

# 問題用紙

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

- (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, (選択する科目は其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。

## Question Sheets

### 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 draw a diagram, draw it 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						

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

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

試験科目 Subject	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

Fig. 1-1 に示すように, 単純ばりがモーメント  $M=30 \text{ kN}\cdot\text{m}$  と荷重  $P$  の作用を受けている.  $C$  でのたわみがゼロのとき,  $P$  を求めよ. なお, 曲げ剛性  $EI$  は一定とする.

Question 1

The simply supported beam shown in Fig. 1-1 is subjected to a moment  $M=30 \text{ kN}\cdot\text{m}$  and a load  $P$ . Assume the flexural rigidity  $EI$  is constant. Determine  $P$  when the deflection at  $C$  is zero.

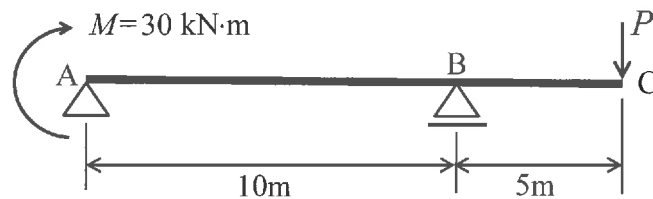


Fig. 1-1

問題 2

Fig. 2-1 に示す平面応力状態にある微小要素に関して, モールの応力円を用いて主応力の大きさと方向を求めよ.

Question 2

Fig. 2-1 shows the plane stress state of a small element. Determine principal stresses and their directions using a Mohr's stress circle.

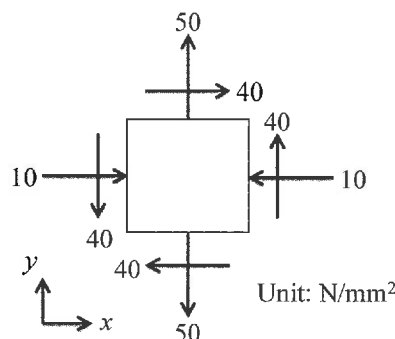


Fig. 2-1

試験科目 Subject	社会基盤環境工学 (専門科目 I) Civil and Environment	
-----------------	---	--

問題3

Fig. 3-1 に示すトラスが,  $4P$  と  $2P$  の荷重の作用を受けているとき, 以下の間に答えよ. なお, A は回転支点, J はローラー支点である.

- (1) 部材 AB の部材力がゼロとなることを説明せよ.
- (2) 部材 CD, CE, CF の部材力を求めよ.

Question 3

The truss shown in Fig. 3-1 is subjected to two loads of  $4P$  and  $2P$ . Assume A is a pin-support and J is a roller. Answer the following questions.

- (1) Explain that the internal force of member AB is zero.
- (2) Determine the internal forces of members CD, CE, and CF.

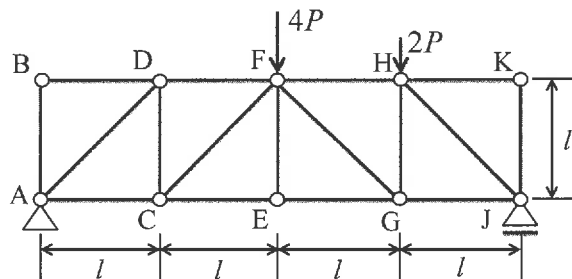


Fig. 3-1

問題4

Fig. 4-1 に示すはり, 長さ 30 m で  $150 \text{ kN/m}$  の等分布移動荷重の作用を受けるとき, 以下の問の答えよ. なお, A は固定支点, B は中間ヒンジ, C はローラー支点である.

- (1) A における曲げモーメントが最大となる移動荷重の作用位置を求めよ.
- (2) D におけるせん断力の最大値を求めよ.

Question 4

The beam shown in Fig. 4-1 is subjected to a  $150 \text{ kN/m}$  uniformly distributed moving load. The length of the distributed load is 30 m. Assume A is a fixed-support, B is an internal hinge, and C is a roller. Answer the following questions.

- (1) Determine the position of the moving load at which it causes the largest moment at A.
- (2) Determine the largest shear force at D.

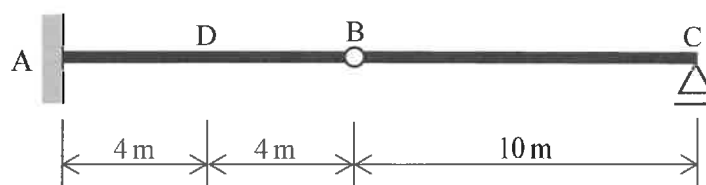


Fig. 4-1

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 に示すように, 柱に 400 kN の軸力が作用している. このとき, 座屈に関する安全率を求めよ. なお, A は固定支点, B はローラー支点である. また, 弾性係数  $E$  を 180 GPa, 降伏応力  $\sigma_Y$  を 340 MPa, 断面積  $A$  を  $8 \times 10^3 \text{ mm}^2$ , 断面 2 次モーメント  $I$  を  $18 \times 10^6 \text{ mm}^4$  とする.

Question 5

The column shown in Fig. 5-1 is subjected to an axial load of 400 kN. Assume A is a fixed-support and B is a roller. Also, modulus of elasticity  $E = 180 \text{ GPa}$ , yield stress  $\sigma_Y = 340 \text{ MPa}$ , cross-sectional area  $A = 8 \times 10^3 \text{ mm}^2$ , and moment of inertia  $I = 18 \times 10^6 \text{ mm}^4$ . Determine the factor of safety with respect to buckling.

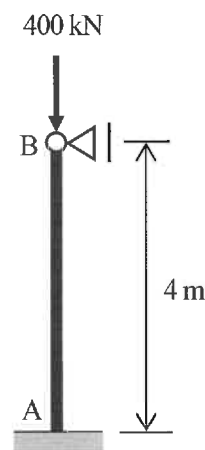


Fig. 5-1

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		構造工学 Structural Engineering
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	--	--------------------------------

問題 6

Fig. 6-1 に示す構造物に 20 kN の集中荷重と 1 kN/m の分布荷重が作用している。このとき、A および D における支点反力を求めよ。なお、A および D は回転支点であり、曲げ剛性  $EI$  は一定とする。

Question 6

The frame shown in Fig. 6-1 is subjected to a single load (20 kN) and a uniformly distributed load (1 kN/m). Assume A and D are pin-supports. Also, the flexural rigidity  $EI$  is constant. Determine the reactions at supports A and D.

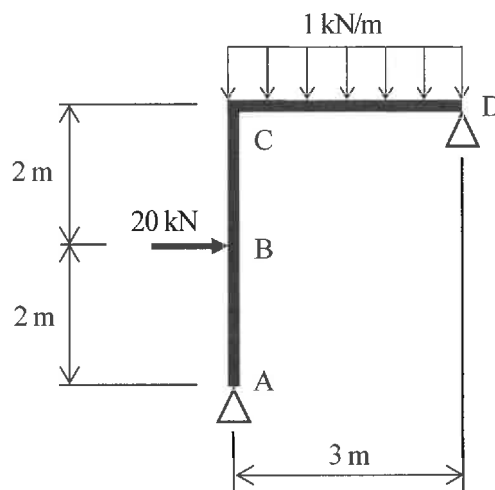


Fig. 6-1

2022年10月, 2023年4月入学 (October 2022 and April 2023 Admission)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)  
 (2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

試験科目 Subject	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) セメント中の  $C_3S$  の水和反応式を示し,  $C_3S$  の水和反応の特徴を  $C_2S$  と比較して説明せよ.
- (2) 高炉スラグ微粉末とフライアッシュの水和反応特性について, 二つの混和材の違いがわかるように説明せよ.
- (3) 骨材の4つの含水状態について説明せよ.

Question 1

Answer the following questions regarding concrete materials.

- (1) Write the hydration reaction equation of  $C_3S$  in cement and explain the characteristics of the reaction in comparison to those of  $C_2S$ .
- (2) Explain the hydration reaction properties of ground granulated blast furnace slag and fly ash, specifying the differences between the two mineral admixtures.
- (3) Explain the four moisture states of aggregate.

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) コンクリートのスランプについて説明せよ.
- (2) フレッシュコンクリートで生じる材料の分離として典型的なものを二つ説明せよ.
- (3) プラスティック収縮について説明せよ.

Question 2

Answer the following questions regarding fresh concrete.

- (1) Explain the slump of concrete.
- (2) Explain two typical forms of segregation in fresh concrete.
- (3) Explain the plastic shrinkage.

2022年10月, 2023年4月入学 (October 2022 and April 2023 Admission)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)  
 (2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

試験科目 Subject	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) コンクリートのクリープについて説明せよ.



(3) コンクリートにアルカリ反応が生じた場合のひび割れの特徴を説明せよ.

Question 3

Answer the following questions regarding hardened concrete.

問題5

コンクリートの微生物劣化とはいかなる劣化を指すのか, 下水道関連施設において発生する微生物劣化を例として, 図示したうえで詳述せよ.

Question 5

Explain the biological deterioration of concrete in detail using a schematic figure, considering the biological deterioration of concrete in a sewage treatment facility as an example.

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 6

鉄筋コンクリート柱について, 以下の問に答えよ.

- (1) 帯鉄筋柱の軸方向耐力  $N_u'$  における軸方向鉄筋の降伏強度の影響を, 式を用いて説明せよ. ここで, コンクリートの断面積  $A_c$ , コンクリートの圧縮強度  $f_c$ , コンクリートの弾性係数  $E_c$ , コンクリートの終局圧縮ひずみ  $\epsilon_{cu}$ , 軸方向鉄筋の断面積  $A_s$ , 鉄筋の降伏強度  $f_s$ , 鉄筋の弾性係数  $E_s$  とする.
- (2) らせん鉄筋柱における補強筋の役割を説明せよ.
- (3) 曲げと軸力の作用を受ける長柱における付加モーメントについて説明せよ. なお, 説明に必要な記号は定義すること

Question 6

Answer the following questions on reinforced concrete columns.

- (1) Using equations, explain the effect of yielding strength of longitudinal reinforcements on the axial capacity  $N_u'$  of a column with

The following parameters are used in the equations:  $A_c$  gross cross-sectional area of concrete,  $f_c$  compressive strength of concrete,  $E_c$  modulus of elasticity of concrete,  $\epsilon_{cu}$  ultimate compressive strain of concrete,  $A_s$  gross cross-sectional area of longitudinal reinforcement,  $f_s$  yield strength of longitudinal reinforcement,  $E_s$  modulus of elasticity of longitudinal reinforcement.

問題 7

コ

ン

記せ.

ト

Z



2022年10月, 2023年4月入学 (October 2022 and April 2023 Admission)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)  
 (2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

試験科目 Subject	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) クイックサンド
- (2) モールの破壊規準
- (3) 締固め度

Question 1

Explain the following technical terms in geotechnical engineering.

- (1) Quicksand
- (2) Mohr's failure criterion
- (3) Degree of compaction

問題 2

洪水時に河川堤防が決壊するメカニズムを三つ挙げ、図を用いて説明せよ。

Question 2

Explain three common collapse mechanisms of river levees caused by floods using schematic figures.



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

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

試験科目 Subject	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
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	----------------------------------

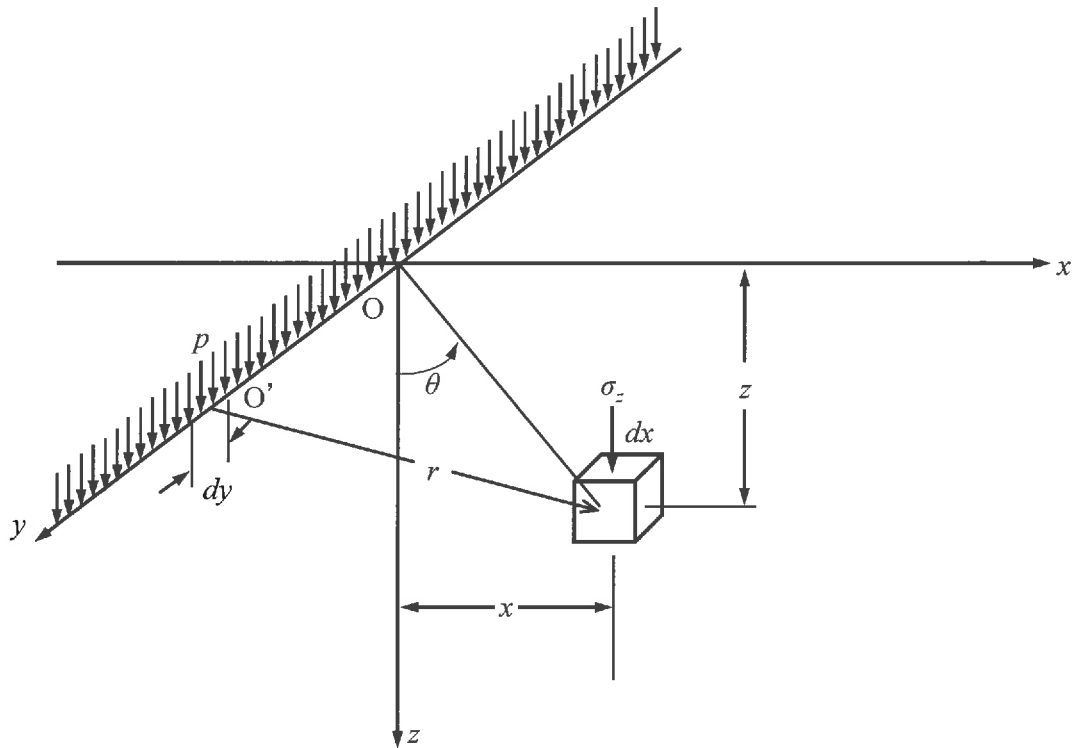


Fig. 3-2

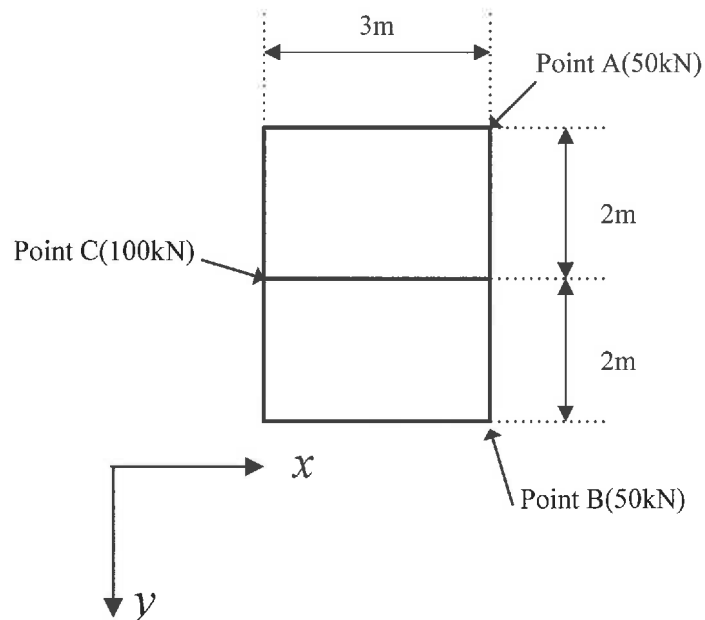


Fig. 3-3

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

圧密に関する以下の問に答えよ。

- (1) 土の圧縮と圧密の違いを説明せよ。
- (2) 上下両面排水条件下にある均質な水平成層粘土地盤 (層厚  $2H=20$  m) の地表面に荷重強度  $q=200$  kN/m<sup>2</sup> の等分布荷重が瞬時に作用し, その後, 荷重を一定に保ったまま放置されたとする。Terzaghi の 1次元圧密理論によれば, 粘土層内部の  $q$  に関して無次元化された過剰間隙水圧  $u/q$  の分布は Fig. 4-1 のように時間経過に伴い変化する。図中の  $z$  は地表面からの深さ(m),  $T$  は次式で定義される時間係数である。

$$T = \frac{C_v \cdot t}{L^2}$$

ここで,  $C_v$ : 圧密係数 (cm<sup>2</sup>/s),  $t$ : 荷重の作用開始時点からの経過時間 (s),  $L$ : 最大排水距離 (cm) である。  
 $C_v = 3.2 \times 10^{-3}$  cm<sup>2</sup>/s であるとき,  $z = 5$  m の位置における載荷開始から 2 年後, 4 年後, 8 年後の過剰間隙水圧の値を求めよ。

Question 4

Answer the following questions regarding the consolidation.

- (1) Explain the difference between the compaction and consolidation of soil.
- (2) Consider a horizontal clay ground (thickness:  $2H=20$  m) under a double drainage condition. Uniformly distributed load  $q=200$  kN/m<sup>2</sup> is applied on the ground surface instantaneously, and then, the load is kept constant. According to Terzaghi's one-dimensional consolidation theory, the distribution of the normalized excess pore water pressure  $u/q$  changes over time as shown

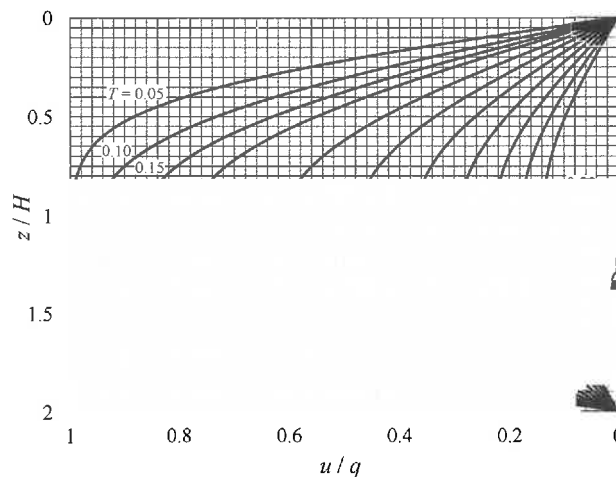


Fig. 4-1

Engineering I

Engineering

問題5

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

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022) しない。し、水の

単位体積重量は  $\gamma_s = 10.0 \text{ kN/m}^3$  とする。

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

$H =$

- (1)  
 Fig. 5-1 のように鉛直で表面に摩擦のない高さ  $H = 8.0 \text{ m}$  の擁壁が裏込め土を支えている。擁壁全体に作用する主動土圧合力を Rankine 土圧の考え方をを用いて求めたい。以下の問に答えよ。
- (1) 擁壁が左向きに移動して裏込め土が主動状態に至った。裏込め土の粘着力を  $c = 5.0 \text{ kN/m}^2$ 、内部摩擦角を  $\phi = 35.0^\circ$ 、湿潤単位体積重量を  $\gamma = 15.0 \text{ kN/m}^3$  としたとき、裏込め土表面から深さ  $z \text{ (m)}$  における水平方向応力  $\sigma_{ho} \text{ (kN/m}^2)$  をモール・クーロンの破壊規準に基づき求めよ。ただし、地下水位は擁壁底面の高さにあるものとする。
- (2) (1)の条件において、擁壁に作用する主動土圧の合力  $P_a \text{ (kN)}$  を求めよ。
- (3) 擁壁背後の排水が不十分であったため、降雨浸透で裏込め土内の地下水位が上昇して地表面まで達したとき、主動状態で擁壁に作用する土圧合力を求めよ。ただし、裏込め土の間隙が水で飽和したことで粘着力が

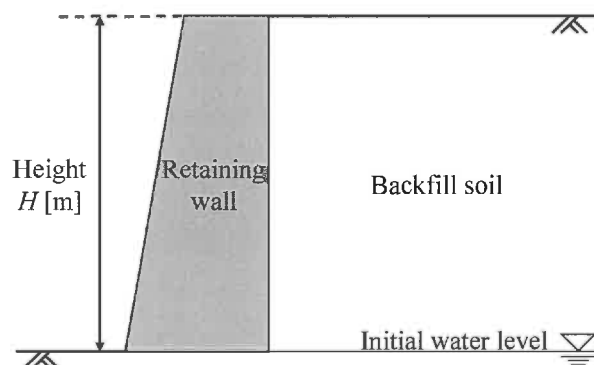


Fig. 5-1

2022 年 10 月, 2023 年 4 月入学 (October 2022 and April 2023 Admission)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)  
 (2022 年 8 月 25 日実施 / August 25, 2022)

試験科目 Subject	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

地盤災害に関する以下の問に答えよ。

- (1) 盛土の安定性を高める目的で施工される対策技術について、具体例を三つ挙げその原理について説明せよ。
- (2) 豪雨に伴い発生する斜面災害の例を三つ示すとともにその発生メカニズムについて説明せよ。
- (3) 海溝型地震で特に沿岸域での被害が懸念されている地盤災害とその対策について説明せよ。

Question 6

Answer the following questions regarding geo-disasters.

- (1) Indicate three countermeasure techniques applied to the reinforcement of embankments and explain their mechanisms.
- (2) Explain three examples of slope disaster mechanisms caused by heavy rainfalls.
- (3) Explain a typical geo-disaster especially caused in coastal areas due to trench earthquakes and the countermeasures against such a disaster.

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

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

	社会基盤理工学		社会基盤理工学		
	Engineering I		Engineering		

(1)

同じ方角

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

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

試験科目 Subject	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

浄水に関して以下の問に答えよ。

(1) 沈殿池の設計において, 表面負荷率は重要な因子である。その理由を図と式を用いて説明せよ。

(2) \_\_\_\_\_

(3) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(1) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(1) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



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

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

試験科目 Subject	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	科目 Specialized subject	環境衛生工学 Sanitary and Environmental Engineering
-----------------	--	------------------	--	------------------------------	---

- (1)  
(2)  
(3)

(4) 有効容積  $10 \text{ m}^3$  のバイオリアクターで COD 濃度  $10,000 \text{ mg L}^{-1}$  の排水を嫌気処理する。リアクターは処理性能  $8 \text{ kg COD m}^{-3} \text{ d}^{-1}$  を有し, COD 除去率 80%以上で運転する。発生するバイオガスのメタン濃度は 70%である。  
 許容できる最大 COD 容積負荷  $[\text{kg COD m}^{-3} \text{ d}^{-1}]$  を求めよ。  
 最大処理水量  $[\text{m}^3 \text{ d}^{-1}]$  を求めよ。  
 処理水の最大 COD 濃度  $[\text{mg COD L}^{-1}]$  を求めよ。  
 メタンの COD 当量  $[\text{Nm}^3 \text{ CH}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ COD}]$  を示せ。  
 1日に発生する最大のバイオガス量  $[\text{Nm}^3 \text{ d}^{-1}]$  を計算せよ。

- (1)

Question 5

(5) wastewater of  $10,000 \text{ mg COD L}^{-1}$  is anaerobically treated by a reactor with an effective volume  $10 \text{ m}^3$ . The reactor's COD removal potential is  $8 \text{ kg COD m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ , and the reactor is operated at  $\geq 80\%$  of COD removal efficiency. The methane concentration of produced biogas is 70%.

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

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

試験科目 Subject	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6

25°Cにおける50 mmol L<sup>-1</sup>の酢酸ナトリウム (CH<sub>3</sub>COONa) 溶液について以下の問に答えよ。25°Cにおける酢酸の酸解離定数K<sub>a</sub>は1.7×10<sup>-5</sup>である。25°Cにおける水のイオン積K<sub>w</sub>は1.0×10<sup>-14</sup>である。K<sub>a</sub>は以下のように表される。酢酸ナトリウムは全て解離しているとみなしてよい。

$$K_a = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

- (1) 溶液中のH<sub>2</sub>O以外の化学種を全て列挙せよ。
- (2) 溶液中の酢酸に関する物質収支式を示せ。
- (3) 溶液中のNaの物質収支式を示せ。
- (4) 溶液中の電荷収支式を示せ。
- (5) [H<sup>+</sup>]に関する三次方程式を導け。

Question 6

Answer the following questions regarding a solution of 50 mmol L<sup>-1</sup> sodium acetate (CH<sub>3</sub>COONa) at 25°C. The acid dissociation constant for acetic acid K<sub>a</sub> is 1.7×10<sup>-5</sup> at 25°C. The dissociation constant for water K<sub>w</sub> is 1.0×10<sup>-14</sup> at 25°C. K<sub>a</sub> is expressed as

$$K_a = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

2022 年 10 月, 2023 年 4 月入学 (October 2022 and April 2023 Admission)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)  
 (2022 年 8 月 25 日実施 / August 25, 2022)

試験科目 Subject	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
-----------------	--	------------------	---	------------------------------	--	---

(1)  
問題 7

微生物生態について以下の問に答えよ。

活性汚泥などの複合微生物系の試料から, 目的とする細菌グループの 16S rRNA 遺伝子を PCR 法で増幅すると, 目的としない細菌グループ由来の 16S rRNA 遺伝子が増幅されることがある。その対策として PCR 条件をどのように設定すべきかを理由とともに説明せよ。

(2) 以下の手法の長所と短所をそれぞれ説明せよ。

- (a) 安定同位体  $^{15}\text{N}$  を用いた解析
- (b) メタゲノム解析

(1)  
Question 7

Answer the following questions regarding microbial ecology.

In the amplification of 16S rRNA genes of a targeted bacterial group using PCR method on samples from complex microbial communities such as activated sludge, 16S rRNA genes derived from non-targeted bacterial groups are occasionally amplified. Explain how to determine the PCR condition for resolving this problem with the reason.

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

水平面から角度  $\theta$  傾いたベンチュリ管に密度  $\rho$  の流体が流れている。Fig. 1-1 のように内径  $D$  の断面 I と内径  $d$  の断面 II がマンオメータで繋がれ、密度  $\rho_m (> \rho)$  の水銀が入っている。水銀の液面高差が  $\delta h_m$  のとき、以下の間に答えよ。

- (1) 流量を  $Q$  とするとき、断面 I と断面 II の断面平均流速を求めよ。
- (2) 断面 I と断面 II で流線が断面に対して垂直な直線であるとき、断面 I、断面 II でピエゾ水頭が一定であることを示せ。
- (3) 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  $h_1$  と  $h_2$  の差  $\delta h = h_1 - h_2$  を用いて流量  $Q$  を示せ。
- (4)  $\delta h_m$  と  $\delta h$  の関係を示し、流量  $Q$  を  $\delta h_m$  を用いて表せ。

Question 1

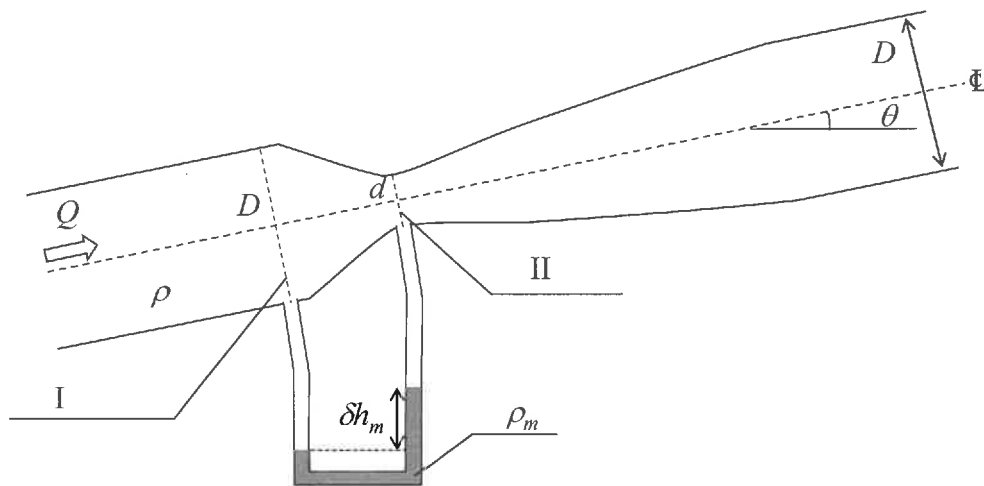
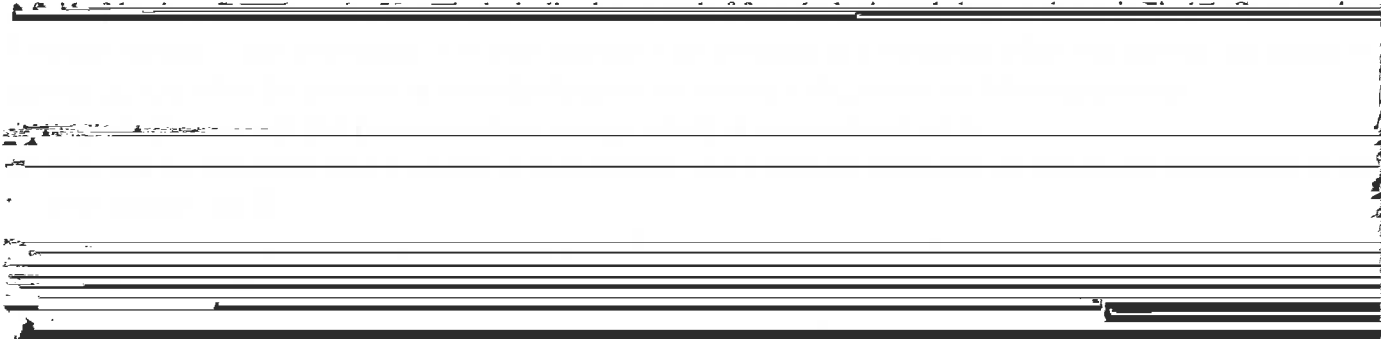


Fig. 1-1

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

(2022 年 8 月 25 日実施 / August 25, 2022)

試験科目 Subject	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

一様幅水路における定常流の水面形について答えよ。なお、エネルギー損失は無視できるとする。

- (1) 断面平均流速を  $v$ , 水深を  $h$ , 水路床の高さを  $z_b$ , 重力加速度を  $g$  としたとき, 全水頭  $H$  と比エネルギー  $E$  を求めよ。
- (2) フルード数  $F_r$  を用いて  $dh/dx$  と  $dz/dx$  の関係を表せ。
- (3) Fig. 2-1 のように小さな丸まった隆起が水路床に存在する場合の水面形を描け。なお, 流れは全断面において常流とする。
- (4) (3) のような水面形になることを, (2) で導いた式を用いて説明せよ。

Question 2

Answer the following questions on the water surface profile for steady flow in a uniform width channel. Note that the energy loss is negligible.

- (1) Find the total hydraulic head  $H$  and specific energy  $E$  when the mean velocity is  $v$ , the water depth is  $h$ , the channel bed height is  $z_b$ , and the acceleration of gravity is  $g$ .
- (2) Express the relationship between  $dh/dx$  and  $dz/dx$  using the Froude number  $F_r$ .
- (3) Draw the water surface profile for subcritical flow in the channel with a small rounded ridge as shown in Fig. 2-1.
- (4) Explain the above water surface profile of (3) using the equation derived in (2).

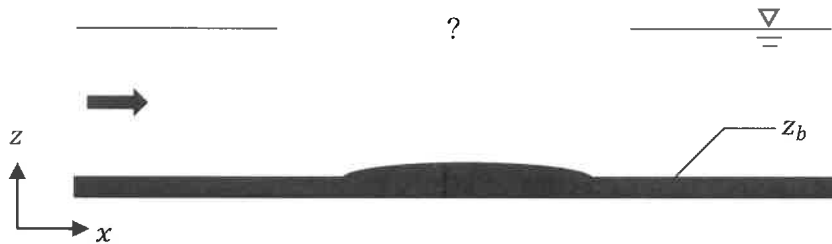


Fig. 2-1

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

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

試験科目 Subject	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

水平  $x$ - $y$  面における二次元非圧縮粘性流体の運動を考える。以下の問に答えよ。

- (1) 奥行を  $1(\Delta z=1)$  とした微小水塊  $\Delta x \Delta y$  に作用する粘性応力テンソルは Fig. 3-1 で定義される。微小水塊に作用する単位体積あたりの  $x$  方向粘性応力項  $T_x$  を示せ。
- (2) 粘性応力  $\sigma_{xx}$ ,  $\tau_{yx}$  は流体の伸縮速度  $\varepsilon_x$  とひずみ速度  $\gamma_{yx}$  を用いて式(3.1)で表される。  $\varepsilon_x$  と  $\gamma_{yx}$  を  $x$ ,  $y$  方向速度  $u$ ,  $v$  を用いて表せ。さらに、微小水塊の変形  $(\varepsilon_x, \gamma_{yx})$  を図を用いて説明せよ。

$$\sigma_{xx} = 2\mu\varepsilon_x, \quad \tau_{yx} = \mu\gamma_{yx} \tag{3.1}$$

(2)  $x$  方向運動方程式の粘性応力項  $T_x$  は、非圧縮性流体の連続式を用いて変形すると、式(2)で表されることを導け

$$T_x = \mu \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) \tag{3.2}$$

- (4) 粘性応力の他に微小水塊  $\Delta x \Delta y$  には圧力  $p$  が作用する。これらの力によって微小水塊の加速度運動が引き起こされることを考え、 $x$  方向運動方程式を導け。

Question 3

Consider the equations of motion for a two-dimensional incompressible viscous fluid in the horizontal  $x$ - $y$  plane. Answer the

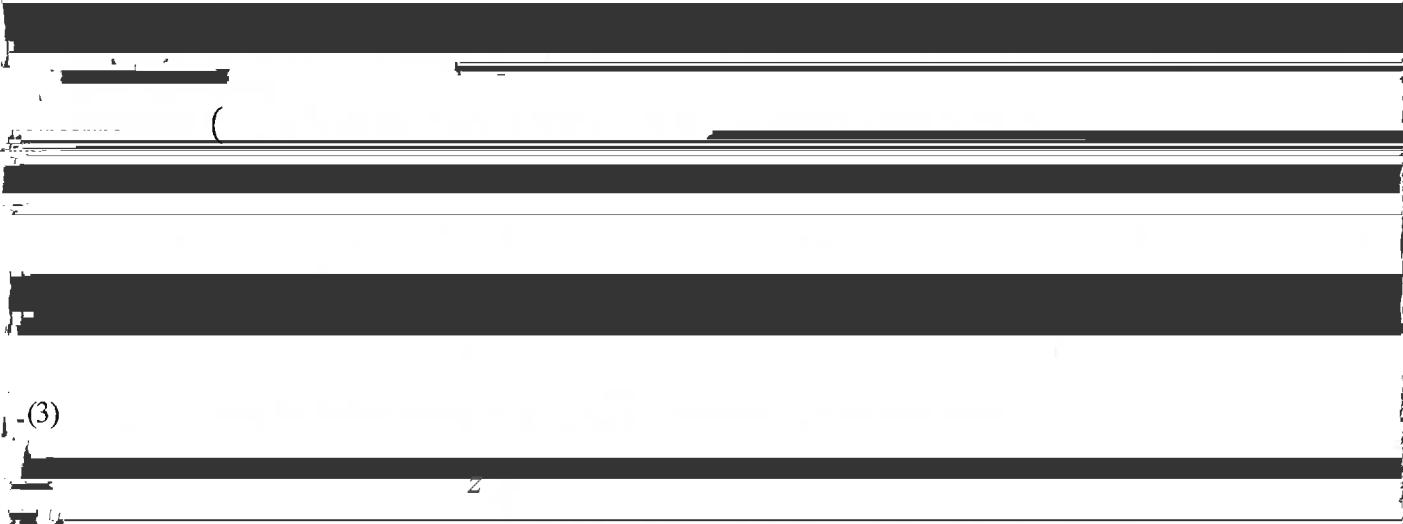
(2)

$$\begin{aligned} & \text{ } \\ & \text{ } \\ & \text{ } \end{aligned} \tag{3.1}$$

$$T_x = \tag{3.2}$$

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

問題4



(3)



粘性底層内 (Fig. 4-1) での流速分布  $u(z)$  について以下の間に答えよ. なお,  $p$  は圧力である.

- (1)  $x$  方向のナビエ・ストークス方程式を導け.
- (2) 粘性底層上面 ( $z = z_0$ ) での流速を  $U$  とし、粘性底層内での流速分布  $u(z)$  を求めよ. また,  $u(z)$  が直線分布となる時の条件を示せ.
- (3) 摩擦速度  $U_* = \sqrt{\tau_0/\rho}$  を用いて  $u(z)$  を求めよ. なお,  $\tau_0$  は底面せん断応力である.

2022年10月, 2023年4月入学 (October 2022 and April 2023 Admission)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)  
 (2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

試験科目 Subject	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 5

(1) 壁乱流の平均流速の分布について, 以下の語句を全て用いて説明せよ.

[レイノルズ応力, 粘性応力, 対数分布則, 粘性底層, 壁面粗度]

(2) 常流と射流について, 以下の語句を全て用いて説明せよ.

[長波, 跳水, 限界水深, フルード数, 水面形]

Question 5

(1) Explain the averaged velocity profiles for near-wall turbulent flows using all the following words.

[Reynolds stress, viscous stress, logarithmic law, viscous sublayer, wall roughness]

(2) Explain the sub- and super-critical flows using all the following words.

[long wave, hydraulic jump, critical depth, Froude number, water surface profile]



2022年10月, 2023年4月入学 (October 2022 and April 2023 Admission)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)  
 (2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

試験科目 Subject	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

ある道路の12時間交通量について、平日と休日を対象に、それぞれ5回計測した結果を Table 1-1 に示す。休日と比較して平日の交通量が多いかどうかを有意水準  $\alpha = 0.1$  で検定せよ。F 分布表 (上側確率 5%) と t 分布表を Table 1-2, Table 1-3 に示す。

Question 1

The 12-hour traffic volume of a road was measured five times in the cases of weekday and holiday (see Table 1-1). Using statistical tests, check whether the 12-hour traffic volume of a weekday is more than that of a holiday, at a significance level  $\alpha = 0.1$ . F-distribution table (upper probability 5%) and t-distribution table are shown in Tables 1-2 and 1-3, respectively.

Table 1-1 Measurement results for the 12-hour traffic volume of a road (unit: vehicles)

Weekday	2029, 2827, 3035, 2444, 2732
Holiday	1837, 1693, 2157, 1981, 2332

Table 1-2 F-distribution table (upper probability 5%)

Degrees of freedom	1	2	3	4	5
1	161.448	199.500	215.707	224.583	230.160
2	18.513	19.000	19.164	19.247	19.296
3	10.128	9.552	9.277	9.117	9.014
4	7.709	6.944	6.591	6.388	6.256
5	6.608	5.786	5.410	5.192	5.050

Table 1-3 t-distribution table

Degrees of freedom	$\alpha=0.1$	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.025$	$\alpha=0.01$	$\alpha=0.005$
1	3.078	6.314	12.706	31.820	63.657
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169

2022年10月, 2023年4月入学 (October 2022 and April 2023 Admission)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)  
 (2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

試験科目 Subject	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	土木計画学 Infrastructure and Transportation Planning
-----------------	--	------------------	---	-------------------	--

測定値

(3) シヤ

問題2

H 大学には毎日 120 人の他地域からの来訪者があり, 最寄り駅からタクシーまたは路線バスを使って来学する. 現

(3)

Table 2-1 The trip time and fare

	Trip time (minute)	Fare (JPY)
Taxi	10	1500
Bus	25	180
Shuttle bus	20	700

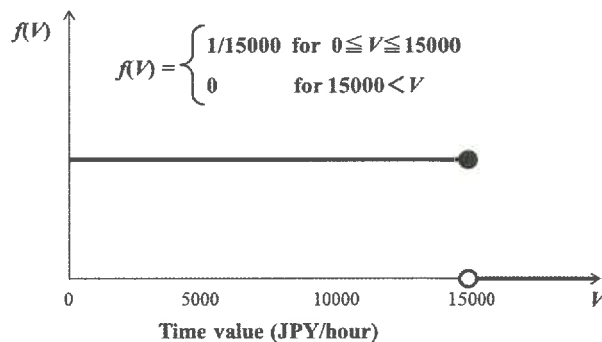


Fig. 2-1 The distribution of time value to the passengers

2022年10月, 2023年4月入学 (October 2022 and April 2023 Admission)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)  
 (2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

試験科目 Subject	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

ある建設会社は X 工事と Y 工事を行う。1 回の X 工事で 2 トンの資材  $\alpha$  と 8 トンの資材  $\beta$  を使用し、その利益は 29 百万円となる。1 回の Y 工事で 4 トンの資材  $\alpha$  と 4 トンの資材  $\beta$  を必要とし、その利益は 45 百万円となる。同社は資材  $\alpha$ ,  $\beta$  をそれぞれ 60 トン所有する。同社の利益を最大にする X 工事受注数と Y 工事受注数を求めよ。

Question 3

A construction company conducts two types of construction work; X and Y. Each X-construction work needs 2 tons of material  $\alpha$  and 8 tons of material  $\beta$ , and its profit is 29 million JPY. Each Y-construction work needs 4 tons of material  $\alpha$  and 4 tons of material  $\beta$ , and its profit is 45 million JPY. The company owns 60 tons each of materials  $\alpha$  and  $\beta$ . Estimate the number of X-construction works and Y-construction works to maximize the profit of the company.

問題 4

人口規模 1000 人程度の山間地域を活性化するためのプロジェクト A (地域通貨導入) プロジェクト B (MaaS 導入) についての費用と便益を Table 4-1 に示す。以下の間に答えよ。ただし、期ごとの割引率 5% とする。

- (1) プロジェクト A, B の純便益を求めよ。
- (2) プロジェクト A, B の費用便益比を求めよ。
- (3) (1)と(2)を踏まえて、当該地域にとって適切なプロジェクトを選定し、その理由を述べよ。

Question 4

Table 4-1 shows the benefit and cost of project A (introduction of local currency) and project B (introduction of MaaS) to revitalize a mountainous area with a population of approximately 1000 people. Answer the following questions using discount rate 5% per period.

- (1) Calculate the net benefit of projects A and B.
- (2) Calculate the cost-benefit ratios of projects A and B.
- (3) Based on (1) and (2), select the more appropriate project for the area and justify your selection.

Table 4-1 The benefit and cost of projects A and B

Period (year)		0	1	2	3	4	5
Project A (million JPY)	Benefit	0	5	5	5	5	5
	Cost	10	1	1	1	1	1
Project B (million JPY)	Benefit	0	50	50	50	50	50
	Cost	100	25	25	25	25	25

問題 5

以下の専門用語について, それぞれ説明せよ.

- (1) 統計的検定
- (2) 効用最大化理論
- (3) 中心極限定理

Question 5

Explain the following technical terms.

- (1) Statistical test
- (2) Utility maximization theory
- (3) Central limit theorem

問題 6

携帯電話の位置情報から得られる交通行動をまとめたビッグデータと紙面ベースで収集されるパーソントリップ調査データの違いについて, 300 字程度で述べよ.

Question 6

問題 7

携帯電話の位置情報から得られる交通行動をまとめたビッグデータを用いて 4 段階推定法を行う際の利点や課題をそれぞれ複数挙げて, 300 字程度で論ぜよ.

Question 7

Discuss the advantages and disadvantages of using a big data containing trip behavior collected from mobile phone's location records for the 4-step method in transport demand forecasting in about 150 words.

2022年10月, 2023年4月入学 (October 2022 and April 2023 Admission)  
広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題

## 問題用紙

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

## Question Sheets

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

試験科目 Subject	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) 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をすること。

### Notices

- (1) There are 3 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) Answer all the questions.
- (6) Return the question sheets together with the answer sheets.
- (7) When you are required to draw a diagram, draw it on the answer sheet.
- (8) Raise your hand when you have any questions.

2022年10月 2023 4月入学 (October 2022 and April 2023 Admission)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)  
 (2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

試験科目 Subject	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

- (1) 社会基盤に対する要求は、地域ごとの地形、気候、歴史、経済などによって異なる。これらを踏まえた社会基盤の整備とその維持管理に関して、課題とその解決に向けた提案を 600 字程度で論ぜよ。
- (2) エネルギーの安全保障を強化するために、社会基盤環境工学や土木技術者が、どのような貢献ができるのか、あなたの考えを 400 字程度で述べよ。

Question

- (1) The demands for the infrastructures are different among various regions depending on factors such as landscape, climate, historical and economic conditions. Considering this point, discuss the current problems and possible solutions for the construction and management of infrastructures, in about 300 words.
- (2) Describe your ideas on how civil and environmental engineering or civil engineers can contribute to increasing energy security, in about 200 words.

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

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

試験科目 Subject	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小論文

---



---



---



---



---



---



---



---