

2章 基本問題

2002年8月29日作成

2002年11月20日最終修正

萩原芳彦

問題2・1・1 教科書図2・1の様に、横断面積が A_0 なる一様な棒の一端Aを固定し、他端Bに棒の軸方向の引張力 P を作用させる。棒の全長を l として、以下の間に答えよ。

- (a) 横断面に生ずる内力を求めよ。
- (b) 横断面に生ずる応力を求めよ。
- (c) (b)において生じている応力の種類は何か。
- (d) 1 m^2 あたり 1 N の内力が作用している時の応力は 1 Pa である。 1 mm^2 あたり 1 N の内力が作用しているときの応力はいくらか。
- (e) $P = 5\text{ kN}$, $A_0 = 20\text{ mm}^2$ の時の上記(b)における応力を計算せよ。単位も示すこと。
- (f) 横断面と θ 傾いた断面に生ずる内力を求めよ。
- (g) 横断面と θ 傾いた断面の断面積 A を求めよ。
- (h) (f)における断面での合応力を求めよ。
- (i) (f)における断面での垂直応力を求めよ。
- (j) (f)における断面でのせん断応力を求めよ。
- (k) $\theta = 30^\circ$ の時のこの断面に生ずる合応力、垂直応力ならびにせん断応力を求めよ。
- (l) (k)の場合の垂直応力は(e)の応力の何倍か。
- (m) この棒に生じている主応力を求めよ。
- (n) せん断応力が最大となるのは θ が何度のときか。

問題2・2・1

直径 $d = 2\text{ mm}$ 、長さ $l = 150\text{ m}$ の針金を空中で静止しているヘリコプターから吊るす。針金は鋼製、密度は $\rho = 7800\text{ kg/m}^3$ であるとして、以下の間に答えよ。ただし、重力加速度を $g = 9.8\text{ m/s}^2$ 、針金の縦弾性係数は教科書 p.17 の値を用いよ。

- (a) この針金の体積 V を求めよ。
- (b) この針金の全質量 m を求めよ。
- (c) 自重によって針金の下端から 100 m のところの横断面に生ずる応力を求めよ。
- (d) 自重によって針金の下端から 100 m のところで生じる最大せん断応力を求めよ。

- (e) 自重によって針金の上端（ヘリコプターへ取り付けられた部分）の横断面に生ずる応力を求めよ。
- (f) 針金は自重によってどれだけ伸びるか。
- (g) 針金の許容応力が 200MPa であるとしたとき、この針金の下端に吊るすことのできる物体の最大質量はいくらか。
- (h) 上記の最大質量の物体を吊るしたとき、針金の全長は元の長さからどれだけ伸びるか。
- (i) 針金の質量は(b)で吊るした物体の質量の何%となるか。
- (j) (h)の結果から、機械・構造物を設計するとき、自重がどのくらい影響するものなのかを考察せよ。

問題 2・3・1

教科書図 2・4 において、 $P_1 = 5\text{kN}$ 、 $P_2 = 5\text{kN}$ 、 $a = 100\text{mm}$ 、 $b = 200\text{mm}$ 、 $c = 100\text{mm}$ 、棒の横断面積を 20mm^2 、縦弾性係数を 206GPa として、以下の間に答えよ。

- (a) A,B 端の支点反力 R_A 、 R_B の値を計算せよ。
- (b) AC、CD、DB 間それぞれの横断面に生ずる応力を求めよ。
- (c) a, b, c ならびに P_1 は条件のままとして、AC 間の伸縮量を零とするためには P_2 はいくらにすればよいか。

問題 2・3・2

教科書例題 2 (p.32) において、円筒が鋼製、棒がアルミニウム製として、以下の間に答えよ。ただし、 $P = 20\text{kN}$ 、 $l = 200\text{mm}$ 、 $A_1 = 120\text{mm}^2$ 、 $A_2 = 50\text{mm}^2$ 、鋼の縦弾性係数を 206GPa 、アルミニウムのそれを 70GPa とする。

- (a) 円筒と棒、いずれの横断面に生ずる応力のほうが高くなるか。
- (b) 円筒、棒の横断面に生ずる応力を求めよ。
- (c) 力 P を増加させていったとき、鋼とアルミニウムいずれが先に降伏するか。ただし、鋼の降伏応力を 230MPa 、アルミニウムの降伏応力を 80MPa とする。

問題 2・3・3

図 2・3・3 の様に、水平な床の上に立てられた、同一長さの弾性柱①、②の上に水平に置かれた剛体の棒の一端 C が回転支持によって壁に取り付けられ、C 端から c の位置に垂直な力 P が作用している。弾性柱①、②の縦弾性係数を E_1 、 E_2 、断面積を A_1 、 A_2 とし

たとき、以下の間に答えよ。

なお、剛体の棒と弾性柱は力を作用させたときに離れることはないものとする。

- (a) 剛体の棒に作用する力（反力）を仮定せよ。
- (b) 弾性柱に作用している力（反力）を仮定せよ。
- (c) 剛体の棒に作用している力および力のモーメントに関する釣り合い条件式を求めよ。
- (d) 弾性柱に作用している力の釣り合い条件式を求めよ。
- (e) 変形条件式を求めよ。
- (f) 剛体の棒は変形できないので剛体の棒 ABC は直線を保ったまま C 点を中心にして回転できるだけであることを考慮して、この問題の場合の境界条件を求めよ。
- (g) 弾性柱①の横断面に生じている垂直応力を求めよ。

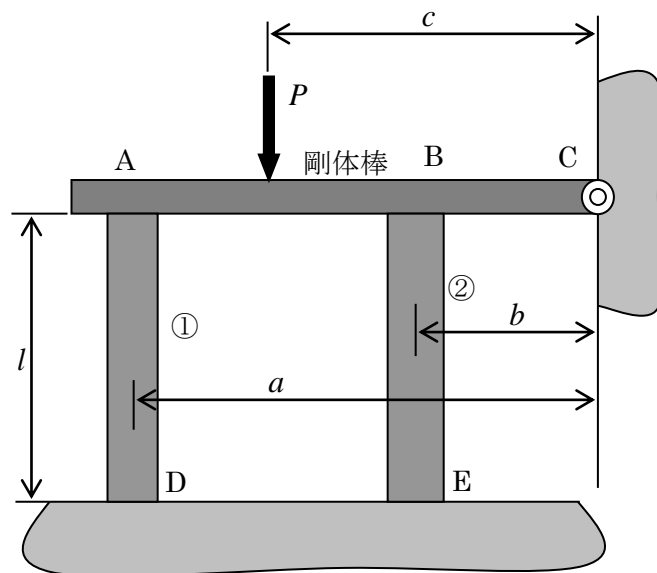


図 2・3・3

問題 2・4・1

教科書図 2・6 (a)のようにトラス構造に垂直下向きの力が作用している。以下の間に答えよ。

- (a) 上面の水平な部材の横断面にせん断力は生ずるか。
- (b) 左側の斜め部材の横断面にせん断力は生ずるか。
- (c) 図 2・6 (a)において作用する 2 つの力を取り除き、上面の部材の中央に垂直下向きの力を作用させた場合、上面の部材にせん断力は生ずるか。

- (d) 図 2・6(a)において作用する 2 つの力を取り除き、上面の部材の中央に垂直下向きの力を作用させた場合、左側の斜め部材にせん断力は生ずるか。
- (e) 以上(a)~(d)の理由を説明せよ。

問題 2・4・2

教科書図 2・8(a)の構造から AB 間の部材を取り除き、A、B 支点の支持を回転支持とした図 2・4・2 のトラス構造の部材 AC、BC の横断面に生ずる応力を求めよ。ただし、部材の横断面積はいずれも A とする。

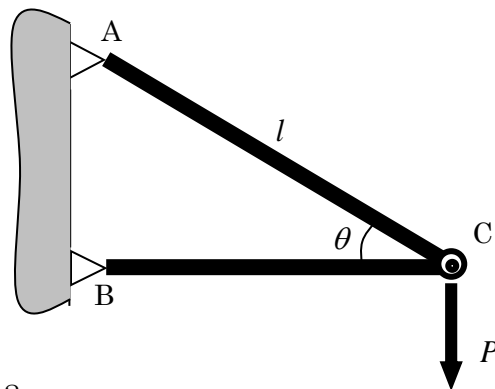


図 2・4・2

問題 2・5・1

教科書図 2・9(a)に対して、以下の間に答えよ。ただし、棒は長さ 50mm、断面積が 100mm^2 、縦弾性係数が 206GPa、線膨張係数が 1.15×10^{-5} である鋼とする。

- (a) この棒の温度を 80°C 上昇させたとき、棒に生ずる熱応力を求めよ。
- (b) このとき、棒は壁をどれだけの力で押しているか。
- (c) この棒の降伏応力（棒が塑性変形を開始するときの応力）が 250MPa であるとして、この棒の温度を何度上昇させると棒は塑性変形することになるか。
- (d) 一方の壁を取り去り、温度を 100°C 上昇させた。棒の伸び量を求めよ。
- (e) 上記の伸びに相当するだけこの棒を変形させるために必要な引張り力を求めよ。
- (f) この棒が銅であるとき、(a)の場合の熱応力を求めよ。

問題 2・0・1 以下の間に答えよ。

- (a) 合応力とは何か
- (b) 主応力とは何か。
- (c) 単軸応力状態とは何か。

- (d) 一様な太さの棒を引張ったとき、最大せん断応力の生じる面は横断面とどれだけ傾いた面か。
- (e) 表面力とは何か。
- (f) 物体力とは何か。
- (g) 教科書の図 1・1 (c) に示されている力 N_C 、 P 、 R_A は表面力か。
- (h) 物体がある点を中心にして回転しているとき、物体に作用している力は表面力か物体力か。
- (i) 材料力学の問題を解くために必要な条件式は何か。
- (j) トラス構造とラーメン構造の違いを説明せよ。
- (k) 剛節と滑節の違いを説明せよ。
- (l) 静定問題、不静定問題の違いを説明せよ。
- (m) 熱応力とは何か。
- (n) 拘束のない完全に自由な状態にして物体の温度を均一に上昇させた場合、熱応力はどの程度となるか。
- (o) ある物体を完全に自由な状態にして物体の一部分の温度を上昇させた。熱応力は生ずるだろうか。