

【略解】

練習問題 1.1

- [1] (1) 100 MPa (2) 0.11% (3) 91 GPa
- [2] 引張ひずみは 2.5×10^{-3} となるので伸びは 0.75 mm
- [3] ポアソン比が 0.34 と与えられているので伸びひずみは 7.35×10^{-4} である。
よって、引張荷重は 5.6 kN
- [4] (1) せん断ひずみは 0.0333 となるので、ずれの角は 1.9 deg. となる。
(2) 10.9 Pa
(3) 327 Pa
- [5] 省略(直径と長さが増減したときの体積を表す式を考え、2次微小量を無視する)
- [6] 省略(ポアソン比の定義式から考える)

練習問題 1.2

- [1] 上端から x の距離の断面にかかる応力を表す式を考える。位置 x における断面積を $S(x)$ 、下端面の断面積を S_0 とする。
$$S(x) = S_0 \exp\left[\frac{\rho S_0(L-x)}{M}\right]$$
- [2] (1) $\frac{\rho g}{6E} l^2$ (2) $\frac{\rho \omega^2}{3E} l^3$
(微小部分の伸びを表す式を考え、棒の全長にわたって積分する)
- [3] 球の半径は 6.28×10^{-4} cm だけ縮む。
(球の半径が r から Δr だけ縮む時の体積を表す式を考える)
- [4]
$$\nu = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{\Delta V}{\pi r^2 \Delta L} \right)$$

練習問題 1.3

- [1] 18.2 度 (0.318 ラジアン) (ねじりモーメントとねじれ角の関係を考える)
- [2] 0.4 mm (梁の軸方向の各点における変位を表す微分方程式を考える)
- [3] 5.8 mm (構造の対称性を利用する)

練習問題 1.4

$$[1] \frac{Eba^3}{8l^3}h^2$$

($x=l$ における荷重による変位 h は式(1.27)より計算できる. 右端の下がり方が 0 から h になるまでになされた仕事がこの棒に蓄えられる弾性エネルギーである.)

$$[2] \frac{1}{2}G\theta^2V$$

(図 1.20 を角柱として考え, 角度を 0 から θ までずらすときの仕事を求める.)

練習問題 2.1

省略 (オイラーの公式を用いて右辺と左辺を書き換える.)

練習問題 2.2

[1] $I = \rho v \omega^2 a^2 / 2$ より, (1) 変わらず, (2) 変わらず, (3) 変わらず, (4) 4 倍

[2] (1) 62.5 m/s, (2) 15.7 m, (3) 3.98 Hz, (4) 24.4 W

練習問題 2.3

位相速度: $v_p = \omega / k = Ak^{-1/2}$

群速度: $v_g = d\omega / dk = (A/2) k^{-1/2}$

練習問題 2.4

[1] (1) 4.0 Hz (銅線を伝播する横波の速度と基本波の波長から求まる.)

(2) 14 Hz

[2] 343 Hz

[3] (1) $E = kl_0/S$

(2) 導出は省略. $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{E'}{\rho'} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$, $\frac{E'}{\rho'} = \left(\frac{l}{l_0} \right)^2 \frac{E}{\rho}$

(このばねに等価な弾性体を考え縦波の波動方程式(2.74)による.)

(3) 引き伸ばしても変化しない.

(ばねの固有角振動数の式(2.108)から考える.)

練習問題 2.5

- [1] 省略 (進行する正弦波と後退する正弦波の和を式変形)
[2] 省略 (一点でつながれた異なる材質の二種類の弦の場合を, 弾性体に置き換えて説明すればよい)

練習問題 2.6 省略

練習問題 2.7 省略

練習問題 2.8

省略 (スリット内 y 軸上の点を $Q(0, y)$ とし、 Q 近傍の dy 部から P に作る波の振幅を求める。 QP と OP の長さの差を調べると良い。)

練習問題 2.9

省略 (式(2.144)をスリット幅分積分して求める。)

練習問題 3.1

- [1] 上面を押す圧力 98 kPa, 底面を押す圧力 118 kPa, 立方体の水中での重さ 7.2 ton
[2] 67 m^3
[3] (1) 浮かぶための条件は $m < (\rho_{\text{water}} - \rho)\pi r^2 h / 3$
(2) $h' = \left\{ \frac{1}{\rho_{\text{water}}} \left(\rho + \frac{3m}{\pi r^2 h} \right) \right\}^{1/3} h$
[4] 気圧は 10 m で 1011 hPa, 1500 m で 839 hPa.

練習問題 3.2

$$\rho V g = \rho'(1 - a / 100) V g, \quad a \cong 11\%$$

練習問題 3.3

- [1] 省略
[2] $xy = \frac{\gamma \cos \theta}{\rho g \tan \alpha} = \text{const.}$

(γ : 表面張力, θ : 接触角, ρ : 液体の密度とする. p.102 の上の図において, 座標 x で厚みが dx , 幅 d , 高さ y の直方体水柱を考えて式(3.21)に相当する式を導けば, 上式が得られる.)

練習問題 3.4

直径 2cm のホース: 106 cm/s, 直径 1cm のホース: 424 cm/s

練習問題 3.5

[1] 150 Pa

[2] (1) $t_1 = \frac{A\sqrt{2}}{a\sqrt{g}}(\sqrt{h_0} - \sqrt{h'})$

(2) 上式で $h' = h_0/2$ とする. $t_2 = \frac{A}{a\sqrt{g}}(\sqrt{2}-1)\sqrt{h_0}$

(3) $h' = 0$ までの時間. $t_3 = \frac{A\sqrt{2}}{a\sqrt{g}}\sqrt{h_0}$

[3] 小孔の断面積を a , 容器の断面積を $A(x)$ とする.

$$A(x) = \frac{a\sqrt{2g}}{k}\sqrt{x} \quad \text{つまり断面積が}\sqrt{x}\text{に比例するようにすればよい.}$$

[4] 省略

練習問題 3.6

(1) 省略 (2) 省略

練習問題 3.7

[1] $\frac{2a^2(\rho_s - \rho_0)g}{9\nu}$

[2] 1.3 μm (上問と同じくストークス粘性の問題. 終端速度で 10 時間, 10 cm 落下する粒子の直径を求める.)

練習問題 3.8

(1) 100 m/s, (2) 3.3×10^6 , (3) 6.7 m/s