

平成16年度東北大学工学部編入学試験問題

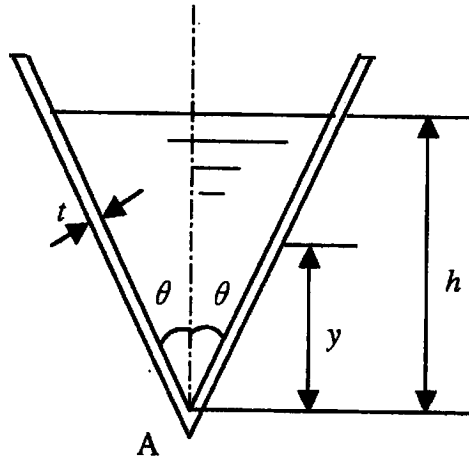
専門関連科目 (機械)

【材料力学】

1. 下図のように円錐形の薄肉容器に比重量  $\gamma$  の液体を入れて、上端で鉛直に懸垂している状態を考える。容器の頂角は  $2\theta$ 、壁厚は  $t$  とし、液体は高さ  $h$  まで満たされているとする。ただし、容器の自重は無視できるものとする。

この時、次の問いに答えよ。

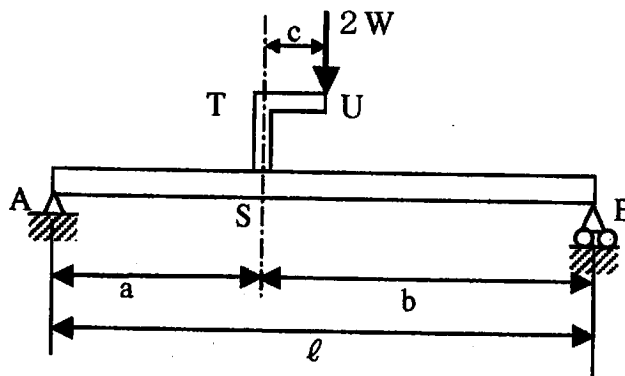
- (1) 頂点 A から高さ  $y$  ( $0 < y \leq h$ ) の点において、壁面に作用する圧力はいくらか。
- (2)  $y$  の点において、容器に発生する子午線応力  $\sigma_1$  および円周方向応力  $\sigma_2$  はいくらか。
- (3) 上記で求めた  $\sigma_1$  および  $\sigma_2$  の最大値は容器のどの位置で生じ、その値はそれぞれいくらか。



2. 下図に示すように、長さ  $\ell$ 、縦弾性係数  $E$ 、断面二次モーメント  $I$  の単純支持はり AB 上の点 S に剛体腕 STU を取り付ける。その端 U に集中荷重  $2W$  (N) が作用している。ただし、はりと腕の自重は無視できるものとする。

この時、 $\ell = 10\text{m}$ 、 $a = 4\text{m}$ 、 $b = 6\text{m}$ 、 $c = 1\text{m}$  として、次の問いに答えよ。

- (1) はりのせん断力および曲げモーメントを求め、それぞれの図を描け。
- (2) はりの A 端におけるたわみ角を求めよ。



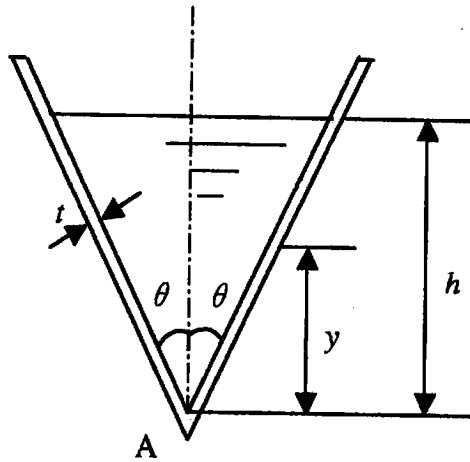
平成16年度東北大学工学部編入学試験問題  
 専門関連科目 (材料)

【材料力学】

1. 下図のように円錐形の薄肉容器に比重量  $\gamma$  の液体を入れて、上端で鉛直に懸垂している状態を考える。容器の頂角は  $2\theta$ 、壁厚は  $t$  とし、液体は高さ  $h$  まで満たされているとする。ただし、容器の自重は無視できるものとする。

この時、次の問いに答えよ。

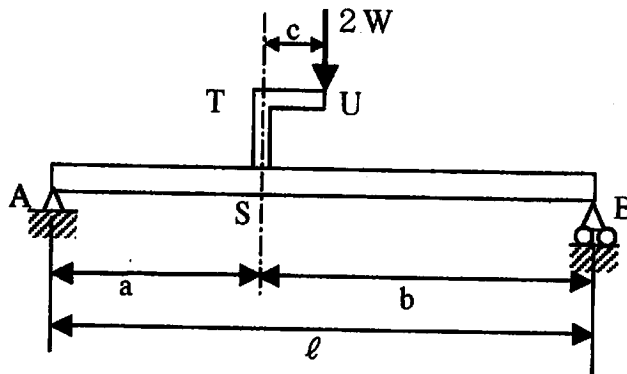
- (1) 頂点 A から高さ  $y$  ( $0 < y \leq h$ ) の点において、壁面に作用する圧力はいくらか。
- (2)  $y$  の点において、容器に発生する子午線応力  $\sigma_1$  および円周方向応力  $\sigma_2$  はいくらか。
- (3) 上記で求めた  $\sigma_1$  および  $\sigma_2$  の最大値は容器のどの位置で生じ、その値はそれぞれいくらか。



2. 下図に示すように、長さ  $\ell$ 、縦弾性係数  $E$ 、断面二次モーメント  $I$  の単純支持はり AB 上の点 S に剛体腕 STU を取り付ける。その端 U に集中荷重  $2W$  (N) が作用している。ただし、はりと腕の自重は無視できるものとする。

この時、 $\ell = 10\text{m}$ 、 $a = 4\text{m}$ 、 $b = 6\text{m}$ 、 $c = 1\text{m}$  として、次の問いに答えよ。

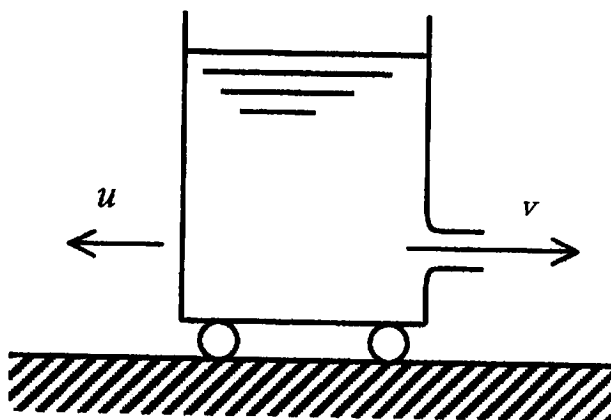
- (1) はりのせん断力および曲げモーメントを求め、それぞれの図を描け。
- (2) はりの A 端におけるたわみ角を求めよ。



平成 16 年度東北大学工学部編入学試験問題  
専門関連科目 (機械)

【流体力学】

1. 一定の間隔で向き合っている平行二平板間に、 $30^{\circ}\text{C}$ の水 (密度  $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$ , 動粘性係数  $\nu = 0.00804 \text{ cm}^2/\text{s}$ ) が満たされている。一つの平板は静止し、他の平板は速度  $2 \text{ m/s}$  でその面上を直進運動する。静止平板は無限に広いとし、平板と水の接触面では水の速度は平板の速度に等しいとする。以下の問いに答えよ。
  - (1) 二平板の間隔が  $1 \text{ mm}$  の時、移動平板に発生するせん断力を求めよ。ただし移動平板の面積は  $1 \text{ m}^2$ 、二平板間での速度分布は直線状であると仮定する。
  - (2) 問い (1) では二平板間の速度分布を直線状であると近似したが、実際の平板近傍における速度分布の様子を述べよ。
  - (3) 二平板の間隔を次第に広げていった場合、静止平板に作用するせん断力変化について述べよ。
2. 図に示すような水槽に取り付けたノズルより流速  $v$ 、流量  $Q$  の水が水平に噴出する。水槽が噴流と反対方向に運動し速度  $u$  に達しているとき、以下の問いに答えよ。ただし車輪の転がり抵抗は無いものと仮定する。
  - (1) 水槽が受け取る動力を求めよ。
  - (2) 水槽内の水が単位時間内に失うエネルギーを求めよ。
  - (3) 二つの動力の比 (効率) は  $u$  によってどのように変化するかを述べよ。
  - (4) 効率を最大にする  $u$  の値および最大効率を求めよ。



平成16年度東北大学工学部編入学試験問題  
 専門関連科目 (機械)

【熱力学】

- 1 mol の理想気体について次の問いに答えよ。
  - (1) 熱力学第一法則を式で示せ。ただし、仕事、熱量、内部エネルギーはそれぞれ  $W$ ,  $Q$ ,  $U$  とする。
  - (2) 状態1から状態2へ温度一定で変化するとき系が受ける熱量はいくらか。ただし、仕事は体積変化のみによるとし、 $p$  を圧力、 $v$  を体積、 $T$  を温度、 $R$  を気体定数とする。
  - (3) このときのエントロピー変化を求めよ。

2. 自動車用ガソリン機関などの火花点火機関内で起こる燃焼反応は速く、上死点での一定容積のもとで反応が完了すると近似できるため、作動流体は加熱時(状態2→状態3)に等積変化をおこなうとされる。このサイクルはオットーサイクルと呼ばれ、 $p$ - $v$  線図上で下図のように表される。図中1, 2, 3, 4は状態を表し、 $q_1$ は系に加えらる熱量、 $q_2$ は系から排出される熱量を表す。

圧縮比  $8 (= v_1/v_2)$  のオットーサイクルで、圧縮はじめの状態1で  $p = 0.1013$  MPa,  $T = 290$  K であり、1サイクルに加えらる熱量  $q_1$  は  $1900$  kJ である。作動流体として  $1$  kg の理想気体が使われ  
 るとして、次の問いに答えよ。ただし、 $p$  は圧力、 $v$  は体積、 $T$  は温度、 $R$  は気体定数、 $c_v$  は定圧比熱、 $\gamma$  は比熱比で、 $R = 287$  kJ/(kg · K),  $c_v = 0.716$  kJ/(kg · K),  $\gamma = 1.4$  とする。また、 $8^{1.4} = 18.4$ ,  $8^{0.4} = 2.30$  として計算せよ。

- (1) 状態1と2における体積  $v_1$ ,  $v_2$  を求めよ。
- (2) 状態2, 3, 4のそれぞれにおける  $p$  と  $T$  を求めよ。
- (3) このサイクルの熱効率  $\eta = 1 - (q_2/q_1)$  を求めよ。

