

## 令和2年度弁理士試験論文式筆記試験問題

[材料力学]

1 図1のように異なる2つの棒材  $M_1$ 、 $M_2$  が離れないように接続され、剛体壁の間に挟まれている。両棒材の断面積はともに  $A$  である。また、 $M_1$ 、 $M_2$  の線膨張係数はそれぞれ  $\rho_1$ 、 $\rho_2$ 、ヤング率はそれぞれ  $E_1$ 、 $E_2$ 、長さはそれぞれ  $l_1$ 、 $l_2$  である。棒材  $M_1$  と  $M_2$  の接合面の中央を点  $C$  とする。この状態では両棒材には応力が働いていないものとする。以下の設問に答えよ。なお、応力は単位面積あたりの力と定義する。また、棒材の座屈は起こらないものとし、棒材の自重の影響は無視する。

【30点】

- (1) 点  $C$  に、図の右向きに集中荷重  $P$  を与えるとき、棒材  $M_1$ 、 $M_2$  に働く応力をそれぞれ求めよ。また、点  $C$  の変位を求めよ。
- (2) 棒材  $M_1$ 、 $M_2$  を等しく  $\Delta T$  温度上昇させたとき、棒材に働く応力と、点  $C$  の変位を求めよ。

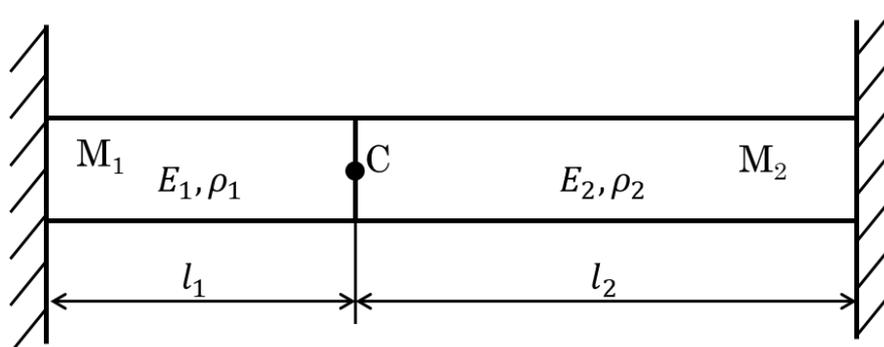


図1

2 長さ $l$ の片持ち梁のたわみについて、以下の設問に答えよ。ただし、片持ち梁のヤング率は $E$ 、断面二次モーメントは $I$ であり、自重は無視できるものとする。

【40点】

(1) 図2のように、片持ち梁に単位長さあたり $p$ の等分布荷重がかかるとき、自由端（点E）のたわみ量とたわみ角を求めよ。なお、たわみ角の正の方向については各自で適当に設定して良いものとする。

(2) 図3のように、片持ち梁の自由端（点E）がばね係数 $k$ のばねで下から支えられている。この片持ち梁に単位長さあたり $p$ の等分布荷重がかかるとき、点Eのたわみ量を求めよ。ただし、点Eのたわみ量が0のとき、ばねは自然長となっているものとする。

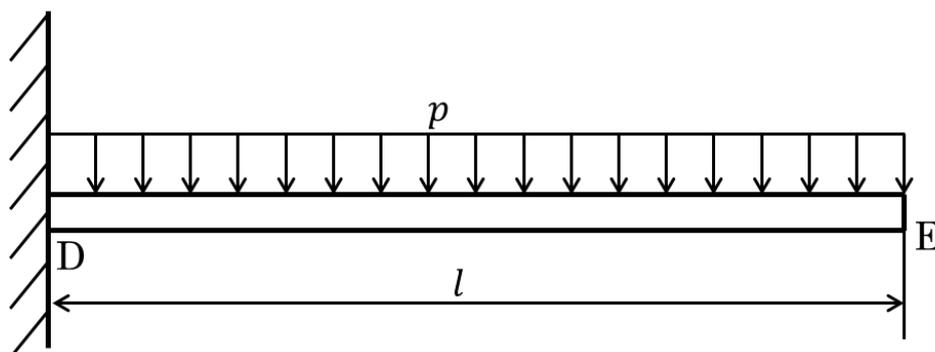


図2

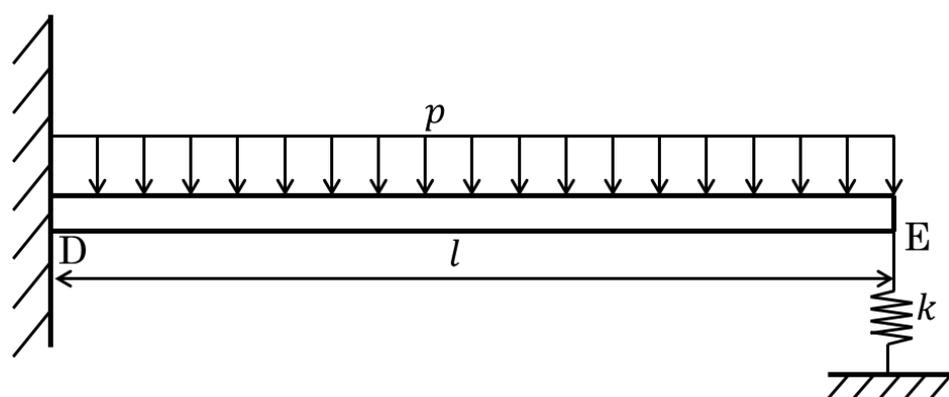


図3

3 ポアソン比 $\nu$ 、ヤング率 $E$ の等方弾性体の二次元平面応力状態について、以下の設問に答えよ。なお、応力は単位面積当たりの力と定義する。

【30点】

- (1) 図4のように、 $x$ 軸方向に垂直応力 $\sigma$ が作用するとき、この応力状態のモールの応力円を描け。また、 $x$ 軸と $45^\circ$ をなす面に働く応力を説明せよ。
- (2) 図5のように、 $x$ 軸および $y$ 軸方向にそれぞれ垂直応力 $\sigma$ 及び $-\sigma$ が作用するとき、 $x$ 、 $y$ 方向の垂直ひずみ（それぞれ $\varepsilon_x$ 、 $\varepsilon_y$ とする）を求めよ。
- (3) 設問(2)の応力状態のとき、 $x$ 軸と $45^\circ$ をなす面におけるせん断応力 $\tau$ およびせん断ひずみ $\gamma$ を求めよ。ただし、せん断ひずみは工学ひずみとせよ。
- (4) 設問(2)(3)の結果より、等方弾性体のせん断剛性率（横弾性係数） $G$ と、ポアソン比 $\nu$ およびヤング率 $E$ の間の関係を導け。

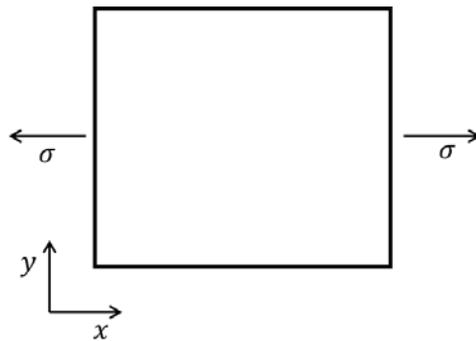


図4

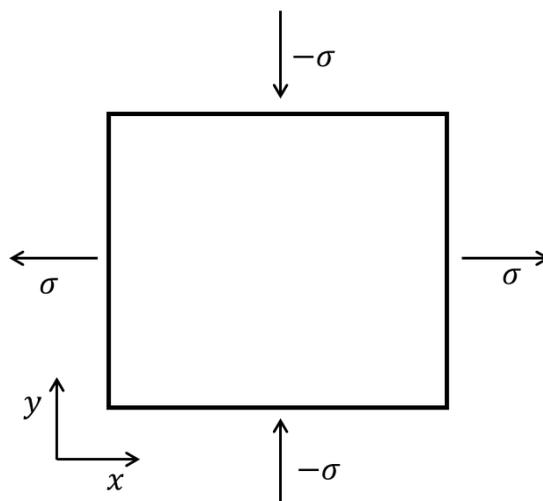


図5