

横浜国立大学大学院  
都市イノベーション学府

博士課程前期 都市地域社会専攻  
都市地域社会コース（都市基盤系問題）  
入学試験過去問題

2022年4月、2021年10月入学（夏期募集）

～

2026年4月、2026年10月入学（冬期募集）

※募集や志願者の有無により、問題を作成していない場合があります。

過去問題の無断複製・転載、また第三者への共有を禁じます。

Unauthorized copying and replication of the contents  
of the past exam questions are prohibited.  
Also please do not share them with any third party.

2026年4月／2026年10月入学（冬期募集）  
横浜国立大学大学院 都市イノベーション学府 入学試験問題表紙 博士課程（前期）  
! 2026 April / 2026 October Entrance Examination [Winter Admission],  
Graduate School of Urban Innovation, Yokohama National University  
Master's Program

都市地域社会専攻  
都市地域社会コース（都市基盤系問題）  
国際基盤学コース

博士課程前期 Master's Program	受験番号 Applicant Number

Department of Infrastructure and Urban Society  
(Civil Engineering of Infrastructure and Urban Society Course)  
(International Graduate School for Infrastructure Course (IGSI))

試験科目（学科試験Ⅰ）  
Subject (Professional I)

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまでこの冊子を開かないこと。
2. 解答には黒鉛筆を使用すること。
3. 解答は、必ず解答用紙に記入すること。
4. 各解答用紙および問題冊子の表紙の該当欄に受験番号を必ず記入すること。
5. この冊子には、数学の大問が1題、および専門科目の大問が10題（構造工学、水工学、地盤工学、土木計画学、コンクリート工学の5分野からそれぞれ2題）ある。
6. この冊子にある数学の大問に解答し、さらに専門科目の大問の中から合計4題を選択し解答すること。
7. 落丁、乱丁あるいは不鮮明な印刷がある場合は申し出て、改めて冊子を受け取ること。
8. 下書きにはこの冊子の余白を使用すること。
9. 問題用紙および解答用紙は持ち帰ってはいけない。
10. 退出は試験開始後70分まで認めない。

Cautionary Notice

1. Do **NOT** open this booklet until the start instruction is given.
2. Use your black pencil to write your answer.
3. Your answer must be written on your answer sheet.
4. Write your applicant number in the cover pages of this booklet and answer sheets.
5. This booklet contains one mathematics part and ten specialized subject parts (two each from the five fields of structural engineering, hydraulic engineering, geotechnical engineering, infrastructure planning and concrete engineering).
6. Answer the questions in mathematics part. And choose four from specialized subject parts and answer the questions.
7. You can ask the instructor to exchange this booklet in case of sheet missing, disorderly binding or unclearly printing.
8. Use the blank sheet of this booklet for draft writings.
9. **You may NOT take home this booklet and answer sheets.**
10. You will **NOT** be allowed to leave the room until 70 minutes have passed from the beginning of the examination.

大問 1 (数学)  
Part 1 (Mathematics)

次の問題[1]、[2]をすべて解きなさい。

Answer the following questions [1] and [2].

[1]

(1)  $y' = 3x^2(y + 2)$  の一般解  $y(x)$  を求めよ。

Find the general solution  $y(x)$  for the differential equation  $y' = 3x^2(y + 2)$ .

(2)  $y'''' + 2y'' + y = 0$ ,  $y(0) = y\left(\frac{\pi}{2}\right) = 0$ ,  $y'(0) = -y'\left(\frac{\pi}{2}\right) = 1$  を満たす関数  $y(x)$  を求めよ。

Find the function  $y(x)$  such that

$$y'''' + 2y'' + y = 0, y(0) = y\left(\frac{\pi}{2}\right) = 0, y'(0) = -y'\left(\frac{\pi}{2}\right) = 1.$$

[2]

行列  $A = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 2 \\ 2 & -1 & 0 \\ 2 & 0 & 1 \end{bmatrix}$  について、以下の問いに答えなさい。

Answer the following questions about a matrix  $A = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 2 \\ 2 & -1 & 0 \\ 2 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

(1) 行列  $A$  が正則かどうか調べ、正則ならば逆行列を求めよ。

Examine whether each of the matrices  $A$  is regular or not. If it is regular, then calculate the inverse matrix.

(2) 行列  $A$  について、 $P^{-1}AP = D$  となる正則行列  $P$  と対角行列  $D$  を求めなさい。

For the matrix  $A$ , find a regular matrix  $P$  and a diagonal matrix  $D$  such that  $P^{-1}AP = D$ .

**専門科目**  
**Specialized subjects**

10 題の大問の中から 4 題を選択し解答すること。

- 大問 2, 3 : 構造工学
- 大問 4, 5 : 水工学
- 大問 6, 7 : 地盤工学
- 大問 8, 9 : 土木計画学
- 大問 10, 11 : コンクリート工学

各問題は次ページ以降に記載されている。

Choose four out of ten parts and answer questions in the parts.

- Part 2, 3: Structural engineering
- Part 4, 5: Hydraulics
- Part 6, 7: Geotechnical engineering
- Part 8, 9: Infrastructure planning
- Part 10, 11: Concrete engineering

Questions of each part are written in the following pages.

## 大問 2 (構造工学 1) Part 2 (Structural engineering 1)

図 1 に示す荷重強度  $w$  の等分布荷重を受ける長さ  $l$ 、曲げ剛性  $EI$  の両端固定梁について、以下の問いに答えなさい。

A fixed-end beam with the length  $l$  and the bending stiffness  $EI$  is subjected to a uniformly distributed load  $w$  as shown in Fig. 1. Answer the following questions.

- 1) 支点反力  $M_A, M_B, V_A, V_B$  のうち、 $M_A = M_B = -\frac{wl^2}{12}$  である時、梁の曲げモーメント分布を  $w, l, x$  を用いて表し、曲げモーメント図を図示しなさい。

Reaction moments  $M_A$  and  $M_B$  are given as  $M_A = M_B = -\frac{wl^2}{12}$ . Calculate the bending moment distribution as a function of  $w, l$  and  $x$ . In addition, draw the bending moment diagram.

- 2) 荷重  $w$  の大きさをゼロから徐々に大きくしていくと、支間中央のたわみが図 2 に示すように変化し、最後に構造系が崩壊した。この時、荷重の大きさの各ステップで、構造系にどのような力学的変化が生じているのかを図 2 に基づいて説明しなさい。なお、図中の  $M_y$  は梁断面の最外縁が降伏応力度に達する曲げモーメント、 $M_p$  は梁断面全体が降伏応力度に達する全塑性モーメントを表す。

Deflection of the beam center changes as the load  $w$  increases and the beam collapses finally as shown in Fig. 2. Explain characteristics of the deflection from the viewpoint of structural mechanics. Note that  $M_y$  is the bending moment at the outermost edge of the cross section reaches the yielding stress and  $M_p$  is the fully plastic moment at the whole cross section reaches the yielding stress.

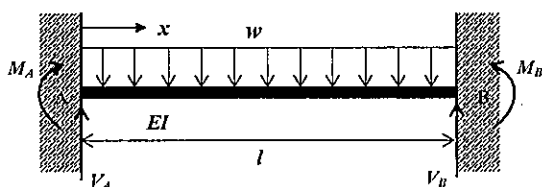


図 1 等分布荷重を受ける両端固定梁  
Fig. 1 Fixed-end beam subjected to uniformly distributed load

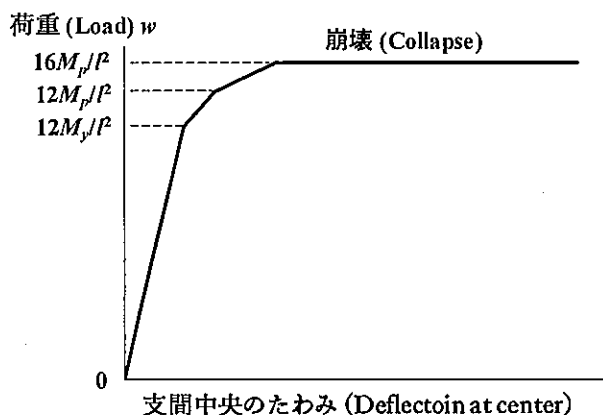


図 2 両端固定梁の荷重と支間中央のたわみの関係  
Fig. 2 Relationship between load and deflection at center of fixed-end beam

### 大問3 (構造工学2) Part 3 (Structural engineering 2)

以下の構造工学に関する用語に関して、各用語のキーワードを用いながら説明しなさい。

Explain following technical terms of structural engineering by using keywords given.

1) オイラー座屈 (Euler buckling)

キーワード: 弾性体、長柱、断面二次モーメント、有効座屈長、ピン支持、固定支持

Keywords: Elastic body, long column, area moment of inertia, effective buckling length, pinned support, fixed support

2) 耐候性鋼材 (Weathering steel)

キーワード: 防食、ライフサイクルコスト、安定さび、合金元素、飛来塩分、離岸距離

Keywords: Corrosion protection, Life cycle cost, stable rust, alloy element, airborne salt, off-shore distance,

3) 鋼材疲労 (Steel fatigue)

キーワード: 繰返し荷重、疲労き裂、応力範囲、疲労寿命、S-N 線図、疲労等級

Keywords: Cyclic loading, fatigue crack, stress range, fatigue life, S-N diagram, fatigue strength grade

4) 摩擦接合 (Friction joint)

キーワード: 高力ボルト、添接板、支圧接合、設計ボルト軸力、すべり係数、トルク法

Keywords: High-tension bolt, splice plate, bearing bolt connection, design bolt tension, slip coefficient, torque method

## 大問 4 (水工学) Part 4 (Hydraulics)

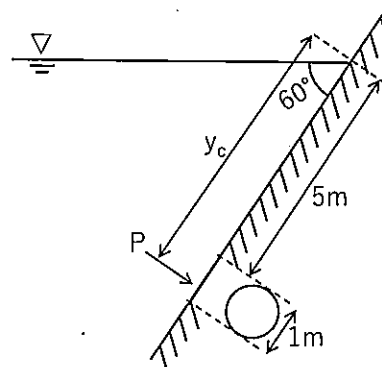
以下の設問 1~3 のいずれにも解答すること。必要な記号は定義して用いること。

Answer the following questions 1, 2, and 3. Necessary symbols should be defined before using them.

1. 以下に示す用語を説明せよ。必要に応じて図・数式を利用してもよい。 Explain the following terms. You can use illustrations and/or equations if necessary.

- (1) 流線 Streamline
- (2) 浮心 Center of buoyancy
- (3) 密度流 Density flow

2. 右図のように円形の水門が水中に設置されている。このとき、水門に作用する全水圧、およびその作用点の位置 ( $y_c$ ) を求めよ。ただし、重力加速度を  $9.8 \text{ m/s}^2$ 、水の密度を  $1.0 \text{ g/cm}^3$  とする。 As shown in the figure on the right, a circular gate was installed in the water. Consider the total pressure acting on the gate and decide the point of application of force ( $y_c$ ). Here, the acceleration gravity is  $9.8 \text{ m/s}^2$  and the density of the water is  $1.0 \text{ g/cm}^3$ .



3. 以下の問い (1), (2) に答えよ。 Answer the following questions (1) and (2).

- (1) 開水路の常流と射流とはそれぞれどのようなものか説明せよ。 Explain what the subcritical flow and the supercritical flow are in open channels, respectively.
- (2) 海の波を考える。極浅海域では水粒子はどのように運動するか。図を示すと共に、その特徴を説明せよ。 Consider waves in the ocean. How do water particles move in the shallow water region? Sketch the particle motion and explain its characteristics.

## 大問 5 (水工学) Part 5 (Hydraulics)

以下の設問 1~3 のいずれにも解答すること。必要な記号は定義して用いること。

Answer the following questions 1, 2, and 3. Necessary symbols should be defined before using them.

1. 以下に示す用語を説明せよ。必要に応じて図・数式を利用してもよい。 Explain the following terms. You can use illustrations and/or equations if necessary.

- (1) ベルヌーイの定理 Bernoulli's theorem
- (2) レイノルズ数 Reynolds number
- (3) 微小振幅波理論 Small amplitude wave theory

2. 2つの貯水池（水面の高さの差を $H$ とする）を直径 $D$ のまっすぐな円管で接続する。このとき円管内の流量 $Q$ はどのようにして求めることができるか、数式を用いて説明せよ。さらに動水勾配線とエネルギー線を図示せよ。図示の際、必要な諸量を図中に明確に記すこと。 Two large reservoirs are connected with a straight circular pipe with a diameter of  $D$ . The difference in height of the water surface levels in the reservoirs is  $H$ . Explain a method to obtain the water discharge  $Q$  in the pipe using an equation. Then, draw a hydraulic gradient diagram and an energy diagram, including the necessary properties.

3. 以下の問い (1), (2) に答えよ。 Answer the following questions (1) and (2).

- (1) ナビエ・ストークスの運動方程式とオイラーの運動方程式の特徴を説明せよ。また、両者の違いについても説明せよ。 Describe the characteristics of the Navier-Stokes equation and the Eulerian equation. Moreover, explain the differences between them.
- (2) 縮尺 1/100 のダムの模型を作成し実験を行った結果、越流部において 0.5 m/s の流速が得られた。原型ではいくらの流速と考えればよいか答えよ。 A 1/100-scale model of the dam was created, and overflow experiments were conducted. In the experiments, the measured overflow velocity was 0.5 m/s. Consider the overflow velocity in the prototype of the dam.

## 大問6 (地盤工学) Part 6 (Geotechnical engineering)

設問すべてに答えよ。Answer all questions.

必要に応じて適切な仮定を設けよ。Make reasonable assumptions wherever necessary.

[1] 下記の設問に答えよ。

Answer the following questions.

- (1) 場所打ち杭工法と打ち込み杭工法のそれぞれの施工方法を簡単に述べよ。また両工法を比較してそれぞれの工法の長所、短所を説明せよ。

Briefly describe the construction methods of cast-in-place pile foundations and driven pile foundations. Then, compare the two methods and explain the advantages and disadvantages of each.

- (2) 軟弱粘性土地盤上に盛土を行ったとき、粘性土のUU試験と $\overline{CU}$ 試験の結果はそれぞれどのような場合に用いられるかを理由とともに述べよ。

When an embankment is constructed on soft clayey soil ground, explain in which situations the results of the UU test and the  $\overline{CU}$  test are respectively used for clayey soils, together with the reasons.

- (3) フィルダムで急速に水位が低下した場合にダム本体や周囲の斜面に対して与える影響についてその理由とともに説明せよ。

Explain the effects on the dam body and the surrounding slopes when the water level in a fill dam is rapidly lowered, together with the reasons for these effects.

- (4) 盛土の地すべり対策工法を二つの原理で分け、それぞれの原理に基づく対策工法の例を述べよ。

Classify countermeasures against embankment slope failure into two principles, and describe examples of countermeasure methods based on each principle.

[2] 基礎地盤を構成する粘土層から採取した粘土試料を用い、三軸圧縮試験を実施するために2個の粘土供試体を切り出した。この2個の供試体は、同一の粘土とみなすことができる。以下の問いに答えよ。

A clay sample taken from the clay layer constituting the foundation ground was used to prepare two clay specimens for triaxial compression tests. These two specimens can be regarded as being made of the same clay. Answer the following questions.

- (1) まず、一方の供試体を飽和化し、背圧を付加せずに、拘束圧 $\sigma_0$ のもとで等方圧密を行い、正規圧密状態とした。その後、拘束圧 $\sigma_0$ を一定に保ったまま、排水三軸圧縮試験を実施した。この飽和した正規圧密粘土の有効応力に関する強度定数を $c_d = 0$ 、 $\phi_d$ とするとき、排水三軸圧縮試験から得られる排水せん断強さ $s_d$ を、 $\sigma_0$ および $\phi_d$ を用いて表せ。なお、せん断強さとは、破壊時における最大せん断応力を指す。

First, one specimen was saturated and, without applying back pressure, isotropically consolidated under a confining pressure  $\sigma_0$  to bring it to a normally consolidated state. Then, keeping the confining pressure  $\sigma_0$  constant, a drained triaxial compression test was performed. Let the effective-stress strength parameters of this saturated normally consolidated clay be  $c_d = 0$  and  $\phi_d$ . Express the drained shear strength  $s_d$  obtained from the drained triaxial compression test using  $\sigma_0$  and  $\phi_d$ . Here, the shear strength means the maximum shear stress at failure.

- (2) 次に、もう一方の供試体を飽和化し、背圧を付加せずに、(1)と同じ拘束圧 $\sigma_0$ のもとで等方圧密を行った。その後、拘束圧 $\sigma_0$ を一定に保ったまま、非排水三軸圧縮試験を実施した。この非排水三軸圧縮試験において、鉛直応力が $\Delta\sigma_v$ 増加した時点で供試体が破壊したものとする。この飽和した正規圧密粘土の有効応力に関する強度定数を $c' = 0$ 、 $\phi'$ とするとき、非排水三軸圧縮試験から得られる非排水せん断強さ $s_u$ を、 $\sigma_0$ 、 $\phi'$ 、および間隙圧係数 $A$ を用いて表せ。なお、 $A$ は破壊時の過剰間隙水圧 $\Delta u$ と $\Delta\sigma_v$ の比であり、 $A = \Delta u / \Delta\sigma_v$ と定義される。

Next, the other specimen was saturated and, without applying back pressure, isotropically consolidated under the same confining pressure  $\sigma_0$  as in (1). Then, keeping the confining pressure  $\sigma_0$  constant, an undrained triaxial compression test was conducted. In this undrained triaxial compression test, it is assumed that the specimen failed at the point when the vertical stress increased by  $\Delta\sigma_v$ . Let the effective stress strength parameters of this saturated normally consolidated clay be  $c' = 0$  and  $\phi'$ . Express the undrained shear strength  $s_u$  obtained from the undrained triaxial compression test using  $\sigma_0$ ,  $\phi'$ , and the pore pressure coefficient  $A$ . Here,  $A$  is defined as the ratio of the excess pore water pressure at failure  $\Delta u$  to  $\Delta\sigma_v$ , that is,  $A = \Delta u / \Delta\sigma_v$ .

- (3) この飽和した正規圧密粘土について $\phi_d = \phi' = 30^\circ$ 、かつ $A = 0.5$ であるとき、二つのせん断強さの比 $s_u/s_d$ の値を求めよ。

For this saturated normally consolidated clay, when  $\phi_d = \phi' = 30^\circ$  and  $A = 0.5$ , determine the value of the ratio of the two shear strengths,  $s_u/s_d$ .

## 大問 7 (地盤工学) Part 7 (Geotechnical engineering)

設問すべてに答えよ。 Answer all questions.

必要に応じて適切な仮定を設けよ。 Make reasonable assumptions wherever necessary.

[1] 下記の設問に答えよ。

Answer the following questions.

- (1) 土の三相モデルに基づき、間隙比を  $e$ 、土粒子比重を  $G_s$ 、水の単位体積重量を  $\gamma_w$  とするとき、土の飽和単位体積重量  $\gamma_{sat}$  および水中単位体積重量  $\gamma'$  をそれぞれ  $G_s$ 、 $e$ 、 $\gamma_w$  で表せ。

Based on the three-phase model of soil, express the saturated unit weight  $\gamma_{sat}$  and the submerged unit weight  $\gamma'$  of soil in terms of the void ratio  $e$ , the specific gravity of soil particles  $G_s$ , and the unit weight of water  $\gamma_w$ .

- (2) 土の締固め曲線に基づき、含水比の変化に伴う乾燥密度および透水係数の変化を示し、最大乾燥密度、最適含水比、および最小透水係数の関係について述べよ。

Based on the soil compaction curve, illustrate how the dry density and permeability coefficient change with variations in water content, and discuss the relationship among the maximum dry density, the optimum water content, and the minimum permeability coefficient.

- (3) 圧密曲線を用いて、プレローディング工法の原理を説明せよ。

Using the consolidation curve, explain the principle of the preloading method.

- (4) テルツァギ (Terzaghi) の支持力公式について説明せよ。

Explain Terzaghi's bearing capacity equation.

[2] 海底地盤から浚渫した飽和粘土の含水比は、液性限界  $w_L(\%)$  の 2 倍であった。この粘土を圧密容器に入れたところ、供試体の厚さは  $H_0$  となった。その後、上下端面から排水する条件で圧密応力  $p$  を加えて圧密した結果、最終的に圧密が終了した時点での粘土の含水比は  $w_L(\%)$  になった。ここで、圧密終了時の粘土の含水状態は、深さ方向に一様であるとする。また、この粘土の土粒子密度を  $\rho_s$ 、海水の密度を  $\rho_w$  とし、圧密係数を  $c_v$ 、時間係数を  $T_v$  とする。このとき、以下の問いに答えよ。

A saturated clay dredged from the seabed had a water content equal to twice the liquid limit,  $2w_L(\%)$ . This clay was placed in a consolidation ring, and the specimen thickness immediately after placement was  $H_0$ . Thereafter, the clay was consolidated under a consolidation pressure  $p$  with drainage allowed from both the top and bottom surfaces. When consolidation was completed, the water content of the

clay specimen became  $w_L$  (%). Assume that, at the end of consolidation, the water content of the clay is uniform over the depth. Let the density of soil particles be  $\rho_s$ , the density of seawater be  $\rho_w$ , the coefficient of consolidation be  $c_v$ , and the time factor be  $T_v$ . Answer the following questions.

- (1) 圧密容器に入れた直後の粘土の間隙比  $e_0$  および、圧密が終了したときの粘土の間隙比  $e_f$  を、それぞれ  $w_L, \rho_s, \rho_w$  を用いて表せ。

Express the initial void ratio  $e_0$  immediately after placing the clay in the consolidation ring and the final void ratio  $e_f$  at the end of consolidation in terms of  $w_L, \rho_s$ , and  $\rho_w$ .

- (2) 圧密が終了したときの粘土供試体の高さ  $H_f$  を、 $H_0, w_L, \rho_s, \rho_w$  を用いて表せ。

Express the final height of the clay specimen  $H_f$  at the end of consolidation in terms of  $H_0, w_L, \rho_s$ , and  $\rho_w$ .

- (3) 粘土供試体の含水比が、液性限界の 1.5 倍の値まで減少するのに要する時間  $t$  を、 $H_0$  および  $c_v$  を用いて表せ。ただし、圧密度  $U \leq 0.6$  のとき、 $U = 2\sqrt{T_v/\pi}$  が成り立つものとする。

Express the time  $t$  required for the water content of the clay specimen to decrease to 1.5 times the liquid limit in terms of  $H_0$  and  $c_v$ . Assume that, for the degree of consolidation  $U \leq 0.6$ , the following relation holds:  $U = 2\sqrt{T_v/\pi}$ .

## 大問 8 (土木計画学) Part 8 (Infrastructure planning)

以下の3問の全てを解答せよ。 Answer all the questions from 1 to 3.

1. 以下の表に示すような、変数  $X$  と  $Y$  で表現される5組のデータがある。  $Y$  を  $X$  で線形回帰した式と、回帰式の決定係数(小数点以下第2位まで)を求めよ。

Given the data shown in the table, find the linear regression equation of  $Y$  explained by  $X$ . Then, calculate the coefficient of determination of the regression equation (to the second decimal place).

$X$	1	2	3	4	5
$Y$	3	4	6	8	9

2. 以下の用語について、数行で説明せよ。 Explain the following words.

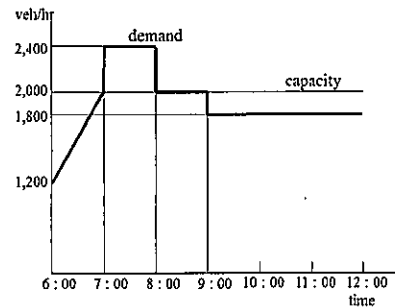
- (1) 空間平均速度 Space-mean speed  
(2) 追越視距 passing sight distance

3. 以下の問いに答えよ。 Answer the following question.

ある道路に交通容量が 2000[台/時]のボトルネックがあり、このボトルネックへの到着交通需要が右図のように表されている。このとき発生する渋滞が解消する時刻と、渋滞による総遅れ時間を求めよ。

There is a bottleneck (capacity: 2000 [veh/h]) on a highway and the arriving traffic demand was observed

as shown in the figure. Obtain the time when the congestion vanishes and the amount of the total delay by this congestion.



## 大問 9 (土木計画学) Part 9 (Infrastructure planning)

以下の2問の全てを解答せよ。 Answer all the questions from 1 to 2.

1. 以下の用語について、数行で説明せよ。 Explain the following words in a few lines.

(1) 純現在価値 Net Present Value

(2) PPP (官民連携) における BOT BOT in PPP (Public Private Partnership)

(3) 居住誘導区域 Residential induction area under the Location Optimization Plan

2. 以下の問いに答えよ。 Answer the following questions.

(1) 交通需要マネジメント (TDM) の定義を簡潔に説明せよ。また、TDM が対象とする交通行動の変化として一般的に挙げられるものの中から3つを選び、それぞれについて対応する代表的な施策を踏まえて説明せよ。

Provide a concise definition of Travel Demand Management (TDM). In addition, identify three types of travel behavior changes that are generally regarded as targets of TDM, and explain each change with reference to representative measures associated with it.

(2) ジェイン・ジェイコブズがその著書『アメリカ大都市の死と生』で提示した、都市の多様性を生成する4条件をあげ、それらが都市の多様性をもたらす理由を説明せよ。

List the four conditions for generating urban diversity that Jane Jacobs presented in her book *The Death and Life of Great American Cities* and explain why these conditions lead to urban diversity.

## 大問 10 (コンクリート工学) Part 10 (Concrete engineering)

以下のすべての設問に回答せよ。問題文に与えられていない数値や条件がある場合は自分で設定し、そのことを明示すること。Answer all of the following questions. If any numerical values or conditions are not given in the problem statement, set them yourself and clearly state the assumptions made.

1. 幅  $b = 450$  [mm], 高さ  $h = 850$  [mm], 有効高  $d = 750$  [mm] の鉄筋コンクリート梁がある。コンクリートの圧縮強度は  $f_{ck} = 24$  [N/mm<sup>2</sup>], 鉄筋は SD295 (降伏強度  $f_y = 295$  N/mm<sup>2</sup>) の D25 (1 本あたりの公称断面積  $506.7$  mm<sup>2</sup>) を 3 本配置している。There is a reinforced concrete beam with width  $b = 450$  mm, height  $h = 850$  mm, and effective depth  $d = 750$  mm. The concrete compressive strength is  $f_{ck} = 24$  N/mm<sup>2</sup>. The reinforcing bars are SD295 steel (yield strength  $f_y = 295$  N/mm<sup>2</sup>), using three D25 bars (nominal cross-sectional area per bar:  $506.7$  mm<sup>2</sup>).
- (1) 曲げ引張破壊すると仮定して、この部材が耐えられる最大 (終局) 曲げモーメント (曲げ耐力)  $M_u$  [kNm] を求めよ。鉄筋のヤング係数は  $E_s = 200$  [kN/mm<sup>2</sup>] とする。Assuming flexural tensile failure, determine the maximum (ultimate) bending moment capacity (flexural strength)  $M_u$  [kN·m] that this member can resist. The Young's modulus of the reinforcing steel is  $E_s = 200$  kN/mm<sup>2</sup>.
- (2) このときのひずみが降伏ひずみ以上であることを示し、曲げ引張破壊するという仮定を確認せよ。Show that the strain at this state is greater than or equal to the yield strain, and thereby verify the assumption that the beam fails in flexural tension.
2. 有効高さ  $d = 500$  mm, 部材幅  $b = 400$  mm, コンクリート強度  $f_c = 40$  MPa が同じで、引張鉄筋の降伏点  $f_{sy}$  と引張鉄筋の断面積  $A_s$  が異なる梁 A と B がある。梁 A と梁 B の  $f_{sy}$  と  $A_s$  は以下のものであり、 $f_{sy} \times A_s$  の値は同じである。どちらの梁も、使用する鉄筋の径は同じで、どちらも曲げ引張破壊すると仮定する。There are two beams, A and B, with the same effective depth  $d = 500$  mm, member width  $b = 400$  mm, and concrete strength  $f_c = 40$  MPa, but with different values of the tensile reinforcement yield strength  $f_{sy}$  and tensile reinforcement area  $A_s$ . For beams A and B,  $f_{sy}$  and  $A_s$  are as given below, and the value of  $f_{sy} \times A_s$  is the same for both. For both beams, the bar diameter used is the same, and it is assumed that both beams fail in flexural tension.

	$f_{sy}$	$A_s$
Beam A	300 N/mm <sup>2</sup>	4000 mm <sup>2</sup>
Beam B	500 N/mm <sup>2</sup>	2400 mm <sup>2</sup>

- (1) 曲げ耐力  $M_u$  は、どちらの梁の方が大きいか。またそう考えた理由を説明せよ。 Which beam, A or B, has the larger flexural capacity  $M_u$ ? Also, explain the reason for your answer.
- (2) 同じ使用荷重による曲げモーメントを受ける場合、鉄筋応力度はどちらの梁が大きいか。またそう考えた理由を説明せよ。 If both beams are subjected to the same service-load bending moment, which beam has the larger steel stress? Also, explain the reason for your answer.
- (3) 同じ使用荷重による曲げモーメントを受ける場合、断面圧縮縁から中立軸までの距離  $x$  はどちらの梁が大きいか。またそう考えた理由を説明せよ。 If both beams are subjected to the same service-load bending moment, which beam has the larger distance  $x$  from the compression edge of the cross-section to the neutral axis? Also, explain the reason for your answer.
- (4) 同じ使用荷重による曲げモーメントを受ける場合、ひび割れ幅はどちらの梁が大きいか。またそう考えた理由を説明せよ。 If both beams are subjected to the same service-load bending moment, which beam has the larger crack width? Also, explain the reason for your answer.

## 大問 1 1 (コンクリート工学) Part 11 (Concrete engineering)

以下のすべての設問に回答せよ。問題文に与えられていない数値や条件がある場合は自分で設定し、そのことを明示すること。Answer all of the following questions. If any numerical values or conditions are not given in the problem statement, set them yourself and clearly state the assumptions made.

### 1. 材料の基礎 Material Basic

1-1 セメント製造工程における「脱炭酸」について、化学式(例： $10\text{NaOH} \rightarrow 5\text{Na}_2\text{O} + 5\text{H}_2\text{O}$ )と文章を用いて説明せよ。Explain “decarbonation” in the cement manufacturing process using chemical equations (e.g.,  $10\text{NaOH} \rightarrow 5\text{Na}_2\text{O} + 5\text{H}_2\text{O}$ ) and descriptive text.

1-2 減水剤を用いるとフレッシュコンクリートの水を減らすことができる理由を説明せよ。Explain why the use of a water-reducing admixture makes it possible to reduce the amount of water in fresh concrete.

1-3 骨材の「気乾状態」と「表乾状態」との違いは何か説明せよ。Explain the difference between the air-dry condition and the surface-dry (SSD) condition of aggregate.

1-4 表-1 に示す細骨材の粗粒率を求めよ。Determine the fineness modulus of the fine aggregate shown in Table 1.

表-1 細骨材のふるい分け試験結果の例 Example of sieve analysis results for fine aggregate

ふるいの呼び寸法 Nominal sieve size mm	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15
各ふるいに留まる質量百分率の合計 Cumulative mass percentage retained on each sieve %	0	20	35	65	85	95

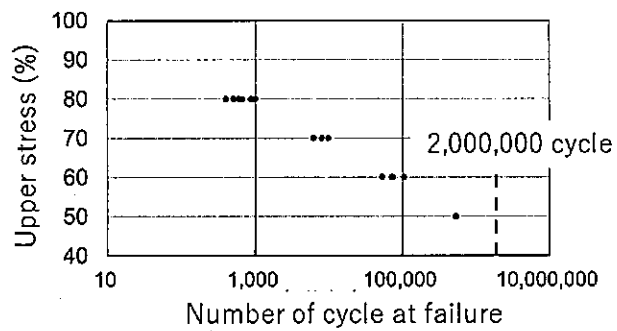
### 2. コンクリート構造物の長期的な性能 Long-term performance of concrete structures

2-1 コンクリート中の空気量は、通常 4~7%程度が適切であると言われている。硬化コンクリートにおける空気の役割を、耐久性の観点から説明せよ。It is generally said that an air content of about 4-7% is appropriate in concrete. Explain the role of air in hardened concrete from the viewpoint of durability.

2-2 アルカリシリカ反応が既に生じてしまったコンクリート構造物を発見したが、様々な制約条件があり、取り壊して作りなおすことはできない。この場合あなたが行う対策を具体的に説明せよ。You have discovered a concrete structure in which alkali-silica reaction (ASR) has already occurred; however, due to various constraints, demolition and reconstruction are not possible. In this situation, explain in detail the countermeasures you would implement.

2-3 鋼材の疲労に関する S-N 曲線図のように、コンクリートの疲労も S-N 曲線図で示すことができる。下図はコンクリートの一軸圧縮疲労試験を行い、繰返し与える応力の上限と破壊までの回数との関係をプロットしたものである。上限応力 80%, 70%, 60%のケ

ースについては、破壊までの回数が試験体ごとに大きく異なり、データがばらついていた。その理由について、自分の考えを述べよ。As with the S-N curve for steel fatigue, the fatigue behavior of concrete can also be represented using an S-N diagram. The figure below shows results from a uniaxial compressive fatigue test of concrete, in which the relationship between the upper limit of the cyclic stress and the number of cycles to failure is plotted. For the cases with upper stress levels of 80%, 70%, and 60%, the number of cycles to failure varied greatly from specimen to specimen, resulting in large scatter in the data. State your own opinion on the reasons for this scatter.



2026年4月/2026年10月入学(冬期募集)  
横浜国立大学大学院 都市イノベーション学府 入学試験解答用紙表紙 博士課程(前期)  
2026 April/2026 October Entrance Examination [Winter Admission],  
Graduate School of Urban Innovation, Yokohama National University  
Master's Program

都市地域社会専攻  
都市地域社会コース(都市基盤系問題)  
国際基盤学コース

博士課程前期 Master's Program	受験番号 Applicant Number

Department of Infrastructure and Urban Society  
(Civil Engineering of Infrastructure and Urban Society Course)  
(International Graduate School for Infrastructure Course (IGSI))

試験科目(学科試験Ⅰ)  
Subject (Professional I)

注 意 事 項

1. 試験開始後、受験番号を上の該当欄と各解答用紙に記入すること。
2. 必要に応じて裏面を使ってもよい。
3. この冊子には解答用紙が7枚(数学3枚、専門科目4枚)ある。  
数学の解答には、数学用の解答用紙3枚のみ使用すること。専門科目については、解答用紙1枚につき、大問1題のみを解答すること。各シートに必ず選択した大問番号を記入すること。

Cautionary Notice

1. Write your applicant number in the cover page of this booklet and in each answer sheet after the examination begins.
2. Use backside if necessary.
3. This booklet contains 7 answer sheets in total (Mathematics: 3 answer sheets; Specialized subjects: 4 answer sheets).  
For the Mathematics section, use only three designated answer sheets. For the specialized subjects, answer one question per answer sheet and clearly write the corresponding question number on each answer sheet.

	得点 Score
数学 Mathematics	
選択分野 Selected subject	
合計 Total	

数学 Mathematics	大問番号 Selected Part Number	1	受験番号 Applicant Number	
-------------------	------------------------------	---	--------------------------	--

専門科目 Specialized Subject	大問番号 Selected Part Number		受験番号 Applicant Number	
-----------------------------	------------------------------	--	--------------------------	--

2026年4月/2025年10月入学(夏期募集)  
横浜国立大学大学院 都市イノベーション学府 入学試験問題表紙 博士課程(前期)  
2026 April/2025 October Entrance Examination [Summer Admission],  
Graduate School of Urban Innovation, Yokohama National University  
Master's Program

都市地域社会専攻  
都市地域社会コース(都市基盤系問題)  
国際基盤学コース

博士課程前期 Master's Program	受験番号 Applicant Number

Department of Infrastructure and Urban Society  
(Civil Engineering of Infrastructure and Urban Society Course)  
(International Graduate School for Infrastructure Course(IGSI))

試験科目(学科試験I)  
Subject (Professional I)

注意事項

1. 試験開始の合図があるまでこの冊子を開かないこと。
2. 解答には黒鉛筆を使用すること。
3. 解答は、必ず解答用紙に記入すること。
4. 各解答用紙および問題冊子の表紙の該当欄に受験番号を必ず記入すること。
5. この冊子には、数学の大問が1題、および専門科目の大問が10題(構造工学、水工学、地盤工学、土木計画学、コンクリート工学の5分野からそれぞれ2題)ある。
6. この冊子にある数学の大問に解答し、さらに専門科目の大問の中から合計4題を選択し解答すること。
7. 落丁、乱丁あるいは不鮮明な印刷がある場合は申し出て、改めて冊子を受け取ること。
8. 下書きにはこの冊子の余白を使用すること。
9. 問題用紙および解答用紙は持ち帰ってはいけない。
10. 退出は試験開始後70分まで認めない。

Cautionary Notice

1. Do **NOT** open this booklet until the start instruction is given.
2. Use your black pencil to write your answer.
3. Your answer must be written on your answer sheet.
4. Write your applicant number in the cover pages of this booklet and answer sheets.
5. This booklet contains one mathematics part and ten specialized subject parts (two each from the five fields of structural engineering, hydraulic engineering, geotechnical engineering, infrastructure planning and concrete engineering).
6. Answer the questions in the mathematics part. And choose four from specialized subject parts and answer the questions.
7. You can ask the instructor to exchange this booklet in case of sheet missing, disorderly binding or unclearly printing.
8. Use the blank sheet of this booklet for draft writings.
9. You may **NOT** take home this booklet and answer sheets.
10. You will **NOT** be allowed to leave the room until 70 minutes have passed from the beginning of the examination.

大問 1 (数学)  
Part 1 (Mathematics)

次の問題[1],[2]をすべて解きなさい。

Answer the following questions [1] and [2].

[1]

(1) 微分方程式  $\frac{dy}{dx} = \frac{2x-y}{x}$  の一般解  $y(x)$  を求めよ。

Find the general solution  $y(x)$  for the differential equation,  $\frac{dy}{dx} = \frac{2x-y}{x}$ .

(2) 微分方程式  $y'' - y' - 6y = e^{3x}$  の一般解  $y(x)$  を求めよ。

Find the general solution  $y(x)$  for the differential equation,  $y'' - y' - 6y = e^{3x}$ .

[2]

(1) 以下の行列  $A$  が正則かどうか調べ、正則ならば逆行列を求めよ。

Examine whether the following matrix  $A$  is regular or not. If it is regular, then calculate the inverse matrix.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 4 & -6 & 5 \\ -3 & 5 & -3 \end{bmatrix}$$

(2) 以下の行列  $A$  について対角化が可能か調べ、可能なら  $P^{-1}AP = D$  となる正則行列  $P$  と対角行列  $D$  を求めよ。

Examine a possibility of diagonalization of the following matrix  $A$ . If possible, find an regular matrix  $P$  and a diagonal matrix  $D$  such that  $P^{-1}AP = D$ .

$$A = \begin{bmatrix} 5 & -1 & -2 \\ 0 & 2 & 0 \\ 6 & -2 & -2 \end{bmatrix}$$

**専門科目**  
**Specialized subjects**

10 題の大問の中から 4 題を選択し解答すること。

- 大問 2, 3 : 構造工学
- 大問 4, 5 : 水工学
- 大問 6, 7 : 地盤工学
- 大問 8, 9 : 土木計画学
- 大問 10, 11 : コンクリート工学

各問題は次ページ以降に記載されている。

Choose four out of ten parts and answer questions in the parts.

- Part 2, 3: Structural engineering
- Part 4, 5: Hydraulics
- Part 6, 7: Geotechnical engineering
- Part 8, 9: Infrastructure planning
- Part 10, 11: Concrete engineering

Questions of each part are written in the following pages.

**大問 2 (構造工学 1)**  
Part 2 (Structural Engineering 1)

図 1 に示すラーメン構造の部材 BC 上に等分布荷重  $w$  が作用している。すべての部材の曲げ剛性は  $EI$  とする。また、支点 A および D での支点反力をそれぞれ  $H_A$ 、 $V_A$ 、 $M_A$  および  $H_D$ 、 $V_D$ 、 $M_D$  とする。1) ~ 6) の問いに答えなさい。

A rigid frame structure is subjected to a uniformly distributed load of  $w$  on the member BC as shown in Fig. 1. Assuming that all members have the bending stiffness of  $EI$ , and denoting the reaction forces at supports A and D as  $H_A$ 、 $V_A$ 、 $M_A$  and  $H_D$ 、 $V_D$ 、 $M_D$ , respectively, answer the questions 1) – 6).

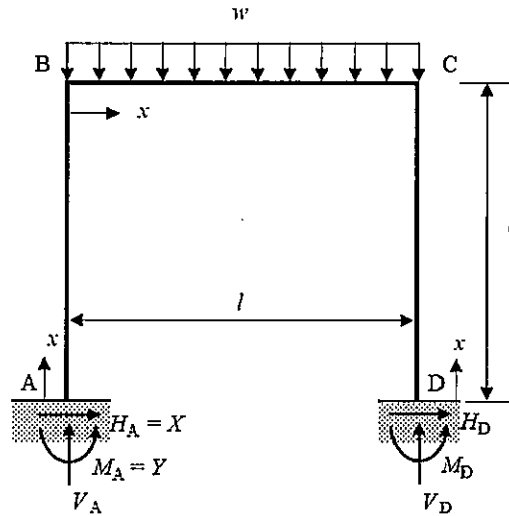


図 1 等分布荷重を受けるラーメン構造

Fig. 1 Rigid frame structure subjected to uniformly distributed load

- 1)  $H_A = X$ 、 $M_A = Y$  とするとき、 $H_D$ 、 $M_D$  を  $X$ 、 $Y$  を用いて表しなさい。また、 $V_A$ 、 $V_D$  を  $w$  を用いて表しなさい。

When  $H_A = X$  and  $M_A = Y$ , show  $H_D$  and  $M_D$  by using  $X$  and  $Y$ . Besides, show  $V_A$  and  $V_D$  by using  $w$ .

- 2) 部材 AB、BC、CD の曲げモーメントを、それぞれ  $M_1(x)$ 、 $M_2(x)$ 、 $M_3(x)$  とし、 $M_1(x)$ 、 $M_2(x)$ 、 $M_3(x)$  を  $X$ 、 $Y$ 、 $w$  を用いて表しなさい。なお、各部材の座標軸  $x$  は図に示すように部材座標として定義する。

Denoting the bending moment of members AB, BC and CD as  $M_1(x)$ 、 $M_2(x)$  and  $M_3(x)$ , respectively, show  $M_1(x)$ 、 $M_2(x)$  and  $M_3(x)$  by using  $X$ 、 $Y$  and  $w$ . Note that the coordinate ( $x$ ) of each member is defined as shown in Fig. 1

- 3) ラーメン構造に蓄えられるひずみエネルギー  $U$  を  $M_1(x)$ 、 $M_2(x)$ 、 $M_3(x)$  を用いて表し

なさい。

Show the strain energy ( $U$ ) of the rigid frame structure by using  $M_1(x)$ ,  $M_2(x)$  and  $M_3(x)$ .

- 4) カスティリアノの第2定理について50字程度で説明しなさい。

Explain the Castigliano's second theorem with about 50 words.

- 5) 3) で求めたひずみエネルギーをもとに、カスティリアノの第2定理を用いて、 $X$ 、 $Y$ を求めなさい。

Based on the strain energy obtained in 3), calculate  $X$  and  $Y$  by using the Castigliano's second theorem.

- 6) ラーメン構造の曲げモーメント図として、最も適切なものを図2(a)~(e)から選びなさい。また、その理由を簡単に説明しなさい。なお、図2は曲げモーメント分布の概形を示しており、部材の引張側にモーメントを示している。

Choose the most appropriate bending moment distribution of the rigid frame structure from (a) - (e) in Fig. 2, with the reason. Note that the bending moment distributions are roughly shown in Fig. 2 in tension side of members.

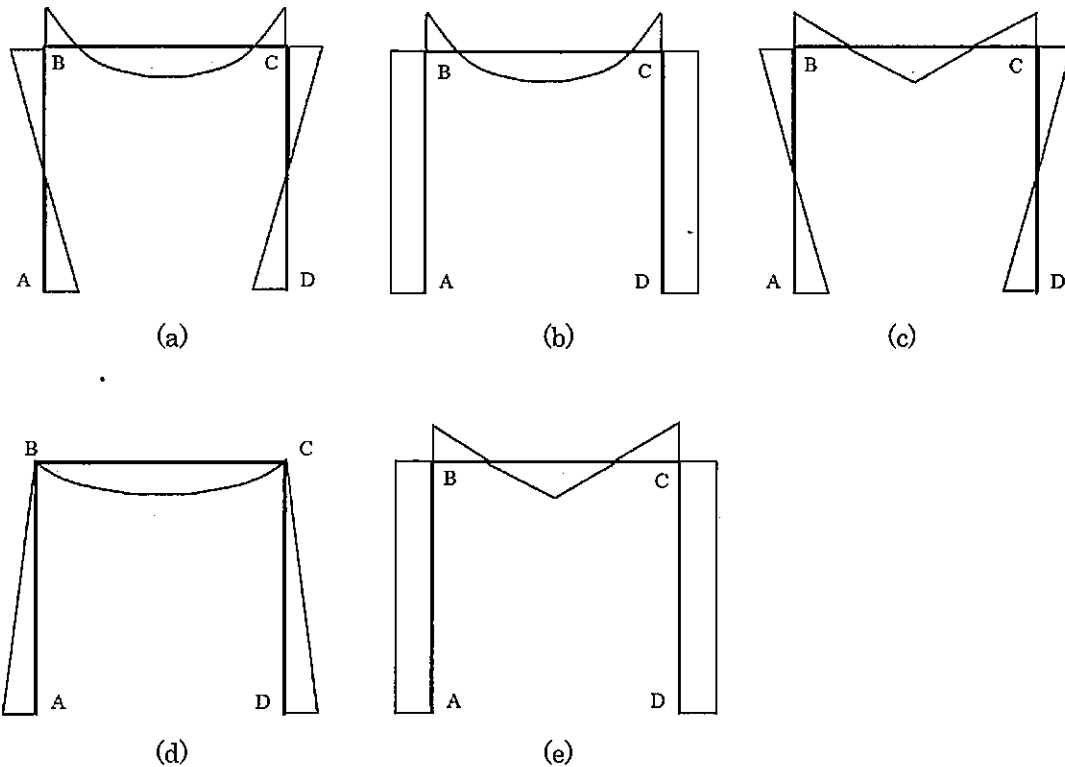


図2 曲げモーメント分布

Fig. 2 Bending moment distribution

**大問 3 (構造工学 2)**  
Part 3 (Structural Engineering 2)

1. 図 1 に示す 2 層ラーメン構造の 1 層目に調和振動外力  $F_0 \cos \omega t$  ( $\omega$  は円振動数、 $t$  は時刻) が作用している。1 層目の質量を  $m_1$ 、減衰係数を  $c_1$ 、剛性 (ばね定数) を  $k_1$  とし、2 層目のそれぞれを  $m_2$ 、 $c_2$ 、 $k_2$  とするとき、以下の問いに答えなさい。

A 2-story rigid frame structure is subjected to harmonic excitation loading of  $F_0 \cos \omega t$  ( $\omega$ : circular frequency and  $t$ : time) as shown in Fig. 1. Assuming that the mass, damping coefficient and stiffness of the 1st floor and the 2nd floor are  $m_1$ ,  $c_1$ ,  $k_1$  and  $m_2$ ,  $c_2$ ,  $k_2$ , respectively, answer the following questions.

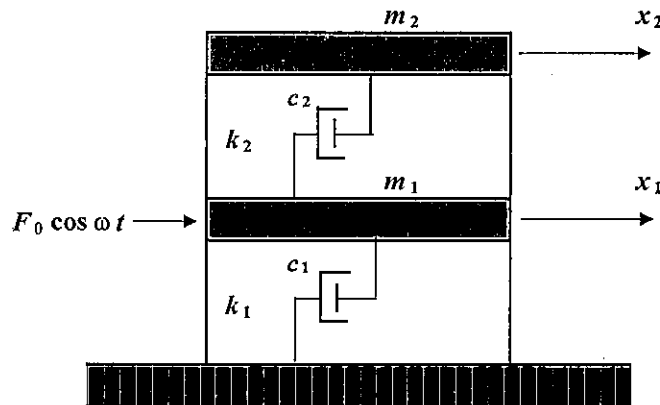


図 1 2 層ラーメン構造  
Fig. 1 2-story rigid frame structure

- 1) この構造の 1 層目、2 層目に作用する慣性力、減衰力、復元力を図に示す記号と変位座標系に従って示しなさい。

Show the inertia, damping and restoring forces of the 1st and 2nd floors by using symbols and the coordinates as shown in Fig. 1.

- 2) ダランベールの原理について簡単に説明するとともに、この構造の運動方程式を示しなさい。

Give explanation of d'Alembert's principle briefly and show the equation of motion of the structure.

- 3) 非減衰自由振動状態を仮定した時の 2 層ラーメン構造の運動方程式が式 (1) で表されるとき、固有値解析を行い、固有振動数、固有振動モードを求め、固有振動モードを図示しなさい。

Assuming that equations of motion of an undamped 2-story rigid frame structure is given by Eq. (1), perform an eigenvalue analysis, and calculate natural frequencies and vibration modes. Besides, show diagrams of the vibration modes.

$$\begin{bmatrix} m & 0 \\ 0 & m \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{x}_1 \\ \ddot{x}_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 5k & -2k \\ -2k & 2k \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

2. 調和振動外力  $F_0 \cos \omega t$  ( $\omega$ は円振動数、 $t$ は時刻) を受ける 1 自由度減衰振動系の応答変位  $x$  は、一般に式 (2) のように表される。 $k$  は系の剛性、 $\alpha$  は外力に対する変位の位相角を表す。また、 $M$  は振動変位振幅の最大値と静的変位 ( $\omega = 0$  の時) の比を表す動的応答倍率であり、外力円振動数  $\omega$  を変化させた時の動的応答倍率  $M$  と位相角  $\alpha$  は図 2 のように示される。なお、図中の 0.01~1.0 の数値は系の減衰定数を表す。

外力円振動数  $\omega$  が系の固有円振動数  $\omega_0$  と一致すると“共振”を生じ、位相角  $\alpha$  が  $\pi/2$  となるとともに動的応答倍率  $M$  が増大する。このことについて、系に作用する慣性力、減衰力、復元力、外力のつりあいの観点から説明しなさい。

The vibration displacement response  $x$  of a 1DOF damped oscillator subjected to harmonic excitation loading of  $F_0 \cos \omega t$  ( $\omega$ : circular frequency and  $t$ : time) is generally expressed by Eq. (2) where  $k$  is the stiffness and  $\alpha$  is the phase angle of the displacement to the load.  $M$  is the dynamic magnification factor, which is the ratio of the maximum displacement amplitude to the static displacement (when  $\omega = 0$ ). Fig. 2 shows changes of  $M$  and  $\alpha$  against the frequency ratio ( $\omega/\omega_0$ ). Note that values of 0.01 – 1.0 in Fig. 2 are the damping ratio.

Resonance occurs when  $\omega$  coincides with the natural frequency of the system  $\omega_0$ , and  $\alpha$  becomes  $\pi/2$  and  $M$  increases. Give explanation about this phenomenon based on the force balance among the inertia, damping, restoring and external force acting on the system.

$$x = \frac{F_0}{k} M \cos(\omega t - \alpha) \quad (2)$$

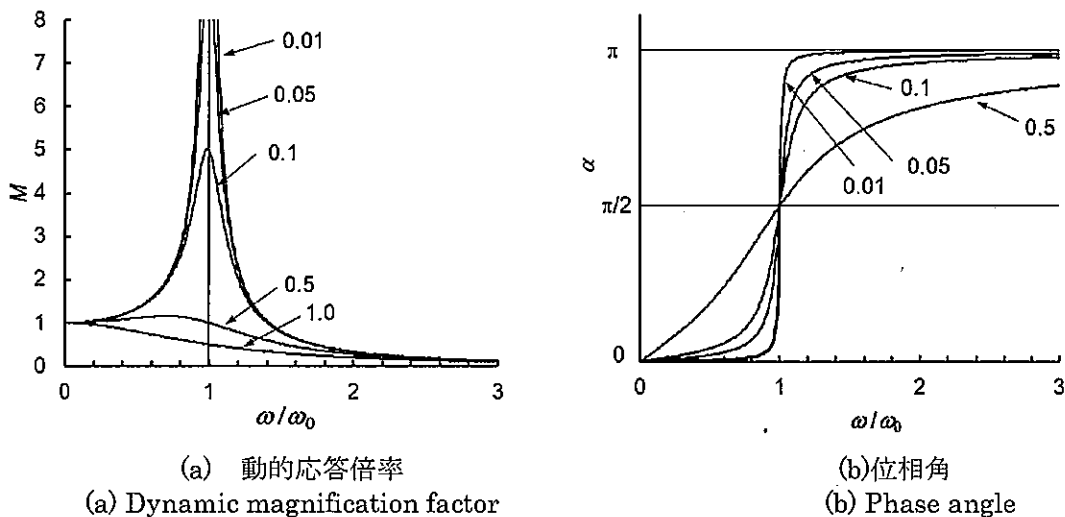


図 2 調和振動外力を受ける 1 自由度振動系の応答  
Fig. 2 Vibration response of 1DOF oscillator by harmonic excitation loading

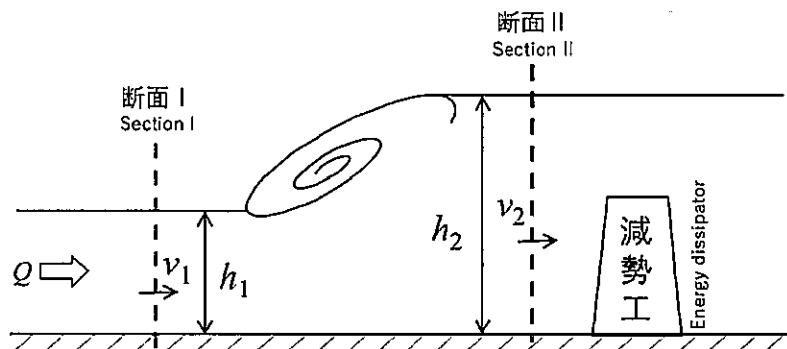
大問 4 (水工学)  
Part 4 (Hydraulics)

以下の設問 1~3 のいずれにも解答すること。必要な記号等は定義して用いること。  
Answer the following questions 1, 2, and 3. Necessary symbols etc. should be defined before using them.

1.

以下の図のように、流量  $Q$  が流れている水路内に減勢工を設置し、強制的に跳水を発生させた。上流側断面 I の水深を  $h_1$ 、流速を  $v_1$ 、跳水後の断面 II の水深、流速をそれぞれ  $h_2$ 、 $v_2$  としたとき、以下の問い (1)、(2) に答えよ。ただし、重力加速度を  $g$ 、水の密度を  $\rho$  とし、断面 I、II における水圧分布は静水圧分布と仮定する。また、導出過程も記述すること。 As shown in the figure below, a stilling basin is installed in an open channel through which a discharge  $Q$  is flowing, and a hydraulic jump is artificially induced. Let  $h_1$  and  $v_1$  be the water depth and flow velocity upstream of the jump, and let  $h_2$  and  $v_2$  be the water depth and flow velocity after the jump, respectively. Answer the following questions (1) and (2). Assume that the gravitational acceleration is  $g$ , the water density is  $\rho$ , and the pressure distribution at cross-sections 1 and 2 is hydrostatic. Moreover, describe the derivation process.

- (1) 跳水後の水深  $h_2$  を求めよ。 Determine the downstream water depth  $h_2$ .
- (2) この跳水によるエネルギー損失を  $h_1$ 、 $h_2$  のみを用いて表せ。 Express the energy loss due to the hydraulic jump using only  $h_1$  and  $h_2$ .



2.

一定勾配で一様な広幅長方形断面の開水路流れを考える。水路床に沿った流下方向に  $x$  軸をとり、水路床勾配を  $i_0$ 、等流水深を  $h_0$  とすると、平均公式としてシェジーの公式が成り立つものとするれば、水深  $h$  の  $x$  方向の変化は次のように表される。Consider the flow in a wide rectangular open channel with uniform slope. Define the  $x$ -axis along the downstream direction on the channel bed, and denote the channel bed slope by  $i_0$  and the normal flow depth by  $h_0$ . Assuming that Chézy's formula holds as the mean flow equation, the spatial variation of the depth  $h$  in the  $x$ -direction can be expressed as follows.

$$\frac{dh}{dx} = i_0 \frac{1 - (h_0/h)^3}{1 - (h_c/h)^3}$$

このとき、以下の問い (1), (2) に答えよ。Answer the following questions (1) and (2).

- (1) 水路床勾配が急勾配のとき、等流水深  $h_0$ 、限界水深  $h_c$  の相対的な大小関係を述べよ。When the channel bed has a steep slope, describe the relative magnitude between the normal flow depth  $h_0$  and the critical depth  $h_c$ .
- (2) (1)の条件のとき、水深  $h$  の範囲によって上式右辺の分子、分母の符号、さらに  $dh/dx$  の符号がどのように異なるかを表で示せ。Under the condition given in (1), complete the following table to indicate how the signs of the numerator and denominator of the right-hand side of the equation above, as well as the sign of  $dh/dx$ , differ depending on the range of the flow depth  $h$ .

3.

開水路流において圧力が静水圧となるのはどのような条件下での流れのときであるか、 $z$  方向のナビエ・ストークスの方程式を用いて説明せよ。Explain a condition when the pressure at a point of an open channel flow is identical to be hydrostatic pressure, by using the  $z$ -axis component of Navier-Stokes equations.

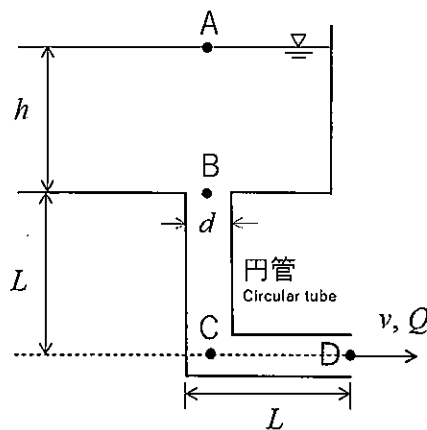
## 大問 5 (水工学) Part 5 (Hydraulics)

以下の設問 1~3 のいずれにも解答すること。必要な記号等は定義して用いること。  
Answer the following questions 1, 2, and 3. Necessary symbols etc. should be defined before using them.

1.

以下の図のように、十分大きな貯水槽の底面に円管が取り付けられ、水が放出されている。円管は途中で 90 度に折れ曲がっている。以下の問い (1), (2) に答えよ。ただし、摩擦等によるエネルギー損失はないものとする。As shown in the figure below, a circular pipe is attached to the bottom of a sufficiently large water tank, and water is discharged through the pipe. The pipe bends at a 90-degree angle midway. Answer the following questions (1) and (2). Assume that there is no energy loss due to friction or other effects.

- (1) 円管の出口における水の流速  $v$ 、および円管内を流れる水の流量  $Q$  をそれぞれ求めよ。Determine the water velocity  $v$  at the outlet of pipe and calculate the flow rate  $Q$  through the pipe.
- (2) 水槽内の水圧分布 (A~B) と、円管内の水圧分布 (B~D) を求めて図示せよ。Determine and illustrate the pressure distribution of the water within the tank (from A to B) and within the pipe (from B to D).



2.

複素平面  $z = x + iy$  において、複素速度ポテンシャル  $W$  が  $W = \frac{1}{2}U \cdot z^2$  で表わされる2次元ポテンシャル流れを考える。この流れ場の流線の式を求め、流れ場の様子を図示せよ。ただし、 $x$ ,  $y$  は実数、 $i$  は虚数単位、 $U$  は正の実数定数である。In the complex plane  $z = x + iy$ , derive the equation of the streamline of the flow described by the following complex velocity potential. Also, sketch the flow field.  $W = 1/2Uz^2$ , where  $x$  and  $y$  are real numbers,  $i$  is the imaginary unit, and  $U$  is a positive constant real number.

3.

浅海域において生じる波の浅水変形機構を詳しく説明せよ。また、現地において波高 2.5 m、周期 10.0 s である波浪に対して、寸法縮尺 1/25 にて室内実験を行う場合、波高と周期はいくらにすればよいか求めよ。Explain the mechanism of wave shoaling that occurs in shallow water regions in detail. Moreover, a laboratory experiment is conducted on a dimensional scale of 1/25. Consider the wave height and wave period in the laboratory experiment when those in the field are 2.5 m and 10.0 s, respectively.

## 大問 6 (地盤工学) Part 6 (Geotechnical engineering)

[1] 下記の設問に答えよ。

Answer the following questions.

- (1) 主働土圧, 受働土圧, 静止土圧の違いを壁体の変位の関係図を用いて説明せよ。また, これらの土圧の大小関係についても述べよ。

Explain the differences among active earth pressure, passive earth pressure, and earth pressure at rest using a diagram that illustrates their relationship with wall displacement. Also, describe the relative magnitudes of these earth pressures.

- (2) 室内における土のせん断試験を二つ挙げ, それぞれの試験方法について説明せよ。

List two types of laboratory shear tests for soil and describe the testing methods for each.

- (3) 斜面崩壊の形状には通常, 直線状のものと円弧状のものがある。それぞれがどのような地盤条件で発生するかを説明せよ。

Slope failures typically occur in either linear or circular forms. Explain the ground conditions under which each type tends to occur.

- (4) 限界動水勾配について説明せよ。

Explain the concept of the critical hydraulic gradient.

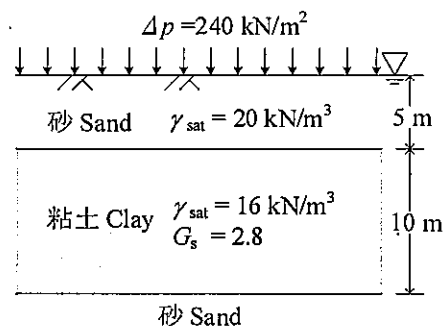
- [2] 右図に示すように, 上下を砂層に挟まれた層厚

10 m の飽和粘土層 (飽和単位体積重量  $\gamma_{\text{sat}}=16$   $\text{kN/m}^3$ ) がある。上部砂層の厚みは 5 m で, その圧縮は無視できるものとする。この地盤の上に地上構造物が建設されたことで, 有効応力が  $\Delta p = 240$   $\text{kN/m}^2$  増加し, 粘土層が均等に圧密された場合, 以下の設問に答えよ。ただし, 粘土層の土粒子の比重  $G_s=2.8$ , 圧縮指数  $C_c=0.495$ , 膨潤指数

$C_s=0.005$ , 圧密降伏応力  $p_c=160$   $\text{kN/m}^2$  とする。また, 水の単位体積重量  $\gamma_w=10$   $\text{kN/m}^3$ , 重力加速度  $g=10$   $\text{m/s}^2$  とし, 必要に応じて次の対数値を使用して良い。

$\log_{10}2=0.3010$ ,  $\log_{10}3=0.4771$ ,  $\log_{10}5=0.6990$

As shown in the figure, a 10-meter-thick saturated clay layer (with saturated unit weight  $\gamma_{\text{sat}}=16$   $\text{kN/m}^3$ ) is sandwiched between sand layers. The thickness of the upper sand layer is 5 meters,



and its compressibility can be neglected. Due to the construction of a structure on the ground surface, the effective stress in the clay increases uniformly by  $\Delta p = 240 \text{ kN/m}^2$ . Answer the following questions. Assume that the specific gravity of the soil particle in the clay layer is  $G_s=2.8$ , the compression index is  $C_c=0.495$ , the swelling index is  $C_s=0.005$ , and the consolidation yield stress is  $p_c = 160 \text{ kN/m}^2$ . The unit weight of the water is  $\gamma_w=10 \text{ kN/m}^3$ , and the gravitational acceleration is  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . You may use the following logarithmic values as needed:  
 $\log_{10}2=0.3010$ ,  $\log_{10}3=0.4771$ ,  $\log_{10}5=0.6990$

- (1) 粘土層の初期間隙比を求めなさい。

Calculate the initial void ratio of the clay layer.

- (2) 圧密による粘土層の間隙比の変化を求めなさい。

Calculate the change in void ratio of the clay layer due to consolidation.

- (3) 粘土層の最終沈下量を求めなさい。

Calculate the final settlement of the clay layer.

**大問 7 (地盤工学)**  
**Part 7 (Geotechnical engineering)**

[1] 以下の語句を説明せよ。必要に応じて図・数式を利用してもよい。

Explain the following terms. You can use illustrations and/or equations if necessary.

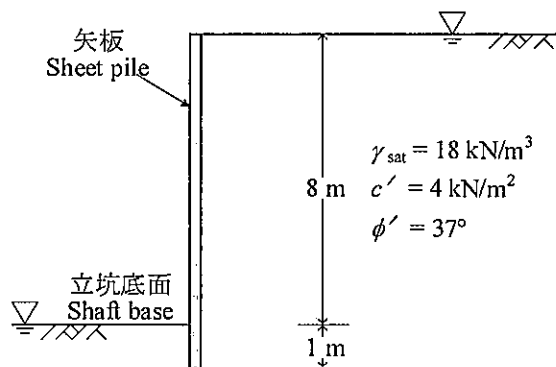
(1) 鋭敏比

Sensitivity ratio

(2) 定水位透水試験

Constant head permeability test

[2] 右図のような立坑を設計したい。地盤から試料を採取して圧密非排水試験を行ったところ、粘着力  $c' = 4 \text{ kN/m}^2$ 、せん断抵抗角  $\phi' = 37^\circ$  であった。地下水位および矢板の設置状況は右図に示すとおりである。なお、土の引張り強さは考慮しないものとし、地盤は矢板の前面・背面ともに均質であると仮定する。水の単位体積重量は  $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$ 、 $\sin 37^\circ = 0.6$ 、重力加速度は  $g = 10 \text{ m/s}^2$  を用いて良い。



We plan to design a vertical shaft as shown in the right figure. Consolidated undrained triaxial tests were performed on soil samples collected from the site, resulting in a cohesion  $c' = 4 \text{ kN/m}^2$ , and angle of shear resistance  $\phi' = 37^\circ$ . The groundwater level and the sheet pile arrangement are illustrated in the figure. The tensile strength of the soil is assumed to be negligible, and the ground is considered homogeneous on both the front and back sides of the sheet piles. You may use  $\sin 37^\circ = 0.6$ , gravitational acceleration  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , and the unit weight of water  $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$  for calculations.

(1) 矢板を使用せずに掘削可能な深さを求めよ。また、この深さの名称を述べよ。

Determine the maximum depth that can be excavated without using sheet piles. Also, state what this depth is called.

(2) 矢板に作用する主働土圧、受働土圧、および静水圧の分布を描け。その際、地表面、立坑底面、矢板下端の高さにおける各圧力の値を図中に明記せよ。

Draw the distributions of active earth pressure, passive earth pressure, and hydrostatic pressure acting on the sheet pile. Indicate the values of each pressure at the ground surface, the bottom of the shaft, and the tip of the sheet pile in the diagram.

- (3) 主働土圧, 受働土圧, および静水圧のそれぞれについて, 合力およびその作用位置を求めよ。

Calculate the resultant force and the point of application for each of the following: active earth pressure, passive earth pressure, and hydrostatic pressure.

- (4) 側圧分布に基づき, 矢板に作用する水平方向のバランスについて説明せよ。また, バランスが保てない場合の対策を2つ挙げて説明せよ。

Based on the lateral earth pressure distribution, discuss the horizontal balance of forces acting on the sheet pile. If balance cannot be maintained, describe two possible countermeasures.

## 大問 8 (土木計画学) Part 8 (Infrastructure planning)

以下の 3 問の全てを解答せよ。 Answer all the questions from 1 to 3.

1. 以下の表に示すような、変数  $X$  と  $Y$  で表現される 5 組のデータがある。  $Y$  を  $X$  で線形回帰した式と、回帰式の決定係数 (小数点以下第 2 位まで) を求めよ。

Given the data shown in the table, find the linear regression equation of  $Y$  explained by  $X$ . Then, calculate the coefficient of determination of the regression equation (to the second decimal place).

$X$	-2	0	2	4	6
$Y$	0	1	5	3	6

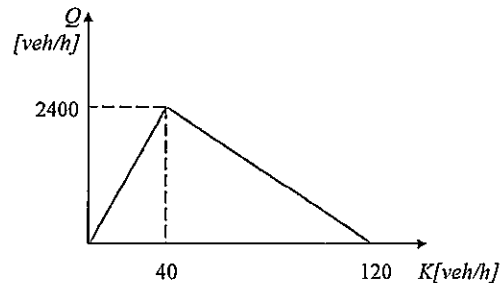
2. 以下の用語について、数行で説明せよ。 Explain the following words.

(1) 点行列 Point Queue

(2) 飽和交通流率 Saturation Flow Rate

3. 以下の問いに答えよ。 Answer the following question.

交通密度  $Q$  と交通流率  $K$  の間に右図のような関係が得られている片側 1 車線の自動車専用道路に、3 秒に 1 台の間隔で車両が一様に走行している。この道路で午前 7:00 に交通事故が発生したため、車道が完全に閉塞して渋滞列が形成された。その後午前 8:00 に事故処理が終了したため、渋滞列の



先頭から順次車両が発進し、最終的に渋滞列は解消された。この渋滞列が解消された時刻と、その時の行列末尾の事故発生地点からの距離を求めよ。

There is a 1-lane motorway that has a relationship of traffic density and traffic flow as shown in the right figure, and vehicles run every 3 [sec]. An accident occurred on this motorway at 7:00am and a queue was formed due to complete lane closure. The treatment was finished at 8:00am, then vehicles started to move and the queue was finally resolved. Obtain the time when the queue was resolved and the distance of the queue tail from the accident location at that time.

## 大問 9 (土木計画学) Part 9 (Infrastructure planning)

以下の 2 問の全てを解答せよ。 Answer all the questions from 1 to 2.

1. 以下の用語について、数行で説明せよ。 Explain the following words.

- (1) 表明選好調査 Stated Preference Survey
- (2) 事前復興計画 Pre-disaster Recovery Planning
- (3) 開発利益の還元 Land Value Capture

2. 以下の問いに答えよ。 Answer the following questions.

- (1) 交通需要予測における標準的な 4 段階推計法とアクティビティ・ベースド・モデル (ABM) の違いについて、ある地域の発生交通量 (個人の 1 日のトリップ回数を人口で合計した値) がどのようなプロセスで推計されるかの観点から説明せよ。この際に、「トリップ」と「ツアー (ここでは、自宅から始まり、自宅で終わる一連のトリップと定義)」の用語を用いること。次に、高齢者の移動の実態や特徴を踏まえ、今日の交通政策における ABM の意義を説明せよ。

Explain the differences between the standard four-step travel demand forecasting model and the activity-based model (ABM), focusing on how trip generation (i.e., the total number of trips made in a day across all individuals) is predicted for a given area. Use the terms “trip” and “tour” (defined here as a sequence of trips that begins and ends at home) in your explanation. Next, based on the mobility patterns and characteristics of elderly individuals, explain the significance of ABM in today’s transportation policy.

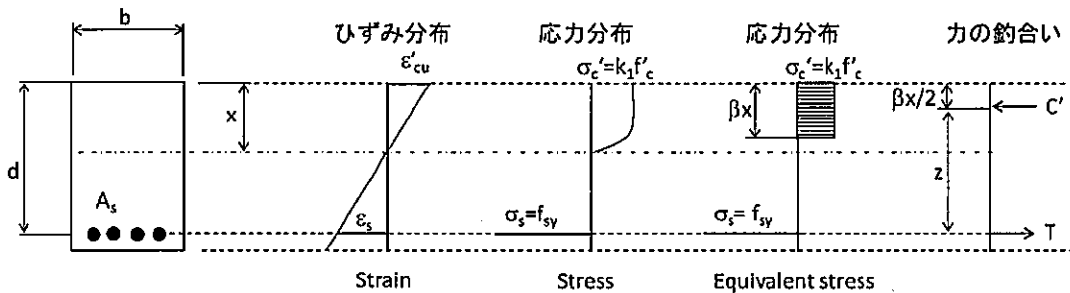
- (2) 全国規模の空間計画は、かつての全国総合開発計画 (全総) から、2005 年の国土形成計画法の施行により、国土形成計画へと変化した。このような制度変更が行われた背景を説明した上で、全国総合開発計画と国土形成計画の目的・内容・計画手法の違いについて述べよ。

Japan’s national-level spatial plans shifted from the National Comprehensive Development Plan to the National Spatial Strategy following the enactment of the National Spatial Planning Act in 2005. Explain the background behind this institutional change, and describe the key differences between the National Comprehensive Development Plans and the National Spatial Strategy in terms of their objectives, content, and planning approach.

## 大問 10 (コンクリート工学) Part 10 (Concrete engineering)

必要な材料特性値が与えられていないと判断した場合には、その材料特性値を定義した上で解答を進めてよい。 If you determine that the necessary material property values have not been provided, you may define those values and then proceed with your answer.

1. 長方形単鉄筋断面の梁に、曲げモーメントが作用している。幅  $b$ 、有効高  $d$ 、引張側鉄筋量  $A_s$  である。また、鉄筋の降伏強度  $f_{sy}$ 、鉄筋の弾性係数  $E_s$ 、コンクリートの圧縮強度  $f'_c$ 、コンクリートの終局ひずみ  $\epsilon'_{cu}$  である。 A bending moment is applied to a rectangular singly reinforced concrete beam section. The section has a width  $b$ , effective depth  $d$ , and tensile reinforcement area  $A_s$ . The yield strength of the reinforcing steel is  $f_{sy}$ , its modulus of elasticity is  $E_s$ , the compressive strength of the concrete is  $f'_c$  and the ultimate strain of the concrete is  $\epsilon'_{cu}$ .



- (1) この梁が釣合破壊をすると仮定する。ひずみ分布より、中立軸位置  $x$  を求めよ。  $\epsilon'_{cu}$ 、 $f_{sy}$ 、 $E_s$ 、 $d$  を用いて表すこと。 Assuming that the beam undergoes balanced failure, determine the position of the neutral axis  $x$  based on the strain distribution. Express your answer using  $\epsilon'_{cu}$ ,  $f_{sy}$ ,  $E_s$  and  $d$ .
- (2) 梁に生じている圧縮合力  $C'$  と引張合力  $T$  の関係を利用して、つり合い鉄筋比  $p_b = A_s / (bd)$  を求めよ。用いることのできる記号は  $\beta$ 、 $k_1$ 、 $f'_c$ 、 $\epsilon'_{cu}$ 、 $f_{sy}$ 、 $E_s$  である。  $x$  は用いてはならない。 Using the relationship between the compressive force  $C'$  and the tensile force  $T$  acting on the beam, determine the balanced reinforcement ratio  $p_b = A_s / (bd)$ . You may use the symbols  $\beta$ 、 $k_1$ 、 $f'_c$ 、 $\epsilon'_{cu}$ 、 $f_{sy}$ 、 $E_s$ . The neutral axis depth  $x$  must NOT be used in your expression.
- (3)  $b=500\text{mm}$ 、 $h=700\text{mm}$ 、 $d=600\text{mm}$ 、 $A_s=4000\text{ mm}^2$ 、 $f_{sy}=345\text{ N/mm}^2$ 、 $E_s=200,000\text{ N/mm}^2$ 、 $f'_c=36\text{ N/mm}^2$ 、 $E_c=28,000\text{ N/mm}^2$ 、 $\epsilon'_{cu}=0.0035$ 、 $\beta=0.80$ 、 $k_1=0.85$  の場合を考える。この梁の破壊形態と破壊形態を推定した根拠を答えよ。せん断破壊の可能性は考えなくてよい。 Describe the failure mode of this beam and explain the basis for your estimation for  $b=500\text{mm}$ 、 $h=700\text{mm}$ 、 $d=600\text{mm}$ 、 $A_s=4000\text{ mm}^2$ 、 $f_{sy}=345\text{ N/mm}^2$ 、 $E_s=200,000\text{ N/mm}^2$ 、 $f'_c=36\text{ N/mm}^2$ 、 $E_c=28,000\text{ N/mm}^2$ 、 $\epsilon'_{cu}=0.0035$ 、 $\beta=0.80$ 、 $k_1=0.85$ . Shear failure does not need to be considered.

2. 以下の図に関する問いに答えよ。 Answer the following questions related to the figure below.

- (1) 図-1 に示される梁の側面図に、曲げひび割れ、せん断ひび割れ、引張鉄筋の位置を示せ。 A, B, C および P の位置を明示した図とすること。

On the side view of the beam shown in Figure 1, indicate flexural cracks, shear cracks, and the locations of tensile reinforcement. The positions of points A, B, C, and P must also be clearly shown in the figure.

- (2) 図-2 は実構造物（ラーメン高架橋の中層梁）の地震による破壊である。破壊プロセスと破壊形態について解説せよ。

Figure 2 shows the earthquake-induced failure of an actual structural member (a intermediate beam of a railway viaduct). Explain the process to and mode of failure.

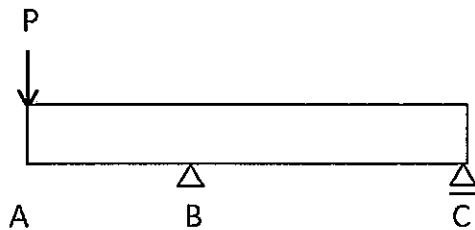


図-1 RC 梁側面図  
Fig. 1 RC beam side view



図-2 高架橋の被災状況  
Fig.2 Damage of viaduct

## 大問 1 1 (コンクリート工学) Part 11 (Concrete engineering)

1. コンクリートに関する以下の問いに答えよ。 Answer the following questions.
  - (1) 暑中コンクリートにおいて生じやすい不具合とその対策を説明せよ。 Explain possible defects due to casting in hot temperature (more than 25C) and their measures.
  - (2) コンクリートのクリープとはどういう現象か説明せよ。 Explain the phenomenon of creep in concrete.
  - (3) 普通コンクリートの一軸応力-ひずみ関係図を図示せよ。 圧縮領域だけでなく引張領域も含めること。 Draw the stress-strain curve of normal concrete. Include both the compressive and tensile regions.
2. コンクリートで浮体を建造し、海に浮体式洋上発電のプラットフォームにしようと考えている。以下の問いに答えよ。 A floating body is to be made using concrete, and a floating offshore power generation platform is planned to be constructed on the sea. Answer the following questions.
  - (1) 「軽量コンクリート」を作るためにはどのような材料を用いればよいか。考えられることを述べよ。 What types of materials should be used to produce lightweight concrete? Describe the possible options.
  - (2) セメントの混和材としてシリカフェーム、高炉スラグ微粉末、フライアッシュの3つの材料のうちどれか一つを用いることができる。あなたはどれを選択するか。また選択の理由を説明しなさい。 One of the following three materials can be used as a supplementary cementitious material: silica fume (SF), ground granulated blast-furnace slag (GGBFS), or fly ash (FA). Which one would you choose? Explain the reason for your selection.
3. 海岸沿いにある鉄筋コンクリートの鉄道高架橋の上部工からコンクリート片が剥落しており、中にある鉄筋が錆びているのが見えた。このため錆びた部分を切断し、その部分をステンレス鉄筋に取り換えて、元の鉄筋の錆びていない部分に溶接した。また、もともとの本体コンクリートと同じ材料・配合のコンクリートをつくって、欠けた部分を修復した。しかし数年後、補修箇所でもまた不具合が観察された。①どのような不具合が観察されたのか、②なぜそうなったのか。自分の考えを述べよ。

Concrete fragments were found to be spalling from the superstructure of a reinforced concrete railway viaduct located along the coastline, and the reinforcing bars inside were visibly corroded. As a countermeasure, the corroded sections were cut off and replaced with stainless steel rebar, which was welded to the uncorroded portions of the original reinforcement. In addition, new concrete using the same materials and mix proportions as the original was cast to repair the damaged areas. However, several years later, new defects were observed at the repaired sections.

  - ① What kind of defects were observed? ② Why did they occur? Explain your reasoning.

以上

板書内容 (科目名・問題番号・問題訂正、補足説明事項)

科目名 : 木工学

問題番号 : 大問5

-----以下内容-----

1. ～底面に円管が～

↓

～底面に直径 $d$ の円管が～

板書内容 (科目名・問題番号・問題訂正、補足説明事項)

科目名 :

問題番号 : 大問8 (土木計画学)

-----以下内容-----

3. 「交通密度  $Q$  と交通流率  $K$ 」  
誤

正 「交通密度  $K$  と交通流率  $Q$ 」  
↓

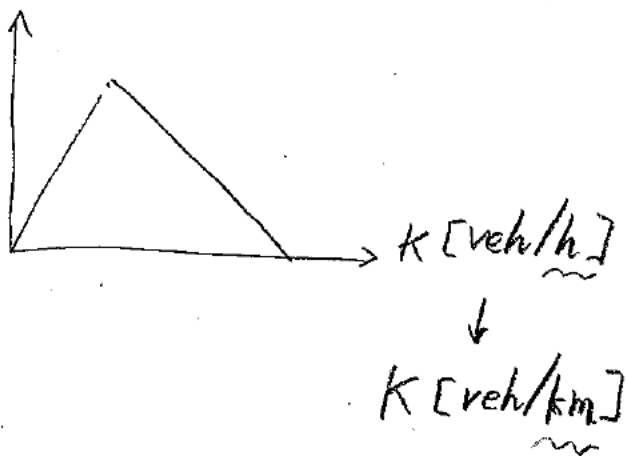
板書内容 (科目名・問題番号・問題訂正、補足説明事項)

科目名 : \_\_\_\_\_

問題番号 : 大問8 (土木計画学)

-----以下内容-----

3. 図



板書內容 (科目名・問題番号・問題訂正・補足説明事項)

科目名 :

問題番号 : 大門11 (J274-1 工学)

-----以下内容-----

問題本文 1 (i) more than 25 C (誤)  
more than 25 °C (正)

2026年4月/2025年10月入学(夏期募集)  
横浜国立大学大学院 都市イノベーション学府 入学試験解答用紙表紙 博士課程(前期)  
2026 April/2025 October Entrance Examination [Summer Admission],  
Graduate School of Urban Innovation, Yokohama National University  
Master's Program

都市地域社会専攻  
都市地域社会コース(都市基盤系問題)  
国際基盤学コース

博士課程前期 Master's Program	受験番号 Applicant Number

Department of Infrastructure and Urban Society  
(Civil Engineering of Infrastructure and Urban Society Course)  
(International Graduate School for Infrastructure Course(IGSI))

試験科目(学科試験I)  
Subject(Professional I)

注 意 事 項

1. 試験開始後、受験番号を上の該当欄と各解答用紙に記入すること。
2. 必要に応じて裏面を使ってもよい。
3. この冊子には解答用紙が7枚ある。

Cautionary Notice

1. Write your applicant number in the cover page of this booklet and in each answer sheet after the examination begins.
2. Use backside if necessary.
3. This booklet contains 7 answer sheets.

	得点 Score
数学 Mathematics	
選択分野 Selected subject	
合計 Total	

数学  
Mathematics

受験番号  
Applicant Number

--

数学  
Mathematics

受験番号 Applicant Number	
--------------------------	--

数学  
Mathematics

受験番号 Applicant Number	
--------------------------	--

専門科目 Specialized subject	選択分野名 Selected subject name		受験番号 Applicant Number	
-----------------------------	--------------------------------	--	--------------------------	--

専門科目 Specialized subject	選択分野名 Selected subject name		受験番号 Applicant Number	
-----------------------------	--------------------------------	--	--------------------------	--

専門科目 Specialized subject	選択分野名 Selected subject name		受験番号 Applicant Number	
-----------------------------	--------------------------------	--	--------------------------	--

2025年4月/2024年10月入学(夏期募集)  
横浜国立大学大学院 都市イノベーション学府 入学試験問題表紙 博士課程(前期)  
2025 April/2024 October Entrance Examination [Summer Admission],  
Graduate School of Urban Innovation, Yokohama National University  
Master's Program

都市地域社会専攻  
都市地域社会コース(都市基盤系問題)  
国際基盤学コース

博士課程前期 Master's Program	受験番号 Applicant Number

Department of Infrastructure and Urban Society  
(Civil Engineering of Infrastructure and Urban Society Course)  
(International Graduate School for Infrastructure Course (IGSI))

試験科目(学科試験I)  
Subject (Professional I)

注意事項

1. 試験開始の合図があるまでこの冊子を開かないこと。
2. 解答には黒鉛筆を使用すること。
3. 解答は、必ず解答用紙に記入すること。
4. 各解答用紙および問題冊子の表紙の該当欄に受験番号を必ず記入すること。
5. 数学の大問が1題、および専門科目の大問が10題(構造工学、水工学、地盤工学、土木計画学、コンクリート工学の5分野からそれぞれ2題)ある。
6. この冊子にある数学の大問に解答し、さらに専門科目の大問の中から合計4題を選択し解答すること。
7. 落丁、乱丁あるいは不鮮明な印刷がある場合は申し出て、改めて冊子を受け取ること。
8. 下書きにはこの冊子の余白を使用すること。
9. 問題用紙および解答用紙は持ち帰ってはいけない。
10. 退出は試験開始後70分まで認めない。

Cautionary Notice

1. Do **NOT** open this booklet until the start instruction is given.
2. Use your black pencil to write your answer.
3. Your answer must be written on your answer sheet.
4. Write your applicant number in the cover pages of this booklet and answer sheets.
5. This booklet contains one mathematics part and ten specialized subject parts (two each from the five fields of structural engineering, hydraulic engineering, geotechnical engineering, infrastructure planning, and concrete engineering).
6. Answer the questions in the mathematics part. And choose four from specialized subject parts and answer the questions.
7. You can ask the instructor to exchange this booklet in case of sheet missing, disorderly binding, or unclear printing.
8. Use the blank sheet of this booklet for draft writing.
9. You may **NOT** take home this booklet and answer sheets.
10. You will **NOT** be allowed to leave the room until 70 minutes have passed from the beginning of the examination.

大問 1 (数学)  
Part 1 (Mathematics)

次の問題[1], [2]をすべて解きなさい.

Answer the following questions [1] and [2].

[1]

(1)  $y'' - 3y' + 2y = 0$ ,  $y(0) = 2$ ,  $y'(0) = -1$  を満たす関数  $y(x)$  を求めよ.

Find the function  $y(x)$  such that  $y'' - 3y' + 2y = 0$ ,  $y(0) = 2$ , and  $y'(0) = -1$ .

(2) 微分方程式  $y' + 3y = 6e^{-2x}$  の一般解  $y(x)$  を求めよ.

Find the general solution  $y(x)$  for the differential equation  $y' + 3y = 6e^{-2x}$ .

[2]

行列  $A = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 0 \\ 1 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}$  について, 以下の問いに答えなさい.

Answer the following questions about a matrix  $A = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 0 \\ 1 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}$

(1) 行列  $A$  について,  $P^{-1}AP = D$  となる正則行列  $P$  と対角行列  $D$  を求めなさい.

For the matrix  $A$ , find a regular matrix  $P$  and a diagonal matrix  $D$  such that  $P^{-1}AP = D$ .

(2) 行列  $A$  の  $n$  乗 ( $A^n$ ) を示しなさい.

Show matrix  $A$  to the  $n^{\text{th}}$  power (matrix  $A^n$ )

専門科目  
Specialized subjects

10 題の大問の中から 4 題を選択し解答すること。

- 大問 2, 3 : 構造工学
- 大問 4, 5 : 水工学
- 大問 6, 7 : 地盤工学
- 大問 8, 9 : 土木計画学
- 大問 10, 11 : コンクリート工学

各問題は次ページ以降に記載されている。

Choose four out of ten parts and answer questions in the parts.

- Part 2, 3: Structural engineering
- Part 4, 5: Hydraulics
- Part 6, 7: Geotechnical engineering
- Part 8, 9: Infrastructure planning
- Part 10, 11: Concrete engineering

Questions of each part are written in the following pages.

## 大問 2 (構造工学) Part 2 (Structural Engineering)

以下の問題 1 に解答せよ。解答にあたり不足があれば新たに記号を設定してよいが、定義を明記すること。

Answer Question 1 below. You may add new symbols if they are not sufficient to answer the question, however the definition must be clearly stated.

1. 図 1 に示す単純支持されたワーレントラスに関して次の問いに答えなさい。ただし、円周率を $\pi$ 、各部材に関して曲げ剛性を $EI$ 、単位長さあたりの質量を $\rho$ とし、部材間ではピン結合を仮定してよいとする。また、部材力は引張を正とし、重力の影響は無視してよいとする。

Answer the following questions about the simply supported Warren truss shown in Fig. 1. Assume that the circumference ratio is  $\pi$ , the bending stiffness is  $EI$  for each member, the mass per unit length is  $\rho$ , and pin connections may be assumed between members. The sectional forces are assumed to be positive in tension, and the effect of gravity should be neglected.

- 1) 部材 CE と部材 CF の軸力  $N_{CE}$ ,  $N_{CF}$  と曲げモーメント  $M_{CE}$ ,  $M_{CF}$  を求めよ。  
Calculate the axial forces  $N_{CE}$  and  $N_{CF}$ , and bending moments  $M_{CE}$  and  $M_{CF}$  of member CE and CF.
- 2) 荷重  $P$  を漸増させていったとき最初に座屈が発生する部材すべてとそのときの  $P$  の大きさを推定せよ。推定にあたっては、発生する座屈が Euler 座屈であると仮定し、式(1)によって座屈荷重  $P_{cr}$  を求めてよいとする。

Estimate members and the magnitude of  $P$  at which buckling first occurs under progressively increase of  $P$ . For the estimation, it is assumed that the Euler buckling occurs, and the buckling load  $P_{cr}$  may be obtained using Equation (1).

$$P_{cr} = -\frac{\pi^2 EI}{(kl)^2} \quad (1)$$

ここに、 $k$  は部材の有効座屈長係数である。

where  $k$  is the effective buckling length factor of the member.

3) 部材 CD の  $n$  次の固有振動数  $f_n$  が式(2)で表されるとする。

Suppose that the  $n$  th-order natural frequency  $f_n$  of the member CD is expressed by Equation (2).

$$f_n^2 = \frac{\pi^2 EI}{4l^4 \rho} n^4 + \frac{T}{4l^2 \rho} n^2 \quad (2)$$

ここに  $T$  は部材 CD の張力である。いま 1 次の固有振動数が  $f_1$  であることがわかった。このときトラスに作用している荷重  $P$  の大きさを推定し、 $T$  を用いずに答えよ。ただし、どの部材においても座屈や降伏は発生していないものとする。

where  $T$  is the tension in the member CD. Now the first-order natural frequency is  $f_1$ . Answer the magnitude of the load  $P$  acting on the truss without using  $T$ . Assume that no buckling or yielding occurs in any member.

4) 振動問題におけるモード解析法について 100 字程度で説明せよ。

Explain the modal analysis method in vibration problems in about 50 words.

5) 共振と自励振動について 100 字程度で説明せよ。

Explain the resonance and the self-excited vibration in about 50 words.

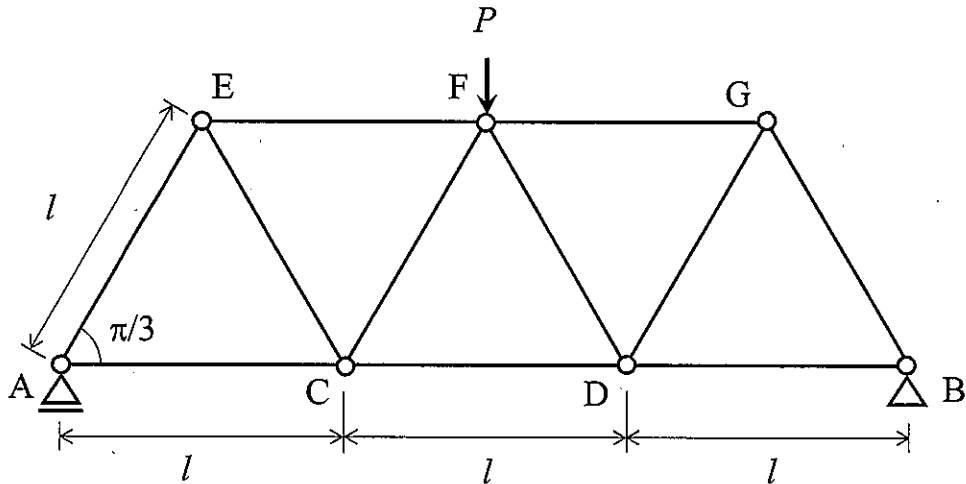


図1 単純支持されたワーレントラス

Fig. 1 Simply supported Warren truss

大問 3 (構造工学)  
Part 3 (Structural Engineering)

以下の問題 1, 2 に解答せよ。解答にあたり不足があれば新たに記号を設定してよいが、定義を明記すること。

Answer Questions 1 and 2 below. You may add new symbols if they are not sufficient to answer the question, however the definition must be clearly stated.

1. 図 1 に示す、ひずみゲージ G1, G2, G3 が断面 I に貼付され単純支持された矩形断面ばりに関して次の問いに答えなさい。ただし、はり幅  $b$ 、高さ  $h$  で均質であり、弾性係数を  $E$ 、応力は引張を正とする。また、重力の影響は無視してよいとする。  
Answer the following questions for the simply supported beam with a rectangular cross section and strain gages G1, G2, and G3 attached to the section I. The beam is homogeneous with width  $b$  and height  $h$ . The modulus of elasticity is  $E$  and the stress is positive in tension. The effect of gravity should be neglected.

- 1) 断面 I のせん断力  $S_I$  と曲げモーメント  $M_I$  を求めよ。

Calculate the shear force  $S_I$  and bending moment  $M_I$  of the section I.

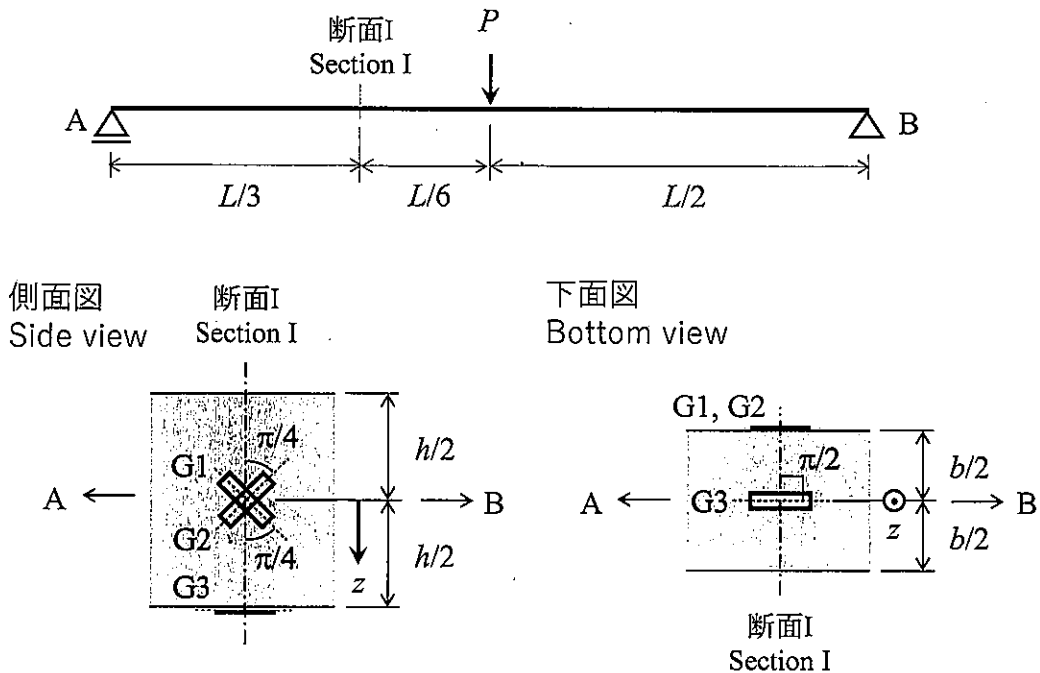


図 1 単純支持された矩形断面ばり

Fig. 1 Simply supported beam with rectangular section and strain gages at section I

- 2) ひずみゲージ G1, G2, G3 が感知するひずみをそれぞれ求めよ。ただし、ひずみゲージは図 1 中の点線の方法の直ひずみを感知するものとし、断面 I のせん断応力分布は式(1)で表されるとする。

Find the strain sensed by strain gages G1, G2, and G3, respectively. Assume that the strain gauges sense the normal strain in the direction of the dotted line in the figure, and that the shear stress distribution in the section I is expressed by Equation (1).

$$\tau(z) = \frac{3P}{4bh} \left\{ 1 - \left( \frac{z}{h/2} \right)^2 \right\} \quad (1)$$

ここに  $z$  は中立軸位置を原点とする鉛直下向きの座標軸である。なお、各ひずみゲージを貼付した表面において平面応力状態を仮定し式(2)を用いてよいとする。

where  $z$  is a vertical downward coordinate axis with the origin at the neutral axis position. The surface to which each strain gage is attached is assumed to be in a plane stress state, and Equation (2) may be used.

$$\begin{Bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \end{Bmatrix} = \frac{1}{E} \begin{bmatrix} 1 & -\nu \\ -\nu & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \end{Bmatrix} \quad (2)$$

ここに  $\nu$  は Poisson 比,  $\varepsilon_1, \varepsilon_2$  は主ひずみ,  $\sigma_1, \sigma_2$  は主応力である。

where  $\nu$  is the Poisson ratio,  $\varepsilon_1$  and  $\varepsilon_2$  are principal strains, and  $\sigma_1$  and  $\sigma_2$  are principal stresses.

2. 図 2 に示す単純支持された鋼 I 形断面はりに関して次の問いに答えなさい。ただし、断面は均質かつ薄肉で、断面 2 次モーメントは  $I$  であるとする。また、重力の影響は無視してよいとする。

Answer the following questions for the simply supported steel I-beam shown in Figure 2.

The section is assumed to be homogeneous and thin-plate assembled, and the sectional secondary moment of beam is  $I$ . The effect of gravity should be neglected.

- 1) 上下フランジのせん断応力分布が図 3 のようであるとする。同じ断面のウェブに発生するせん断応力分布をせん断流理論に基づき求め、図 3 にならって図示せよ。図中には最大・最小のせん断応力の大きさを記号で明記すること。

参考: 断面 2 次モーメントが  $I$ , せん断力が  $S$  の断面の点  $P_1$  におけるせん断流  $q(s_1)$  は、式(3)により求めることができる。

Assume that the shear stress distributions in the upper and lower flanges are as shown in Fig. 3. Calculate the shear stress distribution in the web of the same cross section based on the shear flow theory and illustrate it in accordance with Fig. 3. Indicate the magnitude of the maximum and minimum shear stresses in the figure.

Reference: The shear flow  $q(s_1)$  at point  $P_1$  of a section with a sectional secondary moment of  $\bar{I}$  and a shear force of  $\bar{S}$  can be obtained using Equation (3).

$$q(s_1) = -\frac{\bar{S}}{\bar{I}} \int_{s_0}^{s_1} \tilde{z} \tilde{z} ds + q(s_0) \quad (3)$$

ここに、 $q(s_0)$ は点  $P_0$  におけるせん断流である。  $\tilde{z}$ は中立軸位置を原点とするせん断力方向の座標軸である。  $s$ は板厚中心に沿った座標軸で、図4に示すように点  $P_0$  において  $s = s_0$ 、点  $P_1$  において  $s = s_1$  である。

where  $q(s_0)$  is the shear flow at point  $P_0$ .  $\tilde{z}$  is the coordinate axis in the direction of shear force of which origin is the neutral axis position.  $s$  is the coordinate axis along the thickness center.  $s = s_0$  at point  $P_0$  and  $s = s_1$  at point  $P_1$ , as shown in Fig. 4.

- 2) 上下フランジのせん断応力分布が図3のように表される断面でフランジとウェブを接合するすみ肉溶接部に関して、荷重  $P$  により生じるせん断応力  $\tau$  が許容応力度  $\tau_a$  を超過しないよう、のど厚  $a$  の最小値を求めよ。

For a fillet weld joining a flange and a web at the cross section where the shear stress distribution in flanges is as shown in Fig. 3, calculate the minimum value of throat thickness  $a$  such that the shear stress  $\tau$  induced by load  $P$  does not exceed the allowable stress level  $\tau_a$ .

- 3) 鋼構造における全塑性モーメントとコンパクト断面について100字程度で説明せよ。  
Explain the fully plastic moment and compact section in steel structures in about 50 words.

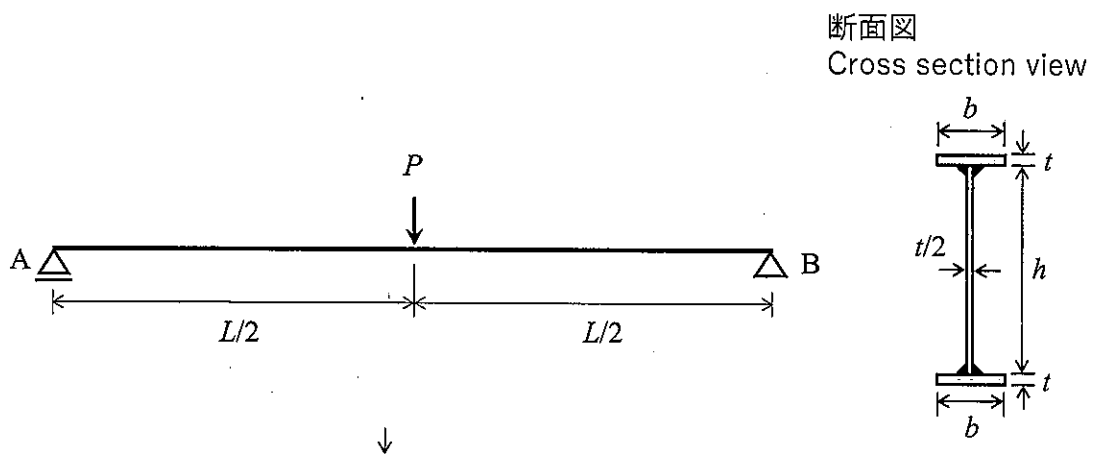


図2 単純支持された鋼I形断面はり  
Fig. 2 Simply supported steel I-beam

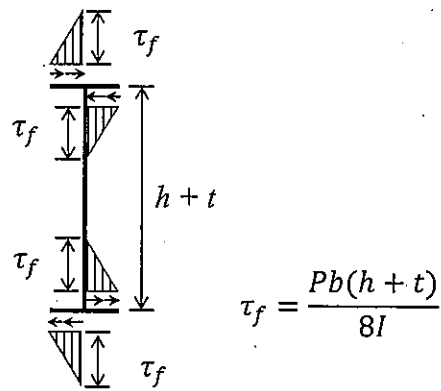


図3 上下フランジのせん断応力分布

Fig. 3 Shear stress distribution in upper and lower flanges

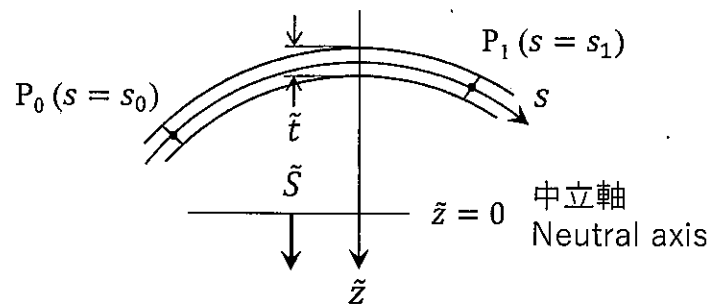


図4 式(3)に関する説明図

Fig. 4 Illustration for equation (3)

## 大問 4 (水工学) Part 4 (Hydraulics)

以下の設問 1~3 のいずれにも解答すること。必要な記号等は定義して用いること。  
Answer the following questions 1, 2, and 3. Necessary symbols etc. should be defined before using them.

1. 二次元ポテンシャル流れにおいて、速度ポテンシャル  $\phi$  が次式で表される流体運動を考える。この時、以下の問いに答えよ。

Consider fluid motion in a two-dimensional potential flow, where the velocity potential  $\phi$  is expressed by the below equation. Answer the following questions.

$$\phi = \alpha x + \beta y \quad (\alpha, \beta \text{ は正の定数}) \quad (\alpha, \beta \text{ are positive constants})$$

- (1)  $x$ ,  $y$  軸方向の速度成分,  $u$ ,  $v$  を求めよ。 Find the velocity components,  $u$  and  $v$ , in the  $x$ - and  $y$ -axis directions.
- (2) (1) を満たす流れ関数を求めよ。 Find the stream function that satisfies (1).
- (3) 流線の式を求めると共に、この流体運動を図示せよ。 Find an equation for the streamlines and illustrate this fluid motion.

2. 長方形断面で水平水路床の直線開水路がある。ここに、単位幅あたりの流量が  $q$  (一定) で一様に流れているとき、次の問いに答えよ。ただし、摩擦によるエネルギー損失は無視でき、大気圧を 0、重力加速度を  $g$  とする。

Consider a uniform and steady water flow with a constant discharge  $q$  per unit width in a horizontal and straight open channel with a rectangular section. Suppose that energy loss due to friction is negligible, atmospheric pressure is 0, and gravitational acceleration is  $g$ . Answer the following questions.

- (1) 水深を  $h$ 、基準面からの水路床の鉛直高さを  $z$  とするとき、この流れ場の様子を表す図を描くと共に、全エネルギーと比エネルギーの式を示せ。 When the water depth is  $h$ , and the height of the channel floor from a reference level is  $z$ , sketch the flow field. Moreover, show the equations for total energy and specific energy.

(2) 流量  $q$  が与えられたとき, 一般に水深  $h$  には 2 つの正の解が存在することを示せ.

When a discharge  $q$  is given, explain that it shows two positive  $h$  solutions.

(3) (2)の 2 つの解を  $h_1, h_2$  ( $0 < h_1 < h_2$ ) とするとき, 水深が  $h_1$ , および  $h_2$  の場合の流れの名称を示すと共に, それぞれを簡単に説明せよ. Suppose that the two solutions for question (2) are  $h_1$  and  $h_2$  ( $0 < h_1 < h_2$ ). Answer the names and meaning of the flows connecting to  $h_1$  and  $h_2$ , respectively.

(4) 流れが限界流のときの水深と流速を  $q$  と  $g$  を用いてそれぞれ表せ. In a critical flow condition, use  $q$  and  $g$  to develop expressions for the water depth and velocity.

3. 流体運動を記述する, オイラーの運動方程式, ナビエ・ストークスの方程式, およびレイノルズ方程式について, これら 3 つの方程式にはどのような違いがあるのか説明しなさい.

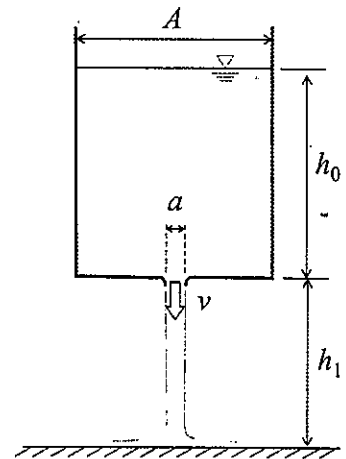
Explain different points between the Euler equations, the Navier-Stokes equations, and the Reynolds equations.

大問 5 (水工学)  
Part 5 (Hydraulics)

以下の設問 1~3 のいずれにも解答すること。必要な記号等は定義して用いること。  
Answer the following questions 1, 2, and 3. Necessary symbols etc. should be defined before using them.

1. 下図のような断面積  $A$  の大きな円筒水槽の底面に断面積  $a$  の排水口がついている ( $A \gg a$ )。排水口を閉じた状態で水を水深  $h_0$  まで入れる。この状態から排水口を開いて水を流出させる。このとき、以下の問いに答えよ。ただし、流体は密度  $\rho$  の完全流体であるとし、重力加速度を  $g$ 、時間  $t$  における水深を  $h$  とする。

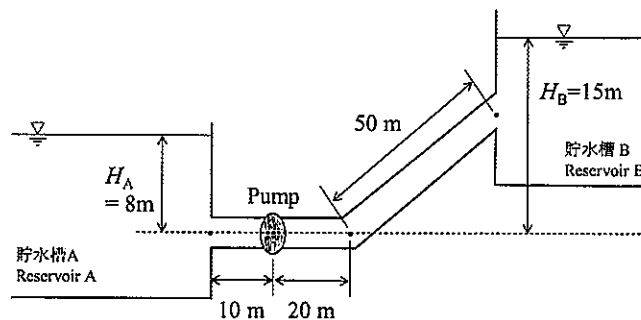
As shown in the figure below, a large cylindrical water tank of cross-sectional area  $A$  has a drainage opening of the cross-sectional area  $a$  at the bottom ( $A \gg a$ ). Initially, the drain is closed, and water is filled to a depth of  $h_0$ . From this state, the drain is opened, and the water is allowed to flow out. At this point, answer the following questions. Assume that the fluid is assumed to be a fluid with perfect density, the gravitational acceleration is  $g$ , and the water depth at time  $t$  is  $h$ .



- (1) 単位時間当たりの水の排出体積を水深  $h$ 、および排水口の断面積  $a$  の関数として求めよ。 Find the volume of water discharged per unit time as a function of the water depth  $h$  and the cross-sectional area  $a$ .
- (2) 単位時間当たりの水槽内の水の体積変化を水深  $h$ 、および水槽の断面積  $A$  の関数として求めよ。 Find the change in volume of water in the tank per unit time as a function of depth  $h$  and cross-sectional area  $A$ .
- (3) 排水口を開けてから全ての水が排出されるまでの時間を求めよ。 Find the time from when the drain is opened until all the water is discharged.
- (4) 排水された水が、排水口から  $h_1$  離れた水平板に衝突している。このとき水平板に作用する力を求めよ。 Drained water is striking a horizontal plate that  $h_1$  away from the drainage opening. Find the force acting on the horizontal plate.

2. 下図のように、直径 0.4 m、長さ 10 m の円筒の吸入管により貯水槽 A の水をポンプによって貯水槽 B に揚水する。このポンプにより毎秒  $0.6 \text{ m}^3$  の水を直径 0.4 m、長さ 70 m の円筒の送水管で送水するための電力 (kW) を求めたい。次の問いに答えよ。ただし、貯水槽 A, B は十分大きく、円筒管内の流れは定常とする。また、流入損失係数  $K_e = 0.3$ 、曲がりの損失係数  $K_b = 0.3$ 、出口損失係数  $K_0 = 1.0$ 、摩擦損失係数  $f = 0.04$ 、重力加速度  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ 、水の密度  $\rho = 1.0 \text{ g/cm}^3$ 、ポンプの合成効率  $\eta = 80\%$  とする。

As shown in the figure below, a pump pumps water from reservoir A into reservoir B using a cylindrical suction pipe 0.4 m in diameter and 10 m long. We want to find the electric power (kW) required to pump  $0.6 \text{ m}^3$  of water per second through the 0.4 m diameter, 70 m long cylindrical water pipe. Answer the following questions. Here, assume that reservoirs A and B are sufficiently large and that the flow in the cylindrical pipe is steady. Also, assume that the inflow loss coefficient  $K_e = 0.3$ , bend loss coefficient  $K_b = 0.3$ , outlet loss coefficient  $K_0 = 1.0$ , friction loss coefficient  $f = 0.04$ , gravitational acceleration  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ , water density  $\rho = 1.0 \text{ g/cm}^3$ , and the synthetic efficiency of the pump is  $80\%$ .



- (1) 管内の平均流速  $v$  を求めよ。 Find the average velocity  $v$  in the pipe.
- (2) 全損失水頭  $h_t$  を求めよ。ただし、ポンプへの流入、ポンプからの流出の際の損失は無視する。 Find the total head of water loss  $h_t$ . Here, neglecting losses at inflow to and outflow from the pump.
- (3) 揚水に必要な電力  $S$  を求めよ。 Find the power  $S$  required for pumping.

3. 海の波を考える。浅海波では水粒子はどのように運動するか。図を示すと共に、その特徴を説明せよ。

Consider waves in the ocean. How do water particles move in the intermediate water depth region? Sketch the particle motion and explain its characteristics.

大問 6 (地盤工学)  
Part 6 (Geotechnical engineering)

設問すべてに答えよ。 Answer all questions.

必要に応じて適切な仮定を設けよ。 Make reasonable assumptions wherever necessary.

[1] 以下の語句を説明せよ。 必要に応じて図・数式を利用してもよい。

Explain the following terms. You can use illustrations and/or equations if necessary.

(a) 均等係数

Uniformity coefficient

(b) 締固め度

Degree of compaction

(c) 正規圧密粘土

Normally consolidated clay

(d) 打ち込み杭工法

Driving pile method

(e)  $N$  値

$N$  value

[2] 下記に示す、飽和した粘土地盤の盛土あるいは掘削工事について、どのタイミングの安定性に留意すべきか、またその理由を説明せよ。 さらに、その安定性の評価のために必要な三軸圧縮試験方法、さらに用いるべき強度定数について説明せよ。 必要に応じて図・数式を利用してもよい。

For the following embankment or excavation work in saturated clay soil, explain when stability should be considered and why. Describe the triaxial compression test method and the strength constants that should be used to evaluate stability. You can use illustrations and/or equations if necessary.

(a) 正規圧密粘土地盤に対する盛土工事の場合

Embankment work on normally consolidated clay ground

(b) 過圧密粘土地盤に対する掘削工事の場合

Excavation work in overconsolidated clay ground

[3] 土を採取し、室内試験を実施した結果、次の情報を得た。

Soil samples were collected and laboratory tests were conducted to obtain the following information.

粒度：粘土分 35%，シルト分 35%，砂分 25%，礫分 5%

物理特性：自然含水比  $w_n=87.0\%$ ，土粒子の単位体積重量  $\gamma_s=26.3\text{kN/m}^3$ ，土の湿潤単位体積重量  $\gamma=14.2\text{kN/m}^3$ ，液性限界  $w_L=71.0\%$ ，塑性指数  $I_p=34$

Particle fractions: Clay 35%, Silt 35%, Sand 25%, Gravel 5 %

Physical properties: Natural water content  $w_n = 87.0\%$ , Unit weight of soil particle  $\gamma_s = 26.3\text{kN/m}^3$ ,

Wet unit weight of soil  $\gamma = 14.2\text{kN/m}^3$ , Liquid limit  $w_L = 71.0\%$ , Plasticity index  $I_p = 34$

下記の各問に答えよ。ただし水の単位重量  $\gamma_w = 10.0\text{kN/m}^3$  とする。

Answer the following questions. Assume the unit weight of water  $\gamma_w$  is equal to  $10.0\text{kN/m}^3$ .

(a) この土の細粒分はいくらか。

Obtain the soil's fines content.

(b) この土を十分に練り返すといかなる状態になるか。根拠を示して答えよ。

If the soil is mixed thoroughly, what kind of state can be expected? Explain the reason.

(c) この土の間隙比と飽和度  $S_r$  を求めよ。

Obtain the soil's void ratio  $e$  and saturation degree  $S_r$ .

(d) この土を盛土材料として用いるために、天日乾燥させて含水比を  $w=60.0\%$  まで下げた。体積  $V=1.00\text{m}^3$  あたり土の重量がいくら減少したか。間隙比は変化しないものとする。

In order to use this soil as an embankment material, the water content  $w$  was reduced to  $60.0\%$  by exposing the soil to the sun. Obtain the weight of soil reduced for the volume  $V=1.00\text{m}^3$ . The void ratio shall remain unchanged.

(e) 含水比  $w$  が  $60.0\%$  になった土を、含水比を一定に保ったまま締固めて飽和度  $S_r = 90.0\%$  とした。締固め土の乾燥単位重量  $\gamma_d$  はいくらになっているか。

The soil having water content  $w = 60.0\%$  was compacted without change of the water content and the saturation degree  $S_r$  became  $90.0\%$ . Obtain the compacted soil's dry unit weight  $\gamma_d$ .

大問 7 (地盤工学)  
Part 7 (Geotechnical engineering)

設問すべてに答えよ。 Answer all questions.

必要に応じて適切な仮定を設けよ。 Make reasonable assumptions wherever necessary.

[1] 以下の語句を説明せよ。 必要に応じて図・数式を利用してもよい。

Explain the following terms. You can use illustrations and/or equations if necessary.

(a) フェレニウス (スウェーデン) 法

Fellenius (Sweden) method

(b) サンドドレーン工法

Sand drain method

(c) 塑性図

Plastic chart

(d) ボイリング

Boiling

(e) 圧密係数

Coefficient of consolidation

[2] 下記は、地盤の支持力  $Q$  を算定するための Terzaghi の支持力公式である。

Below is Terzaghi's bearing capacity formula used to calculate the ground's bearing capacity, denoted as  $Q$ .

$$\frac{Q}{A} = \alpha \cdot c' \cdot N_c + \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma + \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q$$

ここで  $\gamma_1$  は基礎底面以深の土の単位体積重量,  $\gamma_2$  は基礎底面以浅の土の単位体積重量である。  $A$  は基礎の面積,  $B$  は基礎幅,  $D_f$  は根入れ深さである。 地下水位は深いものとする。 以下の問いに答えよ。

Here,  $\gamma_1$  represents the unit weight of the soil below the foundation base, and  $\gamma_2$  represents the unit weight of the soil above the foundation base.  $A$  denotes the area of the foundation,  $B$  the width of the foundation, and  $D_f$  the depth of the foundation. The groundwater table is assumed to be deep. Please answer the following questions.

(a)  $N_c$ ,  $N_\gamma$ ,  $N_q$  はまとめて何とよばれる係数で, どのようなパラメーターの関数であることを説明せよ。

Explain what the coefficients  $N_c$ ,  $N_\gamma$ , and  $N_q$  are collectively called and what parameters the function depends on.

(b)  $\alpha$  や  $\beta$  は何を考慮するためのパラメーターかを説明せよ。

Explain what parameters  $\alpha$  and  $\beta$  are and why they need to be considered.

(c)  $c'$  を粘着力,  $\phi'$  をせん断抵抗角とすると,  $c'$  や  $\tan\phi'$  を 2/3 倍にすることが支持力算定の際にしばしば行われる。 何を考慮するためかを説明せよ。

If  $c'$  is the cohesion and  $\phi'$  is the shear resistance angle, multiplying  $c'$  or  $\tan\phi'$  by 2/3 is often used to calculate the bearing capacity. Explain what this adjustment accounts for.

[3] 水平に堆積した比較的軟らかい均質な粘土地盤から、乱れの少ない試料を採取して一軸圧縮試験を実施した。以下の問いに答えよ。

Unconfined compression tests were conducted on undisturbed samples of horizontally deposited, relatively soft, homogeneous clay soil. Please answer the following questions.

(a) 乱れの少ない試料の採取方法としてどのような方法が考えられるか？方法をひとつ挙げよ。また、この粘土の非排水せん断強さ  $c_u$  を、一軸圧縮強さ  $q_u$  を用いて推定せよ。

What methods can be used to collect undisturbed samples? Name one method. Additionally, estimate the undrained shear strength  $c_u$  of this clay using the unconfined compressive strength  $q_u$ .

(b) 土留め壁を用いずにこの粘土地盤を垂直に掘削したい。粘土地盤の湿潤単位体積重量を  $\gamma$  とする。ランキンの土圧理論を用いて主働土圧がゼロになる地表面からの深さ  $d_c$  を、 $c_u$  と  $\gamma$  を用いて求めよ。

We plan to excavate this clay soil vertically without using earth retaining walls. The wet unit weight of the clay is  $\gamma$ . Using Rankine's earth pressure theory, determine the depth from the ground surface where the active earth pressure is zero,  $d_c$ , using the  $c_u$  and  $\gamma$ .

(c) 主働土圧の合力がゼロになる深さ  $h_c$  を、 $c_u$  と  $\gamma$  を用いて表せ。また理論上は  $h_c$  まで土留め壁を用いずに掘削できることになるが、実際には地盤が  $h_c$  まで自立することは期待できない。その理由を述べよ。

Express the depth  $h_c$ , at which the resultant force of the active earth pressures becomes zero, using  $c_u$  and  $\gamma$ . Theoretically, it is possible to excavate up to  $h_c$  without using earth retaining walls. However, in practice, the ground is not expected to be self-supporting up to  $h_c$ . Provide reasons for this.

## 大問 8 (土木計画学) Part 8 (Infrastructure planning)

以下の 3 問の全てを解答せよ。 Answer all the questions from 1 to 3.

1. 以下の表に示すような、変量 X と Y で表現される 5 組のデータがある。 Y を X で線形回帰した式と、回帰式の決定係数（小数点以下第 2 位まで）を求めよ。

Given the data shown in the table, find the linear regression equation of Y explained by X. Then, calculate the coefficient of determination of the regression equation (to the second decimal place).

X	-2	0	2	4	6
Y	2	2	4	5	7

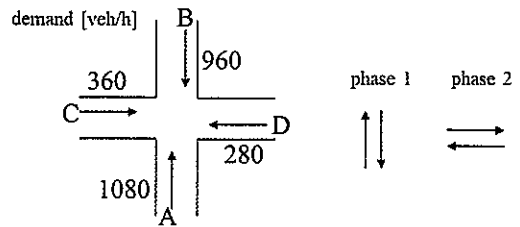
2. 以下の用語について、数行で説明せよ。 Explain the following words.

(1) 費用便益分析における社会的割引率 Social discount rate in cost-benefit analysis

(2) 設計交通容量 Design Traffic Capacity

3. 以下の問いに答えよ。 Answer the following question.

単純 2 現示制御の十字交差点があり、現示切り替わり 1 回あたりの損失時間は 5[sec]である。各流入路の交通需要[台/時]は右図に示すような一様到着であり、飽和交通流率は全ての流入路で 1800[台/青 1 時間]である。この交差点において、現示 1 に設定すべき青時間[秒]と、A 方向車両の 1 台あたり平均遅れ時間[秒]を求めよ。



There is a four-leg intersection that is controlled by two-phase signal. Lost time is 5 [sec] for every signal change interval. Vehicles arrive uniformly from the upstream as shown in the figure. Saturation flow rate is 1800 [veh/green-hr] for all approaches. Determine the green time [sec] for phase 1 and obtain the average delay per vehicle [sec] for approach A.

大問 9 (土木計画学)  
Part 9 (Infrastructure planning)

以下の 2 問の全てを解答せよ。 Answer all the questions from 1 to 2.

1. 以下の用語について、数行で説明せよ。 Explain the following words.

- (1) 15 分都市 15-minute city
- (2) 風の道 Urban Ventilation Path (Luftleitbahnen)
- (3) クロソイド曲線 Clothoid curve

2. 以下の問いに答えよ。 Answer the following questions.

- (1) 東日本大震災以降、津波対策を構築するにあたり L1, L2 という 2 つのレベルの津波を想定するようになった。 L1 津波, L2 津波とはどのような津波か説明しなさい。 さらに、中央防災会議において、それぞれに対して何を目標としたどのような対策をとるべきだと提言されたかを説明せよ。

Two levels of tsunami, L1 and L2, have been assumed when developing countermeasures against tsunamis since the Great East Japan Earthquake. Explain what are the L1 and L2 tsunamis. Additionally, explain what the Central Disaster Prevention Council proposed as the target and countermeasures to be taken for each of them.

- (2) 代表交通手段として鉄道, バス, 車のいずれかを選択する行動に対して, ロジットモデルを適用するとする。このとき, 選択肢固有定数を除き, 鉄道選択肢の効用の確定項に入りうる説明変数を 5 点説明せよ。また, このモデルを踏まえて, バスの運行本数の交通行動への影響を 2 点説明せよ。

Suppose that a logit model is applied to the behavior of choosing a main mode among train, bus, and car. Explain five explanatory variables that can be entered into the observed term for the utility of the train alternative in this model, except for the alternative-specific constant. Additionally, explain two types of effects of bus frequency on travel behavior based on this model.

大問10 (コンクリート工学)  
Part 10 (Concrete engineering)

必要な材料特性値が与えられていないと判断した場合には、その材料特性値を定義した上で解答を進めてよい。Attempt all questions. Answer the following questions. If you cannot find any required characteristic values of materials, you may solve the problems by defining them.

1. 幅  $b = 450$  [mm], 高さ  $h = 750$  [mm], 有効高  $d = 700$  [mm] の矩形断面鉄筋コンクリート梁がある。コンクリートの圧縮強度は  $f_{ck} = 30$  [N/mm<sup>2</sup>], 鉄筋は SD345 (降伏強度  $f_y = 345$  N/mm<sup>2</sup>) の D29 (1本あたりの公称断面積  $642.4$  mm<sup>2</sup>) を3本配置しており、弾性係数  $E_s = 200,000$  [N/mm<sup>2</sup>] である。

There is a reinforced concrete beam with rectangular cross-section;  $b = 450$  [mm],  $h = 750$  [mm],  $d = 700$  [mm],  $f_{ck} = 30$  [N/mm<sup>2</sup>]. Conditions of tension reinforcing bars are 3-D29 (cross sectional area for one bar;  $642.4$  mm<sup>2</sup>),  $f_y = 345$  N/mm<sup>2</sup> and  $E_s = 200,000$  [N/mm<sup>2</sup>].

- (1) この梁に曲げモーメント  $M$  が作用するとき、鉄筋が降伏していない場合は鉄筋の応力度を以下の式で求めることができる。この時の中立軸の高さ  $x$  の求め方について、図を用いて説明せよ。(参考: 中立軸位置  $x$  は  $190$  mm 程度となる)。When a bending moment  $M$  acts on this beam, if the rebar has not yielded, the stress level of the rebar can be obtained by the following equation. Explain how to find the height of the neutral axis  $x$  in this case, using a figure. (Reference: The neutral axis position  $x$  is about  $190$  mm.)

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s(d - x/3)}$$

- (2) 曲げ引張破壊すると仮定し、以下の式を用いてこの部材が耐えられる終局曲げモーメント (曲げ耐力)  $M_u$  [kNm] を求めよ。Assuming that the member will fail in bending tension, determine the ultimate bending moment (bending capacity)  $M_u$  [kNm] that the member can withstand using the following equation.

$$M_u = f_y A_s \left( d - \frac{\beta x}{2} \right)$$

$\beta = 0.8$ ,  $x = \frac{f_y A_s}{k_1 f'_{ck} \beta b}$  ただし  $k_1 = 0.85$  としよ。

- (3) このときのひずみが降伏ひずみ以上であることを示し、曲げ引張破壊するという仮定を確認せよ。Show that the strain at this point is greater than or equal to the yield strain, confirming the assumption of flexural tensile failure.
- (4) この鉄筋コンクリートのせん断耐力を計算したところ、 $169$  kN であった。この部材を支間  $6$  m の単純梁として用い、支間中央のみに  $150$  kN の荷重を与えた。この時の状況を以下の選択肢より一つ選び、その理由を説明せよ。

- A. 引張主鉄筋が降伏した後、斜めせん断ひび割れが発生して、せん断破壊する。
- B. 引張主鉄筋が降伏した後、圧縮側コンクリートが終局ひずみに達し、曲げ破壊する。
- C. 引張主鉄筋は降伏せず、斜めせん断ひび割れが発生し、せん断破壊する。
- D. 引張主鉄筋は降伏せず、斜めせん断ひび割れも発生しないため、破壊には至っていない。

The shear capacity of this reinforced concrete beam was 169kN. This beam was used as a simple beam with a 6 m span, and a load of 150kN was applied only at the center of the span. Select one of the following states for this situation and explain the reason why you chose it.

- A) After the tensile main bar yields, diagonal shear crack develops, and shear failure occurs.
- B) After the tensile bar yields, the concrete on the compression side reaches the ultimate strain and fails in bending.
- C) The tensile bar does not yield, but diagonal shear crack develops, and shear failure occurs.
- D) The tensile bar does not yield, and diagonal shear crack does not appear, thus failure has not occurred.

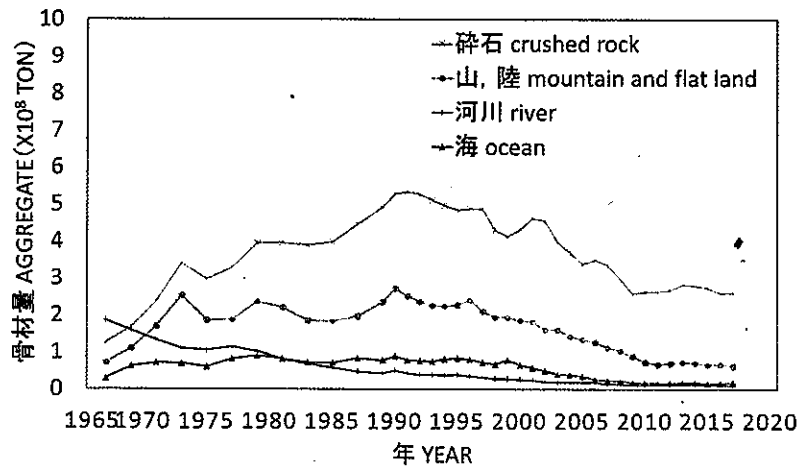
## 大問 1 1 (コンクリート工学) Part 11 (Concrete engineering)

- (1) コンクリートのクリープと乾燥収縮の違いを説明せよ。 Explain the difference between creep and drying shrinkage of concrete.
- (2) コンクリートの凍害が発生するメカニズムを説明せよ。 Explain the mechanism of frost damage to concrete.
- (3) 暑中コンクリートに関する施工上の問題点を上げ、その解決法を述べよ。 List the construction problems related to hot-weather concrete and describe the solutions.
- (4) スランプ試験の方法と評価について、図を用いて説明せよ。 Explain the method and evaluation of the slump test, using hand drawings.
- (4) 下表は普通ポルトランドセメント，早強ポルトランドセメント，中庸熱ポルトランドセメントに含まれる化合物の割合を示したものである。A～C に当てはまるセメント名称を答え、その理由を説明せよ。 The Table shows the percentages of compounds in ordinary Portland cement, early strength Portland cement and moderate heat Portland cement. Answer the type of cement that applies to A, B and C, then explain why you think so.

セメントの化合物の割合 (mass%) mass percentages of compounds in cements

	C <sub>3</sub> S エーライト	C <sub>2</sub> S ビーライト	C <sub>3</sub> A アルミネート相	C <sub>4</sub> AF フェライト相
A	64	11	8	9
B	45	33	3	12
C	52	24	8	8

- (6) 以下のグラフは我が国の骨材供給の推移を現したものである。河川あるいは海からの骨材供給状況に着目して傾向を説明し、その理由について自身の考えを述べよ。 The following graph shows the trend of aggregate supply in Japan. Explain the trend, focusing on the supply of aggregate from rivers or the sea, and give your opinion on the reasons for the trend.



2025年4月／2024年10月入学（夏期募集）  
横浜国立大学大学院 都市イノベーション学府 入学試験解答用紙表紙 博士課程（前期）  
2025 April／2024 October Entrance Examination [Summer Admission],  
Graduate School of Urban Innovation, Yokohama National University  
Master's Program

都市地域社会専攻  
都市地域社会コース（都市基盤系問題）  
国際基盤学コース

博士課程前期 Master's Program	受験番号 Applicant Number

Department of Infrastructure and Urban Society  
(Civil Engineering of Infrastructure and Urban Society Course)  
(International Graduate School for Infrastructure Course(IGSI))

試験科目（学科試験Ⅰ）  
Subject (Professional I)

注 意 事 項

1. 試験開始後、受験番号を上の該当欄と各解答用紙に記入すること。
2. 必要に応じて裏面を使ってもよい。
3. この冊子には解答用紙が7枚ある。

Cautionary Notice

1. Write your applicant number in the cover page of this booklet and in each answer sheet after the examination begins.
2. Use backside if necessary.
3. This booklet contains 7 answer sheets.

	得点 Score
数学 Mathematics	
選択分野 Selected subject	
合計 Total	

数学  
Mathematics

受験番号  
Applicant Number

数学  
Mathematics

受験番号  
Applicant Number

数学  
Mathematics

受験番号  
Applicant Number

専門科目 Specialized subject	選択分野名 Selected subject name		受験番号 Applicant Number	
-----------------------------	--------------------------------	--	--------------------------	--

専門科目 Specialized subject	選択分野名 Selected subject name		受験番号 Applicant Number	
-----------------------------	--------------------------------	--	--------------------------	--

専門科目 Specialized subject	選択分野名 Selected subject name		受験番号 Applicant Number	
-----------------------------	--------------------------------	--	--------------------------	--

専門科目 Specialized subject	選択分野名 Selected subject name		受験番号 Applicant Number	
-----------------------------	--------------------------------	--	--------------------------	--

2024年4月/2024年10月入学（冬期募集）  
横浜国立大学大学院 都市イノベーション学府 入学試験問題表紙 博士課程（前期）  
2024 April/2024 October Entrance Examination [Winter Admission],  
Graduate School of Urban Innovation, Yokohama National University  
Master's Program

都市地域社会専攻  
都市地域社会コース（都市基盤系問題）  
国際基盤学コース

博士課程前期 Master's Program	受験番号 Applicant Number

Department of Infrastructure and Urban Society  
(Civil Engineering of Infrastructure and Urban Society Course)  
(International Graduate School for Infrastructure Course (IGSI))

試験科目（学科試験Ⅰ）  
Subject (Professional I)

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまでこの冊子を開かないこと。
2. 解答には黒鉛筆を使用すること。
3. 解答は、必ず解答用紙に記入すること。
4. 各解答用紙および問題冊子の表紙の該当欄に受験番号を必ず記入すること。
5. この冊子には、数学の大問が1題、および専門科目の大問が10題（構造工学、水工学、地盤工学、土木計画学、コンクリート工学の5分野からそれぞれ2題）ある。
6. この冊子にある数学の大問に解答し、さらに専門科目の大問の中から合計4題を選択し解答すること。
7. 落丁、乱丁あるいは不鮮明な印刷がある場合は申し出て、改めて冊子を受け取ること。
8. 下書きにはこの冊子の余白を使用すること。
9. 問題用紙および解答用紙は持ち帰ってはいけない。
10. 退出は試験開始後70分まで認めない。

Cautionary Notice

1. Do **NOT** open this booklet until the start instruction is given.
2. Use your black pencil to write your answer.
3. Your answer must be written on your answer sheet.
4. Write your applicant number in the cover pages of this booklet and answer sheets.
5. This booklet contains one mathematics part and ten specialized subject parts (two each from the five fields of structural engineering, hydraulic engineering, geotechnical engineering, infrastructure planning and concrete engineering).
6. Answer the questions in mathematics part. And choose four from specialized subject parts and answer the questions.
7. You can ask the instructor to exchange this booklet in case of sheet missing, disorderly binding or unclearly printing.
8. Use the blank sheet of this booklet for draft writings.
9. You may **NOT** take home this booklet and answer sheets.
10. You will **NOT** be allowed to leave the room until 70 minutes have passed from the beginning of the examination.

大問1 (数学)  
Part 1 (Mathematics)

次の問題[1],[2]をすべて解きなさい。

Answer the following questions [1] and [2].

[1]

(1) 微分方程式  $y' = e^x e^y$  の一般解  $y(x)$  を求めよ。

Find the general solution  $y(x)$  for the differential equation,  $y' = e^x e^y$ .

(2) 微分方程式  $y'' - y' - 2y = 9e^{2x}$  の一般解  $y(x)$  を求めよ。

Find the general solution  $y(x)$  for the differential equation,  $y'' - y' - 2y = 9e^{2x}$ .

(3) 次の関数の全微分  $dz$  を求めなさい。

Find the total differential  $dz$  of the following function.

$$z = \frac{x^2 + y^2}{x + y}$$

[2]

(1) 次の行列の逆行列を求めよ。

Find the inverse matrix of the following matrix.

$$\begin{bmatrix} 2 & 1 & 3 \\ 1 & 0 & -1 \\ 2 & 1 & -2 \end{bmatrix}$$

(2) 以下の行列  $A$  を対角化せよ。また  $A$  を対角化する正則行列を求めよ。

Diagonalize the following matrix  $A$ . Also, find the regular matrix that diagonalizes  $A$ .

$$A = \begin{bmatrix} 0 & -1/2 & -3/2 \\ 1 & 3/2 & 3/2 \\ -1 & 1/2 & 1/2 \end{bmatrix}$$

**専門科目**  
**Specialized subjects**

10 題の大問の中から 4 題を選択し解答すること。

- 大問 2, 3 : 構造工学
- 大問 4, 5 : 水工学
- 大問 6, 7 : 地盤工学
- 大問 8, 9 : 土木計画学
- 大問 10, 11 : コンクリート工学

各問題は次ページ以降に記載されている。

Choose four out of ten parts and answer questions in the parts.

- Part 2, 3: Structural engineering
- Part 4, 5: Hydraulics
- Part 6, 7: Geotechnical engineering
- Part 8, 9: Infrastructure planning
- Part 10, 11: Concrete engineering

Questions of each part are written in the following pages.

## 大問 2 (構造工学) Part 2 (Structural engineering)

1. 図 1 に示すように長さ 8 m の単純梁 AB 上に、支間 4 m の単純梁を 2 本置いた構造がある。支間 4 m の梁上を集中荷重 (大きさ 1) が移動する。以下の問いに答えなさい。

Two simple beams of 4m long each are placed on an 8m long simple beam where a unit concentrated load moves on the 4m long beams as shown in Figure 1. Answer the following questions.

- 1) 長さ 8m の梁上の点 P におけるせん断力と曲げモーメントの影響線を求め、図示しなさい。

Calculate the influence line functions about shear force and bending moment at the point P on the 8m long simple beam, and draw those diagrams.

- 2) 次に、図 2 のように長さ 4 m の単純梁を取り除き、長さ 8 m の単純梁上を同じ荷重が移動した時の点 P におけるせん断力と曲げモーメントの影響線を求め、図示しなさい。

After removing the 4m long beams, the unit concentrated load moves on the 8m long beam as shown in Figure 2. Calculate the influence line functions about shear force and bending moment at the point P, and draw those diagrams.

- 3) 1) と 2) の結果を比較し、4 m の単純梁の働きについて述べなさい。

By comparing the results of 1) and 2), explain the function of the 4m long beams.

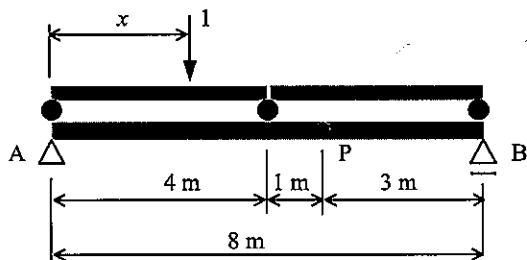


図 1  
Figure 1

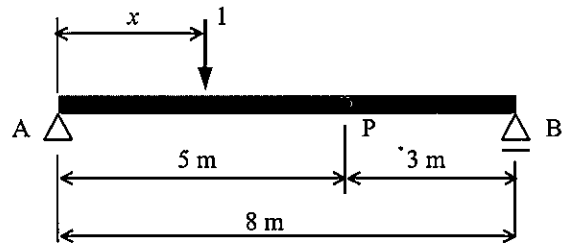


図 2  
Figure 2

2. 次の事項について、それぞれ 100-200 字程度で説明しなさい。

Give explanations with about 50-100 words each for the following items.

- 1) 高力ボルト摩擦接合継手

High strength bolted frictional joint

- 2) 主応力と主せん断応力

Principal stress and principal shearing stress

- 3) 弾性荷重法

Elastic load method

- 4) 仮想仕事の原理

Principle of virtual work

### 大問 3 (構造工学) Part 3 (Structural engineering)

1. 図 1 は圧縮荷重を受ける両端ピン支持の鋼柱の耐荷力を表す図である。以下の問いに答えなさい。

Figure 1 shows the load bearing capacity of a steel column with pin support at both ends subjected to a compression load. Answer the following questions.

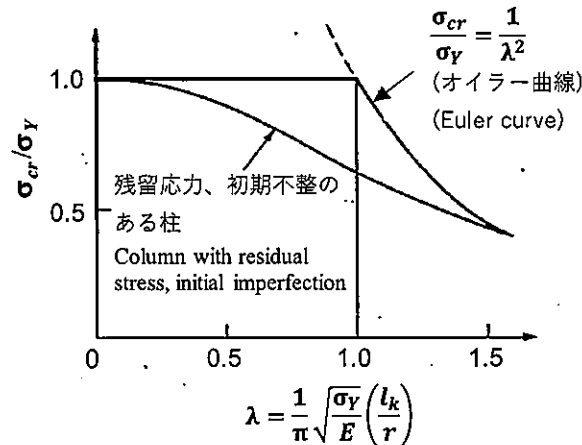


図 1 無次元化表示による鋼柱の耐荷力曲線

Figure 1 Nondimensional load bearing capacity curve of a steel column

- 1) 図 1 の横軸は鋼柱の圧縮耐荷力 (応力度  $\sigma_{cr}$ ) を規定する重要な指標であるが、特に  $(l_k/r)$  のことを何と呼ぶか。ここで、 $\sigma_Y$ 、 $l_k$ 、 $r$  はそれぞれ鋼柱の降伏応力度、長さ、断面二次半径 ( $r = \sqrt{I/A}$ 、ここで、 $I$  は断面二次モーメント、 $A$  は断面積) である。  
 $\lambda$  in Figure 1 is an important parameter which determines the load bearing capacity (stress,  $\sigma_{cr}$ ) of a steel column. What is the quantity  $l_k/r$  called? Note that  $\sigma_Y$ ,  $l_k$  and  $r$  are yield stress, length and radius of gyration of area of a column, respectively where  $r = \sqrt{I/A}$ ,  $I$  is the second moment of area and  $A$  is the sectional area.
- 2) 図 1 のオイラー曲線で示される現象について説明しなさい。また、この現象が鋼柱の降伏応力度  $\sigma_Y$  に依存しないことを示しなさい。  
 Give explanation for the phenomenon shown by the Euler curve in Figure 1. In addition, show that this phenomenon is independent of the yield stress  $\sigma_Y$  of a steel column.
- 3) 図 1 で示される柱の耐荷力は、 $\sigma_{cr}/\sigma_Y = 1$  の直線とオイラー曲線で規定される。 $\lambda = 1$  において耐荷力の支配的な現象が変わることについて説明しなさい。  
 The load bearing capacity of a steel column shown in Figure 1 is determined by the constant value at  $\sigma_{cr}/\sigma_Y = 1$  and the Euler curve. Give explanation that the load bearing capacity of a steel column is divided into two different states at  $\lambda = 1$ .
- 4) 図 1 の残留応力、初期不整のある柱の曲線は、3) での耐荷力線より低くなっている。この理由を説明しなさい。  
 Give explanation for the reason that the load bearing capacity of a steel column with residual stress and initial imperfection is lower than that in 3), as shown in Figure 1.

2. 次の事項について、それぞれ 100-200 字程度で説明しなさい。

Give explanations with 50-100 words each for the following items.

- 1) モード解析法  
Modal analysis method
- 2) 免震構造  
Seismic isolation (base isolated) structure
- 3) 強制振動と自励振動  
Forced vibration and self-excited vibration
- 4) 減衰比と臨界減衰  
Damping ratio and critical damping

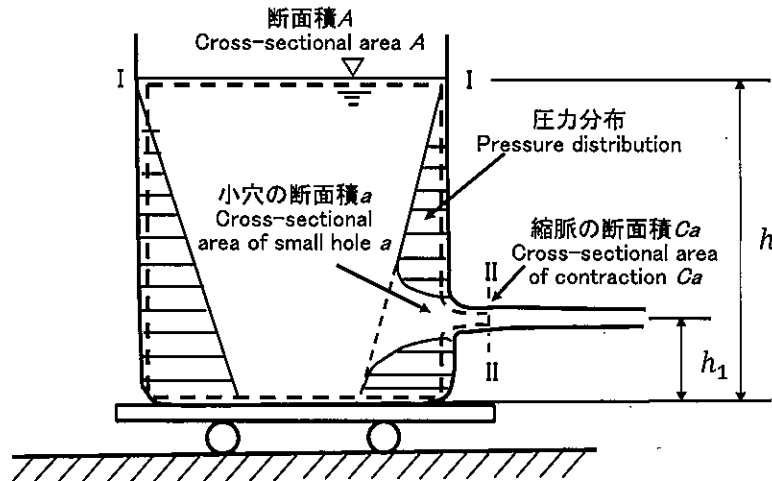
## 大問 4 (水工学) Part 4 (Hydraulics)

以下の設問 1~3 のいずれにも解答すること。必要な記号等は定義して用いること。

Answer the following questions 1, 2, and 3. Necessary symbols etc. should be defined before using them.

1. 図のように、水平な床に、水を満たした水槽を載せた台車が静止している。時刻  $t = 0$  で水槽の側面に断面積  $a$  の小穴を開けたとき、以降の台車の運動を考える。水槽の断面積  $A$ 、水位の初期値および時刻  $t$  後の水位をそれぞれ  $h_0$ 、 $h(t)$ 、小穴の水槽底面からの高さを  $h_1$ 、縮脈係数を  $C$ 、台車と水槽の質量を  $M$  (ただし水の質量を除く)、水の密度  $\rho$  とするとき、以下の問いに答えよ。ただし、床と台車の摩擦は無視でき、台車と水槽は一体として運動するものとし、大気圧は 0 とする。

A truck with a tank filled with water is at rest on a horizontal floor as shown in below figure. Suppose a small hole, whose cross-sectional area of  $a$ , is opened in a side wall of the tank at time  $t = 0$ . Consider the following questions, when the cross-sectional area of the tank is  $A$ , the height of a small hole and the water level measured from the bottom of the tank at the initial and at time  $t$  is  $h_1$ ,  $h_0$ , and  $h(t)$ , respectively, and the contraction coefficient is  $C$ , the mass of the truck and the tank without water is  $M$ , and the density of water is  $\rho$ . Note that friction between the floor and the truck can be negligible and the truck with the tank moves in a unified fashion. Consider the atmospheric pressure to be equal to zero.



- (1) 水槽の断面積  $A$  は小穴の断面積  $a$  よりも十分大きいとして、水面 I と噴出水の水脈が一樣な断面積  $Ca$  をとる断面 II との間にベルヌーイの定理を適用し、式で示せ。その式を変形して水槽の水位が  $h$  のときの噴出水の流速  $v$  を求めよ。

Assuming that the area of a small hole,  $a$ , is much smaller than the water area of the tank,  $A$ , show the Bernoulli's equation, when applied it to a streamline from the surface of the water in a tank I to the cross-section II, where the flow stream is uniform. By using the equation, show also the velocity  $v$  in the cross-section II.

- (2) 水槽の水位が  $h$  のときの流出する水の流量  $Q$  を求めよ。

Show the flow rate,  $Q$ , when the water level of the tank is  $h$ .

(3) 運動量の定理を用い、水槽の水位が $h$ のときに水槽が受ける力 $F$ を求めよ。

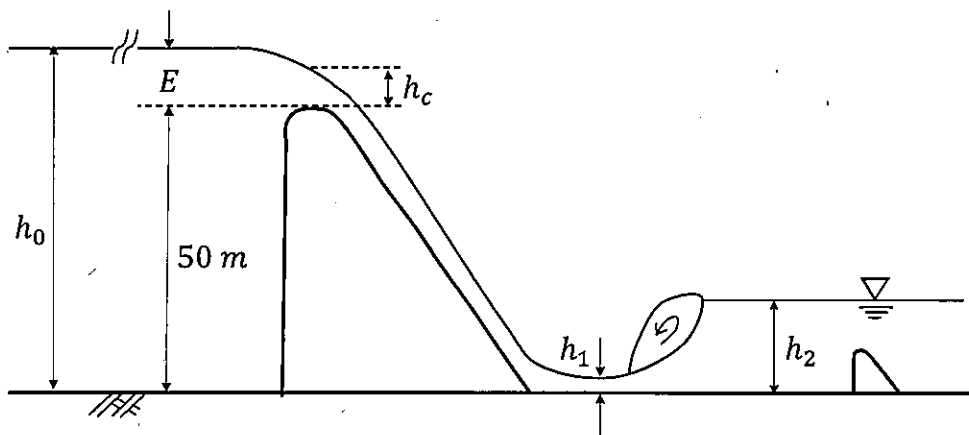
Using the momentum theorem, show the force,  $F$ , acting to a water tank when the water level of the tank is  $h$ .

(4) 時刻 $t$ における台車の位置を $x$ とすると、台車に関する運動方程式を示しなさい。

If the position of the truck at time  $t$  is  $x$ , show the equation of motion for the truck.

2. 下図のように高さ50 mのダムがある。ダムの越流頂において限界水深 $h_c$ が生じている。  
 $h_c = 3$  m として以下の問いに答えなさい。

A dam is 50 m high as shown in the figure below. A critical depth  $h_c$  occurs at the overflow crest of the dam. Assuming  $h_c = 3$  m, answer the following questions.



(1) ダムの越流頂部における単位幅あたりの流量を求めよ。  
 Find the flow rate per unit width at the overflow crest of the dam.

(2) ダム頂を基準として、貯水池内の十分上流域における水深 $h_0$ を求めよ。  
 With the dam crest as a reference, find the water depth  $h_0$  sufficiently upstream in the reservoir.

(3) ダムを流下した後の水平水叩き（たたき）上の水深 $h_1$ を求めよ。ただし、ダムの斜面に沿って流れ下る間、および水叩き上でのエネルギー損失は無視できるものとする。  
 Find the depth of water  $h_1$  above the horizontal slap after flowing down the dam. Here, assume that energy loss during flow down the slope of the dam and over the slap can be neglected.

(4) 水平水叩き上で跳水を生じさせるためには、下流側水深 $h_2$ がいくらであればよいか。また、跳水により失われるエネルギー損失水頭を求めよ。  
 How much water depth  $h_2$  downstream is needed to produce the hydraulic jump on a horizontal water slap? Also, find the head of lost energy due to the hydraulic jump.

3. 以下に示す用語を説明せよ。必要な記号は定義すること。必要に応じて図・数式を利用してもよい。

Explain the following terms. Define the necessary symbols. You can use illustrations and/or equations if necessary.

- (1) 掃流砂 Bed load sediment
- (2) レイノルズ数 Reynolds number

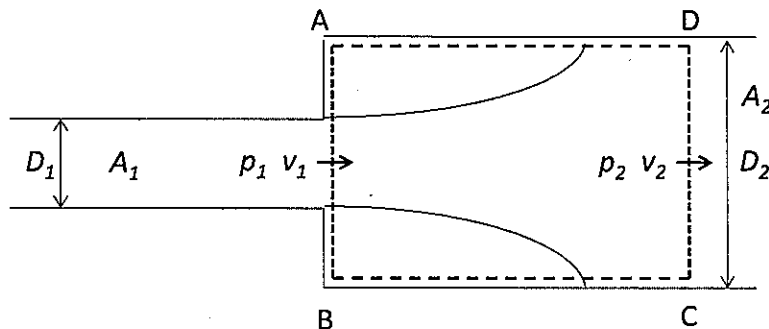
## 大問 5 (水工学) Part 5 (Hydraulics)

以下の設問 1~3 のいずれにも解答すること。必要な記号等は定義して用いること。

Answer the following questions 1, 2, and 3. Necessary symbols etc. should be defined before using them.

1. 図に示すように、直径  $D_1$  (断面積  $A_1$ ) の円管が急に  $D_2$  (断面積  $A_2$ ) に拡大する場合の管路のエネルギー損失を考える。検査面 ABCD において、流れの変化は短い区間で生じるため、せん断力の影響は無視でき、AB 断面では流れは流下方向に生じており、この断面内での圧力は一様で  $p_1$  であるとみなすことができる。簡単のため、管は水平に置かれており、流速は断面内で一様 (エネルギー補正係数  $\alpha = 1.0$ ) であるとして、以下の問いに答えなさい。

Consider energy loss due to flow with sudden enlargement of the cross-section of pipe flow, whose diameter becomes  $D_1$  (Cross-sectional area  $A_1$ ) to  $D_2$  (Cross-sectional area  $A_2$ ) as shown below. Consider a control volume of ABCD, in which flow change takes place within a short distance so that frictional energy loss is negligible. The flow at the cross-section of AB is parallel to the flow direction, and pressure  $p_1$  is uniform there. For simplicity, assume that the pipe is placed horizontally, and the velocity is uniform within the cross-section (energy correction factor  $\alpha = 1.0$ ). Answer the following questions.



- (1) 破線で示した検査面 ABCD において、連続の式、運動量の原理、損失を考慮したベルヌーイの式を適用しなさい。ただし、急拡大損失水頭は  $h_{se}$  とする。

Apply the equation of continuity, momentum conservation law, and the energy conservation law to a control volume of ABCD. Note that the head loss of sudden enlargement is expressed as  $h_{se}$ .

- (2) 急拡大損失水頭  $h_{se}$  は、細い方の断面での速度水頭と急拡大損失係数  $\zeta_{se}$  を用いると、どのように書けるか。

Show the  $h_{se}$  in term of the velocity head in a smaller pipe and the sudden enlargement loss coefficient,  $\zeta_{se}$ .

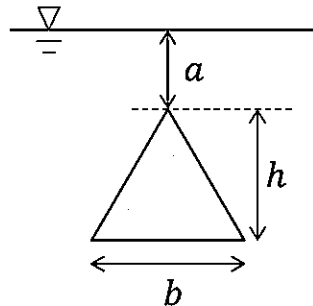
(3) 急膨損失係数  $\zeta_{se}$  は、管路の前後の断面積の比のみで表されることを導きなさい。  
 Show the coefficient  $\zeta_{se}$  as a function of a ratio of the cross-sectional area of a pipe, just before and after the sudden enlargement.

(4) 流れが図の左向きに流れるとき、急縮流となる。管の細い断面で流れは剥離・収縮し、縮脈部での流れの断面は小さくなる。エネルギー損失はこの縮脈部から下流部の流れが拡大する部分で生じる性質を利用し、急縮損失係数を理論的に導く手法を説明しなさい。

Consider a sudden contraction flow directed from the right to the left of the figure. In the flow section of a smaller pipe just below the section AB, flow separates, and contraction occurs. Then the flow again becomes enlarged downstream. Considering the fact that energy dissipation occurs in the flow enlargement zone downstream of the contraction, explain how the contraction energy head loss can be derived theoretically.

2. 図のように、三角形の板（幅  $b$ 、高さ  $h$ ）が水中で鉛直に置かれている。このとき、三角形の面に作用する全水圧（紙面に垂直な向き）、およびその作用点の水深を求めよ。ただし、水の密度  $\rho$  は、重力加速度は  $g$  とする。

As shown in the figure below, a triangular plate (width  $b$ , height  $h$ ) is placed vertically in water. Find the total water pressure (in the direction perpendicular to the surface of the paper) acting on one side of the plate and the depth of the water at the point of action. Let  $\rho$  be the density of water and  $g$  be the acceleration of gravity.



3. 以下に示す用語を説明せよ。必要な記号は定義すること。必要に応じて図・数式を利用してよい。

Explain the following terms. Define the necessary symbols. You can use illustrations and/or equations if necessary.

- (1) アルキメデスの原理 Archimedes' principle
- (2) 密度流 Density flow

**大問 6 (地盤工学)**  
**Part 6 (Geotechnical engineering)**

[1] 以下の語句を説明せよ。必要に応じて図・数式を利用してもよい。  
Explain the following terms. You can use illustrations and/or equations if necessary.

- (1) 群杭効果  
Group-pile effect.
- (2) クイッククレイ  
Quick clay.

[2] 有効拘束圧  $\sigma'_c = 90$  kPa、背圧  $u = 0$  kPa で等方圧密した飽和した粘性土の供試体に対して三軸圧縮試験 ( $\overline{\text{CU}}$ ) を行った。その結果、軸差応力  $q_f = 60$  kPa、過剰間隙水圧  $\Delta u_f = 60$  kPa で破壊した。セル圧は一定とする。また、この土の粘着力はゼロ ( $c' = 0$  kPa) と仮定する。この時、以下の問いに答えよ。

A triaxial compression test ( $\overline{\text{CU}}$ ) was conducted on a specimen of saturated clayey soil that had been isotropically consolidated under an effective confining pressure ( $\sigma'_c$ ) of 90 kPa and back pressure ( $u$ ) of 0 kPa. The results showed failure at deviatoric stress ( $q_f$ ) of 60 kPa and an excess pore water pressure ( $\Delta u_f$ ) of 60 kPa, with the cell pressure remaining constant. Cohesion of the soil is assumed to be zero ( $c' = 0$  kPa). Answer the following questions based on this scenario.

- (1)  $\overline{\text{CU}}$  の意味を説明せよ。  
Explain the meaning of  $\overline{\text{CU}}$ .
- (2) 破壊時のモールの応力円を全応力表示 (実線) と有効応力表示 (破線) で図示せよ。  
Illustrate Mohr's stress circles at failure using total stress (solid line) and effective stress (dashed line).
- (3) せん断抵抗角  $\phi'$  を求めよ。  
Calculate the angle of shear resistance ( $\phi'$ ).
- (4) 同じ供試体を同じ有効拘束圧で圧密した後、セル圧一定で三軸圧縮試験 (CD) を行った。破壊時の軸差応力  $q_f$  を求めよ。  
Calculate the deviatoric stress  $q_f$  at the point of failure when conducting triaxial compression tests (CD) with cell pressure maintained constant at the same effective confining pressure for the same specimen.

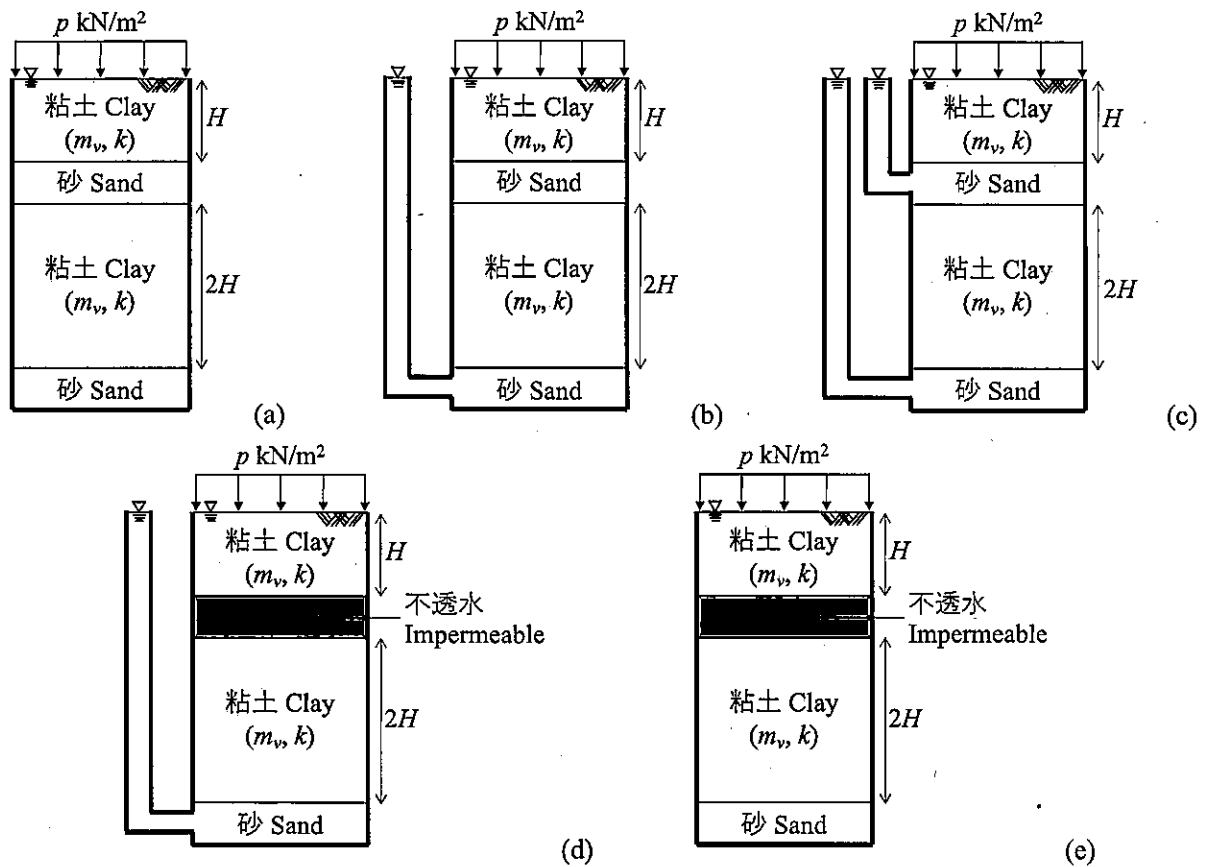
# 大問 7 (地盤工学) Part 7 (Geotechnical engineering)

[1] 以下の語句を説明せよ。必要に応じて図・数式を利用してよい。  
Explain the following terms. You can use illustrations and/or equations if necessary.

- (1) コンシステンシー  
Consistency.
- (2) ランキンの土圧理論  
Rankine's earth pressure theory.

[2] 地表に  $p \text{ kN/m}^2$  を受けた地盤(a)~(e)の一次元圧密現象について答えなさい。砂層と不透水層は変形しないものとする。また、地表面および砂層に接続したスタンドパイプは排水条件とする。水の単位体積重量は  $\gamma_w \text{ kN/m}^3$  とする。粘土層の透水係数は  $k \text{ m/day}$ 、体積圧縮係数は  $m_v \text{ m}^2/\text{kN}$  であり、層厚は図中に与えているように  $H \text{ m}$  および  $2H \text{ m}$  である。

Answer the following questions regarding a one-dimensional consolidation phenomenon of grounds from (a) to (e), provided that sand and impermeable layers do not exhibit deformation. Drained condition is imposed at the ground surface and standpipes connected to sand layers. The unit weight of the water is  $\gamma_w \text{ kN/m}^3$ . Permeability, coefficients  $k \text{ m/day}$ , volume compressibility  $m_v \text{ m}^2/\text{kN}$ , and heights of clay layers are  $H \text{ m}$  or  $2H \text{ m}$  as given in the following figures.



- (1) 地盤(a)~(e)に圧密応力  $p \text{ (kN/m}^2)$  を作用させた場合の最終沈下量  $S_f$  をそれぞれ求めよ。  
Obtain the final settlements  $S_f$  for grounds (a) through (e) reached under consolidation pressure of  $p \text{ (kN/m}^2)$
- (2) 90%圧密に対応する圧密時間係数を  $T_{v90}$  とする。(a)~(e)の上層、下層の粘土層が90%圧密に到達するのに要する時間  $t_{90}$  はそれぞれどうなるか答えよ。  
The time factor for 90 percent consolidation is denoted by  $T_{v90}$ . Answer  $T_{v90}$  for upper and lower clay layers of the grounds (a) through (e), respectively.

**大問 8 (土木計画学)**  
**Part 8 (Infrastructure planning)**

以下の3問の全てを解答せよ。 Answer all the questions from 1 to 3.

1. 以下の表に示すような、変数  $X$  と  $Y$  で表現される5組のデータがある。  $Y$  を  $X$  で線形回帰した式と、回帰式の決定係数(小数点以下第2位まで)を求めよ。

Given the data shown in the table, find the linear regression equation of  $Y$  explained by  $X$ . Then, calculate the coefficient of determination of the regression equation (to the second decimal place).

X	-2	-1	0	1	2
Y	2	2	2	1	1

2. 以下の用語について、数行で説明せよ。 Explain the following words in a few lines.

(1) 時間交通量順位図 Ranked hourly traffic volume diagram

(2) プロジェクト評価における交通コスト法 Travel cost method in project evaluation

3. 以下の問いに答えよ。 Answer the following questions.

ある自動車専用道路に速度 50[km/h]、平均車頭距離 40[m]の一樣な交通流が走行している。この道路で故障車が発生したため、その地点の交通容量は 750[台/h]となり、車両の通過速度は 10[km/h]となった。この故障車が発生してから1時間後の渋滞長を求めなさい。

There is a motorway where vehicles arrive uniformly from the upstream in the speed of 50 [km/h] and in the space headway of 40 [m]. A breakdown vehicle appeared on this motorway, then the motorway capacity at this location dropped to 750 [veh/h] and the flow speed became 10 [km/h].

Obtain the length of the queue one hour later.

**大問 9 (土木計画学)**  
**Part 9 (Infrastructure planning)**

以下の2問の全てを解答せよ。 Answer all the questions from 1 to 2.

1. 以下の用語について、数行で説明せよ。 Explain the following words in a few lines.

- (1) 近隣住区論 Concept of a neighborhood unit
- (2) 全国総合開発計画 Comprehensive national development plan
- (3) 発生・集中交通量の推計における原単位法 Trip-rate model in trip generation modeling

2. 以下の問いに答えよ。 Answer the following questions.

- (1) アメリカにおいて多く用いられている TIF (Tax Increment Financing)の仕組みを説明せよ。

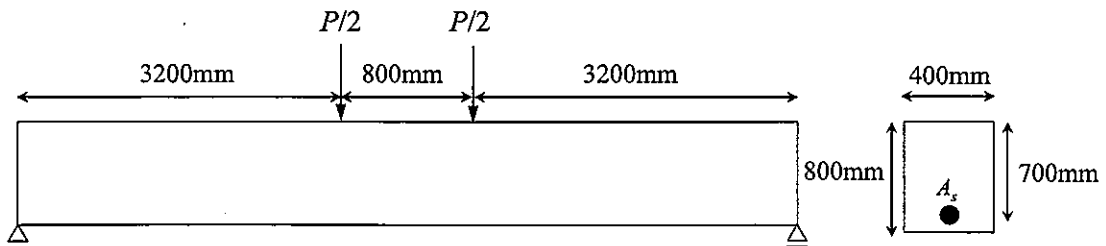
Explain the TIF (Tax Increment Financing) mechanism, which is widely used in the United States.

- (2) 2007年施行の地域公共交通活性化再生法以降の地域公共交通計画制度の特徴を自治体の役割に着目して説明せよ。

Explain the characteristics of the local public transportation planning system in Japan since the enforcement of the Act on Revitalization and Rehabilitation of Local Public Transportation Systems in 2007, focusing on the role of local governments.

## 大問 10 (コンクリート工学) Part 10 (Concrete engineering)

図に示す、スパン中央部分に対称 2 点集中荷重を受ける RC はりを考える。断面形状は図に示す通りである。コンクリートの圧縮強度  $f_c' = 30\text{N/mm}^2$ 、曲げひび割れ強度  $f_b = 2.8\text{N/mm}^2$ 、コンクリートのヤング係数  $E_c = 25\text{kN/mm}^2$ 、鉄筋の降伏強度  $f_y = 400\text{N/mm}^2$ 、鉄筋のヤング係数  $E_s = 200\text{kN/mm}^2$ 、 $A_s = 3000\text{mm}^2$ 、コンクリートの破壊ひずみ  $\varepsilon_{cu}' = 0.0035$  とする。計算に必要な仮定は各自で適宜設定し、その他の記号は必要に応じて適宜定義して用いること。



Concerning the singly reinforced rectangular beam subjected to positive moment with two points concentrated load shown in the figure, answer the following questions. Compressive strength of concrete  $f_c' = 30\text{N/mm}^2$ , bending strength of concrete  $f_b = 2.8\text{N/mm}^2$ , Young's modulus of concrete  $E_c = 25\text{kN/mm}^2$ , Yielding strength of re-bar  $f_y = 400\text{N/mm}^2$ , Young's modulus of re-bar  $E_s = 200\text{kN/mm}^2$ ,  $A_s = 3000\text{mm}^2$ , and the failure strain of concrete in compression is 0.0035. Set appropriate assumptions for calculation, if necessary. Other necessary symbols can be used with appropriate definition.

- (1) 初めて曲げひび割れが生じる際の荷重を求めよ。  
Obtain the load  $P$  when first bending crack is generated.
- (2) 曲げひび割れが発生した後、鉄筋が降伏するときの荷重を計算せよ。鉄筋が降伏する断面のひずみ分布と応力分布を図示せよ。ただし、圧縮を受けるコンクリートを弾性体としてよい。  
Obtain the load  $P$  when re-bar is yielded. Show the distributions of strain and stress in the section where re-bar is yielded. You can assume concrete in compression as elastic material.
- (3) 断面が曲げ破壊する際の荷重を求めよ。破壊する断面のひずみ分布と応力分布を図示せよ。  
Obtain the load  $P$  when the section fails in flexure. Show the distributions of strain and stress in the failure section.

## 大問 1 1 (コンクリート工学) Part 11 (Concrete engineering)

次の事柄について説明せよ。適宜、説明のために図を用いよ。

Explain the following matters. You can use appropriate figures for explanation if necessary.

- (1) コンクリート構造物の塩害に対する抵抗性を向上させるための方策  
Measures to improve the resistance of concrete structures against chloride induced corrosion
- (2) 高炉スラグ微粉末とは何か。また、それが硬化コンクリートに及ぼす影響について述べよ。  
What is ground granulated blast-furnace slag? Explain its effect on hardened concrete.
- (3) コンクリートのブリーディングとは何か。ブリーディングがコンクリート構造物の耐久性に及ぼす影響について述べよ。  
What is bleeding of concrete? Explain its effect on durability of concrete structures.
- (4) コンクリートのクリープがコンクリート構造物の挙動に及ぼす重大な影響について述べよ。  
Explain significant effects of creep of concrete on the behavior of concrete structures.
- (5) RC 柱の帯鉄筋の役割について述べよ。  
Explain the roles of hoop reinforcement in RC columns.
- (6) RC 部材に乾燥収縮が生じるとなぜひび割れが発生するのか説明せよ。  
Explain why cracking occurs when drying shrinkage is generated in RC members.

2024年4月/2024年10月入学(冬期募集)  
横浜国立大学大学院 都市イノベーション学府 入学試験解答用紙表紙 博士課程(前期)  
2024 April/2024 October Entrance Examination [Winter Admission],  
Graduate School of Urban Innovation, Yokohama National University  
Master's Program

都市地域社会専攻  
都市地域社会コース(都市基盤系問題)  
国際基盤学コース

博士課程前期 Master's Program	受験番号 Applicant Number

Department of Infrastructure and Urban Society  
(Civil Engineering of Infrastructure and Urban Society Course)  
(International Graduate School for Infrastructure Course (IGSI))

試験科目(学科試験Ⅰ)  
Subject (Professional I)

注 意 事 項

1. 試験開始後、受験番号を上の該当欄と各解答用紙に記入すること。
2. 必要に応じて裏面を使ってもよい。
3. この冊子には解答用紙が7枚ある。

Cautionary Notice

1. Write your applicant number in the cover page of this booklet and in each answer sheet after the examination begins.
2. Use backside if necessary.
3. This booklet contains 7 answer sheets.

	得点 Score ^
数学 Mathematics	
選択分野 Selected subject	
合計 Total	

数学 Mathematics	大問番号 Selected Part Number	1	受験番号 Applicant Number	
-------------------	------------------------------	---	--------------------------	--

数学 Mathematics	大問番号 Selected Part Number	1	受験番号 Applicant Number	
-------------------	------------------------------	---	--------------------------	--

数学 Mathematics	大問番号 Selected Part Number	1	受験番号 Applicant Number	
-------------------	------------------------------	---	--------------------------	--

専門科目 Specialized Subject	大問番号 Selected Part Number		受験番号 Applicant Number	
-----------------------------	------------------------------	--	--------------------------	--

専門科目 Specialized Subject	大問番号 Selected Part Number		受験番号 Applicant Number	
-----------------------------	------------------------------	--	--------------------------	--

専門科目 Specialized Subject	大問番号 Selected Part Number		受験番号 Applicant Number	
-----------------------------	------------------------------	--	--------------------------	--

専門科目 Specialized Subject	大問番号 Selected Part Number		受験番号 Applicant Number	
-----------------------------	------------------------------	--	--------------------------	--

2024年4月/2023年10月入学(夏期募集)  
横浜国立大学大学院 都市イノベーション学府 入学試験問題表紙 博士課程(前期)  
2024 April/2023 October Entrance Examination [Summer Admission],  
Graduate School of Urban Innovation, Yokohama National University  
Master's Program

都市地域社会専攻  
都市地域社会コース(都市基盤系問題)  
国際基盤学コース

博士課程前期 Master's Program	受験番号 Applicant Number

Department of Infrastructure and Urban Society  
(Civil Engineering of Infrastructure and Urban Society Course)  
(International Graduate School for Infrastructure Course(IGSI))

試験科目(学科試験I)  
Subject(Professional I)

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまでこの冊子を開かないこと。
2. 解答には黒鉛筆を使用すること。
3. 解答は、必ず解答用紙に記入すること。
4. 各解答用紙および問題冊子の表紙の該当欄に受験番号を必ず記入すること。
5. 数学の大問が1題、および専門科目の大問が10題(構造工学、水工学、地盤工学、土木計画学、コンクリート工学の5分野からそれぞれ2題)ある。
6. この冊子にある数学の大問に解答し、さらに専門科目の大問の中から合計4題を選択し解答すること。
7. 落丁、乱丁あるいは不鮮明な印刷がある場合は申し出て、改めて冊子を受け取ること。
8. 下書きにはこの冊子の余白を使用すること。
9. 問題用紙および解答用紙は持ち帰ってはいけない。
10. 退出は試験開始後70分まで認めない。

Cautionary Notice

1. Do **NOT** open this booklet until the start instruction is given.
2. Use your black pencil to write your answer.
3. Your answer must be written on your answer sheet.
4. Write your applicant number in the cover pages of this booklet and answer sheets.
5. This booklet contains one mathematics part and ten specialized subject parts (two each from the five fields of structural engineering, hydraulic engineering, geotechnical engineering, infrastructure planning and concrete engineering).
6. Answer the questions in mathematics part. And choose four from specialized subject parts and answer the questions.
7. You can ask the instructor to exchange this booklet in case of sheet missing, disorderly binding or unclearly printing.
8. Use the blank sheet of this booklet for draft writings.
9. You may **NOT** take home this booklet and answer sheets.
10. You will **NOT** be allowed to leave the room until 70 minutes have passed from the beginning of the examination.

大問 1 (数学)  
Part 1 (Mathematics)

次の問題[1],[2]をすべて解きなさい。  
Answer the following questions [1] and [2].

[1]

(1) 微分方程式  $y' + 2xy = e^{-x^2}$  の一般解  $y(x)$  を求めよ。

Find the general solution  $y(x)$  for the differential equation,  $y' + 2xy = e^{-x^2}$ .

(2) 微分方程式  $y'' - 4y' + 3y = \cos x$  の一般解  $y(x)$  を求めよ。

Find the general solution  $y(x)$  for the differential equation,  
 $y'' - 4y' + 3y = \cos x$ .

[2]

(1) 以下の行列が正則かどうか調べ、正則ならば逆行列を求めよ。

Examine whether each of the following matrices is regular or not. If it is regular, then calculate the inverse matrix.

$$(a) \begin{bmatrix} 2 & 3 & -1 \\ -1 & 2 & 1 \\ 3 & -1 & -2 \end{bmatrix} \quad (b) \begin{bmatrix} 2 & 3 & -1 \\ -1 & 2 & 1 \\ 3 & 1 & -2 \end{bmatrix}$$

(2) 以下の行列  $A$  について対角化可能か調べ、対角化可能なら  $P^{-1}AP = D$  となる正則行列  $P$  と対角行列  $D$  を求めよ。

Examine the possibility of diagonalization of the following matrix  $A$ . If it is possible, find a regular matrix  $P$  and a diagonal matrix  $D$  such that  $P^{-1}AP = D$ .

$$A = \begin{bmatrix} 2 & -1 & 4 \\ -1 & 2 & 5 \\ 2 & -2 & 6 \end{bmatrix}$$

専門科目  
Specialized subjects

10 題の大問の中から 2 題を選択し解答すること。

- 大問 2, 3 : 構造工学
- 大問 4, 5 : 水工学
- 大問 6, 7 : 地盤工学
- 大問 8, 9 : 土木計画学
- 大問 10, 11 : コンクリート工学

各問題は次ページ以降に記載されている。

Choose two out of ten parts and answer questions in the parts.

- Part 2, 3: Structural engineering
- Part 4, 5: Hydraulics
- Part 6, 7: Geotechnical engineering
- Part 8, 9: Infrastructure planning
- Part 10, 11: Concrete engineering

Questions of each part are written in the following pages.

大問 2 (構造工学)  
Part 2 (Structural Engineering)

1. 図 1 に示すワーレントラスに関して次の問いに答えなさい。部材力は引張を正とする。  
Answer the following questions about a Warren truss shown in Fig.1. For the sectional force of each member, tension is considered as positive.

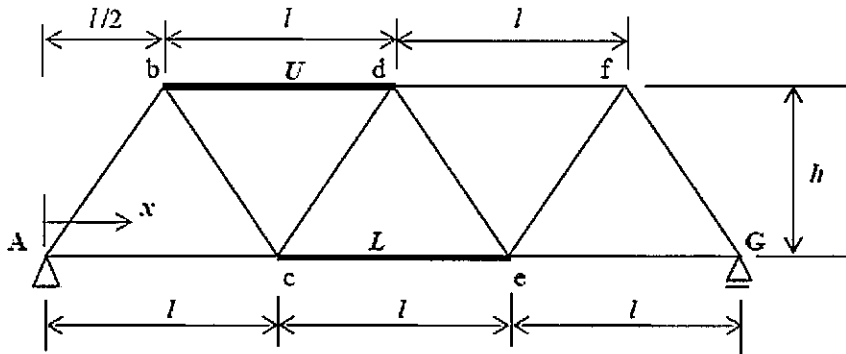


図 1 ワーレントラス  
Fig.1 Warren truss

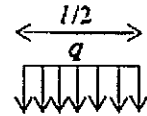


図 2 等分布荷重  
Fig. 2 Uniform load

- 1) 上弦材 b-d の部材力  $U$  および下弦材 c-e の部材力  $L$  の影響線関数を求め、図示しなさい。  
Calculate an influence line function of the sectional force of the upper chord b-d ( $U$ ) and the lower chord c-e ( $L$ ), and draw those influence line functions.
- 2) 図 2 に示す長さ  $l/2$ 、荷重強度  $q$  の等分荷重が点 A から G に向かって移動しながら間接荷重として下弦材に作用するとき、部材力  $L$  の最大値を求めなさい。  
When a uniform load with the intensity of  $q$  and its length of  $l/2$  shown in Fig 2 moves from point A to point G and acts on the lower chords through the truss joints, calculate the maximum sectional force of the lower chord ( $L$ ).

2. 次の事項について、それぞれ 100-200 字程度で説明しなさい。  
Give explanations with 50-100 words each for the following items.

- 1) 鋼材の防食方法 (2つ以上)  
Corrosion protection methods of steel members (more than 2 items)
- 2) 高力ボルト摩擦接合  
High-tension bolt friction joint
- 3) 主応力と主せん断応力  
Principal stress and principal shearing stress
- 4) 鋼構造物の特徴 (長所と短所)  
Strong points and weak points of steel structures

### 大問 3 (構造工学) Part 3 (Structural Engineering)

1. 自由減衰振動をする構造物の振動変位が図1のようになった。以下の問いに答えなさい。

Vibration response of a structure under damped free vibration is shown in Fig. 1. Answer the following questions.

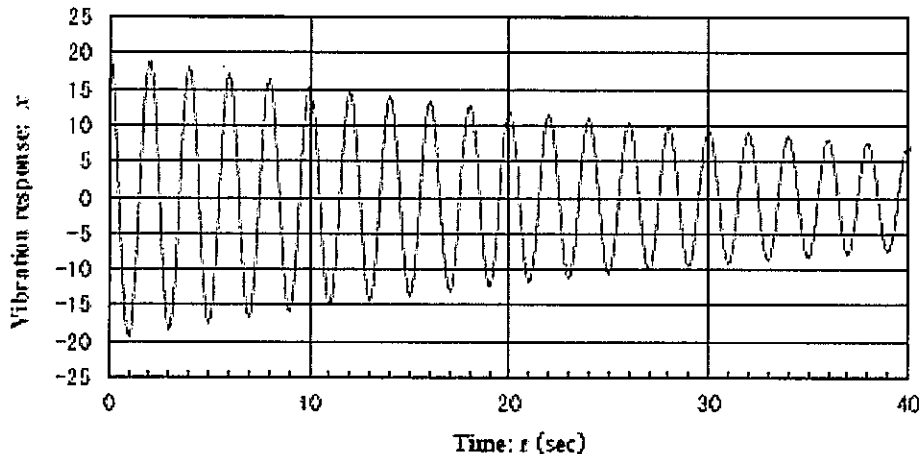


図 1 減衰振動波形

Fig. 1 Damped vibration response

1) 減衰自由振動変位  $x$  が、 $x = A e^{-h\omega_0 t} \cos \omega_d t$  で表されるとき、この系の固有振動数、減衰定数 (あるいは対数減衰率) を求めなさい。計算には表 1 の自然対数の値を参考にしてよい。ここで、 $A$  は初期振幅、 $h$  は減衰定数、 $t$  は時間、 $\omega_0$ 、 $\omega_d$  はそれぞれ非減衰振動時、減衰振動時の固有円振動数である。

When damped vibration response  $x$  is expressed by  $x = A e^{-h\omega_0 t} \cos \omega_d t$ , calculate the natural frequency and the damping ratio (or logarithmic decrement). Natural logarithm values in the Table 1 can be used for the calculation. Note that  $A$  is the initial amplitude,  $h$  is the damping ratio,  $t$  is the time,  $\omega_0$  and  $\omega_d$  are natural circular frequencies under undamped and damped vibration, respectively.

2) 構造物の減衰が、1) で求めた値よりも大きいとき、図 1 に示す振動の振幅、周期はどのように変化するかを答えなさい。

Answer how the vibration amplitude and the vibration period shown in Fig. 1 change if the damping of the system becomes larger than that of 1).

表 1 自然対数の値

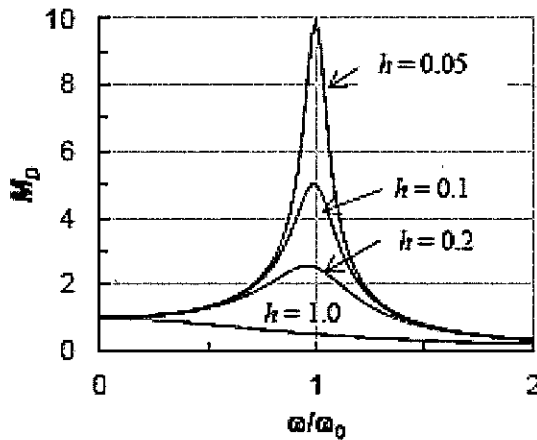
Table 1 Values of natural log

$x$	$\ln(x)$	$x$	$\ln(x)$	$x$	$\ln(x)$	$x$	$\ln(x)$
1	0	1.7	0.531	2.4	0.875	3.1	1.131
1.1	0.095	1.8	0.588	2.5	0.916	3.2	1.163
1.2	0.182	1.9	0.642	2.6	0.956	3.3	1.194
1.3	0.262	2	0.693	2.7	0.993	3.4	1.224
1.4	0.336	2.1	0.742	2.8	1.030	3.5	1.253
1.5	0.405	2.2	0.788	2.9	1.065	3.6	1.281
1.6	0.470	2.3	0.833	3	1.099	3.7	1.308

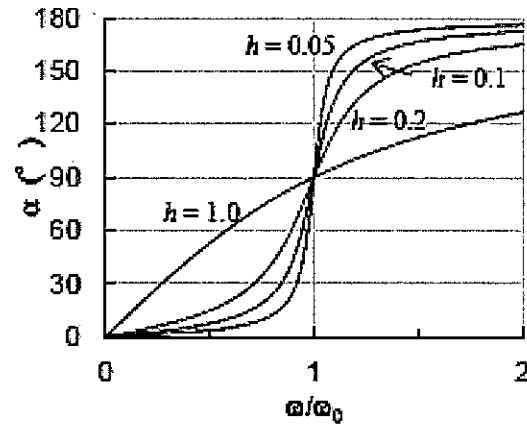
2. 調和外力  $P_0 \cdot \cos \omega t$  を受ける 1 自由度強制振動の振動変位  $x$  は、次式のように表される。このとき、振動振幅と  $P_0$  による静的変位との比である動的応答倍率  $M_D$  と、振動変位と外力との位相差  $\alpha$  は図 2 のように表される。ここで、 $\omega_0$  は固有円振動数、 $m$  は構造物の質量、 $h$  は減衰定数である。これらの図からわかることを 4 つあげて簡単に説明しなさい。

Vibration displacement  $x$  of a one-degree-of-freedom forced vibration system subjected to a harmonic external force ( $P_0 \cdot \cos \omega t$ ) is expressed below. The dynamic amplification factor  $M_D$ , which is the ratio between the vibration amplitude and the static displacement by  $P_0$ , and the phase difference  $\alpha$  between the vibration displacement and the external force are shown in Figures 2 (1) and (2), respectively.  $\omega_0$  is the natural circular frequency,  $m$  is the mass and  $h$  is the damping ratio. Explain four distinctive points that can be understood from these figures.

$$x = \frac{P_0}{m\omega_0^2} \frac{1}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2\right]^2 + \left(2h\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}} \cos(\omega t - \alpha)$$



(1) 振動数比  $\omega/\omega_0$  と動的応答倍率  $M_D$   
Frequency ratio  $\omega/\omega_0$  and dynamic amplification factor  $M_D$



(2) 振動数比  $\omega/\omega_0$  と位相差  $\alpha$   
Frequency ratio  $\omega/\omega_0$  and phase difference  $\alpha$

図 2 強制振動における動的応答倍率と位相差

Fig. 2 Dynamic amplification factor and phase difference in forced vibration

3. 次の振動に関する事項について、それぞれ 50~100 字程度で説明しなさい。

Give explanations with about 30-50 words each for the following items related to vibration theory.

(1) モード解析法

Modal analysis method

(2) 免震構造

Seismic isolation (base isolated) structure

(3) 自励振動

Self-excited vibration

大問 4 (水工学)  
Part 4 (Hydraulics)

以下の設問 1~3 のいずれにも解答すること。必要な記号等は定義して用いること。  
Answer the following questions 1, 2, and 3. Necessary symbols etc. should be defined before using them.

1. 水平に置かれた細い円管に水が層流状態で流れている。定常状態を考え、流下方向に  $x$  軸を、管の中心から半径方向に  $r$  軸をとる。図-1 のような環状の流体部分にかかる圧力  $p$  とせん断応力  $\tau$  の力の釣り合いから、ニュートン流体における  $\tau = \mu du/dr$  の性質を利用すると式(1)が成り立つことを示せ。ただし、 $u$  は  $x$  方向流速、 $\mu$  は粘性係数である。Water is flowing in a laminar flow in a thin circular pipe placed horizontally. Considering steady-state conditions, the  $x$ -axis is taken in the direction of flow and the  $r$ -axis in the radial direction from the center of the pipe. From the force balance between the pressure  $p$  and the shear stress  $\tau$  applied to the annular fluid portion as shown in the figure 1, show that equation (1) holds when the property  $\tau = \mu du/dr$  in a Newtonian fluid is used. where  $u$  is the flow velocity in the  $x$ -direction and  $\mu$  is the viscosity coefficient.

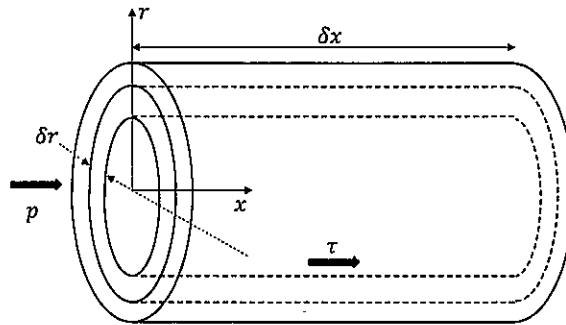


図-1

$$-r \frac{dp}{dx} + \mu \frac{d}{dr} \left( r \frac{du}{dr} \right) = 0 \quad (1)$$

2. 図-2のように、流速 $v = 20$  [m/s]で、流量 $Q = 0.4$  [m<sup>3</sup>/s]、密度 $\rho = 1000$  [kg/m<sup>3</sup>]の噴流が、平板に垂直に衝突し、水平2方向に分岐して流れている。平板は固定されているものとし、エネルギー損失および平板上の摩擦がなく、噴流は同一水平面上にあるものとして以下の問いに答えよ。 As shown in Figure 2, a jet with velocity  $v = 20$  [m/s], flow rate  $Q = 0.4$  [m<sup>3</sup>/s], and density  $\rho = 1000$  [kg/m<sup>3</sup>] is impacting a flat plate vertically and is branching in two horizontal directions. If the flat plate is fixed, there is no energy loss and no friction on the plate, and the jets are on the same horizontal plane, answer the following questions.

(1) 水流が平板に及ぼす力 $R$ を求めよ。 Find the force  $R$  exerted by the water flow on the flat plate.

- (2) 次に、図-2の噴流の状態から平板の角度を図-3のように変更した。ここで、 $\theta = 60^\circ$ であるとき、水流が平板に及ぼす力 $R$ と、上下方向に流れるそれぞれの流量 $Q_1$ 、 $Q_2$ を求めよ。 Next, the angle of the flat plate is changed from the jet flow condition shown in Figure 2 to that shown in Figure 3. Find the force  $R$  exerted by the water flow on the flat plate and the respective discharge  $Q_1$  and  $Q_2$  in the vertical direction when  $\theta = 60^\circ$ .

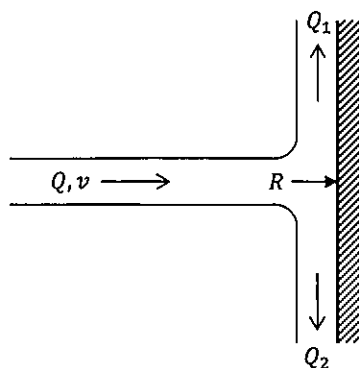


図-2

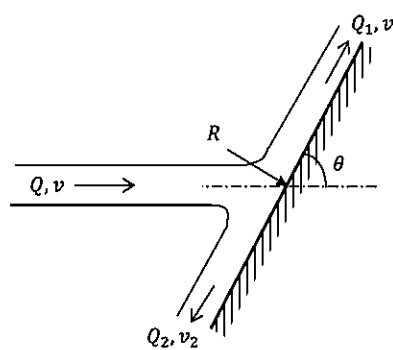


図-3

3. 東京湾のような富栄養化した沿岸海域における代表的な水質悪化現象に、赤潮、貧酸素水塊の形成、青潮が挙げられる。それぞれどのような現象であるかを簡潔に説明すると共に、それらが互いに関連していることを説明せよ。また、このような富栄養化対策として有効な対策を2つ挙げよ。

The red tide, oxygen depletion, and the blue tide formation are the typical examples of water deterioration phenomena that are often observed in eutrophic coastal waters such as Tokyo Bay. Explain characteristics of each phenomenon briefly and show that these are interrelated with each other. Additionally, explain two representative countermeasures for the phenomena.

## 大問 5 (水工学) Part 5 (Hydraulics)

以下の設問 1~3 のいずれにも解答すること。必要な記号等は定義して用いること。  
Answer the following questions 1, 2, and 3. Necessary symbols etc. should be defined before using them.

1. 図-1 に示すような 2 つの貯水池を結ぶサイフォン (円管水路) がある。最大の流量  $Q_{\max}$  を得るには水位差  $\Delta H$  をいくらにとればよいか。また、そのときの最大の流量  $Q_{\max}$  を求めよ。それぞれ有効数字 2 桁で答えよ。ただし、内径  $D = 30$  [cm]、 $AB$  間の距離  $l_{AB} = 15$  [m]、 $BC$  間の距離  $l_{BC} = 35$  [m]、管路の摩擦損失係数  $f = 0.026$ 、入口損失係数  $K_e = 0.2$ 、曲がりの損失係数  $K_b = 0.3$ 、出口損失係数  $K_o = 1.1$ 、エネルギー補正係数  $\alpha = 1.1$ 、最小の圧力水頭  $(p/\rho g)_{\min} = -9$  [m]、重力加速度  $g = 9.8$  [m/s<sup>2</sup>] とする。 There is a siphon (circular tube channel) connecting two reservoirs as shown in Figure-1. What difference in water level  $\Delta H$  should be taken to obtain the maximum discharge  $Q_{\max}$ ? Answer each to two significant digits. Also, find the maximum discharge  $Q_{\max}$  at that time. The following values are given: inner diameter  $D = 30$  [cm], distance between  $AB$   $l_{AB} = 15$  [m], distance between  $BC$   $l_{BC} = 35$  [m], friction loss coefficient of pipeline  $f = 0.026$ , entrance loss coefficient  $K_e = 0.2$ , bent loss coefficient  $K_b = 0.3$ , outlet loss coefficient  $K_o = 1.1$ , energy correction coefficient  $\alpha = 1.1$ , and the minimum pressure head  $(p/\rho g)_{\min} = -9$  [m].

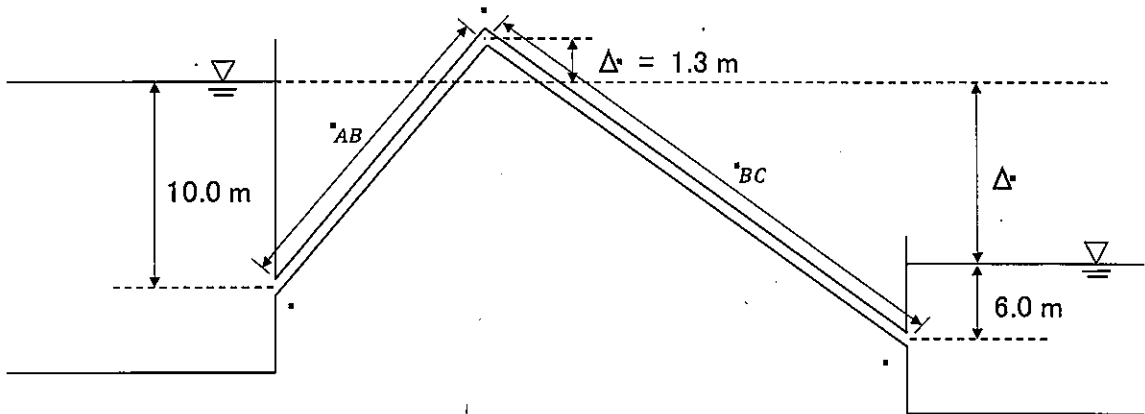


図-1

2. 図-2 のように、途中で水路床勾配が $i_1$ から $i_2$ に変化する十分に長い広幅長方形断面の水路がある。この水路に単位幅流量 $q$ の水を流すとき、取り得る水面形の形状を以下の手順で考える。As shown in Figure 2, there is a sufficiently long wide rectangular cross-sectional channel with a channel bed slope that changes from  $i_1$  to  $i_2$  along the way. When the water of unit discharge  $q$  flows through this channel, the possible shapes of the water surface are considered in the following manner.

(1) 限界水深 $h_c$ を求める。限界水深ではフルード数 $F_r = 1$ となることを利用すると、限界水深は単位幅流量 $q$ を用いてどのように表すことができるか答えよ。

Find the critical depth  $h_c$ . Using the fact that the Froude number  $F_r = 1$  at the critical depth, answer how the critical depth can be expressed using the unit discharge  $q$ .

(2) 次に、それぞれの水路について等流水深 $h_o$ を求める。水路床勾配が $i$ 、マンニングの粗度係数が $n$ であるとき、等流水深はどのように表すことができるか答えよ。

Then, for each channel, find the normal depth  $h_o$ . If the channel bed slope is  $i$  and Manning's roughness coefficient is  $n$ , how can the normal depth be expressed?

(3) (1)及び(2)に従って限界水深と等流水深をそれぞれ求めると、水路床勾配が変化する上流側では $h_o > h_c$ 、下流側では $h_o < h_c$ となったとする。上流側・下流側の水路はそれぞれどのように呼ばれるか答えよ。さらに、これらの条件において、ゲート1、ゲート2が図-2のように設置されているとき、水面形の概略を描け。また、水面形の名前( $M_1$ や $S_2$ など)と水面形が決まる向きを矢印で記せ。途中で限界水深をとる場合や、跳水となる場合があれば、そのおおよその位置を示せ。Suppose that, following (1) and (2), the critical depth and the normal depth, respectively, are found to be  $h_o > h_c$  upstream and  $h_o < h_c$  downstream, where the channel bed gradient changes. What are the upstream and downstream channels called, respectively? Furthermore, under these conditions, when Gate 1 and Gate 2 are installed as shown in Figure 2, draw a rough sketch of the water surface shape. Also, indicate the name of the water surface shape ( $M_1$ ,  $S_2$ , etc.) and the direction in which the water surface shape is determined by the arrows. Indicate the approximate location of the critical depth or hydraulic jump, if any.

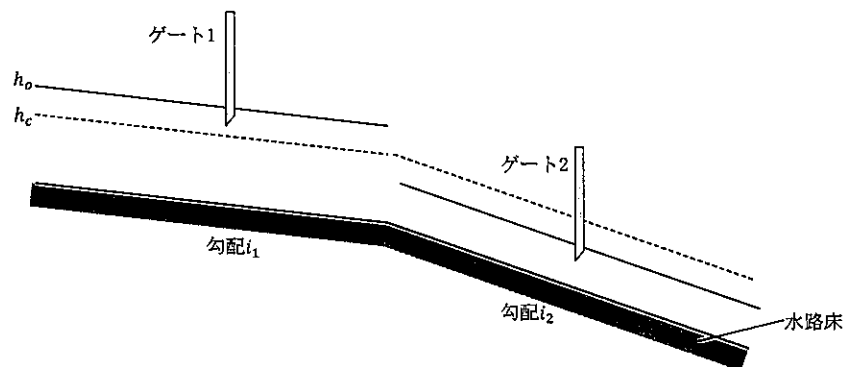


図 2

3. 以下の問いに答えなさい。 Answer the following questions.

- (1) 三次元の流れにおいて、加速度はどのように表現できるか。直交座標系の $x$ 方向成分について答えなさい。ただし、ベクトル表記は用いないものとする。

Explain the acceleration of flow toward  $x$  direction in a Cartesian coordinate system in the three-dimensional flow. Vector notation should not be used.

- (2) オイラーの方法とラグランジュの方法の違いを説明せよ。

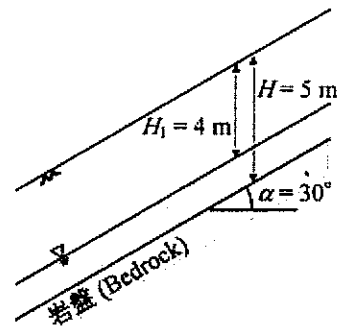
Explain the difference between Euler's method and Lagrange's method.

## 大問 6 (地盤工学) Part 6 (Geotechnical engineering)

[1] 以下の語句を説明せよ。必要に応じて図・数式を利用してよい。  
Explain the following terms. You can use illustrations and/or equations if necessary.

- (1) 短期安定問題  
Short-term stability problem.
- (2) ランキンの土圧理論  
Rankine's earth pressure theory.

[2] 図のように、 $\alpha = 30^\circ$  傾斜した硬い岩盤の上に深さ  $H = 5$  m の風化層が一様に形成されている。地下水面は地表から深さ  $H_1 = 4$  m の位置にあり、地下水面以深の飽和帯では斜面上に平行な方向に定常な浸透流を生じている。また、地下水面以浅の飽和度は一様に  $S_r = 55\%$  であった。なお、風化の土粒子の比重  $G_s = 2.80$ 、間隙比  $e_0 = 0.80$  であり、水の密度  $\rho_w = 1.00$  t/m<sup>3</sup>、重力加速度  $g = 9.8$  m/s<sup>2</sup> である。必要に応じて  $\sqrt{2} = 1.41$ 、 $\sqrt{3} = 1.73$  を用いてよい。以下の問いに答えよ。



As illustrated in the diagram, a weathered layer with a depth of  $H = 5$  m uniformly overlies a steep, rigid bedrock inclined at  $\alpha = 30^\circ$ . The groundwater table is situated at a depth of  $H_1 = 4$  m from the ground surface, and within the saturated zone below the groundwater table, a steady-state seepage flow is established along the slope. Moreover, the saturation above the groundwater table is uniformly at  $S_r = 55\%$ . The specific gravity of soil particles in the weathered layer is  $G_s = 2.80$ , with a void ratio of  $e_0 = 0.80$ . Water has a density of  $\rho_w = 1.00$  t/m<sup>3</sup>, and the acceleration of gravity is  $g = 9.8$  m/s<sup>2</sup>. If needed,  $\sqrt{2} = 1.41$  and  $\sqrt{3} = 1.73$  may be employed. Answer the following questions.

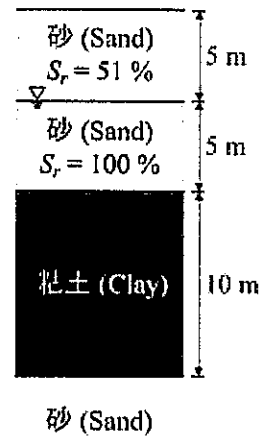
- (1) 風化層から土試料を採取して側圧一定の条件で排水三軸圧縮試験を行った。セル圧  $\sigma_r = 200$  kN/m<sup>2</sup>、背圧  $u = 100$  kN/m<sup>2</sup> の試験では軸圧  $\sigma_a = 460$  kN/m<sup>2</sup> のときに供試体が破壊し、セル圧  $\sigma_r = 300$  kN/m<sup>2</sup>、背圧  $u = 100$  kN/m<sup>2</sup> の試験では軸圧  $\sigma_a = 760$  kN/m<sup>2</sup> のときに供試体が破壊した。モールの有効応力円を描き、風化層の粘着力  $c'$  とせん断抵抗角  $\phi'$  を求めよ。  
Drained triaxial compression tests were conducted under constant radial pressure on soil samples derived from the weathered layer. In a test with a cell pressure  $\sigma_r$  of 200 kN/m<sup>2</sup> and a back pressure  $u$  of 100 kN/m<sup>2</sup>, the specimen failed at an axial stress  $\sigma_a$  of 460 kN/m<sup>2</sup>. In another test with a cell pressure  $\sigma_r$  of 300 kN/m<sup>2</sup> and a back pressure  $u$  of 100 kN/m<sup>2</sup>, the specimen failed at an axial stress  $\sigma_a$  of 760 kN/m<sup>2</sup>. Draw Mohr's effective stress circle and determine the cohesion ( $c'$ ) and the angle of shear resistance ( $\phi'$ ) of the weathered layer.
- (2) 風化帯と岩盤の境界面に作用する鉛直全応力  $\sigma_v$  と間隙水圧  $u$  を求めよ。また、風化層のすべりに対する安全率  $F_s$  を計算せよ。  
Determine the vertical total stress ( $\sigma_v$ ) and pore water pressure ( $u$ ) acting on the boundary between the weathered zone and the bedrock. Additionally, calculate the safety factor ( $F_s$ ) against slip for the weathered layer.

## 大問 7 (地盤工学) Part 7 (Geotechnical engineering)

- [1] 以下の語句を説明せよ。必要に応じて図・数式を利用してもよい。  
Explain the following terms. You can use illustrations and/or equations if necessary.

- (1) 鋭敏比  
Sensitivity ratio.
- (2) フェレニウス法  
Fellenius method.

- [2] 右図のように上下を砂層に挟まれた正規圧密粘土層がある。砂層は土粒子の比重  $G_s = 2.70$ 、間隙比  $e_0 = 0.70$  で、砂層内の間隙水圧は静水圧のまま変化せず、沈下は無視できるほど小さいものとする。粘土地盤は土粒子の比重  $G_s = 2.70$ 、間隙比  $e_0 = 2.40$ 、圧密係数  $C_v = 56.7 \text{ m}^2/\text{年}$ 、圧縮指数  $C_c = 1.0$  である。また、地下水位は地表から 5 m の位置にあり、水面以浅の飽和度  $S_r = 51\%$ 、地下水面以深は飽和度  $S_r = 100\%$  である。水の密度  $\rho_w = 1.00 \text{ t/m}^3$ 、重力加速度  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  である。圧密時間係数と圧密度の関係は表を参照すること。また、必要に応じて  $\log_{10} 2 = 0.30$ 、 $\log_{10} 3 = 0.48$  を用いてよい。以下の問いに答えよ。



A normally consolidated clay layer is sandwiched between the upper and lower sand layers, as shown in the figure. The sand layers have a specific gravity of  $G_s = 2.70$  and a void ratio of  $e_0 = 0.70$ . The pore water pressure within the sand layers remains at hydrostatic conditions, and settlement is negligible. The clay layer has a specific gravity of  $G_s = 2.70$ , a void ratio of  $e_0 = 2.40$ , a coefficient of consolidation ( $C_v$ ) of  $56.7 \text{ m}^2/\text{year}$ , and a compression index ( $C_c$ ) of 1.0. The groundwater table is located at 5 meters below the ground surface, with a saturation degree ( $S_r$ ) of 51% in the unsaturated zone above the water table and 100% below it. The water density is  $\rho_w = 1.00 \text{ t/m}^3$ , and the gravitational acceleration is  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ . Refer to the table for the relationship between the consolidation time factor ( $T_v$ ) and the degree of consolidation ( $U$ ). If necessary, you may use  $\log_{10} 2 = 0.30$  and  $\log_{10} 3 = 0.48$ . Answer the following questions.

圧密度  $U$  と圧密時間係数  $T_v$   
Degree of consolidation ( $U$ ) and consolidation time factor ( $T_v$ )

$U$ (%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90
$T_v$	0.008	0.031	0.071	0.127	0.197	0.287	0.403	0.567	0.848

- (1) 地表から深さ 20m までの地盤について鉛直全応力  $\sigma$  および間隙水圧  $u$  の分布を描きなさい。なお、間隙水圧は地下水面以深のみでよい。  
Draw the distribution of vertical total stress ( $\sigma$ ) and pore water pressure ( $u$ ) for the ground up to a depth of 20 meters from the ground surface. Pore water pressure distribution is only required for depths below the groundwater table.
- (2) 盛土を設けたところ、 $8.25 \text{ tf/m}^2$  の盛土荷重が地表に均等に作用した。盛土を設けてから 3 ヶ月後の圧密度  $U$  と沈下量  $S$  を求めなさい。  
After the placement of the embankment, a uniform surface load of  $8.25 \text{ tf/m}^2$  is applied to the ground surface. Calculate the degree of consolidation ( $U$ ) and settlement ( $S$ ) three months after the placement of the embankment.

## 大問 8 (土木計画学) Part 8 (Infrastructure planning)

以下の 3 問の全てを解答せよ。 Answer all the questions from 1 to 3.

1. 以下の表に示すような、変量  $X$  と  $Y$  で表現される 5 組のデータがある。  $Y$  を  $X$  で線形回帰した式と、回帰式の決定係数 (小数点以下第 2 位まで) を求めよ。

Given the data shown in the table, find the linear regression equation of  $Y$  explained by  $X$ . Then, calculate the coefficient of determination of the regression equation (to the second decimal place).

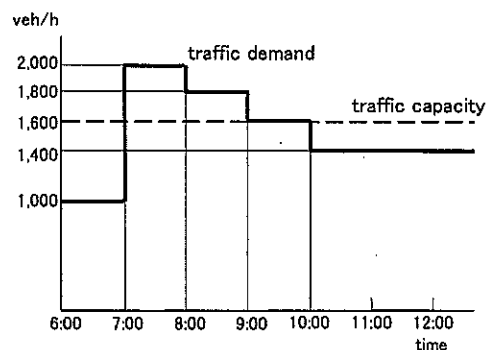
$X$	-3	-1	0	1	3
$Y$	0	1	2	1	6

2. 以下の用語について、数行で説明せよ。 Explain the following words in a few lines.

- (1) 仮想的市場評価法 (CVM) Contingent Valuation Method
- (2) 交通信号制御における「有効青時間」 “effective green time” in traffic signal control

3. 以下の問いに答えよ。 Answer the following questions.

ある道路に交通容量が 1,600 [台/時] のボトルネックがあり、このボトルネックへの到着交通需要が右図のように表されている。 6:00 の累積交通量を 0 とし、渋滞発生から渋滞解消までの累積到着曲線・累積出発曲線を描け。またこの渋滞による総遅れ時間を求めよ。



There is a bottleneck (capacity: 1,600 [veh/h]) on a highway and the arriving traffic demand was observed

as shown in the figure. Draw cumulative arrival curve and cumulative departure curve on a graph until the queue disappears by setting the cumulative volume as 0 at 6:00am. Also, obtain the amount of the total delay by this queue.

大問 9 (土木計画学)  
Part 9 (Infrastructure planning)

以下の2問の全てを解答せよ。 Answer all the questions from 1 to 2.

1. 以下の用語について、数行で説明せよ。 Explain the following words in a few lines.

- (1) グリーンインフラ Green Infrastructure
- (2) 非線引き都市 Non-divided City Planning Area
- (3) 分布交通量の推計におけるグラビティモデル Gravity model in trip distribution modeling

2. 以下の問いに答えよ。 Answer the following questions.

- (1) 「国土のグランドデザイン 2050」においてコンパクト・プラス・ネットワークという方針が示された。この方針が示された背景(将来への懸念)とともに、このコンパクト・プラス・ネットワークとはどのようなものかを説明せよ。さらに、コンパクト・プラス・ネットワークの実現により期待される効果をあげよ。

In the "Grand Design of National Spatial Development towards 2050, Japan", a policy called "Compact-plus-Network" was proposed. Explain the background of this policy (concerns for the future) and what Compact-plus-Network is. In addition, explain the expected effects of the implementation of the Compact-plus-Network.

鉄道利用者が複数の経路の中から特定の経路を選択する行動に対して、ロジットモデルを適用し、本モデルにおいて経路  $i$  を選択する場合の効用の確定項  $V_i$  が次式で表されるとする。

Suppose that a logit model is applied to rail users' behavior of choosing a route among multiple routes and its observed term of utility of choosing route  $i$ ,  $V_i$ , is expressed as follows;

$$V_i = \beta_{ivt}x_{i,ivt} + \beta_{tff}x_{i,tff} + \beta_{cost}x_{i,cost}$$

ここに、経路  $i$  について、 $x_{i,ivt}$  は乗車時間 (分)、 $x_{i,tff}$  は乗換時間 (分)、 $x_{i,cost}$  は費用 (円)。  $\beta_{ivt}, \beta_{tff}, \beta_{cost}$  は各変数に対する選好を表すパラメータであり、ここでは全て負の値をとる。

where  $x_{i,ivt}$  is the in-vehicle time (in min),  $x_{i,tf}$  is the transfer time (in min), and  $x_{i,cost}$  is the cost (in JPY) for route  $i$ .  $\beta_{ivt}, \beta_{tf}, \beta_{cost}$  are preference parameters for each variable and all negative.

- a) 仮に乗車時間の時間価値を  $\frac{dx_{i,cost}}{dx_{i,ivt}}$ , 乗換時間の時間価値を  $\frac{dx_{i,cost}}{dx_{i,tf}}$  とするとき, 選好を表すパラメータのみを用いて各時間価値を表せ.

If the value of in-vehicle time is defined as  $\frac{dx_{i,cost}}{dx_{i,ivt}}$  and the value of transfer time as  $\frac{dx_{i,cost}}{dx_{i,tf}}$ , express each value of time using only the preference parameters.

- b) 乗車時間と乗換時間の時間価値について, 想定される大小関係とその理由を説明せよ.

Explain the expected relationship (relative size) between the values of in-vehicle time and transfer time and why it is.

## 大問 10 (コンクリート工学) Part 10 (Concrete engineering)

Fig.1 に示される正の曲げモーメントを受ける複鉄筋長方形断面のはりについて次の問いに答えよ。コンクリートの圧縮強度は  $f'_c=30\text{N/mm}^2$ ，コンクリートのヤング係数は  $E_c=28\text{kN/mm}^2$ ，鉄筋の降伏強度は  $f_y=400\text{N/mm}^2$ ，鉄筋のヤング係数は  $E_s=200\text{kN/mm}^2$  である。 $b=500\text{mm}$ ， $d=700\text{mm}$ ， $d'=50\text{mm}$ ， $h=750\text{mm}$ ，コンクリートの圧縮破壊ひずみは  $0.0035$  とする。その他の記号は必要に応じて適宜定義して用いること。

Concerning the doubly reinforced rectangular beam subjected to positive bending moment shown in Fig.1, answer the following questions. Compressive strength of concrete  $f'_c=30\text{N/mm}^2$ , Young's modulus of concrete  $E_c=28\text{kN/mm}^2$ , Yielding strength of re-bar  $f_y=400\text{N/mm}^2$ , Young's modulus of re-bar  $E_s=200\text{kN/mm}^2$ ,  $b=500\text{mm}$ ,  $d=700\text{mm}$ ,  $d'=50\text{mm}$ ,  $h=750\text{mm}$ , and the failure strain of concrete in compression is  $0.0035$ . Other necessary symbols can be used with appropriate definition.

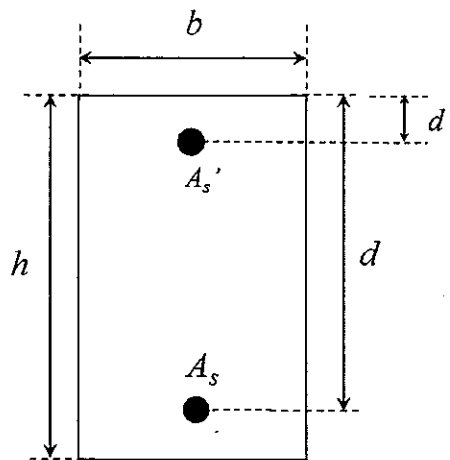


Fig.1

- (1) 圧縮鉄筋  $A_s'=7000\text{mm}^2$  で、引張鉄筋  $A_s=7000\text{mm}^2$  とする。このとき、この断面が曲げモーメントのみを受けて破壊する際のモーメントを求めよ。計算する際の仮定もすべて示せ。

Assume that compressive re-bar  $A_s'=7000\text{mm}^2$  and tensile re-bar  $A_s=7000\text{mm}^2$ . Then, obtain the moment when this section subjected to only moment shows failure. All the assumptions for the calculation should be explained.

- (2) 断面の図心から  $e_b$  だけ離れた位置に偏心軸圧縮力  $N'$  が与えられたときに釣合破壊が生じたとする。釣合破壊に対応する偏心距離  $e_b$  を求めよ。

When compressive axial force  $N'$  with eccentricity  $e_b$  was applied to this section, the section showed balanced failure. Obtain  $e_b$  corresponding to this balanced failure.

## 大問 1 1 (コンクリート工学) Part 11 (Concrete engineering)

次の事柄について説明せよ。適宜、説明のために図を用いよ。

Explain the following words. You can use appropriate figures for explanation if necessary.

- (1) フライアッシュがフレッシュコンクリートと硬化コンクリートに及ぼす影響  
Effects of fly ash on the properties of fresh concrete and hardened concrete
- (2) 配合設計における細骨材率の重要性  
Importance of sand/aggregate ratio in mix proportion
- (3) 外部拘束による温度ひび割れの発生機構  
Mechanism of thermal cracking due to external restraint
- (4) RC 梁の斜めひび割れ発生強度における寸法効果  
Size effect in diagonal cracking strength of RC beam
- (5) RC 梁の曲げひび割れ算定式の考え方  
Theory of equation for calculation of flexural crack width of RC beams
- (6) 社会的状況を踏まえた自己充填コンクリートを活用する必要性  
Needs to utilize self-compacting concrete considering social situations

2024年4月/2023年10月入学(夏期募集)  
横浜国立大学大学院 都市イノベーション学府 入学試験解答用紙表紙 博士課程(前期)  
2024 April/2023 October Entrance Examination [Summer Admission],  
Graduate School of Urban Innovation, Yokohama National University  
Master's Program

都市地域社会専攻  
都市地域社会コース(都市基盤系問題)  
国際基盤学コース

博士課程前期 Master's Program	受験番号 Applicant Number

Department of Infrastructure and Urban Society  
(Civil Engineering of Infrastructure and Urban Society Course)  
(International Graduate School for Infrastructure Course(IGSI))

試験科目(学科試験I)  
Subject(Professional I)

注 意 事 項

1. 試験開始後、受験番号を上の該当欄と各解答用紙に記入すること。
2. 必要に応じて裏面を使ってもよい。
3. この冊子には解答用紙が7枚ある。

Cautionary Notice

1. Write your applicant number in the cover page of this booklet and in each answer sheet after the examination begins.
2. Use backside if necessary.
3. This booklet contains 7 answer sheets.

	得点 Score
数学 Mathematics	
選択分野 Selected subject	
合計 Total	

数学  
Mathematics

受験番号  
Applicant Number

--

数学  
Mathematics

受験番号  
Applicant Number

数学  
Mathematics

受験番号  
Applicant Number

専門科目 Specialized subject	選択分野名 Selected subject name		受験番号 Applicant Number	
-----------------------------	--------------------------------	--	--------------------------	--

専門科目 Specialized subject	選択分野名 Selected subject name		受験番号 Applicant Number	
-----------------------------	--------------------------------	--	--------------------------	--

専門科目 Specialized subject	選択分野名 Selected subject name		受験番号 Applicant Number	
-----------------------------	--------------------------------	--	--------------------------	--

専門科目 Specialized subject	選択分野名 Selected subject name		受験番号 Applicant Number	
-----------------------------	--------------------------------	--	--------------------------	--

2023年4月/2022年10月入学(夏期募集)  
横浜国立大学大学院 都市イノベーション学府 入学試験問題表紙 博士課程(前期)  
2023 April/2022 October Entrance Examination [Summer Admission],  
Graduate School of Urban Innovation, Yokohama National University  
Master's Program

都市地域社会専攻  
都市地域社会コース(都市基盤系問題)  
国際基盤学コース

博士課程前期 Master's Program	受験番号 Applicant Number

Department of Infrastructure and Urban Society  
(Civil Engineering of Infrastructure and Urban Society Course)  
(International Graduate School for Infrastructure Course(IGSI))

試験科目(学科試験I)  
Subject(Professional I)

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまでこの冊子を開かないこと。
2. 解答には黒鉛筆を使用すること。
3. 解答は、必ず解答用紙に記入すること。
4. 各解答用紙および問題冊子の表紙の該当欄に受験番号を必ず記入すること。
5. この冊子には、数学の大問が1題、および専門科目の大問が10題(構造工学、水工学、地盤工学、土木計画学、コンクリート工学の5分野からそれぞれ2題)ある。
6. この冊子にある数学の大問に解答し、さらに専門科目の大問の中から合計4題を選択し解答すること。
7. 落丁、乱丁あるいは不鮮明な印刷がある場合は申し出て、改めて冊子を受け取ること。
8. 下書きにはこの冊子の余白を使用すること。
9. 問題用紙および解答用紙は持ち帰ってはいけない。
10. 退出は試験開始後70分まで認めない。

Cautionary Notice

1. Do **NOT** open this booklet until the start instruction is given.
2. Use your black pencil to write your answer.
3. Your answer must be written on your answer sheet.
4. Write your applicant number in the cover pages of this booklet and answer sheets.
5. This booklet contains one mathematics part and ten specialized subject parts (two each from the five fields of structural engineering, hydraulic engineering, geotechnical engineering, infrastructure planning and concrete engineering).
6. Answer the questions in mathematics part. And choose four from specialized subject parts and answer the questions.
7. You can ask the instructor to exchange this booklet in case of sheet missing, disorderly binding or unclearly printing.
8. Use the blank sheet of this booklet for draft writings.
9. **You may NOT take home this booklet and answer sheets.**
10. You will **NOT** be allowed to leave the room until 70 minutes have passed from the beginning of the examination.

大問 1 (数学)  
Part 1 (Mathematics)

次の問題[1],[2]をすべて解きなさい。

Answer the following questions [1] and [2].

[1]

(1) 微分方程式  $\frac{dy}{dx} = \frac{x^2+y^2}{xy}$  の一般解  $y(x)$  を求めよ。

Find the general solution  $y(x)$  for the differential equation,  $\frac{dy}{dx} = \frac{x^2+y^2}{xy}$ .

(2) 微分方程式  $y'' - 5y' + 6y = \sin x$  の一般解  $y(x)$  を求めよ。

Find the general solution  $y(x)$  for the differential equation,  
 $y'' - 5y' + 6y = \sin x$ .

[2]

(1) 以下の行列  $A$  が正則かどうか調べ、正則ならば逆行列を求めよ。

Examine whether the following matrix  $A$  is regular or not. If it is regular, then calculate the inverse matrix.

$$A = \begin{bmatrix} 3 & 0 & 2 \\ -1 & 2 & -1 \\ -4 & 1 & -3 \end{bmatrix}$$

(2) 以下の行列  $A$  について対角化が可能か調べ、可能なら  $P^{-1}AP = D$  となる正則行列  $P$  と対角行列  $D$  を求めよ。

Examine a possibility of diagonalization of the following matrix  $A$ . If possible, find an regular matrix  $P$  and a diagonal matrix  $D$  such that  $P^{-1}AP = D$ .

$$A = \begin{bmatrix} 3 & -1 & 2 \\ 1 & 1 & 2 \\ -1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

**専門科目**  
**Specialized subjects**

10 題の大問の中から 4 題を選択し解答すること。

- 大問 2, 3 : 構造工学
- 大問 4, 5 : 水工学
- 大問 6, 7 : 地盤工学
- 大問 8, 9 : 土木計画学
- 大問 10, 11 : コンクリート工学

各問題は次ページ以降に記載されている。

Choose four out of ten parts and answer questions in the parts.

- Part 2, 3: Structural engineering
- Part 4, 5: Hydraulics
- Part 6, 7: Geotechnical engineering
- Part 8, 9: Infrastructure planning
- Part 10, 11: Concrete engineering

Questions of each part are written in the following pages.

**大問 2 (専門科目)**  
**Part 2 (Specialized subject)**

1. 区間 AB において等分布荷重を受けるスパン  $2L$  のはり AC のたわみ  $w(x)$  を求めよ。図 S-1 に示すように、はり AC の曲げ剛性は  $EI$  であり、中央の点 B にヒンジを有し、端点 A は壁に埋め込まれているものとする。また、 $w$  と  $x$  の原点と向きは図 S-1 の通りとする。

Calculate the deflection,  $w(x)$ , of a beam AC with the span,  $2L$ , subjected to a uniformly distributed load on the section AB. The beam AC has a bending rigidity,  $EI$ , a hinge at the center point B, and is embedded to a wall at the edge point A, as shown in Fig S-1. The origin and direction of  $w$  and  $x$  are defined in Fig. S-1.

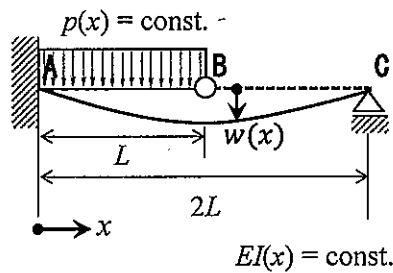


図 S-1  
Fig. S-1

2. 初等はり理論における平面保持・直角保持の仮定の下で扱うことのできないはりの変形を、図 S-2 の中からすべて選び記号で答えよ。ただし、図 S-2 では微小変形が誇張して描かれており、矢印は変形を生じさせている外力を表している。

Chose all beam deformations which don't satisfy the assumption in Euler-Bernoulli beam theory in Fig. S-2, and answer by symbols. Infinitesimal deformations are drawn with exaggeration and arrows show the external forces causing the deformations in Fig. S-2.

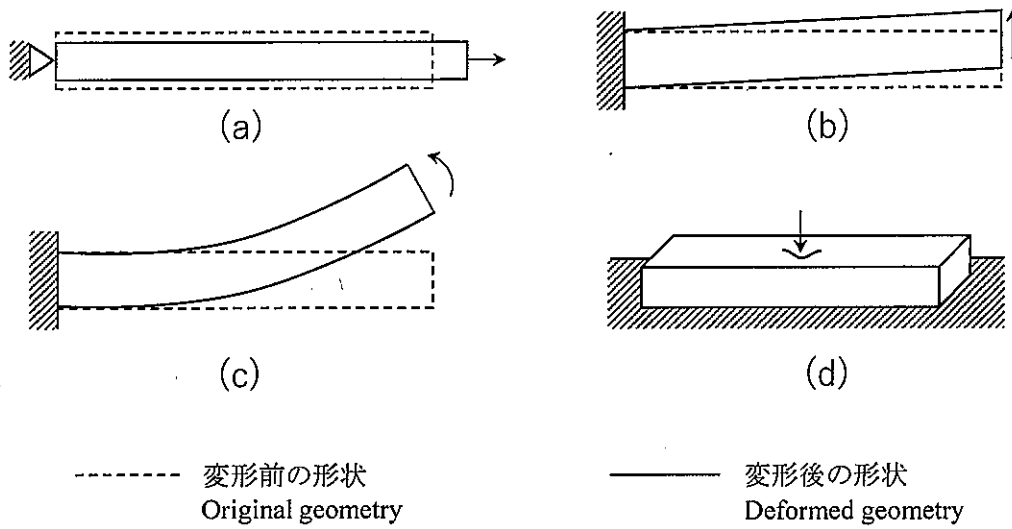


図 S-2

Fig. S-2

3. 有限変形理論における公称応力と真応力について、50～100 字程度で説明せよ。

Explain the nominal stress and the true stress in finite deformation theory in 25 – 50 words.

4. 橋りょうにおけるゲルバートラス形式の構造力学的な特徴を 50～100 字程度で説明せよ。

Explain characteristics of the cantilever truss type in bridges from a viewpoint of structural mechanics in 25 – 50 words.

**大問 3 (専門科目)**  
**Part 3 (Specialized subject)**

1. 図 S-3 を参照し、辺長比  $a/b = 3/2$  の 4 辺単純支持板における 1 次モードの座屈係数  $k_p$  の値を答えよ。

Answer the buckling coefficient  $k_p$  of the first mode of 4-sided simply supported plate with the aspect ratio  $a/b = 3/2$  referring to Fig. S-3.

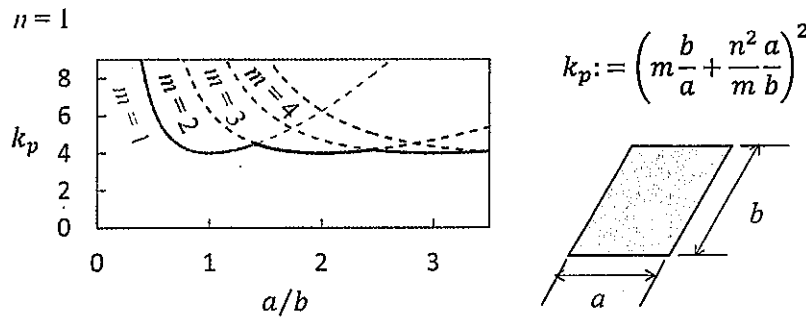


図 S-3

Fig. S-3

2. 図 S-4 は鋼桁におけるスカラップを示している。スカラップを設ける理由を 50～100 字程度で説明せよ。

Fig. S-4 shows a scallop in steel girder. Explain the reason of making scallops in 25 – 50 words.



図 S-4

Fig. S-4

3. 鋼橋における疲労損傷の原因と対策について 50～100 字程度で説明せよ。

Explain causes and countermeasures of the fatigue damage in structural steel bridges in 25 – 50 words.

4. 図 S-5 に示す 2 自由度系の振動モードに関して、一般化質量と有効質量を求め有効数字 2 桁で答えよ。

Calculate the modal mass and effective modal mass of the vibration mode of a 2 DOF system illustrated in Fig. S-5 and answer with 2 significant digits.

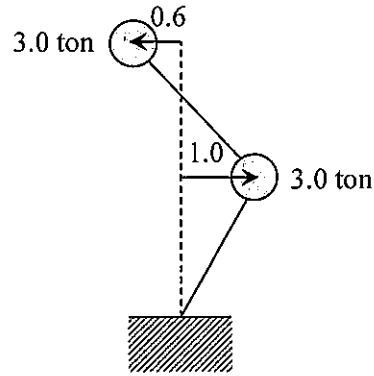


図 S-5

Fig. S-5

5. 振動のモード解析法について 50~100 字程度で説明せよ。

Explain the modal analysis of vibration in 25 – 50 words.

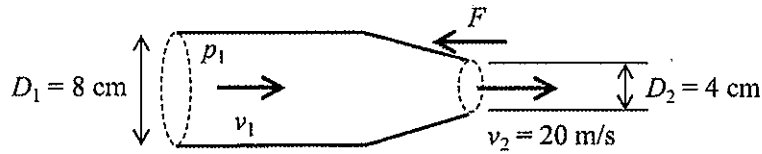
6. 免振構造について 50~100 字程度で説明せよ。

Explain the seismic base isolation structures in 25 – 50 words.

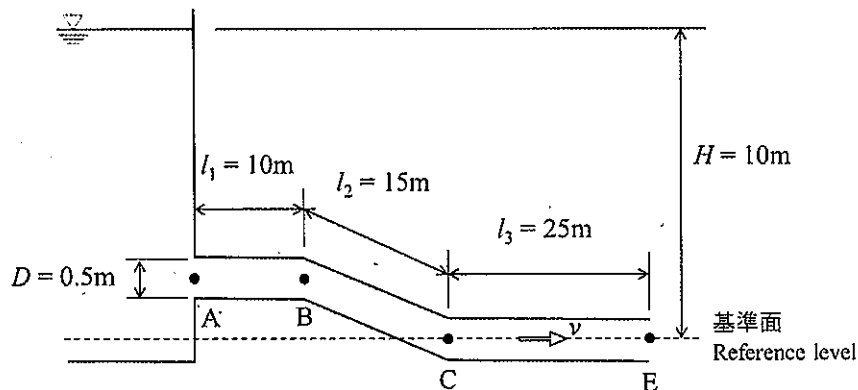
**大問 4 (専門科目)**  
**Part 4 (Specialized subject)**

以下の設問 1~3 のいずれにも解答すること。必要な記号等は定義して用いること。  
Answer the following questions 1, 2, and 3. Necessary symbols etc. should be defined before using them.

1. 水平に置かれた内径 8 cm の円管の先端にノズルが取り付けられ、内径 4 cm に縮小されている。このノズルから水が 20 m/s の速度で噴出しているとき、ノズルが流体におよぼす力  $F$  を求めよ。ただし、摩擦損失を無視し、水の密度を  $1.0 \text{ g/cm}^3$  とする。  
A nozzle is attached to the end of a horizontally placed circular tube with an inner diameter of 8 cm, and the tube is reduced to an inner diameter of 4 cm. When water is discharged with a velocity of 20 m/s, calculate the force  $F$  exerted by the nozzle on the flow. Suppose the density of the water is  $1.0 \text{ g/cm}^3$  and ignore friction losses.



2. 大きな貯水槽に内径  $D = 0.5 \text{ m}$  の円管が下図のように接続されている。このとき、以下の問いに答えよ。A circular pipe with a pipe diameter of  $D = 0.5 \text{ m}$  connected to a large reservoir is shown in the figure below. Answer the following questions.



- (1) 管路の摩擦損失係数を  $f = 0.01$ 、入口の損失係数を  $K_e = 0.5$ 、一か所あたりの屈折の損失係数を  $K_{be} = 0.3$  とするとき、管内の流速  $v$ 、および流量  $Q$  を求めよ。If the friction

loss coefficient of the pipe is  $f = 0.01$ , the loss coefficient at the inlet is  $K_e = 0.5$ , and the loss coefficient of refraction per location is  $K_{be} = 0.3$ , find the velocity  $v$  and the flow rate  $Q$  in the pipe.

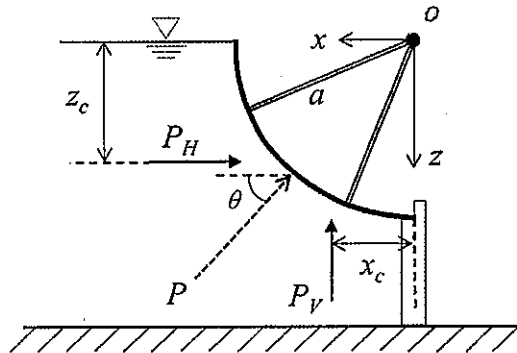
(2) 解答用紙に上図を描き、さらにエネルギー線と導水勾配線を描け。Draw the same figure above in an answer sheet and add an energy line and a hydraulic conductivity gradient line in the figure.

3. 津波のエネルギーは波高 $H$ の2乗に比例し、その伝達速度 $C_g$ が $\sqrt{gh}$ で表されるとする。このとき、津波が深海から浅い水域に伝播するに従って波高が増大することを、数式を用いて説明せよ。ただし、 $g$ と $h$ はそれぞれ重力加速度、水深である。Assume that the energy of a tsunami is proportional to the square of the wave height  $H$  and that  $\sqrt{gh}$  expresses its transmission velocity  $C_g$ . Explain, using the equation, how the wave height increases as the tsunami propagates from deep water to shallow water. Here,  $g$  and  $h$  are the acceleration of gravity and water depth, respectively.

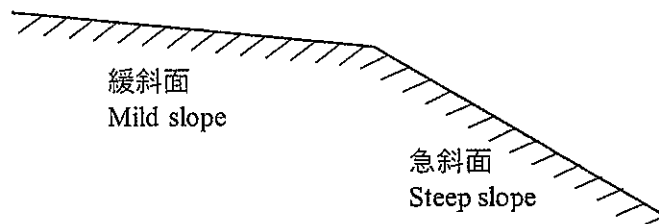
**大問 5 (専門科目)**  
**Part 5 (Specialized subject)**

以下の設問 1~3 のいずれにも解答すること。必要な記号等は定義して用いること。  
Answer the following questions 1, 2, and 3. Necessary symbols etc. should be defined before using them.

1. 半径  $a$  の 4 分の 1 円のラジアルゲートがある。このゲートに作用する全水圧を水平方向 ( $P_H$ ) と鉛直方向 ( $P_V$ ) に分けて求め、それぞれの作用点の位置 ( $z_c, x_c$ ) を求めよ。さらに、全水圧を 1 つの力 (合力  $P$ ) で表した場合の力が水平となす角  $\theta$  を求めよ。ただし、ゲートの奥行きは 1 とする。 There is a radial gate with a quarter circle of radius  $a$ . Find the total water pressure acting on this gate in the horizontal ( $P_H$ ) and vertical ( $P_V$ ) directions, and the position of each point of action ( $z_c, x_c$ ). Moreover, find the angle  $\theta$  between the total water pressure and the horizontal when the total water pressure is expressed as a single force (combined force  $P$ ). Here, the width of the gate is assumed to be 1.



2. 緩勾配から急勾配水路に変化する場合において生じる水面形を描け。ただし、それぞれの水面形について簡単な説明を加えること。 Draw the water surface profile that can occur when changing from a mild slope to a steep slope channel. Moreover, include a brief description of each water surface profile.



3. 高潮の発生要因について説明せよ。加えて、高潮被害を軽減するために有効な方策を2つ以上示しなさい。 Explain the mechanism of storm surge. In addition, describe at least two effective countermeasures to reduce the damage due to storm surges.

## 大問 6 (専門科目) Part 6 (Specialized subject)

すべての設問に答えよ。 Attempt all questions.

必要に応じて適切な仮定を設けよ。 Make suitable assumptions wherever necessary.

[1] 以下に示す用語を説明せよ。必要な記号は定義すること。必要に応じて図・数式を利用してよい。 Explain the following terms. Define the necessary symbols. You can use illustrations and/or equations if necessary.

- (1) テルツァーギの支持力公式 Terzaghi's bearing capacity formula
- (2) サンドコンパクションパイル工法 Sand compaction pile method
- (3) 土壌雨量指数 Soil water index
- (4) ダイレイタンスー Dilatancy

[2] 下記の設問に答えよ。 Answer the following questions.

- (1) 有効応力表示の主応力を用いたモール・クローンの破壊基準式を示し、ランキンの主働土圧係数・受働土圧係数を導け。必要な記号は定義すること。

Show the Mohr-Coulomb's failure criterion equation using the principal stresses in the effective stress representation. Derive the coefficients of Rankine's active and passive earth pressure. Define the necessary symbols.

- (2) 地盤調査結果から単杭の極限鉛直支持力を推定する方法を説明し、杭基礎の施工方法の違いが極限鉛直支持力に及ぼす影響について述べよ。必要な記号は定義すること。 Explain how to estimate the ultimate vertical bearing capacity of a single pile from the results of geotechnical investigation. Discuss the effect of different methods of pile foundation construction on the ultimate vertical bearing capacity. Define the necessary symbols.

- (3) 角度  $i^\circ$  の無限斜面がある。地表からすべり面までの深さは鉛直（重力）方向に  $H_f$  [m]で、すべり面の角度は斜面角度に等しい。地下水位はすべり面より深い。斜面を構成する土は均質で、湿潤単位体積重量は  $\gamma$  [kN/m<sup>3</sup>]、粘着力は  $c$  [kN/m<sup>2</sup>]、せん断抵抗角は  $\phi^\circ$  ]である。この斜面の安全率を与える式を導け。必要な記号は定義すること。

There is an infinite slope with angle  $i^\circ$  ]. The depth from the ground surface to the slip plane is  $H_f$  [m] in the vertical (gravity) direction, and the angle of the slip plane is equal to the slope angle. The groundwater table is deeper than the slip plane. The soil constituting the slope is homogeneous, and the wet unit volume weight is  $\gamma$  [kN/m<sup>3</sup>], the cohesion is  $c$  [kN/m<sup>2</sup>], and the angle of shear resistance is  $\phi^\circ$  ]. Derive an equation giving the factor of safety for this slope. Define the necessary symbols.

**大問 7 (専門科目)**  
**Part 7 (Specialized subject)**

すべての設問に答えよ。Attempt all questions.

必要に応じて適切な仮定を設けよ。Make suitable assumptions wherever necessary.

[1] 以下に示す用語を説明せよ。必要な記号は定義すること。必要に応じて図・数式を利用してよい。Explain the following terms. Define the necessary symbols. You can use illustrations and/or equations if necessary.

- (1) 相対密度 Relative density
- (2) ボイリング Boiling
- (3) 二次圧密 Secondary consolidation
- (4) バーチカルドレーン工法 Vertical drain method

[2] 下記の設問に答えよ。Answer the following questions.

- (1) 間隙比  $e$ , 飽和度  $S_r$ , 含水比  $w$ , 土粒子の比重  $G_s$  について,  $eS_r = wG_s$  が成立することを示せ。必要な記号は定義すること。

Show that  $eS_r = wG_s$  for the void ratio  $e$ , saturation degree  $S_r$ , water content  $w$ , and specific gravity of soil particles. Define the necessary symbols.

- (2) ゼロ空気間隙曲線について図を用いて説明せよ。ゼロ空気間隙曲線を求めるための式を示すこと。必要な記号は定義すること。

Explain the zero air voids curve using a diagram. Show the equation by which the zero air voids curve is obtained. Define the necessary symbols.

- (3) 破壊基準線と有効応力経路を図に描き, その図を利用して短期安定問題を説明せよ。必要な記号は定義すること。

Illustrate a diagram of the failure criterion line and the effective stress path. Use the diagram to explain the short-term stability problem. Define the necessary symbols.

**大問 8 (専門科目)**  
**Part 8 (Specialized subject)**

以下の 3 問の全てを解答せよ。 Answer all the questions from 1 to 3.

1. 以下の表に示すような、変数  $X$  と  $Y$  で表現される 5 組のデータがある。  $Y$  を  $X$  で線形回帰した式と、回帰式の決定係数 (小数点以下第 2 位まで) を求めよ。

Given the data shown in the table, find the linear regression equation of  $Y$  explained by  $X$ . Then, calculate the coefficient of determination of the regression equation (to the second decimal place).

$X$	1	2	3	4	5
$Y$	3	4	6	8	9

2. 以下の用語について、数行で説明せよ。 Explain the following words.

- (1) 交通施設整備の計画案の評価におけるDo-nothing案と代替案 Do-nothing and alternative plans in transportation project evaluation
- (2) 設計時間交通量 Design Hourly Volume

3. 以下の問いに答えよ。 Answer the following questions.

追い越しのできない道路に速度 40[km/h]、密度 30[台/km]で乗用車が一様に走行している。ここで、時刻 7:00 に速度 30[km/h]の大型車が 1 台わき道から流入し、その結果大型車に後ろには乗用車が追従する密度 60[台/km]の低速な車群が形成された。大型車は 3[km]走行してわき道に流出したため、車群の乗用車は先頭から順次、速度 60[km/h]、密度 40[台/km]で走行することになり、最終的に低速な車群は解消された。このとき、低速な車群が最も長くなったときの長さ、最終的に車群が解消した時刻を求めよ。

Passenger cars were running uniformly at speed of 40 [km/h] and density of 30 [veh/km] on a highway where overtaking is not allowed. A large truck traveling at 30 [km/h] entered on this highway at 7:00 am, then a slow-moving platoon of passenger cars whose density is 60 [veh/km] is formed behind the truck. The truck traveled for 3 [km] and exited from the highway, then the following passenger cars were able to run at speed of 60[km/h] and density of 40 [veh/km], and the slow-moving platoon was resolved finally. Answer the longest length of the slow-moving platoon during the above-mentioned process and the time when the platoon was resolved finally.

大問 9 (専門科目)  
Part 9 (Specialized subject)

以下の 2 問の全てを解答せよ。 Answer all the questions from 1 to 2.

1. 以下の用語について、数行で説明せよ。 Explain the following words.

- (1) 田園都市 Garden City
- (2) 交通需要マネジメント Travel Demand Management
- (3) Mobility as a Service (MaaS)

2. 以下の問いに答えよ。 Answer the following questions.

- (1) 市街地再開発事業と土地区画整理事業の主要な共通点と相違点を述べよ。

Describe the main differences and common points between the land readjustment project and the urban redevelopment project.

- (2) 鉄道駅までのアクセスにおいて、各個人が利用可能な交通手段の中から特定の手段を選択する行動に対して適用しうるモデルを挙げ、そのモデルを説明せよ。この際、アクセス交通手段として、3つ以上の具体の手段を想定し、各手段の利用に影響を与えうる主な具体の要因（説明変数）を定義せよ。

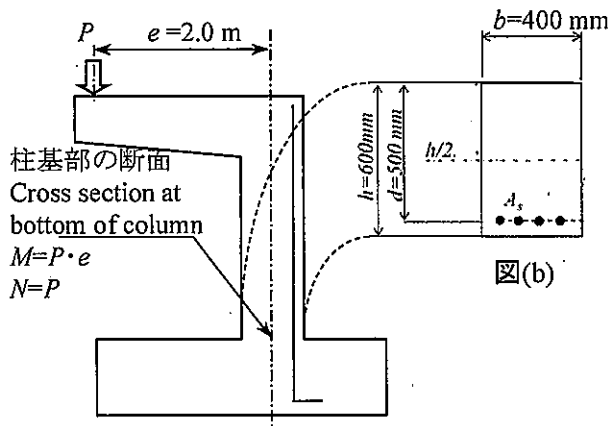
Describe a model that can be used to explain the choice of a mode to access a rail station among different available modes. Assume three or more specific access modes, and define the specific factors (explanatory variables) that may affect the choice of each access mode.

## 大問 10 (専門科目) Part 10 (Specialized subject)

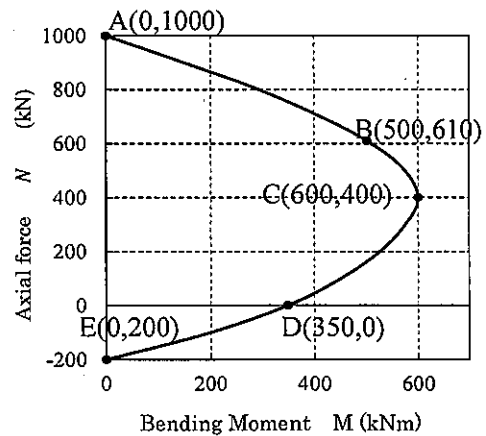
必要な材料特性値が与えられていないと判断した場合には、その材料特性値を定義した上で解答を進めてよい。 Attempt all questions. Answer the following questions. If you cannot find any required characteristic values of materials, you may solve the problems by defining them.

1. 以下の(1)~(3)の記述の下線部について、正しいかどうかを検証せよ。誤っている場合は検証過程とともに正答を示すこと。 Examine the underlined value or terms for (1)~(3). If it is wrong, show the correct value or term.

- (1) つり合い破壊をする単鉄筋長方形断面で、他の条件を一切変更せずに鉄筋を D25 から D19 に変更すると、破壊形態は曲げ圧縮破壊に移行する。 There is a beam which is designed with balanced reinforcement ratio with bar diameter 25mm. If you change only the diameter from 25mm to 19mm, it fail in flexural compression failure mode.
- (2) スターラップの配置間隔を 400mm から 200mm に変更すると、スターラップの直径を 2 倍にするのと同じ効果が得られる。 The change of stirrup spacing from 400mm to 200mm, is equivalent to the change of stirrup diameter double in terms of shear capacity of reinforced concrete beam.
- (3) 図(a)(b)に示す逆 L 形橋脚の柱基部の断面の耐力は図(c)である。 荷重位置  $e=2.0$  m に荷重  $P=300$  kN 荷重した場合、釣合破壊する。 The N-M interaction diagram of column displayed by figure (a) and (b) is shown as figure (c). If the force  $P=300$ kN is applied, the column fail in balanced failure.



図(a)



図(c)

2. 幅  $b = 450$  [mm], 高さ  $h = 850$  [mm], 有効高  $d = 750$  [mm] の鉄筋コンクリート梁がある。コンクリートの圧縮強度は  $f_{ck} = 30$  [N/mm<sup>2</sup>], 鉄筋は SD345 (降伏強度

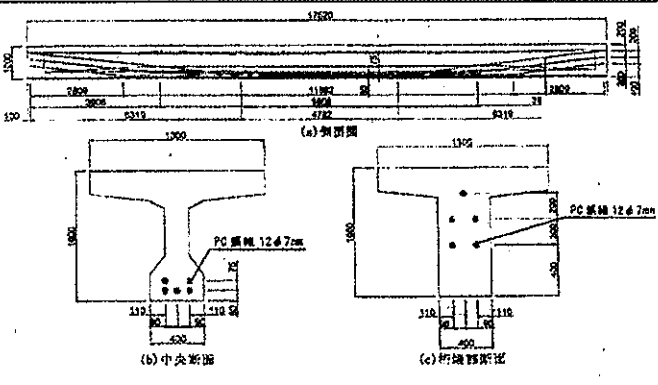
$f_y=345\text{N/mm}^2$  の D25 (1本あたりの公称断面積  $506.7\text{mm}^2$ ) を 3本配置している。曲げ引張破壊すると仮定して、以下の式を用いてこの部材が耐えられる最大(終局)曲げモーメント(曲げ耐力)  $M_u$  [kNm] を求めよ。鉄筋のヤング係数は  $E_s = 200$  [kN/mm<sup>2</sup>] とする。Calculate ultimate bending moment  $M_u$  [kNm] with the condition  $b = 450$  [mm],  $h=850$ [mm],  $d = 750$  [mm],  $f_{ck} = 30$  [N/mm<sup>2</sup>],  $f_y=345\text{N/mm}^2$ , 3 of D25 reinforcing bar ( $A_s=3*506.7$  mm<sup>2</sup>) and  $E_s = 200$  [kN/mm<sup>2</sup>].

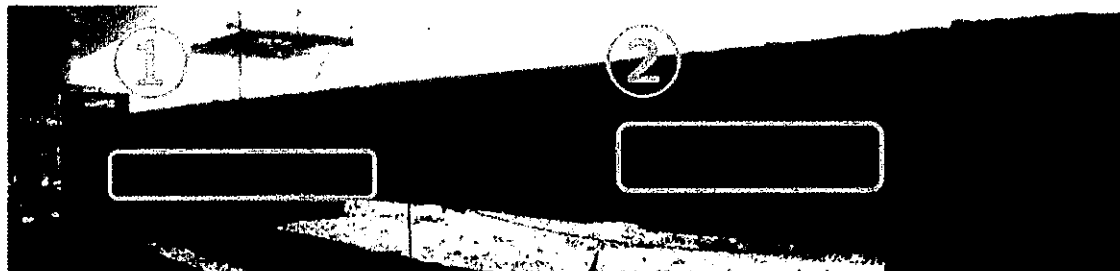
## 大問 1 1 (専門科目) Part 11 (Specialized subject)

### 1. コンクリート構造物の耐久性 durability of concrete structure

下の図と写真は北陸地方の沿岸部から撤去されたポストテンションT桁橋の状況である。①の領域では引張鉄筋に腐食が見られ、②の領域ではスターラップの腐食が確認された。 Table, drawing and photo below are the information of a part of post tension prestressed concrete T-shape girder bridge located in the costal line road, which is already replaced by new bridge. Serious corrossions of tensile reinforcing bar and stirrup can be observed in ① and ② region respectively.

Items	Type/Value
Bridge system	Single span
Length of beam	17.62 m
Completion	1972
Removal	1997
Concrete strength	400 kgf/cm <sup>2</sup>
PC strand	12φ7mm × 5
Reinforcing bars	SD30 (D13)
Pre-stressing method	Freyssinet





1-1 このように著しく鉄筋腐食が生じた原因として考えられることを、a. 材料、b. 設計、c. 施工 の3つの観点から述べよ。 Determine the possible reasons of serious corrosion in terms of a. material, b. design and c. construction.

1-2 もしこの橋を撤去せずにあと1年だけ使用しなければならぬ場合、どのような補修を施すのがよいか。あなたの考えを述べよ。 If you must use this bridge one more year, what kind of repairment is needed? Explain what you know.

1-3 もし予算が限られていて①か②かどちらか一方しか補修できない場合、あなたはどちらの領域を選択するか。選択する領域とその理由について、説明せよ。 Which region (① or ②) should be firstly repaired if your budget is limited? Explain your decision of priority and its reason.

### 2. フレッシュコンクリートとコンクリートの施工 fresh concrete and construction

2-1 コールドジョイントとは何か「レイタンス」という言葉を用いて説明せよ。 Explain

“cold joint” by using the term “laitance”.

2-2 材料分離とブリーディングの主な違いを、図を用いて説明せよ。 Explain the difference of “segregation” and “bleeding” by using drawing.

2-3 AE 剤がフレッシュコンクリートのワーカビリティにもたらす効果とそのメカニズムについて説明せよ。 Explain the effect of air entraining agent to the workability of fresh concrete and its mechanism.

### 3. 環境負荷低減への取組 Mitigation of environmental load

コンクリートの製造に関して行われている環境負荷低減への取組について、(1)セメント、(2)骨材に関するものをそれぞれ説明せよ。 List up and explain any activities for mitigation of environmental load relating to (1) cement, (2) aggregate, on the process of making concrete.

2023年4月/2022年10月入学(夏期募集)  
横浜国立大学大学院 都市イノベーション学府 入学試験解答用紙表紙 博士課程(前期)  
2023 April/2022 October Entrance Examination [Summer Admission],  
Graduate School of Urban Innovation, Yokohama National University  
Master's Program

都市地域社会専攻  
都市地域社会コース(都市基盤系問題)  
国際基盤学コース

博士課程前期 Master's Program	受験番号 Applicant Number

Department of Infrastructure and Urban Society  
(Civil Engineering of Infrastructure and Urban Society Course)  
(International Graduate School for Infrastructure Course(IGSI))

試験科目(学科試験I)  
Subject (Professional I)

注 意 事 項

1. この冊子には解答用紙が7枚ある。
2. 試験開始後、受験番号を上の該当欄とすべての解答用紙に記入すること。
3. 必要に応じて裏面を使ってもよい。

Cautionary Notice

1. This booklet contains 7 answer sheets.
2. Write your applicant number in the cover page of this booklet and in all answer sheet after the examination begins.
3. Use backside if necessary.

	得点 Score
数学 Mathematics	
選択分野 Selected subject	
合計 Total	

数学 Mathematics	大問番号 Selected Part Number	1	受験番号 Applicant Number	
-------------------	------------------------------	---	--------------------------	--

数学 Mathematics	大問番号 Selected Part Number	1	受験番号 Applicant Number	
-------------------	------------------------------	---	--------------------------	--

数学 Mathematics	大問番号 Selected Part Number	1	受験番号 Applicant Number	
-------------------	------------------------------	---	--------------------------	--

専門科目 Specialized Subject	大問番号 Selected Part Number		受験番号 Applicant Number	
-----------------------------	------------------------------	--	--------------------------	--

専門科目 Specialized Subject	大問番号 Selected Part Number		受験番号 Applicant Number	
-----------------------------	------------------------------	--	--------------------------	--

専門科目 Specialized Subject	大問番号 Selected Part Number		受験番号 Applicant Number	
-----------------------------	------------------------------	--	--------------------------	--

専門科目 Specialized Subject	大問番号 Selected Part Number		受験番号 Applicant Number	
-----------------------------	------------------------------	--	--------------------------	--

2022年4月/2022年10月入学(冬期募集)  
横浜国立大学大学院 都市イノベーション学府 入学試験問題表紙 博士課程(前期)  
2022 April/2022 October Entrance Examination [Winter Admission],  
Graduate School of Urban Innovation, Yokohama National University  
Master's Program

都市地域社会専攻  
都市地域社会コース(都市基盤系問題)  
国際基盤学コース

博士課程前期 Master's Program	受験番号 Applicant Number

Department of Infrastructure and Urban Society  
(Civil Engineering of Infrastructure and Urban Society Course)  
(International Graduate School for Infrastructure Course (IGSI))

試験科目(学科試験I)  
Subject (Professional I)

注意事項

1. 試験開始の合図があるまでこの冊子を開かないこと。
2. 解答には黒鉛筆を使用すること。
3. 解答は、必ず解答用紙に記入すること。
4. 各解答用紙および問題冊子の表紙の該当欄に受験番号を必ず記入すること。
5. この冊子には、数学の大問が1題、および専門科目の大問が10題(構造工学, 水工学, 地盤工学, 土木計画学, コンクリート工学の5分野からそれぞれ2題)ある。
6. この冊子にある数学の大問に解答し、さらに専門科目の大問の中から合計4題を選択し解答すること。
7. 落丁、乱丁あるいは不鮮明な印刷がある場合は申し出て、改めて冊子を受け取ること。
8. 下書きにはこの冊子の余白を使用すること。
9. 問題用紙および解答用紙は持ち帰ってはいけない。
10. 退出は試験開始後70分まで認めない。

Cautionary Notice

1. Do **NOT** open this booklet until the start instruction is given.
2. Use your black pencil to write your answer.
3. Your answer must be written on your answer sheet.
4. Write your applicant number in the cover pages of this booklet and answer sheets.
5. This booklet contains one mathematics part and ten specialized subject parts (two each from the five fields of structural engineering, hydraulic engineering, geotechnical engineering, infrastructure planning and concrete engineering).
6. Answer the questions in mathematics part. And choose four from specialized subject parts and answer the questions.
7. You can ask the instructor to exchange this booklet in case of sheet missing, disorderly binding or unclearly printing.
8. Use the blank sheet of this booklet for draft writings.
9. You may **NOT** take home this booklet and answer sheets.
10. You will **NOT** be allowed to leave the room until 70 minutes have passed from the beginning of the examination.

**大問 1 (数学)**  
**Part 1 (Mathematics)**

次の問題[1],[2]をすべて解きなさい。

Answer the following questions [1] and [2].

[1] 次の偏微分方程式 (式1-1) を, 条件(1-2)と(1-3)のもとで解け。

Solve the partial differential equation (1-1) under the condition (1-2) and (1-3).

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - k^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0 \quad (0 \leq x \leq l, t \geq 0) \quad (1-1)$$

$$u(0, t) = u(l, t) = 0 \quad (1-2)$$

$$u(x, 0) = \sin\left(\frac{\pi}{l}x\right), \quad \frac{\partial u}{\partial t}(x, 0) = 0 \quad (1-3)$$

ここに,  $u = u(x, t)$  であり,  $k, l$  は正の定数である。

Here,  $u = u(x, t)$ , and  $k, l$  are positive constants.

[2] 行列  $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 5 \\ 0 & 4 & 3 \end{bmatrix}$  について, 以下の問いに答えなさい。

Answer the following questions about a matrix  $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 5 \\ 0 & 4 & 3 \end{bmatrix}$

(1) 行列  $\mathbf{A}$  について,  $\mathbf{P}^{-1}\mathbf{A}\mathbf{P} = \mathbf{D}$  となる正則行列  $\mathbf{P}$  と対角行列  $\mathbf{D}$  を求めなさい。

For the matrix  $\mathbf{A}$ , find a regular matrix  $\mathbf{P}$  and a diagonal matrix  $\mathbf{D}$  such that  $\mathbf{P}^{-1}\mathbf{A}\mathbf{P} = \mathbf{D}$ .

(2) 行列  $\mathbf{A}$  の  $n$  乗 ( $\mathbf{A}^n$ ) を示しなさい。

Show matrix  $\mathbf{A}$  to the  $n^{\text{th}}$  power (matrix  $\mathbf{A}^n$ )

**専門科目**  
**Specialized subjects**

10 題の大問の中から 4 題を選択し解答すること。

- 大問 2, 3 : 構造工学
- 大問 4, 5 : 水工学
- 大問 6, 7 : 地盤工学
- 大問 8, 9 : 土木計画学
- 大問 10, 11 : コンクリート工学

各問題は次ページ以降に記載されている。

Choose four out of ten parts and answer questions in the parts.

- Part 2, 3: Structural engineering
- Part 4, 5: Hydraulics
- Part 6, 7: Geotechnical engineering
- Part 8, 9: Infrastructure planning
- Part 10, 11: Concrete engineering

Questions of each part are written in the following pages.

## 大問 2 (専門科目) Part 2 (Specialized subject)

1. 図 1 に示すように、長さ  $l$  の片持ち梁 AC の先端 C が長さ  $l$  の単純梁 BD の中間点 C で支えられている。集中荷重  $P$  が片持ち梁 AC 上の A から  $l/3$  の位置にあるとき、C 点におけるたわみ  $\delta$  を求めたい。この問題を以下の手順で解くことを考える。以下の問題に答えなさい。なお、どちらの梁の曲げ剛性も  $EI$  とする。

A cantilever beam A-C is supported by a simple beam B-D at the center point C as shown in Fig. 1. Both beams have the length of  $l$ . When a concentrated load  $P$  is located at  $l/3$  distance from A on the cantilever beam A-C, deflection  $\delta$  at the point C is obtained by the following steps. Answer the following questions. Note that the both beams have bending stiffness of  $EI$ .

- 1) 図 2-1 に示す長さ  $l$  の単純梁の中間点に集中荷重  $X$  が作用するときの中間点のたわみ  $\delta$  を求めなさい。ここで梁の曲げ剛性は  $EI$  とする。

Calculate deflection  $\delta$  at the center point of the simple beam with the length  $l$  and the bending stiffness of  $EI$ , which is subjected to the concentrated load  $X$  at the center point as shown in Fig. 2-1.

- 2) 図 2-2 に示す固定点 A から  $l/3$  の距離で集中荷重  $P$  と先端に集中荷重  $X$  を受ける長さ  $l$  の片持ち梁の先端のたわみ  $\delta$  を求めなさい。ここで梁の曲げ剛性は  $EI$  とする。

Calculate deflection  $\delta$  at the free end of the cantilever beam with the length of  $l$  and bending stiffness  $EI$ , which is subjected to the concentrated load  $P$  at  $l/3$  distance from the fixed end A and the concentrated load  $X$  at the free end as shown in Fig. 2-2.

- 3) 1) で求めたたわみと 2) で求めたたわみが等しくなる条件から、図 1 に示す構造において C 点でのたわみ  $\delta$  を求めなさい。

Equating the deflections obtained by the steps 1) and 2), calculate the deflection  $\delta$  for the structure as shown in Fig. 1.

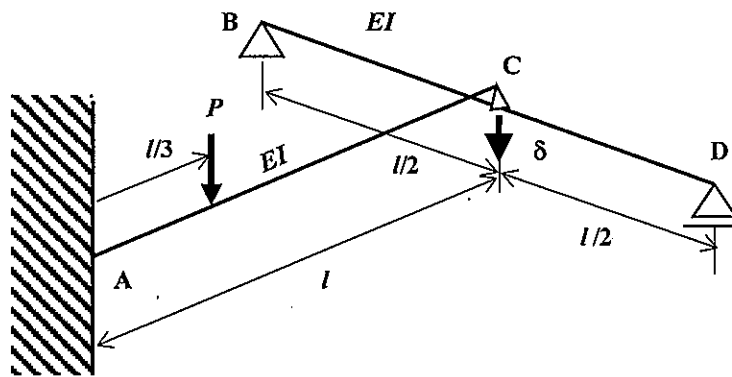


図 1 片持ち梁の先端を単純梁で支えた構造  
Fig. 1 Cantilever beam supported by simple beam

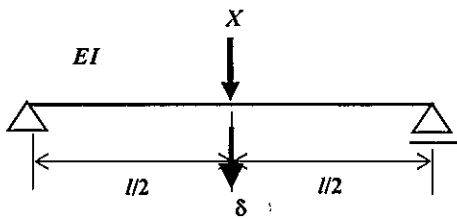


図 2-1 集中荷重を受ける単純梁  
Fig. 2-1 Simple beam subjected to concentrated load

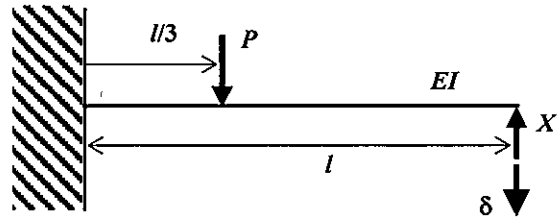


図 2-2 集中荷重を受ける片持ち梁  
Fig. 2-2 Cantilever beam subjected to concentrated loads

2. 図 3 は、SS400 などの軟鋼の引張試験を行った時に得られる応力 $\sigma$ -ひずみ $\epsilon$ の関係を示している。この図を用いて、軟鋼の機械的性質について特徴的なことを 3 つ取り上げ、それぞれ 100-200 字で説明しなさい。

Fig. 3 shows the relation between stress ( $\sigma$ ) and strain ( $\epsilon$ ) of mild steel such as SS400 obtained from a tensile test. Referring to the figure, give explanations of three mechanical characteristics of mild steel with 50-100 words.

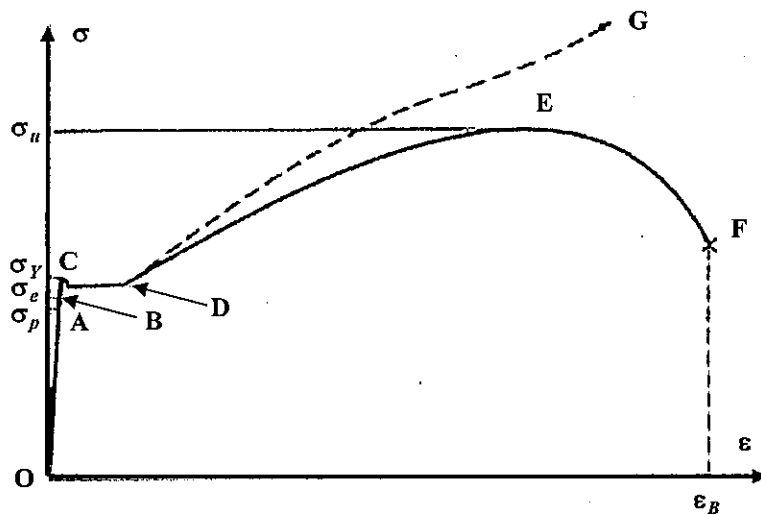


図 3 軟鋼の応力ひずみ曲線

Fig. 3 Stress ( $\sigma$ ) - strain ( $\epsilon$ ) relation of mild steel

大問 3 (専門科目)  
Part 3 (Specialized subject)

1. 図 1 に示す 1 自由度振動系を考える。質量  $m$  の錘が減衰自由振動をした時の波形を図 2 に示す。以下の問いに答えなさい。

Consider a 1DOF oscillator as shown in Fig. 1. Free vibration response of the mass is shown in Fig. 2. Answer the following questions.

- 1) 図 2 の減衰自由振動波形からこの振動系の固有振動数、対数減衰率を求めなさい。

Calculate natural frequency and logarithmic decrement of the oscillator from Fig. 2.

- 2) この系の振動が継続したとき、時刻 10 秒での変位  $x$  を求めなさい。なお、時刻 0 で振動は最大値から始まるものとする。また、計算に際して、以下の値を用いてもよい。ここで、 $\ln^*$  は、 $*$  の自然対数を表す。

When the vibration continues, calculate the response of the mass at time of 10 second. Assuming that the vibration starts from the maximum displacement at time zero. The following values of natural logarithm can be used.

$$\ln 9 = 2.20, \ln 10 = 2.30, \ln 11 = 2.40, \ln 12 = 2.48$$

$$\ln 13 = 2.56, \ln 14 = 2.64, \ln 15 = 2.71, \ln 16 = 2.77$$

$$\ln 17 = 2.83, \ln 18 = 2.89, \ln 19 = 2.94, \ln 20 = 3.00$$

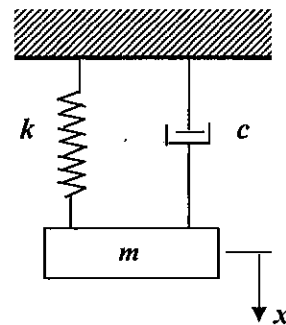


図 1 1 自由度振動系  
Fig.1 1DOF oscillator

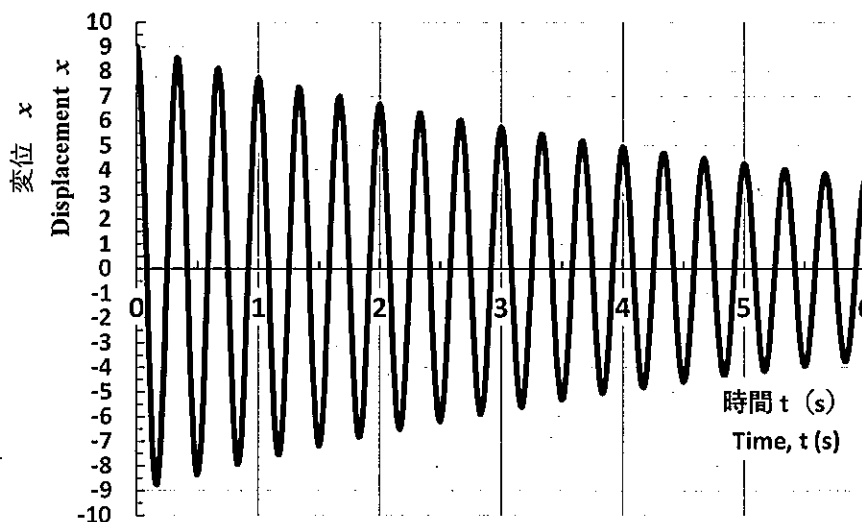


図 2 減衰自由振動波形

Fig. 2 Free vibration response

2. 図 3 に示す地震動を受ける構造物の振動は、以下の運動方程式(1)で表せる。

Equation of motion of a structure subjected to earthquake ground vibration shown in Fig. 3 is given by Eq. (1).

$$m \frac{d^2 u}{dt^2} + c \frac{du}{dt} + ku = -m \frac{d^2 u_g}{dt^2} \quad (1)$$

ここで、 $m$ 、 $c$ 、 $k$ はそれぞれ構造物の質量、減衰係数、バネ定数、 $u_g$ は支点の絶対変位、 $u$ は構造物の支点からの相対変位、 $t$ は時間である。このとき、構造物の絶対変位 $\tilde{u}$ の振幅 $B$ と支点変位の振幅 $U_g$ の比は、以下の式(2)で表せるとする。

where  $m$ ,  $c$ ,  $k$  are mass, damping coefficient and spring constant of the structure, respectively,  $u_g$  is absolute displacement of the support,  $u$  is relative displacement of the structure, and  $t$  is time. Ratio between the amplitude ( $B$ ) of the absolute displacement ( $\tilde{u}$ ) of the structure and the amplitude of the support displacement ( $U_g$ ) is given by Eq. (2).

$$M_T = \frac{B}{U_g} = \sqrt{\frac{1 + (2h\omega/\omega_0)^2}{(1 - (\omega/\omega_0)^2)^2 + (2h\omega/\omega_0)^2}} \quad (2)$$

ここで、 $h$ 、 $\omega_0$ はそれぞれ構造物の減衰定数、固有円振動数、 $\omega$ は支点変位の円振動数である。また、式(2)で表される絶対変位応答倍率 $M_T$ を振動数比 $\omega/\omega_0$ との関係で示したものが図4である。

where  $h$  and  $\omega_0$  are damping ratio and circular natural frequency of the structure, respectively,  $\omega$  is circular frequency of the support displacement. An amplification factor of the absolute displacement ( $M_T$ ) given by Eq. (2) is given as a function of the frequency ratio ( $\omega/\omega_0$ ) as shown in Fig. 4.

以上のことをもとに、構造物の地震被害を低減する手法としての制震、免震に関して、2項目以上それぞれ100~200字程度で説明しなさい。

Based on above, give explanations about seismic vibration control and seismic base isolation in order to reduce earthquake damages of structures. More than two items with 50-100 words each should be answered.

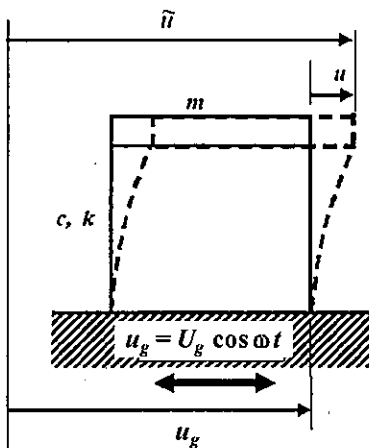


図3 地震動による構造物の振動

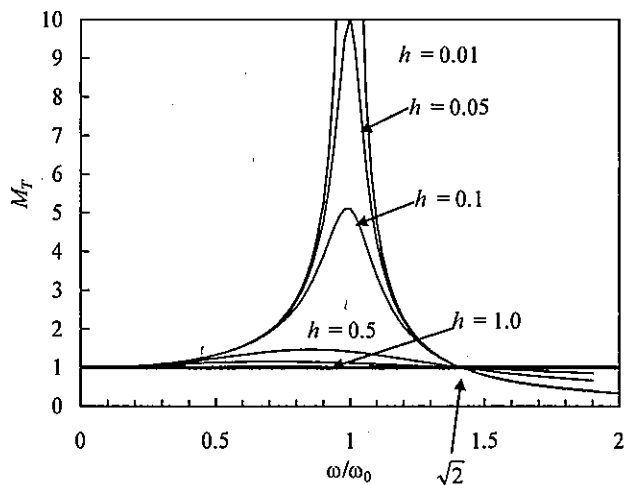


図4 絶対変位応答倍率

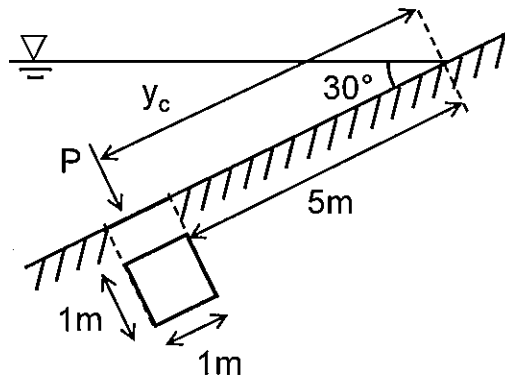
Fig. 3 Vibration by earthquake ground motion Fig. 4 Amplification factor of absolute displacement

**大問 4 (専門科目)**  
**Part 4 (Specialized subject)**

以下の設問 1～3 のいずれにも解答すること。必要な記号等は定義をして用いること。  
Answer the following questions 1, 2, and 3. Necessary symbols etc. should be defined before using them.

1. 下図のように正方形の水門が水中に設置されている。このとき、以下の問いに答えよ。ただし、重力加速度を  $9.8 \text{ m/s}^2$ 、水の密度を  $1.0 \text{ g/cm}^3$  とする。A square gate was installed in the water, as the diagram below. Answer the following questions. Note that the acceleration gravity is  $9.8 \text{ m/s}^2$ , and the density of the water is  $1.0 \text{ g/cm}^3$ .

- (1) 水門に作用する全水圧を求めよ。Consider the total water pressure acting on the gate.
- (2) 全水圧の作用点の位置 ( $y_c$ ) を求めよ。Consider the point of action of the total water pressure ( $y_c$ ).



2. デカルト座標系におけるナビエ・ストークスの方程式のうち、鉛直方向成分の運動方程式を記述し、右辺、左辺のそれぞれの項が何を意味しているのか説明せよ。また、ナビエ・ストークスの方程式とレイノルズ方程式の違いを説明せよ。Show the vertical component of the Navier-Stokes equation in the Cartesian coordinate system and explain the name and physical meaning of each term in the equation. Moreover, explain different points between the Navier-Stokes equations and the Reynolds equations.

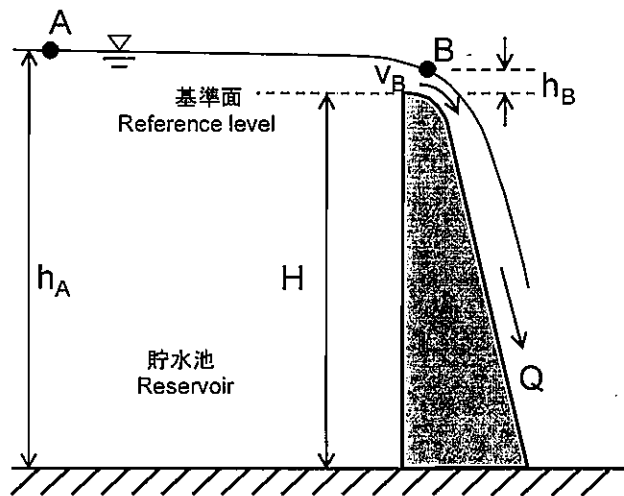
3. 浅海域において生じる波の浅水変形機構を説明せよ。また、現地において波高 2 m, 周期 8 秒である波浪に対して、寸法縮尺 1/25 にて室内実験を行う場合、波高と周期はいくらにすればよいか求めよ。 Explain the mechanism of wave shoaling that occur in shallow water region. Moreover, a laboratory experiment is conducted on a dimensional scale of 1/25. Consider the wave height and wave period in the laboratory experiment when those in the field are 2 m and 8 s, respectively.

**大問 5 (専門科目)**  
**Part 5 (Specialized subject)**

以下の設問 1～3 のいずれにも解答すること。必要な記号等は定義をして用いること。  
Answer the following questions 1, 2, and 3. Necessary symbols etc. should be defined before using them.

1. 下図のように貯水池内の水が、高さ  $H$ 、奥行き(幅)  $b$  のダムを越流している。この時、以下の問いに答えよ。ただし、位置エネルギーの基準面をダムの提頂とし、また、エネルギー損失は無視することとする。Water in a reservoir is flowing over a dam of height  $H$  and width  $b$ , as shown in the below figure. Answer the following questions. Note that the reference level for potential energy is the top of the dam, and energy loss is neglected.

- (1) 貯水池内の水面上の点 A (ダムよりも十分離れた点) の全エネルギー水頭  $E_A$  を求めよ。Find the total energy head  $E_A$  at point A on the water surface in the reservoir (the point is far enough from the dam).
- (2) ダムの提頂において流れは限界流となる。限界流とはどのような流れかを説明せよ。At the top of the dam, the stream is critical flow. Explain what the critical flow is.
- (3) 点 B での流速(限界流速)  $v_B$  を  $E_A$  のみを変数パラメータとする形で表せ。Express the flow velocity (critical velocity)  $v_B$  at the point B with the only  $E_A$  as a variable parameter.
- (4) 越流量  $Q$  を  $E_A$  を用いて表せ。Show the overflow rate  $Q$  by using  $E_A$ .



2. 管路の流れに関する以下の問いに答えよ。Answer the following questions about pipe flows.

(1) 内径  $D$ , 長さ  $L$  のまっすぐな円管に流速  $v$  で水が流れているとき, 摩擦によるエネルギー損失水頭はどのように表されるか答えよ。Consider a flow in a straight pipe with the inner diameter of  $D$  and the length of  $L$ . when the velocity is  $v$ , show an expression for the pipe friction loss head.

(2) 形状損失の具体例を 4 つ挙げ, それぞれの様子を図示せよ。Itemize four possible form losses and sketch each appearance.

3. 富栄養化した閉鎖性水域における赤潮, 青潮の発生メカニズムを説明せよ。Explain the mechanisms of the occurrence of red tides (abnormal phytoplankton blooming) and blue tides in a eutrophic semi-enclosed coastal sea.

**大問 6 (専門科目)**  
**Part 6 (Specialized subject)**

[1] 以下の語句を説明せよ。必要に応じて図・数式を利用してもよい。

Explain the following terms. You can use illustrations and/or equations if necessary.

(1) 静止土圧係数

Coefficient of earth pressure at rest

(2) オーバーコンパクション

Over compaction

(3) ダイレイタンスー

Dilatancy

[2] 上下を砂層にはさまれた層厚 10 m の正規圧密粘土層から試料を採取して標準圧密試験を実施した。ある載荷段階で鉛直有効応力  $\sigma'_v = 100 \text{ kN/m}^2$  から鉛直全応力増分を  $100 \text{ kN/m}^2$  与えたところ、5 分で 1.0 mm の圧密沈下を生じた後、最終沈下量は 2.0 mm に達した。載荷前の間隙比  $e = 2.00$ 、供試体高さ  $H = 20.0 \text{ mm}$  であった。圧密度と圧密時間係数の関係は下の表の通りである。水の単位体積重量は  $9.8 \text{ kN/m}^3$  とする。必要に応じて  $\log_{10} 2 = 0.30$  を用いてよい。下記の問いに答えよ。

An oedometer test was conducted on a sample taken from a normally consolidated clay layer with a thickness of 10 m located between sand layers. When total vertical stress  $\sigma_v$  was increased by 100 kPa from a vertical effective stress  $\sigma'_v$  of 100 kPa at a loading stage, a settlement was reached 1.0 mm at 5 minutes and the final settlement was 2.0 mm. The initial void ratio of the specimen  $e_0$  was 2.00, and the initial height of the specimen  $H$  was 20.0 mm. Degrees of consolidation and corresponding time factors are given in the table below. Unit weight of water is  $9.8 \text{ kN/m}^3$ . Use  $\log_{10} 2 = 0.30$  if necessary. Answer the following questions.

圧密度と圧密時間係数

Degree of consolidation and time factor

$U$ (%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90
$T_v$	0.008	0.031	0.071	0.127	0.197	0.287	0.403	0.567	0.848

(1) この粘土の圧密係数  $C_v$  [ $\text{cm}^2/\text{分}$ ] を求めよ。

Determine the coefficient of consolidation  $C_v$  [ $\text{cm}^2/\text{min}$ ] of the clay.

(2) この粘土の圧縮指数  $C_c$  を求めよ。

Determine the compression index  $C_c$  of the clay.

(3) この粘土層が標準圧密試験と同じ応力条件で圧密されるとき、90%圧密が進行するのに要する時間 [年]とそのときの圧密沈下量 [cm]を求めよ。

Assuming the same stress condition as the oedometer test is applied to the clay layer, calculate the time [year] required to be 90% consolidated and the corresponding settlement [cm].

**大問 7 (専門科目)**  
**Part 7 (Specialized subject)**

[1] 以下の語句を説明せよ。必要に応じて図・数式を利用してもよい。

Explain the following terms. You can use illustrations and/or equations if necessary.

(1) 過剰間隙水圧

Excess pore water pressure

(2) ネガティブフリクション

Negative friction

(3) 土のコンシステンシー

Consistency of soils

[2] 粘着力のない飽和砂を背圧  $150 \text{ kN/m}^2$  のもとで有効拘束圧  $\sigma'_c = 200 \text{ kN/m}^2$  まで等方圧密した後、圧密非排水 (CU) 三軸圧縮試験を行ったところ、破壊時に過剰間隙水圧  $u_f = -100 \text{ kN/m}^2$ 、軸差応力  $q_f (= \sigma_{1f} - \sigma_{3f}) = 300 \text{ kN/m}^2$  が得られた。以下の問いに答えよ。

A consolidated undrained (CU) triaxial compression test was carried out on cohesionless, saturated sand at an effective confining pressure  $\sigma'_c = 200 \text{ kN/m}^2$  under a back pressure of  $150 \text{ kN/m}^2$ . As a result, the excess pore water pressure  $u_f$  and the axial stress difference  $q_f (= \sigma_{1f} - \sigma_{3f})$  reached  $100 \text{ kN/m}^2$  and  $300 \text{ kN/m}^2$  at failure, respectively. Answer the following questions.

(1) 破壊時のモールの応力円を描け。有効応力および全応力の応力円をそれぞれ実線、破線で描くこと。

Draw Mohr's circles of the effective and total stress at failure with a solid line and a broken line, respectively.

(2) この砂のせん断抵抗角  $\phi'$  とするとき  $\sin \phi'$  を求めよ。

Find sine of the angle of shear resistance  $\phi'$  of the sand.

(3) 同じ供試体に対して、有効拘束圧  $\sigma'_c$  を  $200 \text{ kN/m}^2$  に保ったまま圧密排水 (CD) 三軸圧縮試験を行った。破壊時の主応力差  $q_f$  を求めよ。

Find the principal stress difference  $q_f$  at failure when the same specimen is subjected to consolidated drained (CD) triaxial compression test at the effective confining pressure  $\sigma'_c = 200 \text{ kN/m}^2$ .

**大問 8 (専門科目)**  
**Part 8 (Specialized subject)**

以下の 3 問の全てを解答せよ。 Answer all the questions from 1 to 3.

1. 以下の表に示すような、変数 X と Y で表現される 5 組のデータがある。 Y を X で線形回帰した式と、 X と Y の決定係数 (小数点以下第 2 位まで) を求めなさい。

About the data shown in the table, calculate the linear regression equation of Y explained by X. Then, calculate the coefficient of the determination of X and Y (to the second decimal place).

X	1	2	3	4	5
Y	2	2	4	2	0

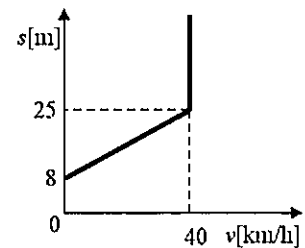
2. 以下の用語について、数行で説明せよ。 Explain the following terms in a few lines.

(1) ピーク時係数 Peak Hourly Factor

(2) 信号交差点の需要率 Flow Ratio of a Signalized Intersection

3. 以下の問いに答えよ。 Answer the following question.

ある道路を走行する車両の速度  $v$  と車頭距離  $s$  の間に右図のような関係がある。流率 1000[veh/h] の一様な需要が流れているときに、事故により車線が完全に閉塞した。事故発生 1 時間後の渋滞の長さを求めよ。



The relationship of speed and headway spacing on a certain highway is shown in the right figure. Suppose uniform traffic flowing in 1000

[veh/h], the highway was blocked completely by an accident. Obtain the length of the queue in 1 hour formed by this accident.

大問 9 (専門科目)  
Part 9 (Specialized subject)

以下の 2 問の全てを解答せよ。 Answer all of the following two questions.

1. 以下の用語について、数行で説明せよ。 Explain the following terms in a few lines.

(1) モビリティ・マネジメント Mobility Management

(2) クルドサック cul-de-sac

2. 以下の問いに答えよ。 Answer the following questions.

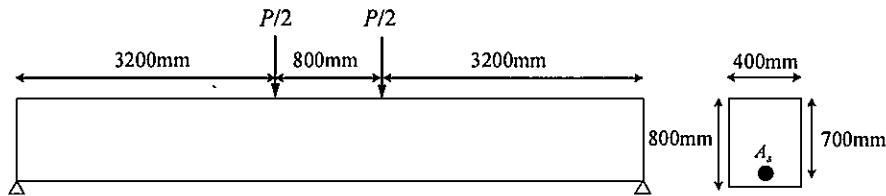
(1) 費用便益分析とは何かを説明し、長期に渡るプロジェクトにおいてどのように費用便益比を計算をするのか、式で示しなさい。 Explain what 'cost-benefit analysis' is and write down formulas to calculate cost-benefit ratio for a long-term project.

(2) Sherry R. Arnstein による「市民参加のはしご」の 8 段階について説明せよ。  
Explain the eight rungs of Sherry R. Arnstein's 'a ladder of citizen participation.'

## 大問 10 (専門科目) Part 10 (Specialized subject)

図に示す、スパン中央部分に対称2点集中荷重を受ける RC はりを考える。断面形状は図に示す通りである。鉄筋の降伏強度  $f_y=350\text{N/mm}^2$ 、鉄筋のヤング係数  $E_s=200\text{kN/mm}^2$ 、 $A_s=2000\text{mm}^2$ 、 $f_c'=30\text{N/mm}^2$ 、コンクリートの破壊ひずみ  $\epsilon_{cu}'=0.0035$  とする。

Concerning the singly reinforced rectangular beam subjected to positive bending moment shown in the following figure, answer the following questions. Yielding strength of re-bar  $f_y = 350\text{N/mm}^2$ , Young's modulus of re-bar  $E_s = 200\text{kN/mm}^2$ ,  $A_s=2000\text{mm}^2$ , Compressive strength of concrete  $f_c' = 30\text{N/mm}^2$ , the failure strain of concrete in compression is 0.0035. Other necessary symbols can be used with appropriate definition.



- (1) 断面が破壊する際の荷重を求めよ。計算する際の仮定もすべて示せ。破壊する断面のひずみ分布と応力分布を図示せよ。

Obtain the load  $P$  when this section shows failure. All the assumptions for the calculation should be explained. Show the strain distribution and the stress distribution in the section at the failure.

- (2)  $A_s$  が  $2000\text{mm}^2$  から次第に増加すると破壊モードが変化する。釣合破壊となるときの  $A_s$  を求めよ。

When  $A_s$  is increased from  $2000\text{mm}^2$ , the failure mode of the section is changed. Obtain  $A_s$  when the section shows the balanced failure.

- (3)  $A_s$  がさらに増加して  $20000\text{mm}^2$  となったとき、このはりには曲げ圧縮破壊を生じる。このときの破壊荷重を求めよ。破壊する断面のひずみ分布と応力分布を図示せよ。

When  $A_s$  is further increased to  $20000\text{mm}^2$ , this beam shows bending compression failure. Obtain the load  $P$  at this failure. Show the strain distribution and the stress distribution in the section at the failure.

## 大問 1 1 (専門科目) Part 11 (Specialized subject)

次の事柄について説明せよ。適宜、説明のために図を用いよ。

Explain the following matters. You can use appropriate figures for explanation if necessary.

- (1) フライアッシュを混和材として用いることのフレッシュコンクリートと硬化コンクリートへの影響  
Effects of fly ash used as additive on fresh concrete and on hardened concrete
- (2) ポルトランドセメントの水和反応  
Hydration of Portland cement
- (3) コンクリートの凍害  
Frost damage of concrete
- (4) 単位水量をより小さくすることの意義  
Significance of setting smaller unit water content
- (5) せん断破壊における寸法効  
Size effect in shear failure
- (6) 塩害のメカニズム  
Mechanism of chloride induced corrosion

2022年4月/2022年10月入学(冬期募集)  
横浜国立大学大学院 都市イノベーション学府 入学試験解答用紙表紙 博士課程(前期)  
2022 April/2022 October Entrance Examination [Winter Admission],  
Graduate School of Urban Innovation, Yokohama National University  
Master's Program

都市地域社会専攻  
都市地域社会コース(都市基盤系問題)  
国際基盤学コース

博士課程前期 Master's Program	受験番号 Applicant Number

Department of Infrastructure and Urban Society  
(Civil Engineering of Infrastructure and Urban Society Course)  
(International Graduate School for Infrastructure Course (IGSI))

試験科目(学科試験I)  
Subject (Professional I)

注 意 事 項

1. この冊子には解答用紙が7枚ある。
2. 試験開始後、受験番号を上の該当欄とすべての解答用紙に記入すること。
3. 必要に応じて裏面を使ってもよい。

Cautionary Notice

1. This booklet contains 7 answer sheets.
2. Write your applicant number in the cover page of this booklet and in all answer sheet after the examination begins.
3. Use backside if necessary.

	得点 Score
数学 Mathematics	
選択分野 Selected subject	
合計 Total	

数学 Mathematics	大問番号 Selected Part Number	1	受験番号 Applicant Number	
-------------------	------------------------------	---	--------------------------	--

数学 Mathematics	大問番号 Selected Part Number	1	受験番号 Applicant Number	
-------------------	------------------------------	---	--------------------------	--

数学 Mathematics	大問番号 Selected Part Number	1	受験番号 Applicant Number	
-------------------	------------------------------	---	--------------------------	--

専門科目 Specialized Subject	大問番号 Selected Part Number		受験番号 Applicant Number	
-----------------------------	------------------------------	--	--------------------------	--

専門科目 Specialized Subject	大問番号 Selected Part Number		受験番号 Applicant Number	
-----------------------------	------------------------------	--	--------------------------	--

専門科目 Specialized Subject	大問番号 Selected Part Number		受験番号 Applicant Number	
-----------------------------	------------------------------	--	--------------------------	--

専門科目 Specialized Subject	大問番号 Selected Part Number		受験番号 Applicant Number	
-----------------------------	------------------------------	--	--------------------------	--

2022年4月入学(夏期募集)  
横浜国立大学大学院 都市イノベーション学府 入学試験問題表紙 博士課程(前期)  
2022 April Entrance Examination [Summer Admission],  
Graduate School of Urban Innovation, Yokohama National University  
Master's Program

都市地域社会専攻  
都市地域社会コース(都市基盤系問題)  
国際基盤学コース

博士課程前期 Master's Program	受験番号 Applicant Number

Department of Infrastructure and Urban Society  
(Civil Engineering of Infrastructure and Urban Society Course)  
(International Graduate School for Infrastructure Course (IGSI))

試験科目(学科試験 I)  
Subject (Professional I)

注意事項

1. 試験開始の合図があるまでこの冊子を開かないこと。
2. 解答には黒鉛筆を使用すること。
3. 解答は、必ず解答用紙に記入すること。
4. 各解答用紙および問題冊子の表紙の該当欄に受験番号を必ず記入すること。
5. この冊子には、数学の大問が1題、および専門科目の大問が10題(構造工学、水工学、地盤工学、土木計画学、コンクリート工学の5分野からそれぞれ2題)ある。
6. この冊子にある数学の大問に解答し、さらに専門科目の大問の中から合計4題を選択し解答すること。
7. 落丁、乱丁あるいは不鮮明な印刷がある場合は申し出て、改めて冊子を受け取ること。
8. 下書きにはこの冊子の余白を使用すること。
9. 問題冊子および解答用紙は持ち帰ってはいけない。
10. 退出は試験開始後70分まで認めない。

Cautionary Notice

1. Do **NOT** open this booklet until the start instruction is given.
2. Use your black pencil to write your answer.
3. Your answer must be written on your answer sheet.
4. Write your applicant number in the cover pages of this booklet and answer sheets.
5. This booklet contains one mathematics part and ten specialized subject parts (two each from the five fields of structural engineering, hydraulic engineering, geotechnical engineering, infrastructure planning and concrete engineering).
6. Answer the questions in mathematics part. And choose four from specialized subject parts and answer the questions.
7. You can ask the instructor to exchange this booklet in case of sheet missing, disorderly binding or unclearly printing.
8. Use the blank sheet of this booklet for draft writings.
9. You may **NOT** take home this booklet and answer sheets.
10. You will **NOT** be allowed to leave the room until 70 minutes have passed from the beginning of the examination.

大問 1 (数学)  
Part 1 (Mathematics)

次の問題[1],[2]をすべて解きなさい。

Answer the following questions [1] and [2].

[1]

(1)  $y'' + 4y' + 4y = 0$ ,  $y(0) = 10$ ,  $y'(0) = 10$ を満たす関数 $y(x)$ を求めよ。

Find the function  $y(x)$  such that  $y'' + 4y' + 4y = 0$ ,  $y(0) = 10$ , and  $y'(0) = 10$ .

(2) 微分方程式 $y' + 2y = \cos x$ の一般解 $y(x)$ を求めよ。

Find the general solution  $y(x)$  for the differential equation,  $y' + 2y = \cos x$ .

[2]

(1) 以下の行列が正則かどうか調べ、正則ならば逆行列を求めよ。

Examine whether the following matrices is regular. If it is regular, then calculate the inverse matrix.

$$\begin{bmatrix} 2 & 2 & 4 \\ 3 & 0 & 8 \\ 2 & 3 & 3 \end{bmatrix}$$

(2)  $A = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 2 \\ 1 & -1 & -2 \\ -1 & 3 & 5 \end{bmatrix}$ について、 $P^{-1}AP = D$ なる正則行列 $P$ と対角行列 $D$ を求

めよ。

For the matrix  $A = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 2 \\ 1 & -1 & -2 \\ -1 & 3 & 5 \end{bmatrix}$ , find a regular matrix  $P$  and a diagonal

matrix  $D$  such that  $P^{-1}AP = D$ .

**専門科目**  
**Specialized subjects**

10 題の大問の中から 4 題を選択し解答すること。

- 大問 2, 3 : 構造工学
- 大問 4, 5 : 水工学
- 大問 6, 7 : 地盤工学
- 大問 8, 9 : 土木計画学
- 大問 10, 11 : コンクリート工学

各問題は次ページ以降に記載されている。

Choose four out of ten parts and answer questions in the parts.

- Part 2, 3: Structural engineering
- Part 4, 5: Hydraulics engineering
- Part 6, 7: Geotechnical engineering
- Part 8, 9: Infrastructure planning
- Part 10, 11: Concrete engineering

Questions of each part are written in the following pages.

大問 2 (専門科目)  
Part 2 (Specialized subject)

1. 図 1 に示す 2 径間連続梁の AB 間に等分布荷重  $w$  が作用している。支点反力は、 $V_A = \frac{7}{16}wl$ 、 $V_B = \frac{5}{8}wl$ 、 $V_C = -\frac{wl}{16}$  で与えられる。梁の曲げ剛性を  $EI$  として、次の問題に答えなさい。

Answer the following questions about a 2-span continuous beam subjected to a uniformly distributed load  $w$  for the section A-B, as shown in Fig.1. Under this condition, support reaction forces are given  $V_A = \frac{7}{16}wl$ 、 $V_B = \frac{5}{8}wl$ 、 $V_C = -\frac{wl}{16}$ . Note that bending rigidity of the beam is  $EI$ .

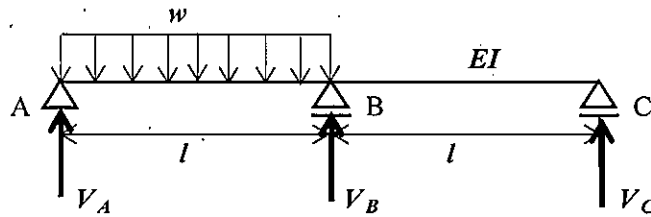


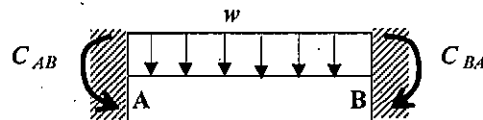
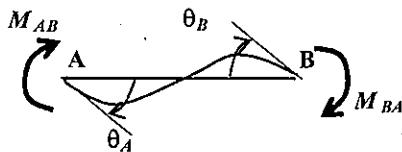
図 1 2 径間連続梁

Fig.1 2-span continuous beam

- 1) 梁の AB 間のせん断力分布、曲げモーメント分布を求め、図示しなさい。  
Calculate shear force distribution and bending moment distribution for the section A-B of the beam, and draw the diagrams.
- 2) たわみ角法を用いることで、支点反力  $V_A$  が上記となることを示しなさい。  
Using a slope-deflection method, prove  $V_A$  as shown above.

ヒント

梁 AB に対するたわみ角式は、式 (1)、(2) のように与えられる。



$$M_{AB} = \frac{2EI}{l}(2\theta_A + \theta_B) + C_{AB} \quad (1)$$

$$M_{BA} = \frac{2EI}{l}(\theta_A + 2\theta_B) + C_{BA} \quad (2)$$

ここで、 $M_{AB}$ 、 $M_{BA}$ は端モーメント、 $C_{AB}$ 、 $C_{BA}$ は等分布荷重による荷重項で、 $C_{AB} = -\frac{wl^2}{12}$ である。

Note that the slope-deflection equations for a beam A-B are given by Eqs. (1) and (2) where  $M_{AB}$  and  $M_{BA}$  are member end moments,  $C_{AB}$  and  $C_{BA}$  are fixed end moments, and  $C_{AB} = -\frac{wl^2}{12}$ .

大問 3 (専門科目)  
Part 3 (Specialized subject)

1. 振動に関する以下の問いに答えなさい。

Answer following questions of vibration.

1) 図 1 に示す調和外力が作用する 1 質点系の運動方程式は、式(1)で表される。この振動系の定常振動解は、式 (2) および (3) で示される。このとき、以下の①～③の問いに応えなさい。

An equation of motion of a 1-DOF oscillator subjected to a harmonic external force shown in Fig. 1 is given by Eq. (1). A stationary vibration response of this system is given by Eqs. (2) and (3).

Answer following questions ① - ③.

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = F_0 \sin \omega t \quad (1)$$

$$x = \frac{(F_0/k)}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\omega}{\omega_1}\right)^2\right)^2 + \left(2h\frac{\omega}{\omega_1}\right)^2}} \sin(\omega t - \varphi) \quad (2)$$

$$\varphi = \tan^{-1} \left( \frac{2h\frac{\omega}{\omega_1}}{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_1}\right)^2} \right) \quad (3)$$

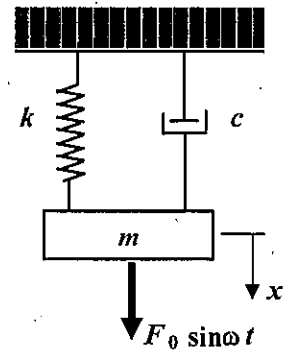


図 1 1 質点系振動体  
Fig. 1 1-DOF oscillator

① 式 (2)、(3) における  $\omega_1$  は、 $\sqrt{\frac{k}{m}}$  で与えられるが、 $\omega_1$  のことを何と言うか。また、この  $\omega_1$  について簡単に説明しなさい。

$\omega_1$  in Eqs. (2) and (3) is given by  $\sqrt{\frac{k}{m}}$ . What is  $\omega_1$  called? In addition, explain  $\omega_1$  briefly.

② 式 (2) における  $h (= c/2m\omega_1)$  は減衰定数を表すが、 $h = 1$  の状態は何と呼ばれるかを答えなさい。また、その状態がどのような状態かを簡単に説明しなさい。

$h (= c/2m\omega_1)$  in Eq. (2) is damping ratio. What is the state at  $h = 1$  called? Explain briefly what that state is.

③ 外力振動数  $\omega$  を変化させたときの振動応答振幅  $X$  と静的変位  $X_0 (= F_0/k)$  の比 (動的応答倍率) および位相角  $\varphi$  は、それぞれ図 2 および図 3 のようになる。このとき、図 2 および図 3 から分かる特徴的な現象を 3 つあげて、その現象について理由とともに、それぞれ 50 字程度で説明しなさい。

A dynamic amplification factor, the ratio between vibration amplitude  $X$  and the static deflection

$X_0 (= F_0/k)$  with changing the frequency  $\omega$  of the external force, and phase angle  $\phi$  are shown in Figs. 2 and 3. Explain three characteristic phenomena found in Figs. 2 and 3 together with their reasons.

- ④ 図2において、動的応答倍率  $\left(\frac{X}{X_0} = \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\omega}{\omega_1}\right)^2\right)^2 + \left(2h\frac{\omega}{\omega_1}\right)^2}}\right)$  が極大となる $\omega$ の条件を求め、

図2との関係でその特徴を説明しなさい。

Obtain a condition of " $\omega$ " that the dynamic amplification factor  $\left(\frac{X}{X_0} = \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\omega}{\omega_1}\right)^2\right)^2 + \left(2h\frac{\omega}{\omega_1}\right)^2}}\right)$  is

maximized in Fig. 2. Explain its characteristics related to Fig. 2.

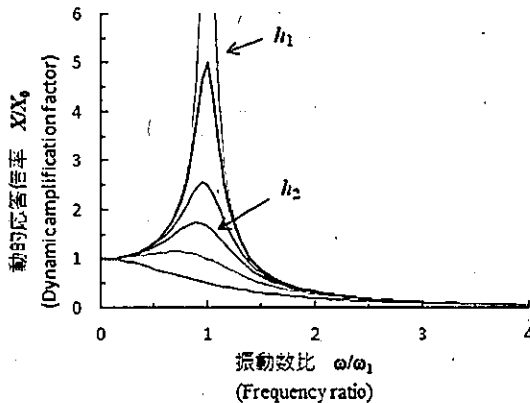


図2 動的応答倍率

Fig. 2 Dynamic amplification factor

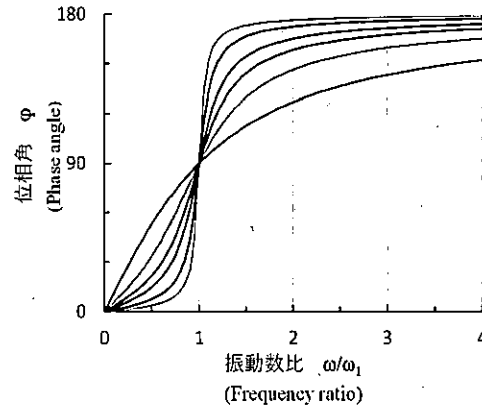


図3 位相角

Fig. 3 Phase angle

- 2) 図4に示す2層ラーメンの水平方向の自由振動を表す運動方程式は、式(4)のように表される。ここで、 $m_1$ 、 $m_2$ および $k_1$ 、 $k_2$ は、それぞれ1層目、2層目の質量および剛性を表わし、減衰はないものとする。 $m_1 = m_2$ 、 $k_1 = k_2$ のとき、この2層ラーメンの固有振動数、固有振動モードを求めなさい。なお、固有振動モードは図示もすること。

Equations of motion of a 2-story rigid frame structure shown in Fig. 4 are given by Eq. (4).  $m_1$  and  $m_2$ , and  $k_1$  and  $k_2$  are mass and stiffness of the 1st and 2nd floors, respectively. Damping of the structure is assumed zero. Assuming that  $m_1 = m_2$  and  $k_1 = k_2$ , calculate natural frequencies and vibration modes, and show the vibration mode shapes.

$$\begin{pmatrix} m_1 & 0 \\ 0 & m_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \ddot{x}_1 \\ \ddot{x}_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} k_1 + k_2 & -k_2 \\ -k_2 & k_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (4)$$

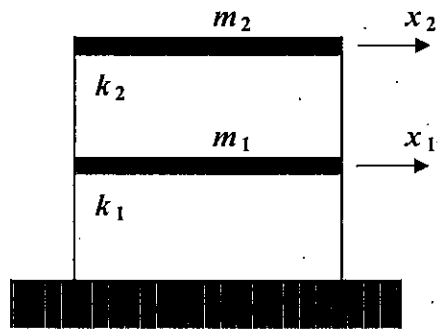


図4 2層ラーメン

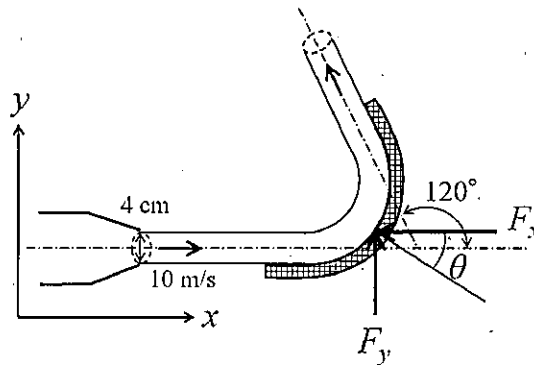
Fig. 4 2-story rigid frame

**大問 4 (専門科目)**  
**Part 4 (Specialized subject)**

以下の設問 1~3 のいずれにも解答すること。必要な記号等は定義して用いること。  
Answer the following questions 1, 2, and 3. Necessary symbols etc. should be defined before using them.

1. 図のように、内径 4 cm のノズルから水が 10 m/s の速度で噴出され、これが水平に置かれた曲板面に当たり、 $120^\circ$  曲げられている。このとき、以下の問いに答えよ。ただし、摩擦損失を無視し、水の密度を  $1.0 \text{ g/cm}^3$  とする。As shown in the figure, the water was discharged with a velocity of 10 m/s from a nozzle with an inner diameter of 4 cm. The discharged flow hits the surface of a curved plate that placed horizontally and is bent  $120^\circ$ . Suppose the density of the water is  $1.0 \text{ g/cm}^3$  and ignore the friction.

- (1) この板を支えるのに必要な力の  $x$  方向成分  $F_x$  を求めよ。Calculate the  $x$ -direction component of force acting on the curved plate.
- (2) この板を支えるのに必要な力の  $y$  方向成分  $F_y$  を求めよ。Calculate the  $y$ -direction component of force acting on the curved plate.
- (3) (1), (2) で求めた力の合力の向き ( $\theta$ ) を求めよ。Consider the direction ( $\theta$ ) of the total force that calculated in (1) and (2).



2. 複素平面  $z = x + iy$  において、複素速度ポテンシャル  $W$  が  $W = Uz^2$  で表わされる 2 次元ポテンシャル流れを考える。この流れ場の流線の式を求めなさい。さらに、流れ場の様子を図示しなさい。ただし、 $x, y$  は実数、 $i$  は虚数単位、 $U$  は定数 (負の実数) である。In the complex plane  $z = x + iy$ , derive the equation of the streamline of the flow described by the following complex velocity potential. Also, sketch the flow field.  $W = Uz^2$ , where  $x$  and  $y$  are real numbers,  $i$  is the imaginary unit, and  $U$  is a negative constant real number.

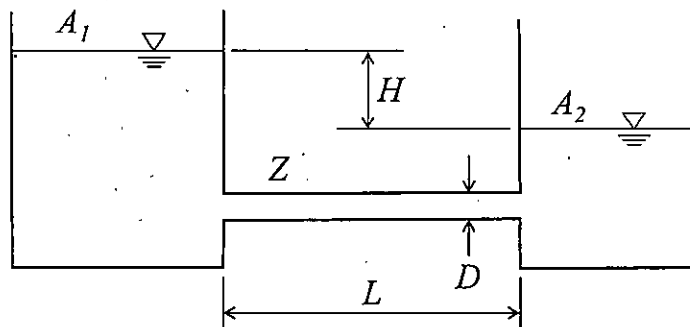
3. 浮体の安定性を考える。重心が浮心よりも上にある場合には、傾心の位置によりその浮体の安定性が決定する。このとき、傾心の位置の求め方を文章で説明すると共に、浮体が安定するときの重心、浮心、傾心の関係を説明せよ。 Consider the stability of the floating body. If the center of gravity is above the center of buoyancy, the stability of the floating body depends on the position of the metacenter. Explain how to find the metacenter in sentences. Moreover, when the floating body stabilizes in the above situation, explain the relationship between the center of gravity, the center of buoyancy, and the position of the metacenter.

大問 5 (専門科目)  
Part 5 (Specialized subject)

以下の設問 1~3 のいずれにも解答すること。必要な記号等は定義して用いること。  
Answer the following questions 1, 2, and 3. Necessary symbols etc. should be defined before using them.

1. 図のように断面積  $A_1$ ,  $A_2$  の 2 つの水槽が円管  $Z$  (直径  $D$ , 長さ  $L$ , 摩擦係数  $f$ ) で結ばれている。初期の水位差は  $H$  であり、両水槽の水位が等しくなるまでの時間を  $t_0$  とする。このとき、以下の問いに答えよ。ただし、管の摩擦以外のエネルギー損失は無視できるものとする。As shown in the figure, two water tanks with cross-sectional areas  $A_1$  and  $A_2$  are connected by a pipe  $Z$  (diameter  $D$ , length  $L$ , friction coefficient  $f$ ). The initial water level difference is  $H$ , and the time until the water levels in both tanks become equal is  $t_0$ . Answer the following questions. Note that energy loss except the pipe friction is ignored.

- (1) 円管  $Z$  内の流速  $v$  を管の摩擦損失水頭  $h_f$  を用いて表せ。Consider a flow in a straight pipe  $Z$ . Show the flow velocity  $v$  using the pipe friction loss head  $h_f$ .
- (2) 円管  $Z$  の直径  $D$  を 4 倍した場合、水位が等しくなるまでの時間は  $t_0$  の何倍になるか求めよ。When the diameter of pipe  $Z$  is four times larger, consider the time until the water levels become equal. Answer the time using  $t_0$ .
- (3) 初期の水位差  $H$  を 2 倍にすると、水位が等しくなるまでの時間は  $t_0$  の何倍になるか求めよ。When the initial water level difference  $H$  is doubled, consider the time until the water levels become equal. Answer the time using  $t_0$ .



2. 水路床勾配  $i$  (一定) の一様な広幅長方形断面開水路において水深の流下方向変化が次式により表される漸変流を考える。ただし,  $x$  は流下方向座標,  $h$  は水深,  $h_0$  は等流水深,  $h_c$  は限界水深である。  $i_c$  をこの水路の限界勾配とし,  $i < i_c$  であるとき, 以下の問いに答えよ。 Consider a gradually varied flow in an open channel of a constant slope  $i$  with the uniform and wide rectangular section. The gradient of depth along the channel direction is given by the below equation where  $x$  is a coordinate in the downstream direction,  $h$  is the water depth,  $h_0$  is the normal depth and  $h_c$  is the critical depth. When  $i$  is smaller than the critical slope  $i_c$  of this channel, answer the following questions (1) and (2).

$$\frac{dh}{dx} = i \frac{1 - (h_0/h)^3}{1 - (h_c/h)^3}$$

- (1) 水深  $h$  の範囲によって上式の分子, 分母の符号, さらに  $dh/dx$  の符号がどのように異なるか表を作成して示せ。 Create a table to show how the sign of numerator, denominator, and  $dh/dx$  of the above equation change depending on the range of water depth.
- (2) この漸変流の取り得る水面形の形状を図示せよ。ただし, それぞれの水面形には名称をつけて区別せよ。また, これらの図中には水路床, 等流水深, および限界水深を表す直線をそれぞれ区別して描きなさい。 Sketch the possible water surface curves with their names. Moreover, draw the straight lines that represent the channel bed, the normal depth, and the critical water depth separately.
3. 海の波を考える。極浅海域では水粒子はどのように運動するか。図を示すと共に, その特徴を説明せよ。 Consider waves in the ocean. How do water particles move in the shallow water region? Sketch the particle motion and explain its characteristics.

大問 6 (専門科目)  
Part 6 (Specialized subject)

[1] 以下の語句を説明せよ。必要に応じて図・数式を利用してもよい。

Explain the following terms. You can use illustrations and/or equations if necessary.

(1) 受働土圧係数

Coefficient of passive earth pressure.

(2) プレローディング工法

Preloading method.

[2] 正規圧密粘土と過圧密粘土それぞれに対して、CD試験とCU試験を実施する。せん断直前の各試料の状態は、図中に○と□で示されており、せん断はセル圧一定条件で行う。なお、 $\epsilon_a$  は軸ひずみ、 $e$  は間隙比である。また、 $p'$  は平均有効応力、 $q$  は偏差応力であり、有効軸応力  $\sigma'_a$ 、有効側方応力  $\sigma'_r$  を用いて  $p' = \frac{\sigma'_a + 2\sigma'_r}{3}$ 、 $q = \sigma'_a - \sigma'_r$  と表される。以下の問いに答えよ。

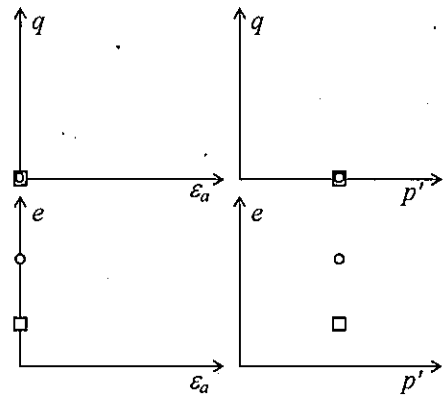


図 1 (Figure 1)

CD and CU tests are carried out on normally consolidated and overconsolidated clay samples. The state of each sample before shearing is indicated by circular and square symbols, respectively, in the figure. The samples are sheared under constant cell pressure condition.  $\epsilon_a$  is the axial

strain, and  $e$  is the void ratio.  $p' \left( = \frac{\sigma'_a + 2\sigma'_r}{3} \right)$  is the mean

effective stress and  $q (= \sigma'_a - \sigma'_r)$  is the deviator stress, where  $\sigma'_a$  and  $\sigma'_r$  are the effective axial and radial stress, respectively. Answer the following questions.

(1) CD試験における正規圧密粘土と過圧密粘土のせん断時の応答について、図 1 に示すようなグラフを用いて定性的に説明せよ。

Illustrate the shearing behavior of normally consolidated and over-consolidated clay samples in the CD test qualitatively using the graphs as Figure 1.

- (2) CU試験における正規圧密粘土と過圧密粘土のせん断時の応答について、図1に示すようなグラフを用いて定性的に説明せよ。

Illustrate the shearing behavior of normally consolidated and over-consolidated clay samples in the CU test qualitatively using the graphs as Figure 1.

大問 7 (専門科目)  
Part 7 (Specialized subject)

[1] 以下の語句を説明せよ。必要に応じて図・数式を利用してもよい。

Explain the following terms. You can use illustrations and/or equations if necessary.

(1) クイッククレイ

Quick clay

(2) 許容支持力

Allowable bearing capacity

[2] 土取場から掘削土を運搬して仕上がり体積  $30,000 \text{ m}^3$ 、仕上がり高さ  $4.0 \text{ m}$  の盛土を建設し、垂直擁壁により支持する。掘削土は含水比  $w = 12.0 \%$ 、湿潤密度  $\rho_t = 1,900 \text{ kg/m}^3$  であり、締固め試験で最適含水比  $w_{\text{opt}} = 18.0 \%$ 、最大乾燥密度  $\rho_{d\text{max}} = 1,800 \text{ kg/m}^3$  を得た。また、最適含水比で締固めた掘削土はせん断抵抗角  $\phi' = 30^\circ$ 、粘着力  $c' = 0 \text{ kN/m}^2$  であった。なお、水の密度  $\rho_w = 1,000 \text{ kg/m}^3$ 、重力加速度  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  である。以下の問いに答えよ。

An embankment with a final volume of  $30,000 \text{ m}^3$  and a height of  $4.0 \text{ m}$  is constructed using excavated soil from a borrow pit and supported by a vertical retaining wall. The water content  $w$  and the wet density  $\rho_t$  of the excavated soil were  $12.0 \%$  and  $1,900 \text{ kg/m}^3$ , respectively. The optimum water content  $w_{\text{opt}}$  and the maximum dry density  $\rho_{d\text{max}}$  of the soil were derived from the compaction test as  $18.0 \%$  and  $1,800 \text{ kg/m}^3$ , respectively. The excavated soil compacted at the optimum water content had a shear resistance angle  $\phi'$  of  $30^\circ$  and a cohesion  $c'$  of  $0 \text{ kN/m}^2$ . The density of the water is  $1,000 \text{ kg/m}^3$  and the gravitational acceleration  $g$  is  $9.8 \text{ m/s}^2$ . Answer the following questions.

(1) 盛土は最適含水比になるように散水しながらブルドーザーにより締固めて、乾燥密度  $\rho_d = 1,800 \text{ kg/m}^3$  を得た。土取場から運搬すべき掘削土と散水する水の質量をそれぞれ求めよ。

The embankment was compacted using bulldozers with sprinkling water to have an optimum water content, and a drying density  $\rho_d$  of the embankment of  $1,800 \text{ kg/m}^3$  is achieved. Determine the necessary masses of the excavated soil from the pit and water to be sprinkled.

(2) 背面地盤の地表に  $q = 29.4 \text{ kN/m}^2$  の等分布荷重が作用するとき、擁壁に作用する主動土圧の大きさと作用点の擁壁下端からの距離を求めよ。なお、含水比は締固め後、変化していないものとする。

When a uniform load  $q$  of  $29.4 \text{ kN/m}^2$  acts on the backfill surface, find the active earth pressure and its distance from the base of the retaining wall. The water content of the backfill is assumed to remain constant after the compaction.

**大問 8 (専門科目)**  
**Part 8 (Specialized subject)**

以下の 3 問の全てを解答せよ。Answer the all questions from 1 to 3.

1. 以下の表に示すような、変数 X と Y で表現される 5 組のデータがある。Y を X で線形回帰した式と、X と Y の決定係数 (小数点以下第 2 位まで) を求めなさい。

About the data shown in the table, calculate the linear regression equation of Y explained by X. Then, calculate the coefficient of the determination of X and Y (to the second decimal place).

X	-2	-1	0	1	2
Y	1	1	2	5	6

2. 以下の用語について、数行で説明せよ。Explain the following words.

(1) 時間平均速度と空間平均速度 Time-mean Speed and Space-mean Speed

(2) 道路設計における緩和曲線 Transition Curve in Road Design

3. 以下の問いに答えよ。Answer the following questions.

信号制御による遅れ時間の定義を説明し、信号のサイクル長が変化すると車両 1 台あたりの平均遅れ時間はどう変化するかを説明せよ。必要に応じて図を使用してもよい。Explain the definition of delay in traffic signal control. Then, explain how the average delay per vehicle changes depending on the change of the signal cycle length. You may use an illustration if needed.

大問 9 (専門科目)  
Part 9 (Specialized subject)

以下の 2 問の全てを解答せよ。 Answer the all questions from 1 to 2

1. 以下の用語について、数行で説明せよ。 Explain the following words.

(1) トランスポーターションギャップ Transportation Gap

(2) 交通セル方式 Traffic Cell System

2. 以下の問いに答えよ。 Answer the following questions.

(1) ブキャナンレポートにおいて、急激に進行する自動車社会に対する都市計画的対応として、どのようなことが提案されたのか説明しなさい。 Explain countermeasures in urban planning against auto-dependent society in “Traffic in Towns,” called The Buchanan Report

(2) 「防災」と「減災」の違いを説明した上で、東日本大震災の復興計画においてこれら二つの考え方がどのように使い分けられ、各々の考え方にに基づき具体的にどのような対策が盛り込まれたのかを説明せよ。 Explain the differences between ‘disaster prevention’ and ‘disaster risk reduction.’ And explain for what purpose each idea is used and concrete countermeasures based on each idea in the reconstruction plans of the Great East Japan Earthquake and Tsunami.

大問 10 (専門科目)  
Part 10 (Specialized subject)

Fig.1 に示される正の曲げモーメントを受ける複鉄筋長方形断面のはりについて次の問いに答えよ。コンクリートの圧縮強度は  $f_c' = 24\text{N/mm}^2$ 、コンクリートのヤング係数は  $E_c = 25\text{kN/mm}^2$ 、鉄筋の降伏強度は  $f_y = 350\text{N/mm}^2$ 、鉄筋のヤング係数は  $E_s = 200\text{kN/mm}^2$  である。 $b = 300\text{mm}$ 、 $d = 600\text{mm}$ 、 $d' = 50\text{mm}$ 、 $h = 650\text{mm}$ 、コンクリートの圧縮破壊ひずみは  $0.0035$  とする。その他の記号は必要に応じて適宜定義して用いること。

Concerning the doubly reinforced rectangular beam subjected to positive bending moment shown in Fig.1, answer the following questions. Compressive strength of concrete  $f_c' = 24\text{N/mm}^2$ , Young's modulus of concrete  $E_c = 25\text{kN/mm}^2$ , Yielding strength of re-bar  $f_y = 350\text{N/mm}^2$ , Young's modulus of re-bar  $E_s = 200\text{kN/mm}^2$ ,  $b = 300\text{mm}$ ,  $d = 600\text{mm}$ ,  $d' = 50\text{mm}$ ,  $h = 650\text{mm}$ , and the failure strain of concrete in compression is  $0.0035$ . Other necessary symbols can be used with appropriate definition.

#

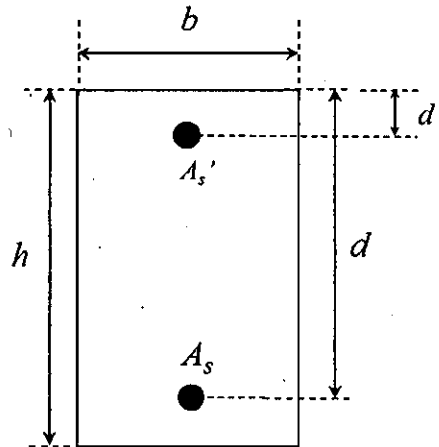


Fig.1

- (1) 圧縮鉄筋  $A_s' = 0\text{mm}^2$  で、引張鉄筋  $A_s = 2000\text{mm}^2$  とする。このとき、この断面が破壊する際のモーメントを求めよ。計算する際の仮定もすべて示せ。

Assume that compressive re-bar  $A_s' = 0\text{mm}^2$  and tensile re-bar  $A_s = 2000\text{mm}^2$ . Then, obtain the moment when this section shows failure. All the assumptions for the calculation should be explained.

- (2) 圧縮鉄筋  $A_s' = 7000\text{mm}^2$  で、引張鉄筋  $A_s = 7000\text{mm}^2$  とする。このとき、この断面が破壊する際のモーメントを求めよ。

Assume that compressive re-bar  $A_s' = 7000\text{mm}^2$  and tensile re-bar  $A_s = 7000\text{mm}^2$ . Then, obtain the moment when this section shows failure.

大問 1 1 (専門科目)  
Part 11 (Specialized subject)

次の事柄について説明せよ。適宜, 説明のために図を用いよ。

Explain the following words. You can use appropriate figures for explanation if necessary.

- (1) プレテンション方式 PC      Pretensioned prestressed concrete
- (2) 修正トラス理論      Modified truss theory
- (3) ダウエル作用      Dowel action
- (4) コンシステンシー      Consistency
- (5) ASR の抑制対策      Control measures for ASR
- (6) エポキシ樹脂塗装鉄筋      Epoxy-coated reinforcing bar

2022年4月入学（夏期募集）  
横浜国立大学大学院 都市イノベーション学府 入学試験解答用紙表紙 博士課程（前期）  
2022 April Entrance Examination [Summer Admission],  
Graduate School of Urban Innovation, Yokohama National University  
Master's Program

都市地域社会専攻  
都市地域社会コース（都市基盤系問題）  
国際基盤学コース

博士課程前期 Master's Program	受験番号 Applicant Number

Department of Infrastructure and Urban Society  
(Civil Engineering of Infrastructure and Urban Society Course)  
(International Graduate School for Infrastructure Course (IGSI))

試験科目（学科試験Ⅰ）  
Subject (Professional I)

注 意 事 項

1. 試験開始後、受験番号と大問番号を上の該当欄と各解答用紙に記入すること。
2. 必要に応じて裏面を使ってもよい。
3. この冊子には解答用紙が7枚ある。

Cautionary Notice

1. Write your applicant number and selected part numbers in the cover page of this booklet and in each answer sheet after the examination begins.
2. Use backside if necessary.
3. This booklet contains 7 answer sheets.

	得点 Score
数学 Mathematics	
専門科目 Specialized subject	
合計 Total	

数学 Mathematics	大問番号 Part Number	1	受験番号 Applicant Number	
-------------------	---------------------	---	--------------------------	--

数学 Mathematics	大問番号 Part Number	1	受験番号 Applicant Number	
-------------------	---------------------	---	--------------------------	--

数学 Mathematics	大問番号 Part Number	1	受験番号 Applicant Number	
-------------------	---------------------	---	--------------------------	--

専門科目 Specialized Subject	大問番号 Selected Part Number		受験番号 Applicant Number	
-----------------------------	------------------------------	--	--------------------------	--

専門科目 Specialized Subject	大問番号 Selected Part Number		受験番号 Applicant Number	
-----------------------------	------------------------------	--	--------------------------	--

専門科目 Specialized Subject	大問番号 Selected Part Number		受験番号 Applicant Number	
-----------------------------	------------------------------	--	--------------------------	--

専門科目 Specialized Subject	大問番号 Selected Part Number		受験番号 Applicant Number	
-----------------------------	------------------------------	--	--------------------------	--

2021年10月入学（夏期募集）  
横浜国立大学大学院 都市イノベーション学府 入学試験問題表紙 博士課程（前期）  
2021 October Entrance Examination [Summer Admission],  
Graduate School of Urban Innovation, Yokohama National University  
Master's Program

都市地域社会専攻  
都市地域社会コース（都市基盤系問題）

博士課程前期 Master's Program	受験番号 Applicant Number

Department of Infrastructure and Urban Society  
(Civil Engineering of Infrastructure and Urban Society Course)

試験科目（学科試験Ⅰ）  
Subject (Professional I)

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまでこの冊子を開かないこと。
2. 解答には黒鉛筆を使用すること。
3. 解答は、必ず解答用紙に記入すること。
4. 各解答用紙および問題冊子の表紙の該当欄に受験番号を必ず記入すること。
5. この冊子には、数学、および専門5分野（構造工学、水工学、地盤工学、土木計画学、コンクリート工学）の問題がある。
6. この冊子の問題の中から数学と、専門5分野の中から1分野を選択しその問題を解答すること。
7. 落丁、乱丁あるいは不鮮明な印刷がある場合は申し出て、改めて冊子を受け取ること。
8. 下書きにはこの冊子の余白を使用すること。
9. 問題冊子および解答用紙は持ち帰ってはいけない。
10. 退出は試験開始後70分まで認めない。

Cautionary Notice

1. Do **NOT** open this booklet until the start instruction is given.
2. Use your black pencil to write your answer.
3. Your answer must be written on your answer sheet.
4. Write your applicant number in the cover pages of this booklet and answer sheets.
5. This booklet contains mathematics questions and questions of five specialized subjects (structural engineering, hydraulic engineering, geotechnical engineering, infrastructure planning, and concrete engineering).
6. Answer mathematics questions. And choose 1 out of 5 specialized subjects and answer the questions.
7. You can ask the instructor to exchange this booklet in case of sheet missing, disorderly binding or unclearly printing.
8. Use the blank sheet of this booklet for draft writings.
9. You may **NOT** take home this booklet and answer sheets.
10. You will **NOT** be allowed to leave the room until 70 minutes have passed from the beginning of the examination.

数学  
Mathematics

次の問題[1],[2]をすべて解きなさい。

Answer the following questions [1] and [2].

[1]

(1)  $y'' + 4y' + 4y = 0$ ,  $y(0) = 10$ ,  $y'(0) = 10$ を満たす関数 $y(x)$ を求めよ。

Find the function  $y(x)$  such that  $y'' + 4y' + 4y = 0$ ,  $y(0) = 10$ , and  $y'(0) = 10$ .

(2) 微分方程式 $y' + 2y = \cos x$ の一般解 $y(x)$ を求めよ。

Find the general solution  $y(x)$  for the differential equation,  $y' + 2y = \cos x$ .

[2]

(1) 以下の行列が正則かどうか調べ、正則ならば逆行列を求めよ。

Examine whether each of the following matrices is regular. If it is regular, then calculate the inverse matrix.

$$(a) \begin{bmatrix} 2 & 4 & -6 \\ 2 & -3 & 1 \\ -3 & 1 & 2 \end{bmatrix} \quad (b) \begin{bmatrix} 2 & 2 & 4 \\ 3 & 0 & 8 \\ 2 & 3 & 3 \end{bmatrix}$$

(2)  $A = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 2 \\ 1 & -1 & -2 \\ -1 & 3 & 5 \end{bmatrix}$ について、 $P^{-1}AP = D$ なる正則行列 $P$ と対角行列 $D$ を求

めよ。

For the matrix  $A = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 2 \\ 1 & -1 & -2 \\ -1 & 3 & 5 \end{bmatrix}$ , find a regular matrix  $P$  and a diagonal

matrix  $D$  such that  $P^{-1}AP = D$ .

## 専門科目

### Specialized subjects

専門5分野（構造工学，水工学，地盤工学，土木計画学，コンクリート工学）の中から1分野を選択しその問題を解答すること。

Choose 1 out of 5 specialized subjects (structural engineering, hydraulic engineering, geotechnical engineering, infrastructure planning and concrete engineering) and answer the questions.

**構造工学**  
Structural engineering

1. 図1に示す2径間連続梁のAB間に等分布荷重  $w$  が作用している。支点反力は、 $V_A = \frac{7}{16}wl$ 、 $V_B = \frac{5}{8}wl$ 、 $V_C = -\frac{wl}{16}$  で与えられる。梁の曲げ剛性を  $EI$  として、次の問題に答えなさい。

Answer the following questions about a 2-span continuous beam subjected to a uniformly distributed load  $w$  for the section A-B, as shown in Fig.1. Under this condition, support reaction forces are given  $V_A = \frac{7}{16}wl$ 、 $V_B = \frac{5}{8}wl$ 、 $V_C = -\frac{wl}{16}$ . Note that bending rigidity of the beam is  $EI$ .

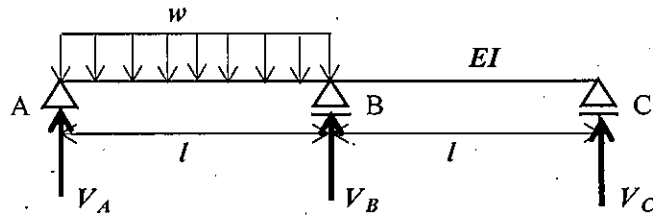


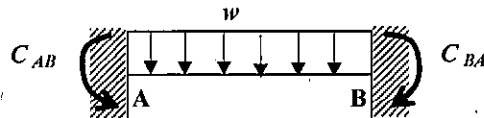
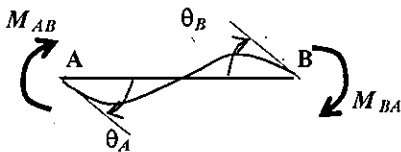
図1 2径間連続梁

Fig.1 2-span continuous beam

- 1) 梁のAB間のせん断力分布、曲げモーメント分布を求め、図示しなさい。  
Calculate shear force distribution and bending moment distribution for the section A-B of the beam, and draw the diagrams.
- 2) たわみ角法を用いることで、支点反力  $V_A$  が上記となることを示しなさい。  
Using a slope-deflection method, prove  $V_A$  as shown above.

ヒント

梁ABに対するたわみ角式は、式(1)、(2)のように与えられる。



$$M_{AB} = \frac{2EI}{l}(2\theta_A + \theta_B) + C_{AB} \quad (1)$$

$$M_{BA} = \frac{2EI}{l}(\theta_A + 2\theta_B) + C_{BA} \quad (2)$$

ここで、 $M_{AB}$ 、 $M_{BA}$ は端モーメント、 $C_{AB}$ 、 $C_{BA}$ は等分布荷重による荷重項で、 $C_{AB} = -\frac{wl^2}{12}$

である。

Note that the slope-deflection equations for a beam A-B are given by Eqs. (1) and (2) where  $M_{AB}$  and  $M_{BA}$  are member end moments,  $C_{AB}$  and  $C_{BA}$  are fixed end moments, and  $C_{AB} = -\frac{wl^2}{12}$ .

- 3) 鋼構造の特徴について、「比強度」、「供給量」、「延性」、「品質」、「加工性」、「腐食」、「薄肉構造」の観点から、200～300字で説明しなさい。

Explain characteristics of steel structures in terms of strength-to-weight ratio, supply, ductility, quality, workability, corrosion and thin wall structure by 50-150 words.

2. 振動に関する以下の問いに答えなさい。

Answer following questions of vibration.

1) 図2に示す調和外力が作用する1質点系の運動方程式は、式(3)で表される。この振動系の定常振動解は、式(4)および(5)で示される。このとき、以下の①～③の問いに答えなさい。

An equation of motion of a 1-DOF oscillator subjected to a harmonic external force shown in Fig. 2 is given by Eq. (3). A stationary vibration response of this system is given by Eqs. (4) and (5).

Answer following questions ① - ③.

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = F_0 \sin \omega t \quad (3)$$

$$x = \frac{(F_0/k)}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\omega}{\omega_1}\right)^2\right)^2 + \left(2h\frac{\omega}{\omega_1}\right)^2}} \sin(\omega t - \varphi) \quad (4)$$

$$\varphi = \tan^{-1} \left( \frac{2h\frac{\omega}{\omega_1}}{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_1}\right)^2} \right) \quad (5)$$

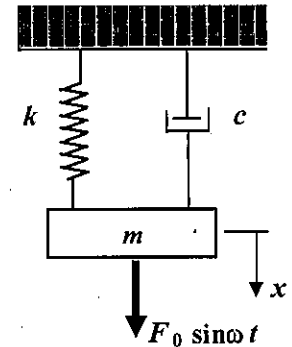


図2 1質点系振動体

Fig. 2 1 DOF oscillator

① 式(4)、(5)における $\omega_1$ は、 $\sqrt{\frac{k}{m}}$ で与えられるが、 $\omega_1$ のことを何と言うか。また、この $\omega_1$ について簡単に説明しなさい。

$\omega_1$  in Eqs. (4) and (5) is given by  $\sqrt{\frac{k}{m}}$ . What is  $\omega_1$  called? In addition, explain  $\omega_1$  briefly.

② 式(4)における $h (= c/2m\omega_1)$ は減衰定数を表すが、 $h = 1$ の状態は何と呼ばれるかを答えなさい。また、その状態がどのような状態かを簡単に説明しなさい。

$h (= c/2m\omega_1)$  in Eq. (4) is damping ratio. What is the state at  $h = 1$  called? Explain briefly what that state is.

③ 外力振動数 $\omega$ を変化させたときの振動応答振幅 $X$ と静的変位 $X_0 (= F_0/k)$ の比(動的応答倍率)および位相角 $\varphi$ は、それぞれ図3および図4のようになる。このとき、図3および図4から分かる特徴的な現象を3つあげて、その現象について理由とともに、それぞれ50字程度で説明しなさい。

A dynamic amplification factor, the ratio between vibration amplitude  $X$  and the static deflection  $X_0 (= F_0/k)$  with changing the frequency  $\omega$  of the external force, and phase angle  $\varphi$  are shown in Figs. 3 and 4. Explain three characteristic phenomena found in Figs. 3 and 4 together with their

reasons.

- ④ 図3において、動的応答倍率  $\left(\frac{X}{X_0} = \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\omega}{\omega_1}\right)^2\right)^2 + \left(2h\frac{\omega}{\omega_1}\right)^2}}\right)$  が極大となる $\omega$ の条件を求め、

図3との関係でその特徴を説明しなさい。

Obtain a condition of " $\omega$ " that the dynamic amplification factor  $\left(\frac{X}{X_0} = \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\omega}{\omega_1}\right)^2\right)^2 + \left(2h\frac{\omega}{\omega_1}\right)^2}}\right)$  is

maximized in Fig. 3. Explain its characteristics related to Fig. 3.

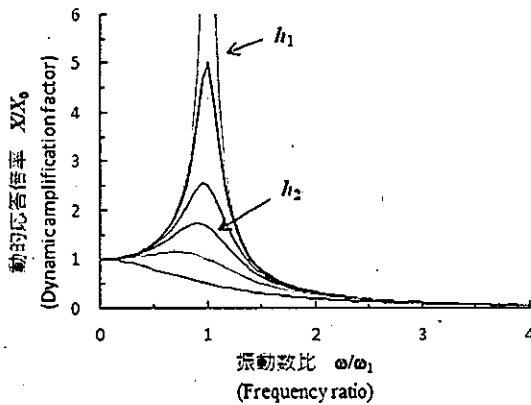


図3 動的応答倍率

Fig. 3 Dynamic amplification factor

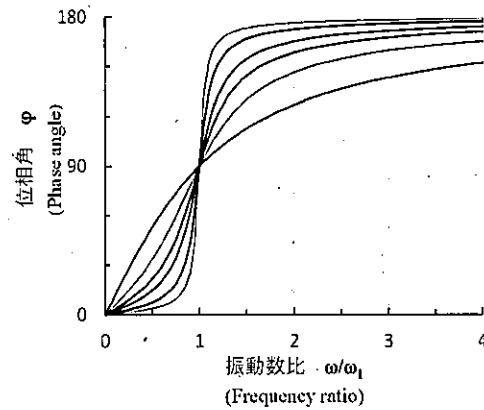


図4 位相角

Fig. 4 Phase angle

- 2) 図5に示す2層ラーメンの水平方向の自由振動を表す運動方程式は、式(6)のように表される。ここで、 $m_1$ 、 $m_2$ および $k_1$ 、 $k_2$ は、それぞれ1層目、2層目の質量および剛性を表わし、減衰はないものとする。 $m_1 = m_2$ 、 $k_1 = k_2$ のとき、この2層ラーメンの固有振動数、固有振動モードを求めなさい。なお、固有振動モードは図示もすること。

Equations of motion of a 2-story rigid frame structure shown in Fig. 5 are given by Eq. (6).  $m_1$  and  $m_2$ , and  $k_1$  and  $k_2$  are mass and stiffness of the 1st and 2nd floors, respectively. Damping of the structure is assumed zero. Assuming that  $m_1 = m_2$  and  $k_1 = k_2$ , calculate natural frequencies and vibration modes, and show the vibration mode shapes.

$$\begin{pmatrix} m_1 & 0 \\ 0 & m_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \ddot{x}_1 \\ \ddot{x}_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} k_1 + k_2 & -k_2 \\ -k_2 & k_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (6)$$

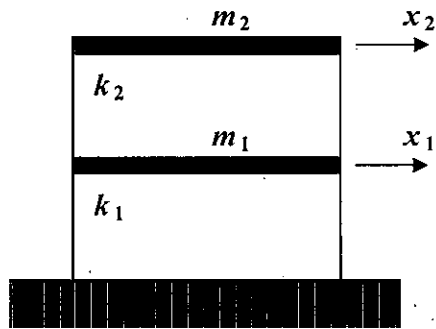


図5 2層ラーメン

Fig.5 2-story rigid frame

3) 振動に関する以下の用語について、それぞれ 50~100 字程度で説明しなさい。

Explain technical terms below related to vibration by 30 – 50 words.

①自由振動と強制振動

Free vibration and forced vibration

②共振

Resonance

③免振

Base isolation

④自励振動

Self-excited vibration

⑤モード解析法

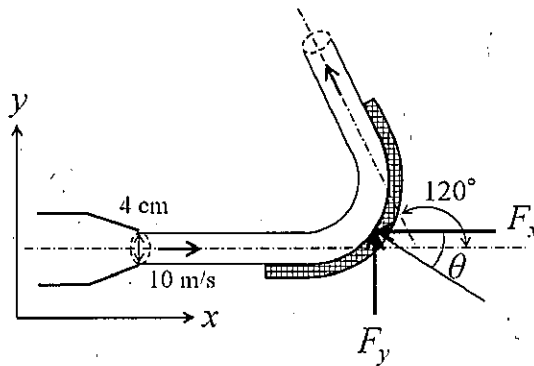
Modal analysis

## 水工学 Hydraulic engineering

以下の設問 1~7 のいずれにも解答すること。必要な記号等は定義して用いること。  
Answer the following questions 1 to 7. Necessary symbols etc. should be defined before using them.

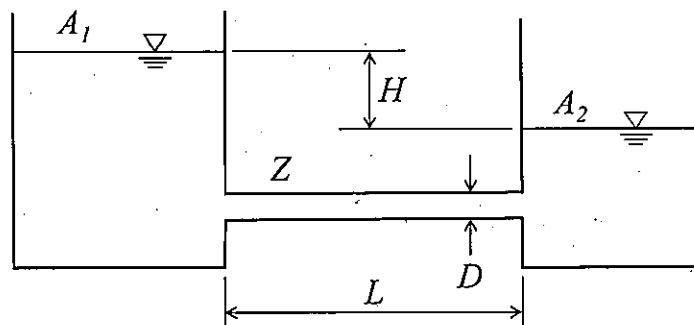
1. 図のように、内径 4 cm のノズルから水が 10 m/s の速度で噴出され、これが水平に置かれた曲板面に当たり、 $120^\circ$  曲げられている。このとき、以下の問いに答えよ。ただし、摩擦損失を無視し、水の密度を  $1.0 \text{ g/cm}^3$  とする。As shown in the figure, the water was discharged with a velocity of 10 m/s from a nozzle with an inner diameter of 4 cm. The discharged flow hits the surface of a curved plate that placed horizontally and is bent  $120^\circ$  degrees. Suppose the density of the water is  $1.0 \text{ g/cm}^3$  and ignore the friction.

- (1) この板を支えるのに必要な力の  $x$  方向成分  $F_x$  を求めよ。Calculate the  $x$ -direction component of force acting on the curved plate.
- (2) この板を支えるのに必要な力の  $y$  方向成分  $F_y$  を求めよ。Calculate the  $y$ -direction component of force acting on the curved plate.
- (3) (1), (2) で求めた力の合力の向き ( $\theta$ ) を求めよ。Consider the direction ( $\theta$ ) of the total force that calculated in (1) and (2).



2. 複素平面  $z = x + iy$  において、複素速度ポテンシャル  $W$  が  $W = Uz^2$  で表わされる 2 次元ポテンシャル流れを考える。この流れ場の流線の式を求めなさい。さらに、流れ場の様子を図示しなさい。ただし、 $x, y$  は実数、 $i$  は虚数単位、 $U$  は定数 (負の実数) である。In the complex plane  $z = x + iy$ , derive the equation of the streamline of the flow described by the following complex velocity potential. Also, sketch the flow field.  $W = Uz^2$ , where  $x$  and  $y$  are real numbers,  $i$  is the imaginary unit, and  $U$  is a negative constant real number.

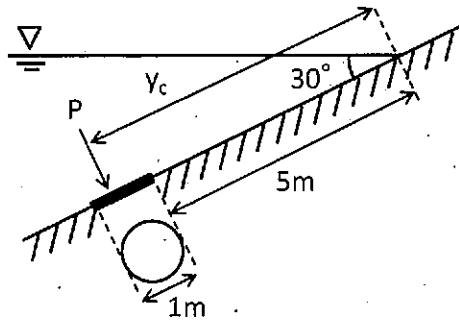
3. 浮体の安定性を考える。重心が浮心よりも上にある場合には、傾心の位置によりその浮体の安定性が決定する。このとき、傾心の位置の求め方を文章で説明すると共に、浮体が安定するときの重心、浮心、傾心の関係を説明せよ。Consider the stability of the floating body. If the center of gravity is above the center of buoyancy, the stability of the floating body depends on the position of the metacenter. Explain how to find the metacenter in sentences. Moreover, when the floating body stabilizes in the above situation, explain the relationship between the center of gravity, the center of buoyancy, and the position of the metacenter.
4. 図のように断面積  $A_1$ ,  $A_2$  の2つの水槽が円管  $Z$  (直径  $D$ , 長さ  $L$ , 摩擦係数  $f$ ) で結ばれている。初期の水位差は  $H$  であり、両水槽の水位が等しくなるまでの時間を  $t_0$  とする。このとき、以下の問いに答えよ。ただし、管の摩擦以外のエネルギー損失は無視できるものとする。As shown in the figure, two water tanks with cross-sectional areas  $A_1$  and  $A_2$  are connected by a pipe  $Z$  (diameter  $D$ , length  $L$ , friction coefficient  $f$ ). The initial water level difference is  $H$ , and the time until the water levels in both tanks become equal is  $t_0$ . Answer the following questions. Note that energy loss except the pipe friction is ignored.
- (1) 円管  $Z$  内の流速  $v$  を管の摩擦損失水頭  $h_f$  を用いて表せ。Consider a flow in a straight pipe  $Z$ . Show the flow velocity  $v$  using the pipe friction loss head  $h_f$ .
  - (2) 円管  $Z$  の直径  $D$  を4倍した場合、水位が等しくなるまでの時間は  $t_0$  の何倍になるか求めよ。When the diameter of pipe  $Z$  is four times larger, consider the time until the water levels become equal. Answer the time using  $t_0$ .
  - (3) 初期の水位差  $H$  を2倍にすると、水位が等しくなるまでの時間は  $t_0$  の何倍になるか求めよ。When the initial water level difference  $H$  is doubled, consider the time until the water levels become equal. Answer the time using  $t_0$ .



5. 水路床勾配  $i$  (一定) の一様な広幅長方形断面開水路において水深の流下方向変化が次式により表される漸変流を考える。ただし,  $x$  は流下方向座標,  $h$  は水深,  $h_0$  は等流水深,  $h_c$  は限界水深である。  $i_c$  をこの水路の限界勾配とし,  $i < i_c$  であるとき, 以下の問いに答えよ。 Consider a gradually varied flow in an open channel of a constant slope  $i$  with the uniform and wide rectangular section. The gradient of depth along the channel direction is given by the below equation where  $x$  is a coordinate in the downstream direction,  $h$  is the water depth,  $h_0$  is the normal depth and  $h_c$  is the critical depth. When  $i$  is smaller than the critical slope  $i_c$  of this channel, answer the following questions (1) and (2).

$$\frac{dh}{dx} = i \frac{1 - (h_0/h)^3}{1 - (h_c/h)^3}$$

- (1) 水深  $h$  の範囲によって上式の分子, 分母の符号, さらに  $dh/dx$  の符号がどのように異なるか表を作成して示せ。 Create a table to show how the sign of numerator, denominator, and  $dh/dx$  of the above equation change depending on the range of water depth.
- (2) この漸変流の取り得る水面形の形状を図示せよ。ただし, それぞれの水面形には名称をつけて区別せよ。また, これらの図中には水路床, 等流水深, および限界水深を表す直線をそれぞれ区別して描きなさい。 Sketch the possible water surface curves with their names. Moreover, draw the straight lines that represent the channel bed, the normal depth, and the critical water depth separately.
6. 海の波を考える。極浅海域では水粒子はどのように運動するか。図を示すと共に, その特徴を説明せよ。 Consider waves in the ocean. How do water particles move in the shallow water region? Sketch the particle motion and explain its characteristics.
7. 下図のように円形の水門が水中に設置されている。このとき, 水門に作用する全水圧, およびその作用点の位置 ( $y_c$ ) を求めよ。ただし, 重力加速度を  $9.8 \text{ m/s}^2$ , 水の密度を  $1.0 \text{ g/cm}^3$  とする。 A circular gate was installed in the water as the diagram below. Consider the total pressure acting on the gate, and decide the point of application of force ( $y_c$ ). Here, the acceleration gravity is  $9.8 \text{ m/s}^2$  and the density of the water is  $1.0 \text{ g/cm}^3$ .



# 地盤工学 Geotechnical engineering

[1] 以下の語句を説明せよ。必要に応じて図・数式を利用してよい。  
Explain the following terms. You can use illustrations and/or equations if necessary.

- (1) 受働土圧係数  
Coefficient of passive earth pressure.
- (2) プレローディング工法  
Preloading method.
- (3) クイッククレイ  
Quick clay
- (4) 許容支持力  
Allowable bearing capacity
- (5) オーバーコンパクション  
Overcompaction

[2] 正規圧密粘土と過圧密粘土それぞれに対して、CD試験と $\overline{CU}$ 試験を実施する。せん断直前の各試料の状態は、図中に○と□で示されており、せん断はセル圧一定条件で行う。なお、 $\varepsilon_a$ は軸ひずみ、 $e$ は間隙比である。また、 $p'$ は平均有効応力、 $q$ は偏差応力であり、有効軸応力 $\sigma'_a$ 、有効側方応力 $\sigma'_r$ を用いて $p' = \frac{\sigma'_a + 2\sigma'_r}{3}$ 、 $q = \sigma'_a - \sigma'_r$ と表される。以下の問いに答えよ。

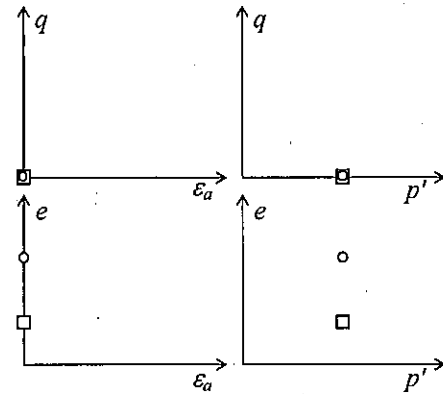


図 1 (Figure 1)

CD and  $\overline{CU}$  tests are carried out on normally consolidated and overconsolidated clay samples. The state of each sample before shearing is indicated by circular and square symbols, respectively, in the figure. The samples are sheared under constant cell pressure condition.  $\varepsilon_a$  is the axial strain, and  $e$  is the void ratio.  $p' (= \frac{\sigma'_a + 2\sigma'_r}{3})$  is the mean effective stress and  $q (= \sigma'_a - \sigma'_r)$  is the deviator stress, where  $\sigma'_a$  and  $\sigma'_r$  are the effective axial and radial stress, respectively. Answer the following questions.

- (1) CD試験における正規圧密粘土と過圧密粘土のせん断時の応答について、図 1 に示すようなグラフを用いて定性的に説明せよ。  
Illustrate the shearing behavior of normally consolidated and over-consolidated clay samples in the CD test qualitatively using the graphs as Figure 1.
- (2)  $\overline{CU}$ 試験における正規圧密粘土と過圧密粘土のせん断時の応答について、図 1 に示すようなグラフを用いて定性的に説明せよ。  
Illustrate the shearing behavior of normally consolidated and over-consolidated clay samples in the  $\overline{CU}$  test qualitatively using the graphs as Figure 1.
- (3) 短期安定問題とは何か説明せよ。また、CD試験と $\overline{CU}$ 試験のどちらが短期安定問題の検討により適しているか、理由も含めて答えよ。  
Explain the short-term stability problem. Answer which of CD test or  $\overline{CU}$  test is suitable for investigating short-term stability problems.

- [3] 土取場から掘削土を運搬して仕上がり体積  $30,000 \text{ m}^3$ 、仕上がり高さ  $4.0 \text{ m}$  の盛土を建設し、垂直擁壁により支持する。掘削土は含水比  $w = 12.0 \%$ 、湿潤密度  $\rho_t = 1,900 \text{ kg/m}^3$  であり、締固め試験で最適含水比  $w_{\text{opt}} = 18.0 \%$ 、最大乾燥密度  $\rho_{d\text{max}} = 1,800 \text{ kg/m}^3$  を得た。また、最適含水比で締固めた掘削土はせん断抵抗角  $\phi' = 30^\circ$ 、粘着力  $c' = 0 \text{ kN/m}^2$  であった。なお、水の密度  $\rho_w = 1,000 \text{ kg/m}^3$ 、重力加速度  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  である。以下の問いに答えよ。

An embankment with a final volume of  $30,000 \text{ m}^3$  and a height of  $4.0 \text{ m}$  is constructed using excavated soil from a borrow pit and supported by a vertical retaining wall. The water content  $w$  and the wet density  $\rho_t$  of the excavated soil were  $12.0 \%$  and  $1,900 \text{ kg/m}^3$ , respectively. The optimum water content  $w_{\text{opt}}$  and the maximum dry density  $\rho_{d\text{max}}$  of the soil were derived from the compaction test as  $18.0 \%$  and  $1,800 \text{ kg/m}^3$ , respectively. The excavated soil compacted at the optimum water content had a shear resistance angle  $\phi'$  of  $30^\circ$  and a cohesion  $c'$  of  $0 \text{ kN/m}^2$ . The density of the water is  $1,000 \text{ kg/m}^3$  and the gravitational acceleration  $g$  is  $9.8 \text{ m/s}^2$ . Answer the following questions.

- (1) 盛土は最適含水比になるように散水しながらブルドーザーにより締固めて、乾燥密度  $\rho_d = 1,800 \text{ kg/m}^3$  を得た。土取場から運搬すべき掘削土と散水する水の質量をそれぞれ求めよ。  
The embankment was compacted using bulldozers with sprinkling water to have an optimum water content, and a drying density  $\rho_d$  of the embankment of  $1,800 \text{ kg/m}^3$  is achieved. Determine the necessary masses of the excavated soil from the pit and water to be sprinkled.
- (2) 背面地盤の地表に  $q = 29.4 \text{ kN/m}^2$  の等分布荷重が作用するとき、擁壁に作用する主働土圧の大きさと作用点の擁壁下端からの距離を求めよ。なお、含水比は締固め後、変化していないものとする。  
When a uniform load  $q$  of  $29.4 \text{ kN/m}^2$  acts on the backfill surface, find the active earth pressure and its distance from the base of the retaining wall. The water content of the backfill is assumed to remain constant after the compaction.

土木計画学  
Infrastructure planning

以下の3問の全てを解答せよ。 Answer the all questions from 1 to 3.

1. 以下の表に示すような、変量 X と Y で表現される5組のデータがある。Y を X で線形回帰した式と、X と Y の決定係数（小数点以下第2位まで）を求めなさい。

About the data shown in the table, calculate the linear regression equation of Y explained by X. Then, calculate the coefficient of the determination of X and Y (to the second decimal place).

X	-2	-1	0	1	2
Y	1	1	2	5	6

2. 以下の用語について、数行で説明せよ。 Explain the following words.

- (1) 時間平均速度と空間平均速度 Time-mean Speed and Space-mean Speed
- (2) 道路設計における緩和曲線 Transition Curve in Road Design
- (3) トランスポーターションギャップ Transportation Gap
- (4) 交通セル方式 Traffic Cell System
- (5) 交通需要マネジメント Transportation Demand Management
- (6) 環境アセスメント制度におけるスコーピング Scoping Process in Environment Impact Assessment

3. 以下の問いに答えよ。 Answer the following questions.

- (1) 信号制御による遅れ時間の定義を説明し、信号のサイクル長が変化すると車両1台あたりの平均遅れ時間はどう変化するかを説明せよ。必要に応じて図を使用してもよい。 Explain the definition of delay in traffic signal control. Then, explain how the average delay per vehicle changes depending on the change of the signal cycle length. You may use an illustration if needed.
- (2) ブキャナンレポートにおいて、急激に進行する自動車社会に対する都市計画的対応として、どのようなことが提案されたのか説明しなさい。 Explain countermeasures in urban planning against auto-dependent society in "Traffic in Towns," called The Buchanan Report

- (3) 「防災」と「減災」の違いを説明した上で、東日本大震災の復興計画においてこれら二つの考え方がどのように使い分けられ、各々の考え方に基づき具体的にどのような対策が盛り込まれたのかを説明せよ。 Explain the differences between ‘disaster prevention’ and ‘disaster risk reduction.’ And explain for what purpose each idea is used and concrete countermeasures based on each idea in the reconstruction plans of the Great East Japan Earthquake and Tsunami.
- (4) ロードプライシング施策について事例をあげながら特徴を説明し、効果について述べよ。 Explain the features of Road Pricing measure, mentioning applied cases. And discuss the effects of this measure.
- (5) 土地区画整理事業における2つの仕組みについて説明せよ。 Explain two mechanisms of land readjustment scheme.

## コンクリート工学 Concrete Engineering

以下の2問にすべて解答せよ。 Answer all the questions.

1. Fig.1 に示される正の曲げモーメントを受ける複鉄筋長方形断面のはりについて次の問いに答えよ。コンクリートの圧縮強度は  $f_c' = 24\text{N/mm}^2$ 、コンクリートのヤング係数は  $E_c = 25\text{kN/mm}^2$ 、鉄筋の降伏強度は  $f_y = 350\text{N/mm}^2$ 、鉄筋のヤング係数は  $E_s = 200\text{kN/mm}^2$  である。  $b = 300\text{mm}$ 、 $d = 600\text{mm}$ 、 $d' = 50\text{mm}$ 、 $h = 650\text{mm}$ 、コンクリートの圧縮破壊ひずみは 0.0035 とする。その他の記号は必要に応じて適宜定義して用いること。

Concerning the doubly reinforced rectangular beam subjected to positive bending moment shown in Fig.1, answer the following questions. Compressive strength of concrete  $f_c' = 24\text{N/mm}^2$ , Young's modulus of concrete  $E_c = 25\text{kN/mm}^2$ , Yielding strength of re-bar  $f_y = 350\text{N/mm}^2$ , Young's modulus of re-bar  $E_s = 200\text{kN/mm}^2$ ,  $b = 300\text{mm}$ ,  $d = 600\text{mm}$ ,  $d' = 50\text{mm}$ ,  $h = 650\text{mm}$ , and the failure strain of concrete in compression is 0.0035. Other necessary symbols can be used with appropriate definition.

#

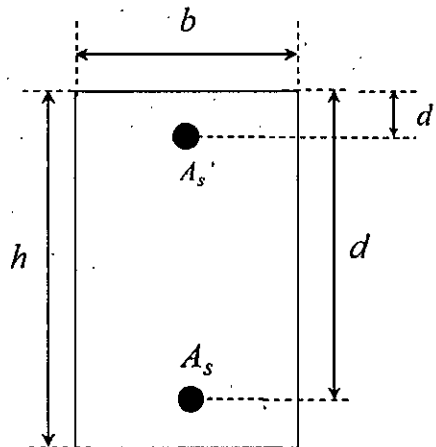


Fig.1

- (1) 圧縮鉄筋  $A_s' = 0\text{mm}^2$  で、引張鉄筋  $A_s = 2000\text{mm}^2$  とする。このとき、この断面の引張鉄筋が降伏する際のモーメントを求めよ。計算する際の仮定もすべて示せ。  
Assume that compressive re-bar  $A_s' = 0\text{mm}^2$  and tensile re-bar  $A_s = 2000\text{mm}^2$ . Then, obtain the moment of this section when tensile re-bar is yielded. All the assumptions for the calculation should be explained.
- (2) 圧縮鉄筋  $A_s' = 0\text{mm}^2$  で、引張鉄筋  $A_s = 2000\text{mm}^2$  とする。このとき、この断面が破壊する際のモーメントを求めよ。計算する際の仮定もすべて示せ。  
Assume that compressive re-bar  $A_s' = 0\text{mm}^2$  and tensile re-bar  $A_s = 2000\text{mm}^2$ . Then, obtain the moment when this section shows failure. All the assumptions for the calculation should be explained.
- (3) 圧縮鉄筋  $A_s' = 0\text{mm}^2$  とする。このとき、この断面が釣合破壊となる際の引張鉄筋  $A_s$  を求めよ。  
Assume that compressive re-bar  $A_s' = 0\text{mm}^2$ . Then, obtain tensile re-bar  $A_s$  when this section shows balanced failure.
- (4) 圧縮鉄筋  $A_s' = 7000\text{mm}^2$  で、引張鉄筋  $A_s = 7000\text{mm}^2$  とする。このとき、この断面が破壊する際のモーメントを求めよ。  
Assume that compressive re-bar  $A_s' = 7000\text{mm}^2$  and tensile re-bar  $A_s = 7000\text{mm}^2$ . Then, obtain the moment when this section shows failure.

2. 次の事柄について説明せよ。適宜、説明のために図を用いよ。  
Explain the following words. You can use appropriate figures for explanation if necessary.

- (1) プレテンション方式 PC      Pretensioned prestressed concrete
- (2) 曲げ圧縮破壊      Flexural compression failure
- (3) 修正トラス理論      Modified truss theory
- (4) ダウエル作用      Dowel action
- (5) 部材安全係数      Member safety factor
- (6) コンシステンシー      Consistency
- (7) 豆板      Honeycomb
- (8) ASR の抑制対策      Control measures for ASR
- (9) 自己収縮      Autogenous shrinkage
- (10) エポキシ樹脂塗装鉄筋      Epoxy-coated reinforcing bar

2021年10月入学（夏期募集）

横浜国立大学大学院 都市イノベーション学府 入学試験解答用紙表紙 博士課程（前期）

2021 October Entrance Examination [Summer Admission],

Graduate School of Urban Innovation, Yokohama National University

Master's Program

都市地域社会専攻  
都市地域社会コース（都市基盤系問題）  
国際基盤学コース

博士課程前期 Master's Program	受験番号 Applicant Number

Department of Infrastructure and Urban Society  
(Civil Engineering of Infrastructure and Urban Society Course)  
(International Graduate School for Infrastructure Course (IGSI))

試験科目（学科試験Ⅰ）

Subject (Professional I)

注 意 事 項

1. 試験開始後、受験番号を上の該当欄と各解答用紙に記入すること。
2. 必要に応じて裏面を使ってもよい。
3. この冊子には解答用紙が7枚ある。

Cautionary Notice

1. Write your applicant number in the cover page of this booklet and in each answer sheet after the examination begins.
2. Use backside if necessary.
3. This booklet contains 7 answer sheets.

	得点 Score
数学 Mathematics	
選択分野 Selected subject	
合計 Total	

数学  
Mathematics

受験番号  
Applicant Number

--

数学  
Mathematics

受験番号  
Applicant Number

--

数学  
Mathematics

受験番号  
Applicant Number

--

専門科目 Specialized subject	選択分野名 Selected subject name		受験番号 Applicant Number	
-----------------------------	--------------------------------	--	--------------------------	--

専門科目 Specialized subject	選択分野名 Selected subject name		受験番号 Applicant Number	
-----------------------------	--------------------------------	--	--------------------------	--

専門科目 Specialized subject	選択分野名 Selected subject name		受験番号 Applicant Number	
-----------------------------	--------------------------------	--	--------------------------	--

専門科目 Specialized subject	選択分野名 Selected subject name		受験番号 Applicant Number	
-----------------------------	--------------------------------	--	--------------------------	--