

1 章 基本問題正解

2002 年 8 月 29 日作成

2010 年 10 月 8 日最終修正

萩原芳彦

問題 1・1・1 (a) 内力はいずれも P (b) 内力は P (c) AC の中点では P 、CB の中点では零

注：図(a)と図(b)は材料力学の問題としては全く同じ問題である。図(b),(c)の支点 A では支持反力 P が左向きに作用している。また、以上の結果からわかるように、ある場所の内力はその場所のいずれか片側に作用している力の大きさと等しい。すなわち、図(a)、(b)の場合、AB 間のどの断面でも内力は P であり、図(c)の場合は C に外力が作用しているので、AC 間と CB 間では内力は異なっている。C の近傍では力 P の作用のさせ方により状態が変わるため、初等材料力学では C の近傍での内力状態を明確にすることはできない。このことは A、B 近傍でも同じである。後に出てくるサンプナンの原理とあわせて考えることで初等材料力学の適用限界を考えることができる。

問題 1・1・2 (a) $F = 2\text{kN}$ (b) $M = 2.4\text{kNm}$ (c) $F = 2\text{kN}$ (d) $M = 3.6\text{kNm}$

解答には単位も正しくつけること。ものづくり、あるいは設計においては、その量を正しく示す必要がある。量は数値だけではなく、数値と単位の両方を示さなければわからない。

問題 1・1・3 (a) $\sqrt{3}(=1.73)\text{kN}$ (b) 1kN (c) $3\sqrt{3}/2(=2.6)\text{kNm}$

数値計算の結果は有効数字 3 桁まで示せば十分である。通常の機械工学問題における量についてはそれ以上の桁数を示してもあまり意味がない。

問題 1・2・1 (a) 回転支持 (本書 p.43、あるいは「よくわかる工業力学」 p.27 参照)
(b) 移動支持 (c) R_{Ax} R_{Ay} R_{Dx} 支持モーメントはいずれも零 (添字 x, y は図の座標軸の正方向にそれぞれの反力が向いていることを示す。) (d) $R_{Ax} + R_{Dx} = 0$ $R_{Ay} - P = 0$
(e) $R_{Dx}b - Pa = 0$ (f) $R_{Ax} = -aP/b$ $R_{Ay} = P$ 支持モーメントは零
(g) $R_{Dx} = aP/b$ 支持モーメントは零 (h) $N = aP/b$ $F = P$ $M = Px$
(i) $N = 0$ $F = aP/b$ $M = (b/2) \cdot aP/b = aP/2$ (j) $N = aP/b$ $F = 0$ $M = 0$

(k) $R_{Ax} = -4.5 \text{ kN}$ 、 $R_{Ay} = 3 \text{ kN}$ であるので、反力はこれらの合力であるから、
 $R_A = \sqrt{4.5^2 + 3^2} = 5.4 \text{ kN}$ となる。

問題 1・2・2 (a) 支持反力は $2P$ 、支持モーメントは零
(b) $2P$ (c) P (d) 支持反力 : P 、支持モーメント : $P(c+b/2)$
(e) 内力 : P 内力モーメント : $P(c+b/2)$

問題 1・3・1 (a) $\sigma_c = 20000/150 = 133 \text{ N/mm}^2 = 133 \text{ MPa}$ 垂直応力
(b) 133 MPa (c) 133 MPa (d) 133 MPa

問題 1・3・2 (a) $2P/bt$ (b) 引張応力 (正の垂直応力) (c) P/at (d) せん断応力
なお、せん断応力は厳密には BB 断面で一様に分布しない。ここで求めたものは BB 断面における平均値であり、詳細は 4・3 節にて解説している。

問題 1・4・1 (a) $\varepsilon = 0.002$ ひずみは無次元量である。式 (1・18) (b) 0.45 mm
(c) 0.0168 mm 、式 (1・18)、(1・20) (d) 500×10^{-6} 、式 (1・23) ひずみは 10^{-6} を基準に示すことが多い。

問題 1・5・1 (a) $\varepsilon_c = \sigma_c / E = P / EA = 20000 / (206000 \times 150) = 647 \times 10^{-6}$
(b) $\varepsilon_c \nu = 647 \times 10^{-6} \times 0.28 = 181 \times 10^{-6}$
(c) $\lambda = Nl / EA = 20000 \times 1000 / (206000 \times 150) = 0.647 \text{ mm}$
(d) 0.647 mm (e) 0.324 mm と 零

問題 1・5・2 (a) 0.003 (b) 618 MPa (c) 1.94 kN

問題 1・5・3 (a) 62.4 MPa (b) 62.4 MPa (c) 0.78 mm (d) 1.34 mm

問題 1・5・4 80.5 GPa

問題 1・5・5 (a) $2P/btE$ (b) 正の垂直ひずみ (c) $2Pl/btE$ (d) $2P\nu/tE$
(e) P/atG (f) せん断ひずみ

問題 1・0・1

- (a) p.1 参照 (b) p.2 参照、反力も外力の一種である。 (c) p.1,p.2
- (d) 見方によって内力となったり外力となったりする。物体 CB にとっては外力となる。
 N_c と N'_c ($N_c = N'_c$) の一対で物体 AB の中の C 断面における内力となる。
- (e) p.3 (f) p.5 (g) p.10,p.11 (h) 垂直応力とせん断応力 (i) p.11 (j) p.11 (k) p.11
- (l) p.11 (m) p.13 (n) p.13,p.15 (o) p.14 (p) p.14 (q) p.14 (r) p.17 (s) p.17 (t) p.17
- (u) p.19 (v) p.19 (w) p.20 (x) 物体形状 (断面形状) が急変する部分や集中的に力
(荷重) を作用させたところの近傍など (y) p.20 (z) p.18
- (aa) p.10 (bb) p.10 (cc) 材料が塑性変形を開始するときの応力 (dd) 引張試験に
よって材料を引張り破壊させるときの最大荷重負荷時の応力のこと。横断面は負荷前の断
面積を用いる。 (ee) 材料に力を加えて変形させた後に除荷しても元の形に戻らない性質