

令和5年度創成科学研究科理工学専攻博士前期課程入学試験問題

材料力学, 流体力学, 工業熱力学

(一般入試)

(理工学専攻 機械科学コース)

(注意事項)

1. 問題冊子は、係員の指示があるまで開かないこと。
2. 問題冊子は、この表紙を除いて 4 枚である。
3. 問題冊子に、印刷不鮮明やページの落丁及び汚れ等に気づいた場合は、手を上げて試験監督者に申し出ること。
4. 解答は、用紙の指定された番号の解答欄に書くこと。指定された解答欄以外に書いたものは採点しない。
また、裏面に解答したのも採点しない。
5. 解答開始後、用紙の所定欄に受験番号をはっきりと記入すること。
6. 配付した用紙はすべて回収する。

受験番号	
------	--

材 料 力 学

以下の各問いに答えよ（答えには必要な単位を明示し、計算結果には分数やルート記号を用いても良い）。
計算は、用紙裏面あるいは余白を使用して良い。

第1問 図1に示す長さ1 mの片持ちはりの先端A点に100 Nの集中荷重が鉛直下向きに静的に作用している。はりの曲げ剛性を $2 \text{ kN}\cdot\text{m}^2$ とする。

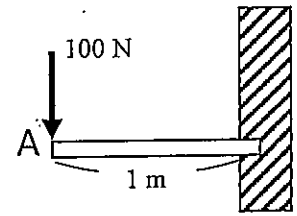


図1

- (a) SFDとBMDを示せ（図中に必要な数値を明示すること）。
- (b) はりに蓄えられているひずみエネルギーを示せ。
- (c) A点における鉛直下向き方向のたわみ δ_A を示せ。

第1問 解答欄	
(a) SFD	(a) BMD
(b) ひずみエネルギー	(c) たわみ δ_A

第2問 $\sigma_x = 9 \text{ kPa}$, $\sigma_y = 1 \text{ kPa}$, $\tau_{xy} = 3 \text{ kPa}$ の平面応力状態を考える。

- (a) 主応力の値を示せ。
- (b) 最大せん断応力の値を示せ。
- (c) 垂直応力がゼロの時のせん断応力の値を示せ。

第2問 解答欄		
(a) 主応力	(b) 最大せん断応力	(c) 垂直応力がゼロの時のせん断応力

第3問 一端を固定支持、他端を回転支持された長さ1 mの長柱に軸方向荷重が作用した際の座屈荷重の値をEulerの理論に基づいて計算せよ。長柱の長手方向の曲げ剛性を $2 \text{ kN}\cdot\text{m}^2$ とし、 π^2 は10として計算せよ。

第3問 解答欄
座屈荷重

第4問 サンプソンの原理を100文字以内で説明せよ。

第4問 解答欄																			

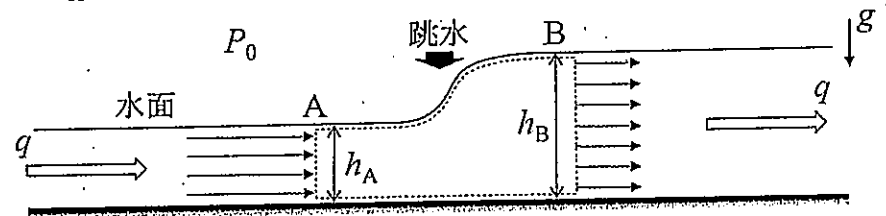
小計	
----	--

受験番号

流体力学(その1)

第1問

河川などの開水路の流れでは、浅く速い流れから急に水面が上昇し、深く遅い流れに変化する“跳水”と呼ばれる現象がみられることがある。右図に示すように、水深が h_A (断面 A) から h_B (断面 B) に増加する跳水現象を考える。流れは大気圧 P_0 下で定常とし、断面内の流速は一樣とし、流体の粘性は無視できるものとする。紙面奥行き方向の単位幅あたりの流量を q 、流体密度を ρ 、重力加速度を g とし、図中の点線で示す検査体積の流体について、以下の設問に答えよ。



- [1] 断面 A における流速 v_A を求めよ。次に、断面 A から検査体積内に流入する紙面奥行き方向単位幅あたり、かつ単位時間あたりの運動量 M_A を求めよ。さらに、水圧を重力による静水圧と仮定して、断面 A の紙面奥行き方向単位幅にはたらく流れ方向の力 F_A を求めよ。

- [2] 検査体積内の流体に対する運動量保存則より、以下の式が成り立つことを示せ。

$$\frac{h_A^2}{2} + \frac{q^2}{gh_A} = \frac{h_B^2}{2} + \frac{q^2}{gh_B}$$

- [3] $1/h_A - 1/h_B = (h_B - h_A)/h_A h_B$ であることを利用して、設問[2]の等式より h_B を h_A ($< h_B$) で表せ。

- [4] 関数: $H_0(h) = \frac{h^2}{2} + \frac{q^2}{gh}$ のグラフの概形を考え、跳水の発生には次の条件が必要であることを示せ。

$$\frac{h_A^2}{2} + \frac{q^2}{gh_A} = \frac{h_B^2}{2} + \frac{q^2}{gh_B} > \frac{3}{2} \left(\frac{q^2}{g} \right)^{\frac{2}{3}}$$

[第1問の解答箇所] (その2に続けて解答しても良い。)

小計

受験番号	
------	--

流 体 力 学 (その2)

[第1問の解答箇所]

受験番号	
------	--

工業熱力学

公開不可