

## 問題用紙

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

## Question Sheets

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	---

試験時間 : 9 時 00 分 ~ 11 時 30 分 (Examination Time : From 9:00 to 11:30)

### 受験上の注意事項

- (1) 問題用紙は表紙を含み 28 枚, 解答用紙は表紙を含み 8 枚あります。
- (2) これは問題用紙です。解答は別冊の解答用紙に記入してください。
- (3) 問題用紙の表紙及び解答用紙の全頁の指定した箇所に, 受験番号を記入してください。
- (4) この冊子はばらしてはいけません。一部でもばらけてしまった場合には, 直ちに試験監督に伝えて指示に従うこと。
- (5) 選択する科目を, 下欄の表に○印を付して表示すること。ただし, 選択する科目は, 出願時に登録した科目と相違してはならない。
- (6) 1 問につき解答用紙 1 枚を使用すること。解答が書ききれないときには, 同じ用紙の裏面を利用してもよい。ただし, その場合は「裏に続く」などと裏面に記載したことが分かるようにしておくこと。
- (7) 問題用紙は解答用紙とともに回収します。
- (8) 問題中「図/表を書きなさい」という指示がある場合は, 解答用紙に記入すること。
- (9) 貸与する定規, 電卓を使用しても差し支えない。
- (10) 質問あるいは不明な点がある場合は挙手をする。

### Notices

- (1) There are 28 question sheets and 8 answer sheets each including a cover sheet.
- (2) This examination booklet consists of only question sheets. Use the other booklet for answers.
- (3) Fill your examinee's number in the specified positions in both booklet covers and each answer sheet.
- (4) Do not disband this booklet. If the sheet has been disbanded accidentally, tell an invigilator and follow his/her instruction.
- (5) Mark the specialized subject that you have selected, with a circle in the Selection row in the table given below. The specialized subject which you mark must be the subject that you registered in the application.
- (6) Use an individual answer sheet for each question. If the space is not enough, use the other side of the sheet and write down "to be continued" on the last line of the sheet.
- (7) Return the question sheets together with the answer sheets.
- (8) When you are required to provide figures/tables, draw them on the answer sheet.
- (9) You may use the approved ruler and calculator.
- (10) Raise your hand when you have any questions.

科目 Specialized subject	構造工学 Structural Engineering	コンクリート工学 Concrete Engineering	地盤工学 Geotechnical Engineering	環境衛生工学 Sanitary and Environmental Engineering	水理学 Hydraulics	土木計画学 Infrastructure and Transportation Planning
選択 Selection						

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)  
 (2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	構造工学 Structural Engineering
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	--------------------------------

問題 1

以下の問に答えよ.

- (1) ひずみを説明せよ.
- (2) ポアソン比を説明せよ.
- (3) ある等方弾性体の体積が, 変形によって変化せずに一定のとき, この弾性体のポアソン比を求めよ.

Question 1

Answer the following questions.

- (1) Explain strain.
- (2) Explain Poisson's ratio.
- (3) When the volume of an isotropic elastic material is constant during its deformation, determine its Poisson's ratio.

問題 2

Fig. 2-1 に示すように, ラーメン構造物が等分布荷重  $q$  を受ける. 軸力図, せん断力図および曲げモーメント図を描け. なお, A は固定支点, D は中間ヒンジ, E は移動支点である.

Question 2

The frame shown in Fig. 2-1 is subjected to a uniformly distributed load  $q$ . Assume A is a fixed support, D is an internal hinge, and E is a roller. Draw the axial force diagram, shear force diagram, and bending moment diagram.

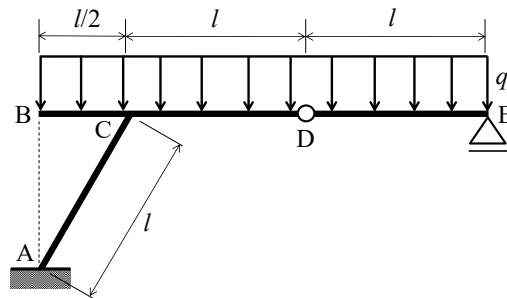


Fig. 2-1

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	構造工学 Structural Engineering
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	--------------------------------

問題 3

Fig. 3-1 に示すはりが, A および B に曲げモーメントを受ける. A は回転支点, B は移動支点である. また, 曲げ剛性  $EI$  は一定である. このとき, A および B におけるたわみ角を求めよ.

Question 3

The beam shown in Fig. 3-1 is subjected to bending moments at A and B. Assume the support at A is a pin, and B is a roller. The flexural rigidity  $EI$  is constant. Determine the slopes at A and B.

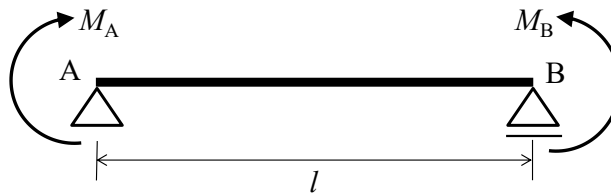


Fig. 3-1

問題 4

Fig. 4-1 に示すはりに,  $0.8 \text{ kN/m}$  の死荷重 (等分布荷重),  $4 \text{ kN/m}$  の移動活荷重 (等分布荷重),  $20 \text{ kN}$  の移動活荷重 (集中荷重) が作用している. A は回転支点, B と D は移動支点, E は中間ヒンジである. このとき, B における支点反力 (上向きを正) の最大値, C における正のモーメントの最大値, および C における負のせん断力の最大値をそれぞれ求めよ.

Question 4

The beam shown in Fig. 4-1 is subjected to a uniformly distributed dead load of  $0.8 \text{ kN/m}$ , a uniformly distributed live moving load of  $4 \text{ kN/m}$ , and a concentrated live moving load of  $20 \text{ kN}$ . Assume A is a pin-support, B and D are rollers, and E is an internal hinge. Determine the maximum positive (upward) reaction force at B, the maximum positive moment at C, and the maximum negative shear force at C.

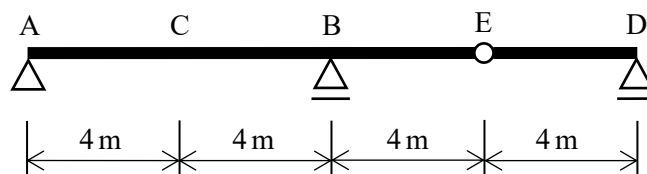


Fig. 4-1

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	構造工学 Structural Engineering
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	--------------------------------

問題 5

Fig. 5-1 に示す構造物に 4 kN の集中荷重  $P$  が作用している。部材の弾性係数は 200 GPa, 降伏強度は 360 MPa であり, A は回転支点である。ここで, B および C は  $x$  軸方向の座屈に対してはヒンジ,  $y$  軸方向の座屈に対しては固定されるものとする。このとき, 部材 BC のそれぞれの軸方向の座屈に関する安全率を求めよ。

Question 5

The frame shown in Fig. 5-1 is subjected to a concentrated load  $P = 4$  kN. The elastic modulus of the frame's members is 200 GPa, and the yield stress is 360 MPa. Assume A is a pin-support. Consider the supports at B and C as pins for  $x$ - $x$  axis buckling and fixed supports for  $y$ - $y$  axis buckling. Determine the safety factor with respect to buckling about each of these axes of the member BC.

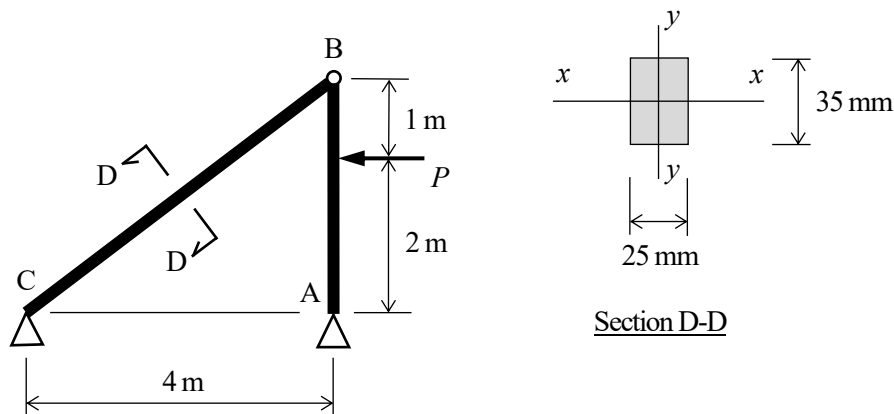


Fig. 5-1

問題 6

Fig. 6-1 に示すように, はりの B および C に集中荷重が作用している。D は移動支点, A は固定支点であり, 曲げ剛性は  $EI$  で一定とする。このとき, D における支点反力を求めよ。

Question 6

The beam shown in Fig. 6-1 is subjected to two concentrated loads at B and C. Assume the support at D is a roller and A is a fixed support. The flexural rigidity  $EI$  is constant. Determine the reaction force at D.

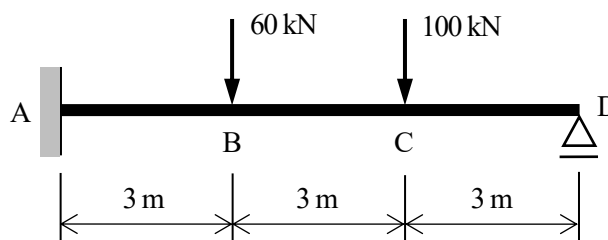


Fig. 6-1

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)  
 (2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	コンクリート工学 Concrete Engineering
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	----------------------------------

問題 1

コンクリート用材料に関する, 以下の問に答えよ.

- (1) Fig. 1-1 は, ポルトランドセメントの主要構成鉱物の水和率の変化を概念的に示したものである (左図: ごく初期, 右図: 長期). 両図の(a)~(d)は同一鉱物を示す. (a), (b), (c)の水和反応式を示せ. ただし, 二水石膏存在下とする.
- (2) 骨材の 4 つの含水状態について図示して説明せよ.
- (3) ナフタリン系の減水剤におけるセメント分散機構について説明せよ.

Question 1

Answer the following questions regarding concrete materials.

- (1) Fig. 1-1 schematically shows the changes in the degree of hydration for major mineral components in Portland cement (the left figure: very early age, the right figure: long term). The symbols (a) to (d) in both figures represent the same minerals. Write the hydration reaction equations of (a), (b), and (c) in the presence of gypsum.
- (2) Explain the four moisture states of aggregate using an appropriate figure.
- (3) Explain the cement dispersion mechanism of a naphthalene-based water-reducing admixture.

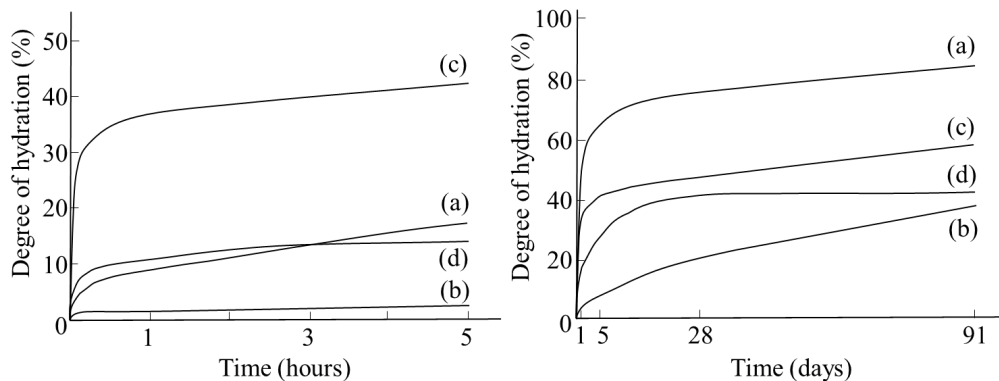


Fig. 1-1

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)  
 (2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	コンクリート工学 Concrete Engineering
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	----------------------------------

問題 2

フレッシュコンクリートに関する, 以下の問に答えよ.

- (1) フレッシュコンクリートは, Fig. 2-1 に示すビンガム流体に近い流動特性を有している. 高性能減水剤を用いてフレッシュコンクリートの流動性を高めることは, Fig. 2-1 に示す流動特性がどのように変化することを意味するのか説明せよ.
- (2) 材料の分離が硬化後のコンクリートの性質に及ぼす影響について説明せよ.
- (3) エントレインドエア, エントラップトエアについて説明せよ.

Question 2

Answer the following questions regarding fresh concrete.

- (1) Fresh concrete has a rheological property similar to Bingham fluid as shown in Fig. 2-1. Explain the changes in the figure when a high-range water-reducing admixture is added to enhance the fluidity of fresh concrete.
- (2) Explain the effects of material segregation on the properties of hardened concrete.
- (3) Explain entrained air and entrapped air.

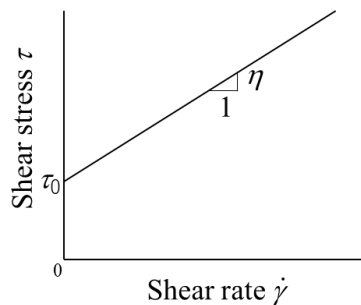


Fig. 2-1

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)  
 (2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	コンクリート工学 Concrete Engineering
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	----------------------------------

問題 3

硬化コンクリートに関する, 以下の問に答えよ.

- (1) 圧縮強度に及ぼす試験方法 (供試体の寸法・形状, 載荷速度) の影響について説明せよ.
- (2) Fig. 3-1 は, コンクリートのクリープ-時間曲線を概念的に示したものである. Fig. 3-1 を解答用紙に写し, 矢印の位置に適切な用語を記入するとともに, コンクリートのクリープについて説明せよ.
- (3) 自己収縮および乾燥収縮に及ぼす水セメント比の影響について説明せよ.

Question 3

Answer the following questions regarding hardened concrete.

- (1) Explain the effects of testing methods (the shape and size of a specimen and loading rate) on compressive strength.
- (2) Fig. 3-1 schematically shows the creep-time curve of concrete. Draw Fig. 3-1 on the answer sheet, add appropriate terms at the location of each arrow, and explain the creep of concrete.
- (3) Explain the effect of water-cement ratio on autogenous and drying shrinkage.

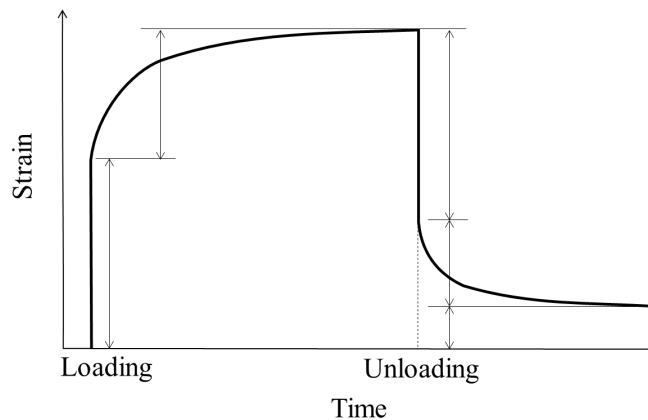


Fig. 3-1

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	コンクリート工学 Concrete Engineering
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	----------------------------------

#### 問題 4

Fig. 4-1 は, コンクリートの炭酸化に伴う, コンクリート内部の塩化物イオン濃度の変化を, ①→⑤への時間的な変化として示したものである. この変化はいかにして起こっているのか説明せよ. Fig. 4-1 の①～⑤を解答用紙に写し, 図中には, ①にあるように, 自由塩化物イオン, 固定塩化物イオンなど, 説明に必要な内容を示すこと.

#### Question 4

Fig. 4-1 shows the changes in chloride ion concentration in concrete caused by carbonation as time passes from ① to ⑤. Explain the mechanisms of changes as indicated in the figures. Draw Fig. 4-1 on the answer sheet and add information necessary to explain in the figures such as free chloride ion, fixed chloride ion, and so on as shown in ①.

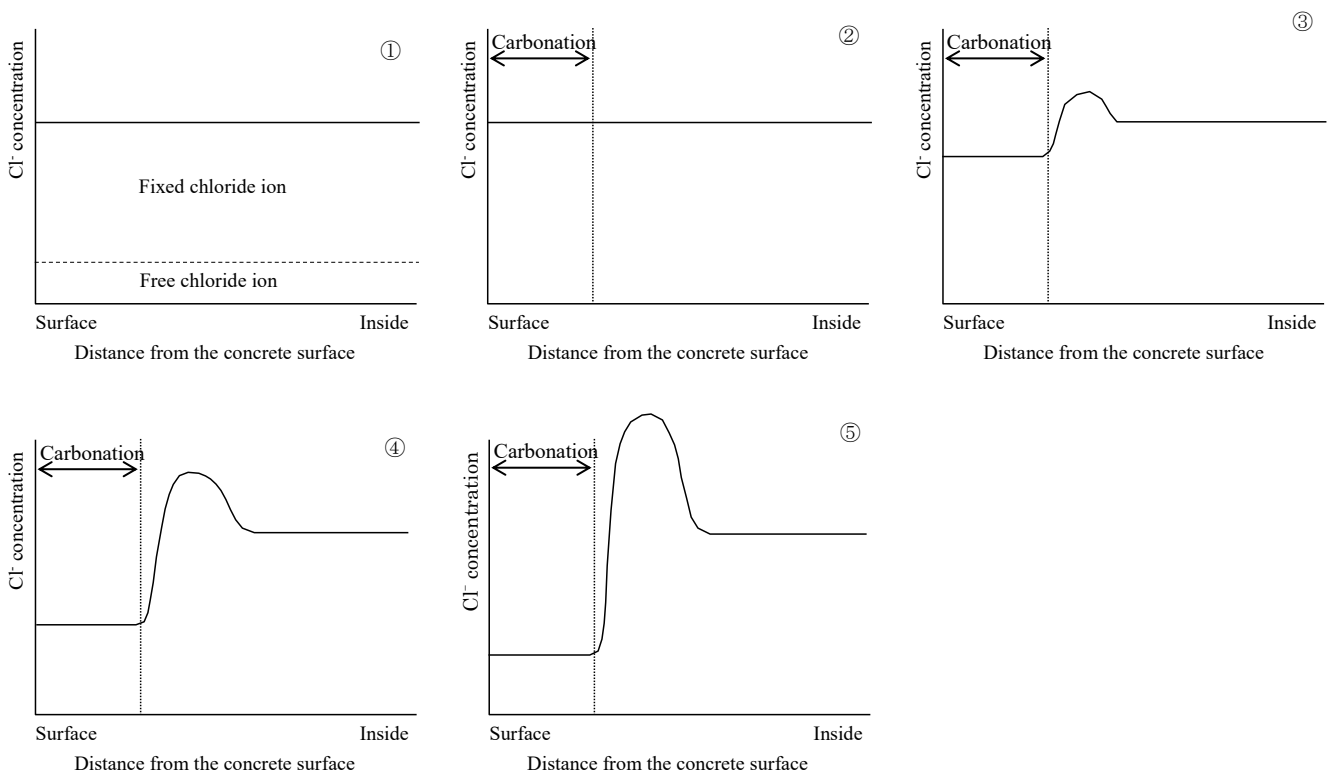


Fig. 4-1



2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
Entrance Examination Booklet (General Selection)  
(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	コンクリート工学 Concrete Engineering
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	----------------------------------

問題 5

下水処理施設におけるコンクリートの微生物劣化について, 図と反応式を用いて説明せよ.

Question 5

Explain the microbial deterioration of concrete in sewage treatment facilities, using an appropriate figure and reaction equations.

問題 6

鉄筋コンクリートはり (棒部材) について, 以下の問に答えよ.

- (1) 曲げひび割れ幅は, 鉄筋とコンクリートの付着が低下するとどのように変化するか, そのメカニズムとともに説明せよ.
- (2) 曲げひび割れ幅は, コンクリートの収縮が増加するとどのように変化するか, そのメカニズムとともに説明せよ.
- (3) せん断耐力は, 粗骨材の最大寸法が小さくなるとどのように変化するか, そのメカニズムとともに説明せよ.
- (4) せん断耐力は, コンクリートの収縮が増加するとどのように変化するか, そのメカニズムとともに説明せよ.  
また, 収縮の影響をせん断耐力予測式において考慮する方法を述べよ.

Question 6

Answer the following questions regarding a slender reinforced concrete beam, using a suitable mechanism for each.

- (1) Explain how flexural crack width changes as the bond between reinforcement and concrete decreases.
- (2) Explain how flexural crack width changes as the concrete shrinkage increases.
- (3) Explain how shear capacity changes as the maximum size of coarse aggregate decreases.
- (4) Explain how shear capacity changes as the concrete shrinkage increases. Also, explain how to consider the shrinkage effect in a prediction method for the shear capacity.

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)  
 (2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	コンクリート工学 Concrete Engineering
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	----------------------------------

問題 7

以下の問に答えよ。

- (1) 一般に, 矩形断面を有する鉄筋コンクリートはり (高さ  $h$ , 有効高さ  $d$ , 幅  $b$ , 中立軸深さ  $x$ , コンクリートの圧縮強度  $f_c$ ) の曲げ破壊時のコンクリートの圧縮合力は, 等価応力ブロック ( $0.85f_c \times 0.8x$ ) を用いて計算できる. この応力ブロックを Fig. 7-1 に示す応力-ひずみ関係を用いて導出せよ. ただし,  $k_1=0.85$ ,  $\epsilon_{co}=0.002$ ,  $\epsilon_{cu}=0.0035$  とする.
- (2) T 形断面を有する鉄筋コンクリートはり (高さ  $h$ , 有効高さ  $d$ , フランジ幅  $b$ , ウェブ幅  $b_w$ , 中立軸深さ  $x$ , コンクリートの圧縮強度  $f_c$ ) の曲げ破壊時のコンクリートの圧縮合力を, 等価応力ブロックを用いて計算せよ. ただし, 中立軸はウェブ内にあるものとする.

Question 7

Answer the following questions.

- (1) In general, total compressive force in concrete at the bending failure of a rectangular reinforced concrete beam ( $h$ : height,  $d$ : effective depth,  $b$ : breadth,  $x$ : neutral axis depth,  $f_c$ : compressive strength of concrete) can be calculated using equivalent stress block ( $0.85f_c \times 0.8x$ ). Derive the stress block based on the stress-strain relation shown in Fig. 7-1, where  $k_1=0.85$ ,  $\epsilon_{co}=0.002$ , and  $\epsilon_{cu}=0.0035$ .
- (2) Calculate total compressive force in concrete at the bending failure of a T-shaped reinforced concrete beam ( $h$ : height,  $d$ : effective depth,  $b$ : breadth of flange,  $b_w$ : breadth of web,  $x$ : neutral axis depth,  $f_c$ : compressive strength of concrete) using the equivalent stress block. Assume that the neutral axis is located within the web.

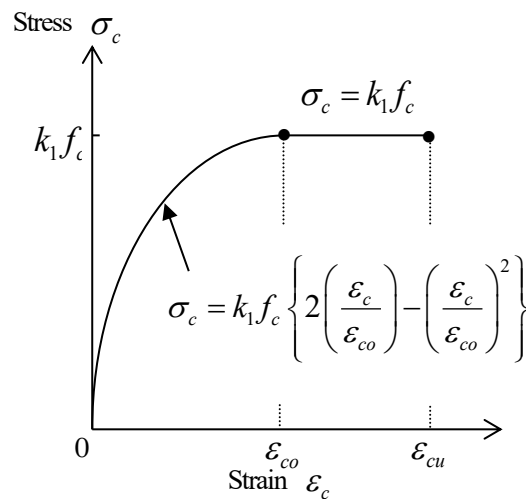


Fig. 7-1

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)  
 (2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	地盤工学 Geotechnical Engineering
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	----------------------------------

問題 1

地盤工学における以下の用語について説明せよ.

- (1) 圧縮ひずみとせん断ひずみ
- (2) 標準貫入試験
- (3) 含水比と飽和度
- (4) 鋭敏比

Question 1

Explain the following technical terms in geotechnical engineering.

- (1) Compressive strain and shear strain
- (2) Standard penetration test
- (3) Water content and degree of saturation
- (4) Sensitivity ratio

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	地盤工学 Geotechnical Engineering
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	----------------------------------

問題 2

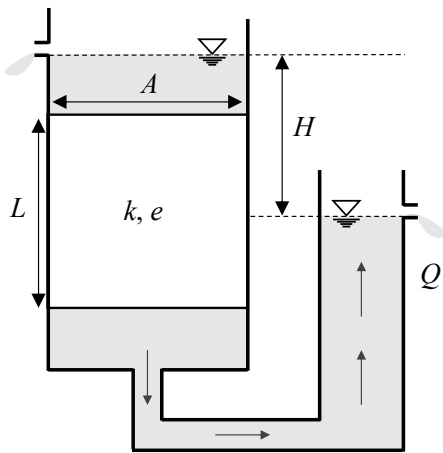
土の透水に関する以下の問に答えよ。

- (1) Fig. 2-1 に示す条件の定水位透水試験で測定される透水係数  $k$  と見かけの流速  $v$  をそれぞれ求めよ。
- (2) Fig. 2-1 に示す供試体の実流速を  $Q$ ,  $A$ ,  $e$  を用いて求めよ。
- (3) Fig. 2-2 に示すように透水係数が異なる 3 種類の砂質土で作製した供試体の定水位透水試験を行った。供試体全体の鉛直方向の透水係数  $K_v$  を求めよ。

Question 2

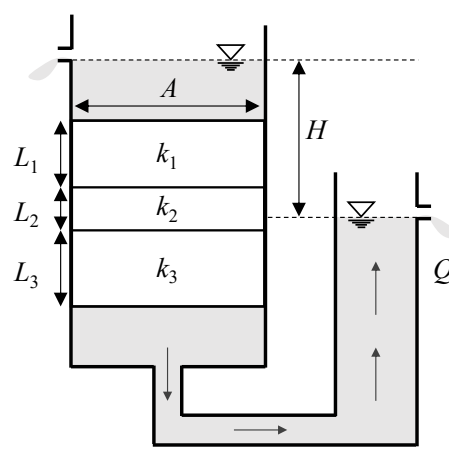
Answer the following questions regarding the permeability of soil.

- (1) Determine the hydraulic conductivity  $k$  and the apparent velocity  $v$  measured in the constant head permeability test under the conditions shown in Fig. 2-1.
- (2) Determine the actual velocity of the specimen shown in Fig. 2-1, using  $Q$ ,  $A$ , and  $e$ .
- (3) A constant head permeability test was conducted using a specimen made of three types of sandy soils with different hydraulic conductivity, as shown in Fig. 2-2. Determine the vertical hydraulic conductivity  $K_v$  of the entire specimen.



$L$ : Length  
 $A$ : Cross-sectional area  
 $k$ : Hydraulic conductivity  
 $H$ : Total head difference  
 $Q$ : Flow rate  
 $e$ : Void ratio

Fig. 2-1



$L_i$ : Length of layer  $i$  ( $i = 1 \sim 3$ )  
 $A$ : Cross-sectional area  
 $k_i$ : Hydraulic conductivity of layer  $i$  ( $i = 1 \sim 3$ )  
 $H$ : Total head difference  
 $Q$ : Flow rate

Fig. 2-2

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)  
 (2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	地盤工学 Geotechnical Engineering
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	----------------------------------

問題 3

土の圧密に関する以下の問に答えよ。

- (1) 以下 4 ステージで圧密した場合の  $e - \log p$  関係の概形を描画せよ。ただし、横軸を対数スケールの圧密応力  $p$ , 縦軸を間隙比  $e$  とせよ。
- ステージ 1 : 圧密圧力が小さい状態 A から, 圧密圧力を増加させて状態 B へシフト  
 $A(e_0, p_0) \Rightarrow B(e_1, p_1)$
- ステージ 2 : 状態 B から圧密圧力を  $p_0$  まで減少させて状態 C へシフト  
 $B(e_1, p_1) \Rightarrow C(e_2, p_0)$
- ステージ 3 : 状態 C から圧密圧力を  $p_1$  まで増加させて状態 B へシフト  
 $C(e_2, p_0) \Rightarrow B(e_1, p_1)$
- ステージ 4 : 状態 B から圧密圧力を  $p_2$  まで増加させて状態 D へシフト  
 $B(e_1, p_1) \Rightarrow D(e_3, p_2)$
- (2) 過圧密と正規圧密がそれぞれどのような状態かを説明せよ。
- (3) 圧密降伏応力  $p_c$  とは何かを説明せよ。また, (1) で描画した  $e - \log p$  関係のうち  $p_c$  は状態 A から状態 D のどの状態における圧密圧力に対応するか答えよ。

Question 3

Answer the following questions regarding the consolidation.

- (1) Draw the outline of  $e - \log p$  relationship for the following four stages of consolidation. Note that the horizontal axis is the consolidation stress  $p$  on a logarithmic scale and the vertical axis is the void ratio  $e$ .
- Stage 1: Transfer from state A, with a small consolidation stress, to state B by increasing the consolidation stress.  
 $A(e_0, p_0) \Rightarrow B(e_1, p_1)$
- Stage 2: Transfer from state B to state C by decreasing the consolidation stress up to  $p_0$ .  
 $B(e_1, p_1) \Rightarrow C(e_2, p_0)$
- Stage 3: Transfer from state C back to state B by increasing the consolidation stress up to  $p_1$ .  
 $C(e_2, p_0) \Rightarrow B(e_1, p_1)$
- Stage 4: Transfer from state B to state D by increasing the consolidation stress up to  $p_2$ .  
 $B(e_1, p_1) \Rightarrow D(e_3, p_2)$
- (2) Explain the states of overconsolidation and normal consolidation.
- (3) Explain what the consolidation yield stress  $p_c$  is, and identify which of the consolidation stresses from states A to D corresponds to  $p_c$  in the  $e - \log p$  relationship drawn in (1).

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)  
 (2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	地盤工学 Geotechnical Engineering
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	----------------------------------

問題 4

飽和した正規圧密粘土を対象に行った三軸圧縮試験の結果を Table 4-1 に示す。以下の問に答えよ。

- (1) 全応力と有効応力を説明せよ。
- (2) Case1, 2 について過剰間隙水圧が発生しないと仮定した場合の有効応力経路を描け。
- (3) Case1, 2 についてスケンプトンの間隙圧係数=0.6 で過剰間隙水圧が発生したと仮定した場合の有効応力経路を描け。

Question 4

The results of triaxial compression tests conducted on the normally consolidated saturated clay are shown in Table 4-1. Answer the following questions.

- (1) Explain total stress and effective stress.
- (2) Draw the effective stress paths without the excess pore water pressure for cases 1 and 2.
- (3) Draw the effective stress paths, assuming that excess pore water pressure for cases 1 and 2 develops with a Skempton's pore pressure coefficient of 0.6.

Table 4-1

Case No.	Effective confining pressure $\sigma_3$ (kPa)	Maximum principal stress $\sigma_1$ (kPa)	Deviatoric stress at failure state $q$ (kPa)
1	50	130	80
2	100	260	160

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)  
 (2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	地盤工学 Geotechnical Engineering
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	----------------------------------

問題 5

土圧に関する以下の問に答えよ。

- (1) 主働土圧, 受働土圧, 静止土圧について, 壁体の変位との関連に着目して図を用いてそれぞれ説明せよ。
- (2) Fig. 5-1 を参考にランキンの主働・受働土圧係数  $K_a$ ,  $K_p$  を求めよ。

Question 5

Answer the following questions regarding the earth pressure.

- (1) Explain the active earth pressure, passive earth pressure, and earth pressure at rest, by relating them to wall displacements using figures.
- (2) Refer to Fig. 5-1 and determine the Rankine active and passive earth pressure coefficients  $K_a$  and  $K_p$ .

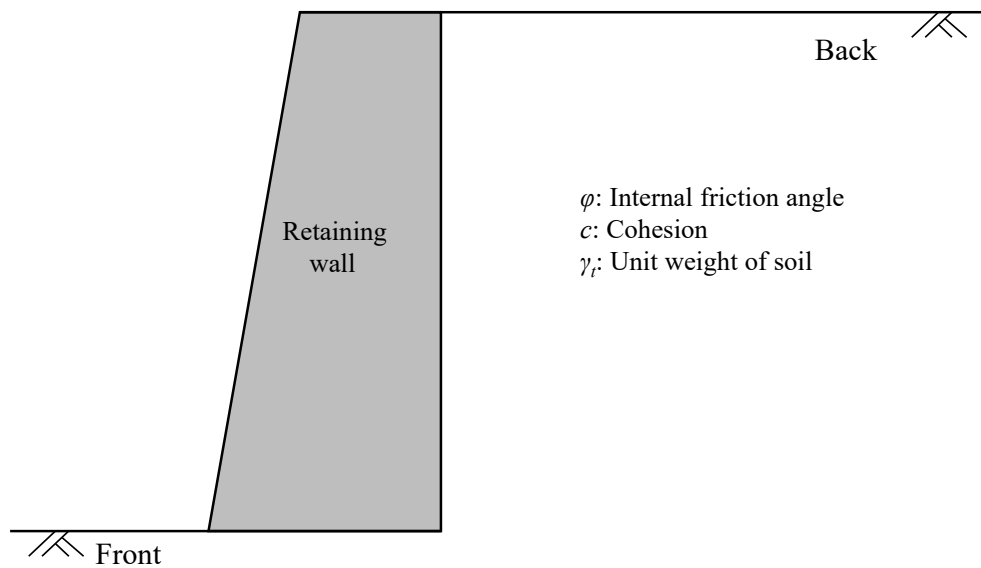


Fig. 5-1

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	地盤工学 Geotechnical Engineering
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	----------------------------------

問題 6

無限長斜面の安定に関する以下の問に答えよ。

- (1) Fig. 6-1 (a)に示す勾配が $\beta$ の無限長斜面がある。地表面からの深さ $z$ の位置にすべり面を仮定する。斜面地盤の内部摩擦角を $\phi$ , 粘着力を $c$ , 単位体積重量を $\gamma_t$ とした場合のすべりに関する安全率 $F_s$ を導け。
- (2) 降雨によって地表面から深さ $d$ の位置に地下水面が形成され Fig. 6-1 (b)に示す状態となった。地下水面以下の単位体積重量を $\gamma_{sat}$ , 水の単位体積重量を $\gamma_w$ とした場合の安全率 $F_s$ を導け。

Question 6

Answer the following questions regarding the stability of infinite slopes.

- (1) For an infinite slope of angle  $\beta$  shown in Fig. 6-1 (a), a linear slip surface is assumed at a depth of  $z$  from the ground surface. The internal friction angle, cohesion, and unit weight of the ground are  $\phi$ ,  $c$ , and  $\gamma_t$ , respectively. Derive the safety factor  $F_s$ .
- (2) As shown in Fig. 6-1 (b), the groundwater level in the slope rises up to the depth of  $d$  from the ground surface after rainfall. The unit weight of soil below the groundwater level is  $\gamma_{sat}$  and the unit weight of water is  $\gamma_w$ . Derive the safety factor  $F_s$ .

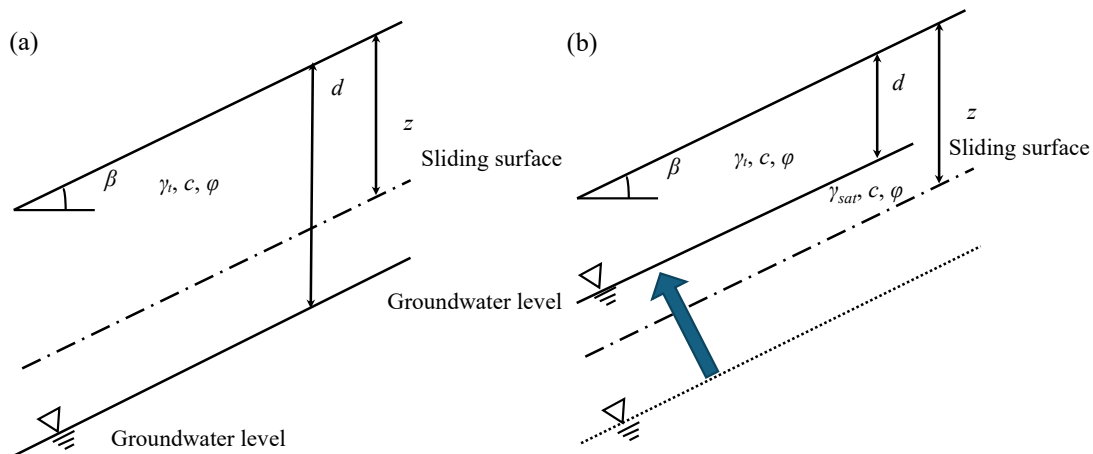


Fig. 6-1

問題 7

地盤災害に関する以下の問に答えよ。

- (1) 土石流の発生メカニズムを示すと同時に, 具体的な対策を一つ説明せよ。
- (2) 液状化の発生メカニズムを示すと同時に, 具体的な対策を一つ説明せよ。

Question 7

Answer the following questions regarding geo-disasters.

- (1) Describe the mechanism of debris flow disasters and explain one specific countermeasure.
- (2) Describe the mechanism of liquefaction and explain one specific countermeasure.



2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)  
 (2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	環境衛生工学 Sanitary and Environmental Engineering
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	---

問題 1

- (1) 湖沼の pH に影響を与える因子を 2 つあげ, その因子が pH を変化させる機構を説明せよ.
- (2) 水中の有機物濃度を評価する際, 湖沼においては BOD よりも COD が一般的に用いられる理由を説明せよ.
- (3) ある湖で太陽光が 99% 減衰する水深を測定したところ 3 m であった. 90% 減衰する水深はいくらと考えられるか. 湖内で水質は一様であると仮定する.
- (4) 地表付近の大気の逆転層の形成機構を説明し, 逆転層が大気汚染に与える影響を説明せよ.

Question 1

- (1) Write two factors that affect the pH of lakes, and explain the involved mechanisms.
- (2) Explain why COD is used more often than BOD to evaluate the concentration of organic matter in lake water.
- (3) When the attenuation of solar irradiation was measured in a lake, the water depth for 99% attenuation was 3 m. Estimate the water depth for 90% attenuation in the lake. Assume water quality is uniform in the lake.
- (4) Explain the formation mechanism of atmospheric inversion layer near the ground surface and explain its influences on air pollution.

問題 2

容積  $100 \text{ m}^3$ , 処理水量  $200 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$  の完全混合の生物反応槽がある. 槽内は定常状態であり流入水中の汚濁物質濃度は  $200 \text{ mg L}^{-1}$ , 流出水濃度は  $50 \text{ mg L}^{-1}$  であった. 以下の問に答えよ. ただし汚濁物質の分解は濃度の一次反応に従うとする.  $\ln 2 = 0.7$ ,  $\ln 3 = 1.1$ ,  $e^2 = 7.4$ ,  $e^3 = 20$  とする.

- (1) 反応速度係数 ( $\text{d}^{-1}$ ) を求めよ.
- (2) 反応槽内を完全混合から押し出し流れに変えた場合, 流出水濃度はいくらになるか. ただし水理学的滞留時間と反応速度係数是不変であるとする.

Question 2

There is a bioreactor with a completely mixed flow condition. The volume of the tank is  $100 \text{ m}^3$  and its flow rate is  $200 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ . The influent pollutant concentration is  $200 \text{ mg L}^{-1}$  and that of the effluent is  $50 \text{ mg L}^{-1}$  with a steady state condition. The pollutant decomposition follows a first-order reaction equation of the pollutant concentration. Answer the following questions. Assume  $\ln 2 = 0.7$ ,  $\ln 3 = 1.1$ ,  $e^2 = 7.4$ , and  $e^3 = 20$ .

- (1) Calculate the reaction rate coefficient ( $\text{d}^{-1}$ ).
- (2) What is the concentration of effluent if the tank flow condition is changed to plug flow? The hydraulic retention time and reaction rate coefficient are assumed to be invariant.

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)  
 (2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	環境衛生工学 Sanitary and Environmental Engineering
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	---

問題 3

0.1 mol L<sup>-1</sup> 酢酸-0.1 mol L<sup>-1</sup> 酢酸ナトリウム溶液に関して, 以下の問に答えよ. 酢酸の平衡定数は pK<sub>a</sub> = 5 とする. ナトリウムは溶液中ですべて解離していることに留意せよ. ただし log<sub>10</sub> 3 = 0.5, log<sub>10</sub> 5 = 0.7 とする.

- (1) 溶液の pH を求めよ.
- (2) 塩酸を 0.05 mol L<sup>-1</sup> 入れた際の pH 変化を求めよ.
- (3) 純水に塩酸を 0.05 mol L<sup>-1</sup> 入れた場合の pH と比較することで, 酢酸-酢酸ナトリウム溶液の緩衝能について論ぜよ.

Question 3

Answer the following questions regarding a solution of 0.1 mol L<sup>-1</sup> acetic acid-0.1 mol L<sup>-1</sup> sodium acetate. The equilibrium coefficient of acetic acid is pK<sub>a</sub> = 5. Note the sodium is completely dissociated in the solution. Assume log<sub>10</sub> 3 = 0.5 and log<sub>10</sub> 5 = 0.7.

- (1) Calculate the pH of the solution.
- (2) Explain the change of pH by adding the hydrochloric acid of 0.05 mol L<sup>-1</sup> to the solution.
- (3) Discuss the pH buffering capacity of acetic acid-sodium acetate solution by comparing the case (2) with the case of adding the hydrochloric acid of 0.05 mol L<sup>-1</sup> to pure water.

問題 4

浄水に関して以下の問に答えよ.

- (1) 急速ろ過法の浄化原理を 100 字程度で説明せよ.
- (2) 塩素注入率と残留塩素濃度との関係を図を用いて説明せよ.
- (3) 幅 5 m, 長さ (流れ方向) 10 m, 水深 4 m の横流式沈殿池に SS 濃度 100 mg L<sup>-1</sup> の原水が 1,000 m<sup>3</sup> d<sup>-1</sup> で流入している. 固形物の沈降速度が 1 cm min<sup>-1</sup> で均一であるとき, この沈殿池の出口の SS 濃度を計算せよ.

Question 4

Answer the following questions regarding drinking water treatment.

- (1) Explain the purification mechanism of rapid sand filtration in about 50 words.
- (2) Explain the relationship between chlorine dose and chlorine residuals using an appropriate figure.
- (3) Water with SS concentration of 100 mg L<sup>-1</sup> flows into a horizontal sedimentation tank with a width of 5 m, length (flow direction) of 10 m, and water depth of 4 m at a flow rate of 1,000 m<sup>3</sup> d<sup>-1</sup>. Calculate the SS concentration in the effluent of the horizontal sedimentation tank. Assume that the settling velocity of solids is 1 cm min<sup>-1</sup> and is uniform in the tank.

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)  
 (2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	環境衛生工学 Sanitary and Environmental Engineering
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	---

問題 5

下水処理に関して以下の問に答えよ。

- (1) 活性汚泥法の最初沈殿池と最終沈殿池の目的を説明せよ。
- (2) 処理水の水質, SVI, バルキングの 3 つの関係を 100 字程度で説明せよ。
- (3) 生物学的リン除去プロセスのリン除去機構を 200 字程度で説明せよ。

Question 5

Answer the following questions regarding wastewater treatment.

- (1) Explain the purpose of primary sedimentation tank and final sedimentation tank in the activated sludge process.
- (2) Explain the relationships among the quality of treated water, SVI, and bulking in about 50 words.
- (3) Explain the mechanism of phosphorus removal in biological phosphorus removal process in about 100 words.

問題 6

ある有効容積  $10 \text{ m}^3$  の嫌気性バイオリアクターは, COD 除去速度  $8 \text{ kg COD m}^{-3} \text{ d}^{-1}$  の排水処理性能を有している。このリアクターで COD 濃度  $2,000 \text{ mg COD L}^{-1}$  の排水を COD 除去率 80% で処理するとき, 以下の問に答えよ。

- (1) 処理水の COD 濃度  $[\text{mg COD L}^{-1}]$  を求めよ。
- (2) COD 容積負荷  $[\text{kg COD m}^{-3} \text{ d}^{-1}]$  を求めよ。
- (3) 流量  $[\text{m}^3 \text{ d}^{-1}]$  を求めよ。
- (4) 水理学的滞留時間  $[\text{d}]$  を求めよ。
- (5) メタンの COD 当量  $[\text{Nm}^3 \text{ CH}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ COD}]$  を示せ。
- (6) 1 日に発生するメタン量  $[\text{Nm}^3 \text{ CH}_4 \text{ d}^{-1}]$  を求めよ。

Question 6

An anaerobic bioreactor with an effective volume of  $10 \text{ m}^3$  has a COD removal performance of  $8 \text{ kg COD m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ . A wastewater with a COD concentration of  $2,000 \text{ mg COD L}^{-1}$  is treated by this reactor at 80% of COD removal efficiency. Answer the following questions.

- (1) Calculate the COD concentration in the effluent  $[\text{mg COD L}^{-1}]$ .
- (2) Calculate the COD volumetric loading rate  $[\text{kg COD m}^{-3} \text{ d}^{-1}]$ .
- (3) Calculate the flow rate  $[\text{m}^3 \text{ d}^{-1}]$ .
- (4) Calculate the hydraulic retention time  $[\text{d}]$ .
- (5) Show the equivalent COD of methane  $[\text{Nm}^3 \text{ CH}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ COD}]$ .
- (6) Calculate the methane production per day  $[\text{Nm}^3 \text{ CH}_4 \text{ d}^{-1}]$ .

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)  
 (2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	環境衛生工学 Sanitary and Environmental Engineering
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	---

問題 7

微生物生態について以下の問に答えよ.

(1) 以下の用語を説明せよ.

- (a) 純粋培養
- (b) 通性嫌気性細菌

(2) 独立栄養細菌と従属栄養細菌の違いを 100 字程度で説明せよ.

(3) 微生物の系統分類に 16S rRNA 遺伝子が用いられる理由を 100 字程度で説明せよ.

Question 7

Answer the following questions regarding microbial ecology.

(1) Explain the following technical terms.

- (a) Pure culture
- (b) Facultative anaerobic bacteria

(2) Explain the differences between autotrophic bacteria and heterotrophic bacteria in about 50 words.

(3) Explain why 16S rRNA gene is used in the phylogenetic classification of microorganisms in about 50 words.

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	水理学 Hydraulics
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	-------------------

問題 1

Fig. 1-1 のように幅広の水平矩形断面水路にスルースゲートが設置されている。奥行き方向に流れは変わらず定常流とすると、以下の問に答えよ。

- (1) 断面 I, II の流速を単位幅流量  $q$ , および水深  $h_1, h_2$  を用いて表せ。
- (2) ゲートに作用する単位幅当たりの力  $f$  を,  $q, h_1, h_2$  を用いて表せ。ただし, 水の密度  $\rho$ , 重力加速度  $g$  とし, 断面 I, II 間の底面せん断応力はゲートに作用する流体力に比べて無視できるとする。
- (3) 断面 I, II 間で流れのエネルギー損失が無視できるとき,  $q$  を  $g, h_1, h_2$  を用いて表せ。次に,  $f$  を  $g, h_1, h_2$  を用いて表せ。
- (4) 流れに対して垂直なゲートの場合, ゲート開度  $k$  と  $h_2$  の関係は  $h_2 = ak$  であった。  $q$  は同じとして, ゲートを Fig. 1-1 の点線のようにゆっくりと傾けたとき, ゲートが垂直な時と比べて  $h_2, h_1, f$  の変化を理由とともに説明せよ。

Question 1

A sluice gate is installed in a wide horizontal rectangle channel as shown in Fig. 1-1, where the flow is uniform in the lateral direction and the flow follows a steady state condition. Answer the following questions.

- (1) Find the velocities at sections I and II, using the discharge per unit width  $q$  and water depths  $h_1$  and  $h_2$ .
- (2) Find a force per unit width  $f$  acting on the gate using  $q, h_1, h_2, \rho$  (water density), and  $g$  (the acceleration of gravity). The bottom shear stress between sections I and II is negligible compared to  $f$ .
- (3) When energy loss is negligible between sections I and II, find  $q$  using  $g, h_1$ , and  $h_2$ . Then, find  $f$  using  $g, h_1$ , and  $h_2$ .
- (4) For a gate perpendicular to the flow, the relationship between the gate opening  $k$  and  $h_2$  is  $h_2 = ak$ . Then, assuming that  $q$  is the same, explain the changes in  $h_2, h_1$ , and  $f$  when the gate is slightly tilted as indicated in Fig. 1-1 by the dotted line.

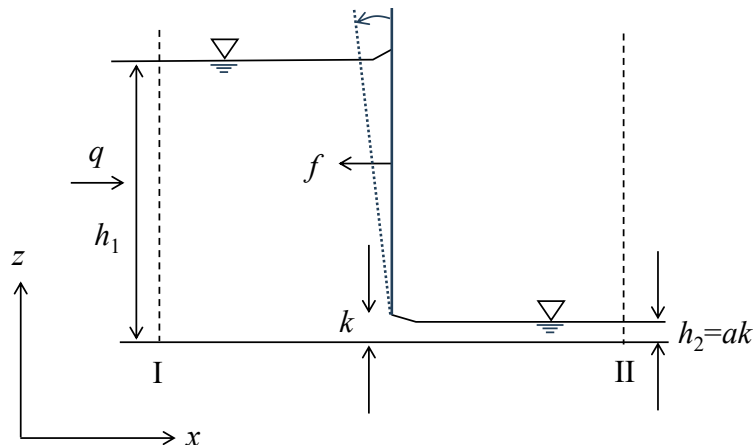


Fig. 1-1

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	水理学 Hydraulics
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	-------------------

問題 2

水平面から角度  $\theta$  傾いたベンチュリ管に密度  $\rho$  の水が流れている。Fig. 2-1 のように内径  $D$  の断面 I と内径  $d$  の断面 II がマノメータで繋がれ、密度  $\rho_m$  の水銀が入っている。以下の間に答えよ。

- (1) 断面 I と断面 II でピエゾ水頭が一定であるとき、断面 I と断面 II ではどのような流れとなっているか説明せよ。
- (2) 管路の中心線に沿ってベルヌーイの式を考え、断面 I と断面 II の中心のピエゾ水頭  $h_I$  と  $h_{II}$  の差  $\delta h = h_I - h_{II}$  を用いて流量  $Q$  を示せ。ただし、断面 I、断面 II 内で流速、ピエゾ水頭は一定とし (断面 I と断面 II の間でこれらは異なる)、断面 I と断面 II の間のエネルギー損失  $h_l$  はないとする。
- (3)  $\delta h_m$  と  $\delta h$  の関係を示し、 $Q$  を  $\delta h_m$  を用いて表せ。
- (4) 断面 I と断面 II の間のエネルギー損失  $h_l$  を考慮した場合の  $Q$  と  $\delta h_m$  の関係を示せ。

Question 2

A water of density  $\rho$  flows through a Venturi tube inclined at an angle  $\theta$  from the horizontal plane, as shown in Fig. 2-1. Cross-section I of inner diameter  $D$  and cross-section II of inner diameter  $d$  are connected by a manometer filled with mercury of density  $\rho_m$ . Answer the following questions.

- (1) When the piezometric head is constant for cross-sections I and II, explain the flow condition.
- (2) Considering Bernoulli's equation along the centerline of the tube, show the equation of the flow rate  $Q$  using the difference between the piezometric heads  $h_I$  and  $h_{II}$  at the center of cross-sections I and II ( $\delta h = h_I - h_{II}$ ). Here, the flow velocity and piezometric head are assumed constant at cross-sections I and II, while their values are different at these cross-sections. Also, there is no energy loss between cross-sections I and II.
- (3) Show the relationship between  $\delta h_m$  and  $\delta h$ , and express  $Q$  using  $\delta h_m$ .
- (4) Show the relationship between  $Q$  and  $\delta h_m$ , considering the energy loss  $h_l$  between cross-sections I and II.

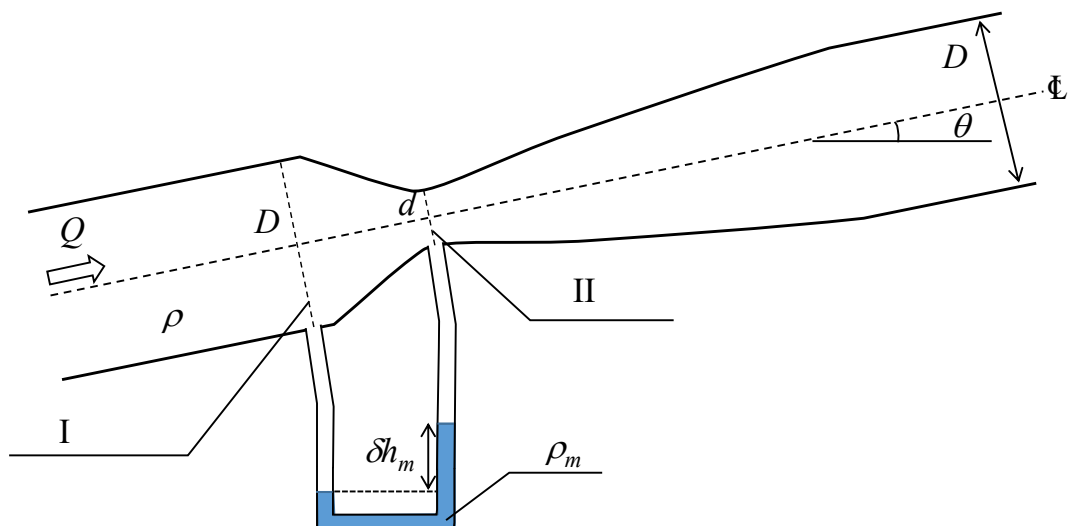


Fig. 2-1

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)  
 (2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2022)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	水理学 Hydraulics
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	-------------------

問題 3

Fig. 3-1 に示される  $x$ - $y$  平面の 2 次元流れを考える。以下の問に答えよ。

- (1) 高さ  $y$  の全水頭  $H$  をベルヌーイの定理を用いて示し、説明せよ。
- (2) 摩擦がない場合とある場合において、エネルギー線と動水勾配線 (圧力水頭, 速度水頭, 損失水頭) をそれぞれ図示して説明せよ。
- (3) 図の①点にある水塊 (灰色) が管路を流れていく場を考える。摩擦がない場合とある場合を区別して、水塊が②点に来た時の水塊の変形と変形に及ぼす力を図示して説明せよ。

Question 3

Consider two-dimensional flows in the  $x$ - $y$  plane shown in Fig. 3-1. Answer the following questions.

- (1) Show and explain the total hydraulic head  $H$  at height  $y$  using Bernoulli's principle.
- (2) Draw and explain the energy and hydraulic grade lines (pressure head, velocity head, and loss head) for both conditions of with and without friction.
- (3) Consider that the gray colored water mass flows from point ① through the pipe as shown in Fig. 3-1. When the water mass reaches point ②, draw and explain the deformation of the mass and forces acting on it for both conditions of with and without friction.

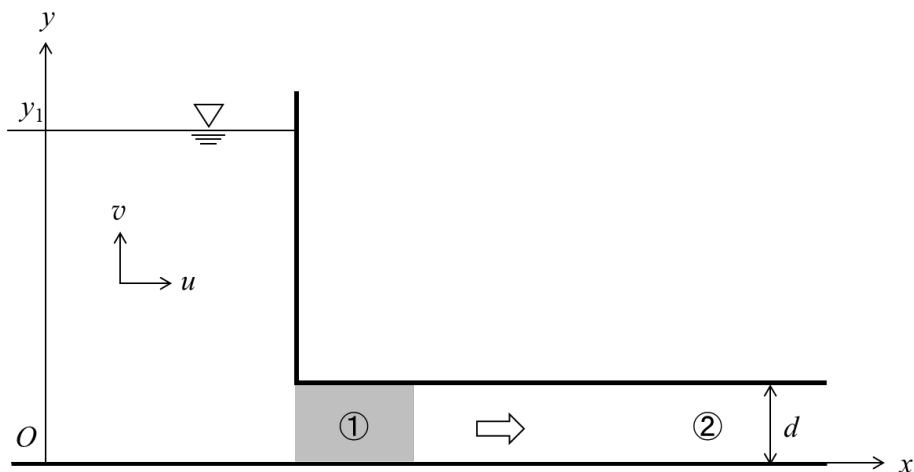


Fig. 3-1

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)  
 (2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2022)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	水理学 Hydraulics
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	-------------------

問題 4

水路幅  $B$ , 勾配  $I$  の直線矩形実験水路に水が流れている。側壁のせん断応力は無視できるとして, 以下の問に答えよ。

- (1) 流量  $Q$  のときの等流水深  $h_0$  をマンニングの平均流速公式 (4.1) から求めよ。

$$V = \frac{1}{n} h^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \quad (4.1)$$

ここで,  $V$  は断面平均流速,  $n$  はマンニングの粗度係数,  $h$  は水深である。

- (2) 流量を変えずに実験水路の勾配を徐々に変化させたときフルード数  $Fr$  が 1 となった。この時の勾配を計算せよ。
- (3)  $I$  と  $Fr$  が同じで, スケールが実験水路の  $\lambda$  倍の水路において,  $V$  及び  $Q$  が実験水路の何倍になるか求めよ。

Question 4

Water is flowing in a straight rectangular experimental channel with a width of  $B$  and a slope of  $I$ . Assuming that the shear stress on the sidewalls is negligible, answer the following questions.

- (1) Using Manning velocity formula (4.1), calculate the normal depth  $h_0$  when the flow discharge is  $Q$ .

$$V = \frac{1}{n} h^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \quad (4.1)$$

Where,  $V$  is the depth average flow velocity,  $n$  is Manning's roughness coefficient and  $h$  is the water depth.

- (2) Assume that when the channel slope is gradually changed without changing the flow discharge, Froude number  $Fr$  reaches 1. Calculate the channel slope at this time.
- (3) The length ratio of two experimental channels is  $\lambda$ , whereas their  $I$  and  $Fr$  are the same. What are the ratios between the larger and smaller channels for  $V$  and  $Q$ ?

問題 5

- (1) 水路幅, 勾配一定の緩勾配水路における水面形を描き, その特徴を以下の語句を全て用いて説明せよ。

[等流水深, 限界水深, フルード数, 上流端水深, 下流端水深, 跳水]

- (2) 開水路乱流における平均流の流速分布について, 以下の語句を全て用いて説明せよ。

[等流, 底面せん断応力, 粘性底層, 相当粗度, レイノルズ応力, 対数分布]

Question 5

- (1) Draw the water surface profiles in a mild slope channel with constant gradient and uniform width, and explain their characteristics using all of the following terms.

[normal depth, critical depth, Froude number, upstream-end water depth, downstream-end water depth, hydraulic jump]

- (2) Explain the mean velocity distribution for turbulent open-channel flows using all of the following terms.

[uniform flow, bottom shear stress, viscous sublayer, equivalent roughness, Reynolds stress, logarithmic distribution]



2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)  
 (2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	土木計画学 Infrastructure and Transportation Planning
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	--

問題 1

Table 1-1 の標本データ  $x$ ,  $y$  について以下の問に答えよ.

- (1) 母平均  $\mu_x$ ,  $\mu_y$  の 95%信頼区間を推定せよ. 有意水準 5% の自由度 4 の  $t$  値は 2.77 である.
- (2) 標本データ  $x$ ,  $y$  の標本共分散  $\sigma_{xy}$  を求めよ.
- (3) 標本データ  $x$ ,  $y$  の標本相関係数を求めよ.

Question 1

Answer the following questions regarding the sample data  $x$  and  $y$  as shown in Table 1-1.

- (1) Calculate the 95% confidence interval for the population means  $\mu_x$  and  $\mu_y$ . The  $t$  value of 5% significance level with 4 degrees of freedom is 2.77.
- (2) Calculate the sample covariance  $\sigma_{xy}$  of sample data  $x$  and  $y$ .
- (3) Calculate the sample correlation coefficient of sample data  $x$  and  $y$ .

Table 1-1

ID	$x$	$y$
1	54	55
2	10	20
3	18	11
4	40	30
5	9	22

問題 2

Table 2-1 のプロジェクト A, B, C の純便益と費用便益比を求め, 最適なプロジェクトを選定せよ. ただし, 1 期あたりの割引率は 5% とする.

Question 2

Calculate the net benefit and the cost-benefit ratio for the projects A, B, and C in Table 2-1 for the discount rate 5% per period, and select the optimal project.

Table 2-1

Period		0	1	2	3	4	5
Project A (million JPY)	Benefit	0	40	48	56	64	72
	Cost	120	24	24	24	24	24
Project B (million JPY)	Benefit	0	80	80	48	40	32
	Cost	80	32	32	32	32	32
Project C (million JPY)	Benefit	0	400	400	400	400	400
	Cost	1120	160	160	160	160	160

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)  
 (2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	土木計画学 Infrastructure and Transportation Planning
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	--

問題 3

日本の自動車保有台数の時系列推移を Table 3-1 に示す。自動車保有モデルは

$$Y_t = a + bt + e_t$$

とする。ここで、 $Y_t$  は  $t$  年の自動車保有台数、 $a$ 、 $b$  はパラメータ、 $e_t$  は誤差項である。以下の問に答えよ。

- (1) 最小二乗法により、 $a$ 、 $b$  を推定せよ。
- (2) 最小二乗法を使用する際の誤差項に対する分布仮定を述べよ。
- (3) 2030 年の日本の自動車保有台数を予測せよ。
- (4) 関数形と説明変数に着目して、この自動車保有モデルの限界を述べよ。

Question 3

The time-series trend in the number of motor vehicles owned in Japan is shown in Table 3-1. The motor vehicle ownership model is assumed as

$$Y_t = a + bt + e_t$$

where,  $Y_t$  is the number of motor vehicles owned in Japan in year  $t$ ,  $a$  and  $b$  are model parameters, and  $e_t$  is the error term. Answer the following questions.

- (1) Estimate  $a$  and  $b$  using the least squares method.
- (2) Describe the distribution's assumption of the error term required for the least squares method.
- (3) Predict the number of motor vehicles owned in Japan in year 2030.
- (4) Explain the limitations of this motor vehicle ownership model focusing on the function form and the explanatory variable.

Table 3-1

Year	The number of motor vehicles owned in Japan (million vehicles)
2020	81.85
2021	82.08
2022	82.17
2023	82.45
2024	82.57

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)  
 (2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	土木計画学 Infrastructure and Transportation Planning
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	--

問題 4

Table 4-1 の A 市の拡張版産業連関表を用いた燃料電池自動車のライフサイクルアセスメントに関する以下の問に答えよ。機能単位を 1 台 (=750 万円) とする。システム境界として材料製造段階, 自動車製造段階を対象とする。

- (1) Table 4-1 からレオンチェフの逆行列を求めよ。
- (2) 燃料電池自動車 1 台分の需要による材料製造産業と自動車製造産業の波及生産額を求めよ。
- (3) 材料製造産業と自動車製造産業の CO<sub>2</sub> 排出係数 (t-CO<sub>2</sub>/million JPY) を求めよ。
- (4) 燃料電池自動車のライフサイクル CO<sub>2</sub> 排出量 (t-LCCO<sub>2</sub>/台) を求めよ。

Question 4

Answer the following questions regarding life cycle assessment of fuel cell vehicles based on the extended input-output table for city A in Table 4-1. The functional unit is 7.5 million JPY/vehicle. The system boundary covers material production stage and automobile production stage.

- (1) Calculate its Leontief inverse matrix from Table 4-1.
- (2) Estimate the spillover outputs of material production industry and automobile production industry by the demand for a fuel cell vehicle.
- (3) Estimate the CO<sub>2</sub> emission coefficients (t-CO<sub>2</sub>/million JPY) for material production industry and automobile production industry.
- (4) Estimate the life-cycle CO<sub>2</sub> emissions of a fuel cell vehicle (t-LCCO<sub>2</sub>/vehicle).

Table 4-1

	Material production industry	Automobile production industry	Household	Outputs
Material production industry (million JPY)	80	120	0	200
Automobile production industry (million JPY)	0	0	1,000	1,000
Household (million JPY)	120	880		
Inputs (million JPY)	200	1,000		
CO <sub>2</sub> emission (t-CO <sub>2</sub> )	750	250		

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)  
 (2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environmental Engineering I	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	土木計画学 Infrastructure and Transportation Planning
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	--

問題 5

以下の専門用語を説明せよ.

- (1) 都市計画区域
- (2) 減歩
- (3) MaaS
- (4) 建蔽率

Question 5

Explain the following technical terms.

- (1) Urban planning area
- (2) Reduction of site area
- (3) MaaS
- (4) Building coverage ratio

問題 6

都市計画における土地利用計画と交通計画の協調に関して以下の問に答えよ.

- (1) 住宅地における土地利用計画と交通計画の協調について, 150 字程度で説明せよ.
- (2) サッカースタジアムにおける土地利用計画と交通計画の協調について, 150 字程度で説明せよ.
- (3) 都市計画において土地利用計画と交通計画の協調が必要な理由を, 150 字程度で説明せよ.

Question 6

Answer the following questions regarding the coordination between land use planning and transportation planning in urban planning.

- (1) Explain the coordination between land use planning and transportation planning in a residential area, in about 75 words.
- (2) Explain the coordination between land use planning and transportation planning in a football stadium, in about 75 words.
- (3) Explain why the coordination between land use planning and transportation planning is necessary in urban planning, in about 75 words.

## 問題用紙

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

## Question Sheets

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 II) Civil and Environmental Engineering II	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	---

試験時間: 13 時 30 分~15 時 30 分 (Examination Time: From 13:30 to 15:30)

### 受験上の注意事項

- (1) 問題用紙は表紙を含み 3 枚, 解答用紙は表紙を含み 7 枚あります。
- (2) これは問題用紙です。解答は別冊の解答用紙に記入してください。
- (3) 問題用紙の表紙及び解答用紙の全頁の指定した箇所に, 受験番号を記入してください。
- (4) この冊子はばらしてはいけません。一部でもばらけてしまった場合には, 直ちに試験監督に伝えて指示に従うこと。
- (5) 全問に解答しなさい。
- (6) 問題用紙は解答用紙とともに回収します。
- (7) 問題中「図/表を書きなさい」という指示がある場合は, 解答用紙に記入すること。
- (8) 質問あるいは不明な点がある場合は挙手すること。

### Notices

- (1) There are 3 question sheets and 7 answer sheets each including a cover sheet.
- (2) This examination booklet consists of only question sheets. Use the other booklet for answers.
- (3) Fill your examinee's number in the specified positions in both booklet covers and each answer sheet.
- (4) Do not disband this booklet. If the sheet has been disbanded accidentally, tell an invigilator and follow his/her instruction.
- (5) Answer all the questions.
- (6) Return the question sheets together with the answer sheets.
- (7) When you are required to provide figures/tables, draw them on the answer sheet.
- (8) Raise your hand when you have any questions.

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
Entrance Examination Booklet (General Selection)  
(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 II) Civil and Environmental Engineering II	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	小論文 A Essay A
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	------------------

問題

社会基盤整備とその維持管理に対する社会的な要求は, その社会の自然・社会経済状態を背景として形成される. ふたつの異なる国, あるいは地域を設定し, それぞれの社会的な要求とその背景を 500 字程度で論じ, またその内容を表にまとめよ.

Question

Social demands for infrastructure's development, maintenance, and management are formed against the background of the natural and socio-economic conditions of the society. Given two different countries or regions, discuss the social demands and their backgrounds in about 250 words, and summarize them using a table.

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)  
 (2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 II) Civil and Environmental Engineering II	プログラム Program	社会基盤環境工学 Civil and Environmental Engineering	科目 Specialized subject	小論文 B Essay B
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	------------------

問題

大学院博士課程前期入学後の希望研究課題を記したうえで, 希望研究課題に関して, 研究の背景, 先行研究の目的, 方法, 成果, 残された課題等を整理して, 1,600 字程度で記述せよ. なお, 所定の書式に従って作成したレビュー論文リストを参照してよい.

Question

After writing your desired research topic in the master's course, explain the background of the research by summarizing the objectives, methodologies, results, and shortcomings of previous studies, in about 800 words. The list of references prepared in accordance with the specified format can be referred in the Essay.