

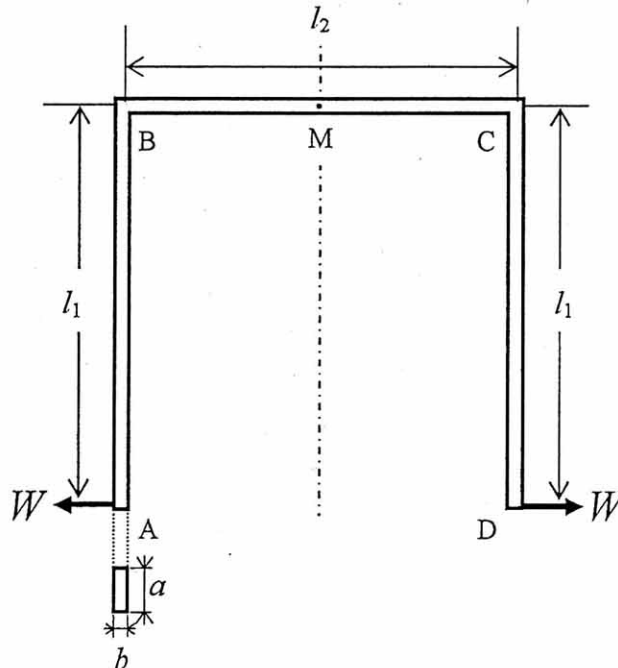
## 機械科学 II

(問題1～問題3のすべてに解答せよ。各問題に2枚以上の答案用紙を用いる場合は、「問題1 (2枚目)」などのように記入せよ。)

### 問題1

図のように長方形断面 ( $a \times b$ ) で全長  $L=2l_1+l_2$  の細長い棒をコ字形に折り曲げた構造 ABCD がある。ここで、 $l_1$  および  $l_2$  は  $a, b$  よりも十分に長いとする。両端 A, D に同一面内で水平方向 (外向き) の荷重  $W$  を加えるとき、自重および角部 B と C における応力集中を無視して以下の問に答えよ。角部 B と C では変形後も直角が保たれるとする。材料のヤング率 (縦弾性係数) を  $E$  とする。

- (1) この構造の変形を考える際に必要な断面2次モーメント (慣性モーメント)  $I$  を求めよ。
- (2) 構造 ABCD 内に発生する最大の垂直応力を求めよ。
- (3) 距離 AD の変化を求めよ。
- (4) BC の中点を M とする。全長  $L$  が一定のとき、点 M のたわみを最大とする寸法比  $l_2/l_1$  を求めよ。



## 問題 2

二枚の平行平板間にはさまれた薄い流体層の運動に関して以下の問に答えよ。ただし、流体運動は紙面内でのみ考え、断面に垂直な奥行き方向には一様とする。また、流体は非圧縮性でニュートンの粘性法則に従うものと仮定し、重力及び表面張力の影響は無視する。

- (1) いま、上下両平板は無限に長く静止しており、図 1 に示すように  $x, y$  座標系をとる。流体の粘性が大きいくかつ流速が十分小さいとして流体の慣性力を無視する。このとき、流速の  $x$  方向成分  $u$  を支配する方程式を圧力  $p$  を用いて表せ (図中の微小領域  $dx \times dy$  で圧力  $p$  と応力  $\tau$  の釣り合いを考えよ)。ただし、流体の粘性係数を  $\mu$  とし、圧力の厚み ( $y$ ) 方向の変化はないと仮定する。

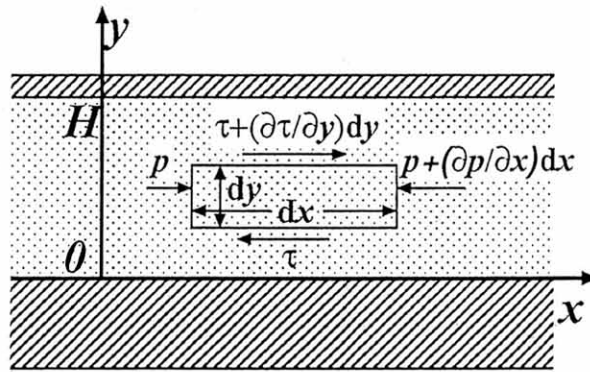


図 1

- (2)  $y = 0$  および  $H$  において  $u$  に関する境界条件を課すことにより、問 (1) で得られた方程式を解き、 $u$  を  $p$  を用いて表せ。
- (3) 次に、図 2 に示すように上平板が有限でその長さを  $L$  とし、上平板に奥行き単位長さ当り一定の大きさ  $F$  の力を加えることにより、上平板が下平板と平行な状態を保ったまま緩やかに下方に移動したとする。このとき、 $x$  における断面 ( $0 \leq y \leq H$ ) を通過する体積流量  $Q$  と平板の速度  $dH/dt$  との関係を表せ ( $H$  の増加方向を正とし、図中  $dx$  区間での流量の変化を考えよ)。また、平板の速度が十分に小さいと仮定し、問 (2) の結果を用いて  $Q$  を求めよ。

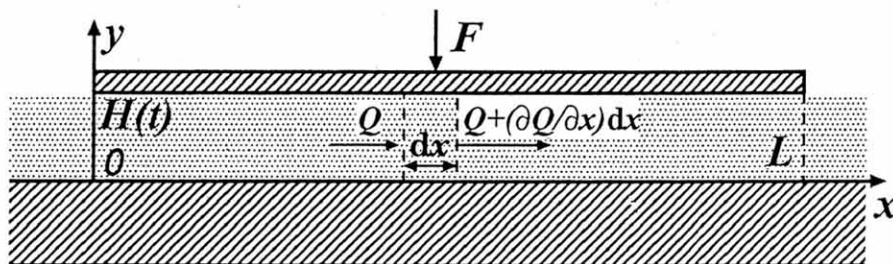


図 2

- (4)  $x = 0$  および  $L$  において  $p = 0$  (ゲージ圧) として、問 (3) で得られた方程式を  $p$  について解き、力  $F$  と  $H$  の関係を求めよ。ただし、 $F = \int_0^L p dx$ 。
- (5)  $t = 0$  で  $H = H_0$  として時刻  $t (> 0)$  での  $H$  を求めよ。

### 問題3

図のように、長さ  $l$ 、質量  $m$  の一様な棒が壁と床に接している。鉛直下向きに重力加速度  $g$  が作用し、棒の両端と壁、床の間には摩擦力が働かないものとする。壁となす角度が  $\theta = 30^\circ$  の状態から静かに手を離すと、棒の両端が壁、床に沿って滑り始める。棒は図の平面内で運動するものとして、以下の問に答えよ。

- (1) 棒の重心  $G$  まわりの慣性モーメント  $I$  を求めよ。
- (2) 動き始めてしばらくは、棒の両端が壁、床に沿って滑る。このときの棒の角度  $\theta$  に関する運動方程式を求めよ。
- (3) 棒の両端が壁、床に沿って滑るときに、つぎの関係が成り立つことを示せ。

$$\dot{\theta}^2 = \frac{3g}{l} \left( \frac{\sqrt{3}}{2} - \cos \theta \right)$$

- (4) 棒の両端が壁、床に沿って滑るとき、壁および床から棒に作用する力  $F_x$ 、 $F_y$  を角度  $\theta$  の関数として表せ。
- (5) 棒の両端が壁、床に沿ってしばらく滑った後、棒の先端が壁あるいは床から離れる。どちらから離れるかを、理由とともに答えよ。
- (6) (5) の状態になるときの角度  $\theta$  を求めよ。

