空間創造の力学　演習 2　　　　　　　　　　　　学籍番号　　　　　氏名

1. 5mm×10mm の断面で，長さが 2000mm の鋼棒を 5kN で引っ張ったところ，伸びは 1mm でした．このとき，鋼棒の断面の応力(単位面積あたりの力)とひずみ(単位長さあたりの伸び)を求めよ．

断面積は、$A = 5 \times 10 = 50\ mm^2$

よって応力は、$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{5000}{50} = \underline{100\ [N/mm^2]}$

ひずみは $\frac{伸び}{元の長さ} = \frac{1}{2000} = \underline{5.0 \times 10^{-4}}$

2. Hooke の法則(応力 ＝Young 率×ひずみ)が成り立つとして，1 の鋼棒の Young 率を求めよ．

$\sigma = E \cdot \varepsilon$

$\hookrightarrow E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{100}{5.0 \times 10^{-4}} = \underline{2.0 \times 10^{5}\ [N/mm^2]}$

3. 1 の鋼棒と同じ材料で 25mm×10mm の断面，5000mm の長さの鋼棒をつくり，10kN の力で引っ張ると，伸びはいくらになるか？

同じ材料 → Young 率が同じ

断面積は $A = 250\ mm^2$

よって応力は $\sigma = \frac{10000}{250} = 40\ [N/mm^2]$

→ Hookeの法則より、ひずみを求める

$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{40}{2.0 \times 10^5} = 2.0 \times 10^{-4}$

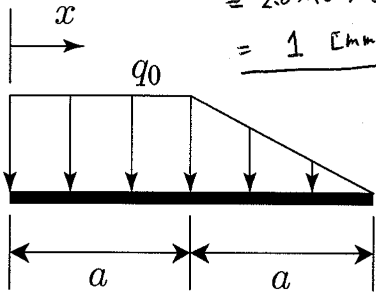
→ ひずみ $= \frac{のび}{元の長さ}$

$\hookrightarrow$ のび ＝ ひずみ × 元の長さ

$= 2.0 \times 10^{-4} \times 5000$

$= \underline{1\ [mm]}$

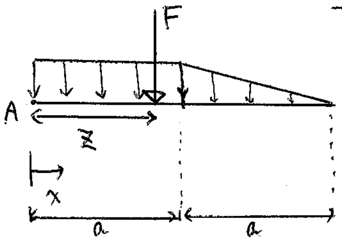
4. 下記の分布荷重と等価な集中荷重の大きさと作用点を求めよ．



集中荷重の大きさは、分布荷重の(合計)となる
和

$F = \int_0^a q_0\,dx + \int_a^{2a} q_0 \frac{2a-x}{a}\,dx$

$= q_0 a + \frac{1}{2} q_0 a = \underline{\frac{3}{2} q_0 a}$ （面積の和）



左の図のように、作用点を $x = z$ とすると、A点まわりについて、

〈分布荷重によるモーメントの和〉＝〈集中荷重のモーメント〉

$= F \cdot z$　　と式をたてて解く．

2つの解法 → うらへ

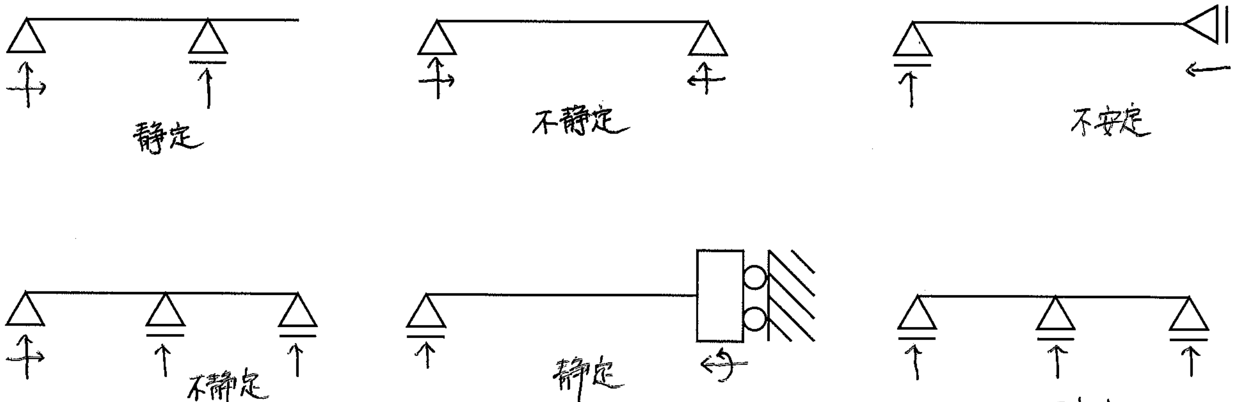
5. 支点反力に関する○×問題と穴埋め問題

鉛直変位が拘束されている点には鉛直反力が生じるが，その大きさは未知である．○

回転が拘束されている点には[モーメント反力]が生じる．

水平変位が拘束されていない点では，必ず水平力が与えられる．○ （△のときは、大きさ0の水平力と考える）

6. 以下の構造の支点に生じ得る反力を矢印で示し(向きは問わない)，(外的に)静定・不静定・不安定のどれになるか答えよ．



これ以降の回答は裏面に書いてください(任意)．

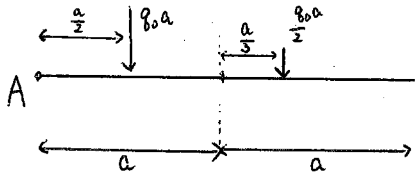
7. 今日の講義に関する質問や意見などを自由に書いてください．

8. [応用] 1 径間（径間=支点と支点の間）のはり構造で，静定となる構造を思いつくだけ書きなさい．

4. つづき

〈分布荷重によるモーメント〉$= F \cdot z$

① 分布荷重をかんたんな集中荷重におきかえる



A点まわりのモーメントは（時計回り正）

$$q_0 a \times \frac{a}{2} + \frac{q_0 a}{2} \times \frac{4}{3}a$$

$$= \frac{q_0 a^2}{2} + \frac{2q_0 a^2}{3}$$

$$= \underline{\frac{7}{6} q_0 a^2}$$

② 分布荷重 $\begin{cases} q_0 & (0 < x < a) \\ q_0\left(\frac{2a-x}{a}\right) & (a < x < 2a) \end{cases}$

について、A点まわりのモーメントを求める。（時計回り正）

$$\int_0^a q_0 \cdot x\, dx + \int_a^{2a} q_0 \left(\frac{2a-x}{a}\right) \cdot x\, dx$$

$$= \left[\frac{q_0}{2} x^2\right]_0^a + \left[q_0 x^2\right]_a^{2a} - \left[\frac{q_0}{3a} x^3\right]_a^{2a}$$

$$= \frac{1}{2} q_0 a^2 + 3 q_0 a^2 - \frac{7}{3} q_0 a^2$$

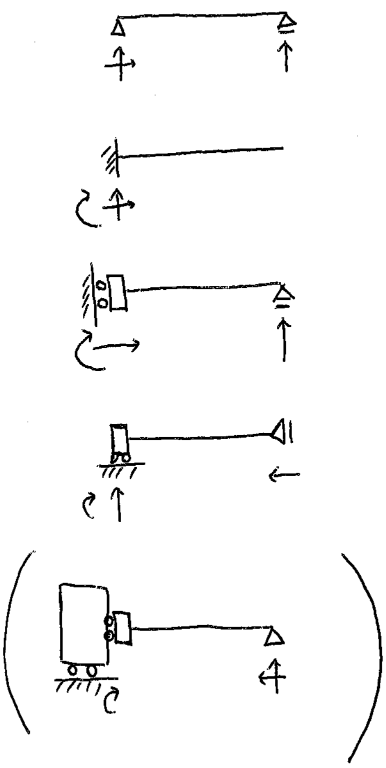
$$= \underline{\frac{7}{6} q_0 a^2}$$

同じ

よって、$F \cdot z = \frac{7}{6} q_0 a^2$

$$z = \frac{7}{6} q_0 a^2 \times \frac{2}{3 q_0 a} = \underline{\frac{7}{9} a}$$

8. 全部で5つ



〈考え方〉

● 反力が3つで、不安定とならない構造をさがす…

反力が3つの組み合わせは、

HVM	—	HVM	安定なものは…
1 1 1		0 0 0	○
1 1 0		1 0 0	×
1 1 0		0 1 0	○
1 1 0		0 0 1	○
1 0 1		1 0 0	×
1 0 1		0 1 0	○
1 0 1		0 0 1	×
0 1 1		1 0 0	○
0 1 1		0 1 0	×
0 1 1		0 0 1	×