

受 験 番 号	氏 名

○

○

○

○

3. 材料力学	1/3
---------	-----

(科目合計点)

1

(1) 右向きの力を正として、力のつり合い式は次式のように表せる。

$$nW - W + R_A + R_D = 0$$

(2) 区間 AB、BC、CD に作用する引張力は順に次のように表せる。

$$\frac{-R_A}{EA}, \quad \frac{W - R_A}{EA}, \quad \frac{(1-n)W - R_A}{EA} \quad \text{または} \quad \frac{R_D + (n-1)W}{EA}, \quad \frac{R_D + nW}{EA}, \quad \frac{R_D}{EA}$$

(3) 3 区間の伸びの和は零なので次式が成り立つ。

$$\frac{-R_A}{EA}L + \frac{W - R_A}{EA}L + \frac{(1-n)W - R_A}{EA}L = 0 \quad \text{または} \quad \frac{R_D}{EA}L + \frac{R_D + nW}{EA}L + \frac{R_D + (n-1)W}{EA}L = 0$$

(4) (1) と (3) で求めた式を連立させて解くと次のように反力を得る。

$$R_A = \frac{2-n}{3}W, \quad R_D = \frac{1-2n}{3}W$$

(5) (2) における区間 AB の引張り力を零とすると、(4) で得た反力の式より

$$n = 2$$

を得る。

得点

受 験 番 号	氏 名

○

○

○

○

3. 材料力学	2/3
---------	-----

2

(1) 位置 x における曲げモーメントは次のように表せる。

$$M_x = \begin{cases} 0, & 0 \leq x \leq \frac{L}{2} \\ -W\left(x - \frac{L}{2}\right), & \frac{L}{2} < x \leq L \end{cases}$$

(2) 最大曲げモーメントが生じる位置は $x = L$ (B 点, 固定端)、大きさは $\frac{WL}{2}$ である。

(3) 中間点 C のたわみは次の通りである。 $y = \frac{W}{3EI} \left(\frac{L}{2}\right)^3 = \frac{WL^3}{24EI}$

自由端 A のたわみは中間点 C のたわみに区間 AC のたわみを加えて次式で表せる。

$$y = \frac{WL^3}{24EI} + \frac{W}{2EI} \left(\frac{L}{2}\right)^2 \frac{L}{2} = \frac{5WL^3}{48EI}$$

(4) 反力 R_A を片持ちはりの自由端に作用させた場合のたわみと (3) の自由端 A のたわみが等しいことから次式が成り立つ。

$$\frac{R_A L^3}{3EI} = \frac{5WL^3}{48EI}$$

したがって反力 R_A の大きさは次の通りである。

$$R_A = \frac{5}{16}W$$

得点

受 験 番 号	氏 名

○

○

○

○

3. 材料力学	3/3
---------	-----

3

(1) 横断面に生じる垂直応力は次のように求められる。

$$\sigma = E\varepsilon = 210 \times 10^9 \times 1 \times 10^{-3} = 210 \times 10^6 \text{ (Pa)} = 210 \text{ (MPa)}$$

(2) 丸棒の軸に垂直な直径方向のひずみは、丸棒の軸方向のひずみとポアソン比を用いて次のように求められる。

$$-0.3 \times 1 \times 10^{-3} = -3 \times 10^{-4}$$

(3) 除荷時の断面積 A_0 と負荷時の断面積 A の差を除荷時の断面積 A_0 で除すると

$$\begin{aligned} \frac{\frac{\pi}{4} d_0^2 - \frac{\pi}{4} d^2}{\frac{\pi}{4} d_0^2} &= \frac{d_0^2 - d^2}{d_0^2} = \frac{100 - 100 \times (1 - 0.3 \times 10^{-3})^2}{100} \\ &= 1 - (1 - 0.3 \times 10^{-3})^2 \\ &= 0.6 \times 10^{-3} - 0.09 \times 10^{-6} \\ &\approx 6 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

と近似できる。したがって、断面積の差は除荷時の断面積の約 0.06% である。

得点