

4章 基本問題

2002年9月15日作成

2002年9月15日最終修正

萩原芳彦

問題4・1・1

以下の問に答えよ。特に指示のない場合にははりの弾性係数は教科書 p.17 の値を用いよ。

- (a) はりの断面2次モーメントを $3 \times 10^5 \text{mm}^4$ 、中立軸からはりの引張り側表面までの距離を 20mm、圧縮側表面までの距離を 30mm とした場合、この断面での断面係数を求めよ。
- (b) はりのある横断面に生ずる曲げモーメントが 4kNm であった。この場所における最大曲げ応力を求めよ。ただし、この断面の断面2次モーメントを $5 \times 10^5 \text{mm}^4$ 、中立軸からはりの引張り側表面までの距離を 25mm とする。
- (c) 鋼製のはりを曲げたところ、縦主軸の曲率半径が 2m であることがわかった。このはりの断面2次モーメントが $2.1 \times 10^5 \text{mm}^4$ であるとする、このはりに生じている曲げモーメントはいくらでなければならないか。
- (d) 上記(c)のはりがアルミニウム製であるとしたとき、同じ曲げモーメントが生じている状態でのはりの曲率半径を求めよ。
- (e) 鋼製のはりを曲げ、最大曲げ応力が生じていると考えられる場所のはりの軸方向垂直ひずみを測定したところ 500×10^{-6} であることがわかった。この場所のはりの曲げ応力を求めよ。
- (f) はりを曲げた場合、教科書図4・1(b)に示すような長方形断面が図(f)のように台形の断面となる理由を説明せよ。
- (g) 断面2次モーメントが $3 \times 10^5 \text{mm}^4$ である鋼製ならびにアルミニウム製のはりの曲げ剛性を求めよ。
- (h) はりの高さ方向(図4・1(f)に示す y 方向)の垂直応力を求めよ。
- (i) 断面積が 10^3mm^2 、断面2次モーメントが $2 \times 10^5 \text{mm}^4$ なるはりの断面2次半径を求めよ。
- (j) はりの中立軸(図心位置)が高さ方向に対称位置でない(すなわち $e_1 \neq e_2$) ような断面形状の場合、図心位置は最大曲げ応力側、最小曲げ応力側、どちら側に近くなるようにして用いた方が強度的に有利となるか。

問題 4・1・2

教科書図 3・3(a)において、 $P = 8 \text{ kN}$ 、 $a = 3 \text{ m}$ 、 $b = 2 \text{ m}$ であるとき、以下の問に答えよ。ただし、はりの断面 2 次モーメントを $3 \times 10^5 \text{ mm}^4$ 、中立軸からはりの引張り側表面までの距離 e_1 を 20 mm 、圧縮側表面までの距離 e_2 を 30 mm とする。

- (a) 支点 A から 1.5 m のところにおける最大曲げ応力と最小曲げ応力を求めよ。
- (b) (a)で求めた応力は図のどの場所の応力かを説明せよ。
- (c) 図の C 点の下側（はりの下面）における曲げ応力を求めよ。
- (d) 図の C 点における応力はどのようになるかを考察せよ。

問題 4・1・3

教科書図 3・6 において、 $w_0 = 4 \text{ kN/m}$ 、 $l = 2 \text{ m}$ であるとき、以下の問に答えよ。ただし、はりの断面 2 次モーメントを $4 \times 10^5 \text{ mm}^4$ 、中立軸からはりの引張り側表面までの距離を 25 mm 、圧縮側表面までの距離を 30 mm とする。

- (a) A 点から 1.5 m のところにおける最大曲げ応力と最小曲げ応力を求めよ。
- (b) (a)で求めた応力は図のどの場所の応力かを示せ。
- (c) B 点（固定端）における最大曲げ応力と最小曲げ応力を求めよ。
- (d) (c)で求めた応力と実際のはりに生じる応力との違いを考察せよ。

問題 4・2・1

辺の寸法が $b = 30 \text{ mm}$ 、 $h = 60 \text{ mm}$ なる長方形断面の角材がある。以下の問に答えよ。

- (a) この角材の横断面の重心（図心）を通り、小さな方の辺（ b ）に平行な軸に関する断面 2 次モーメントを求めよ。
- (b) (a)に説明した軸と平行で、長方形の辺を通る軸に関する断面 2 次モーメントを求めよ。
- (c) この角材の横断面の重心（図心）を通り、大きな方の辺（ h ）に平行な軸に関する断面 2 次モーメントを求めよ。
- (d) この角材をはりとして用いる場合、辺の寸法が大きな方と小さな方、いずれをはりの高さ方向にとれば曲げ応力を小さくできるか。
- (e) 辺の寸法が大きな方、小さな方をそれぞれはりの高さ方向としたとき、生じる最大曲げ応力の大きさの違いは何倍となるか。

問題 4・2・2

底辺 $b = 30 \text{ mm}$ 、高さ $h = 60 \text{ mm}$ なる三角形断面の重心を通り、底辺に平行な軸に関する断面 2 次モーメントならびに底辺を通る軸に関する断面 2 次モーメントを求めよ。

問題 4・2・3

一辺が 100 mm の中実の正方形断面と内側の一辺が 100 mm 、外側の一辺が 140 mm なる中空の正方形断面の場合について、以下の問に答えよ。

- (a) それぞれの断面積を求めよ。
- (b) それぞれの断面 2 次モーメントを求めよ。
- (c) それぞれの断面係数を求めよ。
- (d) 以上の結果から、はりとして用いる場合、中実断面と中空断面とではどちらのほうが優れているか考察せよ。

問題 4・3・1

教科書図 3・3(a)において、 $P = 8 \text{ kN}$ 、 $a = 3 \text{ m}$ 、 $b = 2 \text{ m}$ であるとき、以下の問に答えよ。ただし、はりを、幅 30 mm 、高さ 60 mm なる長方形断面とする。

- (a) A から 1.5 m の場所における横断面に生じる最大曲げ応力を求めよ。
- (b) A から 1.5 m の場所におけるせん断力により、横断面に生じる平均せん断応力を求めよ。
- (c) 上記の最大曲げ応力と平均せん断応力の値を比較し、はりの曲げに関して強く影響を与えているものは何であるかを考察せよ。

問題 4・4・1

図 4・4・1 のような円弧上に曲げられた丸棒の両端に $M = 200 \text{ Nm}$ なるモーメントが図の向きに作用している。丸棒の直径 $d = 20 \text{ mm}$ 、曲率半径 $r_0 = 50 \text{ mm}$ として、以下の問に答えよ。

- (a) この棒の AB 断面における横断面積を求めよ。
- (b) この曲がりばりの AB 断面における断面係数を求めよ。
- (c) 図の向きに作用しているモーメント M_0 は AB 断面に対して正負いずれの曲げモーメントを生じさせるか。
- (d) この曲がりばりの AB 断面に生ずる最大ならびに最小の曲げ応力の値とそれらの生じている場所を求めよ。

- (e) 曲げモーメントが図とは逆向きに作用したときにこの曲がりばりの AB 断面に生ずる最大ならびに最小の曲げ応力の値ならびにそれらの生じている場所を求めよ。
- (f) このはりをも直ばりとみなした場合の AB 断面の断面係数を求めよ。
- (g) このはりをも直ばりとみなした場合の AB 断面での最大ならびに最小の曲げ応力を求めよ。
- (h) (d)の場合の最大曲げ応力は(g)の場合の最大曲げ応力の何倍となるか。

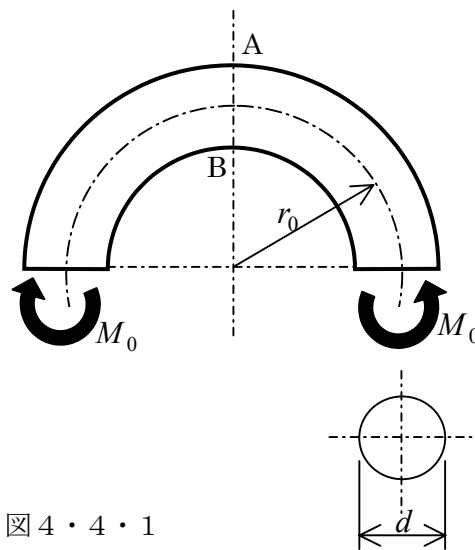


図 4・4・1

問題 4・0・1

- (a) はりの横断面に生ずる曲げ応力は何によって生ずるのか。
- (b) 真直ばりにおいて、中立軸上の曲げ応力はどのようになっているか。
- (c) 断面 1 次モーメントの定義式を示せ。
- (d) 曲げ剛性とは何か。
- (e) 断面係数とは何か。
- (f) 断面 2 次モーメントの定義式を示せ。
- (g) 平行軸の定理とは何か。
- (h) 直交軸の定理とは何か。
- (i) 平等強さのはりとはどのようなはりのことか。
- (j) はりの横断面に生ずるせん断応力は何によって生ずるのか。
- (k) 長方形断面の曲りばりを曲げた場合、曲げ応力の絶対値が最大となる場所はどこか。
- (l) 曲りばりの横断面の重心（図心）位置での曲げ応力は零となるか。