

切 り 離 さ な い こ と

平成30年度専攻科入学者選抜学力検査問題・解答用紙

専 門 科 目

生産システム工学コース(I群)

(検査時間 10:00 ~ 12:00)

(注 意)

- 1 「はじめ」の合図があるまで開かないこと。
- 2 専門科目の問題・解答用紙は、表紙(本紙)と問題・解答用紙からなっています。
- 3 下記の3科目の中から2科目を選択すること。
- 4 選択した科目の問題・解答用紙には必ず受検番号、氏名を記入すること。
- 5 問題・解答用紙は切り離さないで提出すること。
- 6 下記の表に受検番号、氏名を記入し、選択する科目名を○で囲むこと。

(※印の欄は記入しないこと)

受検番号		氏 名		※
------	--	-----	--	---

群	科 目 名
I	材料力学 (※)、流体力学 (※)、熱力学 (※)

平成30年度仙台高等専門学校専攻科入学者選抜

専攻名	生産システムデザイン工学専攻	氏名	
		受検番号	
I 群	材 料 力 学 (1/4)		

1 以下の図 1-1、図 1-2 に示すように棒に外力が作用している。棒の a 部と b 部に生じる応力 σ_a 、 σ_b と棒全体の变形量 Δl を求めなさい。なお、棒の断面積 A は図中に示した通りであり、棒の縦弾性係数は 206GPa とする。応力の単位は MPa、变形量の単位は μm とし、有効数字は 3 桁で表示すること。また、圧縮応力はマイナス「-」をつけて表示すること。変形が「縮み」であればマイナスをつけて示すこと。【30 点】

(1)

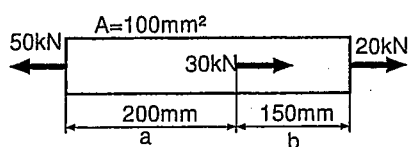


図 1-1

$$\sigma_a = \underline{\hspace{2cm}} \text{ (MPa)} \quad \sigma_b = \underline{\hspace{2cm}} \text{ (MPa)}$$

$$\Delta l = \underline{\hspace{2cm}} \text{ (\mu m)}$$

(2)

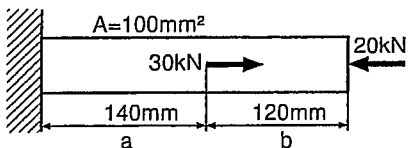


図 1-2

$$\sigma_a = \underline{\hspace{2cm}} \text{ (MPa)} \quad \sigma_b = \underline{\hspace{2cm}} \text{ (MPa)}$$

$$\Delta l = \underline{\hspace{2cm}} \text{ (\mu m)}$$

※

※受検者は何も記入しないでください。

平成30年度仙台高等専門学校専攻科入学者選抜

専攻名	生産システムデザイン工学専攻	氏名	
		受検番号	
I 群	材 料 力 学 (2/4)		

- 2 図2-1のように長さ a および b の異なる材料からなる1本の棒の両端を剛性壁の間に固定し、温度を Δt °C 上昇させた。このとき壁に生じる反力 R を求めよ。なお棒の断面積を A とし、長さ a の部分の縦弾性係数を E_a 、線膨張係数を α_a 、長さ b の部分の縦弾性係数を E_b 、線膨張係数を α_b とする。【20点】

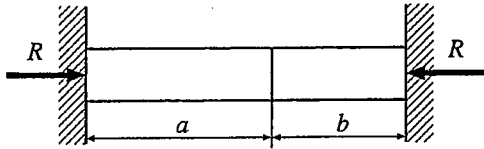


図2-1

※

※受検者は何も記入しないでください。

平成30年度仙台高等専門学校専攻科入学者選抜

専攻名	生産システムデザイン工学専攻	氏名	
		受検番号	
I 群	材 料 力 学 (3/4)		

- 3 図3-1のように等分布荷重を受ける単純支持はりのせん断力と曲げモーメントを求め、せん断力図(S.F.D.)と曲げモーメント図(B.M.D.)を描け。また、危険断面の位置 x_m と最大曲げモーメント M_{max} を求めよ。
[25点]

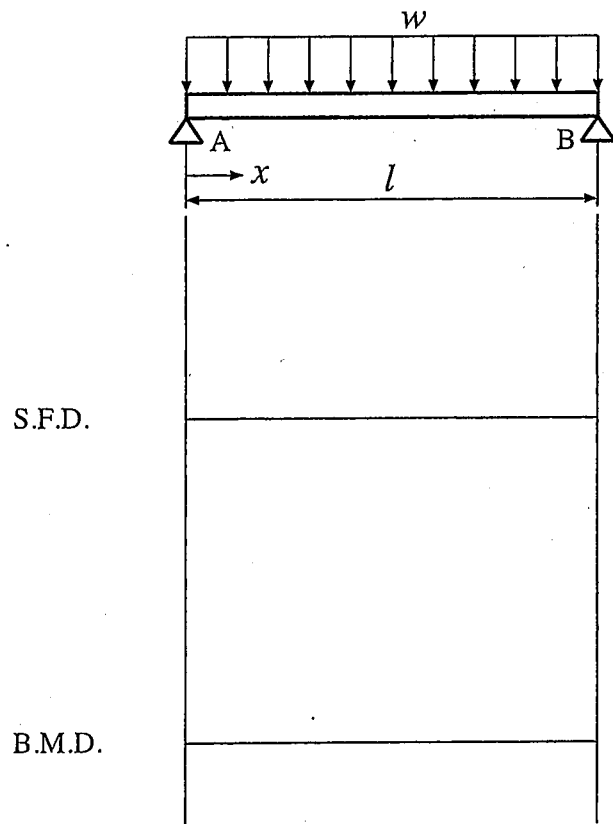


図3-1

※

※受検者は何も記入しないでください。

平成30年度仙台高等専門学校専攻科入学者選抜

専攻名	生産システムデザイン工学専攻	氏名	
		受検番号	
I 群	材 料 力 学 (4/4)		

- 4 図4-1のように自由端に集中荷重 W が作用する片持ちはりのたわみ曲線 $y(x)$ を求めよ。また、自由端のたわみ y_0 及びたわみ角 θ_0 を求めよ。ただし、はりの曲げ剛性を EI とする。(微分方程式を解く過程を示すこと)
[25点]

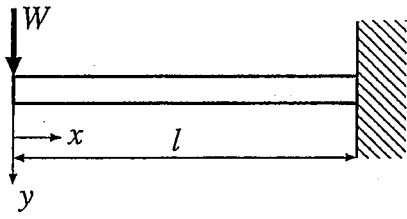


図4-1

※

※受検者は何も記入しないでください。

平成30年度仙台高等専門学校専攻科入学者選抜

専攻名	生産システムデザイン工学専攻	氏名	
		受検番号	
I 群	流 体 力 学 (1/4)		

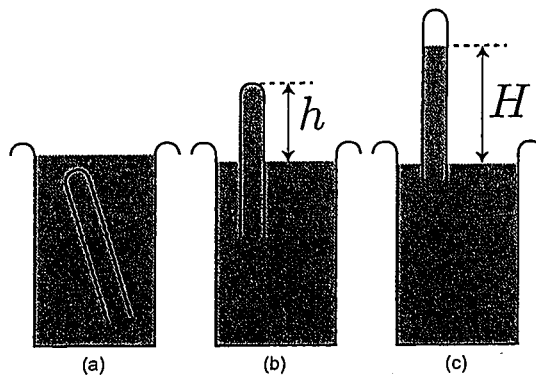
1 密度 ρ の液体の入った槽に十分な長さを持った筒状容器を沈め、中に流体を満たす [図 1(a)]。容器の閉じた端を上にして上方に引っ張り上げていくと、液体も容器と一緒に上昇する [図 1(b)]。さらに容器を上方に引っ張り上げると、ある高さに達した時、液体はそれ以上上昇しなくなった [図 1(c)]。大気圧を p_0 、重力加速度を g とし、次の問いに答えよ。

(1) 容器を液面より上に引きあげても、容器内の液体が液面よりも高い位置に留まる理由を簡潔に説明せよ (10)。

(2) 図 1(b) において、液面を基準とした容器上端の高さを h とする。容器内の上端における液体の圧力 p を求めよ (10)。

(3) 図 1(c) において、容器内の液面の最大高さを H とする。大気圧 p_0 を求めよ (5)。

図 1



※ ※受検者は何も記入しないでください。

平成30年度仙台高等専門学校専攻科入学者選抜

専攻名	生産システムデザイン工学専攻	氏名	
		受検番号	
I 群	流 体 力 学 (2/4)		

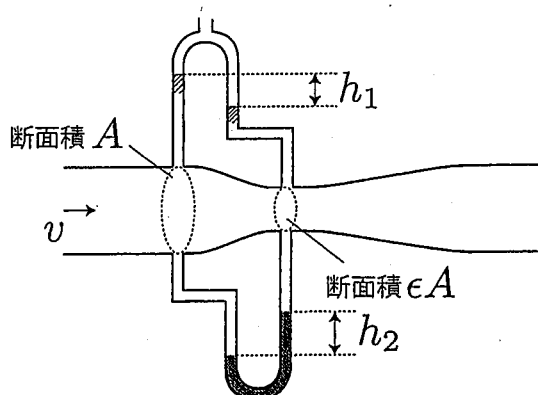
2 断面積が A の管に、速度 v で密度 ρ の流体が流れている。そこへ断面積が ϵA に狭まったベンチュリー管を図2のように取り付けた。ただし ϵ は断面積比をあらわし $0 < \epsilon \leq 1$ とする。また重力加速度を g とする。次の問いに答えよ。

(1) ベンチュリー管へ逆U字管を取り付けたところ、液柱差は h_1 を示した。ベルヌーイの定理を用いて流速 v と h_1 の関係式を導け(10)。

(2) ベンチュリー管へ密度 $\rho_{\text{Hg}} > \rho$ の水銀の入ったU字管を取り付けたところ、水銀柱の差は h_2 を示した。ベルヌーイの定理を用いて流速 v と h_2 の関係式を導け(10)。

(3) U字管において、 $v = 1\text{m/s}$ であるときに水銀柱の差がちょうど 1cm になるようにしたい場合、断面積比 ϵ を定めよ。ここで、流体の密度を $\rho = 1.0 \times 10^3\text{kg/m}^3$ 、水銀の密度を $\rho = 14 \times 10^3\text{kg/m}^3$ 、重力加速度を 9.8m/s^2 とする(5)。

図 2



※

※受検者は何も記入しないでください。

平成30年度仙台高等専門学校専攻科入学者選抜

専攻名	生産システムデザイン工学専攻	氏名	
		受検番号	
I 群	流 体 力 学 (3/4)		

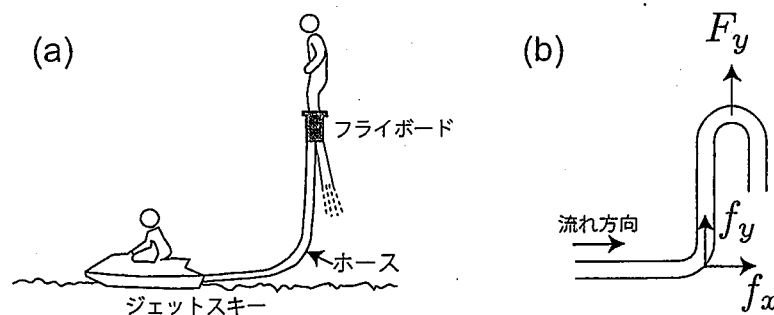
3 マリンスポーツの一種であるフライボードは、水流を利用して人間を宙に浮かせる遊びである。図3 (a) に示したように、ジェットスキーとフライボードをホースでつなぎ、ジェットスキーから流速 v の強い水流を送って、フライボードの上のった人間を空中で維持する。重力加速度を g 、海水の密度を ρ 、ホースの断面積を S として次の問いに答えよ。

(1) ジェットスキーからフライボードへ至る流れを図3 (b) に示したようにモデル化する。90°の屈曲部へ加わる力 f_x はジェットスキーの推力と釣り合っており、系全体は静止していると仮定しよう。ホースを流れる流量を Q として運動量の法則を適用し、 f_y と F_y をそれぞれ求めよ。ただし、上向きの力を正、下向きを負にとる (10)。

(2) フライボードと人間の質量が合わせて m であるとき、フライボードを宙に浮かせるために必要な最小の流量 Q' を求めよ (10)。

(3) ホースの断面積を 80cm^2 、海水の比重を 1.1、 $m = 100\text{kg}$ 、 $g = 9.8\text{m/s}^2$ として、設問 (2) の最小流量 Q' におけるホース内の流速 V を算出せよ (5)。

図 3



※ ※受検者は何も記入しないでください。

平成30年度仙台高等専門学校専攻科入学者選抜

専攻名	生産システムデザイン工学専攻	氏名	
		受検番号	
I 群	流体力学 (4/4)		

4 半径が r_0 の円管内を粘度が η , 密度が ρ の粘性流体が流れている。また, 流れの方向について単位長さあたりの圧力降下を $\Delta p < 0$ とする。流れが層流であると仮定して以下の問いに答えよ。

(1) 管の中心からの距離を r とするとき, 流れの速度分布 $u(r)$ が $\Delta p(r^2 - r_0^2)$ に比例することを示せ (導出過程も必ず書くこと。必要なら図を用いてもよい) (15)。

(2) 管流れる流体の流量 Q を求めよ (10)。

※

※受検者は何も記入しないでください。

平成30年度仙台高等専門学校専攻科入学者選抜

専攻名	生産システムデザイン工学専攻	氏名	
		受検番号	
I 群	熱力学 (1/4)		

- 1 -10°C の氷 3.0 kg を 15°C の水 $m_w\text{ kg}$ の中に入れる。平衡状態において水の中に氷 2.0 kg を残したい場合に必要とする水の質量 $m_w\text{ kg}$ はいくらか。ただし水の比熱は $4.2\text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 、氷については、比熱 $2.1\text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 、融解潜熱 $335\text{ kJ}/\text{kg}$ 、融解温度 0°C とする。(25点)

※

※受検者は何も記入しないでください。

平成30年度仙台高等専門学校専攻科入学者選抜

専攻名	生産システムデザイン工学専攻	氏 名	
		受検番号	

I 群	熱 力 学 (2/4)
-----	-------------

2 空気圧縮機が流量 $G = 0.6 \text{ kg/s}$, 動力 $L = 45 \text{ kW}$ で定常的に動作している。吸込み口における空気の状態は、温度 $t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, 流速 $w_1 = 13 \text{ m/s}$ であり、吐出口における空気の状態は、温度 $t_2 = 75 \text{ }^\circ\text{C}$, 流速 $w_2 = 27 \text{ m/s}$ である。このとき、位置エネルギーは無視できるものとして以下の値を求めよ。ただし空気は定圧比熱 $c_p = 1.01 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ の完全ガスとみなす。(12点 \times 2=24点)

- (1) この空気圧縮機による空気の比エンタルピー変化
- (2) この空気圧縮機による周囲への放熱量

※

※受検者は何も記入しないでください。

平成30年度仙台高等専門学校専攻科入学者選抜

専攻名	生産システムデザイン工学専攻	氏名	
		受検番号	
I 群	熱力学 (3/4)		

3 空気 2 kg が等温膨張して体積が 0.1 m^3 から 0.3 m^3 まで変化した。その間で外部に 220 kJ の仕事をした。このとき、以下の値を求めよ。ただし空気は完全ガスとみなし、空気のガス定数は $R=287.03 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ とする。また、周囲環境は圧力 0.1 MPa で温度 15°C とする。(9点 \times 3=27点)

- (1) 空気のエントロピー変化量
- (2) 空気を取り込む熱量の中のエクセルギー量
- (3) 空気のエクセルギー量の変化

※

※受検者は何も記入しないでください。

平成30年度仙台高等専門学校専攻科入学者選抜

専攻名	生産システムデザイン工学専攻	氏名	
		受検番号	
I 群	熱力学 (4/4)		

- 4 温度 15 °C, 相対湿度 60 % の湿り空気 (飽和蒸気圧 1.704 kPa) が標準大気圧 (101.3 kPa) のもとで一定体積の容器に入っている。これを等圧加熱して温度 40 °C の湿り空気 (飽和蒸気圧 7.38 kPa) にした。このとき, 以下の値を求めよ。計算上, 水蒸気の分子量は 18.02, 空気の分子量は 28.96 とする。
- (12 点×2=24 点)
- (1) 湿り空気の絶対湿度
- (2) 加熱後の湿り空気の相対湿度

※

※受検者は何も記入しないでください。