = \frac{0.0033}{200} \times 150, \quad \epsilon_s = \frac{0.0033}{200} \times 450 \quad \text{이므로,} \quad \epsilon_s/\epsilon_s' = \frac{450}{150} = 3$$

8. 철근의 정착에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, KDS 14 20 52 : 2022를 따른다)

- ① 확대머리 이형철근은 경량콘크리트에 적용할 수 없다.
- ② 인장 이형철근의 정착길이는 공칭지름이 클수록 길어진다.
- ③ 인장 이형철근의 표준 갈고리는 압축을 받는 경우 철근 정착에 유효하지 않은 것으로 본다.

④ 동일한 철근과 콘크리트에 대해, 압축 이형철근이 인장 이형철근보다 더 큰 기본 정착길이를 가진다.

해설] ④ 동일한 철근과 콘크리트에 대해, 압축 이형철근이 인장 이형철근보다 더 작은 기본정착길이를 가진다.

9. 직사각형 철근콘크리트 단면의 계수전단력 $V_u = 350 \text{ kN}$ 일 때, 수직 배근된 전단철근의 최대간격 $s [\text{mm}]$ 는? (단, 단면폭 $b = 400 \text{ mm}$, 유효깊이 $d = 600 \text{ mm}$, 보통중량 콘크리트를 사용하였고, 콘크리트의 설계기준압축강도 $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$, 전단철근의 항복강도 $f_y = 400 \text{ MPa}$, 전단철근의 단면적 $A_v = 200 \text{ mm}^2$ 이며, KDS 14 20 22 : 2022를 따른다)

- ① 120
- ② 180
- ③ 240
- ④ 300

해설] ② 180

$$3\phi V_c = 3 \times \frac{3}{4} \times \frac{\sqrt{25} \times 400 \times 600}{6} = 450 \text{ kN} > V_u = 350 \text{ kN} \text{ 이므로,}$$

스터립의 최대간격은 $\frac{d}{4} = \frac{600}{4} = 150 \text{ mm}$ 이고, 또한 300 mm 로 한다.

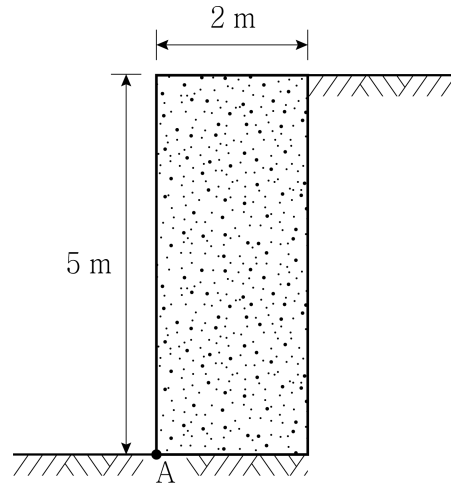
따라서, 150 mm

$$\phi V_c = \frac{3}{4} \times \frac{\sqrt{25} \times 400 \times 600}{6} = 150 \text{ kN} \text{ 이므로,}$$

$$\phi V_s = V_u - \phi V_c = 350 - 150 = 200 \text{ kN} = \phi \frac{d}{s} A_v f_y = \frac{3}{4} \times \frac{600}{s} \times 200 \times 400 \text{ 에서,}$$

$s = 180 \text{ mm} > 150 \text{ mm}$ 이므로, 스테럽의 간격은 150 mm 로 해야 한다. (출제오류)

10. 그림과 같이 사질토로 뒷채움된 철근콘크리트 옹벽의 A점에서의 전도 안전율은? (단, 흙의 내부마찰각 $\phi = 30^\circ$, 흙의 단위중량 $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$, 철근콘크리트의 단위중량 $m_c = 25 \text{ kN/m}^3$ 이다)



- ① 2.0
- ② 2.5
- ③ 3.0
- ④ 3.5

해설] ① 2.0

$$\text{작용모멘트 } M_o = \frac{1}{2} C_a \gamma_s h^2 \times \frac{h}{3} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times 18 \times 5^2 \times \frac{5}{3} = 125 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{저항모멘트 } M_r = W \times 1 = \gamma_c V \times 1 = 25 \times 2 \times 5 \times 1 = 250 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{따라서, 안전율 } SF = \frac{M_r}{M_o} = \frac{250}{125} = 2$$

11. 프리스트레스를 가하지 않은 나선철근 기둥의 최대 설계축강도 $\phi P_{n(max)} = \phi_o \times \phi [0.85 f_{ck} (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}]$ 에서 최소 편심에 대한 계수 ϕ_o 의 값은?
(단, A_{st} = 축방향 철근량, A_g = 기둥의 전체 단면적, f_{ck} = 콘크리트의 설계기준압축강도, f_y = 철근의 항복강도, ϕ = 강도감소계수이고, KDS 14 20 20 : 2022를 따른다)

- ① 0.75
- ② 0.80
- ③ 0.85
- ④ 0.90

해설] ③ 0.85
나선철근 기둥에서 $\alpha = 0.85$

12. 구조용 강재의 장점으로 옳지 않은 것은?

- ① 내화성이 우수하다.
- ② 급속시공이 가능하다.
- ③ 에너지 흡수능력이나 연성이 우수하다.
- ④ 단위체적당 비강성 및 비강도가 매우 크기 때문에 대규모 구조물에 적합하다.

해설] ① 강구조물은 화재에 취약하다.

13. 프리스트레스의 시간적 손실 원인으로 옳지 않은 것은?

- ① 콘크리트의 크리프
- ② 콘크리트의 건조수축
- ③ 긴장재 응력의 릴랙세이션
- ④ 포스트텐션 긴장재와 덱트 사이의 마찰

해설] ④ 즉시손실

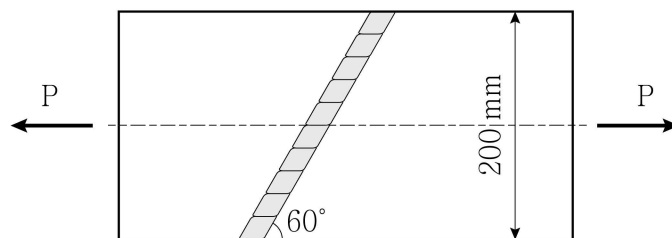
14. 처짐을 계산하지 않는 경우, 단순지지된 리브가 없는 1방향 슬래브의 최소두께[m m]는? (단, 큰 처짐에 의해 손상되기 쉬운 칸막이벽이나 기타 구조물을 지지 또는 부 착하지 않고, 부재의 길이 $l = 8\text{ m}$, 보통중량 콘크리트와 설계기준항복강도 $f_y = 400\text{ MPa}$ 철근을 사용하며, KDS 14 20 30 : 2021을 따른다)

- ① 286
- ② 333
- ③ 400
- ④ 500

해설] ③ 400

$$\frac{l}{20} = \frac{8}{20} = 0.4m$$

15. 그림과 같이 맞댐용접을 한 두께 12 mm의 강재판에 축방향 인장력 $P = 300\text{ kN}$ 이 작용할 때, 용접부에 발생하는 인장응력[MPa]은? (단, 용접 시점 및 종점부의 크레이터 영향은 무시하고, KDS 14 30 25 : 2019를 따른다)



- ① 110
- ② 115
- ③ 120
- ④ 125

해설] ④ 125

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{300 \times 10^3}{12 \times 200} = 125\text{ MPa} \text{ (투영단면적으로 검토)}$$

16. 프리스트레스트 콘크리트용 그라우트에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, KCS 14 20 53 : 2022를 따른다)

- ① 그라우트의 물-결합재비는 45 % 이하로 한다.
- ② 사용 혼화제는 블리딩 발생이 없는 타입을 표준으로 한다.
- ③ 부재 콘크리트와 긴장재를 일체화시키는 부착강도는 재령 28일 인장강도로 설정할 수 있다.
- ④ 부식성 물질의 함유로 인한 강재 부식이 구조물의 소요 성능에 손상을 일으키지 않도록 하여야 한다.

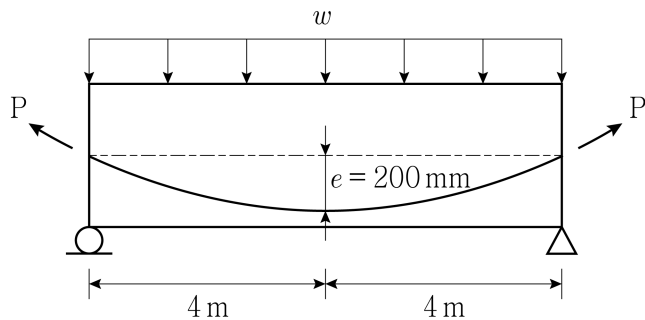
해설] ③ 부재 콘크리트와 긴장재를 일체화시키는 부착강도는 재령 7일 또는 28일 인장강도로 설정할 수 있다. (틀린 보기로 판단하는 것에는 다소 무리가 있음)

[참조] KCS 14 20 53 : 2022

2.1.3 프리스트레스트 콘크리트용 그라우트

- (1) 그라우트에 사용하는 시멘트는 KCS 14 20 10(2.1.1)에 적합한 것으로 한다.
- (2) 그라우트에 사용하는 물은 그라우트 및 PS 강재에 나쁜 영향을 미치는 물질을 유해량 이상 함유하지 않아야 한다.
- (3) 그라우트에 사용하는 혼화 재료의 사용 여부, 품질 및 사용 방법은 미리 검토하여야 한다.
- (4) 그라우트에 사용하는 혼화제는 블리딩 발생이 없는 타입을 표준으로 한다.
- (5) 그라우트의 덕트 내 충전성 확보를 위해 덕트의 길이 및 형상, PS 강재의 종류 및 덕트 속을 점유하는 PS 강재 단면적의 비율 등과 같은 구조조건, 주입 작업에 있어서 시공시간 등의 시공 조건 및 기온 등의 기후조건을 고려하여 그라우트의 유동성, 재료 분리 저항성, 체적 변화 등을 적절히 설정함과 동시에 적절한 주입방법을 설정하여야 한다.
- (6) 그라우트의 덕트 내 충전성은 그라우트의 유동성, 블리딩률, 체적변화율로 판단한다.
 - ① 유동성은 KCI-PS102에 따라 유하시간 또는 플로를 측정하고 기준값과 비교하여 적절성을 판단하도록 한다.
 - ② 블리딩률은 KCI-PS102에 따라 강연선이 배치된 수직관 또는 경사관 시험을 통해 측정하고 기준값과 비교하여 적절성을 판단하도록 한다. 기준값은 3시간 경과 시 0.3 % 이하로 한다.
 - ③ 체적변화율은 KCI-PS102에 따라 수직관 시험을 통해 측정하고 기준값과 비교하여 적절성을 판단하도록 한다. 기준값은 24시간 경과 시 (-1 ~ 5) %의 범위이다.
- (7) 그라우트의 물-결합재비는 45 % 이하로 한다.
- (8) 부재 콘크리트와 긴장재를 일체화시키는 부착강도는 덕트의 종류 및 형상, 긴장재의 종류를 고려하여 설정하여야 한다.
- (9) 부재 콘크리트와 긴장재를 일체화시키는 부착강도는 재령 7일 또는 28일의 압축강도로 대신하여 설정할 수 있다. 압축강도는 KCI-PS102에 준하여 구하며, 7일 재령에서 27 MPa 이상 또는 28일 재령에서 30 MPa 이상을 만족하여야 한다.
- (10) 구조물의 소요 성능이 부식성 물질의 함유에 따른 강재 부식에 의해 손상을 받지 않도록 하여야 한다.
- (11) PS 강재의 부식 저항성은 일반적으로 비발 때 그라우트 중에 함유되는 염화물의 총량으로 설정하며, KCI-PS102에 따라 측정한 전 염화물 함유량을 기준으로 사용되는 단위 시멘트량의 0.08 % 이하로 한다.

17. 그림과 같은 프리스트레스트 콘크리트 단순보의 지간 중앙에서 프리스트레스 힘 $P = 500 \text{ kN}$ 에 의한 상향력과 평형을 이루는 등분포하중 $w[\text{kN/m}]$ 는? (단, 자중과 프리스트레스 손실은 무시한다)



- ① 12.5
- ② 13.0
- ③ 13.5
- ④ 14.0

해설] ① 12.5

$$M_2 = \frac{ul^2}{8} = Pe_2 \text{ 에서, } \frac{u \times 8^2}{8} = 500 \times 0.2 \text{ 이므로, } u = 12.5 \text{ kN/m}$$

18. 계수전단력 $V_u = 50 \text{ kN}$ 이 작용하는 직사각형 단면의 철근콘크리트 휨부재에서 전단철근을 배근하지 않아도 되는 단면의 최소폭[mm]은? (단, 보통중량 콘크리트를 사용하였고, 콘크리트의 설계기준압축강도 $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$, 단면의 유효깊이 $d = 500 \text{ mm}$ 이며, KDS 14 20 22 : 2022를 따른다)

- ① 160
- ② 320
- ③ 380
- ④ 480

해설] ② 320

$$\frac{1}{2}\phi V_c = \frac{1}{2} \times \frac{3}{4} \times \frac{\sqrt{25} \times b \times 500}{6} = V_u = 500 \times 10^3 \text{에서,}$$

$$b = 320mm$$

19. 정사각형 독립기초의 상부기둥에 축방향으로 고정하중 $D = 1,000 \text{ kN}$, 활하중 $L = 500 \text{ kN}$ 이 작용하고 있으며, 기초의 자중이 300 kN 일 때, 독립기초 한 변의 최소길이[m]는? (단, 기초 밑면의 허용지지력 $q_a = 200 \text{ kN/m}^2$ 이다)

- ① 2.4
- ② 3.0
- ③ 3.4
- ④ 4.0

해설] ② 3.0

$$q_{all} = \frac{P}{A} \text{에서, } 200 = \frac{1000 + 500 + 300}{A} \text{이므로, } A = 9m^2 = 3 \times 3$$

20. 중심 축하중만을 받는 철근콘크리트 단주의 역학적 거동에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 띠철근 기둥은 나선철근 기둥에 비해 횡구속이 크지 않다.
- ② 나선철근 기둥은 지진구역과 같이 연성의 증가가 필요한 곳에 주로 사용된다.
- ③ 나선철근 기둥의 나선철근량이 작고, 간격이 크면 취성파괴가 일어날 수도 있다.
- ④ 띠철근 기둥은 심부(core)콘크리트 파괴, 피복 콘크리트 탈락, 주철근 좌굴 순으로 파괴된다.

해설] ④ 띠철근 기둥은 피복 콘크리트 탈락, 심부(core)콘크리트 파괴, 주철근 좌굴 순으로 파괴된다.