

横浜国立大学大学院
都市イノベーション学府

博士課程後期 都市イノベーション専攻
(都市基盤系問題)

入学試験過去問題

2020 年 4 月、2020 年 10 月入学（冬期募集）

～

2025 年 4 月、2025 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.

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（後期）
2025 April／2024 October Entrance Examination [Summer Admission],
Graduate School of Urban Innovation, Yokohama National University
Doctor's Program

都市イノベーション専攻（都市基盤系問題）

博士課程後期 Doctor's Program	受験番号 Applicant Number

Department of Urban Innovation (Urban Infrastructure Field)

試験科目（学科試験）
Subject (Professional)

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、専門科目の大問がある。
6. 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。
7. 下書きにはこの冊子の余白を使用すること。
8. 問題用紙および解答用紙は持ち帰ってはいけない。
9. 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 specialized subject.
6. You can ask the instructor to exchange this booklet in case of sheet missing, disorderly binding or unclearly printing.
7. Use the blank sheet of this booklet for draft writings.
8. You may NOT take home this booklet and answer sheets.
9. You will NOT be allowed to leave the room until 70 minutes have passed from the beginning of the examination.

地盤工学
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
- (f) フェレニウス（スウェーデン）法
Fellenius (Sweden) method
- (g) サンドドレーン工法
Sand drain method
- (h) 塑性図
Plastic chart
- (i) ボイリング
Boiling
- (j) 圧密係数
Coefficient of consolidation

[2] 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 γ_w is equal to 10.0kN/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 γ_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 γ_d .

[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 γ 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 γ 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 γ . 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 γ .

- (c) 主働土圧の合力がゼロになる深さ h_c を、 c_u と γ 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 γ . 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.

[4] 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

[5] 三軸試験装置を用いて拘束圧 σ'_c の下で等方圧密された粘土の供試体がある。粘土供試体は正規圧密の状態にある。非排水条件で軸方向にのみ応力 $\Delta\sigma_1$ を加えた時に供試体がせん断破壊し、その時の過剰間隙水圧は Δu_f であった。以下の問いに答えよ。ただし、粘土のせん断抵抗角を ϕ' とする。また粘着力 $c'=0$ とする。

There was a clay specimen isotropically consolidated under a confining pressure σ'_c using a triaxial test apparatus. The clay specimen was in a normally consolidated state. It showed shear failure when the stress $\Delta\sigma_1$ was added only in the axial direction under undrained condition. The excessive pore water pressure observed at the failure was Δu_f . Answer the following questions. The angle of shear resistance of the clay was ϕ' . The cohesion c' was zero.

- (a) 非排水せん断強さ s_u を表現する式を求めよ。
Find the formula that represents the undrained shear strength s_u .
- (b) 破壊時の間隙圧係数 A_f を表現する式を求めよ。
Find the formula that represents the pore pressure coefficient A_f at the failure.
- (c) $\sin\phi'$ の値を表現する式を求めよ。
Find the formula that represents the value of $\sin\phi'$.

[6] 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 γ_1 は基礎底面以深の土の単位体積重量, γ_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, γ_1 represents the unit weight of the soil below the foundation base, and γ_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_γ , 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_γ , and N_q are collectively called and what parameters the function depends on.

(b) α や β 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 α and β are and why they need to be considered.

(c) c' を粘着力, ϕ' 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 ϕ' 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.

[7] 建設発生土・建設汚泥について次の問いに答えよ.

Answer the following questions regarding construction surplus soil and construction sludge.

(a) 建設発生土の適正な利用を図るために国土交通省から通知されている利用基準の概要を説明せよ.

Explain the outline of the usage criteria notified by the Ministry of Land, Infrastructure, Transport, and Tourism to ensure the proper use of construction surplus soil.

(b) 建設汚泥の改良方法を二つ挙げよ. また利用の際にどのような点に留意すべきか述べよ.

List two methods that can improve construction sludge. Describe the points that should be considered when using the improved construction sludge.

[8] 脱炭素社会実現に向けた地盤工学の貢献について具体例を二つ挙げて説明せよ.

Explain the contribution of geotechnical engineering to the realization of a decarbonized society, providing two specific examples.

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（後期）
2025 April／2024 October Entrance Examination [Summer Admission],
Graduate School of Urban Innovation, Yokohama National University
Doctor's Program

都市イノベーション専攻（都市基盤系問題）

博士課程後期 Doctor's Program	受験番号 Applicant Number

Department of Urban Innovation (Urban Infrastructure Field)

試験科目（学科試験）
Subject (Professional)

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4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 4 answer sheets.

	得 点 Score
合計 Total	

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／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（後期）
2024 April／2024 October Entrance Examination [Winter Admission],
Graduate School of Urban Innovation, Yokohama National University
Doctor's Program

都市イノベーション専攻（都市基盤系問題）

博士課程後期 Doctor's Program	受験番号 Applicant Number

Department of Urban Innovation (Urban Infrastructure Field)

試験科目（学科試験）
Subject (Professional)

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. 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。
6. 下書きにはこの冊子の余白を使用すること。
7. 問題用紙および解答用紙は持ち帰ってはいけない。
8. 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. You can ask the instructor to exchange this booklet in case of sheet missing, disorderly binding or unclearly printing.
6. Use the blank sheet of this booklet for draft writings.
7. **You may NOT take home this booklet and answer sheets.**
8. You will **NOT** be allowed to leave the room until 70 minutes have passed from the beginning of the examination.

地盤工学
Geotechnical engineering

設問[1]～[6]すべてに答えよ。 Answer all questions [1] to [6].

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.

(1) 突固めによる締固め試験

Test method for soil compaction using a rammer

(2) サンドコンパクションパイル工法

Sand compaction pile method

(3) コンシステンシー

Consistency

(4) ランキンの土圧理論

Rankine's earth pressure theory

(5) 相対密度

Relative density

[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 (σ'_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 (Δu_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 ϕ' を求めよ。

Calculate the angle of shear resistance (ϕ').

(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.

[3] 以下の問いに答えよ。必要に応じて図・数式を利用してもよい。

Answer the following questions. You can use illustrations and/or equations if necessary.

- (1) 軟弱粘土地盤の圧密沈下の促進を図る地盤改良工法を 2 つ選定し、それぞれの工法の名称、工法の概要について述べよ。

Select two ground improvement methods aimed at accelerating the consolidation settlement of soft clay soils. Describe the name of each method and an overview of how they work.

- (2) 実地盤において砂層が非排水条件でせん断される典型的な例を示せ。また砂がゆるい状態の場合、どのような事象が想定されるか。

Provide a typical example of sand layers being sheared under undrained conditions in real soil conditions. Also, describe the phenomena that can be expected when the sand is in a loose state.

[4] 以下の問いに答えよ。必要に応じて図・数式を利用してもよい。

Answer the following questions. You can use illustrations and/or equations if necessary.

- (1) 原位置試験によって地盤の変形係数を求める調査・試験法を 2 つ挙げて、その方法を説明せよ。

List two methods for determining the deformation modulus of soil using in-situ tests, and explain each method.

- (2) 地すべり対策工法における抑制工と抑止工の違いについて説明せよ。抑制工について機能が異なる代表的な工法を 2 つ挙げ、その概要を述べよ。

Explain the differences between mitigation and prevention methods in landslide countermeasure engineering. Identify two representative methods of mitigation with differing functions and describe their outlines.

[5] 以下の問いに答えよ。必要に応じて図・数式を利用してもよい。

Answer the following questions. You can use illustrations and/or equations if necessary.

- (1) 杭基礎においてよく問題にされる「負の摩擦力」について説明せよ。

Explain the 'negative skin friction' which is often a concern in pile foundation.

- (2) 「浅い基礎の支持力公式」について説明せよ。

Explain the "bearing capacity formula for shallow foundations".

- [6] 地球温暖化による気候変動が災害を加速させることが懸念されている。地盤工学の観点から懸念される災害を 2 つ挙げ、それぞれについて気候変動が加速させる理由を説明せよ。また、それらの防災・減災対策を行うために、今後進めていくべき取り組みを述べよ。

There is a growing concern that climate change due to global warming is accelerating certain types of disasters. From the perspective of geotechnical engineering, identify two disasters of concern and explain why climate change is believed to be accelerating them. Furthermore, discuss the initiatives that should be advanced for disaster prevention and mitigation of these specific disasters.

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（後期）
2024 April／2024 October Entrance Examination [Winter Admission],
Graduate School of Urban Innovation, Yokohama National University
Doctor's Program

都市イノベーション専攻（都市基盤系問題）

博士課程後期 Doctor's Program	受験番号 Applicant Number

Department of Urban Innovation (Urban Infrastructure Field)

試験科目（学科試験）
Subject (Professional)

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6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 6 answer sheets.

	得 点 Score
合計 Total	

設問番号 Question Number	[1]	受験番号 Applicant Number	
-------------------------	-----	--------------------------	--

設問番号 Question Number	[2]	受験番号 Applicant Number	
-------------------------	-----	--------------------------	--

設問番号 Question Number	[3]	受験番号 Applicant Number	
-------------------------	-----	--------------------------	--

設問番号 Question Number	[4]	受験番号 Applicant Number	
-------------------------	-----	--------------------------	--

設問番号 Question Number	[5]	受験番号 Applicant Number	
-------------------------	-----	--------------------------	--

設問番号 Question Number	[6]	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（後期）
2024 April／2023 October Entrance Examination [Summer Admission],
Graduate School of Urban Innovation, Yokohama National University
Doctor's Program

都市イノベーション専攻（都市基盤系問題）

博士課程後期 Doctor's Program	受験番号 Applicant Number
-------------------------------	--------------------------

Department of Urban Innovation

試験科目（学科試験）

Subject (Professional)

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. 専門科目の大問が5題ある。
6. 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。
7. 下書きにはこの冊子の余白を使用すること。
8. 問題用紙および解答用紙は持ち帰ってはいけない。
9. 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 five specialized subject parts.
6. You can ask the instructor to exchange this booklet in case of sheet missing, disorderly binding or unclearly printing.
7. Use the blank sheet of this booklet for draft writings.
8. You may NOT take home this booklet and answer sheets.
9. You will NOT be allowed to leave the room until 70 minutes have passed from the beginning of the examination.

構造工学
Structural Engineering

1. 図 1 に示す長さ l 、曲げ剛性 EI の梁 AB に荷重強度 q の等分布荷重が作用している。このとき、以下の問いに答えなさい。

A beam AB with the length l and its bending stiffness of EI is subjected to a uniformly distributed load of the intensity of q as shown in Fig. 1.

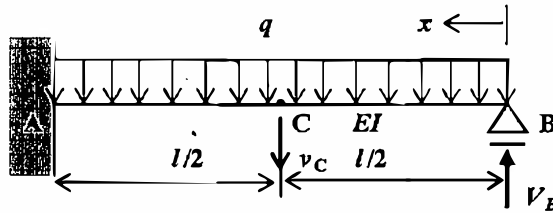


図 1 等分布荷重を受ける梁

Fig. 1 Beam under uniformly distributed loading

- 1) 梁のせん断力分布 $S(x)$ および曲げモーメント分布 $M(x)$ を V_B と q を用いて表しなさい。

Show the shear force distribution $S(x)$ and the bending moment distribution $M(x)$ of the beam by using V_B and q .

- 2) 支点反力 V_B を求めなさい。

Calculate the reaction force V_B of the support B.

- 3) 梁の中間点 C での荷重方向のたわみ v_c を求めなさい。

Calculate the deflection v_c at the center point C of the beam.

なお、2)、3) の解答に際しては、以下の定理等を用いても良い。ただし、いずれも一般的な表記である。

The following theorems etc. can be used for answers of 2) and 3). Formulae are shown in a general form.

・ 仮想仕事の原理 (Principle of virtual work) :
$$v = \int_0^l \frac{\bar{M}M}{EI} dx$$

・ カステリャノの定理 (Castigliano's theorem) :
$$v = \int_0^l \frac{M}{EI} \frac{\partial M}{\partial P} dx$$

・ 弾性曲線方程式 (Elastic curve equation) :
$$\frac{d^2v}{dx^2} = -\frac{M}{EI}$$

2. 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 advantages and disadvantages of steel structures from viewpoints of strength-to-weight ratio, supply, ductility, quality, workability, corrosion and thin-wall structure.

3. 図2 に示す2層ラーメンに関して以下の問いに答えなさい。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、 c_2 は2層目の減衰を表す。また、 F_1 、 F_2 は、それぞれ1層目、2層目に作用する外力を表す。

Answer the following questions about a 2-story rigid frame shown in Fig. 2. m_1 and m_2 , and k_1 and k_2 are mass and stiffness of the 1st and 2nd floors, respectively. c_2 is damping of the 2nd floor. F_1 and F_2 are external forces to the 1st and 2nd floors, respectively.

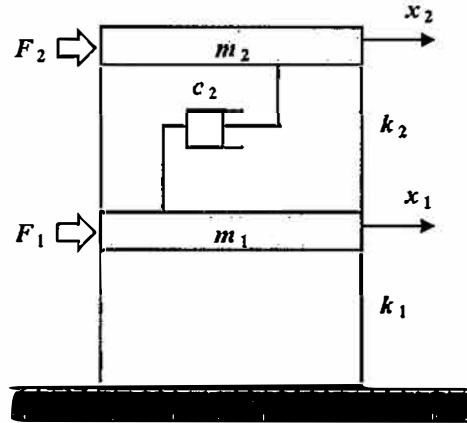


図2 2層ラーメン
Fig. 2 2-story rigid frame

- 1) 水平方向の自由振動を表す運動方程式を式(1)のような行列形式で表しなさい。ここで、 $(\dot{})$ 、 $(\ddot{})$ はそれぞれ時間に関する1階、2階微分を表す。

Show equations of motion in the horizontal direction of the 2-story rigid frame in a matrix form of Eq. (1). Note that $(\dot{})$, $(\ddot{})$ are the 1st and 2nd derivatives with respect to time.

$$\begin{bmatrix} \square & \square \\ \square & \square \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{x}_1 \\ \ddot{x}_2 \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} \square & \square \\ \square & \square \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} \square & \square \\ \square & \square \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \square \\ \square \end{Bmatrix} \quad (1)$$

- 2) 2層ラーメンの運動方程式が、式(2)のように与えられたとする(図2の状態とは異なる)。このとき、固有振動数、固有振動モードを求めるとともに、固有振動モード形を図示しなさい。なお、 x_1 、 x_2 をそれぞれ1層目、2層目の変位とする。

Equations of motion of a 2-story rigid frame are given in Eq. (2) (It is different from the conditions in Fig. 2.). Calculate the natural frequencies and vibration modes, and show the vibration mode shapes. Note that x_1 and x_2 denote the displacement of the 1st and 2nd floor, respectively.

$$\begin{aligned} 2m\ddot{x}_1 + 3kx_1 - kx_2 &= 0 \\ m\ddot{x}_2 - kx_1 + kx_2 &= 0 \end{aligned} \quad (2)$$

4. 自由減衰振動をする構造物の振動変位が図3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. 3. Answer the following questions.

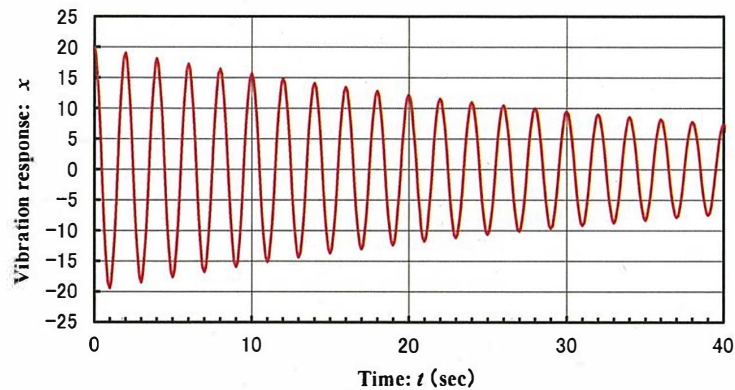


図3 減衰振動波形

Fig. 3 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、 ω_0 、 ω_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, ω_0 and ω_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3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. 3 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

5. 以下の事項について、それぞれ50～100字程度で説明しなさい。

Explain items below by 30 – 50 words each.

- 1) 共振と免震

Resonance and seismic base isolation

- 2) 自励振動

Self-excited vibration

- 3) モード解析法

Modal analysis method

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.

- 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 ΔH 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/s²] とする。There is a siphon (circular tube channel) connecting two reservoirs as shown in Figure-1. What difference in water level ΔH 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].

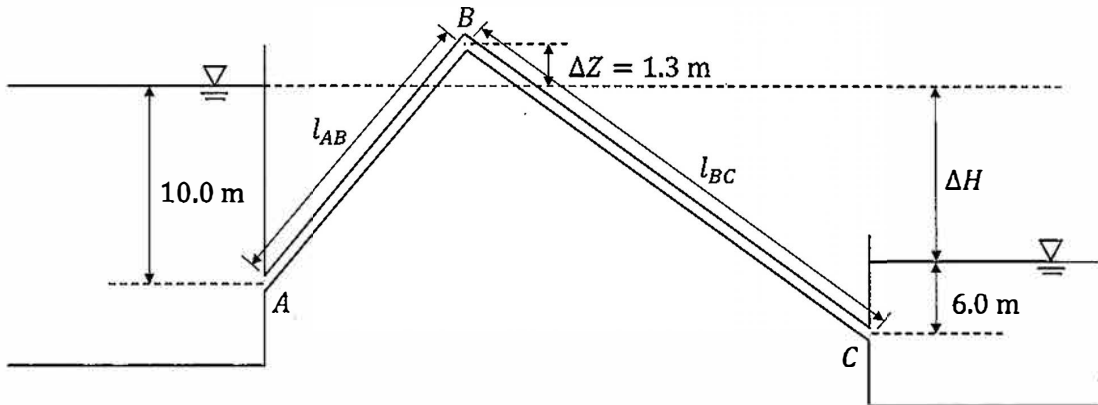


図-1

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（後期）
2024 April／2023 October Entrance Examination [Summer Admission],
Graduate School of Urban Innovation, Yokohama National University
Doctor's Program

都市イノベーション専攻（都市基盤系問題）

博士課程後期 Doctor's Program	受験番号 Applicant Number

Department of Urban Innovation

試験科目（学科試験）

Subject (Professional)

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5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 5 answer sheets.

	得 点 Score
選択分野 Selected subject	
合計 Total	

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	
-----------------------------	--------------------------------	--	--------------------------	--

専門科目 Specialized subject	選択分野名 Selected subject name		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（後期）
2022 April Entrance Examination [Summer Admission],
Graduate School of Urban Innovation, Yokohama National University
Doctor's Program

都市イノベーション専攻（都市基盤系問題）

博士課程後期 Doctor's Program	受験番号 Applicant Number

Department of Urban Innovation

試験科目（学科試験）
Subject (Professional)

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. 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。
6. 下書きにはこの冊子の余白を使用すること。
7. 問題冊子および解答用紙は持ち帰ってはいけない。
8. 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. You can ask the instructor to exchange this booklet in case of sheet missing, disorderly binding or unclearly printing.
6. Use the blank sheet of this booklet for draft writings.
7. You may NOT take home this booklet and answer sheets.
8. You will NOT be allowed to leave the room until 70 minutes have passed from the beginning of the examination.

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.

(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

(6) シンウォールサンプリング
Thin-walled tube sampling

(7) 上界法
Upper bound method

(8) 場所打ち杭
Cast-in-place pile

(9) 液状化現象
Liquefaction

(10) 応力緩和
Stress relaxation

[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、 ε_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 σ'_a 、有効側方応力 σ'_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。

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. ε_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 σ'_a and σ'_r are the effective axial and radial stress, respectively. Answer the following questions.

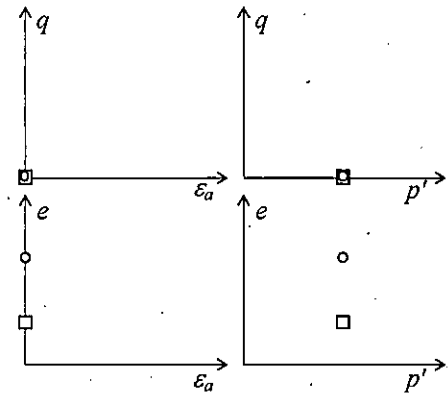


図 1 (Figure 1)

- (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 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 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 ρ_t of the excavated soil were 12.0% and $1,900 \text{ kg/m}^3$, respectively. The optimum water content w_{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 ϕ' of 30° and a cohesion c' of 0 kN/m^2 . The density of the water is $1,000 \text{ kg/m}^3$ and the gravitational acceleration g is 9.8 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 ρ_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 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.

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（後期）
2022 April Entrance Examination [Summer Admission],
Graduate School of Urban Innovation, Yokohama National University
Doctor's Program

都市イノベーション専攻（都市基盤系問題）

博士課程後期 Doctor's Program	受験番号 Applicant Number

Department of Urban Innovation

試験科目（学科試験）
Subject (Professional)

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
専門科目 Specialized subject	

専門科目
Specialized subject

受験番号
Applicant Number

--

専門科目
Specialized subject

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

専門科目 Specialized subject

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

専門科目
Specialized subject

受験番号
Applicant Number

--

専門科目
Specialized subject

受験番号
Applicant Number

--

専門科目
Specialized subject

受験番号
Applicant Number

--

専門科目
Specialized subject

受験番号
Applicant Number

--

2021年4月／2021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（後期）
2021 April／2021 October Entrance Examination [Winter Admission],
Graduate School of Urban Innovation, Yokohama National University
Doctoral Program

都市イノベーション専攻（都市基盤系問題）

博士課程後期 Doctoral Program	受験番号 Applicant Number

Department of Urban Innovation (Urban Infrastructure Field)

試験科目（学科試験）

Subject (Academic Exam)

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、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. 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 mathematics questions and questions of five specialized subjects (structural engineering, hydraulic engineering, geotechnical engineering, infrastructure planning and concrete engineering).
6. 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.

構造工学

Structural Engineering

以下の問 1 と 2 に解答すること。必要な記号ははじめに定義して用いること。

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

1. Fig. S-1 に示す三角形分布荷重を受ける単純支持ばりについて、次の問い 1)~4)に答えよ。
ただし、このはりの曲げ剛性は EI であるとする。

Answer the following questions 1) to 4) about a simply supported beam subjected to triangle distributed load shown in Fig. S-1. The bending stiffness of this beam is EI .

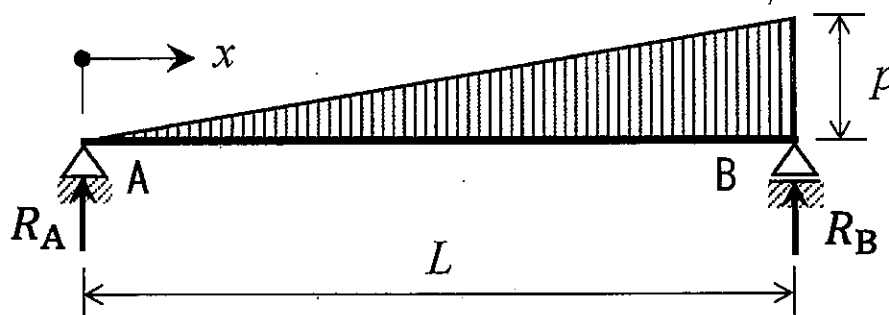


Fig. S-1 A simply supported beam subjected to triangle distributed load

- 1) 支点反力 R_A , R_B を求めよ。

Solve the reaction forces, R_A and R_B .

- 2) A-B 間の曲げモーメント分布を関数 $M(x)$ として示せ。

Answer the bending moment distribution from A to B by a function, $M(x)$.

- 3) スパン中央のたわみを求めよ。

Solve the deflection at the center of span.

- 4) 初等はり理論において、断面 2 次モーメント I を中立軸まわりに評価することの利点を 1 つ説明せよ。

Explain one advantage of evaluating the second moment of area, I , around the neutral axis in Euler-Bernoulli beam theory.

2. 図 S-2 に示す集中荷重を受けるトラス構造について次の問い 1)~4) に答えよ。ただし、各部材の曲げ剛性は EI であるとする。

Answer the following questions 1) to 4) about a truss structure subjected to concentrated loads shown in Fig. S-2. The bending stiffness of each member is EI .

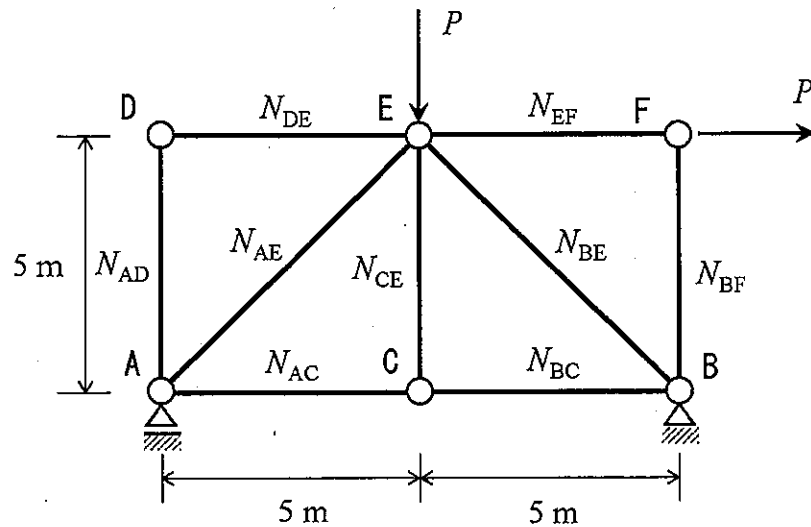


Fig. S-2

- 1) 各部材の軸力を求めよ。
Solve the axial forces in each member.
- 2) いずれの部材においても軸力が Euler 座屈荷重を超過しないための P の条件式を示せ。
Derive conditional equation of P so that the axial forces don't exceed the Euler's buckling load in any member.
- 3) 鋼構造物における溶接継手と高力ボルト継手を比較し、溶接継手のほうが優れている点を 3 つ、高力ボルト継手のほうが優れている点を 3 つ挙げよ。
Compare the weld joints and the pretensioned bolt joints in steel structures and point out three advantages of weld joints and three advantages of pretensioned bolt joints.
- 4) 磁粉探傷試験について、それによって検出できる損傷と検出原理を説明せよ。
Explain detectable damages by the magnetic particle testing, and detection principle of it.

水工学

Hydraulic Engineering

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. 次の問 (1) から (6) に答えなさい。Answer the following questions (1) to (6).

- (1) ベルヌーイの定理を記述し、それぞれの項の呼び名を示せ。また、このベルヌーイの定理が成り立つ際の条件を示せ。

Describe Bernoulli's theorem and give the names of each term. Also, show the conditions under which this Bernoulli's theorem holds.

- (2) 平面 2 次元（デカルト座標系を (x, y) とする）において、流速ベクトル (u, v) が次式で表される流れ場の流線の式を求め、流れ場の様子を図示しなさい。

Determine and sketch the flow field described by the below equation in two-dimensional Cartesian coordinates (x, y) where A is a real constant.

$$\begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & -A \\ A & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \quad (A \text{ は } 0 \text{ でない実数の定数})$$

- (3) デカルト座標系におけるナビエ・ストークスの方程式を書きなさい (x 方向についてのみでよい。ただし、用いた記号はすべて定義すること)。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。

Write down the Navier-Stokes equation in a Cartesian coordinate system (answer only for the x component, and define all the symbols in the equation). Also, explain different points between the Navier-Stokes equations and the Reynolds equations.

- (4) 縮尺 1/100 のダムモデルを作成し、実験の結果 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 model of a dam was created with a scale of 1/100, and in the experiment, 0.5 m/s of flow velocity was measured. Consider how much flow velocity should be observed in the prototype.

- (5) 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。

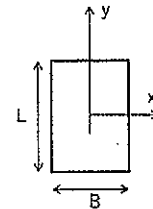
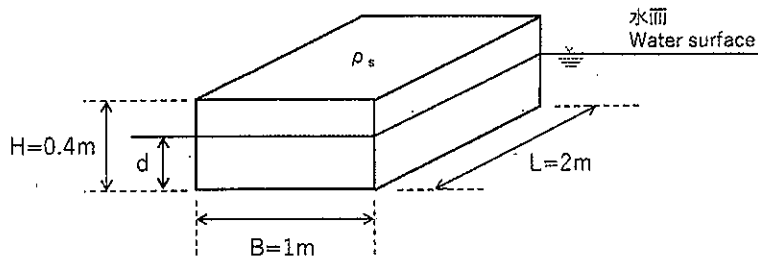
Explain the meaning of the subcritical flow and the supercritical flow in open channels are, respectively.

- (6) 沿岸域において、防災上の重要な問題を引き起こす自然現象を 1 つ挙げ、その現象を簡潔に説明せよ。また、それによる被害を軽減するために有効な方策を複数示せ。

Answer one natural phenomenon that brings severe problems from the perspective of disaster prevention in a coastal area. Also, explain the phenomena, and describe your ideas for reducing the damage due to the phenomena.

2. 下図に示すような高さ $H = 0.4 \text{ m}$, 幅 $B = 1.0 \text{ m}$, 長さ $L = 2.0 \text{ m}$, 密度 $\rho_s = 0.6 \text{ g/cm}^3$ である直方体の部材が, BL 面を底面として水中に浮かんでいる. 以下の問 (1) から (5) に答えよ. ただし, 重力加速度を $g = 9.8 \text{ m/s}^2$, 水の密度を $\rho = 1.0 \text{ g/cm}^3$ とし, 解答は数値で示せ.
- A cuboid element is floating in the water with the area of BL as the bottom surface. The height, H , is 0.4 m , the width, B , is 1.0 m , the length, L , is 2.0 m , and the density of the element is 0.6 g/cm^3 . Answer the following questions (1) to (5). Suppose the acceleration of gravity is 9.8 m/s^2 , and the density of the water is 1.0 g/cm^3 . Answer the values using numerals.

- (1) アルキメデスの原理を説明せよ. Explain the Archimedean principle.
- (2) きつ水深 d を求めよ. Consider a draft water depth, d .
- (3) 部材の底面から測った重心 G の位置 d_G を求めよ.
Consider the position of the center of gravity, d_G , from the bottom surface.
- (4) 部材の底面から測った浮心 C の位置 d_C を求めよ.
Consider the position of the center of the buoyancy, d_C , from the bottom surface.
- (5) 重心 G と傾心 M の距離を求め, 部材の安定性を答えよ.
Consider the distance between the center of the gravity, G , and metacenter, M , and answer the stability of the element.



3. 管路の流れに関する以下の問 (1) から (3) に答えよ.
Answer the following questions (1) to (3) about pipe flows.

- (1) 直径 D のまっすぐな長さ L の円管に流速 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 diameter of D . 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) 2 つの大きな貯水池を管径や粗度が一樣な 1 本の管路で結ぶとき, この管路を流れる流速を求める方法を説明せよ.
Consider a uniform pipe connecting two large reservoirs. Explain a method to obtain the velocity in the pipe.

地盤工学

Geotechnical engineering

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 reasonable assumptions wherever necessary.

[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) 過剰間隙水圧 Excess pore water pressure
- (2) 圧密降伏応力 Consolidation yielding stress
- (3) 相対密度 Relative density
- (4) 限界動水勾配 Critical hydraulic gradient
- (5) 鋭敏比 Sensitivity ratio

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

(1) トンネルの施工方法を三つあげ、それぞれの方法と長所を簡単に説明せよ。

List three types of tunneling methods, and then briefly explain each method including the advantage.

(2) 静止土圧、主働土圧と受働土圧について、それらの大小関係も含めて説明せよ。

Explain earth pressure at rest, active earth pressure and passive earth pressure, including their magnitude relations.

(3) 浅い基礎の最終圧密沈下量を推定するために、圧密試験結果の適用方法を3つ述べよ。

Describe three application methods of consolidation test results to estimate a shallow foundation's final consolidation settlement.

(4) 液状化対策の原理を二つ挙げ、それぞれの原理に基づく対策工法の例を一つ挙げて説明せよ。

Answer two principles of the liquefaction countermeasures. For each principle, give one example of the liquefaction countermeasures and explain it.

(5) 地盤沈下によりもたらされる、直接被害および潜在被害の例をそれぞれ述べよ。

Describe examples of direct damage and potential damage brought by ground settlement.

- [3] 下図の地盤(a)～(d)の一次元圧密現象について答えなさい。ただし、砂層と不透水層は圧密しないものとし、砂層では過剰間隙水圧が発生しないものとする。また、地表面と砂層に設置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 γ_w (kN/m³)とし、砂層、粘土層および不透水層の飽和単位体積重量はすべて γ (kN/m³)に等しいとする。粘土層の透水係数は k (m/day)、体積圧縮係数は m_v (m²/kN)である。各層厚は図中に示す通りで H (m)を用いたものである。

Answer the following questions regarding one-dimensional consolidation phenomena of grounds (a) through (d) shown in the figures below, provided that sand and impermeable layers are not consolidated, and the excess pore water pressure is not generated in each sand layer. Drained condition is imposed at the ground surface and the standpipe-installed sand layers. The unit weight of the water is γ_w (kN/m³), and the saturated unit weight of the sand, clay and impermeable layers are all equal to γ (kN/m³). The clay layers' permeability coefficient is k (m/day) and the volume compressibility coefficient is m_v (m²/kN). The thickness of each layer is given in the figures with using H (m).

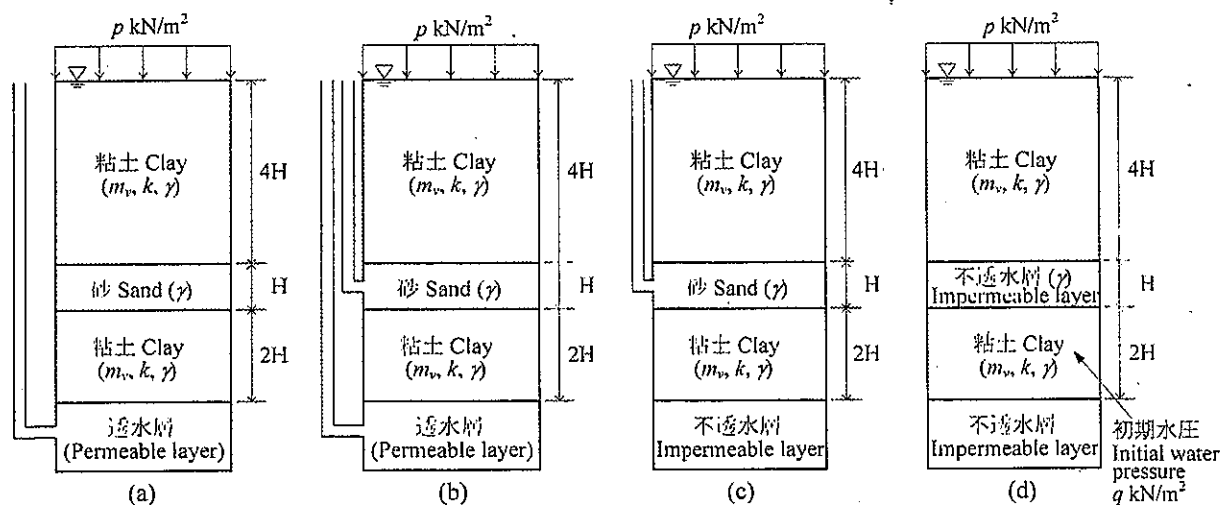
- (1) 地盤(a)～(d)に圧密応力 p (kN/m²) を作用させた直後および十分時間が経過した場合について、上下二つの粘土層における鉛直全応力と間隙水圧、鉛直有効応力の深さ方向の分布を図示せよ。各層の上下端に作用する鉛直全応力、間隙水圧と鉛直有効応力については、具体的な大きさを図中に明記すること。なお、地盤(d)において、圧密応力を作用させる前に、不透水層に挟まれている下部粘土層に作用している初期水圧は、 q (kN/m²) である。

Draw distributions of vertical total stress, vertical effective stress, and pore water pressure along the depth of the two clay layers of the grounds (a) through (d) for the following two stages. The first stage is immediately after the loading and the second stage is a long time after the loading. Clearly show the specific values of vertical total stress, vertical effective stress, and pore water pressure acting on the upper and lower boundary of each clay layer. Before loading, the initial water pressure mobilized in the lower clay layer sandwiched by the impermeable layers of ground (d) was q (kN/m²).

- (2) 地盤(a)～(d)に圧密応力 p (kN/m²) 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 (d) generated under the consolidation pressure of p (kN/m²).

- (3) 90%圧密に対応する圧密時間係数を T_v とする。地盤(a)～(d)の上層、下層が 90%圧密に達する時間はそれぞれどうなるか答えよ。

The time factor for 90 percent consolidation is denoted by T_v . Answer the times required for 90 percent consolidation for upper and lower clay layers of the grounds (a) through (d), respectively.



土木計画学

Infrastructure planning

以下の4問の全てを解答せよ。 Answer the all questions from 1 to 4.

1. 大都市郊外住宅地において最寄り鉄道駅の端末交通手段選択特性を明らかにするために、共分散構造分析を用いた研究を企画する場合について、以下の問いに答えなさい。

Suppose that we are planning the research project with covariance structure analysis to identify the characteristics of feeder mode choice at a suburban residential district in a metropolitan area. Then answer the following questions regarding this project.

- (1) 非集計モデルによる交通手段選択モデル構築を通じた手段選択特性分析と共分散構造分析を用いた手段選択特性分析とは、どのように異なるか説明しなさい。

Explain the difference of mode-choice characteristics analysis between with disaggregate modeling and with covariance structure analysis.

- (2) 共分散構造分析の適用を前提として、対象住宅地居住者にアンケート調査を実施する場合、調査票の設計において、どのような点に留意すべきか説明しなさい。

Explain what we should be careful in case of questionnaire sheet designing to be distributed to the target residents. Suppose we are going to apply covariance structure analysis.

- (3) 共分散構造分析を適用した分析結果において、潜在変数の解釈の際に留意すべき点を説明しなさい。

Explain what we should be careful of interpretation of latent variables in case of the results by covariance structure analysis application.

2. 公共交通指向型開発について以下の問いに答えなさい。

Answer the following questions regarding Transit Oriented Development.

- (1) 専門用語としての公共交通指向型開発は、米国での議論に由来する。モータリゼーションが大きく浸透し、自動車大国ともいえる米国で、なぜ公共交通指向型開発の議論がはじまったのか、歴史的な背景を説明しなさい。

The technical term "Transit Oriented Development" comes from USA, where motorization has been greatly explored and viewed as "Great Motorization Nation." Explain the historical background why the discussion on Transit Oriented Development started in USA.

- (2) 米国を発祥とする公共交通指向型開発の考え方と、日本の大都市郊外の通勤鉄道路線沿線でみられる駅前地区の住宅開発との共通点と相違点を示しなさい。

Explain the common points and different ones between the concept of Transit Oriented Development coming from USA and residential development cases observed around commuter railway stations in metropolitan areas in Japan.

- (3) 公共交通指向型開発あるいはそれに類する開発が、部分的に自動車需要増を誘引する傾向は、例えば、ブラジル連邦パラナ州クリチバ市の都市開発軸や、神奈川県横浜市北部の東急田園都市線沿線で観察されている。具体的にどのように自動車需要が増加しているのか、そのようなことが起きる原因はなにか、説明しなさい。

There are some references mentioning the increase of car traffic demand around the Transit Oriented Development areas or quasi-TOD areas, such as in Development axes in Curitiba, Parana, Brazil and areas along Den-en-toshi railway line, the north part of Yokohama, Kanagawa, Japan. Explain how car traffic demand increased and why this phenomenon has happened.

3. 交通需要予測の4段階推計法における配分計算について以下の問いに答えよ。

Answer the following questions regarding trip assignment estimation in 4-step travel demand prediction.

- (1) BPR 関数について説明しなさい。Explain BPR function.
- (2) ワードロップの第一原理について説明しなさい。Explain Wardrop's first principle.
- (3) 前2問の解答をもとに利用者均衡配分について説明しなさい。

Explain the user equilibrium assignment, by using the answers at questions (1) and (2).

- (4) 容量制約付き分割配分が利用者均衡配分にとってかわられるようになったのは、分割配分法の孕む問題点が原因と言われている。どのような問題点が説明しなさい。

Recently the capacity constraint incremental assignment methods have been replaced by the user equilibrium assignment methods because there might have been one serious problem in the capacity constraint incremental assignment methods. What is that problem?

4. BRT (Bus Rapid Transit) の輸送能力計算に関する以下の問いに答えなさい。

Answer the following questions regarding BRT (Bus Rapid Transit) capacity calculation.

(ア) BRT の定義を述べなさい。 State the definition of BRT.

(イ) 片側 1 車線のバス専用道路による BRT システムで、定員 150 人の連節車両を用いるとき、バス駅での停車所要時間が 50 秒とする場合、駅の処理能力を考えた場合の、このシステムの 1 時間 1 方向あたりの輸送能力はおよそどの程度になるか、必要な仮定を設定して計算しなさい。

Calculate the capacity of the system per hour per direction in case of one-lane exclusive busway with articulate bus of 150 passenger per vehicle, along with 50 second dwelling time at bus station per each bus. You may add any additional assumptions for your calculation.

(ウ) 大きなバス駅では、1 台のバスからいちどに 150 人が降車して、その後 150 人が乗車することが想定される。この前提で、前問の輸送能力を確保するためには、駅にどのような工夫が必要になるか、提案しなさい。

In case of large stations, we should assume at maximum 150 passenger alighting and 150 passenger boarding sequentially. In this condition, what kinds of ideas are needed in order to keep the capacity calculated at the previous question?

(エ) バス専用道路を片側 2 車線にした場合には、輸送能力はどうなるか、駅の機能を踏まえて考察しなさい。

In case two exclusive lanes per direction at the busways, how would the capacity become? Discuss the feasible capacity considering the function of bus stations on busways.

コンクリート工学

Concrete Engineering

すべての設問に答えよ。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. 鉄筋コンクリートの力学 Mechanics of Reinforced Concrete

1-1 曲げ耐力

幅 $b = 450$ [mm], 高さ $h = 850$ [mm], 有効高 $d = 750$ [mm] の矩形断面を有する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/mm²], 鉄筋は SD345 (降伏強度 $f_y = 345$ N/mm²) の D25 (1 本あたりの公称断面積 506.7 mm²) を 3 本配置している。

There is a rectangular reinforced concrete beam with width $b = 450$ [mm], height $h = 850$ [mm], effective depth $d = 750$ [mm], compressive strength of concrete $f_{ck} = 30$ [N/mm²], with 3 reinforcing bars. Yielding strength of reinforcing bar $f_y = 345$ N/mm², area of reinforcing bar 506.7 mm² per one bar.

- (1) 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/mm²] とする。

Assuming tension dominant bending failure, then calculate ultimate bending capacity of this beam.

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

$$\beta = 0.52 + 80 \times \varepsilon'_{cu}, \quad x = \frac{f_y A_s}{k_1 f_{ck} \beta b} \quad \text{ただし } k_1 = 0.85 \text{ とする。}$$

$$\varepsilon'_{cu} = \frac{155 - f'_{ck}}{30000} \quad \text{ただし、計算値が } 0.0035 \text{ を超える場合は } \varepsilon'_{cu} = 0.0035 \text{ とする}$$

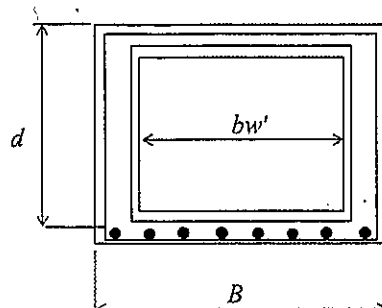
- (2) このときのひずみが降伏ひずみ以上であることを示し、曲げ引張破壊するという仮定を検証せよ。

Verify the assumption above using strain of rebar and yield strength.

1-2 セン断耐力

単鉄筋箱形断面の鉄筋コンクリート梁がある。コンクリートの強度 $f'_c = 24$ [N/mm²], 有効高 $d = 900$ [mm], ウェブ厚 $b_w = B - bw'$, $B = 1500$ [mm], $bw' = 1000$ [mm], 鉄筋径 $D = 29$ [mm] (公称断面積 $A_s = 642.4$ [mm²]) 8 本を引張り鉄筋として配置するものとして、以下の問に答えよ。

There is a concrete box shape beam with $f'_c = 24$ [N/mm²], $d = 900$ [mm], $b_w = B - bw'$, $B = 1500$ [mm], $bw' = 1000$ [mm], 8 reinforcing bars. The area of reinforcing bar 642.4 mm² per one bar.



- (1) せん断補強筋を除いた鉄筋コンクリート断面が負担するせん断耐力 V_c [kN] を求めよ。各記号の説明は省略する。

Estimate shear capacity by using below formula.

$$V_c = \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_n \cdot f_{vc} \cdot b_w \cdot d$$

$$\beta_d = \sqrt[4]{1000/d}, \quad \beta_p = \sqrt[3]{100 \cdot p} < 1.5, \quad \beta_n = 1.0, \quad f_{vc} = 0.20 \sqrt[3]{f'_c}$$

- (2) せん断補強筋は降伏強度 $f_y=345$ [N/mm²] の鉄筋 D16 で図の通り側壁の内側と外側に、間隔

$$s=150$$
 [mm] で配置してある。z せん断補強筋が負担することのできる V_s [kN] を $V_s = \frac{A_w \cdot f_{uy} \cdot z}{s}$

を用いて求めよ。圧縮合力と引張合力の作用位置の距離 $z=d/1.15$ [mm] としてよい。

Estimate the shear carrying capacity by stirrups as V_s by using given formula.

- (3) この梁が斜め圧縮破壊を起こす可能性があるか判定せよ。斜め圧縮破壊耐力は V_{wc} [kN] を

$$V_{wc} = f'_{wc} \cdot b_w \cdot d$$

で求めることができる。

Investigate the possibility of shear compressive failure by using given formula.

2. コンクリートの特性 Properties of concrete

次の各問いに関して答えよ。

Answer the following questions.

2-1 材料、耐久性

- (1) AE 剤と減水剤について、それぞれの機能とメカニズムについて説明せよ。

Explain both function and mechanism of air entraining agent as well as water reducer.

- (2) セメントの一部をフライアッシュに置換したコンクリートの長所と短所について説明せよ。

Explain advantage and disadvantage of fly ash mixed cement concrete.

2-2 フレッシュコンクリート Fresh Concrete

表 1 の配合設計にて試し練りを行った。Trial mixing based on table 1 was conducted.

表 1 コンクリートの配合表 Table 1. Mix proportion of fresh concrete

Gmax (mm)	スランプ slump (cm)	水セメント比 water to cement ratio (%)	空気量 air content (%)	s/a (%)	単位量 unit content (kg/m ³)				
					水 water	セメント cement	細骨材 sand	粗骨材 gravel	混和剤 admixture
20	12	50	5	44.75	178	356	773	972	0

注) 普通ポルトランドセメント使用 ordinary Portland cement used

s/a: 細骨材率 sand/aggregates volume ratio, Gmax: 粗骨材の最大寸法 Maximum size of coarse aggregate

- (1) 表 1 の配合では材料分離が生じてしまった。どのように設計変更すれば良いか説明せよ。

Separation was observed. Explain how you can improve the mix proportion in Table 1.

- (2) コールドジョイントとは何か説明し、それを防ぐための具体的な対策を挙げよ。

Explain "cold joint" and list up its measures.

2-3 環境負荷低減への取組 Mitigation of environmental load

コンクリートの骨材に関して環境負荷低減への取組について知っていることをできるだけ多く挙げよ。

List up the activities for mitigation of environmental load relating to aggregate in concrete

2021年4月／2021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（後期）
2021 April／2021 October Entrance Examination [Winter Admission],
Graduate School of Urban Innovation, Yokohama National University
Doctoral Program

都市イノベーション専攻（都市基盤系問題）

博士課程後期 Doctoral Program	受験番号 Applicant Number

Department of Urban Innovation (Urban Infrastructure Field)

試験科目（学科試験）
Subject (Academic Exam)

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4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 4 answer sheets.

	得点 Score
選択分野 Selected subject	
合計 Total	

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	
-----------------------------	--------------------------------	--	--------------------------	--

2021年4月／2020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（後期）
2021 April／2020 October Entrance Examination [Summer Admission],
Graduate School of Urban Innovation, Yokohama National University
Doctoral Program

都市イノベーション専攻（都市基盤系問題）

博士課程後期 Doctoral Program	受験番号 Applicant Number

Department of Urban Innovation (Urban Infrastructure Field)

試験科目（学科試験）

Subject (Academic Exam)

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、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. 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 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.

正誤表

専攻・コース：都市イノベーション専攻（都市基盤系問題）

科目名：学科試験

誤（変更前）	正（変更後）
[コンクリート工学] 【2. 2-1】 図の一部が不鮮明なため、別紙を配布 する。	— ※別紙参照

著作権法等の配慮により割愛します

構造工学

Structural Engineering

以下の問 1 と 2 に解答すること。必要な記号は事前に定義して用いること。

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

1. 次の問 1)~3)に答えなさい。

Answer the following questions 1) to 3).

- 1) 初等はり理論における平面保持の仮定と直角保持の仮定について説明せよ。

Explain the plane sections remain plane assumption and the perpendicular sections remain perpendicular assumption in Euler-Bernoulli beam theory.

- 2) 図 S-1 に示すように単純支持ばり AB のスパン中央に集中荷重 P を作用させたとき、スパン中央の断面下面に発生する引張応力を求めよ。単純支持ばりの断面と材質は一樣で、断面は高さ a 、幅 $2a$ の矩形、ヤング係数は E とする。

Calculate the tensile stress at the bottom surface at center of the simply supported beam AB when the beam is subjected to a concentrated load P at the center as shown in Fig. S-1. Assuming the cross section (rectangular, height: a , width: $2a$) and Young's modulus E are uniform across the span.

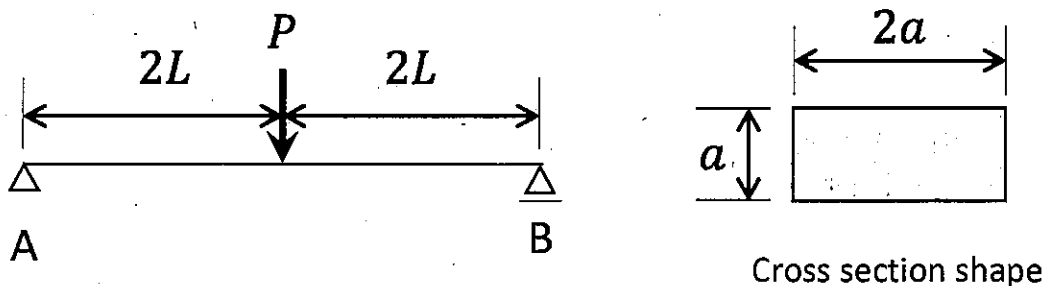
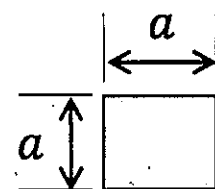
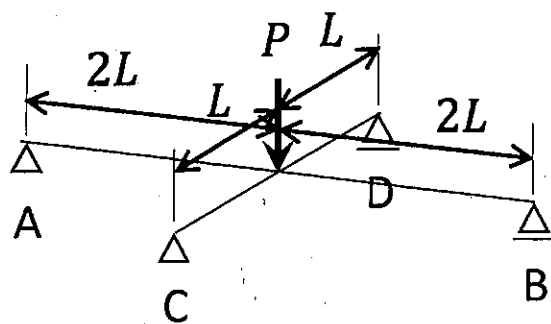


図 S-1 荷重を受ける単純支持ばり AB

Fig. S-1 Simply supported beam AB subjected to a load

- 3) 単純支持ばり AB に作用させた集中荷重 P を取り除き、互いのスパン中央で交わるように単純支持ばり AB を単純支持ばり CD によって弾性支持した。単純支持ばり CD の断面と材質は一樣で、断面は高さ a 、幅 a の矩形、ヤング係数は E とする。いま、図 S-2 に示すようにスパン中央に再び集中荷重 P を作用させるとき、単純支持ばり AB の最大たわみと単純支持ばり CD から受ける反力を求めよ。

After removal of the concentrated load P on the simply supported beam AB, the simply supported beam AB was elastically supported by the simply supported beam CD so that both beams cross at the center of each beam. Assuming the cross section (rectangular, height: a , width: a) and Young's modulus E are uniform across the span of the simply supported beam CD. Calculate the maximum deflection of the simply supported beam AB and the reaction force from the simply supported beam CD when the concentrated load P is given at the center of the simply supported beam AB again as shown in Fig. S-2.



Cross section shape

図 S-2 荷重と弾性支持を受ける単純支持ばり AB

Fig. S-2 Simply supported beam AB supposed to a load and supported by beam CD

2. 図 S-3 に示す 2 層ラーメンについて次の問 1)~4) に答えなさい。ただし、基部は埋込み端であるとする。また、はり は剛体棒、柱は弾性棒とみなせ、各層の水平剛性は $k, 2k$ とする。
 Answer the following questions 1) to 4) about a two-story frame shown in Fig. S-3. The frame ends are rigidly embedded in the ground. The beams and columns can be assumed to be rigid bars and elastic bars respectively and the lateral stiffness of each story is $k, 2k$.

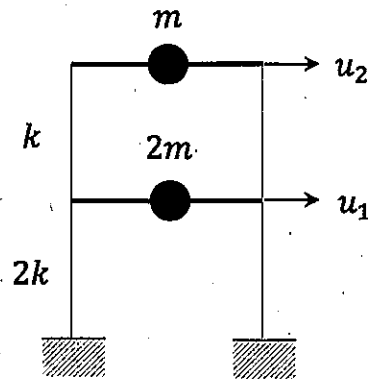


図 S-3 2 層ラーメン
 Fig. S-3 Two-story frame

- 1) 剛性マトリクス \mathbf{K} と質量マトリクス \mathbf{M} を次のように表すとき、 $\det[\mathbf{K} - \omega^2 \mathbf{M}] = 0$ を解いて固有振動数 ω を求めよ。

Solve $\det[\mathbf{K} - \omega^2 \mathbf{M}] = 0$ and determine the natural frequencies ω of the system, where

$$\mathbf{K} = \begin{bmatrix} 3k & -k \\ -k & k \end{bmatrix}, \quad \mathbf{M} = \begin{bmatrix} 2m & 0 \\ 0 & m \end{bmatrix}$$

- 2) $[\mathbf{K} - \omega^2 \mathbf{M}] \phi = 0$ から固有振動数に対応する固有ベクトル ϕ を求めよ。ただし、固有ベクトル ϕ は一般化質量が 1 となるように決定せよ。

Solve $[\mathbf{K} - \omega^2 \mathbf{M}] \phi = 0$ and determine the eigen vectors ϕ so that the normalized mass becomes one.

- 3) 自由振動に関する 1 次モードと 2 次モードのモード形を図示せよ。図中には各層の水平変位 u_1, u_2 を m を用いて書くこと。

Draw the shape of the first mode and second mode of natural vibration. Write the lateral displacement u_1, u_2 in the figure using m .

- 4) 問 3) で図示した 1 次モードと 2 次モードが直交していることを証明せよ。

Prove orthogonality of the first mode and second mode you drew in the question 3).

水工学

Hydraulic Engineering

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.

次の問 (1) から (6) に答えなさい。Answer the following questions (1) to (6).

(1) 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説明せよ。さらにエネルギー線と動水勾配線を図示せよ。図示に当たっては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 the 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. Then, draw a hydraulic gradient diagram and an energy diagram with the information about necessary properties in the diagrams.

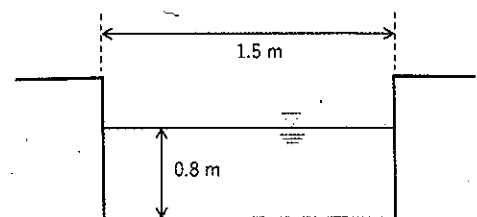
(2) 下端にヒンジの付いた止水板で、左側には密度 ρ_1 の流体を水深 $2h$ まで入れ、右側には密度 ρ_2 の流体を水深 h まで入れたところ、止水板は垂直方向で安定して静止した。このとき、 ρ_2 を ρ_1 を用いて表しなさい。ただし、どちらの流体も静止しているものとする。

The water tank was separated into two parts by a board with a hinge attached to the bottom. The left side (water depth $2h$) and right side (water depth h) were filled with the liquid of density ρ_1 and ρ_2 , respectively. Describe ρ_2 using ρ_1 when the board was standing as a strait upward. Here, both side of the water was not moving.

(3) 縮尺 1/100 のダムモデル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 of the dam model was created, and overflow experiments were conducted. In the experiments, the overflow velocity of 0.5 m/s was measured. Consider the overflow velocity in the prototype of the dam.

(4) 右図のような長方形断面水路に、流量 $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ の水が流れている。水深 $h = 0.8 \text{ m}$ の場合の比エネルギー E 、フルード数 F_r を求め、常流か射流かを判断せよ。ただし、重力加速度は $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ とする。



Consider a uniform and steady water flow with a constant discharge $Q = 1.5 \text{ m}^3/\text{s}$. When the water depth was set as 0.8 m, suppose the specific energy, E , and the Froude number, F_r , and judge whether supercritical flow or subcritical flow. Suppose the acceleration of gravity is 9.8 m/s^2 .

(5) 水面での運動学的境界条件を用いると、水面波形と速度ポテンシャルから海の波の性質を規定する分散関係式を導出できる。

$$\omega^2 = gk \tanh kh$$

ここで、 ω は角周波数 ($\omega = 2\pi/T$), k は波数 ($k = 2\pi/L$), T は波の周期, L は波長, h は水深, g は重力加速度である。この式から極浅海波の波長 L と波速 C の近似解を導け。

The dispersion equation was derived by equations of the water surface shape and the velocity potential using kinematic boundary conditions on the water surface.

$$\omega^2 = gk \tanh kh$$

Here, ω is the angular frequency ($\omega = 2\pi/T$), k is the wave number ($= 2\pi/L$), T is the wave period, L is the wave length, g is the gravity acceleration and h is the water depth. From the above equation, derive the approximate solutions of wave length and wave celerity, C , in the shallow water region.

(6) 東京湾における津波防災と高潮防災の留意点について、両者の違いに注意して述べよ。

What are the points to keep in mind when considering disaster prevention against tsunamis and storm surges in Tokyo Bay? Answer this question considering the difference between tsunamis and storm surges in the bay.

2.

水平床上一様幅を持つ長方形断面水路における段波を考える。ただし、段波の左側の水深を $h=h_1$, 流速を $v_1 (>0)$, 右側の水深を $h=h_2 (<h_1)$, 流速を $v_2 (>0)$ とする。このときに生じる段波の伝播速度 c について考える。段波の前後を境界とするコントロールボリュームに着目し、伝播速度 c で移動する座標系から見るとこの段波は静止して見えることを利用して、問い (1) ~ (4) に答えよ。ただし、水の密度を ρ , 重力加速度を g とする。

Consider a bore in a horizontal and straight open channel with a uniform rectangular section. The left-hand side of the water depth and the velocity are $h = h_1$ and $v_1 (> 0)$, respectively, and the water depth and the velocity at the right-hand side are $h = h_2 (< h_1)$ and $v_2 (> 0)$, respectively. In this condition, consider the propagation velocity of the bore, c . Set the control volume from upstream and downstream of the bore, and focus on the control volume. The bore seems to be stopped, when we looked the bore from the moving coordinate system that moved with the propagation velocity, c . By using this moving coordinate system, answer the following questions (1) to (4). Suppose the density of the fluid is ρ , and the acceleration of the velocity is g .

(1) コントロールボリュームの模式図を描け。

Draw a control volume of this situation.

(2) 連続式を求めよ。

Derive the continuous equation.

(3) 運動量式を求めよ。

Derive the momentum equation.

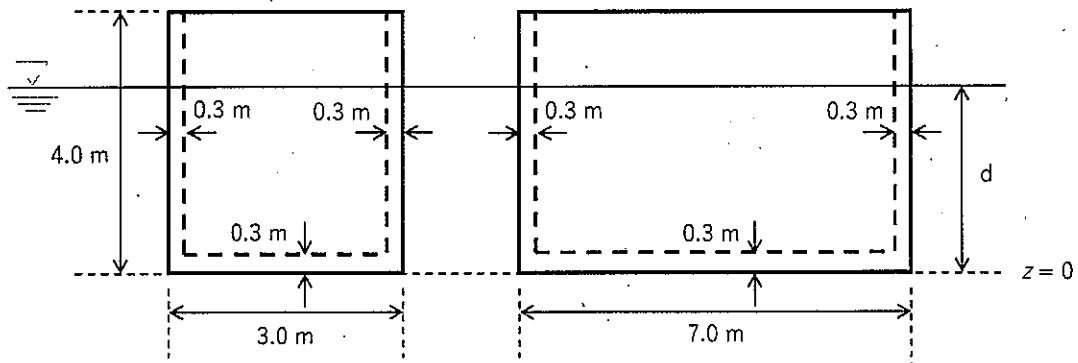
(4) 段波の伝播速度 c を求めよ。ただし、 v_1 を含む形とすること。

Consider the propagation velocity, c , of the bore using v_1 .

3.

下図のような高さ 4 m、幅 3 m、長さ 7 m、壁の厚さ 0.3 m のコンクリート製の中空ケーソンがある。水に浮かべた場合の安定性について検討する。有効数字 3 桁として問い (1) ～ (4) に答えよ。ただし、重力加速度は $g=9.80 \text{ m/s}^2$ とし、水、コンクリートの密度はそれぞれ 1000 kg/m^3 、 2300 kg/m^3 とする。

A hollow box caisson is floating in the water, as shown in the below figure. The height is 4.0 m, the width is 3.0 m the length is 7.0 m, and the thickness of the caisson is 0.3 m Answer the following questions (1) to (4). Suppose the acceleration of gravity is 9.80 m/s^2 , and the density water and concrete are 1000 kg/m^3 and 2300 kg/m^3 , respectively. Answer the values with three significant digits.



- (1) きつ水深 d を求めよ。

Consider a draft water depth, d .

- (2) 中空ケーソンの底面 ($z=0$) から測った重心 G の位置 d_G を求めよ。

Consider the position of the center of the gravity, d_G , from the bottom surface of the caisson ($z=0$).

- (3) 中空ケーソンの底面 ($z=0$) から測った浮心 C の位置 d_C を求めよ。

Consider the position of the center of the buoyancy, d_C , from the bottom surface the caisson ($z=0$).

- (4) 重心 G と傾心 M の距離を求め、中空ケーソンの安定性を答えよ。

Consider the distance between the center of the gravity, G , and metacenter, M , and answer the stability of the caisson.

地盤工学

Geotechnical engineering

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) コンシステンシー限界 Consistency limit
- (2) 圧密降伏応力 Consolidation yielding stress
- (3) 最適含水比 Optimum water content
- (4) 限界動水勾配 Critical hydraulic gradient
- (5) 群杭効果 Group pile effect

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

(1) 室内における土のせん断試験を二つ挙げ、それぞれの方法を説明せよ。

List two types of laboratory shear testing methods for soil, then briefly explain those testing methods.

(2) 浅い基礎の最終沈下量を推定するための、圧密試験結果の適用方法を3つ述べよ。

Describe three application methods of consolidation test results to estimate the final consolidation settlement of a shallow foundation.

(3) 土の透水係数を求められる室内試験方法を二つ挙げ、それぞれの方法を説明せよ。

List two laboratory testing methods that can estimate permeability coefficients of soils and explain each method.

[3] 下図のように岩盤上に均一に堆積している砂質地盤があり、地下水位は地表面から 10 m の深さにある。以下の問いに答えよ。なお、水の単位体積重量 γ_w は 10 kN/m³としてよい。

As shown in the figure below, a uniform sand layer is deposited on hard bedrock. And the depth of the groundwater is 10 m from the ground surface. Answer the following questions. The unit weight of the water γ_w is 10 kN/m³.

- (1) 砂層から乱れないように供試体を採取し、飽和後有効拘束圧 150 kPa で等方圧密を行い、その後非排水条件でせん断を行った。その結果、軸差応力 200 kPa で供試体は破壊に至った。なお、破壊時に供試体中に発生した過剰間隙水圧が 50 kPa であった。 $c'=0$ kPa と仮定し、 ϕ' の値を求めよ。

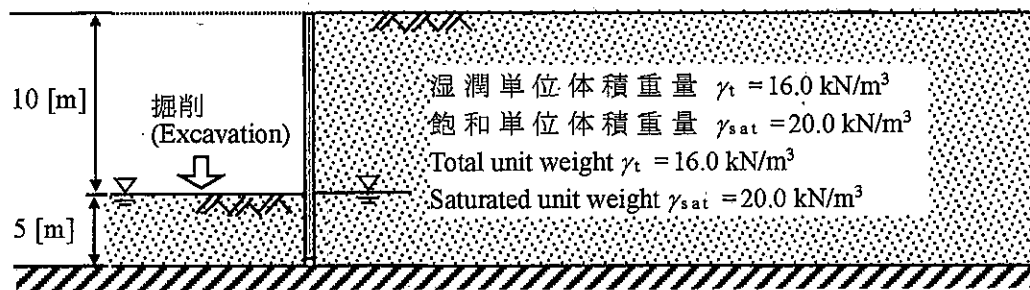
A consolidated undrained triaxial compression test was conducted for the undisturbed specimen which sampled from the above sand layer. After saturation, the isotropic consolidation with an effective confining pressure of 150 kPa was performed. After that, the shearing was conducted under the undrained condition. As a result, the specimen was failed with deviator stress of 200 kPa, and the excessive pore water pressure generated in the specimen at failure was 50 kPa. Assuming $c'=0$ kPa, find the value of ϕ' .

- (2) 下図のように土留め壁を砂層下端まで設置し、地盤を 10 m 掘削したい。土留め壁の掘削側と背面それぞれに加わる土圧の深さ方向の分布図を描け。また、掘削側と背面それぞれの単位奥行における土圧合力を計算せよ。ただし、ランキンの土圧理論に従って計算せよ。

As shown in the following figure, it is planned to install the retaining wall till the bottom of the sand layer and excavate the ground to the depth of 10 m. Draw the distributions of the earth pressure along with the depth, which acting on the retaining wall from the excavation side and backside separately. Then calculate the resultant force acting on the retaining wall for the unit length of the excavation side and backside individually.

- (3) (2)の結果に基づき、土留め壁の転倒に対する安全性を評価せよ。

Evaluate the stability of the retaining wall for rotation, based on the calculated result of (2).



[4] 下図に示すように、上下を飽和した砂層に挟まれた層厚 20 m の正規圧密粘土層がある。この地盤に井戸を掘り下部の砂層から水を急速にくみ上げ続けた結果、下部の砂層の間隙水圧が一様に 50 kPa に低下した。砂層は透水性が十分に高く、その変形は無視できるものとして、以下の問いに答えよ。なお、粘土層について、土粒子の比重 $G_s = 2.8$ 、間隙比 $e = 1.0$ 、圧縮指数 $C_c = 0.5$ 、膨潤指数 $C_s = 0.1$ 、地下水くみ上げ前は正規圧密状態であった。また、砂層について、土粒子の比重 $G_s = 2.6$ 、間隙比 $e = 0.6$ とする。水の単位体積重量は $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$ とてよい。($\log_{10} 3 = 0.477$, $\log_{10} 4 = 0.602$, $\log_{10} 7 = 0.845$)

A 20 m-deep clay layer lies in between two water-saturated sand layers, as shown in the following figure. A well is embedded upright into the bottom sand layer, and the pore water pressure of the bottom sand layer is uniformly decreased to 50 kPa quickly. Answer the following questions, provided that: the sand layer has substantially high permeability, and deformation of the sand layers can be ignored. Specific gravities G_s of clay and sand are 2.8 and 2.6, respectively; void ratios e of the clay and sand are 1.0 and 0.6, respectively; compression and swelling indices of clay C_c and C_s are respectively 0.5 and 0.1. Assume that the clay layer had been normally consolidated before pumping up groundwater. The unit weight of the water γ_w is 10 kN/m³. ($\log_{10} 3 = 0.477$, $\log_{10} 4 = 0.602$, $\log_{10} 7 = 0.845$)

- (1) 地下水を急速にくみ上げた直後の鉛直全応力、鉛直有効応力、間隙水圧の分布を図示せよ。

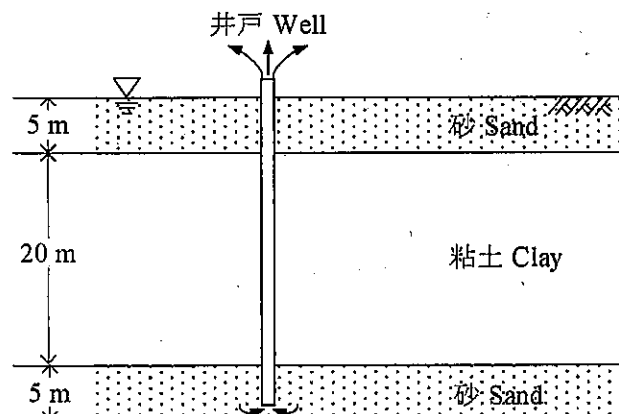
Assuming the water level in the well has been lowered quickly, draw the distributions along the depth of vertical total stress, vertical effective stress, and pore water pressure immediately after the pumping up of water.

- (2) 地下水をくみ上げて下部砂層の間隙水圧が 50 kPa に下がったまま長期間維持された場合の最終的な鉛直全応力、鉛直有効応力、間隙水圧の分布を図示せよ。また、そのとき地表面の変位量を計算せよ。地表面変位量の算出に際しては粘土層中央のひずみが粘土層一様に生じているとみなしてよい。

Assuming the pore water pressure in the bottom sandy layer is kept 50 kPa for a substantially long period, draw the final distribution curves of vertical total stress, vertical effective stress, and pore water pressure. Calculate the ground surface settlement. When calculating the amount of ground surface settlement, it can be considered that the strain in the middle of the clay layer occurs uniformly in the clay layer.

- (3) 地下水のくみ上げをやめることによって下部の砂層の間隙水圧がくみ上げ前の状態まで回復した。その後、長期間経過したとき地表面沈下はどの程度回復するか計算せよ。ただし、間隙比は盛土造成前から変化しないものとする。回復量の算出に際しては粘土層中央のひずみが粘土層一様に生じているとみなしてよい。

The pore water pressure in the bottom sand layer is recovered to the state before pumping by stopping pumping. Calculate how much the ground surface can rebound. Assume the void ratio is not changed from the initial condition. When calculating the amount of rebound, it can be considered that the strain in the middle of the clay layer occurs uniformly in the clay layer.



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、変数 X と Y で表現される 5 組のデータがある。散布図を描いた上で、Y を目的変数とする X の線形回帰式を求めなさい。

About the data shown in the table, draw the distribution of the data on a scatter gram.

Then calculate the linear regression equation of Y explained by X.

X	-2	-1	0	1	2
Y	-3	0	0	0	3

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

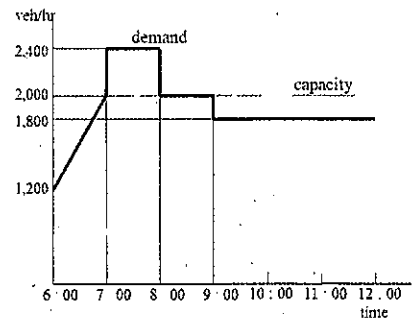
- (1) 分散分析の交互作用 Interaction Effect in ANOVA
- (2) リボン状開発 Ribbon development
- (3) オスマンのパリ改造 Haussmann's renovation of Paris
- (4) ブキャナンレポートの居住環境地域 Environmental Areas in Buchanan Report
- (5) 設計基準交通量 Standard design volume
- (6) 信号交差点における発進波 Starting shockwave at a signalized intersection

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

- (1) 都市のスプロールにより引き起こされる課題を説明しなさい。スプロールを防止するために、イギリスのロンドンで適用され、その後他の国でも導入された対応方法はなにかを答えなさい。Explain the problems caused by urban sprawl. Then identify measures applied in London, UK, and other countries to prevent urban sprawl.
- (2) 近隣住区論の 6 つの原則を説明し、近隣住区論が日本の都市開発にどのように適用されたのかを述べなさい。Explain the core six principles of the neighborhood unit concept. Then explain how the neighborhood unit concept has been applied to urban development projects in Japan.
- (3) 交通需要マネジメントの推進では、マーケティング視点での取り組みや情報通信技術の活用が有意義と言われている。交通需要マネジメントの定義を説明し、具体的な施策として知られるパークアンドライドについて、その内容を説明した上で、マーケティング視点での取り組みおよび情報通信技術の活用の可能性を例示しなさい。Explain the definition of TDM (Travel Demand Management). Then explain what is Park & Ride as an example of TDM and discuss the possibility to apply marketing aspects and utilization of information and communication technology to Park & Ride.

- (4) 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.



- (5) ラウンドアバウトについて、その概形を優先通行権が分かるように描け。また一般的な信号交差点と比較した場合のラウンドアバウトの利点を3点説明せよ。 Draw a rough sketch of a roundabout intersection by clarifying right-of-way inside it. Then, enumerate and explain three advantages of roundabouts compared with ordinary signalized intersections.

コンクリート工学 Concrete Engineering

すべての設問に答えよ。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. 鉄筋コンクリートの力学 Mechanics of Reinforced Concrete

図1に示される梁の断面寸法と配筋を下のとおり決定した（引張鉄筋として下側に D22 を3本配置+D10のU形スターラップ）。D22の公称断面積は 387.1[mm²]、D10の公称断面積は 71.33[mm²]である。 Cross section dimension and bottom reinforcement and stirrups are designed shown in Fig.1. The area of D22 and D10 are 387.1[mm²] and 71.33[mm²], respectively.

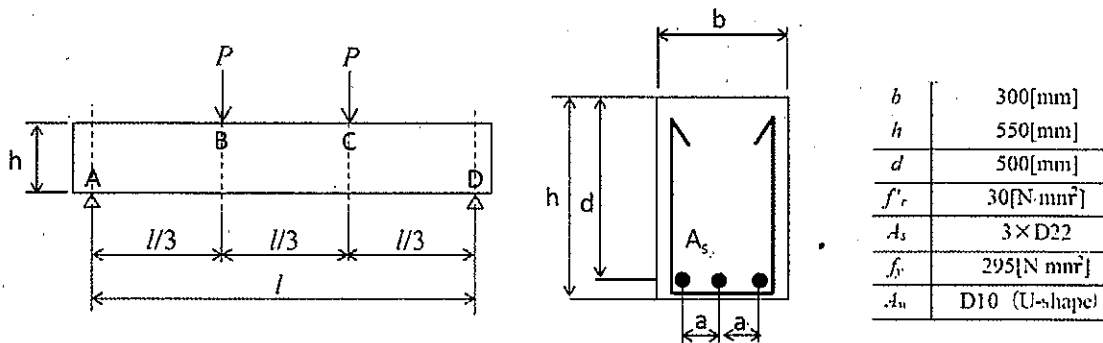


Fig. 1 Side view and section view of reinforced concrete beam

- (1) コンクリートが負担するせん断耐力 V_c [kN]を求めよ。
 $\beta_n=1.0$ としてよい。

Calculate shear capacity owing to concrete, V_c [kN], with assumption of $\beta_n=1.0$.

- (2) この部材には、スターラップとして鉄筋 D10 が間隔 $s=200$ [mm]で配置してある。スターラップが負担することのできる V_s [kN]を求めよ。鉄筋の降伏強度は上表の f_y とする。

The stirrup is made by D10, and spacing is $s=200$ [mm]. Calculate shear capacity owing to stirrup, V_s [kN]. The yielding strength of reinforcing bar is f_y .

- (3) $l=4.5$ [m], $P=150$ [kN]の場合、①破壊しない、②曲げ破壊する、③せん断破壊する、のいずれかを選び、その理由を説明せよ。

Assuming $l=4.5$ [m] and $P=150$ [kN], chose the beam state from ① to ③ (①no failure, ②bending failure ③ shear failure), then explain the reason of your choice.

- (4) 梁に生じると考えられるひび割れとスターラップの最適な配置を、梁の側面図を描いて示せ。

Draw the predicted crack pattern of this beam and the optimum arrangement of stirrup on the side view.

- (5) この梁で予想される荷重—たわみ関係のグラフを描き、(4)で示したひび割れがいつ発生したのかをグラフ上に示せ。

Draw a graph of load versus deflection of the above beam, showing the point when the cracks that you draw happen, on your graph.

$$V_c = \beta_d \beta_p \beta_n \cdot f_{vc} \cdot b \cdot d$$

$$f_{vc} = 0.20 \sqrt[3]{f'_c}$$

$$\beta_d = \sqrt[4]{1000/d}$$

$$\beta_p = \sqrt[3]{100 p_v}, \quad p_v = \frac{A_s}{b \cdot d}$$

$$V_s = (A_w \cdot f_y \cdot z) / s$$

$$z = d / 1.15$$

$$V_y = V_c + V_s$$

2. コンクリートの特性 Properties of concrete

次の各問いに関して答えよ。 Answer the following questions.

2-1 北海道旭川市(図-1の★印)で鉄筋コンクリートの道路橋を設計することになった。 You are the designer of reinforced concrete bridge at Asahikawa-city, Hokkaido (marked★ in Fig.2-1)

著作権法等の配慮により割愛します

(1) 耐久性の面で考えられる問題およびその理由を列挙せよ。

Explain possible concrete problems and their reasons in terms of durability.

(2) (1)であげた耐久性の問題を解決するための方策を、①材料選定、②配合設計、③維持管理の各段階でそれぞれ簡潔に述べよ。

Explain your solutions against abovementioned problems from the view of ①material selection, ②mix proportion, ③maintenance in service time

*1 コンクリート工学会「コンクリート診断士テキスト」19 基礎編

*2 鋼構造協会「鋼構造診断士テキスト」

2-2 フレッシュコンクリート Fresh Concrete

表1の配合設計にて試し練りを行った。 Trial mixing based on table 1 was conducted.

表1 コンクリートの配合表 Table 1. Mix proportion of fresh concrete

Gmax (mm)	スランプ slump (cm)	水セメント比 water to cement ratio (%)	空気量 air content (%)	s/a (%)	単位置 unit content (kg/m ³)				
					水 water	セメント cement	細骨材 sand	粗骨材 gravel	混和剤 admixture
20	12	50	5	44.75	178	356	773	972	0

注) 普通ポルトランドセメント使用 ordinary Portland cement used

s/a: 細骨材率 sand/aggregates volume ratio, Gmax: 粗骨材の最大寸法 Maximum size of coarse aggregate

(1) 表1の配合では材料分離が生じてしまった。どのように設計変更すれば良いか説明せよ。

Separation was observed. Explain how do you improve the mix proportion in Table 1.

(2) 日平均気温が30℃の地域でコンクリート構造物を打設する際に生じる問題を挙げ、とるべき対策を述べよ。 You are going to cast concrete at the area where the day-average temperature is 30℃. Point out the predicted problem, then explain your solution.

2-3 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知っていることをできるだけ多く挙げよ。 List up the activities for mitigation of environmental load relating to making concrete as much as possible.

2021年4月／2020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（後期）
 2021 April／2020 October Entrance Examination [Summer Admission],
 Graduate School of Urban Innovation, Yokohama National University
 Doctoral Program

都市イノベーション専攻（都市基盤系問題）

博士課程後期 Doctoral Program	受験番号 Applicant Number

Department of Urban Innovation (Urban Infrastructure Field)

試験科目（学科試験）
Subject (Academic Exam)

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4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 4 answer sheets.

	得 点 Score
選択分野 Selected subject	
合計 Total	

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	
------------------------------	--------------------------------	--	--------------------------	--