

토목설계

문 1. 다음 설명은 2015년 도로교설계기준(한계상태설계법)에서 규정하는 어떤 한계상태에 대한 것인가?

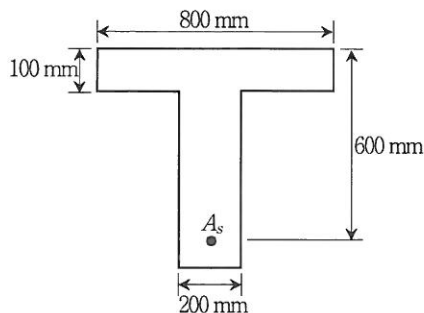
교량의 설계수명 이내에 발생할 것으로 기대되는, 통계적으로 중요하다고 규정한 하중조합에 대하여 국부적/전체적 강도와 안정성을 확보하는 것으로 규정한다.

- ① 사용한계상태
- ② 피로와 파단한계상태
- ③ 극한한계상태
- ④ 극단상황한계상태

문 2. 사용하중이 작용하여 인장측 콘크리트에 휨인장균열이 발생한 단철근 직사각형 보에서 압축연단의 콘크리트 응력이 10 MPa일 때 인장철근의 응력[MPa]은? (단, 재료는 Hooke의 법칙이 성립하고, 단면의 유효깊이 $d = 450$ mm, 압축연단에서 중립축까지의 거리 $c = 150$ mm, 철근의 탄성계수 $E_s = 210$ GPa, 콘크리트의 탄성계수 $E_c = 30,000$ MPa이다)

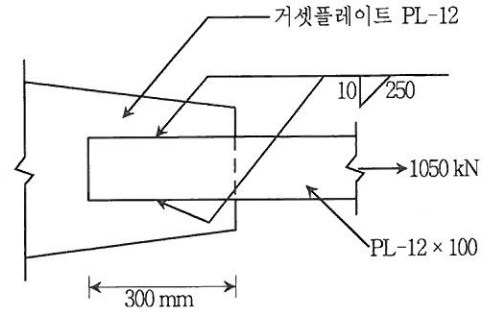
- ① 100
- ② 120
- ③ 140
- ④ 160

문 3. 그림과 같은 T형보를 직사각형보로 해석할 수 있는 최대 철근량 A_s [mm²]는? (단, $f_{ck} = 20$ MPa, $f_y = 400$ MPa이며 2012년도 콘크리트구조기준을 적용한다)



- ① 3,400
- ② 1,700
- ③ 340
- ④ 170

문 4. 그림과 같은 필릿용접부의 전단응력[MPa]은?



- ① 250
- ② 300
- ③ 325
- ④ 350

문 5. 정모멘트를 받는 보의 최소 인장 철근량에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, f_{ck} 는 콘크리트의 설계기준압축강도, f_y 는 철근의 설계기준항복강도, b_w 는 복부의 폭, d 는 단면의 유효깊이이며, 2012년도 콘크리트구조기준을 적용한다)

- ① 부재의 모든 단면에서 해석에 의해 필요한 철근량보다 1/3 이상 인장철근이 더 배치되는 경우는 최소철근량 규정을 적용하지 않을 수 있다.
- ② 부재의 최소철근량은 $\frac{0.25 \sqrt{f_{ck}} b_w d}{f_y}$ 와 $\frac{1.4 b_w d}{f_y}$ 중 큰 값 이상으로 한다.
- ③ 인장측 균열의 발생과 동시에 갑작스럽게 파괴되는 것을 방지하기 위해서 최소철근량을 규정한다.
- ④ 철근의 항복과 콘크리트의 극한변형률 도달이 동시에 발생하도록 하기 위해 최소철근량을 규정한다.

문 6. 한 변의 길이가 300 mm인 정사각형 단면을 가진 철근콘크리트 기둥에 편심이 없는 단기하중이 축방향으로 작용하고 있다. 축방향 철근의 단면적 $A_{st} = 2,500$ mm², 철근의 탄성계수 $E_s = 200$ GPa, 콘크리트의 탄성계수 $E_c = 25$ GPa일 때 철근이 받는 응력이 120 MPa이라면 콘크리트가 받는 응력[MPa]은? (단, 콘크리트의 설계기준압축강도 $f_{ck} = 40$ MPa이며, 철근과 콘크리트 모두 탄성범위 이내에서 거동한다)

- ① 10
- ② 12
- ③ 15
- ④ 18

문 7. 단철근 직사각형보에서 콘크리트의 설계기준압축강도 $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$, 철근의 설계기준항복강도 $f_y = 300 \text{ MPa}$, 철근의 탄성계수 $E_s = 200 \text{ GPa}$, 단면의 유효깊이 $d = 450 \text{ mm}$ 일 때 균형단면이 되기 위한 압축연단으로부터 중립축까지의 거리[mm]는? (단, 2012년도 콘크리트구조기준을 적용한다)

- ① 200
② 250
③ 300
④ 350

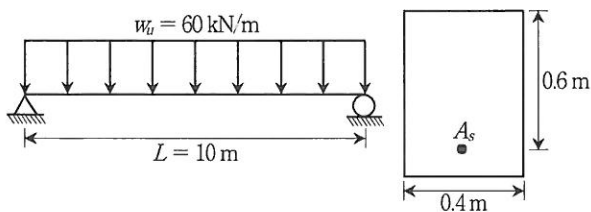
문 8. 휨 및 압축을 받는 콘크리트 부재의 설계가정에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 2012년도 콘크리트구조기준을 적용한다)

- ① 휨모멘트 또는 휨모멘트와 축력을 동시에 받는 부재의 콘크리트 압축 연단의 극한변형률은 0.003으로 가정한다.
② 철근의 응력이 설계기준항복강도 f_y 이하일 때 철근의 응력은 변형률에 탄성계수를 곱한 값으로 하고, 철근의 변형률이 f_y 에 대응하는 변형률보다 큰 경우 철근의 응력은 철근의 극한강도까지 증가시킨다.
③ 깊은보는 비선형 변형률 분포를 고려하여 설계하여야 한다. 그러나 비선형 분포를 고려하는 대신 스트럿-타이 모델을 적용할 수도 있다.
④ 콘크리트 압축응력의 분포와 콘크리트 변형률 사이의 관계는 직사각형, 사다리꼴, 포물선형 또는 실험의 결과와 실질적으로 일치하는 형상으로도 가정할 수 있다.

문 9. 지름 $d = 600 \text{ mm}$ 인 철근콘크리트 원형단면 기둥을 단주로 볼 수 있는 최대 높이[m]는? (단, 압축부재의 유효좌굴길이계수 $k = 1.5$, 비횡구속 골조이며, 2012년도 콘크리트구조기준을 적용한다)

- ① 2.2
② 2.5
③ 3.6
④ 4.5

문 10. 그림과 같은 지간 $L = 10 \text{ m}$ 의 단순보에 자중을 포함한 등분포 계수하중 $w_d = 60 \text{ kN/m}$ 가 작용하는 경우, 전단위험단면에서 전단철근이 부담해야 할 설계전단력 ϕV_s [kN]는? (단, 보통중량 콘크리트로서 $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ 이며, 2012년도 콘크리트구조기준을 적용한다)



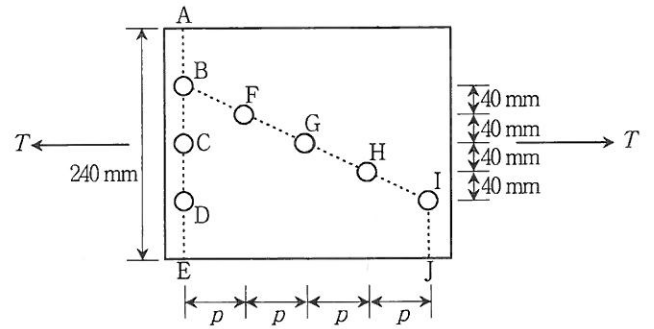
- ① 114
② 135
③ 152
④ 186

문 11. 유효프리스트레스 f_{pe} 를 결정하기 위하여 고려해야 하는 프리스트레스손실 원인을 모두 고른 것은?

- ㄱ. 정착장치의 활동
ㄴ. 콘크리트의 건조수축
ㄷ. 포스트텐션 긴장재와 덱트 사이의 마찰
ㄹ. 콘크리트의 공칭압축강도
ㅁ. 긴장재 응력의 릴랙сей션

- ① ㄱ, ㄴ, ㄷ
② ㄱ, ㄷ, ㄹ, ㅁ
③ ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㅁ
④ ㄴ, ㄷ, ㄹ, ㅁ

문 12. 그림과 같이 편심이 없는 하중 T 를 받는 볼트로 연결된 판이 ABFGHIJ로 파괴되기 위한 p [mm]의 범위는? (단, 연결재 구멍의 직경은 20 mm이다)



- ① $30 \leq p < 40$
② $40 \leq p < 50$
③ $70 \leq p < 80$
④ $80 \leq p < 100$

문 13. 하중저항계수설계법을 적용한 강구조설계기준(2014)에서 기술하고 있는 강도저항계수에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 인장재의 총단면의 항복에 대한 강도저항계수 $\phi_t = 0.90$ 을 적용한다.
② 인장재의 유효순단면의 파괴에 대한 강도저항계수 $\phi_t = 0.85$ 를 적용한다.
③ 중심축 압축력을 받는 압축부재의 강도저항계수 $\phi_c = 0.90$ 을 적용한다.
④ 비틀림이 발생하지 않은 휨부재의 강도저항계수 $\phi_b = 0.90$ 을 적용한다.

문 14. 복철근 콘크리트보의 탄성처짐이 10 mm일 경우, 5년 이상의 지속 하중에 의해 유발되는 추가 장기처짐량[mm]은? (단, 보의 압축 철근비는 0.02이며, 2012년도 콘크리트구조기준을 적용한다)

- ① 2.5
② 5.0
③ 7.5
④ 10.0

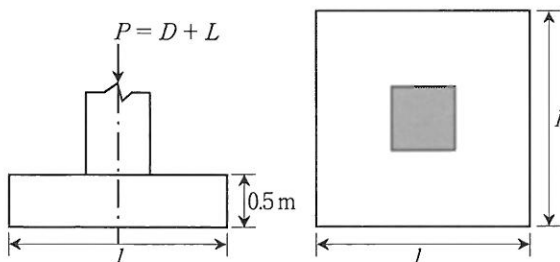
문 15. 프리스트레스트콘크리트 휨부재는 미리 압축을 가한 인장구역에서 사용하중에 의한 인장연단응력 f_t 에 따라 균열등급을 구분한다. 비균열등급에 속하는 인장연단응력 f_t [MPa]는? (단, f_{ck} 는 콘크리트 설계기준압축강도이며, 2012년도 콘크리트구조기준을 적용한다)

- ① $f_t \leq 0.63 \sqrt{f_{ck}}$
- ② $0.63 \sqrt{f_{ck}} < f_t \leq 1.0 \sqrt{f_{ck}}$
- ③ $f_t > 1.0 \sqrt{f_{ck}}$
- ④ $f_t > 1.15 \sqrt{f_{ck}}$

문 16. 철근콘크리트 부재의 전단철근에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, λ 는 경량콘크리트계수, f_{ck} 는 콘크리트 설계기준압축강도, b_w 는 복부의 폭, d 는 단면의 유효깊이, V_s 는 전단철근에 의한 단면의 공칭전단강도이며, 2012년도 콘크리트구조기준을 적용한다)

- ① 최소 전단철근은 경사균열폭이 확대되는 것을 억제함으로써 덜 취성적인 파괴를 유도한다.
- ② 부재축에 직각으로 배치된 전단철근의 간격은 V_s 가 $\lambda(\sqrt{f_{ck}}/3)b_w d$ 이하인 경우 $d/2$ 이하이어야 하고, 또한 600mm 이하로 하여야 한다.
- ③ V_s 가 $\lambda(\sqrt{f_{ck}}/3)b_w d$ 를 초과하는 경우 V_s 가 $\lambda(\sqrt{f_{ck}}/3)b_w d$ 이하일 때 적용된 최대 간격을 절반으로 감소시켜야 한다.
- ④ 경사스터립과 굽힘철근은 부재의 중간 높이인 $0.5d$ 에서 보의 지간 중간 방향으로 주인장 철근까지 연장된 45° 선과 한 번 이상 수직으로 교차되도록 배치하여야 한다.

문 17. 그림과 같이 정사각형 확대 기초에 기둥의 자중을 포함한 고정 하중 $D=3,000$ kN과 활하중 $L=2,700$ kN이 편심이 없이 기초판에 작용할 때 확대 기초 한 변의 최소 길이 l [m]은? (단, 기초 지반의 허용지지력 $q_b=240$ kN/m², 철근콘크리트 단위중량 $\gamma_c=24$ kN/m³, 토사 무게는 무시하며, 2012년도 콘크리트구조기준을 적용한다)

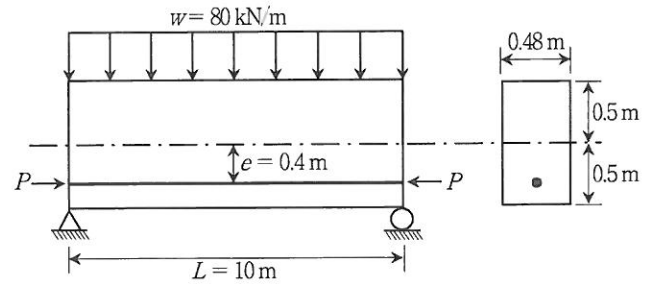


- ① 4
- ② 5
- ③ 6
- ④ 7

문 18. 연속보 또는 1방향 슬래브는 구조해석을 정확하게 하는 대신 콘크리트구조기준(2012)에 따라 근사해법을 적용하여 약산할 수 있다. 근사해법을 적용하기 위한 조건으로 옳지 않은 것은?

- ① 활하중이 고정하중의 3배를 초과하지 않는 경우
- ② 부재의 단면이 일정하고, 2경간 이상인 경우
- ③ 인접 2경간의 차이가 짧은 경간의 30% 이하인 경우
- ④ 등분포 하중이 작용하는 경우

문 19. 그림과 같은 프리스트레스트콘크리트 단순보에 프리스트레스힘 $P=4,800$ kN, 자중을 포함한 등분포하중 $w=80$ kN/m가 작용할 경우 지간 중앙단면의 하연응력[MPa]은? (단, 지간 중앙의 긴장재의 편심 $e=0.4$ m이며 프리스트레스손실은 없다고 가정한다)



- ① 20.5(인장응력)
- ② 21.5(압축응력)
- ③ 22.5(인장응력)
- ④ 23.5(압축응력)

문 20. 철근의 정착 및 이음에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, l_{db} 는 정착 길이, d_b 는 철근의 직경, f_{ck} 는 콘크리트의 설계기준압축강도, f_y 는 철근의 설계기준항복강도, 2012년도 콘크리트구조기준을 적용한다)

- ① 갈고리에 의한 정착은 압축철근의 정착에 유효하다.
- ② 3개의 철근으로 구성된 다발철근의 정착길이는 개개 철근의 정착길이보다 33% 증가시켜야 한다.
- ③ 보통중량콘크리트에서 인장 이형철근의 기본정착길이는 $l_{db} = \frac{0.25 d_b f_y}{\sqrt{f_{ck}}} \geq 300$ mm이다.
- ④ D35를 초과하는 철근끼리는 인장부에서 겹침이음을 할 수 없다.

2017년 지방직 9급 토목설계 해설(B형)

1. ③번

- ① 사용한계상태 사용한계상태는 정상적인 사용조건 하에서 응력, 변형 및 균열폭을 제한하는 것으로 규정한다.
- ② 피로한계상태는 기대응력범위의 반복 횟수에서 발생하는 단일 피로설계트럭에 의한 응력 범위를 제한하는 것으로 규정한다. 파단한계상태는 「KS D 3515-용접구조물 압연강재」에 제시하고 있는 재료인성요구사항으로 규정한다.
- ③ 극한한계상태는 교량의 설계수명 이내에 발생할 것으로 기대되는, 통계적으로 중요하다고 규정한 하중조합에 대하여 국부적/전체적 강도와 안정성을 확보하는 것으로 규정한다.
- ④ 극단상황한계상태는 지진 또는 홍수 발생 시, 또는 세굴된 상황에서 선박, 차량 또는 유빙에 의한 충돌 시 등의 상황에서 교량의 붕괴를 방지하는 것으로 규정한다.

2. ③번

- 중립축-압축축 연단까지 거리 $y_c = c = 150[\text{mm}]$
 - 중립축-인장철근까지 거리 $y_s = d - c = 450 - 150 = 300[\text{mm}]$
 - $n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{210}{30} = 7$
 - $f_s = n \frac{M_{cr}}{I_{cr}} y_s$ 이고 $f_c = \frac{M_{cr}}{I_{cr}} y_c$ 이므로 $f_s = f_c \times \frac{n y_s}{y_c}$ 이다.
- $$\therefore f_s = 10 \times \frac{7 \times 300}{150} = 140 [\text{MPa}]$$

3. ①번

- T형보 설계시 직사각형보로 취급할 수 있는 경우 $a \left(= \frac{A_s f_y}{0.85 f_{ck} b} \right) \leq t_f$ 이어야 한다.
- $$\therefore A_{s, limit} = \frac{0.85 f_{ck} b t_f}{f_y} = \frac{0.85 \times 20 \times 800 \times 100}{400} = 3,400 [\text{mm}^2]$$

4. ②번

$$\bullet v = \frac{P}{\sum a \ell} \approx \frac{P}{0.7 s \times \ell} = \frac{(1,050 \times 10^3)}{(0.7 \times 10) \times (250 \times 2 \text{줄})} \approx 300 [\text{MPa}]$$

5. ④번

인장철근을 너무 적게 배근하면 인장균열의 발생과 동시에 콘크리트가 갑작스럽게 파괴되는 인장 취성파괴(무근콘크리트 거동)가 일어난다. 이러한 파괴를 피하고 연성파괴를 유도하기 위함이다.

(주의) 무단 복제 시 처벌 받을 수 있습니다. 무단 복제를 금지합니다.
 지안공무원학원 (<http://www.zianedu.com/>) 이학민(010.9454.7728)

2017년 지방직 9급 토목설계 해설(B형)

6. ③번

$$\bullet n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{200}{25} = 8$$

$$\bullet f_c = \frac{1}{A_c + nA_s} P_0 \text{이고 } f_s = \frac{n}{A_c + nA_s} P_0 \text{이므로 } f_c = f_s \times \frac{1}{n} \text{이다. } (\because f_s = n f_c)$$

$$\therefore f_c = 120 \times \frac{1}{8} = 15 [\text{MPa}]$$

7. ③번

$$\bullet c_b = \frac{600}{600 + f_y} d = \frac{600}{600 + 300} \times 450 = 300 [\text{mm}]$$

8. ②번

② 철근의 응력이 설계기준항복강도 f_y 이하일 때 철근의 응력은 그 변형률에 E_s 를 곱한 값으로 하고, 철근의 변형률이 f_y 에 대응하는 변형률보다 큰 경우 철근의 응력은 변형률에 관계없이 f_y 로 하여야 한다.

9. ①번

$$\bullet \text{비횡구속골조의 압축부재의 } \frac{k \ell_u}{r} \text{의 값이 22이하일 때에는 단주로 볼 수 있다. } \left(\frac{k \ell_u}{r} \leq 22 \right)$$

$$\bullet \text{원형단면의 회전반경 } r = 0.25 d = 0.25 \times 600 = 150 [\text{mm}]$$

$$\bullet \text{단주로 볼 수 있는 기둥의 높이는 } \ell_u \leq \frac{22r}{k} \text{이다.}$$

$$\therefore \ell_{u, \max} = \frac{22 \times 150}{1.5} = 2,200 [\text{mm}] = 2.2 [\text{m}]$$

10. ①번

$$\bullet V_{u, \max} = w_u \left(\frac{L}{2} - d \right) = 60 \times \left(\frac{10}{2} - 0.6 \right) = 264 [\text{kN}]$$

$$\bullet V_c = \frac{1}{6} \lambda \sqrt{f_{ck}} b_w d = \frac{1}{6} \times 1 \times \sqrt{25} \times 400 \times 600 = 200 \times 10^3 [\text{N}] = 200 [\text{kN}]$$

$$\bullet V_u \leq \phi (V_c + V_s) \text{이므로 } \phi V_s = V_{u, \max} - \phi V_c \text{이다.}$$

$$\therefore \phi V_s = 264 - 0.75 \times 200 = 114 [\text{kN}]$$

2017년 지방직 9급 토목설계 해설(B형)

11. ③번

프리스트레스를 도입할 때 발생하는 즉시손실 (도입시 손실)	프리스트레스를 도입 후에 발생하는 시간적손실 (도입후의 손실)
㉠ 정착장치의 활동 (Δf_{pa}) ㉡ PS강재와 쉬스 사이의 마찰손실 (Δf_{pf}) • 콘크리트의 탄성수축 (Δf_{pe})	• 콘크리트의 크리프 (Δf_{pc}) ㉢ 콘크리트의 건조수축 (Δf_{ps}) ㉣ PS강재의 릴랙сей션 (Δf_{pr})

12. ①번

$$\bullet b_{n3} = b_g - 3d_h = 240 - 3 \times 20 = 180 [\text{mm}]$$

$$\bullet b_{n5} = b_g - 5d_h + \frac{p^2}{4g} \times 4개 = 240 - 5 \times 20 + \frac{p^2}{4 \times 40} \times 4개 = \left(140 + \frac{p^2}{40}\right) [\text{mm}]$$

$$\bullet b_n = b_{n5} \text{ 일 때 } b_{n5} \left(= 140 + \frac{p^2}{40}\right) < b_{n3} (= 180) \text{ 이다.}$$

$$\therefore p^2 < 1600 \text{ 이므로 } p < 40 [\text{mm}] \text{ 이다.}$$

13. ②번

② 인장재의 유효순단면의 파괴에 대한 강도저항계수 $\phi_t = 0.75$ 를 적용한다.

14. ④번

(1) 장기처짐 계수 산정

$$\lambda_\Delta = \frac{\xi}{1 + 50\rho'} = \frac{2.0}{1 + 50 \times 0.02} = 1, \text{ 여기서 } \xi = 2.0 \text{ (5년 이상인 경우)}$$

(2) 장기처짐 산정

$$\delta_i = \delta_{i(D)} \times \lambda_\Delta = 50 \times 1 = 50 [\text{mm}]$$

15. ①번

비균열등급	$f_t \leq 0.63 \sqrt{f_{ck}}$
부분균열등급	$0.63 \sqrt{f_{ck}} < f_t \leq 1.0 \sqrt{f_{ck}}$
완전균열등급	$f_t > 1.0 \sqrt{f_{ck}}$

2017년 지방직 9급 토목설계 해설(B형)

16. ④번

- ④ 경사스터럽과 굽힘철근은 부재의 중간 높이인 $0.5d$ 에서 반력점 방향으로 주인장 철근까지 연장된 45° 선과 한 번 이상 교차되도록 배치하여야 한다.

17. ②번

- 확대기초에 의한 토압 : $q_1 = \gamma_c \times h_1 = 24 \times 0.5 = 12 [\text{kN/m}^2]$
- 지반의 실제허용지지력 : $q_n = q_a - q_1 = 240 - 12 = 228 [\text{kN/m}^2]$
- $A(=l \times l) \geq \frac{P_{\text{사+8}}}{q_n}$ 이므로 $A_{\min} = \frac{P_{\text{사+8}}}{q_n} = \frac{(3,000 + 2,700)}{228} = 25 [\text{m}^2]$ 이다.
- $\therefore l_{\min} = 5 [\text{m}]$

18. ③번

- ③ 인접 2경간의 차이가 짧은 경간의 20% 이하인 경우

19. ②번

◎응력(균등질보)개념

$$\begin{aligned}
 f_{\text{하연}} &= \frac{P}{A} + \frac{Pe_p}{I}y - \frac{M}{I}y \\
 &= \frac{4,800}{(0.48 \times 1)} + \frac{4,800 \times 0.4}{\left(\frac{0.48 \times 1^3}{12}\right)} \times 0.5 - \frac{\left(\frac{80 \times 10^2}{8}\right)}{\left(\frac{0.48 \times 1^3}{12}\right)} \times 0.5 \\
 &= 10,000 + 24,000 - 12,500 \\
 &= 21,500 \text{ kPa} = 21.5 \text{ MPa (압축응력)}
 \end{aligned}$$

20. ④번

- ① 갈고리에 의한 정착은 압축철근의 정착에 유효하지 않다.
- ② 3개의 철근으로 구성된 다발철근의 정착길이는 개개 철근의 정착길이보다 20% 증가시켜야 한다.
- ③ 보통중량콘크리트에서 인장 이형철근의 기본정착길이는 $l_{db} \left(= \frac{0.6 d_b f_y}{\lambda \sqrt{f_{ck}}} \right) = \frac{0.6 d_b f_y}{\sqrt{f_{ck}}}$ 이다.
- ($\because$ 보통중량콘크리트 $\lambda = 1.0$)