

整理番号
------

6
---

2025 年度 10 月・2026 年度 4 月入学 東京農工大学大学院工学府博士前期課程

問題用紙

専門科目

機械システム  
工学専攻

5枚のうち1
--------

受験番号	MC-
------	-----

**注意事項（重要なことを記しているのので、試験が始まる前に読んでおくこと）**

- 「解答はじめ」の指示があるまで、問題用紙の冊子を開いてはならない。
- 解答用紙の冊子は裏返したままとしておくこと。
- 問題用紙、解答用紙、および下書用紙は留め金具を用いて綴じられた冊子となっている。  
この留め金具を外さないこと。  
(問題用紙の冊子は5ページ、解答用紙の冊子は4ページ、下書用紙の冊子は3ページからなる)
- 本用紙(問題用紙5枚のうち1)には、注意事項が記されている。
- 問題用紙5枚のうち2から5枚のうち5まで、各ページの左上に記された1から4までの数字が大問の問題番号を意味する。**問題番号1から4まですべての設問に解答せよ。**
- 「解答はじめ」の指示の後、この問題用紙の冊子の全ページの上部指定欄、解答用紙の冊子の全ページの上部指定欄、および下書用紙の冊子の全ページの上部指定欄に受験番号を記入すること。
- 解答は問題用紙に記された大問番号に対応した解答用紙に記入すること。問題用紙や下書用紙への記入は採点対象とはならない。
- 問題用紙、解答用紙、および下書用紙はすべて試験終了後に回収する。持ち帰ってはならない。
- 関数電卓、定規、コンパスの使用は認めない。

5枚のうち2

受験番号

MC-

1

均一な等方性弾性体からなる長さ  $L$  の真直はりが、図 1-1 に示すように左端の点 A で単純支持、右端の点 B で固定支持されている。点 A を原点 ( $x=0, y=0$ ) として、はりの長手方向に  $x$  軸を、下方向に  $y$  軸を定義する。区間 AB には、単位長さあたり  $w$  の等分布荷重が作用している。材料のヤング率を  $E$ 、断面二次モーメントを  $I$  とする。はりの自重による影響は無視できるものとして、以下の問いに答えよ。なお、解答は問題文および図中に示す記号を用いて表し、解答用紙の所定欄に記入せよ。

- [1] 点 A および点 B に作用する反力の大きさを、それぞれ求めよ。
- [2] 区間 AB におけるたわみ曲線を  $x$  の関数として表せ。
- [3] たわみが最大値となる  $x$  座標を求めよ。
- [4] せん断力線図と曲げモーメント線図を描け。このとき、はりの両端でのせん断力と曲げモーメントの値、曲げモーメントの最大値と最小値を明示せよ。ただし、外向き法線ベクトルが  $x$  軸の正の方向を向くはりの断面において、 $y$  軸の正の方向を向くせん断力の符号を正とする。さらに、はりのたわみ形状が下に凸になる場合に、曲げモーメントの符号を正とする。
- [5] せん断力が 0 (ゼロ) となる  $x$  座標を求めよ。
- [6] 曲げモーメントが 0 (ゼロ) および正の最大値となる  $x$  座標を、それぞれ求めよ。ただし、曲げモーメントの符号は、[4] と同じ定義とする。
- [7] たわみ曲線の概形を図示せよ。このとき、[3] で求めたたわみが最大値となる  $x$  座標と、はりの長さ方向の中心点 ( $x=L/2$ ) との関係がわかるように図示すること。
- [8] はりの長さ方向の中心点 ( $x=L/2$ ) でのたわみが、はりの長さ  $L$  の  $1/1000$  以下となるようにするための  $w$  が満たすべき条件式を表せ。

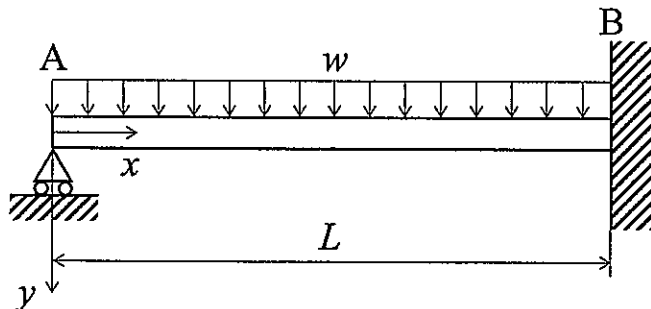


図 1-1

[1] 図 2-1 に示すように、断面が半径  $R$  の半円の溝内面を、半径  $r (< R)$ 、長さ  $l$ 、密度  $\rho$  の剛体の中実丸棒が滑ることなく転がり、溝の中心軸  $O$  まわりに揺動運動している。溝の中心軸  $O$  まわりの揺動角を  $\theta$ 、中実丸棒の重心  $O'$  まわりの回転角を  $\phi$ 、重力加速度を  $g$  とする。溝の底を  $H$  とし、中実丸棒の重心  $O'$  が線分  $OH$

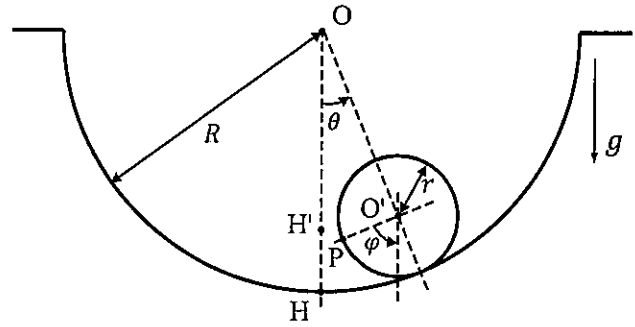


図 2-1

と重なるとき、 $\theta = \phi = 0$  であるとする。中実丸棒上の点  $P$  は線分  $OH$  上に重心  $O'$  があるときに  $H$  と重なる点とする。なお、揺動角  $\theta$  の絶対値は十分に小さいとし、 $\theta$  および  $\phi$  の符号は反時計回りを正とする。ただし、解答用紙の指定欄には問題文に示す記号および円周率  $\pi$  のうち、必要な記号を用いて、答えだけを解答せよ。

- (1) 溝の底  $H$  で中実丸棒が接地したときの  $O'$  の位置を  $H'$  とする。  $H'$  を基準としたときの位置エネルギーを求めよ。

なお、 $\theta$  が十分に小さいことから、 $\cos \theta \approx 1 - \frac{1}{2}\theta^2$  と近似して用いよ。

- (2) 中実丸棒の中心  $O'$  から半径方向に座標  $a$ 、偏角方向に座標  $\psi$  をとり、半径方向および偏角方向の微小量を、それぞれ  $da$ 、 $d\psi$  とする。その際の長さ  $l$  の微小要素の質量を求めよ。
- (3) 中実丸棒の重心まわりの慣性モーメントを求めよ。
- (4) 中実丸棒の運動エネルギーを求めよ。なお、角速度を  $\dot{\theta}$ 、 $\dot{\phi}$  として用いよ。
- (5)  $\theta$  と  $\phi$  の比  $(\dot{\theta}/\dot{\phi})$  を求めよ。
- (6) 中実丸棒が自由振動しているとき、中実丸棒の揺動運動の角振動数を求めよ。

[2] 図 2-2 に示すフィードバック制御系について、以下の問いに答えよ。なお、 $P(s) = \frac{1}{5s+1}$  であり、制御器のパラメータは  $F > 0$  および  $K > 0$  である。各伝達関数は  $s$ 、 $F$ 、 $K$  から必要なものを用いて表せ。なお、解答用紙の指定欄には、答えだけを解答せよ。

- (1) 図 2-2 の  $v$  から  $z$  までの伝達関数を求めよ。
- (2) 図 2-2 の  $r$  から  $e$  までの伝達関数を求めよ。
- (3) 図 2-2 の  $r$  から  $y$  までの伝達関数を求めよ。
- (4) 問い [2] (3) で求めたシステムの安定性を判別せよ。

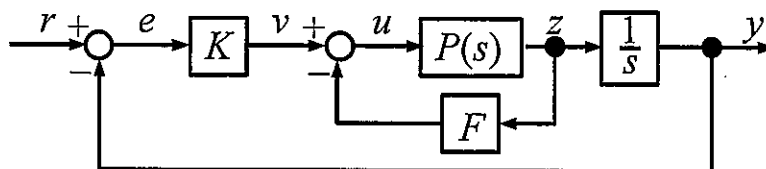


図 2-2

図 3-1 のような直径が  $d_1$  から  $d_2 (< d_1)$  へ変化する円管路を考える。その中を鉛直下方向から上方向へ向けて質量密度が  $\rho$  の気体が流れている。断面①および②における流速をそれぞれ  $v_1, v_2$  とおく。また左右に圧力を計測するためのマンノメータが設置され、それらには質量密度が  $\rho' (> \rho)$  であるような液体が入れている。このとき以下の問いに答えよ。ただし、解答は答えのみでよい。なお、気体、液体はともに非圧縮性流体であり、大気圧は  $p_{\text{atm}}$ 、重力加速度は  $g$  とし、管内においてはエネルギー損失は生じていないものとする。また円周率は  $\pi$  とする。

- [1] 体積流量を  $Q$  としたとき、流速  $v_1$  および  $v_2$  を  $\pi, Q, d_1, d_2$  のうち必要な記号を用いてそれぞれ表せ。
- [2] 円管路左側に設置した装置において液柱差が  $\Delta h_1$ 、断面①から装置右側の液面までの高さが  $\Delta h'_1$  となった。このとき、断面①における静圧  $p_1$  を  $\pi, d_1, Q, \rho, \rho', \Delta h_1, \Delta h'_1, g, p_{\text{atm}}$  のうち必要な記号を用いて表せ。
- [3] エネルギー保存に基づき、断面①と②の間で成り立つ関係式を表せ。なお、解答は  $\pi, d_1, d_2, v_1, v_2, \rho, \rho', p_1, p_2, g, H, \Delta h_1$ 、および円管路右側に設置した装置において観測される液面差  $\Delta h_2$ 、断面①から円管路右側の装置の左側の液面までの高さ  $\Delta h'_2$  のうち、必要な記号を用いて表すこと。
- [4] 円管路右側に設置した装置において観測される液面差  $\Delta h_2$  を求めよ。なお、解答は  $\pi, d_1, d_2, Q, \rho, \rho', g, H, \Delta h'_2$  のうち必要な記号を用いて表すこと。

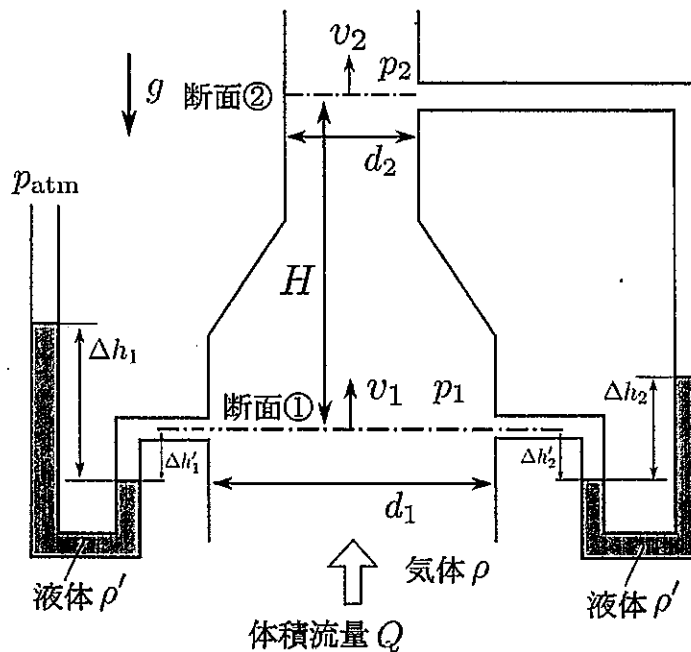


図 3-1

整理番号
6

2025 年度 10 月・2026 年度 4 月入学 東京農工大学大学院工学府博士前期課程

問題用紙

専門科目

機械システム  
工学専攻

5 枚のうち 5

受験番号 MC-

4

ガスタービンのサイクルであるブレイトンサイクルについて考える。ブレイトンサイクルは、1→2 断熱圧縮、2→3 等圧加熱、3→4 断熱膨張、4→1 等圧冷却、の各過程からなる。ここで数字は各状態点を表すものとする。作動流体の温度を  $T$  [K]、圧力を  $p$  [Pa] とし、下付き添え字の数字で各状態点を表すものとする。(例えば  $T_1$  は状態点 1 での温度を表す。) 定圧比熱を  $c_p$  [J/(kg·K)]、比熱比を  $\kappa$  [-] とし、それぞれ一定とする。圧力比を  $\varphi = p_2/p_1$ 、温度比を  $\tau = T_3/T_1$  とする。作動流体は理想気体であり、準静的変化をする。以下の問いに指定された記号を用いて解答用紙の指定欄に答えだけを解答せよ。

- [1] 作動流体単位質量当たりの受熱量と放熱量を  $c_p, T_1, T_2, T_3, T_4$  から必要な記号を用いてそれぞれ正の値として表せ。
- [2]  $T_2/T_1$  の値を  $\kappa$  と  $\varphi$  から必要な記号を用いて表せ。
- [3]  $T_2/T_1$  の値を  $T_3$  と  $T_4$  から必要な記号を用いて表せ。
- [4] 各断熱過程にて作動流体が単位質量当たりに外部から受け取る圧縮仕事 (圧縮機で消費する仕事) と外部になす膨張仕事 (タービンで発生する仕事) を  $c_p, T_1, T_2, T_3, T_4$  から必要な記号を用いてそれぞれ正の値として表せ。
- [5] 設問[4]で解答した各断熱過程にて作動流体が単位質量当たりに外部から受け取る圧縮仕事と外部になす膨張仕事を  $c_p, \kappa, \varphi$  を必ず全て使い、加えて圧縮仕事では  $T_1$  を、膨張仕事では  $T_3$  を必ず用いてそれぞれ正の値として表せ。
- [6] ブレイトンサイクルの理論熱効率を  $\kappa$  と  $\varphi$  から必要な記号を用いて表せ。
- [7] ブレイトンサイクルで作動流体が単位質量当たりに外部になす正味の仕事は下式で表される。

$$(\text{正味の仕事}) = c_p T_1 (1 - \varphi^{(A)}) ((B) - \varphi^{(C)})$$

上式の (A), (B), (C) に入る値を  $\kappa$  と  $\tau$  から必要な記号を用いて表せ。

# 解答例

整理番号
6

2025 年度 10 月・2026 年度 4 月入学 東京農工大学大学院工学府博士前期課程

## 解答用紙

試験科目	専攻	受験番号	評点
専門科目	機械システム工学専攻	MC-	

4枚のうち1

1

[1]

点 A に作用する反力の大きさ $\frac{3}{8}wL$	点 B に作用する反力の大きさ $\frac{5}{8}wL$
------------------------------------	------------------------------------

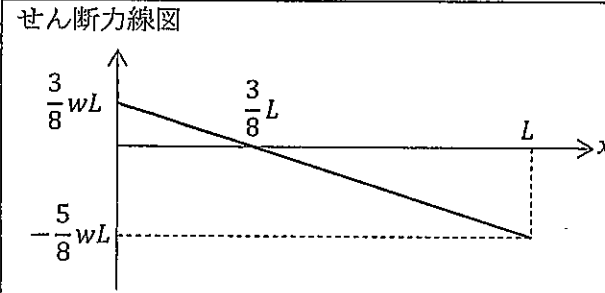
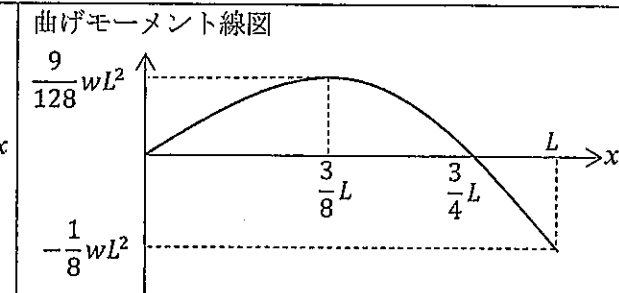
[2]

たわみ曲線 $\frac{w}{48EI}(2x^4 - 3Lx^3 + L^3x)$
--

[3]

たわみが最大値となる $x$ 座標 $\frac{1 + \sqrt{33}}{16}L$
--

[4]

せん断力線図 	曲げモーメント線図 
---	---

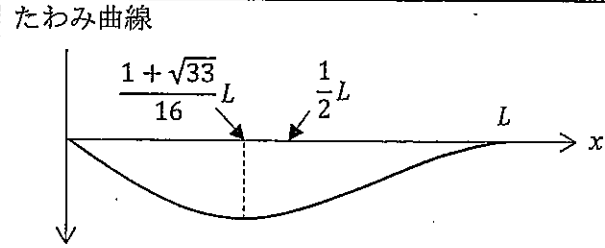
[5]

せん断力が 0 (ゼロ) となる $x$ 座標 $\frac{3}{8}L$
---

[6]

曲げモーメントが 0 (ゼロ) となる $x$ 座標 $0$ と $\frac{3}{4}L$	曲げモーメントが正の最大値となる $x$ 座標 $\frac{3}{8}L$
--	---

[7]

たわみ曲線 
--

[8]

$w$ が満たすべき条件式 $w \leq \frac{24EI}{125L^3}$
---

# 解答例

整理番号

2025 年度 10 月・2026 年度 4 月入学 東京農工大学大学院工学府博士前期課程

6

## 解答用紙

試験科目	専攻	受験番号	評点
専門科目	機械システム工学専攻	MC-	

4 枚のうち 2

2

[ 1 ]	(1)	$\frac{1}{2}\rho\pi r^2 l g(R - r)\theta^2$
	(2)	$\rho a d\psi da l$
	(3)	$\frac{\pi\rho l r^4}{2}$
	(4)	$\frac{1}{2}\rho\pi r^2 l(R - r)^2\dot{\theta}^2 + \frac{1}{2}\pi\left(\frac{\rho l r^4}{2}\right)\dot{\phi}^2$
	(5)	$\frac{\theta}{\phi} = \frac{r}{R-r}$
	(6)	$\sqrt{\frac{2g}{3(R-r)}}$
[ 2 ]	(1)	$\frac{1}{5s+1+F}$
	(2)	$\frac{5s^2+(1+F)s}{5s^2+(1+F)s+K}$
	(3)	$\frac{K}{5s^2+(1+F)s+K}$
	(4)	安定

# 解答例

整理番号
6

2025 年度 10 月・2026 年度 4 月入学 東京農工大学大学院工学府博士前期課程

総合点

## 解答用紙

試験科目	専攻	受験番号	評点
専門科目	機械システム工学専攻	MC-	

4枚のうち3

3

[1]

$$v_1 = \frac{4Q}{\pi d_1^2}, \quad v_2 = \frac{4Q}{\pi d_2^2}$$

[2]

$$p_1 = p_{\text{atm}} + \rho' g \Delta h_1 - \rho g \Delta h_1'$$

[3]

$$\frac{\rho v_1^2}{2} + p_1 = \frac{\rho v_2^2}{2} + p_2 + \rho g H$$

[4]

$$\Delta h_2 = \frac{8\rho Q^2}{\pi^2(\rho' - \rho)g} \frac{d_1^4 - d_2^4}{d_1^4 d_2^4}$$

# 解答例

整理番号

2025 年度 10 月・2026 年度 4 月入学 東京農工大学大学院工学府博士前期課程

6

## 解答用紙

試験科目	専攻	受験番号	評点
専門科目	機械システム工学専攻	MC-	

4 枚のうち 4

4

[1]

(受熱量)=

$$c_p(T_3 - T_2)$$

(放熱量)=

$$c_p(T_4 - T_1)$$

[2]

$$\frac{T_2}{T_1} =$$

$$\frac{\kappa - 1}{\varphi^\kappa}$$

[3]

$$\frac{T_2}{T_1} =$$

$$\frac{T_3}{T_4}$$

[4]

(圧縮仕事)=

$$c_p(T_2 - T_1)$$

(膨張仕事)=

$$c_p(T_3 - T_4)$$

[5]

(圧縮仕事)=

$$c_p T_1 \left( \varphi^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} - 1 \right)$$

(膨張仕事)=

$$c_p T_3 \left( 1 - \varphi^{-\frac{\kappa-1}{\kappa}} \right)$$

[6]

(理論熱効率)=

$$1 - \frac{1}{\frac{\kappa-1}{\varphi^\kappa}}$$

[7]

(A)=

$$-\frac{\kappa-1}{\kappa}$$

(B)=

$\tau$

(C)=

$$\frac{\kappa-1}{\kappa}$$

2025 年度 10 月入学

2026 年度 4 月入学

東京農工大学大学院工学府

博士前期課程（修士）入学試験

口述試験 評価の観点

**【口述試験（生体医用システム工学専攻・応用化学専攻・化学物理工学専攻・機械システム工学専攻・知能情報システム工学専攻）】**

口述試験においては、工学府および各専攻の掲げるアドミッションポリシーに基づき、志望専攻の専門性に基づいた問題発見・解決能力、専門分野での活動を通じて社会的・国際的に貢献することへの挑戦的意識・意欲、高いコミュニケーション能力（日本語、外国語を問わず）等を、質疑応答を通して総合的に評価しました。