# 응용역학개론

1. 전단탄성계수 G에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 포아송비 $\nu$는 $0 \le \nu \le 0.5$이다)

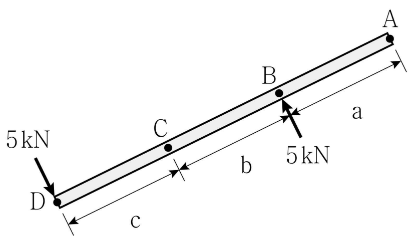
① 탄성계수 E보다 크고, 포아송비 $\nu$가 커짐에 따라 증가한다.
② 탄성계수 E보다 작고, 포아송비 $\nu$가 커짐에 따라 증가한다.
③ 탄성계수 E보다 크고, 포아송비 $\nu$가 커짐에 따라 감소한다.
④ 탄성계수 E보다 작고, 포아송비 $\nu$가 커짐에 따라 감소한다.

해설] ④

$G=\dfrac{E}{2(1+\nu)}$이므로, $G \propto \dfrac{1}{\nu}$

분모항이 항상 1보다 크기 때문에 $G$는 $E$보다 작다.

2. 그림과 같이 크기가 같고 방향이 반대인 우력이 작용할 때, 옳지 않은 설명은? (단, a, b, c는 0보다 큰 상수이다)

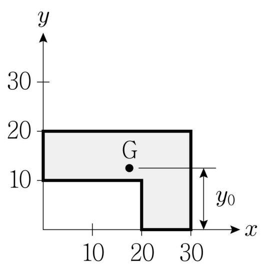



① A점 C점의 모멘트의 크기가 같다.
② B점 D점의 모멘트의 방향이 같다.
③ A점 D점의 모멘트의 크기와 방향이 모두 같다.
④ B점 C점의 모멘트의 크기는 다르나 방향은 같다.

해설] ④

우력관계에 있으므로, 어느 위치에서나 휨모멘트(크기, 방향 포함)는 동일하다.

3. 그림과 같이 음영으로 표시된 도형에서 도심까지의 거리 $y_0$는?



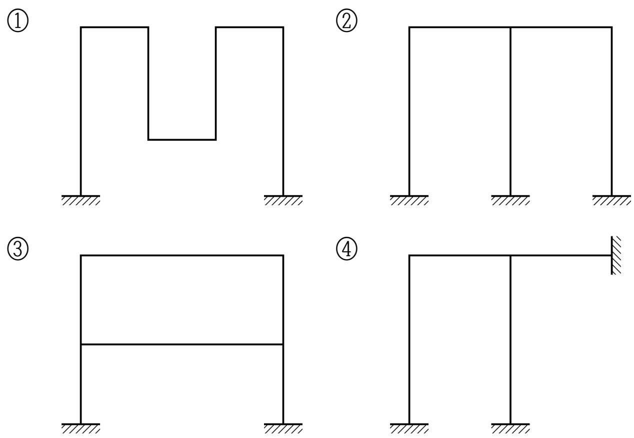

① 11.5 ② 12.5
③ 13.5 ④ 14.5

해설] ② 12.5

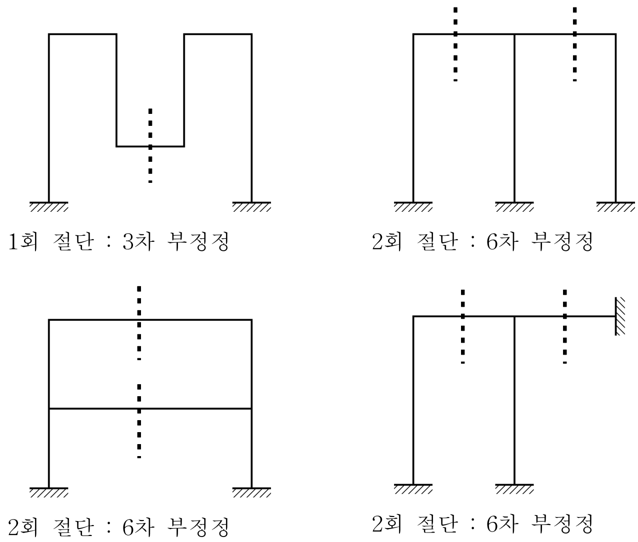
내부의 비어 있는 면적을 $-A$라 두면, 외부의 채워진 면적은 $3A$

가중평균법에 의해, $\bar{y}=\dfrac{10\times 3+5\times(-1)}{3-1}=12.5mm$

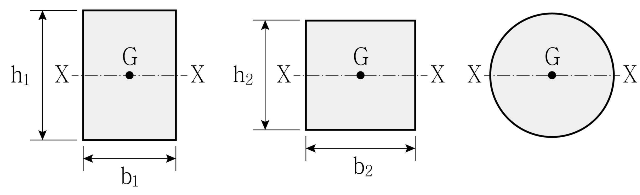
4. 다음은 부정정 라멘 구조물이다. 부정정 차수가 다른 하나는?




해설] ①




5. 그림과 같은 단면적이 동일한 3개의 단면에 대하여 도심축(X축)에 대한 단면2차모멘트의 크기 순서로 옳게 표현된 것은?




($h_1 > b_1$, 직사각형) ($h_2 = b_2$, 정사각형) (원형)
(가) (나) (다)

① (가) > (다) > (나)
② (가) > (나) > (다)
③ (나) > (다) > (가)
④ (나) > (가) > (다)

해설] ② (가) > (나) > (다)

동일한 면적일 경우, 중립축에서 멀리 이격한 위치의 단면적이 많을수록 단면2차모멘트가 크다.

따라서, 직사각형 > 정사각형 > 원형

6. 길이 L인 단순보에 대하여, 부재 중앙에 수직집중하중 P가 작용할 때의 최대휨모멘트($M_{max(P)}$)와 수직등분포하중 w가 전체 보에 작용할 때의 최대휨모멘트($M_{max(w)}$)가 같다면, 등분포하중 w의 크기는?

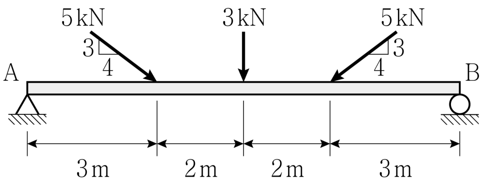
① $\frac{P}{2L}$　　② $\frac{P}{L}$

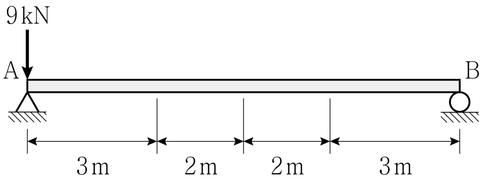
③ $\frac{2P}{L}$　　④ $\frac{3P}{L}$

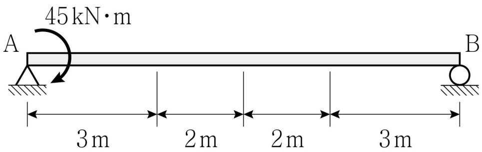
해설] ③ $\frac{2P}{L}$

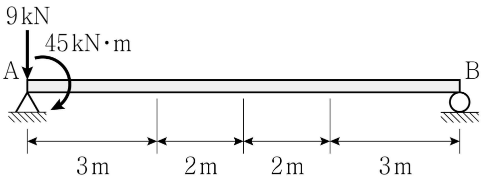
$\frac{PL}{4}=\frac{\omega L^2}{8}$에서, $\omega=\frac{2P}{L}$

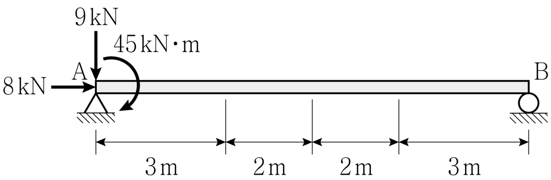
7. 그림과 같이 단순보에 하중이 작용할 때, A점에 작용하는 등가의 힘-우력계로 옳게 나타낸 것은?




①



②



③



④



해설] ③

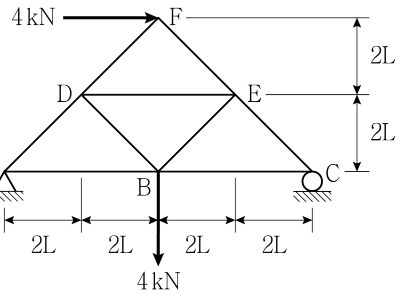
연직하중의 합 = $3+5\times\frac{3}{5}\times 2=9kN$

수평하중의 합 = 0

따라서, 단순보 중앙에 집중하중 $9kN$이 재하되는 경우와 동일하다.

이 집중하중을 A점으로 이동시키면, 집중하중 $9kN$과 모멘트 하중 $9\times 5=45kN.m$이다.

8. 그림과 같은 하중을 받는 트러스 구조물에서 부재 AB의 부재력[kN]은? (단, 부재의 축강성 EA는 일정하고, 구조물의 자중은 무시한다)




① 0　　② $2\sqrt{2}$(압축)

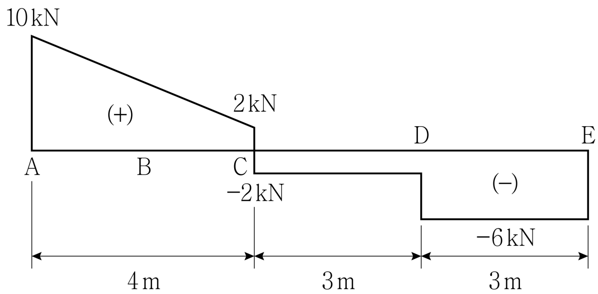
③ 4(압축)　　④ 4(인장)

해설] ④ 4(인장)

$V_A=\frac{4}{2}-\frac{4\times 4L}{8L}=0$ 이므로, AD부재는 영부재

$H_A=4kN(\leftarrow)$ = $F_{AB}$ (인장)

9. 그림은 단순보의 전단력도(S.F.D.)를 나타낸 것이다. 단순보에 발생하는 최대휨모멘트의 크기[kN.m]는?




① 18　② 20

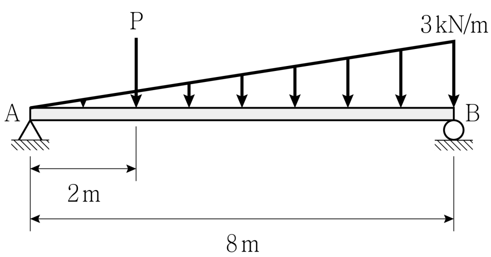
③ 24　④ 30

해설] ③ 24

CDE구간의 면적을 구하면,

$M_{\max}=2\times 3+6\times 3=24kN.m$

10. 그림과 같이 단순보에 3각형 분포하중과 집중하중이 작용하고 있다. 두 지지점의 수직반력($R_A$, $R_B$)이 같다면, 집중하중 P의 크기[kN]는? (단, 보의 자중은 무시한다)




① 4　② 6

③ 8　④ 9

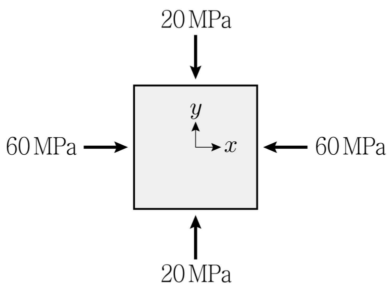
해설] ③ 8

$R_A=\frac{3\times 8}{2}\times\frac{1}{3}+P\times\frac{3}{4}=4+\frac{3P}{4}$

$R_B=\frac{3\times 8}{2}\times\frac{2}{3}+\frac{P}{4}=8+\frac{P}{4}$

$R_A=R_B$이므로, $P=8kN$

11. 그림과 같은 평면응력 상태($\sigma_x$ = -60 MPa, $\sigma_y$ = -20 MPa)일 때, 최대 전단응력의 크기($\tau_{\max}$)는?




① 10 MPa

② 20 MPa

③ 30 MPa

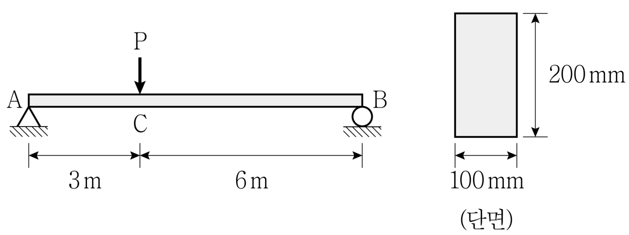
④ 40 MPa

해설] ② 20 MPa

전단응력없이 2축응력만 받고 있으므로,

$$\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} = \frac{60-20}{2} = 20MPa = \tau_{\max}$$

12. 그림과 같이 단면 폭 100 mm, 높이가 200 mm의 직사각형 단면을 갖는 단순보가 있다. 허용휨응력($\sigma_a$)이 60 MPa이고, 허용전단응력($\tau_a$)이 1 MPa이라면, 허용휨응력을 적용시킨 최대집중하중($\mathrm{P}_{\max(\sigma_a)}$)과 허용전단응력을 적용시킨 최대집중하중($\mathrm{P}_{\max(\tau_a)}$)과의 비($\mathrm{P}_{\max(\sigma_a)} : P_{\max(\tau_a)}$)는? (단, 선형탄성이론을 적용하고, 휨강성 EI는 일정하며, 구조물의 자중은 무시한다)




(단면)

① 1 : 1

② 2 : 1

③ 3 : 1

④ 4 : 1

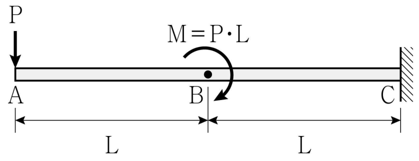
해설] ① 1 : 1

$$\tau_{\max} = \frac{3}{2}\frac{V_{\max}}{A} = \frac{3}{2} \times \frac{2P_\tau/3}{200 \times 100} = 1\text{에서, } P_\tau = 20kN$$

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{Z} = \frac{2P_\sigma/3 \times 3 \times 10^3}{100 \times 200^2/6} = 60\text{에서, } P_\sigma = 20kN$$

따라서, $P_\sigma : P_\tau = 1:1$

13. 그림과 같은 캔틸레버보에 집중하중 P와 집중모멘트 M이 작용할 때, A점에 발생하는 처짐의 크기는? (단, 보의 휨강성 EI는 일정하고, 보의 자중은 무시한다)



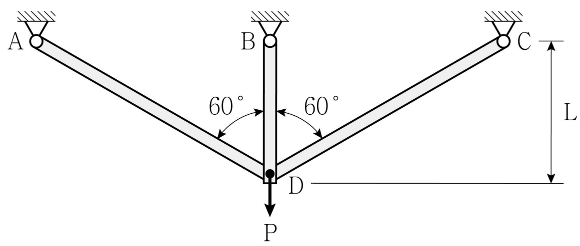

① $\dfrac{7\mathrm{PL}^3}{6\mathrm{EI}}$  ② $\dfrac{5\mathrm{PL}^3}{3\mathrm{EI}}$

③ $\dfrac{13\mathrm{PL}^3}{6\mathrm{EI}}$  ④ $\dfrac{10\mathrm{PL}^3}{3\mathrm{EI}}$

해설] ① $\dfrac{7\mathrm{PL}^3}{6\mathrm{EI}}$

$$\delta_A = \frac{P(2L)^3}{3EI} - \frac{ML}{EI} \times \frac{3}{2}L = \frac{8PL^3}{3EI} - \frac{3PL^3}{2EI} = \frac{7PL^3}{6EI}$$

14. 그림과 같이 축강성(EA)이 일정한 트러스 구조물에 수직하중 P가 작용하고 있다. 부재 BD와 부재 CD의 부재력의 비$\left(\dfrac{\mathrm{F_{BD}}}{\mathrm{F_{CD}}}\right)$는? (단, 미소변형 이론을 적용하고, 구조물의 자중은 무시한다)




① 4  ② 2

③ $2\sqrt{3}$  ④ $\dfrac{1}{\sqrt{3}}$

해설] ① 4

$\dfrac{EA}{L} = k$로 두면, BD부재의 강성은 $k$,

AD와 CD부재만 두고, 단위하중법에 의해,

$$\delta_D = \Sigma\left(\frac{FF_vL}{EA}\right) = \frac{P \times 2L}{EA} \times 2 = \frac{4PL}{EA}\text{에서,}$$

AD와 CD부재의 합강성은 $\dfrac{EA}{4L} = \dfrac{k}{4}$

BD에 분배되는 하중 $F_{BD} = P \times \dfrac{4}{5}$

AD와 CD부재의 재하되는 하중의 합 $F_{AC} = P \times \dfrac{1}{5}$

AD와 CD부재가 받는 힘이 동일하므로, $F_{CD} = F_{AD} = F_{AC} = \dfrac{P}{5}$

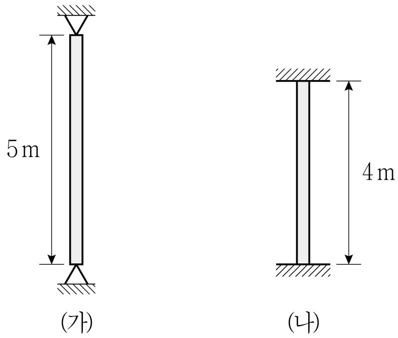
따라서, $\dfrac{F_{BD}}{F_{CD}} = \dfrac{4P/5}{P/5} = 4$

[별해] 2개의 대칭 트러스 부재의 합강성

$k = 2\sin^2\theta \times \frac{EA}{L} = 2\sin^2 30^\circ \times \frac{EA}{2L} = \frac{EA}{4L} = \frac{k}{4}$

($\theta$ : 수평면과 부재가 이루는 각도)

15. 그림 (가)와 같은 양단이 핀 지지된 길이 5 m 기둥의 오일러 좌굴하중($P_{cr}$)의 크기가 160 kN일 때, 그림 (나)와 같은 양단 고정된 길이 4 m 기둥의 오일러 좌굴하중의 크기[kN]는? (단, 두 기둥의 단면은 동일하고, 탄성계수는 같으며, 구조물의 자중은 무시한다)



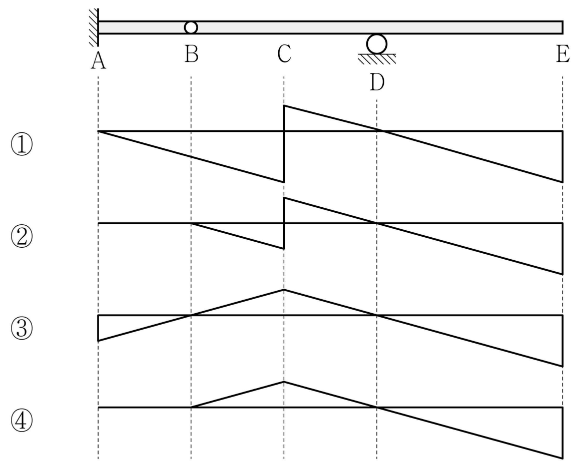

① 200
② 250
③ 800
④ 1,000

해설] ④ 1,000

(가) 기둥의 유효좌굴길이 $5m$, (나) 기둥의 유효좌굴길이 $2m$

$P_{cr} \propto \frac{1}{l_k^2}$ 이므로, $160 : P_2 = 2^2 : 5^2$ 에서, $P_2 = 1{,}000kN$

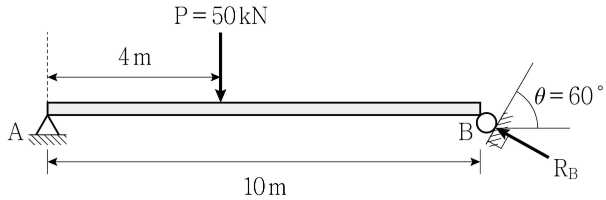
16. 그림과 같이 B점에 내부힌지가 있는 게르버보에서 C점에서의 휨모멘트의 영향선으로 옳은 것은?




해설] ④

②: C점의 전단력 영향선, ①과 ③은 존재할 수 없음.

17. 그림과 같이 집중하중 P가 작용하는 단순보에서, 지지점 B에서 $\theta$ = 60° 경사면에 반력 $R_B$가 작용한다. 지지점 B에서 반력 $R_B$의 크기[kN]는? (단, 보의 자중은 무시한다)



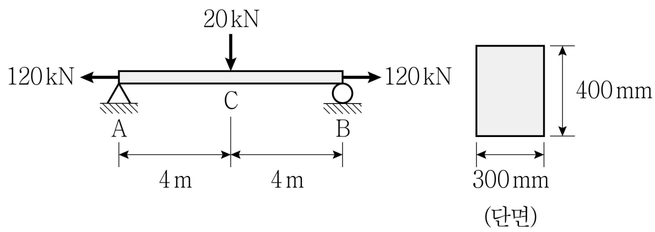

① 40.0
② 37.5
③ 35.0
④ 30.0

해설] ① 40.0

B점의 연직반력 $V_B = 50 \times \frac{4}{10} = 20kN$

$\cos 60^\circ = \frac{R_B}{V_B} = \frac{R_B}{20} = \frac{1}{2}$ 에서, $R_B = 40kN$

18. 그림과 같이 단면 폭 300 mm, 높이가 400 mm의 직사각형 단면을 갖는 단순보가 있다. 이 단순보가 축방향으로 120 kN의 인장력을 받고, 수직하중 20 kN을 받을 때, 보 중앙(C점)의 단면 최상부에 발생하는 응력의 크기[MPa]는? (단, 보의 자중은 무시한다)



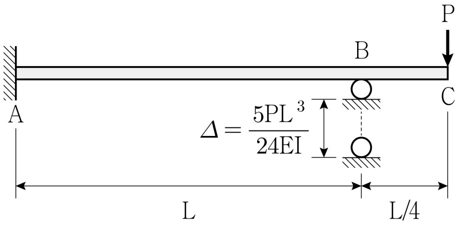

① 4(압축)
② 4(인장)
③ 2(압축)
④ 2(인장)

해설] ① 4(압축)

$M = \frac{20 \times 8}{4} = 40kN.m$ 이므로, $e = \frac{M}{P} = \frac{40}{120} = \frac{1}{3}m$

$\sigma = \frac{P}{A}(1 - \frac{e}{e_{\max}}) = \frac{120 \times 10^3}{300 \times 400}(1 - \frac{1/3 \times 10^3}{400/6}) = -4MPa$(압축)

19. 그림과 같이 구조물의 C점에 하중 P가 작용하여 지지점 B의 지점침하가 $\Delta = \dfrac{5PL^3}{24EI}$만큼 발생하였다. 이때 B점에서 발생하는 반력 $R_B$와 C점에서 작용하는 하중 P의 비$\left(\dfrac{R_B}{P}\right)$는? (단, 보의 휨강성 EI는 일정하고, 보의 자중은 무시한다)




① $\dfrac{1}{2}$　　② $\dfrac{2}{3}$

③ $\dfrac{3}{4}$　　④ $\dfrac{5}{6}$

해설] ③

B점의 침하가 없는 상태에서,

$R_{Bo} = P + \dfrac{PL/4 + PL/4}{L} = \dfrac{11P}{8}$

B점에 침하를 등가의 하중으로 치환하면,

$\Delta = \dfrac{5PL^3}{24EI} = \dfrac{P_{eq}}{k} = \dfrac{P_{eq}}{3EI/L^3}$에서, $P_{eq} = \dfrac{5P}{8}$

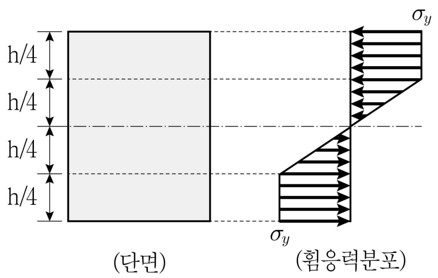
중첩의 원리에 의해, $R_{Bo} = R_B + P_{eq}$ 이므로,

$R_B = \dfrac{11P}{8} - \dfrac{5P}{8} = \dfrac{3P}{4}$

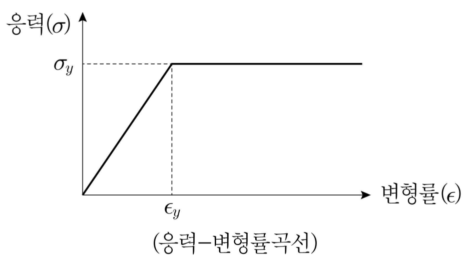
따라서, $\dfrac{R_B}{P} = \dfrac{3P/4}{P} = \dfrac{3}{4}$

20. 직사각형 단면을 가지는 보에 휨모멘트가 작용하여 그림 (가)와 같이 단면에 응력분포가 발생하였다. 보의 재료는 그림 (나)와 같이 완전탄소성거동을 한다고 가정하였을 때, 보의 단면에 발생하는 최대변형률의 크기는? (단, 그림 (나)는 압축과 인장에서 동일하게 적용되며, 항복응력($\sigma_y$)은 200 MPa, 탄성계수(E)는 200 GPa이다)

(가)




(나)




① 0.0025　　② 0.0020

③ 0.0015　　④ 0.0010

해설] ② 0.0020

항복변형율 $\epsilon_y = \dfrac{\sigma_y}{E} = \dfrac{200}{200 \times 10^3} = 10^{-3}$

항복지점은 중립축에서 $h/4$인 위치이므로,

최상단에서 변형율 $\epsilon_{\max} = \dfrac{\epsilon_y}{h/4} \times (h/2) = 2\epsilon_y = 2 \times 10^{-3} = 0.002$