

令和4年10月入学／令和5年4月入学（第1期）

地域創生科学研究科修士課程

入学試験問題

工農総合科学専攻・機械知能工学プログラム

「専門科目」

材料力学・機械材料学	2 ページ
熱と流れ	3 ページ
機械力学と制御	4 ページ
メカトロニクス	5 ページ

試験開始前に以下をよく読んでください。

【注意事項】

1. 機械知能工学プログラムでは、専門科目2科目を課します。
2. この問題冊子の4科目の中から2科目を選び解答してください。
3. 答えは試験問題ごとに1枚の解答用紙を用い、それぞれに受験番号、試験科目名を記入してください。一つの科目の解答は必ず1枚の解答用紙に収まるように記述してください。
4. 試験終了後は、解答用紙及び下書き用紙を全て回収します。試験問題は持ち帰ってください。

令和4年10月入学/令和5年4月入学

地域創生科学研究科博士前期課程入学試験問題

科目名 材料力学・機械材料学	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 機械知能工学プログラム
-------------------	--

(A) 上端を固定した直径 4.00 mm, 長さ 10.0 m の線材に質量が 1.00 t のおもりを吊した。線材に生じる垂直応力と伸びを求めよ。ただし, 線材のヤング率 (縦弾性係数) を 206 GPa, 重力加速度を $9.81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ とする。また, 自重ならびに降伏を考慮しない。

(B) 図1に示すように, 長さ l のはりの右端 B が固定支点で支えられており, はりに集中荷重 W と三角形形状の分布荷重 $w(x)$ が働いている。はりの左端 A からの距離を x とし, はりの断面に生じるせん断力 F と曲げモーメント M を求めよ。

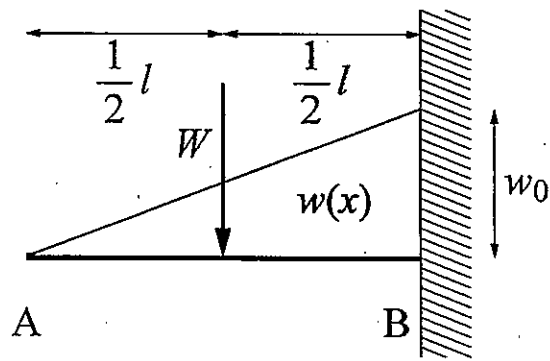


図1

令和4年10月入学/令和5年4月入学

地域創生科学研究科博士前期課程入学試験問題

科目名 熱と流れ	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 機械知能工学プログラム
-------------	--

図のような管路に水が流れている。管路各断面での面積は S 、平均流速は V 、圧力は p で、断面1から5の各断面は添え字で示す(S_1 は断面1での面積)。水の密度は ρ 、重力加速度は g で、圧力損失はないものとして以下の問いに答えよ。

- (1) $S_1 = S_2$ の時、 p_2 を p_1 で示せ。
- (2) p_3 を S_1, S_3, V_1, p_1, ρ で示せ。
- (3) 断面4は、断面3から y 軸方向に h 離れた位置にあり、 $S_4 = S_3$ である。 p_4 を ρ, g, h, p_3 で示せ。
- (4) 断面1~2と断面4~5の間での圧力損失の大小について説明せよ。ただし、断面間の距離 l は同じで、 $S_1 = S_2 > S_4 = S_5$ である。
- (5) 断面4では、図(b)に示す矢印のような主流方向とは異なる流れが観察される。これを何と呼ぶか答えよ。

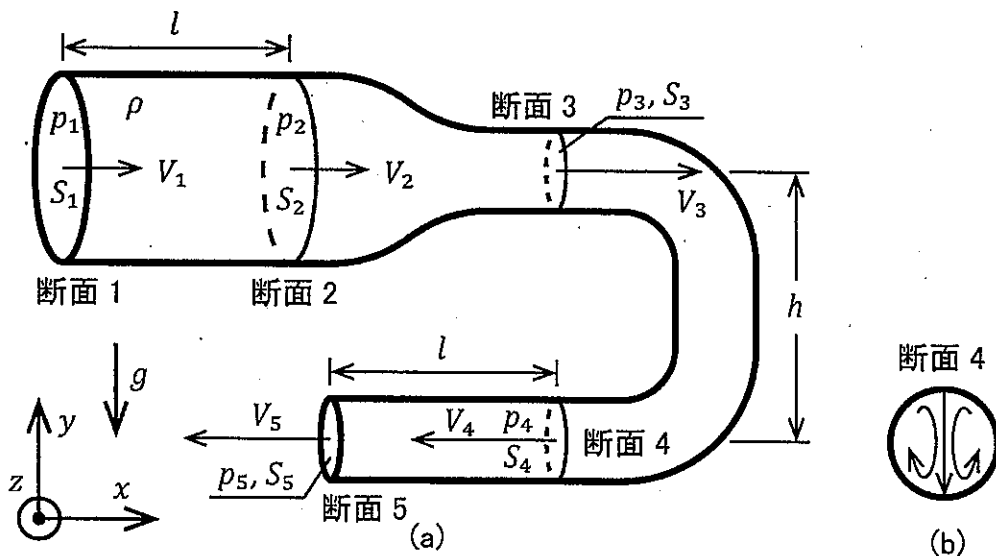


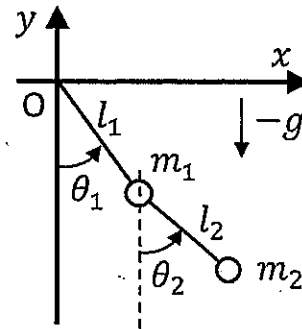
図 管路の(a)概略図と(b)断面図

令和4年10月入学／令和5年4月入学

地域創生科学研究科博士前期課程入学試験問題

科目名 機械力学と制御	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 機械知能工学プログラム
----------------	--

右図のように、長さ l_1 の質量を無視できる軽い棒の上端を支持し、下端に質量 m_1 の重りをつけ、さらにその下端に質量 m_2 の重りがついた長さ l_2 の質量を無視できる軽い棒が連結された2自由度系を考える。重力加速度を g とし、一般化座標を θ_1, θ_2 としたとき、以下の問いに答えよ。



- (1) 質量 m_1 の重りの直交座標を $\mathbf{p}_1 = (x_1, y_1)$ 、質量 m_2 の重りの直交座標を $\mathbf{p}_2 = (x_2, y_2)$ とする。 $\mathbf{p}_1, \mathbf{p}_2$ を一般化座標を用いて表せ。
- (2) 質量 m_1 の重りと質量 m_2 の重りの運動エネルギーをそれぞれ T_1, T_2 とする。 T_1, T_2 を一般化座標を用いて表せ。
- (3) 質量 m_1 の重りと質量 m_2 の重りの重力による位置エネルギーをそれぞれ U_1, U_2 とする。 U_1, U_2 を一般化座標を用いて表せ。ただし、重力による位置エネルギーは、 x 軸を基準とする。
- (4) ラグランジアン L を T_1, T_2, U_1, U_2 を用いて表せ。
- (5) 次のオイラー・ラグランジュ方程式を、 θ_1 と θ_2 に関する2階常微分方程式として表せ。

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}_1} \right) - \frac{\partial L}{\partial \theta_1} = 0$$

ただし、 $\dot{\theta}_1 = \frac{d\theta_1}{dt}$ とする。

- (6) 次のオイラー・ラグランジュ方程式を、 θ_1 と θ_2 に関する2階常微分方程式として表せ。

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}_2} \right) - \frac{\partial L}{\partial \theta_2} = 0$$

ただし、 $\dot{\theta}_2 = \frac{d\theta_2}{dt}$ とする。

令和4年10月入学/令和5年4月入学

地域創生科学研究科博士前期課程入学試験問題

科目名 メカトロニクス	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 機械知能工学プログラム
----------------	--

上部が開放されたステンレス製の貯水槽の底にひずみゲージを配置して、流入する水(密度 $\rho = 1000[\text{kg}/\text{m}^3]$)の水位 $h[\text{m}]$ を測定する(図1(a))。貯水槽に水が流入することで、その底部の圧力 $P[\text{kPa}]$ が増加し、それに伴ってひずみゲージの抵抗 $R_g = R_0 + \Delta R_g[\Omega]$ も増大する。抵抗 R_0 は、底部の圧力 $P = 0[\text{kPa}]$ のときのひずみゲージの抵抗である($\Delta R_g = 0[\Omega]$, $R_g = R_0[\Omega]$)。底部の圧力 $P = 500[\text{kPa}]$ のときの ΔR_g は $500/9.8[\Omega]$ ($R_g = R_0 + 500/9.8[\Omega]$) である(図1(b))。この抵抗の変化を、図2の回路を用いることで電圧出力 $V_{out}[\text{V}]$ に変換し、 $h[\text{m}]$ を計測、記録することを試みた。次の問いに答えよ。

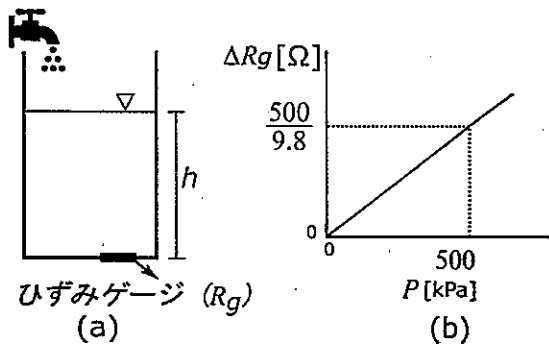


図1 水位測定システム

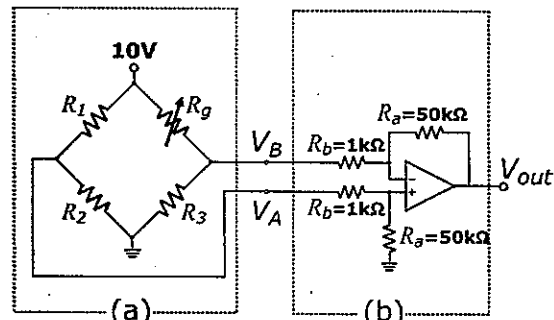


図2 システムの回路

- 問1 図2(a)の回路について、 $R_1 = R_2 = R_3 = R_g$ のときの本図(b)の回路への入力電圧 $V_{in} = V_A - V_B[\text{V}]$ を求めよ。また、 R_g の増加に伴う V_{in} の増減について説明せよ。
- 問2 図2(b)の回路の使用目的と使用理由を説明せよ。
- 問3 貯水槽内の水の高さ $h = 8[\text{m}]$ のときの出力電圧 $V_{out}[\text{V}]$ を求めよ。なお、 $h = 0[\text{m}]$ のときの各抵抗値は $R_1 = R_2 = R_3 = R_0 = 496[\Omega]$, $\Delta R_g = 0[\Omega]$, 出力電圧 $V_{out} = V_{in}(R_a/R_b)$, 重力加速度 $g = 9.8[\text{m}/\text{s}^2]$ である。
- 問4 パーソナルコンピュータに計測された水位を記録したい。その方法を具体的に提案し、説明せよ。

令和5年4月入学（第2期）

地域創生科学研究科博士前期課程入学試験問題

科目名 メカトロニクス	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 機械知能工学プログラム
----------------	--

熱電対を貯水槽に入れ、水温を測定して一定の範囲に保つ制御システムを構築した(図1)。水槽内部に設置した熱電対の電圧は、 $V_{in} = K(T - 20)[V]$ で表される。ただし、 K は $1/16000 [V/°C]$ 、 T は水温 $[°C]$ である。回路A~Cは加熱器をON/OFFする2進コードに V_{in} を変換するために使用される。回路Aは V_{in} を800倍増幅して $V_{out}[V]$ を出力し、回路Bは、 V_{out} 入力電圧に対して、出力が3bitの2進コードにA/D変換する役割を果たす。回路CはA/D

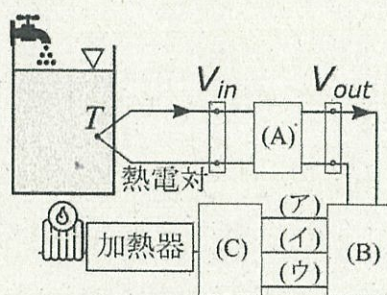


図1 水温制御システム

出力を使用して、加熱器をON (=1) にするかOFF (=0) にするかを決定する。以上を踏まえて、次の問いに答えよ。

問1 水温 (T) が $80[°C]$ の時の電圧 V_{out} を求めよ。

問2 回路Bの動作を図2に示した。A/Dの出力が可能な全ての温度範囲を求めよ。回答は解答用紙に次の表を転記して記入すること。

ア	イ	ウ	水温 $[°C]$
1	1	1	~
1	1	0	~
1	0	1	~
1	0	0	~
0	1	1	~
0	1	0	~
0	0	1	~
0	0	0	~

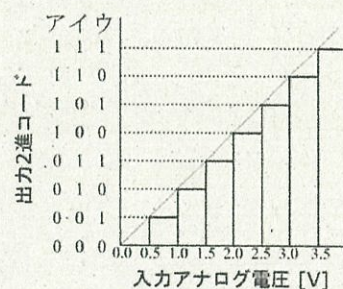


図2 アナログ-デジタル変換 (A/D) 回路