

## 9章 基本問題

2002年12月28日作成

2002年12月28日最終修正

萩原芳彦

### 問題9・1・1

以下の問に答えよ。

- (a) 仕事とは何か。
- (b) エネルギーとは何か。
- (c) 弾性ひずみエネルギーとは何か。
- (d) ひずみエネルギー密度とは何か。

### 問題9・1・2

直径  $d = 10 \text{ mm}$ 、長さ  $l = 500 \text{ mm}$  の鋼製丸棒の一端を固定し、他端に  $P = 5 \text{ kN}$  の外力を負荷して引っ張った。以下の問に答えよ。ただし、棒の弾性係数は教科書 p.17 の値を用いよ。

- (a) この棒の横断面に生ずる垂直応力を求めよ。
- (b) 棒はどれだけ伸びるか。
- (c) 外力のなした仕事を求めよ。
- (d) 棒の単位体積あたりに蓄えられる弾性ひずみエネルギーを求めよ。
- (e) 棒全体に蓄えられる弾性ひずみエネルギーを求めよ。

### 問題9・1・3

一辺が  $a = 10 \text{ mm}$  である正方形断面を有する長さ  $l = 1 \text{ m}$  の鋼製角棒の両端に引張り力を作用させて引っ張った。このとき、棒の軸方向の垂直ひずみ  $\varepsilon$  が  $500 \times 10^{-6}$  であった。以下の問に答えよ。ただし、棒の弾性係数は教科書 p.17 の値を用いよ。

- (a) この棒の横断面に生ずる応力を求めよ。
- (b) この棒の軸力を求めよ。
- (c) この棒の単位体積あたりに蓄えられる弾性ひずみエネルギーを求めよ。
- (d) この棒全体に蓄えられるひずみエネルギーを求めよ。

### 問題9・1・4

教科書図 2・2 のように、密度  $\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$ 、断面積  $A = 100 \text{ mm}^2$ 、長さ  $l = 1 \text{ m}$  なる鋼製の棒が天井から吊るされている。この棒に自重によって蓄えられている弾性ひずみエネルギーを求めよ。ただし、棒の弾性係数は教科書 p.17 の値を用いよ。

問題 9・1・5

教科書図 9・2 の丸棒が直径  $d = 30\text{mm}$ 、長さ  $l = 2\text{m}$  であるとし、ねじりモーメント  $T = 5\text{kNm}$  を作用させたとき、この棒に蓄えられるひずみエネルギーを求めよ。ただし、材質は鋼とし、弾性係数は教科書 p.17 に示した値を用いよ。

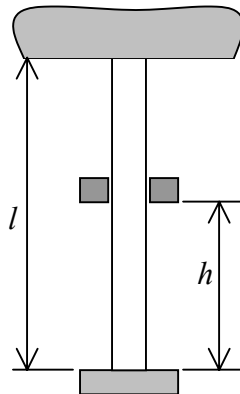
問題 9・1・6

教科書図 5・3 のように片持ちばりの自由端に集中力  $P = 1\text{kN}$  が作用している。はりの断面が幅  $b = 20\text{mm}$ 、高さ  $h = 50\text{mm}$  の長方形であり、スパンが  $2\text{m}$  である鋼としたとき、はりに蓄えられる弾性ひずみエネルギーを求めよ。

問題 9・2・1

直径  $d = 2\text{mm}$ 、長さ  $l = 2000\text{mm}$  の鋼製丸棒を剛体の天井から垂直に吊るし、下端に質量の無視できる台を取り付ける。台の上に  $h = 10\text{mm}$  の高さから質量  $m = 1\text{kg}$  の物体を自由落下させ、衝撃力を加えた。以下の問に答えよ。ただし、丸棒の縦弾性係数を  $206\text{GPa}$  とする。

- (a) 物体の落下による位置エネルギーの変化量を求めよ。
- (b) 棒の横断面積を求めよ。
- (c) 棒に生じた衝撃力を求めよ。
- (d) 棒に生じた衝撃応力を求めよ。
- (e) 衝撃を受けたとき棒はどれだけ伸びるか。
- (f) この衝撃応力は棒の上に落下物体を静かに置いたときの応力の何倍となるか。



問題 9・2・2

ボルトの軸方向に対して衝撃力が作用するような場所で使うものとして、図 9・2・2 (a), (b) いずれのボルトが適しているか。

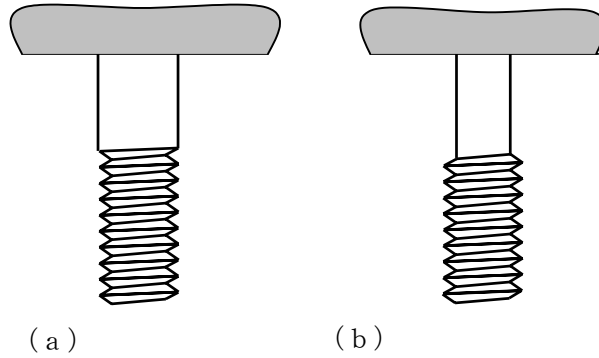


図 9・2・2

問題 9・3・1

以下の問に答えよ。

- (a) マクスウェルの定理を説明せよ。
- (b) カスチリアノの定理は荷重と変位の間になどどのような関係があるときに成り立つか。

問題 9・3・2

図 3・2 (b) のようにスパン  $l$  の片持ちばりの自由端にモーメント  $M_0$  が作用してはりが曲がる。このとき以下の問に答えよ。ただしはりの曲げ剛性を  $EI$  とする。

- (a) 自由端から  $x$  の位置における断面に作用する曲げモーメントを求めよ。
- (b) 式 (5・8) を用いてこのはりの自由端におけるたわみ角を求めよ。
- (c) このはりの自由端におけるたわみを求めよ。
- (d) このはりに蓄えられる弾性ひずみエネルギーを求めよ。
- (e) このはりの自由端のたわみ角をカスチリアノの定理によって求めるにはどのようにすればよいか。
- (f) このはりの自由端のたわみをカスチリアノの定理によって求めるにはどのようにすればよいか。