

問題用紙

Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University
Entrance Examination Booklet (General Selection)

Question Sheets

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 I) Vehicle and Environmental Systems Engineering I	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

試験時間 : 9時00分~12時00分 (Examination Time : From 9:00 to 12:00)

受験上の注意事項

- (1) 問題用紙は表紙を含み8枚あります。
- (2) 問題用紙及び解答用紙のそれぞれに, 受験番号を記入してください。
- (3) これは問題用紙です。解答は別冊の解答用紙に記入してください。
- (4) 解答が書ききれないときは, 同じ用紙の裏面を利用しても構いません。ただし, その場合は「裏に続く」などと裏面に記載したことが分かるようにしておくこと。
- (5) 全問に解答しなさい。
- (6) 問題用紙は解答用紙とともに回収します。
- (7) 問題中「図に書きなさい」という指示がある場合は, 解答用紙に記入すること。
- (8) 作図する場合, 貸与する定規を使用しても差し支えない。
- (9) 質問あるいは不明な点がある場合は手を挙げてください。

Notices

- (1) There are 8 question sheets including a front sheet.
- (2) Fill in your examinee's number in the specified positions in this cover and each question and answer sheet.
- (3) This examination booklet consists of only question sheets. Use other separate sheets for answers.
- (4) If the space is exhausted, use the reverse side of the answer sheet and write down "to be continued" on the last line of the sheet.
- (5) Answer all the questions.
- (6) Return these question sheets together with the answer sheets.
- (7) If given the instruction to draw a diagram, draw it on the answer sheet.
- (8) You may use the approved ruler if you need.
- (9) Raise your hand if you have any questions.

2022年10月, 2023年4月入学 (October 2022 and April 2023 Admission)
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 I) Vehicle and Environmental Systems Engineering I	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

数学 Mathematics

問題 1 以下の問いに答えよ。

- (1) 不定積分 $\int x^3 \log 3x \, dx$ を求めよ。
- (2) 定積分 $\int_0^{\infty} x^2 e^{-2x} \, dx$ を求めよ。
- (3) $f(x, y) = \log \sqrt{x^2 + y^2}$ のとき, $\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}$ を求めよ。
- (4) 常微分方程式 $\frac{dy}{dx} = 3 + x + y$ の一般解を求めよ。
- (5) $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & -3 & -3 \\ -1 & 1 & -1 \\ 1 & 3 & 5 \end{bmatrix}$ のとき, \mathbf{A} の固有値を求めよ。

Question 1 Answer the following questions.

- (1) Find the indefinite integral $\int x^3 \log 3x \, dx$.
- (2) Find the integral $\int_0^{\infty} x^2 e^{-2x} \, dx$.
- (3) When $f(x, y) = \log \sqrt{x^2 + y^2}$, find $\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}$.
- (4) Find the general solution for the ordinary differential equation $\frac{dy}{dx} = 3 + x + y$.
- (5) When $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & -3 & -3 \\ -1 & 1 & -1 \\ 1 & 3 & 5 \end{bmatrix}$, find the eigenvalue of \mathbf{A} .

次ページへ続く。 Continued on the following page.

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 I) Vehicle and Environmental Systems Engineering I	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

数学 Mathematics

問題 2 曲面 S で囲まれた閉領域 V を考えるとき, 連続な導関数を有する任意関数 $F(x, y, z)$ に対して, Green の発散定理

$$\iiint_V \nabla \cdot \mathbf{F} dV = \iint_S \mathbf{F} \cdot \mathbf{n} dS \quad (2.1)$$

が成り立つ。ただし, $\mathbf{n} = n_x \mathbf{i} + n_y \mathbf{j} + n_z \mathbf{k}$ は V の表面に取られた外向きの単位法線ベクトルであり, $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$ は x, y, z 軸方向の単位ベクトルである。いま, Fig. 2.1, Fig. 2.2 に示すように, 平面 $z = 2y$, および, 曲面 $z = x^2 + y^2$ で囲まれた物体を考える。以下の問いに答えよ。

- (1) 各面における単位法線ベクトル \mathbf{n} を求めよ。
- (2) 平面と曲面の交線において, x と y の関係を示せ。
- (3) $\mathbf{F} = (0, 0, z)$ とおき (2.1) 式の左辺を計算すると, 物体の体積 V は $\frac{\pi}{2}$ となる。(2.1) 式の右辺の積分を行い, (2.1) 式が成り立つことを示せ。

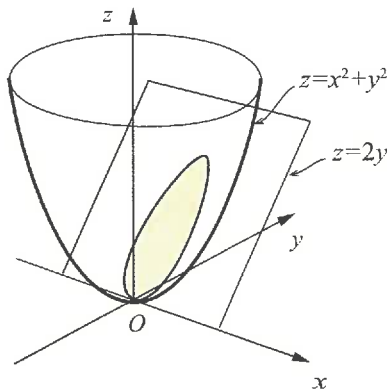


Fig. 2.1

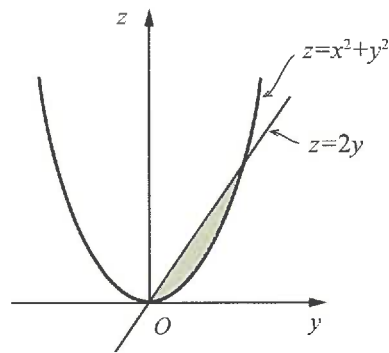


Fig. 2.2

試験科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 I) Vehicle and Environmental Systems Engineering I	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--	------------------	--	------------------------------	---

数学 Mathematics

Question 2 When we consider a closed volume V surrounded by the surface S , the divergence theorem of Green

$$\iiint_V \nabla \cdot \mathbf{F} dV = \iint_S \mathbf{F} \cdot \mathbf{n} dS \quad (2.1)$$

is satisfied for an arbitrary function $\mathbf{F}(x, y, z)$ with continuous derivatives, where $\mathbf{n} = n_x \mathbf{i} + n_y \mathbf{j} + n_z \mathbf{k}$ is an outward unit normal vector on the surface of V , and \mathbf{i}, \mathbf{j} and \mathbf{k} show the unit vectors in x, y and z axis directions respectively. Fig. 2.1 and Fig. 2.2 show an object surrounded by the plane $z = 2y$, and the curved surface $z = x^2 + y^2$. Answer the following questions.

- (1) Find the unit vector \mathbf{n} at each surface of the object.
- (2) Show the relation of x and y in the crossing line of the plane and the curved surface.
- (3) The volume of the object, V , becomes $\frac{\pi}{2}$ by the left side of eq. (2.1) when $\mathbf{F} = (0, 0, z)$, Show that eq. (2.1) holds, by carrying out the integration in the right side of the eq. (2.1).

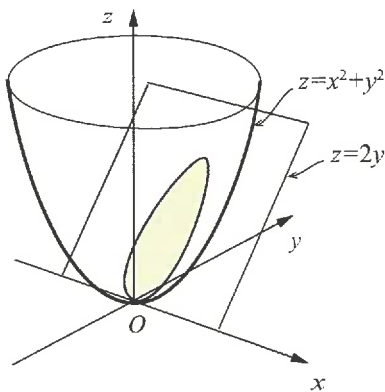


Fig. 2.1

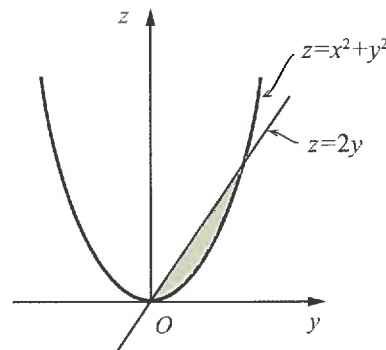


Fig. 2.2

2022年10月, 2023年4月入学 (October 2022 and April 2023 Admission)
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 I) Vehicle and Environmental Systems Engineering I	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

数学 Mathematics

問題 3 $y(t)$ に関する常微分方程式

$$y''(t) + \omega_0^2 y(t) = f(t) \quad (\omega_0 > 0) \quad (3.1)$$

について以下の問いに答えよ。ただし, $t = 0$ での初期条件を $y(0), y'(0)$ と記す。

- (1) 常微分方程式 (3.1) の解 $y(t)$ を求め, 同次解と特解に分けて表せ。
- (2) $f(t) = a \sin \omega t$ (a, ω : 定数) のとき, 解 $y(t)$ を求めよ。
- (3) 小問 (2) で求めた解において $\omega \rightarrow \omega_0$ のときの解 $y(t)$ を求めよ。

Question 3 Answer the following questions for the ordinary differential equation with respect to $y(t)$,

$$y''(t) + \omega_0^2 y(t) = f(t) \quad (\omega_0 > 0) \quad (3.1)$$

where, the initial conditions at $t = 0$ are denoted as $y(0), y'(0)$.

- (1) Find the solution $y(t)$ of the differential equation (3.1), and express it dividing into a homogeneous solution and a particular solution.
- (2) Find the solution $y(t)$ when $f(t) = a \sin \omega t$ (a, ω : constants).
- (3) Find the solution $y(t)$ when $\omega \rightarrow \omega_0$ in the solution found in subquestion (2).

次ページへ続く。 Continued on the following page.

2022 年 10 月, 2023 年 4 月入学 (October 2022 and April 2023 Admission)
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2022 年 8 月 25 日実施 / August 25, 2022)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 I) Vehicle and Environmental Systems Engineering I	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

力学 Dynamics

問題 1 水平面上で, 初速度 v_0 , 水平面とのなす角度 θ で石を投げた。重力加速度を g , 空気抵抗を無視できるものとして, 以下の問いに答えよ。

- (1) 水平到達距離を求めよ。
- (2) 同じ速度 v_0 で鉛直上方に投げた時の最高点の高さと, 小問(1)の水平到達距離が等しい時, 角度 θ を求めよ。

Question 1 The stone is thrown on the horizontal plane by initial speed, v_0 . Hence, angle between the thrown direction and the horizontal plane is θ . Answer the following questions. The gravity acceleration is denoted by g . Air drag can be neglected.

- (1) Obtain the horizontal flying distance.
- (2) The stone is thrown to the vertical direction by same initial speed, v_0 . Then, the height of the highest point and the flying distance of above (1) are same distance. Obtain the angle θ .

2022年10月, 2023年4月入学 (October 2022 and April 2023 Admission)
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 I) Vehicle and Environmental Systems Engineering I	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

力学 Dynamics

問題2 ばねの一端に質量 m のおもりを付け、滑らかな机の上に置いて、他端を固定する。おもりを引っ張ってばねを x_0 だけ伸ばし、時刻 $t=0$ でおもりを静かに離した。なお、ばね自身の質量は無視し、ばね定数を k とする。

- (1) おもりを引っ張る方向に x 軸をとり、ばねのつり合いの位置を $x=0$ とするとき、時刻 t におけるおもりの位置 $x(t)$ は $x=x_0 \cos(\omega t)$ と表されることを、おもりの運動方程式からの導出によって証明しなさい。
- (2) 以下の問いに数値で答えなさい。なお、円周率は3、重力加速度は 10 m/s^2 とする。単位も正しく記載のこと。
 - a. 予備試験として、このばねに質量 90 g のおもりを吊るしたら 1 cm 伸びた。このばねのばね定数 k を求めなさい。
 - b. 滑らかな机の上で質量 100 g のおもりを引っ張って小問(1)のように振動させた。おもりは1秒間に何回振動するか求めなさい。
 - c. $x_0 = 3 \text{ cm}$ とするとき、おもりの速度の最大値を求めなさい。

Question 2 Attach a weight with a mass of m to one end of the spring, place it on a smooth desk, and fix the other end. The weight was pulled to extend the spring by x_0 , and the weight was gently released at time $t=0$. The mass of the spring itself is ignored, and the spring constant is denoted by k .

- (1) When the x -axis is taken in the direction of pulling the weight and the equilibrium position of the spring is $x=0$, the position of the weight $x(t)$ at time t is expressed as $x=x_0 \cos(\omega t)$. Prove this by the derivation from the equation of motion of the weight.
- (2) Answer the following questions with numerical values. For simplicity, it is assumed that the circumference ratio is 3 and the gravitational acceleration is 10 m/s^2 . Write the unit correctly.
 - a. As a preliminary test, a weight with the mass of 90 g was hung on this spring, and it stretched 1 cm . Find the spring constant of this spring k .
 - b. The weight with the mass of 100 g was pulled on the smooth desk to make a simple vibration as shown in subquestion (1). Find out how many times the weight vibrates per second.
 - c. Find the maximum value of the weight's velocity when $x_0 = 3 \text{ cm}$.

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 I) Vehicle and Environmental Systems Engineering I	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

力学
Dynamics

問題3 水平軸のまわりに回転する輪軸がある (慣性モーメント: I , 輪の半径: $2r$, 軸の半径: r)。Fig. 3.1 に示すように、輪軸に2本の軽い糸がまかれ、それぞれの糸には等しい質量のおもり (質量: m) が繋がれている。重力加速度を g として、以下の問いに答えよ。

- (1) Fig. 3.1 に示すように糸の張力をそれぞれ T_1 , T_2 とする時、輪軸とそれぞれのおもりの運動方程式を求めよ。
- (2) 糸の張力 T_1 および T_2 を求めよ。

Question 3 There is a wheel and axle (moment of inertia: I , radius of the wheel: $2r$, radius of the axle: r) which rotates around the horizontal axis. As shown in the Fig. 3.1, two light strings are reeled around the wheel and axle, and a weight of equal mass (Mass: m) is connected with each string. Answer the following questions. The gravity acceleration is denoted by g .

- (1) Obtain the motion equations of the wheel and axle and the two weights. Hence, the tensions of the strings are denoted by T_1 and T_2 , respectively as shown in Fig. 3.1.
- (2) Obtain the tensions of the strings, T_1 and T_2 .

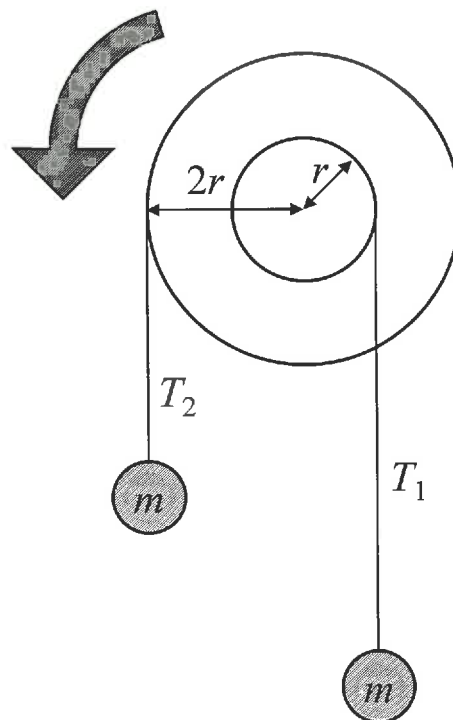


Fig. 3.1

問題用紙

Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University
Entrance Examination Booklet (General Selection)

Question Sheets

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目Ⅱ) Vehicle and Environmental Systems Engineering II	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

試験時間 : 13時30分~16時30分 (Examination Time : From 13:30 to 16:30)

受験上の注意事項

- (1) 問題用紙は表紙を含み10枚あります。
- (2) 問題用紙及び解答用紙のそれぞれに, 受験番号を記入してください。
- (3) これは問題用紙です。解答は別冊の解答用紙に記入してください。
- (4) 解答が書ききれないときは, 同じ用紙の裏面を利用しても構いません。ただし, その場合は「裏に続く」などと裏面に記載したことが分かるようにしておくこと。
- (5) 全問に解答しなさい。
- (6) 問題用紙は解答用紙とともに回収します。
- (7) 問題中「図に書きなさい」という指示がある場合は, 解答用紙に記入すること。
- (8) 作図する場合, 貸与する定規を使用しても差し支えない。
- (9) 質問あるいは不明な点がある場合は手を挙げてください。

Notices

- (1) There are 10 question sheets including a front sheet.
- (2) Fill in your examinee's number in the specified positions in this cover and each question and answer sheet.
- (3) This examination booklet consists of only question sheets. Use other separate sheets for answers.
- (4) If the space is exhausted, use the reverse side of the answer sheet and write down "to be continued" on the last line of the sheet.
- (5) Answer all the questions.
- (6) Return these question sheets together with the answer sheets.
- (7) If given the instruction to draw a diagram, draw it on the answer sheet.
- (8) You may use the approved ruler if you need.
- (9) Raise your hand if you have any questions.

試験科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目II) Vehicle and Environmental Systems Engineering II	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	--	------------------------------	---

流体力学
Fluid Mechanics

問題1 Fig. 1.1のように, 水平な地面上に水の入った直方体容器が置かれている。容器の x 方向の寸法は B , y 方向の寸法は単位長さで, 容器中の水の深さは容器の x 方向の寸法の半分 $B/2$ である。この容器の側壁2 (Sidewall-2) 側を持ち上げ, Fig. 1.2のように, 側壁1 (Sidewall-1) 下端の辺C (Edge C) が地面に接した状態で地面から角度 θ だけ傾けた。このとき, 水が容器からこぼれることはなかった。側壁1上の濡れ辺長さ (容器深さ方向の濡れ部の長さ) を L_1 , 側壁2上の同長さを L_2 とし, 水の密度を ρ , 重力加速度を g として, 以下の問いに答えよ。

- (1) $L_1 + L_2$ を, B を用いて表せ。
- (2) $L_1 - L_2$ を, B と θ を用いて表せ。
- (3) 地面から, 傾けた容器内の水面までの高さ H を, B と θ を用いて表せ。
- (4) 水圧によって側壁1に作用する水平力 F_{H1} (x 方向に作用する力) と鉛直力 F_{V1} (z 方向に作用する力) を, それぞれ求めよ。
- (5) 水圧によって側壁1に作用する, 側壁1下端の辺C周りのモーメント M_{C1} を求めよ。ただし, Fig. 1.2右図において反時計回りの方向をモーメントの正方向とする。

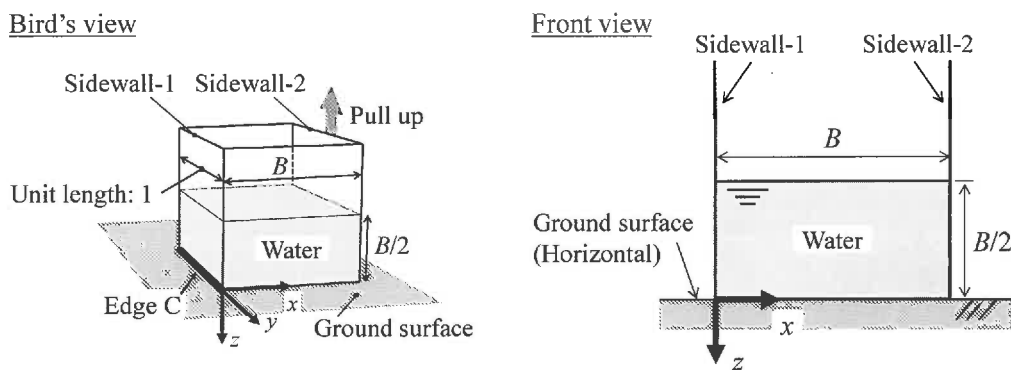


Fig. 1.1

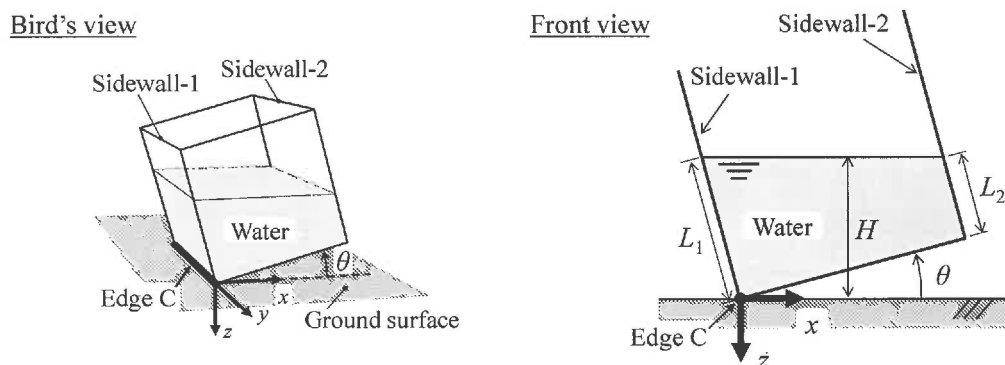


Fig. 1.2

次ページへ続く。 Continued on the following page.

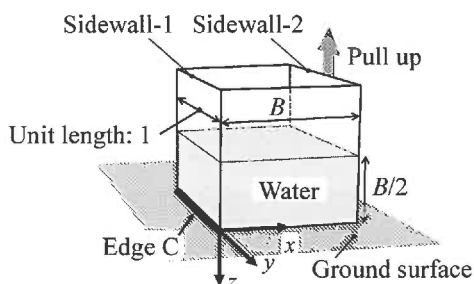
試験科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目Ⅱ) Vehicle and Environmental Systems Engineering II	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--	------------------	--	------------------------------	---

流体力学
Fluid Mechanics

Question 1 As shown in Fig. 1.1, there is a rectangular container filled with water on a horizontal ground surface. A dimension of the container in the x -direction is B , and its dimension in the y -direction is the unit length. The water depth in the container is half the dimension of the container in the x -direction $B/2$. Then, as shown in Fig. 1.2, the container is tilted at an angle θ by pulling up the sidewall-2, while the bottom edge C of the sidewall-1 is touching on the ground surface. During and after tilting the container, the water has not spilled from the container. Then, wetted lengths of the sidewall-1 and sidewall-2 in the container's depth direction are denoted as L_1 and L_2 , respectively. Here, the density of water is denoted as ρ , and the gravity acceleration is denoted as g . Answer the following questions.

- (1) Find $L_1 + L_2$ using B .
- (2) Find $L_1 - L_2$ using B and θ .
- (3) Find the water-surface height H from the ground surface, using B and θ .
- (4) Find the horizontal force F_{h1} in the x -direction and the vertical force F_{v1} in the z -direction caused by the water pressure acting on the sidewall-1.
- (5) Find the moment M_{C1} around the bottom edge C of the sidewall-1 caused by the water pressure acting on the sidewall-1. Here, the positive direction of M_{C1} is denoted as the counterclockwise direction in the right figure of Fig.1.2.

Bird's view



Front view

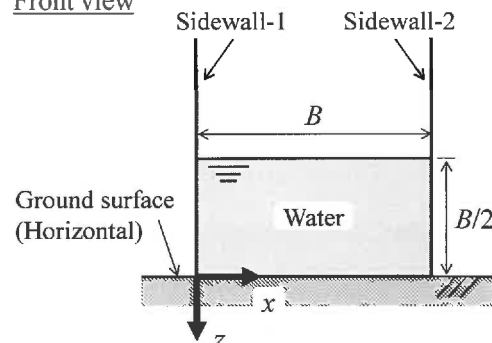
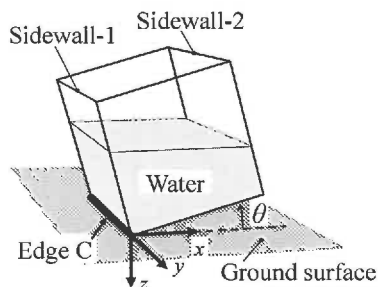


Fig. 1.1

Bird's view



Front view

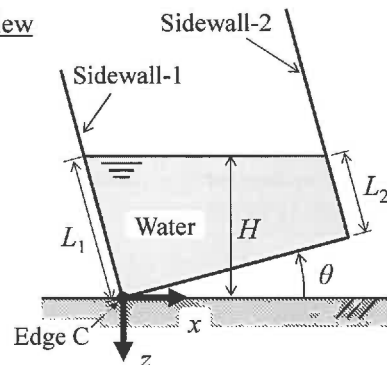


Fig. 1.2

次ページへ続く。 Continued on the following page.

試験科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 II) Vehicle and Environmental Systems Engineering II	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--	------------------	--	------------------------------	---

流体力学
Fluid Mechanics

問題2 Fig. 2.1 に示すように、断面積 a のノズルから吐出した噴流が、水平な地面に静止した土台 (Base) の上面の曲面に沿って流れている。噴流は大気にさらされており、土台へ水平方向 (x 方向) に対する角度 θ_1 で流入し、角度 θ_2 で流出する。なお曲面との摩擦は無視でき、噴流の流速は不変、流れは定常と仮定する。いま流体の密度を ρ と表記し、大気圧は0とみなす。以下の問いに答えよ。

- 噴流の流速が u である時、噴流が土台に及ぼす水平力 f_x (x 方向に作用する力) を求めよ。
- 噴流の流速が u である時、噴流が土台に及ぼす鉛直力 f_z (z 方向に作用する力) を求めよ。
- 噴流の流入角 θ_1 を 0° 、噴流の流出角 θ_2 を 90° とする時、土台に作用する合力の方向 α を求めよ。
- 土台の自重により、地面に作用する鉛直荷重を M とする (噴流の自重による鉛直荷重は無視できると仮定)。また土台と地面の間の静止摩擦係数を0.1とする。いま噴流の流入角 θ_1 を 30° 、噴流の流出角 θ_2 を 60° とする時、土台が x 軸方向へ動き出さない為の噴流の流速条件を求めよ。その際、解答内に現れる三角関数は計算せよ。(ヒント: $\sin(30^\circ)=0.5$, $\cos(30^\circ)=0.87$)

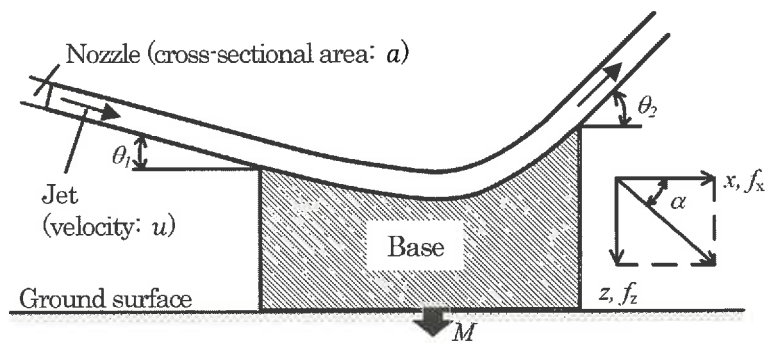


Fig. 2.1

試験科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目Ⅱ) Vehicle and Environmental Systems Engineering II	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--	------------------	--	------------------------------	---

流体力学
Fluid Mechanics

Question 2 As shown in Fig. 2.1, a jet of water from a nozzle with the cross-sectional area a flows along the curved surface of the top of the stationary base placed on the horizontal ground surface. The jet is exposed to the atmosphere, and comes into the base at θ_1 and comes out of the base at θ_2 with respect to the horizontal direction (x -direction), respectively. The friction on the curved surface is negligible, so that the velocity of the jet is unchanged and the steady-state flow is assumed. Here, the density of water is denoted as ρ . The atmospheric pressure is considered as 0. Answer the following questions.

- (1) When the velocity of the jet is u , find the horizontal force f_x (force in the x -direction) exerted by the jet on the base.
- (2) When the velocity of the jet is u , find the vertical force f_z (force in the z -direction) exerted by the jet on the base.
- (3) When the angle of the jet into the base θ_1 is 0° and that of the jet out of the base θ_2 is 90° , find the direction of the resultant force α .
- (4) The vertical load due to the weight of the base on the ground surface is assumed as M (the vertical load due to the weight of the jet is assumed negligible). The coefficient of static friction between the base and the ground surface is assumed as 0.1. When the angle of the jet into the base θ_1 is 30° and that of the jet out of the base θ_2 is 60° , find the condition of the velocity of the jet in order not to make the base move in the x -direction. When answering, calculate the trigonometric functions that appear in the solution. (hint: $\sin(30^\circ)=0.5$, $\cos(30^\circ)=0.87$)

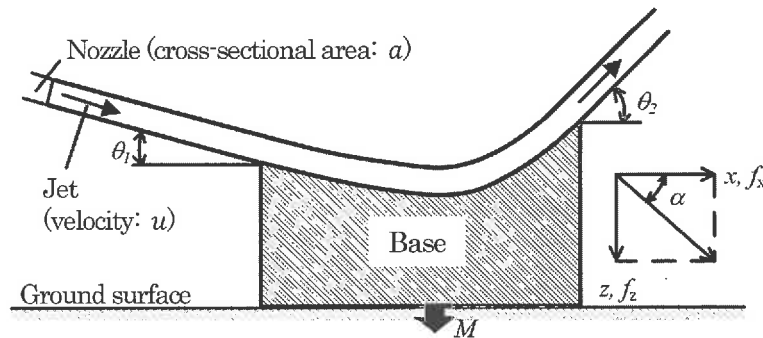


Fig. 2.1

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 II) Vehicle and Environmental Systems Engineering II	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

流体力学
Fluid Mechanics

問題3 ポテンシャル流れについて、以下の問いに答えよ。

- (1) 複素速度ポテンシャル f が次のように表されるポテンシャル流れがある。但し、 $z (= x + iy, i = \sqrt{-1})$ は複素数、 $\kappa (> 0)$ は実定数とする。速度ポテンシャル ϕ 、流れ関数 ψ 、 (r, θ) 座標の速度 v_r, v_θ を示せ。

$$f = i\kappa \log z \quad (3.1)$$

- (2) 小問 (1) はどのようなポテンシャル流れか説明せよ。必要に応じて図を用いても良い。
- (3) 小問 (1) の流れについて、流れに沿った循環 Γ を求めよ。
- (4) 一様流速 U において、循環 Γ を有する円柱 (半径 a) 周りの流れ場を考える。この流れの複素速度ポテンシャル f を示せ。
- (5) 小問 (4) の流れ場において、循環がない場合 ($\Gamma = 0$) の円柱表面に作用する圧力を p_1 、循環 Γ がある場合の円柱に作用する圧力を p_2 とする。それらの圧力差 $\Delta p (= p_2 - p_1)$ を求めよ。ここで、 $a = 1$ 、淀み点の圧力は p_0 、遠方場の圧力は p_∞ 、流体密度は ρ 、重力は無視できる。
- (6) Fig. 3.1 (a) に示すように、 z 平面上で x 軸に対して角度 α だけ傾いた速度 U の一様な流れの中に置かれた円弧翼 (キャンバー (反り) 付平板) 周りのポテンシャル流れを考える。この円弧翼周りの流れの複素速度ポテンシャル f は、Fig. 3.1 (b) に示す ζ 平面上への等角写像をとることで、以下のように表すことができる。

$$f = U \left(e^{-i\alpha} Z + \frac{R^2 e^{i\alpha}}{Z} \right) + i\kappa \log Z \quad (3.2)$$

$$Z = \zeta - \zeta_0 \quad (3.3)$$

$$z = \zeta + \frac{a^2}{\zeta} \quad (3.4)$$

ここで、 $Z = Re^{i\theta}$ とする。この円弧翼の揚力係数 C_L を求めよ。

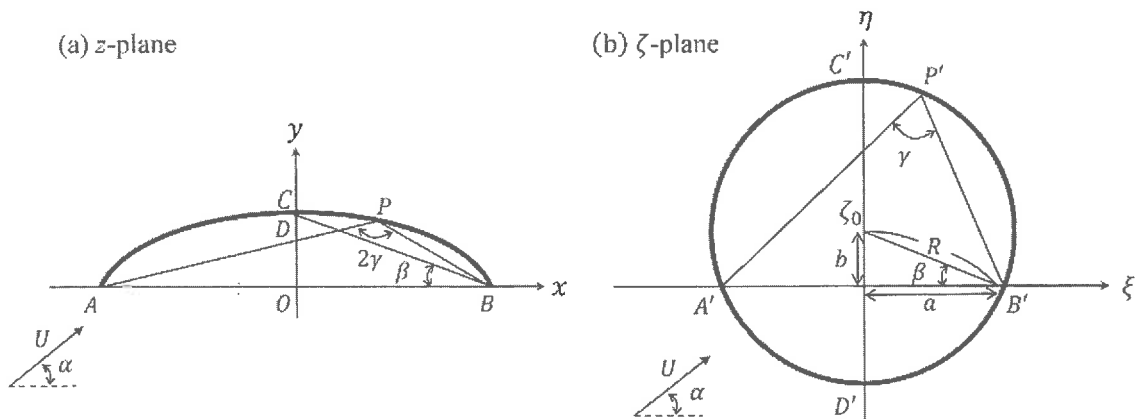


Fig. 3.1

次ページへ続く。 Continued on the following page.

試験科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 II) Vehicle and Environmental Systems Engineering II	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--	------------------	--	------------------------------	---

流体力学
Fluid Mechanics

Question 3 Answer the following questions about potential flows.

(1) The potential flow has a complex velocity potential:

$$f = i\kappa \log z, \quad (3.1)$$

where $z (= x + iy, i = \sqrt{-1})$ is the complex number, $\kappa (> 0)$ is the real constant. Find the velocity potential, ϕ , the stream function, ψ , and the velocities, v_r and v_θ at the (r, θ) coordinates, respectively.

(2) Explain the potential flow in the sub-question (1), then you can draw a figure, if necessary.

(3) Find the circulation, Γ , along the flow in the sub-question (1).

(4) Show the complex velocity potential f to represent a potential flow around a cylinder having a radius, a , with a circulation, Γ , in a uniform velocity, U .

(5) In this flow of the sub-question (4), the pressure, p_1 , is excited on the surface of the cylinder without a circulation ($\Gamma = 0$), and the pressure p_2 , on it with a circulation, Γ , respectively. Find the difference pressure, $\Delta p (= p_2 - p_1)$, where $a = 1$, p_0 is the pressure at the stagnation point, p_∞ is the pressure at the far upstream side, ρ is the density of fluid, and the gravity acceleration is negligible.

(6) As shown in Fig. 3.1 (a), consider a potential flow around a circular arc aerofoil (a flat plate with a camber) in a uniform velocity, U , with an angle, α , with respect to the x -axis in the z -plane. As shown in Fig. 3.1 (b), the complex velocity potential for this flow in the ζ -plane can be represented by the conformal mapping as below:

$$f = U \left(e^{-i\alpha} Z + \frac{R^2 e^{i\alpha}}{Z} \right) + i\kappa \log Z, \quad (3.2)$$

$$Z = \zeta - \zeta_0, \quad (3.3)$$

$$z = \zeta + \frac{a^2}{\zeta}, \quad (3.4)$$

where $Z = R e^{i\theta}$. Derive the lift coefficient, C_L , of the circular arc aerofoil.

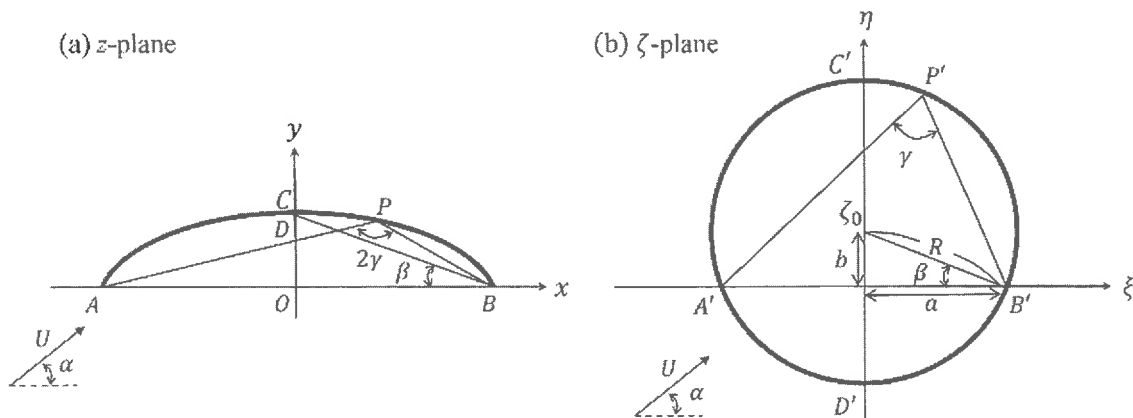


Fig. 3.1

次ページへ続く。 Continued on the following page.

試験科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 II) Vehicle and Environmental Systems Engineering II	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--	------------------	--	------------------------------	---

材料力学 Material and Structural Mechanics

問題1 Fig. 1.1 に示すように, 張り出しはりが, 点Cに集中荷重 P を受けている。はりの長さ, ヤング率はそれぞれ $2L$, E とする。Fig. 1.1 には, このはりの断面も示している。このはりについて以下の問いに答えよ。

- (1) Y 軸回りの断面1次モーメントを求めよ。
- (2) Y 軸から中立軸(y 軸)までの距離を求めよ。
- (3) Y 軸回りの断面2次モーメントを求めよ。
- (4) y 軸回りの断面2次モーメントを求めよ。
- (5) すべての反力を求めよ。
- (6) せん断力図, 曲げモーメント図を描け。なお, 主要な結果を図中に記入せよ。
- (7) 点Bにおける曲げ応力の分布を図示せよ。なお, 主要な結果を図中に記入せよ。

Question 1 As shown in Fig. 1.1, an overhanging beam is subjected to a concentrated load P at point C. The length and Young's modulus of the beam are denoted as $2L$ and E , respectively. Fig. 1.1 also shows the cross section of the beam. Answer the following questions about the beam.

- (1) Determine the moment of area around the Y axis.
- (2) Determine the distance from the Y axis to the neutral axis (y axis) of the beam.
- (3) Determine the moment of inertia of area around the Y axis.
- (4) Determine the moment of inertia of area around the y axis of the beam.
- (5) Determine all reactions.
- (6) Draw the shearing force diagram and the bending moment diagram. Note that the specific results should be described in the figures.
- (7) Draw the distribution of the bending stress at point B. Note that the specific results should be described in the figure.

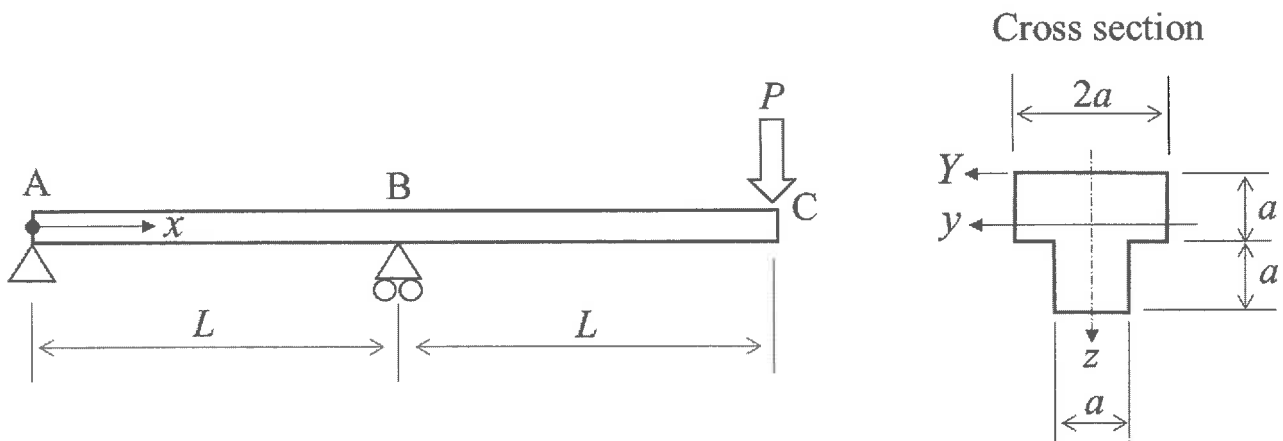


Fig. 1.1

試験科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目Ⅱ) Vehicle and Environmental Systems Engineering II	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--	------------------	--	------------------------------	---

材料力学 Material and Structural Mechanics

問題2 Fig. 2.1 に示すように両端を固定された棒がある。棒は2つの材料で構成されている。棒ABのヤング率, 線膨張係数, 断面積, 長さはそれぞれ E_1, α_1, S, L とする。棒BCのヤング率, 線膨張係数, 断面積, 長さはそれぞれ E_2, α_2, S, L とする。棒は点Bで連結している。この棒において, 点Bに集中荷重 P が作用し, かつ温度変化 ΔT が生じた時について, 以下の問いに答えよ。

- (1) 棒ACの自由物体図を描け。
- (2) すべての反力を求めよ。
- (3) 棒ABと棒BCの垂直応力を求めよ。
- (4) 点Bの変位を求めよ。

Question 2 As shown in Fig. 2.1, a bar is supported by rigid walls at both ends. The bar consists of two materials. Young's modulus, the linear expansion coefficient, the cross-sectional area and the length of the bar AB are denoted as E_1, α_1, S and L , respectively. Those of the bar BC are denoted as E_2, α_2, S and L , respectively. The bar AB and BC are connected at point B. Answer the following questions when the bar is loaded by a concentrated load P at point B together with thermal change ΔT .

- (1) Illustrate the free body diagram of the bar AC.
- (2) Determine all reactions.
- (3) Determine the normal stresses of the bar AB and BC.
- (4) Determine the displacement of point B.

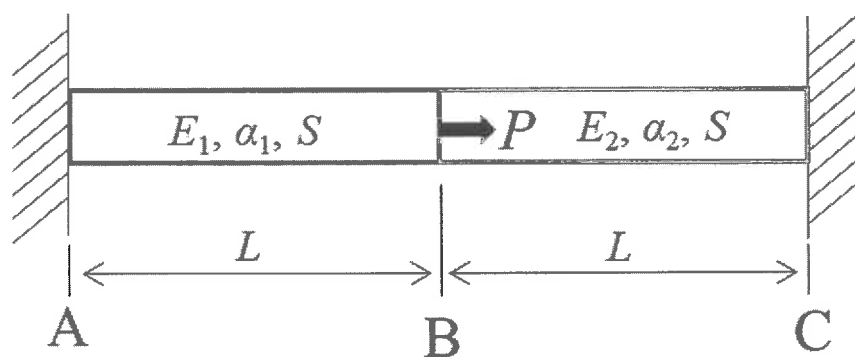


Fig. 2.1

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 II) Vehicle and Environmental Systems Engineering II	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

材料力学 Material and Structural Mechanics

問題3 Fig. 3.1 に示す点 C に集中荷重 P が作用している門型ラーメンを考える。各部材の長さおよび曲げ剛性をそれぞれ L , EI とする。以下の問いに答えよ。

- (1) 門型ラーメンの自由物体図を描け。
- (2) 全ての支点反力を求めよ。
- (3) 曲げモーメント分布を求め、それを図示せよ。
- (4) 点 C での荷重方向の変位を求めよ。

Question 3 As shown in Fig. 3.1, a rigid frame is subjected to a concentrated load P at point C. The length and flexural rigidity of each member are L and EI , respectively. Answer the following questions.

- (1) Draw free body diagram of the rigid frame.
- (2) Determine all the reactions.
- (3) Determine the distribution of bending moment, and draw it.
- (4) Determine the displacement at point C along the direction of load P .

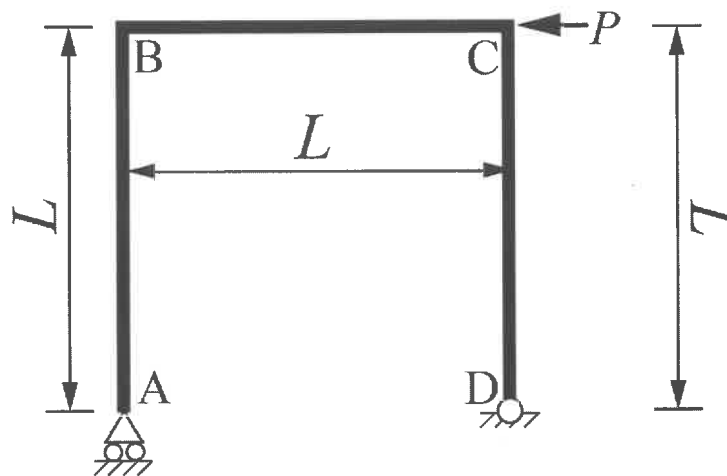


Fig. 3.1