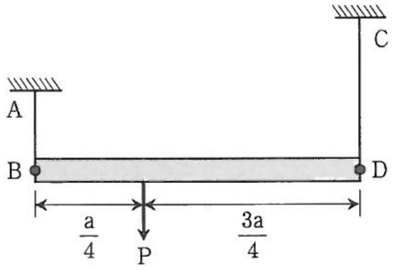
③ 2017년 지방직 9급

응용역학개론

문 1. 그림과 같이 보 BD가 같은 탄성계수를 갖는 케이블 AB와 CD에 의해 수직하중 P를 지지하고 있다. 케이블 AB의 길이가 L이라 할 때, 보 BD가 수평을 유지하기 위한 케이블 CD의 길이는? (단, 보 BD는 강체이고, 케이블 AB의 단면적은 케이블 CD의 단면적의 3배이며, 모든 자중은 무시한다)



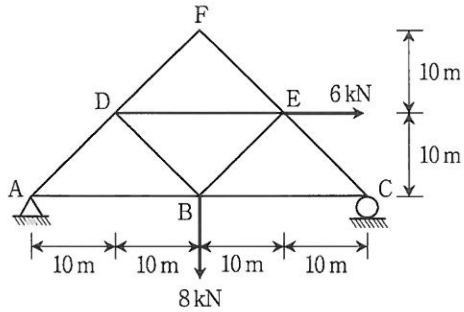
① $\frac{L}{4}$

② $\frac{3L}{4}$

③ L

④ 3L

문 2. 그림과 같은 트러스 구조물에서 부재 AD의 부재력[kN]은? (단, 모든 자중은 무시한다)



① $\frac{5\sqrt{2}}{2}$ (압축)

② $\frac{5\sqrt{2}}{2}$ (인장)

③ $\frac{\sqrt{2}}{2}$ (압축)

④ $\frac{\sqrt{2}}{2}$ (인장)

문 3. 지름 d = 50 mm, 길이 L = 1 m인 강봉의 원형단면 도심에 축방향 인장력이 작용했을 때 길이는 1 mm 늘어나고, 지름은 0.0055 mm 줄어들었다. 탄성계수 $E = 1.998 \times 10^5$ [N/mm²]라면 전단탄성계수 G의 크기[N/mm²]는? (단, 강봉의 축강성은 일정하고, 자중은 무시한다)

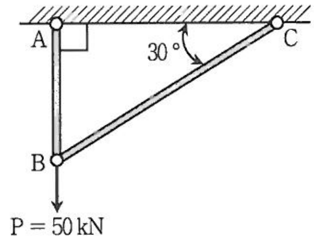
① 9.0×10^4

② 10.0×10^4

③ 12.0×10^4

④ 15.0×10^4

문 4. 그림과 같이 50 kN의 수직하중이 작용하는 트러스 구조물에서 BC 부재력의 크기[kN]는? (단, 모든 자중은 무시한다)



① 0

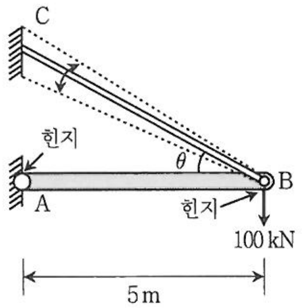
② 25

③ 50

④ 100

문 5. 케이블 BC의 허용축력이 150 kN일 때, 그림과 같은 100 kN의 수직하중을 지지할 수 있는 구조물에서, 경사각 $0° \le \theta \le 60°$일 때, 가장 작은 단면의 케이블을 사용하려고 한다. 필요한 경사각의 크기는? (단, 봉 AB는 강체로 가정하고, 모든 자중과 미소변형 및 케이블의 처짐은 무시한다)

<계산참고(근삿값)>
sin 10° = 0.2, sin 50° = 0.8, sin 60° = 0.9



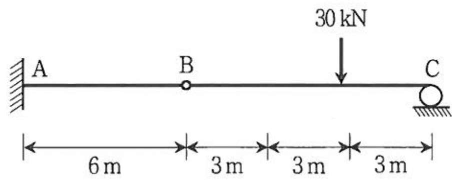
① 10°

② 30°

③ 50°

④ 60°

문 6. 그림과 같은 정정보의 휨변형에 의한 B점의 수직 변위의 크기 [mm]는? (단, B점은 힌지이고, 휨강성 EI = 100,000 kN · m²이고, 자중은 무시한다)



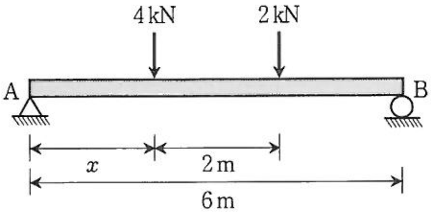
① 3.6

② 7.2

③ 12.2

④ 14.4

문 7. 그림과 같은 단순보의 수직 반력 R_A 및 R_B가 같기 위한 거리 x의 크기[m]는? (단, 보의 휨강성 EI는 일정하고, 자중은 무시한다)



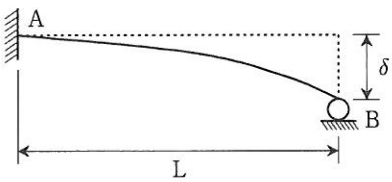
① $\frac{7}{3}$

② $\frac{8}{3}$

③ $\frac{10}{3}$

④ $\frac{11}{3}$

문 8. 그림과 같이 길이가 L인 부정정보에서, B지점이 δ만큼 침하하였다. 이때 B지점에 발생하는 반력의 크기는? (단, 보의 휨강성 EI는 일정하고, 자중은 무시하며, 휨에 의한 변형만을 고려한다)



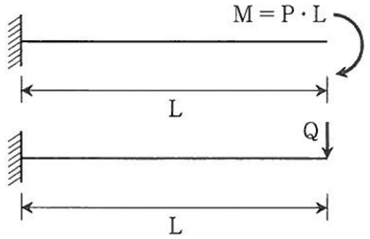
① $\frac{EI\delta}{2L^3}$

② $\frac{EI\delta}{L^3}$

③ $\frac{3EI\delta}{L^3}$

④ $\frac{6EI\delta}{L^3}$

문 9. 그림과 같은 외팔보의 자유단에 모멘트 하중($= P \cdot L$)이 작용할 때 보에 저장되는 탄성 변형에너지와 동일한 크기의 탄성 변형에너지를 집중하중을 이용하여 발생시키고자 할 때, 보의 자유단에 작용시켜야 하는 수직하중 Q의 크기는? (단, 모든 보의 휨강성 EI는 일정하고, 자중은 무시한다)



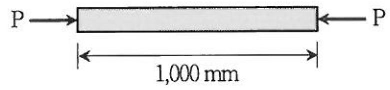
① $\sqrt{2}P$

② $2\sqrt{2}P$

③ $\sqrt{3}P$

④ $2\sqrt{3}P$

문 10. 그림의 봉 부재는 단면적이 $10{,}000\ mm^2$이며, 단면도심에 압축하중 P를 받고 있다. 이 부재의 변형에너지밀도(strain energy density, u)가 $u = 0.01\ N/mm^2$일 때, 수평하중 P의 크기[kN]는? (단, 부재의 축강성 EA = 500 kN이고, 자중은 무시한다)



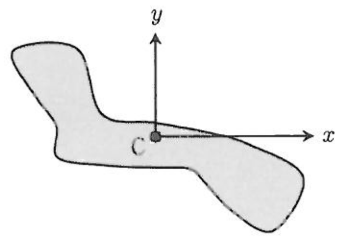
① 10

② 11

③ 100

④ 110

문 11. 그림과 같이 $x-y$평면상에 있는 단면의 최대 주단면 2차모멘트 I_{max} [mm^4]는? (단, x축과 y축의 원점 C는 단면의 도심이다. 단면 2차모멘트는 $I_x = 3\ mm^4$, $I_y = 7\ mm^4$이며, 최소 주단면 2차모멘트 $I_{min} = 2\ mm^4$이다)



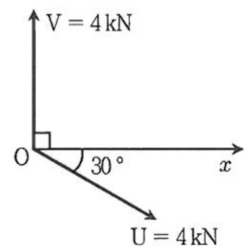
① 5

② 6

③ 7

④ 8

문 12. 그림과 같이 2개의 힘이 동일점 O에 작용할 때, 두 힘 U, V의 합력의 크기[kN]는?



① 1

② 2

③ 3

④ 4

문 13. 공칭응력(nominal stress)과 진응력(true stress, 실제응력), 공칭변형률(nominal strain)과 진변형률(true strain, 실제변형률)에 대한 설명으로 옳은 것은?

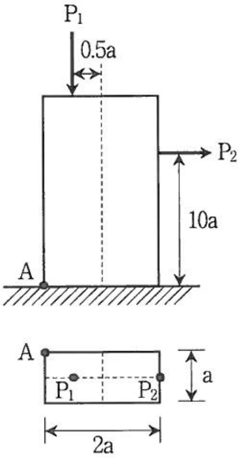
① 변형이 일어난 단면에서의 실제 단면적을 사용하여 계산한 응력을 공칭응력이라고 한다.

② 모든 공학적 용도에서는 진응력과 진변형률을 사용하여야 한다.

③ 인장실험의 경우 진응력은 공칭응력보다 크다.

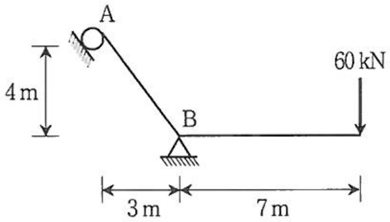
④ 인장실험의 경우 진변형률은 공칭변형률보다 크다.

문 14. 그림과 같은 하중을 받는 사각형 단면의 탄성 거동하는 짧은 기둥이 있다. A점의 응력이 압축이 되기 위한 P_1/P_2의 최솟값은? (단, 기둥의 자중은 무시한다)



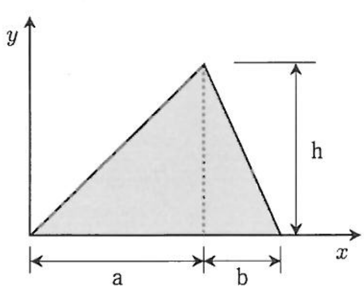
① 6
② 8
③ 10
④ 12

문 15. 그림과 같은 라멘 구조물에서 지점 A의 반력의 크기[kN]는? (단, 모든 부재의 축강성과 휨강성은 일정하고, 자중은 무시한다)



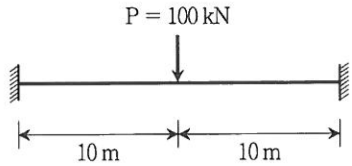
① 60
② 84
③ 105
④ 140

문 16. 그림과 같은 삼각형 단면에서 y축에서 도심까지의 거리는?



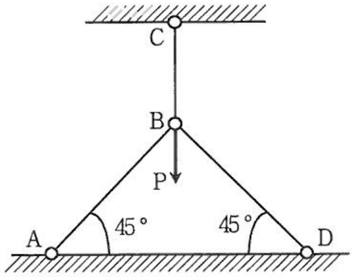
① $\dfrac{2a+b}{3}$
② $\dfrac{a+2b}{4}$
③ $\dfrac{a+b}{3}$
④ $\dfrac{a+2b}{3}$

문 17. 그림과 같은 양단 고정보에 수직하중이 작용할 때, 하중 작용점 위치의 휨모멘트 크기[kN · m]는? (단, 보의 휨강성 EI는 일정하고, 자중은 무시한다)



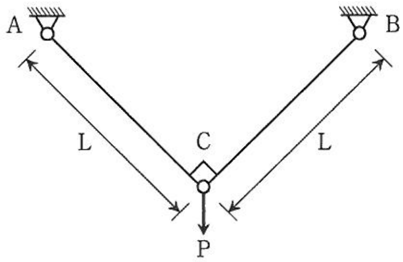
① 125　② 250
③ 275　④ 400

문 18. 그림과 같이 트러스 부재들의 연결점 B에 수직하중 P가 작용하고 있다. 모든 부재들의 길이 L, 단면적 A, 탄성계수 E가 같은 경우, 부재 BC의 부재력은? (단, 모든 자중은 무시한다)



① $\dfrac{P}{3}$(압축)
② $\dfrac{P}{2}$(인장)
③ $\dfrac{2P}{3}$(압축)
④ $\dfrac{3P}{4}$(인장)

문 19. 그림과 같은 구조물에서 C점에 단위크기(= 1)의 수직방향 처짐을 발생시키고자 할 때, C점에 가해 주어야 하는 수직하중 P의 크기는? (단, 모든 자중은 무시하고, AC, BC 부재의 단면적은 A, 탄성계수는 E인 트러스 부재이다)



① $\dfrac{EA}{4L}$　② $\dfrac{EA}{3L}$
③ $\dfrac{EA}{2L}$　④ $\dfrac{EA}{L}$

문 20. 단면적 $500\,mm^2$, 길이 1 m인 강봉 단면의 도심에 100 kN의 인장력을 주었더니, 길이가 1 mm 늘어났다. 이 강봉의 탄성계수 E [N/mm^2]는? (단, 강봉의 축강성은 일정하고, 자중은 무시한다)

① 1.0×10^5　② 1.5×10^5
③ 1.8×10^5　④ 2.0×10^5

2017년 지방직 9급 응용역학 해설 (B형) 이학민

1. ③번

(1) 반력 산정

$\Sigma M_D = 0, \quad R_{AB}(a) = P\left(\frac{3a}{4}\right), \qquad R_{AB} = \frac{3P}{4}\ (\uparrow)$

$\Sigma V = 0, \quad R_{AB} + R_{CD} = P, \qquad R_{CD} = \frac{P}{4}\ (\uparrow)$

(2) 케이블 변위 산정

- $\delta_{AB} = \dfrac{R_{AB}L_{AB}}{E_{AB}A_{AB}} = \dfrac{\left(\frac{3P}{4}\right)\times L}{E\times 3A_{CD}} = \dfrac{PL}{4EA_{CD}}$

- $\delta_{CD} = \dfrac{R_{CD}L_{CD}}{E_{CD}A_{CD}} = \dfrac{\left(\frac{P}{4}\right)\times L_{CD}}{E\times A_{CD}} = \dfrac{PL_{CD}}{4EA_{CD}}$

그런데 보 BD가 수평을 유지하기 위해서는 $\delta_{AB} = \delta_{CD}$ 이다.

$\therefore L_{CD} = L$

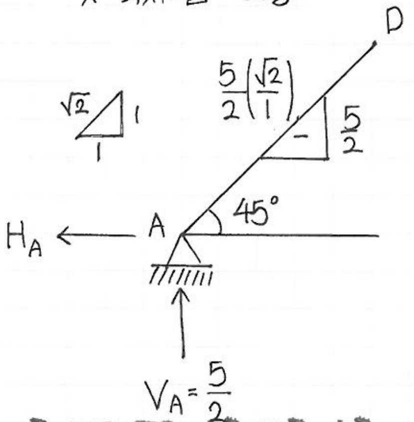
2. ①번

(1) V_A 산정

$\Sigma M_C = 0, (+\curvearrowright);\ V_A(40) - 8(20) + 6(10) = 0, \quad V_A = \frac{5}{2}\,[kN]\ (\uparrow)$

(2) F_{AD} 산정

※ 축차법 이용



$\therefore F_{AD} = -\frac{5}{2}\left(\frac{\sqrt{2}}{1}\right) = -\frac{5\sqrt{2}}{2}\,[kN]$ (압축)

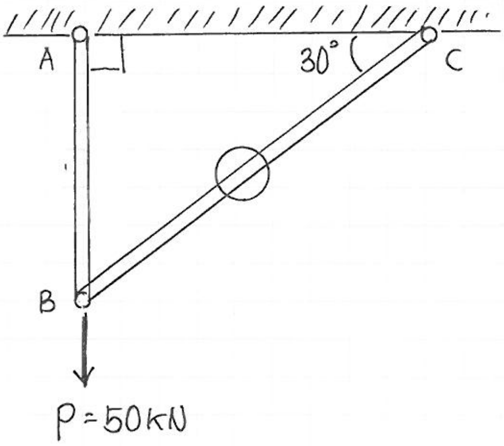
3. ① 번

$$\nu = -\frac{\epsilon_y}{\epsilon_x} = -\left(\frac{\Delta d}{d}\right)\left(\frac{L}{\Delta L}\right)$$

$$= -\left(\frac{-0.0055}{50}\right)\left(\frac{1,000}{1}\right) = 0.11$$

$$\therefore G = \frac{E}{2(\nu+1)} = \frac{(1.998\times10^5)}{2\times(0.11+1)} = 9.0\times10^4\ [N/mm^2]$$

4. ① 번



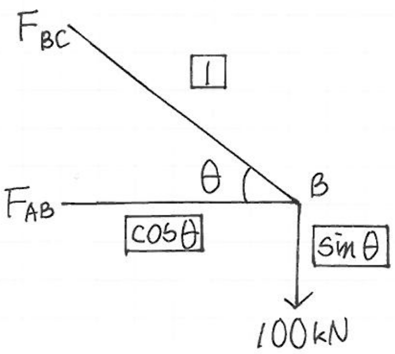
$F_{AB} = +50$ [kN]

$F_{BC} = 0$ (∵ 영부재)

5. ④ 번

(1) 케이블장력 산정

* 시력도 이용



$$T(\fallingdotseq F_{BC}) = 100\times\frac{1}{\sin\theta}$$

$$= \frac{100}{\sin\theta}$$

(2) 경사각 산정

• 가장 작은 단면의 케이블을 사용 = 가장 작은 케이블 축력

① $T_1 \left(= \frac{100}{\sin 10^\circ} = \frac{100}{0.2} = 500 \right) \le T_{allow} (=150)$, <적용 불가>

② $T_2 \left(= \frac{100}{\sin 30^\circ} = \frac{100}{0.5} = 200 \right) \le T_{allow} (=150)$, <적용 불가>

③ $T_3 \left(= \frac{100}{\sin 50^\circ} = \frac{100}{0.85} = 125 \right) \le T_{allow} (=150)$, <적용 가능>

④ $T_4 \left(= \frac{100}{\sin 60^\circ} = \frac{100}{0.9} \simeq 111 \right) \le T_{allow} (=150)$, <적용 가능>

∴ 가장 작은 단면의 케이블을 사용하는 경우 $\theta = 60^\circ$ 이다.

(또는 케이블 축력은 θ가 작을수록 증가하고 클수록 감소한다.
그러므로 θ는 주어진 범위 중 가장 큰 60°일 때 가장 작은 단면의 케이블 사용이 가능하다.)

6. ② 번

• $R_B = \frac{Pb}{L} = \frac{30 \times 3}{9} = 10\,[kN]$

$\therefore \delta_B = \frac{R_B L_{AB}{}^3}{3EI} = \frac{10 \times 6^3}{3 \times 100{,}000} = 0.0072\,[m] = 7.2\,[mm]$

7. ① 번

• $R_A = R_B = \frac{4+2}{2}$ (외력의 절반) $= 3\,[kN]\,(\uparrow)$

• $\Sigma M_A = 0, (+\circlearrowright);\ 4(x) + 2(x+2) - 3(6) = 0 , \quad x = \frac{7}{3}\,[m]$

8. ③ 번

* 변위일치법 이용

$\frac{R_B L^3}{3EI} = \delta , \quad R_B = \frac{3EI\delta}{L^3}$ (암기 사항)

9. ③번

- $U_1 = W_1 = \frac{1}{2} \times M \times \theta = \frac{1}{2} \times M \times \frac{ML}{EI} = \frac{M^2L}{2EI}$

- $U_2 = W_2 = \frac{1}{2} \times Q \times \delta = \frac{1}{2} \times Q \times \frac{QL^3}{3EI} = \frac{Q^2L^3}{6EI}$

- $U_1 = U_2$ 이므로 $Q = \frac{3M^2}{L^2} = \frac{3 \times (PL)^2}{L^2}$ $3P^2$ 이다.

$\therefore Q = \sqrt{3}P$

10. ①번

- $u = \frac{1}{2} \times \sigma \times \epsilon = \frac{1}{2} \times \frac{P}{A} \times \frac{P}{EA} = \frac{P^2}{2EA \times A}$

- $P^2 = 2EA \times A \times u$

  $= 2 \times 500 \times 10{,}000 \times (0.01 \times 10^{-3}) = 100$ [kN × kN]

$\therefore P = 10$ [kN]

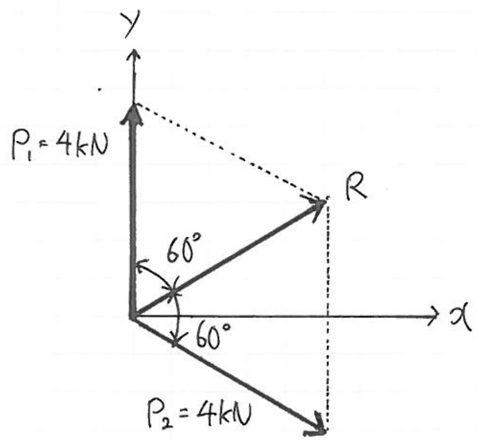
11. ④번

- $I_x + I_y = I_{max} + I_{min}$ 이므로 $I_{max} = (I_x + I_y) - I_{min}$ 이다.

$\therefore I_{max} = (3 + 7) - 2 = 8$ [mm⁴]

12. ④번

※ 시력도 이용



$\therefore R = 4$ [kN]

13. ③ 번

① 변형이 일어난 단면에서의 실제 단면적을 사용하여 계산한 응력을 진응력 이라고 한다.

② 모든 공학적 용도에서는 공칭응력과 공칭변형률을 사용하여야 한다.

④ 인장실험의 경우 (일정한 응력에서) 진변형률은 공칭변형률보다 작다.

14. ⑫ 번

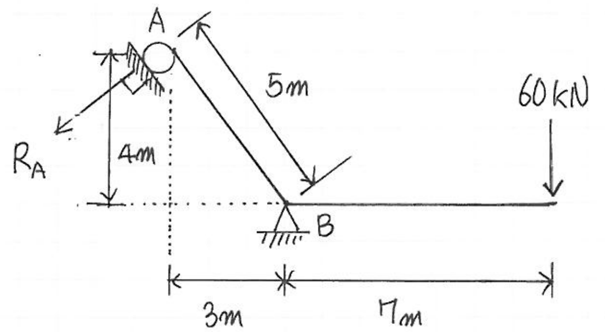
· A점 연단응력이 압축이 되기 위해서 $e\left(=\frac{M}{P_1}\right) \le core\left(=\frac{B}{6}\right)$ 이다.

· $M = P_2(10a) - P_1(0.5a)$, ($\boxed{\text{주의}}$ 우측 편심에 따른 부호 주의)

· $\frac{P_2(10a) - P_1(0.5a)}{P_1} \le \frac{2a}{6}$ 이므로 $12P_2 \le P_1$ 이다.

$\therefore \left(\frac{P_1}{P_2}\right)_{min} = 12$

15. ② 번



$\Sigma M_B = 0$, (+↻)

$60(7) - R_A(5) = 0$

$\therefore R_A = \frac{60(7)}{5} = 84$ [kN]

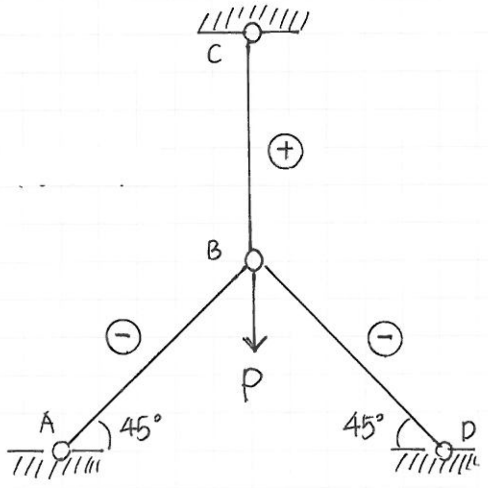
16. ① 번

$x_c = \frac{x_1 + x_2}{3} = \frac{a + (a+b)}{3} = \frac{2a+b}{3}$

17. ② 번

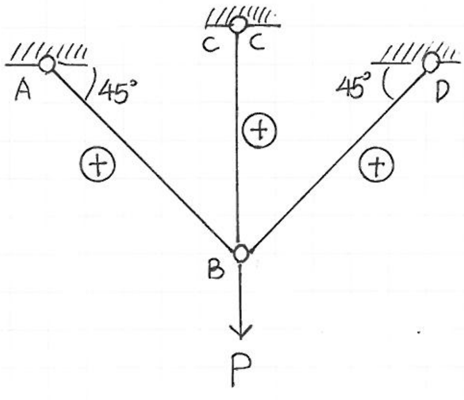
$M_c = \frac{PL}{8} = \frac{100 \times 20}{8} = 250$ [kN·m]

18. ② 번



<실제 구조물>

≡



<등가 구조물>

* 분배법 이용

• $K_1 : K_2 = \frac{EA}{L} : \frac{EA(\sin\theta)^2}{L} = 1 : (\sin\theta)^2$

(∵ 길이는 모두 L로 동일하다.)

$\therefore F_{BC} = \frac{1}{1+2(\sin\theta)^2}P = \frac{1}{1+2\times\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2}P = \frac{P}{2}$ (인장)

19. ④ 번

• C점에 단위변위 (=1)를 일으키기 위한 힘은 강성도(stiffness)를 말한다.

$\therefore K = \frac{EA(\sin 45°)^2}{L} \times 2개 = \frac{EA\times\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2}{L} \times 2개 = \frac{EA}{L}$

20. ④ 번

$E = \frac{PL}{\delta A} = \frac{(100\times10^3)\times 1,000}{1\times 500} = 2.0\times10^5\ [N/mm^2]$