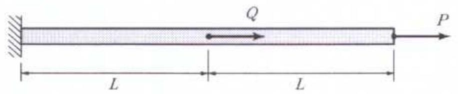
응용역학개론

Ⓐ

(1번~20번) (9급)

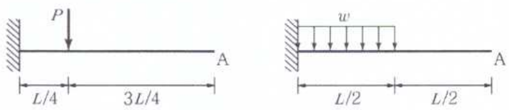
1. 구조물의 처짐을 구하는 방법 중 공액보법에 대한 다음 설명으로 가장 옳지 않은 것은?
① 지지조건이 이동단인 경우 공액보는 자유단으로 바꾸어 계산한다.
② M/EI(곡률)을 공액보에 하중으로 작용시켜 계산한다.
③ 공액보의 최대전단력 발생 지점에서 최대처짐각을 계산한다.
④ 공액보의 전단력이 0인 지점에서 최대처짐을 계산한다.

2. 그림과 같은 축력 P, Q를 받는 부재의 변형에너지는? (단, 보의 축강성은 EA로 일정하다.)



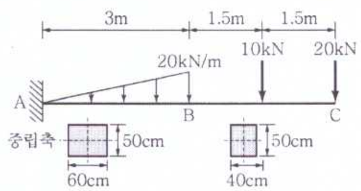
① $\dfrac{P^2L}{2EA}+\dfrac{Q^2L}{2EA}$ ② $\dfrac{P^2L}{EA}+\dfrac{Q^2L}{2EA}$
③ $\dfrac{P^2L}{EA}+\dfrac{Q^2L}{2EA}+\dfrac{PQL}{EA}$ ④ $\dfrac{P^2L}{2EA}+\dfrac{Q^2L}{2EA}+\dfrac{PQL}{2EA}$

3. 그림과 같이 캔틸레버보에 하중이 작용하고 있다. 동일한 재료 및 단면적을 가진 두 구조물의 자유단 A에서 동일한 처짐이 발생하기 위한 P와 w관계로 옳은 것은?



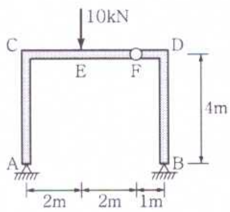
① $P=\dfrac{7wL}{10}$ ② $P=\dfrac{7wL}{11}$
③ $P=\dfrac{7wL}{12}$ ④ $P=\dfrac{7wL}{13}$

4. 사각형 단면으로 설계된 보가 분포하중과 집중하중을 받고 있다. 그림과 같이 단면의 높이는 같으나 단면 폭은 구간 AB가 구간 BC에 비해 1.5배 크다. 이 경우 구간 AB와 구간 BC에서 발생하는 최대휨응력의 비($\sigma_{\overline{AB}}:\sigma_{\overline{BC}}$)는?



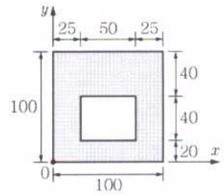
① 1 : 1.5 ② 1.5 : 1 ③ 1 : 2 ④ 2 : 1

5. 그림과 같은 3힌지 라멘에서 A점의 수직반력 V_A 및 B점의 수평반력 H_B로 옳은 것은?



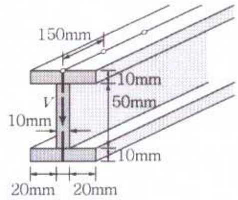
① V_A=6kN(↑), H_B=1kN(←)
② V_A=4kN(↑), H_B=1kN(←)
③ V_A=6kN(↑), H_B=1kN(→)
④ V_A=4kN(↑), H_B=1kN(→)

6. 그림과 같은 단면의 도심의 좌표는?



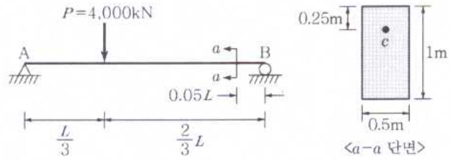
① (50, 47.5)
② (50, 50.0)
③ (50, 52.5)
④ (50, 55.0)

7. 그림과 같이 100N의 전단강도를 갖는 못(nail)이 웨브(web)와 플랜지(flange)를 연결하고 있다. 이 못들은 부재의 길이방향으로 150mm 간격으로 설치되어 있다. 이 부재에 작용할 수 있는 최대 수직전단력은? (단, 단면2차모멘트 I=1,012,500mm^4)



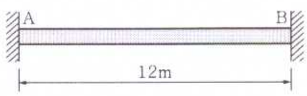
① 35N ② 40N ③ 45N ④ 50N

8. 그림과 같은 직사각형 단면을 갖는 보가 집중하중을 받고 있다. 보의 길이 L이 5m일 경우 단면 $a-a$의 c 위치에서 발생하는 주응력(σ_1, σ_2)은? (단, (+) : 인장, (−) : 압축)



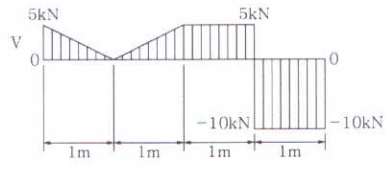
① $(2+\sqrt{10},\ 2-\sqrt{10})$ ② $(-2+\sqrt{10},\ -2-\sqrt{10})$
③ $(1+\sqrt{10},\ 1-\sqrt{10})$ ④ $(-1+\sqrt{10},\ -1-\sqrt{10})$

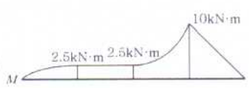
9. 그림과 같이 단면적이 200mm^{2}인 강봉의 양단부(A점 및 B점)를 6월(25℃)에 용접하였을 때, 다음 해 1월(−5℃)에 AB부재에 생기는 힘의 종류와 크기는? (단, 강봉의 탄성계수 $E=2.0\times10^5$MPa, 열팽창계수 $\alpha=1.0\times10^{-5}$/℃이고, 용접부의 온도변형은 없는 것으로 가정한다.)

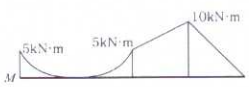


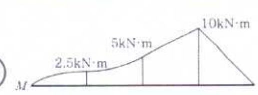
① 인장력 8kN ② 인장력 12kN
③ 압축력 8kN ④ 압축력 12kN

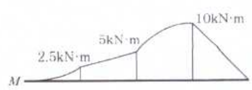
10. 아래 그림은 어느 단순보의 전단력도이다. 이 보의 휨모멘트도는? (단, 이 보에 집중모멘트는 작용하지 않는다.)



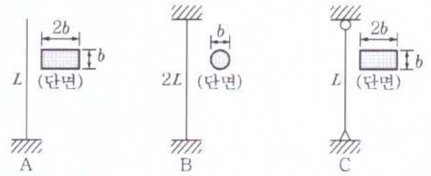
① 

② 

③ 

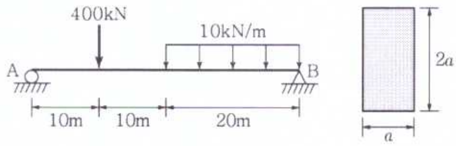
④ 

11. 그림과 같이 지점조건이 다른 3개의 기둥이 단면중심에 축하중을 받고 있다. 좌굴하중이 큰 순서대로 나열된 것은?



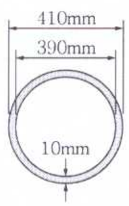
① B, A, C ② B, C, A
③ C, A, B ④ C, B, A

12. 그림과 같은 단면으로 설계된 보가 집중하중과 등분포하중을 받고 있다. 보의 허용휨응력이 42MPa일 때 보에 요구되는 최소 단면으로 적합한 a값은?



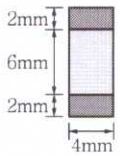
① 0.40m ② 0.50m
③ 0.60m ④ 0.70m

13. 그림과 같이 일정한 두께 t=10mm의 원형 단면을 갖는 튜브가 비틀림모멘트 T=40kN·m를 받을 때 발생하는 전단흐름의 크기(kN/m)는?



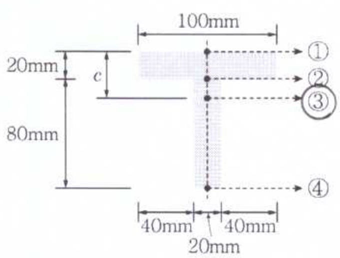
① $\frac{500}{\pi}$ ② $\frac{400}{\pi}$
③ $\frac{\pi}{350}$ ④ $\frac{\pi}{300}$

14. 그림과 같이 상하부에 알루미늄판과 내부에 플라스틱 코어가 있는 샌드위치 패널에 휨모멘트 4.28N·m가 작용하고 있다. 알루미늄판은 두께 2mm, 탄성계수는 30GPa이고 내부 플라스틱 코어는 높이 6mm, 탄성계수는 10GPa이다. 부재가 일체거동한다고 가정할 때 외부 알루미늄판의 최대응력은?

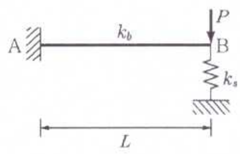


① 25N/mm^2 ② 30N/mm^2
③ 60N/mm^2 ④ 75N/mm^2

15. 그림과 같은 T형 단면에 수직방향의 전단력 V가 작용하고 있다. 이 단면에서 최대전단응력이 발생하는 위치는 어디인가? (단, c는 도심까지의 거리)

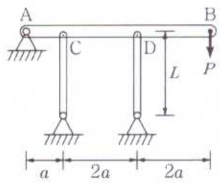


16. 휨강성이 EI로 일정한 캔틸레버 보가 그림과 같이 스프링과 연결되어있다. 이 구조물이 B점에서 하중 P를 받을 때 B점에서의 변위는? (단, k_S는 스프링 상수이며 보의 강성 $k_b = \frac{3EI}{L^3}$이다.)



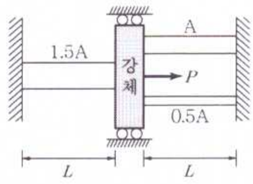
① $\left(\frac{1}{k_s/k_b+1}\right)\frac{PL^3}{3EI}$ ② $\left(\frac{1}{2k_s/k_b+1}\right)\frac{PL^3}{3EI}$
③ $\left(\frac{1}{3k_s/k_b+1}\right)\frac{PL^3}{3EI}$ ④ $\left(\frac{1}{4k_s/k_b+1}\right)\frac{PL^3}{3EI}$

17. 그림의 수평부재 AB의 A지점은 힌지로 지지되고 B점에는 집중하중 P가 작용하고 있다. C점과 D점에서는 끝단이 힌지로 지지된 길이가 L이고 휨강성이 모두 EI로 일정한 기둥으로 지지되고 있다. 두 기둥 모두 좌굴에 의해서 붕괴되는 하중 P의 크기는? (단, AB부재는 강체이다.)



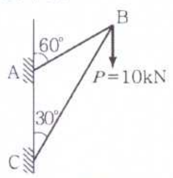
① $P=\frac{3}{4}\frac{\pi^2 EI}{L^2}$ ② $P=\frac{4}{5}\frac{\pi^2 EI}{L^2}$
③ $P=\frac{5}{2}\frac{\pi^2 EI}{L^2}$ ④ $P=\frac{5}{3}\frac{\pi^2 EI}{L^2}$

18. 그림과 같이 단면적이 1.5A, A, 0.5A인 세 개의 부재가 연결된 강체는 집중하중 P를 받고 있다. 이때 강체의 변위는? (단, 모든 부재의 탄성계수는 E로 같다.)



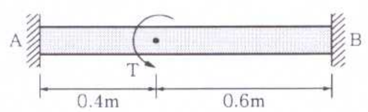
① $\frac{PL}{1.5EA}$ ② $\frac{PL}{2.0EA}$ ③ $\frac{PL}{2.5EA}$ ④ $\frac{PL}{3.0EA}$

19. 그림과 같은 구조물에서 $\overline{AB}$의 부재력과 $\overline{BC}$의 부재력은? (단, 모든 절점은 힌지임)



① $\overline{AB}$= 10kN (인장), $\overline{BC}$= 10$\sqrt{3}$kN (압축)
② $\overline{AB}$= 10kN (압축), $\overline{BC}$= 10$\sqrt{3}$kN (인장)
③ $\overline{AB}$= 10$\sqrt{3}$kN (인장), $\overline{BC}$= 10kN (압축)
④ $\overline{AB}$= 10$\sqrt{3}$kN (압축), $\overline{BC}$= 10kN (인장)

20. 그림과 같이 양단이 고정된 원형부재에 토크(Torque) T=400N·m가 A단으로부터 0.4m 떨어진 위치에 작용하고 있다. 단면의 지름이 40mm일 때 토크 T가 작용하는 단면에서 발생하는 최대전단응력의 크기와 비틀림각은? (단, GJ는 비틀림 강도)



① $\frac{40}{\pi}$MPa, $\frac{96}{GJ}$rad ② $\frac{40}{\pi}$MPa, $\frac{160}{GJ}$rad
③ $\frac{60}{\pi}$MPa, $\frac{96}{GJ}$rad ④ $\frac{60}{\pi}$MPa, $\frac{160}{GJ}$rad

2017년 서울시 9급 응용역학 해설 (A형) 이학민

1. ①번

① 지지조건이 고정단인 경우 공액보는 자유단으로 바꾸어 계산한다.

2. ③번

$$U = \Sigma \frac{F_i^2 L}{2EA} = \frac{(P+Q)^2 L}{2EA} + \frac{P^2 L}{2EA}$$

$$= \frac{P^2 L}{EA} + \frac{Q^2 L}{2EA} + \frac{PQL}{EA}$$

3. ②번

- $\delta_{A1} = \frac{P\left(\frac{L}{4}\right)^3}{3EI} + \frac{P\left(\frac{L}{4}\right)^2}{2EI} \times \frac{3L}{4} = \frac{11PL^3}{384EI}$

- $\delta_{A2} = \frac{w\left(\frac{L}{2}\right)^4}{8EI} + \frac{w\left(\frac{L}{2}\right)^3}{6EI} \times \frac{L}{2} = \frac{7wL^4}{384EI}$ $\left(또는\ \frac{w\left(\frac{L}{2}\right)^4}{8EI} \times \frac{7}{3}배 = \frac{7wL^4}{384EI} \right)$

그런데 $\delta_{A1}\left(= \frac{11PL^3}{384EI}\right) = \delta_{A2}\left(= \frac{7wL^4}{384EI}\right)$ 이므로 $P = \frac{7wL}{11}$ 이다.

4. ④번

- 자유단에서 고정단으로 이동할수록 전단력의 크기가 증가하므로 휨모멘트의 크기도 자유단에서 고정단으로 이동할수록 증가한다.

- AB구간 $M_{max} = M_A = \left(-\frac{1}{2} \times 3 \times 20\right)\left(3 \times \frac{2}{3}\right) - 10(4.5) - 20(6) = -225\,[kN \cdot m]$

- BC구간 $M_{max} = M_B = -10(1.5) - 20(3) = -75\,[kN \cdot m]$

- $\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{Z} = \frac{6M_{max}}{bh^2} \propto \frac{M_{max}}{b}$ 이다. ($\because$ h = 50cm 으로 동일)

$\therefore \sigma_{\overline{AB}} : \sigma_{\overline{BC}} = \frac{M_A}{60} : \frac{M_B}{40} = 2M_A : 3M_B$

$= (2 \times 225) : (3 \times 75) = 2 : 1$

5. ① 번

(1) V_A , V_B 산정

(전체) $\Sigma M_B = 0$, (+↻) ; $V_A(5) - 10(3) = 0$, $V_A = 6[kN](\uparrow)$

(전체) $\Sigma V = 0$, ↑+ ; $V_A + V_B - 10 = 0$, $V_B = 4[kN](\uparrow)$

(2) H_B 산정

(우측) $\Sigma M_F = 0$, (+↻) ; $H_B(4) - V_B(1) = 0$, $H_B = 1[kN](\leftarrow)$

6. ③ 번

· $A_1 : A_2 = (100 \times 100) : (50 \times 40) = 5 : 1$

· $x_c = \dfrac{A_1 \times x_1 - A_2 \times x_2}{A_1 - A_2} = \dfrac{5 \times 50 - 1 \times 50}{5 - 1} = 50$

(또는 단면이 세로축 대칭이므로 도심은 대칭축 선상에 놓여있다.)

· $y_c = \dfrac{A_1 \times y_1 - A_2 \times y_2}{A_1 - A_2} = \dfrac{5 \times 50 - 1 \times 40}{5 - 1} = 52.5$

7. ③ 번

· $f = \dfrac{nF_a}{s} = \dfrac{VQ}{I}$ 이므로 $V = \dfrac{nF_a I}{sQ}$ 이다.

· $Q = (50 \times 10) \times (25 + 5) = 15{,}000\,[mm^3]$

$\therefore V = \dfrac{1 \times 100 \times 1{,}012{,}500}{150 \times 15{,}000} = 45[N]$

8. ④ 번

· $M_{a-a} = \dfrac{Pab}{L} \times \dfrac{c}{b} = \dfrac{Pac}{L} = \dfrac{P \times \frac{L}{3} \times 0.05L}{L}$

$= \dfrac{0.05PL}{3} = \dfrac{0.05 \times 4{,}000 \times 5}{3} = \dfrac{1{,}000}{3}\,[kN \cdot m]$

· 한 점(C)에서 직교하는 두 축에 대한 수직응력의 합은 같다.

· $\sigma_1 + \sigma_2 = \sigma_x + \sigma_y = \sigma_x$ (∵ 연직응력 $\sigma_y = 0$)

$$= -\frac{M}{I}y = -\frac{\left(\frac{1,000}{3}\right)}{\left(\frac{0.5\times1^3}{12}\right)}\times(0.5-0.25)$$

$= -2,000\,[kN/m^2] = -2\,[MPa]$ (압축응력)

∴ 두 개의 주응력을 더하여 −2 MPa인 $(-1+\sqrt{10},\ -1-\sqrt{10})$ 이다.

$\boxed{\text{주의}}$ 문제에서 단위가 제시되지 않았다.

9. ② 번

$R = \alpha(\Delta T)EA$

$= (1.0\times10^{-5})(30)(2.0\times10^5)(200)$

$= 12,000\,[N] = 12\,[kN]$ (인장, 온도 하강시)

10. ③ 번

· 전단력도의 누적면적은 해당 위치에서 휨모멘트의 크기를 말한다.

· 1구간 (좌측 0 ~ 1m) : 휨모멘트 증가 , 증가율 감소

· 2구간 (좌측 1 ~ 2m) : 휨모멘트 증가 , 증가율 증가

· 3구간 (좌측 2 ~ 3m) : 휨모멘트 증가 , 증가율 일정

· 4구간 (좌측 3 ~ 4m) : 휨모멘트 감소 , 감소율 일정

∴ 위에 내용에 해당하는 휨모멘트도는 보기 ③이다.

11. ④ 번

· $P_{cr} = \frac{\pi^2 E I_{min}}{L_e^2}$ 이므로 $P_{cr} \propto \frac{I_{min}}{L_e^2}$

$$\cdot\ A : B : C = \frac{\left(\frac{2b\times b^3}{12}\right)}{(2L)^2} : \frac{\left(\frac{\pi b^4}{64}\right)}{(L)^2} : \frac{\left(\frac{2b\times b^3}{12}\right)}{(L)^2}$$

$$= \frac{1}{24} : \frac{\pi}{64} : \frac{1}{6}$$

$\therefore\ C > B > A$

12. ②번

(1) M_{max} 산정

- $\Sigma M_B = 0$, (+↻); $R_A(40) - 400(30) - (10\times 20)\left(\frac{20}{2}\right) = 0$, $R_A = 350\,[kN]$
- M_{max} 위치는 전단력의 부호가 뒤바뀌는 집중하중 작용점 이다.
- $M_{max} = R_A \times 10 = 350\times 10 = 3{,}500\,[kN\cdot m]$

(2) a 산정

- $\sigma_{max} = \frac{6M_{max}}{bh^2} = \frac{6\times M_{max}}{a\times(2a)^2} = \frac{3M_{max}}{2a^3}$
- $\sigma_{max}\left(= \frac{3M_{max}}{2a^3}\right) \le \sigma_a\,(=42\,MPa)$ 이므로 $a^3 = \frac{3M_{max}}{2\sigma_a}$
- $a^3 = \frac{3\times(3{,}500\times 10^6)}{2\times 42} = 125\times 10^6\,[mm^3$

$\therefore\ a = 500\,[mm] = 0.5\,[m]$

13. ①번

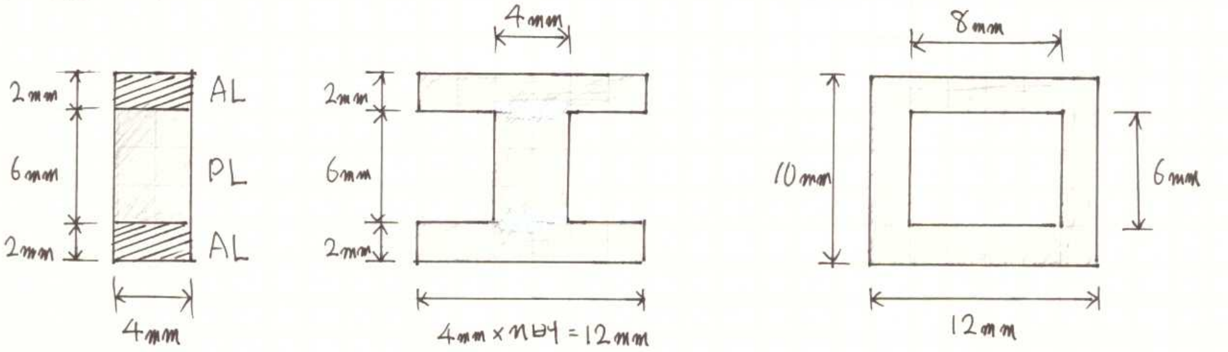
- $d_m = \frac{390+410}{2} = 400\,[mm] = 0.4\,[m]$

$\therefore\ f = \frac{T}{2A_m} = \frac{40}{2\times\left(\frac{\pi\times 0.4^2}{4}\right)} = \frac{500}{\pi}\,[kN/m]$

14. ④번

(1) n, $I_{환산}$ 산정

• $n = \dfrac{E_{AL}}{E_{PL}} = \dfrac{30}{10} = 3$



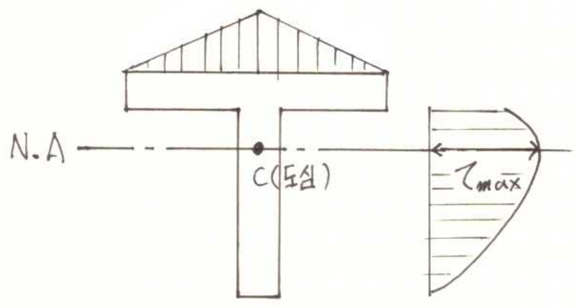
<주어진 단면> <환산 단면> <등가 환산 단면>

• $I_{환산} = \dfrac{12 \times 10^3 - 8 \times 6^3}{12} = 856\ [mm^4]$

(2) $\sigma_{AL,max}$

$$\sigma_{AL,max} = n \frac{M}{I_{환산}} y = 3 \times \frac{(4.28 \times 10^3)}{856} \times 5 = 75\ [N/mm^2]$$

15. ③번



∴ 최대전단응력이 발생하는 위치는 도심점인 보기③ 이다.

<T형 단면의 대략적인 전단응력도>

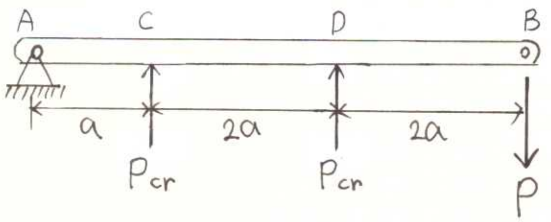
16. ① 번

* 분배법 이용

$$\delta_B = \frac{P}{k_s + k_b} = \frac{\left(\frac{P}{k_b}\right)}{\left(\frac{k_s}{k_b}\right) + 1} = \left(\frac{1}{k_s/k_b + 1}\right)\frac{PL^3}{3EI}$$

17. ② 번

- 좌굴에 의해서 붕괴되는 하중 P는 C점과 D점에 연결된 기둥이 모두 좌굴하중 P_{cr}에 도달했을 때 발생한다.



〈붕괴되는 순간의 자유물체도〉

$\Sigma M_A = 0$, (+↻)

$$P(5a) - P_{cr}(3a) - P_{cr}(a) = 0$$

$$P = \frac{4}{5}P_{cr} = \frac{4}{5}\frac{\pi^2 EI}{L^2}$$

18. ④ 번

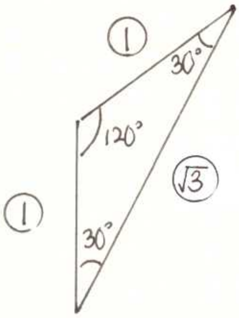
- 세 개의 부재 변위가 동일하므로 분배법을 적용한다.

$$\therefore \delta = \frac{P}{k_1 + k_2 + k_3}$$

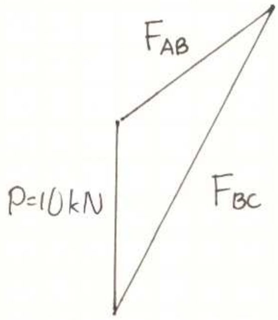
$$= \frac{P}{\frac{E(1.5A)}{L} + \frac{E(A)}{L} + \frac{E(0.5A)}{L}} = \frac{PL}{3.0EA}$$

19. ①번

* 시력도 이용



<기하학적 관계>



<힘의 관계>

$\therefore F_{AB} = +10\,[kN]$ (인장)

$F_{BC} = -10\sqrt{3}\,[kN]$ (압축)

20. ③번

* 분배법 이용

$$\cdot\ T_A = \frac{k_A}{k_A + k_B} T = \frac{\frac{GJ}{0.4}}{\frac{GJ}{0.4} + \frac{GJ}{0.6}} T$$

$$= \frac{3}{5} T = \frac{3}{5} \times 400 = 240\,[N \cdot m]$$

$$\cdot\ \tau_{max} = \frac{16\,T_A}{\pi d^3} = \frac{16 \times (240 \times 10^3)}{\pi \times 40^3} = \frac{60}{\pi}\,[MPa]$$

($\because \tau_{max}$는 길이가 더 짧은 부재의 분담하중 T_A이다.)

$$\cdot\ \phi = \frac{T}{k_A + k_B} = \frac{400}{\frac{GJ}{0.4} + \frac{GJ}{0.6}} = \frac{96}{GJ}\,[rad]$$