

専門学術 A

第1問

次の各問いに関して答えよ。

- (1) 鉄筋コンクリート梁の曲げ耐力とせん断耐力の予測は、一般にせん断耐力の方が精度が低い。それぞれの耐力算定方法を図を用いて2行程度ずつで示したうえで、精度が低い理由を、2行程度で説明せよ。
- (2) 主鉄筋の降伏が先行する曲げ破壊が生じる鉄筋コンクリート梁において、部材端部を除いて主鉄筋とコンクリートの付着が消失した場合、付着がある場合と比較して、載荷時の梁の荷重変位関係がどのように変化するか図示し、4行程度で説明せよ。
- (3) 鉄筋コンクリートに過度に鉄筋を配置すると安全性を損なう場合がある。どのような場合か、理由とともに3行程度で説明せよ。
- (4) 道路橋梁と鉄道橋梁では、荷重は鉄道橋梁の方が大きいが、疲労損傷に対する維持管理は道路橋梁に比べ容易である。必要な場合は図を用いて、その理由を3行程度で説明せよ。
- (5) 鉄筋コンクリートに生じるひび割れは、耐久性の観点から設計上、制限されている。しかし実際にはひび割れが生じても大きな問題にならない場合がある。その例をひとつ挙げ、3行程度で説明せよ。

第2問

(1) 次の各問いにそれぞれ3～5行程度で答えよ。必要に応じて図示してもよい。

- a) 東京や大阪など主要都市では、1920～60年代にかけて地下水の汲み上げにより広域的な地盤沈下がおきた。どのようなメカニズムで沈下が起きるのか説明せよ。
- b) 軟弱粘土地盤上に構造物を建設する際、i) 沈下量を抑制する、ii) 圧密に要する時間を短縮する、ために有効と考えられる方法とその原理をそれぞれ述べよ。
- c) ダイレイタンシーとは何か説明し、ゆるく詰めた砂、密に締まった砂、正規圧密粘土、過圧密粘土の、排水せん断挙動におけるダイレイタンシー特性をそれぞれ説明せよ。

(2) 粘土と砂の違いを、以下の観点について括弧内のキーワードを用いて3～5行程度で説明せよ。

- a) 物理特性（粒径、コンシステンシー、間隙比）
- b) 圧密特性（透水性、圧縮性、正規圧密、過圧密）

(3) 海底地盤中のトンネルの換気塔建設のため、海底の一樣な砂地盤（間隙比 $e=1.0$ 、土粒子の密度 $\rho_s=2.8 \text{ g/cm}^3$ 、水の密度 $\rho_w=1.0 \text{ g/cm}^3$ ）内に、円筒状に矢板を打設し内部を掘削する。矢板内部の水は汲み上げて掘削作業し掘削面 A の位置に地下水位がある。領域①の底面 B における間隙水圧は、周囲の地盤（領域②）内の矢板先端位置の静水圧に一致しているとする。これについて以下の問いに答えよ。

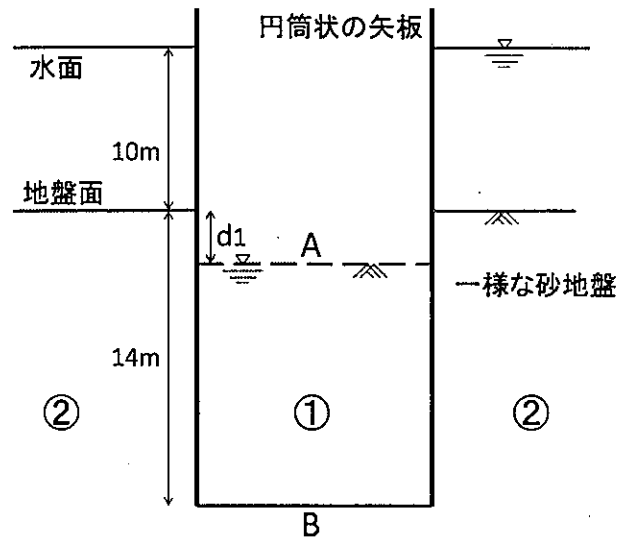


図 1

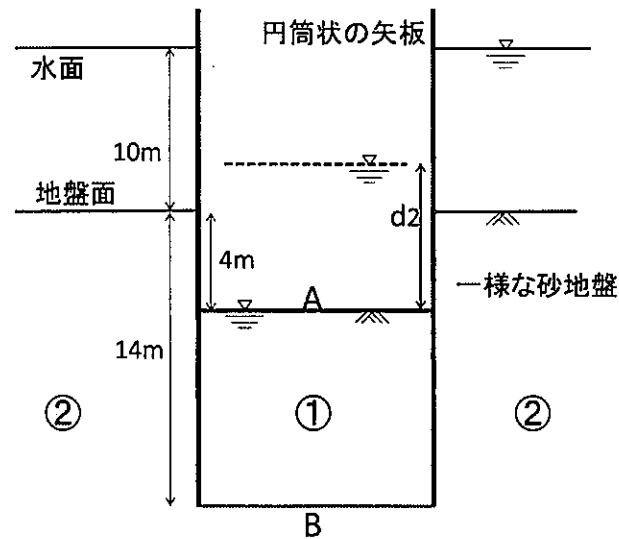


図 2

- a) 矢板の根入れを 14m としたところ、地盤面より d_1 (m) 掘削した時点 (図 1) で領域①において上向きの透水により不安定となった。このときの領域①内の動水勾配と d_1 (m) を求めよ。
- b) a)において領域①が不安定となったので、緊急措置として矢板内に水を供給し、図 2 に示すように 4m まで掘削した。どれだけの水深 d_2 (m) になるまで水を注入すると領域①は安定するのか答えよ。

専門学術 A

第1問

次の各問いに関して答えよ。

(1) 企業の費用関数に関して、次の各問いに答えよ。

- a) 短期費用関数と長期費用関数との違いについて2行程度で述べよ。
- b) 産出物が1つの場合、図1のように短期平均費用曲線はU字型をすることが多い。
この理由を3行程度で答えよ。必要に応じて図を用いてかまわない。
- c) 産出物が1つの場合、図1のように短期限界費用曲線は、短期平均費用曲線の最も低い点において短期平均費用曲線と交差する。この理由を5行程度で述べよ。

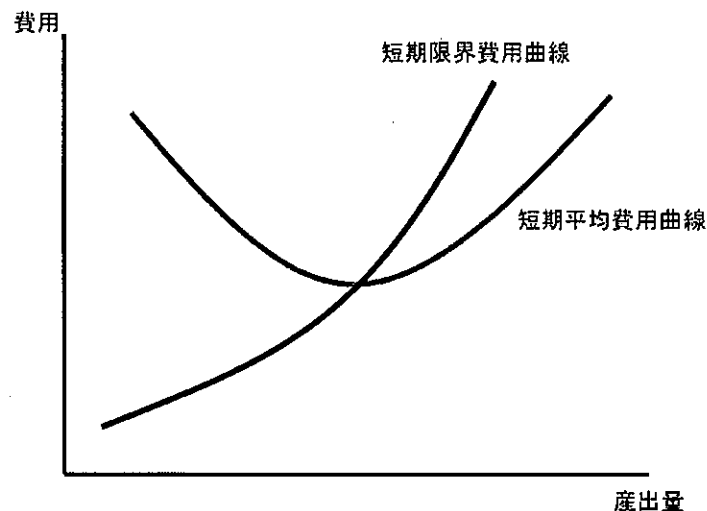


図1 短期平均費用曲線と短期限界費用曲線

- (2) 個人 n の効用関数を $u(x_1, x_2) = 2\sqrt{x_1} + x_2$ とする。ただし、 x_1 と x_2 は財1と2の消費量をそれぞれ表す。また、財1と2の価格と個人 n の所得水準をそれぞれ p_1 、 p_2 、 I_n とする。プロジェクト X の実施によって、財の価格および所得水準の組み合わせが、 $(p_1^\alpha, p_2^\alpha, I_n^\alpha) = (2, 1, 3)$ から $(p_1^\beta, p_2^\beta, I_n^\beta) = (1, 1, 4)$ に変化するとき、次の各問いに答えよ。ただし、 α と β はプロジェクト X を実施しないときとするときとをそれぞれ表す。
- a) プロジェクト X を実施するとき (β) に、効用最大化行動によって個人 n の得

られる効用水準を求めよ。

- b) a)で得られた効用水準を、プロジェクト x を実施しないとき (α) の価格水準のもとで得るのに必要な最小所得水準を求めよ。
- c) b)で得られた所得水準とプロジェクト x を実施しないとき (α) の所得水準との差は等価変分と呼ばれている。プロジェクト x による個人 n の等価変分を求めよ。
- d) 財1の価格を p_1 、財2の価格を1とすると、個人 n の財1の需要関数を求めよ。
- e) d)で得られた財1の需要関数を用いて、プロジェクト x によって生じる個人 n の便益を消費者余剰法により計算し、その結果が c)で求められた等価変分と一致することを示せ。

第2問

次の各問いに関して答えよ。

(1) 標高を計測する次の a) から d) の手法について、その原理をそれぞれ 3 行程度で解説せよ。必要に応じて図を用いてよい。

- a) 地上測量
- b) 航空機レーザー測量
- c) 航空機写真測量
- d) 衛星リモートセンシング干渉 SAR

(2) 図 2 は、航空機に搭載した可視センサとレーダーから、水平面に直立する建築物 AB を観測した時の、可視画像とレーダー画像における幾何学的関係を示している。以下の問いに答えよ。

- a) 建築物 AB の可視画像とレーダー画像は、どのような幾何学的特性を持つか。航空機の視線方向との関係がわかるように、それぞれ簡便に図示せよ。
- b) なぜこのような幾何学的特性の異なる画像が得られるのか。撮像原理の違いに着目して 3 行程度で答えよ。
- c) 可視画像の幾何学的ゆがみを補正するにはどうしたらよいのか。3 行程度で答えよ。
- d) レーダー観測から HH、HV 偏波情報が得られる時、どのような特徴を有する画像が得られるか。3 行程度で答えよ。なお、偏波情報において H は水平方向、V は鉛直方向を示す。

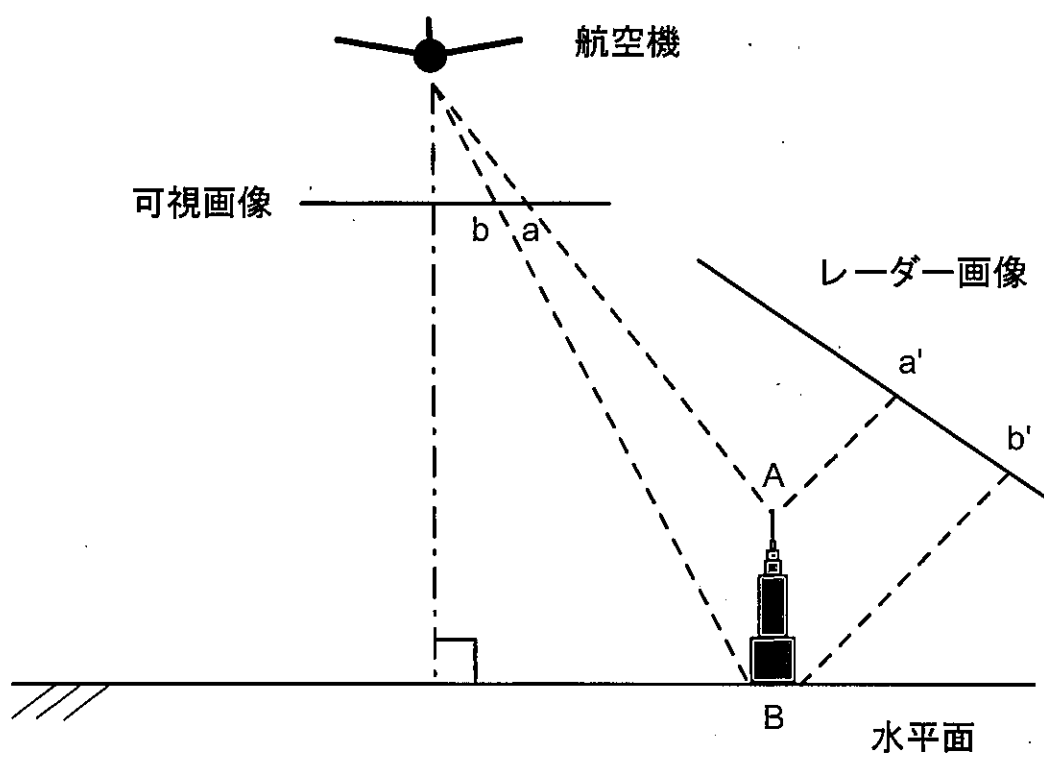


図2 航空機から観測した可視画像とレーダー画像の幾何学的関係

専門学術 A

第1問

直方体で水平断面積 A の2つの同じ水槽を、長さ L 、断面積 s の水平管路で連結して密度 ρ_w の水を注いだ。両側の水槽の同じ高さまで水が満たされた状態で管路に設置したバルブを閉め、図の左側の水槽に密度 $\rho_l (< \rho_w)$ で、辺の長さが r_l の立方体1を浮かべた。この状態を初期状態とする(図1)。ここで、管路の中心線上の両端点をそれぞれ X 点および Y 点と呼び、 Y 点から右側の水槽の初期水面までの高さを H_w とする。さらに右側の水槽の初期水面高さからの水面変位を η (鉛直上向きを正)、管路内における一様水平流速を u 、重力加速度を g 、管路に沿った水平方向軸(図の右向きを正)を x とする。水槽の水深は十分に深く、立方体は常に浮かんだ状態であると仮定できるとき、以下の問いに答えよ。

- (1) 左側の水槽に浮かべた立方体1の喫水深 h および左側の水槽の水面位置の X 点からの高さを求めよ。
- (2) バルブをゆっくりと開放すると、右側水槽の水面がある高さとなって静止した。このときの水面高の初期水面からの変位 $\eta = \eta_0$ を求めよ。
- (3) 初期状態に戻しバルブを一気に開放したところ、水槽内の水面は振動を始めた。こ

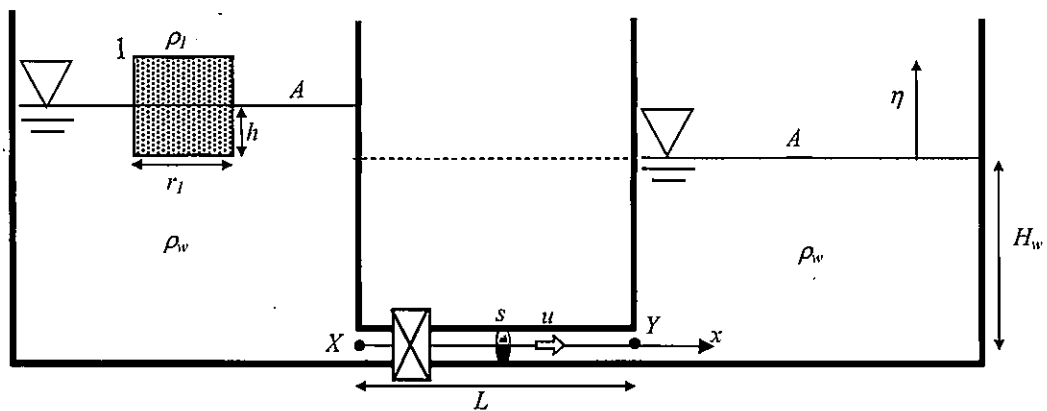


図1

ここで左側の水槽に浮かべた立方体 1 は水面と共に上下運動し、(1)で求めた喫水深は一定で変化しないものとする。

a) 右側の水槽の水面高さが η となった瞬間における X 点および Y 点における圧力 p_X および p_Y を求めよ。ただし大気圧 p_a を $p_a = 0$ とし、水槽の断面積 A は管路の断面積 s に比べて十分に大きく、管路接続点 X および Y を含む水槽内の流速は無視できるものとする。

b) 完全流体を仮定し、管路内における水平 x 軸上の任意の点における水平方向の運動方程式を、管路内の水平方向流速 u および圧力 p を用いて表せ。ここで、管路内外における損失水頭は全て無視できるものとする。

c) b)で求めた運動方程式を管路 XY 間で x 軸方向に積分し、水位変動 η と管路内流速 u との関係式を導け。

d) 完全流体の質量保存則を用いて水位変動 η と流速 u との関係式を導け。

e) c)および d)で求めた関係式を用いて流速 u を消去し、さらに $\xi = \eta - \eta_0$ として ξ の支配方程式を示せ。

f) バルブを開放した時間を $t=0$ とするとき、管路内の流速 u は次の式[1]で表されることを示し、このときの U_0 および ω の値(式)を求めよ。

$$u = U_0 \sin \omega t \quad [1]$$

g) この実験において、全ての長さの縮尺のみを 100 倍にした条件で新たに実験を行った。このとき、管路内での振動流の流速および周期はそれぞれ何倍になるか示せ。

(4) 次に上記の実験を初期状態((1)の状態)に戻し、水平管路中央部に辺の長さ r_2 、密度 $\rho_2 (> \rho_w)$ の立方体 2 を置いた。立方体 2 は管路の断面積に比べて十分に小さく、問題 (3) f)で求めた振動流 $u = U_0 \sin \omega t$ には影響を与えないものとする。このとき、この立方体 2 に作用する水平方向の流体力 F は次の式[2]で与えられる。

$$F = \rho_w C_D r_2^2 u |u| + \rho_w C_M r_2^3 \frac{\partial u}{\partial t} \quad [2]$$

ここで右辺第一項は抗力、第二項は慣性力を表わし、 C_D および C_M はそれぞれ抗力係数、慣性力係数である。振動流速を $u = U_0 \sin \omega t$ で表し、流速、抗力、慣性力の一周期間の時間変化をグラフで表せ。またそれぞれの値の極大・極小値は、グラフ中にその値(式)を記入すること。

- (5) 左側の水槽に浮かべた立方体 1 の辺の長さ r_1 を徐々に大きくしながら実験を繰り返したところ、 $r_1 = R_1$ にした時点で管路内の立方体 2 が動き始めた。ここで立方体 2 に作用する揚力は無視でき、立方体 2 と管路底面との静止摩擦力を流体力 F が上回ると立方体が動きはじめると仮定する。また静止摩擦力は底面から立方体 2 に作用する垂直抗力に比例し、静止摩擦係数は以下の問題において常に一定であると仮定してよい。
- a) この立方体 1 ($r_1 = R_1$) を浮かべたまま初期状態に戻し、今度は立方体 2 の辺の長さ r_2 を 2 倍に変えた条件でバルブを開放した。このとき、抗力、慣性力、静止摩擦力がそれぞれ何倍になるか説明せよ。またその結果として、立方体 2 が動くか否かを述べよ。ただし、立方体 1 や 2 の比重は一定のままで、式[2]の抗力係数や慣性力係数、管路内の流速は立方体 2 の大きさの影響を受けないものと仮定してよい。
- b) 次に(5)の初期状態に戻し、(5) a)と同様に r_2 を 2 倍に、またさらに管路の長さ L を 1/2 倍にしてからバルブを開放した。このとき、立方体 2 は動くか否かを述べ、その理由を説明せよ。

第2問

水災害に関連した以下の4つの問いに答えよ。

- (1) 以下の文章について、【1】【2】【4】【5】については適切な単語あるいは語句を、【3】については適切な説明文を書きなさい。固有名詞がわからない場合は、固有名詞に変わる説明文で代用しても構わない。

「自然災害から国土並びに国民の生命、身体及び財産を保護することは国の最重要課題です。甚大な被害をもたらした昭和34年の【1】を受けて、総合的かつ計画的な防災体制の整備を図るため、昭和36年に【2】が制定されました。」

「日本は、台風や前線活動等の気象条件、【3】等の地勢条件、都市の多くが沖積平野に位置し、国土の約10%の想定氾濫区域に人口の半分以上が集中しているといった社会条件が相まって、洪水、土砂災害、高潮、風害等が発生しやすい国土となっています。」

「風水害被害を軽減するためには、【4】等のハード対策と、【5】等のソフト対策を一体的に推進する必要があります。」

出典：「日本の災害対策」内閣府、2015年

http://www.bousai.go.jp/linfo/pdf/saigaipamphlet_je.pdf

- (2) 2011年東北地方太平洋沖地震後、日本政府はL1・L2の2段階に基づく総合的な津波対策を基本方針として採用した。この場合のL1とL2の違いについて、対策についての考え方の違いも含め、5行程度で説明せよ。
- (3) 日本の河川管理においては、「計画高水位は、できるだけ低く設定するのが基本である」との基本原則がある。その理由を、5行程度で説明せよ。
- (4) 以下はWiebe E. Bijkerによる2007年の論文「American and Dutch Coastal Engineering:

Differences in Risk Conception and Differences in Technological Culture」の論文冒頭の要約文である。これを読んだ上で、東京はアメリカ流とオランダ流のどちらを採用すべきか、あなたの意見を15行程度で述べよ。

How is it possible that the USA failed to keep New Orleans dry, when large parts of the Netherlands can exist below sea level? This question, with all its implicit rhetoric about the big and mighty Americans and the small and weak Dutch, generated a flock of American expeditions to the Netherlands in the aftermath of the flooding of New Orleans by hurricanes Katrina and Rita in 2005. The big US television networks, channels such as National Geographic, and political delegations, including the Louisiana governor and members of the US Congress, visited the Netherlands within a few months after the flooding, and all parties returned with spirited reports of how the Americans could learn from the Dutch. Does this suggest that the US Army Corps of Engineers is less able than the Rijkswaterstaat engineers in the Netherlands? I will argue that something else is going on: that the difference is not one of expertise and competence.

In this paper I compare the styles of US and Dutch coastal engineering, and argue that they express different conceptions of risk management in relation to flooding. These differences can, perhaps, be explained by reference to the wider technological cultures of both countries, rather than to the specific engineering cultures. The core of my analysis, however, is aimed at the styles of coastal engineering. In this paper I am not interested in blaming artefacts or humans - levees/dikes and warning systems - or politicians or engineers involved in their design or maintenance. My conjecture is that even had everyone and everything functioned effectively, the historical style of American coastal engineering would encourage accepting the kind of flooding that occurred after Katrina.

ここでアメリカとオランダの違いについては、同論文中で以下のように書かれている。

The key phrase in the USA is 'flood hazard mitigation', and the key ideas in this discourse are 'prediction' and 'insurance', which suggest that the very fact of flooding is accepted. The risk criterion that is used in designing levees and other coastal defense structures in the USA is a 1:100 chance, or a 'hundred year flood'. This criterion is a technical norm, carrying important professional 'weight' among coastal engineers, but it carries no legal authority.

How different is the practice in the Netherlands. The water should be kept out. In the Deltaplan law, the criterion of 1:10,000 was specified: not merely as a technical norm, but as an obligation embedded in the 'Delta Law', unanimously approved by parliament. The 1:10,000 criterion specifies that levees in central Holland have to be designed 'for a surge level and wave condition occurring with a 1:10,000 probability'. Under these conditions, the defense system should not fail.

出典 : American and Dutch Coastal Engineering: Differences in Risk Conception and Differences in Technological Culture, Wiebe E. Bijker, Social Studies of Science, 37, pp. 143-151, 2007. (<http://www.jstor.org/stable/25474506>)

Specialty A

Question 1

Two identical rectangular tanks were connected by a horizontal pipe with length of L and cross-section area of s (Figure 1). The cross-section area of each tank is A and the water with density, ρ_w , was poured into these tanks and the pipe. When the water levels in each tank were the same, the valve installed on the pipe was shut off and then the cube 1 with a side length of r_I and the density of ρ_I ($< \rho_w$) was floated in the left-side tank. Let us call this state, shown in Figure 1, as "initial state."

In Figure 1, x is the horizontal axis positive in the rightward direction along the center line of the pipe, X and Y are points on this horizontal axis and are respectively located at each end of the pipe, H_w is the height from the point Y to the initial water level in the right-side tank, η is the elevation from the initial water level. Define u as the horizontal velocity in the x -direction in the pipe, g as a gravitational acceleration. The water depth of the left tank is assumed to be deep enough to keep the cube floated all the time. Answer the following questions.

- (1) Determine the draft, h , of the cube 1 floated in the left-side tank and the elevation of the water level in the left-side tank from X .
- (2) When the valve was slowly opened, the water level on the right-side tank gradually elevated and stopped at certain level. Determine this water level change, $\eta = \eta_0$, from the initial water level.
- (3) Return to the initial state. The valve was rapidly opened and then the water level in these tanks started to oscillate. Assume that cube 1 vertically moves with the oscillating water level and the draft, h , is kept constant.
 - a) Determine p_X and p_Y , the pressure at X and Y , when the water level in the right side tank is η . Assume that the atmospheric pressure, p_a , is zero, A is sufficiently large compared to s and thus the fluid velocity in both tanks including at locations X and Y is negligibly small.
 - b) Assuming perfect fluid condition, write the horizontal momentum equation of the fluid in the pipe along the horizontal axis, x , using horizontal velocity u and the pressure, p . Assume also that there is no head loss inside and outside of the pipe.
 - c) Integrate the momentum equation obtained in b) from X to Y in the x -direction to derive the relationship between the water level displacement, η , and the horizontal velocity in the pipe, u .

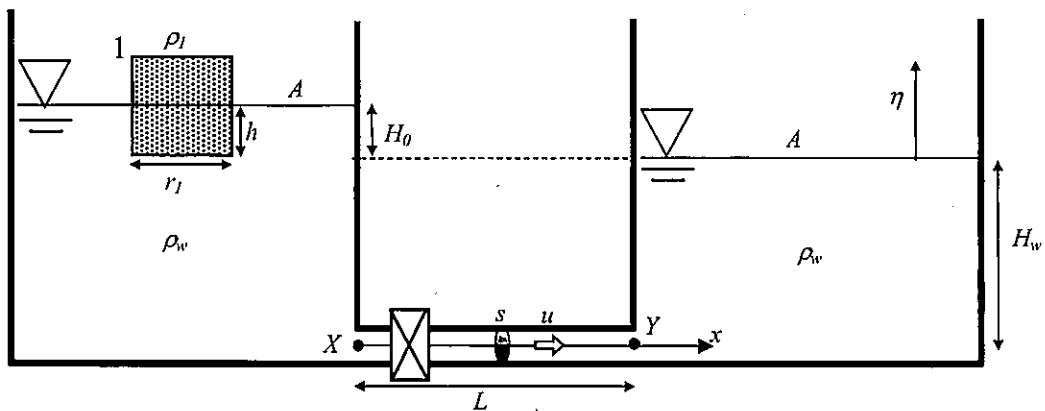


Figure 1

- d) Apply the mass conservation equation under the assumption of perfect fluid to obtain the relationship between η and u .
- e) Using the relationships derived in c) and d) to eliminate u and defining $\xi = \eta - \eta_0$, determine the governing equations of ξ .
- f) Show that the horizontal velocity, u , is expressed by the following equation [1] where t is defined as the time after the instantaneous opening of the valve. Obtain the expressions of U_0 and ω in [1].

$$u = U_0 \sin \omega t \quad [1]$$

- g) The same experiment was repeated changing all the length scale of the system to one hundred times larger. Explain how many times larger did the horizontal velocity, u , and the frequency of the oscillation become under this condition.
- (4) Return to the initial state and now the cube 2 with side length of r_2 and the density of $\rho_2 (>\rho_w)$ was placed in the pipe. Assume that the cube 2 is sufficiently small compared to the cross-section of the pipe and thus has no influence on the oscillating horizontal velocity in the pipe, $u = U_0 \sin \omega t$, obtained in (3) f). Under this condition, the horizontal fluid force, F , acting on the cube 2 can be expressed by the following equation [2].

$$F = \rho_w C_D r_2^2 u |u| + \rho_w C_M r_2^3 \frac{\partial u}{\partial t} \quad [2]$$

Here, the first and the second term of the right hand side of [2] are the drag force and the inertia force with C_D and C_M , the drag and the inertia coefficient, respectively.

Draw graphs of the horizontal velocity, the drag force, and the inertia force over one-wave period. Using $u = U_0 \sin \omega t$, express the peak values (equations) of these graphs.

- (5) The same experiment was repeated by gradually enlarging the side length of the cube 1. The cube 2 then started to move when the side length of cube 1 reached to $r_1 = R_1$. Assume that the uplift force acting on the cube 2 can be neglected and that the cube 2 starts to move when the horizontal fluid force, F , exceeds the static friction force between the cube 2 and the bed of the pipe. Assume also that the static friction force is always proportional to the normal force acting on the cube 2 and the static friction coefficient is always constant in the following questions.
 - a) Keep this cube 1 ($r_1 = R_1$) floated in the left side tank, return to the initial state, and now the side length of the cube 2, r_2 , was doubled. When the valve was rapidly opened under this condition, explain how many times larger the following quantities will be: the drag force; the inertia force and the static friction force. Then judge whether the cube 2 moves or not under this condition. Here, assume that the density of these two cubes do not change and the doubled r_2 does not affect the drag and the inertia coefficients and the fluid velocity in the pipe.
 - b) Return to the initial state of (5). This time, r_2 was doubled as was (5) a) and then the length of the pipe, L , was shortened to a half of its original length. Under this condition, the valve was rapidly opened. Judge whether the cube 2 starts to move or not and explain the reasons.

Question 2

Answer the following questions on water related disasters.

- (1) Write appropriate words in 【1】 【2】 【4】 【5】 and an appropriate sentence in 【3】 to complete the text below. If you do not know proper names, you can write descriptive text instead.

“It is a national priority to protect national land as well as citizens’ lives, livelihoods, and property from natural disasters. The turning point for strengthening the disaster management system came into effect in response to the immense damage caused by 【1】 in 1959, and led to the enactment of 【2】 in 1961, which formulates a comprehensive and strategic disaster management system.”

“Japan is prone to a variety of water and wind-related disasters including flooding, landslides, tidal waves and storm hazards, owing to meteorological conditions such as typhoons and active weather-front systems and geographical conditions such as 【3】 , as well as settlement conditions in which many of cities are built on river plains. One-half of the population is concentrated in possible inundation areas, which account for about 10% of the national land.”

“In order to reduce damage caused by severe weather disasters, structural measures such as 【4】 and non-structural measures such as 【5】 must be promoted in an integral manner.”

Reference: “Disaster Management in Japan”, Cabinet Office, Government of Japan, 2015.
http://www.bousai.go.jp/1info/pdf/saigaipamphlet_je.pdf

- (2) After the 2011 Tohoku Earthquake, the Japanese government has classified tsunami hazards into two major categories; L1 and L2. Explain the difference of L1 and L2, including the difference of disaster countermeasures within 7 lines.
- (3) The idea “design high-water level should be planned as low as possible” is a basic principle of Japanese river management. Explain why this basic principle has been adopted within 7 lines.

- (4) Below is an abstract of the paper "American and Dutch Coastal Engineering: Differences in Risk Conception and Differences in Technological Culture" by Dr. Wiebe E. Bijker in 2007. Read the following paragraphs and then explain in 20 lines, which flood protection standard is suitable for Tokyo; American or Dutch.

"How is it possible that the USA failed to keep New Orleans dry, when large parts of the Netherlands can exist below sea level? This question, with all its implicit rhetoric about the big and mighty Americans and the small and weak Dutch, generated a flock of American expeditions to the Netherlands in the aftermath of the flooding of New Orleans by hurricanes Katrina and Rita in 2005. The big US television networks, channels such as National Geographic, and political delegations, including the Louisiana governor and members of the US Congress, visited the Netherlands within a few months after the flooding, and all parties returned with spirited reports of how the Americans could learn from the Dutch. Does this suggest that the US Army Corps of Engineers is less able than the Rijkswaterstaat engineers in the Netherlands? I will argue that something else is going on: that the difference is not one of expertise and competence.

In this paper I compare the styles of US and Dutch coastal engineering, and argue that they express different conceptions of risk management in relation to flooding. These differences can, perhaps, be explained by reference to the wider technological cultures of both countries, rather than to the specific engineering cultures. The core of my analysis, however, is aimed at the styles of coastal engineering. In this paper I am not interested in blaming artefacts or humans - levees/dikes and warning systems - or politicians or engineers involved in their design or maintenance. My conjecture is that even had everyone and everything functioned effectively, the historical style of American coastal engineering would encourage accepting the kind of flooding that occurred after Katrina."

Difference between America and Netherlands is written in the main text as follows:

"The key phrase in the USA is 'flood hazard mitigation', and the key ideas in this discourse are 'prediction' and 'insurance', which suggest that the very fact of flooding is accepted. The risk criterion that is used in designing levees and other coastal defense structures in the USA is a 1:100 chance, or a 'hundred year flood'. This criterion is a technical norm, carrying important professional 'weight' among coastal engineers, but it carries no legal authority.

How different is the practice in the Netherlands. The water should be kept out. In the Deltaplan law, the criterion of 1:10,000 was specified: not merely as a technical norm, but as an obligation embedded in the 'Delta Law', unanimously approved by parliament. The 1:10,000 criterion specifies that levees in central Holland have to be designed 'for a surge level and wave condition occurring with a 1:10,000 probability'. Under these conditions, the defense system should not fail."

Reference: American and Dutch Coastal Engineering: Differences in Risk Conception and Differences in Technological Culture, Wiebe E. Bijker, Social Studies of Science, 37, pp. 143-151, 2007. (<http://www.jstor.org/stable/25474506>)

専門学術 A

第1問

次の各問いに関して答えよ。

(1) 企業の費用関数に関して、次の各問いに答えよ。

- a) 短期費用関数と長期費用関数との違いについて2行程度で述べよ。
- b) 産出物が1つの場合、図1のように短期平均費用曲線はU字型をすることが多い。
この理由を3行程度で答えよ。必要に応じて図を用いてかまわない。
- c) 産出物が1つの場合、図1のように短期限界費用曲線は、短期平均費用曲線の最も低い点において短期平均費用曲線と交差する。この理由を5行程度で述べよ。

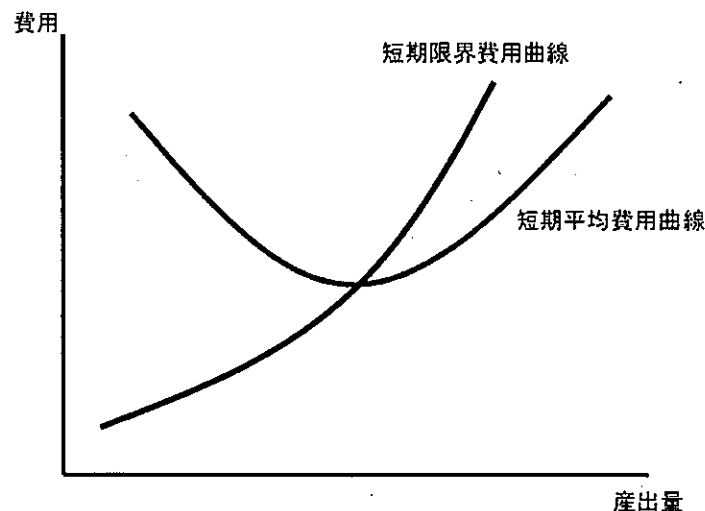


図1 短期平均費用曲線と短期限界費用曲線

- (2) 個人 n の効用関数を $u(x_1, x_2) = 2\sqrt{x_1} + x_2$ とする。ただし、 x_1 と x_2 は財1と2の消費量をそれぞれ表す。また、財1と2の価格と個人 n の所得水準をそれぞれ p_1 、 p_2 、 I_n とする。プロジェクト X の実施によって、財の価格および所得水準の組み合わせが、 $(p_1^\alpha, p_2^\alpha, I_n^\alpha) = (2, 1, 3)$ から $(p_1^\beta, p_2^\beta, I_n^\beta) = (1, 1, 4)$ に変化するとき、次の各問いに答えよ。ただし、 α と β はプロジェクト X を実施しないときとするときとをそれぞれ表す。
- a) プロジェクト X を実施するとき(β)に、効用最大化行動によって個人 n の得

られる効用水準を求めよ。

- b) a)で得られた効用水準を、プロジェクト x を実施しないとき (α) の価格水準のもとで得るのに必要な最小所得水準を求めよ。
- c) b)で得られた所得水準とプロジェクト x を実施しないとき (α) の所得水準との差は等価変分と呼ばれている。プロジェクト x による個人 n の等価変分を求めよ。
- d) 財1の価格を p_1 、財2の価格を1とすると、個人 n の財1の需要関数を求めよ。
- e) d)で得られた財1の需要関数を用いて、プロジェクト x によって生じる個人 n の便益を消費者余剰法により計算し、その結果がc)で求められた等価変分と一致することを示せ。

第2問

次の各問いに関して答えよ。

(1) 標高を計測する次の a) から d) の手法について、その原理をそれぞれ 3 行程度で解説せよ。必要に応じて図を用いてよい。

- a) 地上測量
- b) 航空機レーザー測量
- c) 航空機写真測量
- d) 衛星リモートセンシング干渉 SAR

(2) 図 2 は、航空機に搭載した可視センサとレーダーから、水平面に直立する建築物 AB を観測した時の、可視画像とレーダー画像における幾何学的関係を示している。以下の問いに答えよ。

- a) 建築物 AB の可視画像とレーダー画像は、どのような幾何学的特性を持つか。航空機の視線方向との関係がわかるように、それぞれ簡便に図示せよ。
- b) なぜこのような幾何学的特性の異なる画像が得られるのか。撮像原理の違いに着目して 3 行程度で答えよ。
- c) 可視画像の幾何学的ゆがみを補正するにはどうしたらよいか。3 行程度で答えよ。
- d) レーダー観測から HH、HV 偏波情報が得られる時、どのような特徴を有する画像が得られるか。3 行程度で答えよ。なお、偏波情報において H は水平方向、V は鉛直方向を示す。

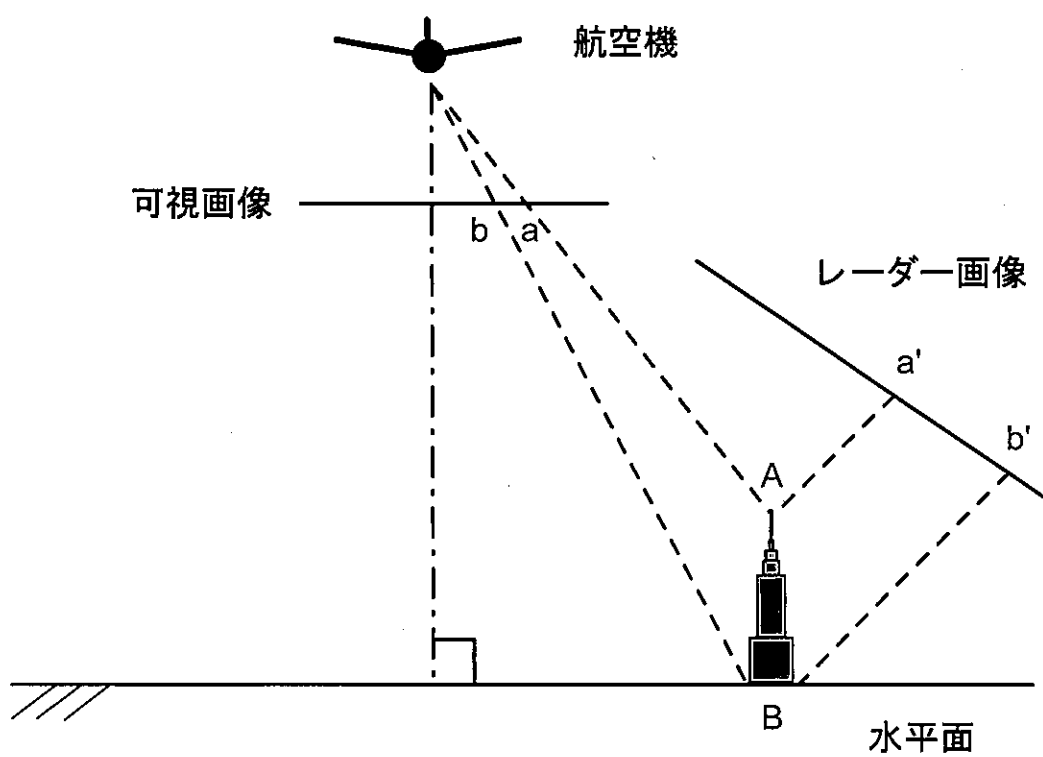


図2 航空機から観測した可視画像とレーダー画像の幾何学的関係

専門学術 A

第1問

次の各問いに関して答えよ。

- (1) 鉄筋コンクリート梁の曲げ耐力とせん断耐力の予測は、一般にせん断耐力の方が精度が低い。それぞれの耐力算定方法を図を用いて2行程度ずつで示したうえで、精度が低い理由を、2行程度で説明せよ。
- (2) 主鉄筋の降伏が先行する曲げ破壊が生じる鉄筋コンクリート梁において、部材端部を除いて主鉄筋とコンクリートの付着が消失した場合、付着がある場合と比較して、載荷時の梁の荷重変位関係がどのように変化するか図示し、4行程度で説明せよ。
- (3) 鉄筋コンクリートに過度に鉄筋を配置すると安全性を損なう場合がある。どのような場合か、理由とともに3行程度で説明せよ。
- (4) 道路橋梁と鉄道橋梁では、荷重は鉄道橋梁の方が大きいが、疲労損傷に対する維持管理は道路橋梁に比べ容易である。必要な場合は図を用いて、その理由を3行程度で説明せよ。
- (5) 鉄筋コンクリートに生じるひび割れは、耐久性の観点から設計上、制限されている。しかし実際にはひび割れが生じても大きな問題にならない場合がある。その例をひとつ挙げ、3行程度で説明せよ。

第2問

(1) 次の各問いにそれぞれ3～5行程度で答えよ。必要に応じて図示してもよい。

- a) 東京や大阪など主要都市では、1920～60年代にかけて地下水の汲み上げにより広域的な地盤沈下がおきた。どのようなメカニズムで沈下が起きるのか説明せよ。
- b) 軟弱粘土地盤上に構造物を建設する際、i) 沈下量を抑制する、ii) 圧密に要する時間を短縮する、ために有効と考えられる方法とその原理をそれぞれ述べよ。
- c) ダイレイタンシーとは何か説明し、ゆるく詰めた砂、密に締まった砂、正規圧密粘土、過圧密粘土の、排水せん断挙動におけるダイレイタンシー特性をそれぞれ説明せよ。

(2) 粘土と砂の違いを、以下の観点について括弧内のキーワードを用いて3～5行程度で説明せよ。

- a) 物理特性（粒径、コンシステンシー、間隙比）
- b) 圧密特性（透水性、圧縮性、正規圧密、過圧密）

(3) 海底地盤中のトンネルの換気塔建設のため、海底の一樣な砂地盤（間隙比 $e=1.0$ 、土粒子の密度 $\rho_s=2.8 \text{ g/cm}^3$ 、水の密度 $\rho_w=1.0 \text{ g/cm}^3$ ）内に、円筒状に矢板を打設し内部を掘削する。矢板内部の水は汲み上げて掘削作業し掘削面 A の位置に地下水位がある。領域①の底面 B における間隙水圧は、周囲の地盤（領域②）内の矢板先端位置の静水圧に一致しているとする。これについて以下の問いに答えよ。

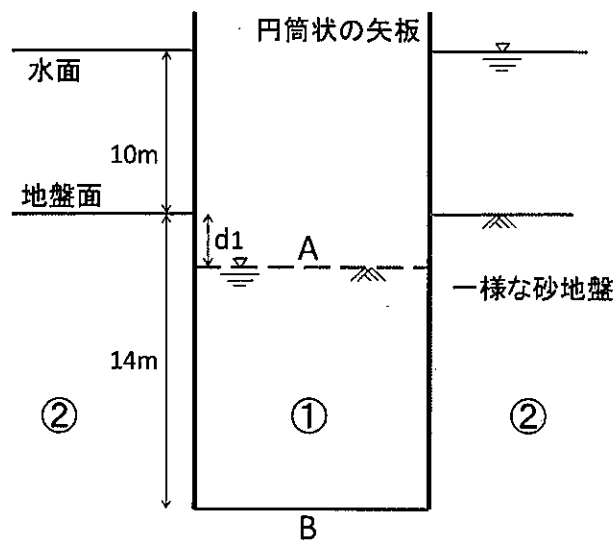


図 1

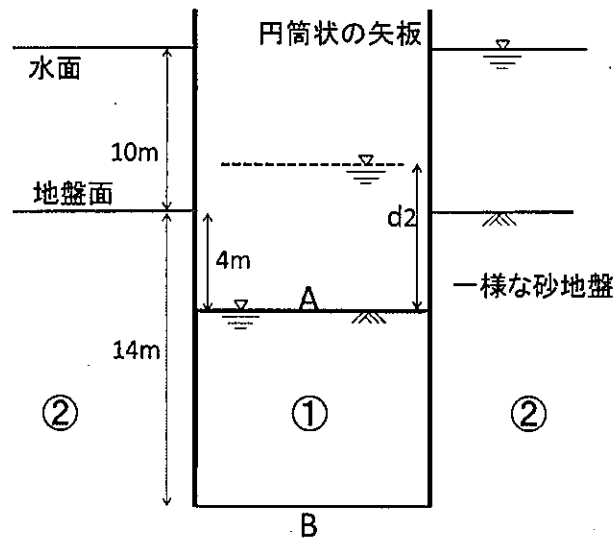


図 2

- a) 矢板の根入れを 14m としたところ、地盤面より d_1 (m) 掘削した時点 (図 1) で領域①において上向きの透水により不安定となった。このときの領域①内の動水勾配と d_1 (m) を求めよ。
- b) a)において領域①が不安定となったので、緊急措置として矢板内に水を供給し、図 2 に示すように 4m まで掘削した。どれだけの水深 d_2 (m) になるまで水を注入すると領域①は安定するのか答えよ。

Specialty A

Question 1

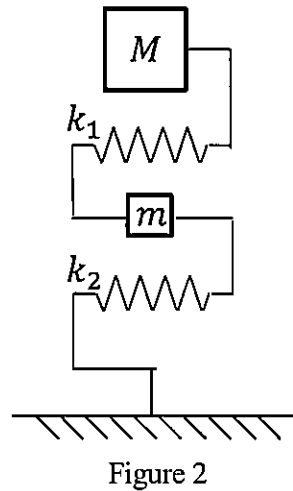
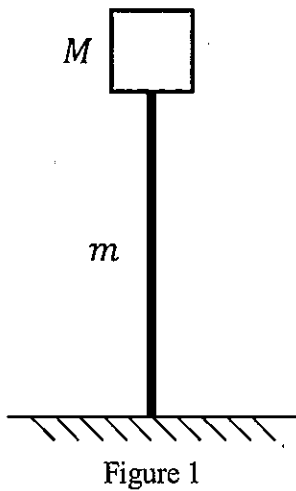
Consider a horizontal beam. The elastic modulus (Young's modulus), the second moment of area, and the span of the beam are denoted by E , I , and L , respectively.

- (1) Suppose that the beam is subjected to uniformly distributed vertical load, p . Write a differential equation for the vertical deflection of the beam, w . We take the x -axis along the beam, and w is a function of x ; the left and right ends are $x = 0$ and $x = L$, respectively.
- (2) Write the boundary conditions when the beam is simply supported.
- (3) When the beam ends are fixed, w at the center ($x=L/2$) becomes smaller compared with the case when the beam is simply supported.
 - a) Write the boundary conditions when the beam ends are fixed.
 - b) The shear force that acts at the beam ends does not change if the boundary conditions are changed from the simple support to the fixed end; the shear force is $pL/2$. Explain the reason for the same shear force briefly.
 - c) The bending moment that acts at the beam ends changes if the boundary conditions are changed from the simple support to the fixed end. Explain briefly the reason that w at the center becomes smaller when the beam ends are fixed, knowing that the bending moment changes.

Question 2

A structure with a mass of $M[\text{kg}]$ attached to the top of a tower with the mass of $m[\text{kg}]$ shown in Figure 1, is modeled as a two-degree-of-freedom system as shown in Figure 2. Here, $k_1[\text{N/m}]$ and $k_2[\text{N/m}]$ are spring constants.

- (1) Obtain the equation of motion of this system. $x_1[\text{m}]$ and $x_2[\text{m}]$ are the horizontal displacement of mass M and m , respectively. $f_1[\text{N}]$ and $f_2[\text{N}]$ are the horizontal forces acting on mass M and m , respectively.
- (2) When $M = 3m$ and $k_2 = 3k_1$, show all the eigenfrequencies and mode shapes of this system.
- (3) The behavior of the system shown in Figure 2 may differ from the original structure shown in Figure 1. Describe two limitations of the simplified model.



Specialty A

Question 1

Read the following paragraphs on management of a road construction project in an urban area and answer questions on the underlined parts.

This is a project which constructs a 4-lanes road infrastructure including a temporary support for existing buildings and a relocation of underground lifelines. At its approval, this project was planned to be performed as a model project utilizing Information and Communication Technology (ICT) and 3-dimensional data model in order to promote construction productivity.

At its start, the project owner hired a project manager for the whole project①. And the project manager made contracts with a design firm, a construction company and a maintenance company② concurrently, so as to put know-hows in a construction stage and a maintenance stage into a design.

At its design stage, the project manager consulted the design with stakeholders of the project, assessed risks③ which were predicted to occur during the project and conducted Value Engineering (VE)④, so as to make the project within a budget and a planned construction period which were stated at its approval.

At its construction stage, a three-dimensional virtual model developed in the design stage was renewed to a definite model⑤ based on measured quality and the amount of work done at the site. The project manager examined bills submitted according to the amount of work done, and the construction company was paid its necessary expenses⑥.

The designer, the constructor and the maintenance manager always shared information of the project and collaborated with each other having a common goal to complete the project successfully.

- (1) Regarding the underlined part ①, explain the requirements to be considered in the selection of the project manager and their reasons in about 5 lines.
- (2) Regarding the underlined part ②, explain an appropriate selection method for the construction company and its reason in about 3 lines.
- (3) Regarding the underlined part ③, explain risk responses, that is, avoidance, mitigation and acceptance, using a concrete example in about 3 lines each.
- (4) Regarding the underlined part ④, explain what is Value Engineering in about 3 lines.
- (5) Regarding the underlined part ⑤, explain how to utilize the definite model effectively in the project in about 3 lines.
- (6) Regarding the underlined part ⑥, explain issues to be considered in the contract with the construction company to make such a payment in about 5 lines.

Question 2

Answer the following questions regarding the recent situation of infrastructure development in Asian developing countries:

- (1) In addition to Official Development Assistance (ODA), private participation has been increasing in infrastructure development in Asian developing countries. Answer the following questions:
 - a) Explain the benefits of private participation for developing countries, comparing to ODA, in about 5 lines.
 - b) Japan has been one of the major donors of ODA in Asia. Explain why the amount of Japan's ODA has recently been decreasing, in about 3 lines.
- (2) With ample funds from the Japanese private sector and ODA, Japanese private companies are expected to actively participate in infrastructure development business in developing countries. Explain possible ODA measures to encourage Japanese private companies to engage in infrastructure development, in about 5 lines.
- (3) Japanese companies and the government are expected to produce innovative products and services in future international projects; a good example is the "Cool Japan" strategy of the government. Explain the role of innovation in this context, in about 4 lines.

Specialty A

Question 1

Answer the following questions.

- (1) The accuracy of the prediction of shear capacity of reinforced concrete (RC) beam is generally lower than that of the flexural capacity. First, explain the calculation method of the predicting capacity briefly with illustrations in about 3 lines, respectively. Then, explain the reason for the lower accuracy in about 3 lines.
- (2) Consider a flexural failure of RC beam with the yielding of main bar. When the bond between concrete and the main bar is lost except the anchorage zone, how does the load-displacement curve change compared to the sound one? Draw the load-displacement curves and explain the difference in about 6 lines.
- (3) If the reinforcement bars are placed too much in RC, its safety reduces in some cases. Give examples explaining reasons in about 5 lines.
- (4) In general, railway bridges are exposed to the larger load than the road bridges. In terms of the maintenance against fatigue, however, maintenance of the railway bridges is easier. Explain the reason in about 5 lines. Use illustrations, if needed.
- (5) For the durability of RC, allowable crack width is specified in design. In some cases, however, cracks do not cause serious problems. Give an example explaining the reason in about 4 lines.

Question 2

- (1) Answer the following questions in 3 to 6 lines, respectively. You can use illustrations if necessary.
- a) In Japanese urban cities, including Tokyo and Osaka, large scale ground settlement had occurred from 1920s to 1960s due to pumping of ground water. Explain the mechanism by which the settlement developed.
 - b) Suppose a structure is constructed on a soft clay ground. Describe effective methods and their principles in order to i) reduce the amount of ground settlement and ii) shorten the time period for the consolidation, respectively.
 - c) Describe what is "dilatancy". Explain dilatancy characteristics of loose sand, dense sand, normally consolidated clay and over consolidated clay in drained shear behavior, respectively.
- (2) Explain briefly, in 3 to 6 lines, the difference between clay and sand, with respect to the following aspects, using keywords indicated in parentheses.
- a) Physical properties (grain size, consistency, void ratio)
 - b) Consolidation characteristics (permeability, compressibility, normal consolidation, over-consolidation)

- (3) For construction of a ventilation tower of an undersea tunnel, sheet piles were driven into the sea bed in cylindrical shape. The sea bed consisted of uniform sandy soil (void ratio, $e=1.0$, density of sand grain, $\rho_s=2.8 \text{ g/cm}^3$, density of water, $\rho_w=1.0 \text{ g/cm}^3$). Ground inside the cylindrical area surrounded by the sheet piles was excavated. The water inside was pumped during the excavation. Suppose the ground water level inside was at the excavated ground surface (level A). Pore water pressure at the bottom of area ① (level B) was the same as the static water pressure at the tip of sheet pile at area ②. Answer the following questions.

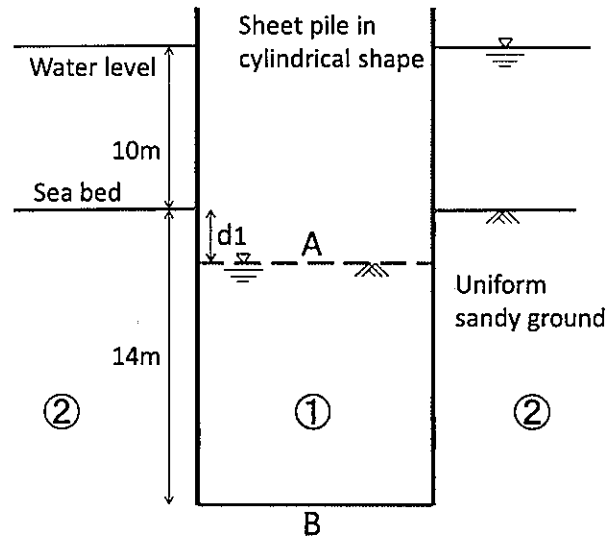


Figure 1

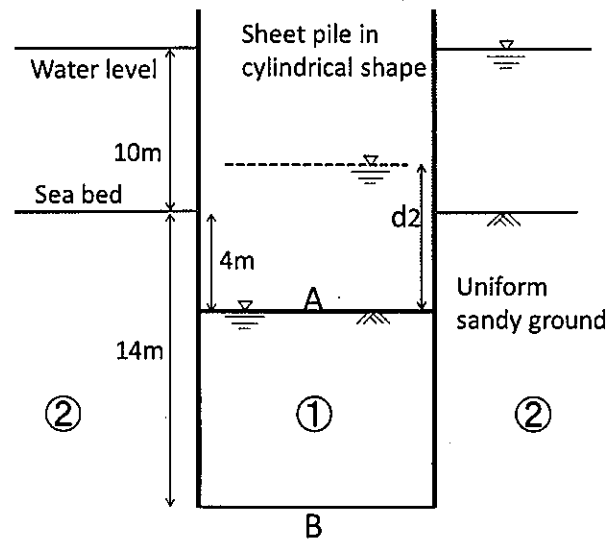


Figure 2

- Suppose the penetration depth of the sheet pile was 14 (m) as shown in Figure 1. At the moment the excavation level reached d_1 (m), area ① became unstable due to upward seepage flow. Calculate hydraulic gradient of area ① and d_1 (m).
- At the state of a), as an urgent countermeasure to stabilize area ①, water was put inside. Then the excavation was continued to 4m below the sea bed as shown in Figure 2. Calculate the water level, d_2 (m), required for stabilizing area ①.

専門学術 A

第1問

次の各問いに関して答えよ。

- (1) 鉄筋コンクリート梁の曲げ耐力とせん断耐力の予測は、一般にせん断耐力の方が精度が低い。それぞれの耐力算定方法を図を用いて2行程度ずつで示したうえで、精度が低い理由を、2行程度で説明せよ。
- (2) 主鉄筋の降伏が先行する曲げ破壊が生じる鉄筋コンクリート梁において、部材端部を除いて主鉄筋とコンクリートの付着が消失した場合、付着がある場合と比較して、載荷時の梁の荷重変位関係がどのように変化するか図示し、4行程度で説明せよ。
- (3) 鉄筋コンクリートに過度に鉄筋を配置すると安全性を損なう場合がある。どのような場合か、理由とともに3行程度で説明せよ。
- (4) 道路橋梁と鉄道橋梁では、荷重は鉄道橋梁の方が大きい、疲労損傷に対する維持管理は道路橋梁に比べ容易である。必要な場合は図を用いて、その理由を3行程度で説明せよ。
- (5) 鉄筋コンクリートに生じるひび割れは、耐久性の観点から設計上、制限されている。しかし実際にはひび割れが生じても大きな問題にならない場合がある。その例をひとつ挙げ、3行程度で説明せよ。

第2問

(1) 次の各問いにそれぞれ3～5行程度で答えよ。必要に応じて図示してもよい。

- a) 東京や大阪など主要都市では、1920～60年代にかけて地下水の汲み上げにより広域的な地盤沈下がおきた。どのようなメカニズムで沈下が起きるのか説明せよ。
- b) 軟弱粘土地盤上に構造物を建設する際、i) 沈下量を抑制する、ii) 圧密に要する時間を短縮する、ために有効と考えられる方法とその原理をそれぞれ述べよ。
- c) ダイレイタンシーとは何か説明し、ゆるく詰めた砂、密に締まった砂、正規圧密粘土、過圧密粘土の、排水せん断挙動におけるダイレイタンシー特性をそれぞれ説明せよ。

(2) 粘土と砂の違いを、以下の観点について括弧内のキーワードを用いて3～5行程度で説明せよ。

- a) 物理特性（粒径、コンシステンシー、間隙比）
- b) 圧密特性（透水性、圧縮性、正規圧密、過圧密）

(3) 海底地盤中のトンネルの換気塔建設のため、海底の様な砂地盤（間隙比 $e=1.0$ 、土粒子の密度 $\rho_s=2.8 \text{ g/cm}^3$ 、水の密度 $\rho_w=1.0 \text{ g/cm}^3$ ）内に、円筒状に矢板を打設し内部を掘削する。矢板内部の水は汲み上げて掘削作業し掘削面 A の位置に地下水位がある。領域①の底面 B における間隙水圧は、周囲の地盤（領域②）内の矢板先端位置の静水圧に一致しているとする。これについて以下の問いに答えよ。

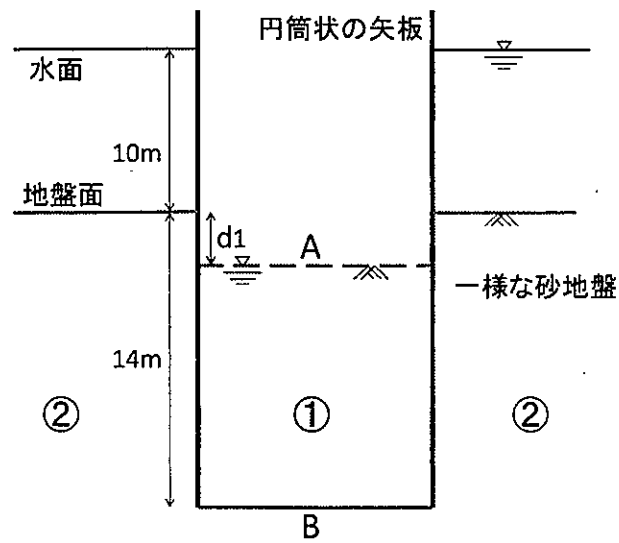


図 1

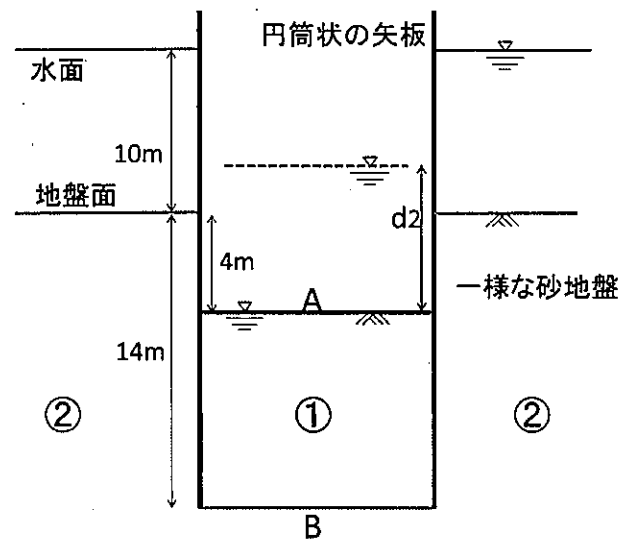


図 2

- a) 矢板の根入りを 14m としたところ、地盤面より d_1 (m) 掘削した時点 (図 1) で領域①において上向きの透水により不安定となった。このときの領域①内の動水勾配と d_1 (m) を求めよ。
- b) a)において領域①が不安定となったので、緊急措置として矢板内に水を供給し、図 2 に示すように 4m まで掘削した。どれだけの水深 d_2 (m) になるまで水を注入すると領域①は安定するのか答えよ。

Specialty A

Question 1

Assuming that there are two routes (route 1 and route 2) from point O to point D and the traffic volume in one direction is in total 10,000 veh/hr as illustrated in Figure 1, answer the following questions.

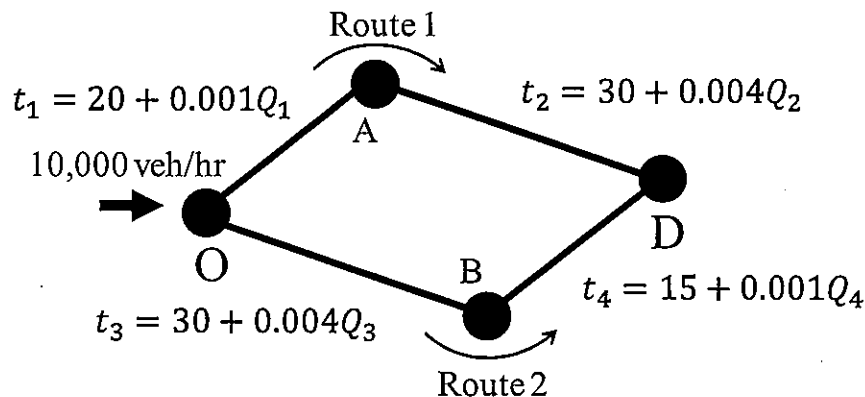


Figure 1 Setting of the transportation network

- (1) Explain Wardrop's first principle in traffic assignment in about three lines.
- (2) If the relationships between each link's traffic volume in one direction Q [veh/hr] and its travel time t [min] are as illustrated in Fig. 1, calculate the traffic volume of the route 1 in one direction according to Wardrop's first principle.
- (3) Because of severe traffic congestion, a new one-way link was constructed from the node A to B. Explain in about three lines what phenomenon will be observed after that.
- (4) Instead of constructing a new link, the traffic flow in the route 2 is now controlled by road pricing. Assuming the total traffic volume of 10,000 veh/hr is constant, calculate the amount charged to the traffic in the route 2 so as to control the traffic flow in the route 2 as 2,000 veh/hr. Here, the value of time is defined as 2,400 yen/hr.
- (5) Read the following paragraph about road pricing and judge whether each of the underlined descriptions (a) – (f) is True or False.

Road pricing usually has two kinds of charging principles: charging on a particular road and charging in a fixed area in a city. With regard to the former principle, we can expect (a)more congestion reduction in general when pricing on uncongested road rather than pricing on congested road. In Tokyo metropolitan area, (b)route-based pricing service was started due to the enhancement of alternative routes as a result of ring roads development. In the future, dynamic optimization of traffic assignment would be possible by utilizing ETC2.0 such as (c)toll discount in detour routes. With regards to the latter principle, there are mainly two methods of charging; (d)toll-ring method to charge vehicles that are crossing borderlines around a city center and (e)area-wide method to charge vehicles that are running inside an area of a city. Charging amount can be flat whole day or can be changed based on peak/off-peak hours. In London, congestion charge with (f)toll-ring method was introduced to improve environment and reduce congestion in the city center.

Question 2

Answer the following questions.

- (1) The German word "Landschaft" originally means a state of local lands organized by human activities; and it implies a region distinguished from the peripheral area by the characteristics of its appearance.
 - a) In General, characteristics of a region's appearance are given by the lifestyle of inhabitants, patterns of space or topography, common land use and so on. Give a concrete example of "Landschaft" in seven lines specifying the characteristics of its appearance.
 - b) Only controlling land use by zoning is not sufficient for preserving "Landschaft". Show the reason in seven lines.
- (2) Figure 2 shows the streetscape of Ginza Street (27 m width), the main street of Ginza Brick Town completed in 1877, Tokyo. Figure 3 shows the topographical map of the area around Ginza Brick Town in 1909.
 - a) Ginza Street is the first modern style street in Japan. Give three features of space or furniture which show it's a modern style street by referring to Figure 2. Explain each of them in one line.
 - b) The street network of Ginza Brick Town was planned systematically as shown in Figure 3. The width of streets was categorized into 27 m, 18 m, 14.4 m and 5.4 m, and eaves height of buildings along the streets were restricted depending on the streets' width as shown in Table 1. Discuss in 10 lines what kind of impressions each category of the streets gives us, by using the Maertens's law and relation between sensation of being surrounded and angles of elevation.



Figure 2 Ginza street (completed in 1877)

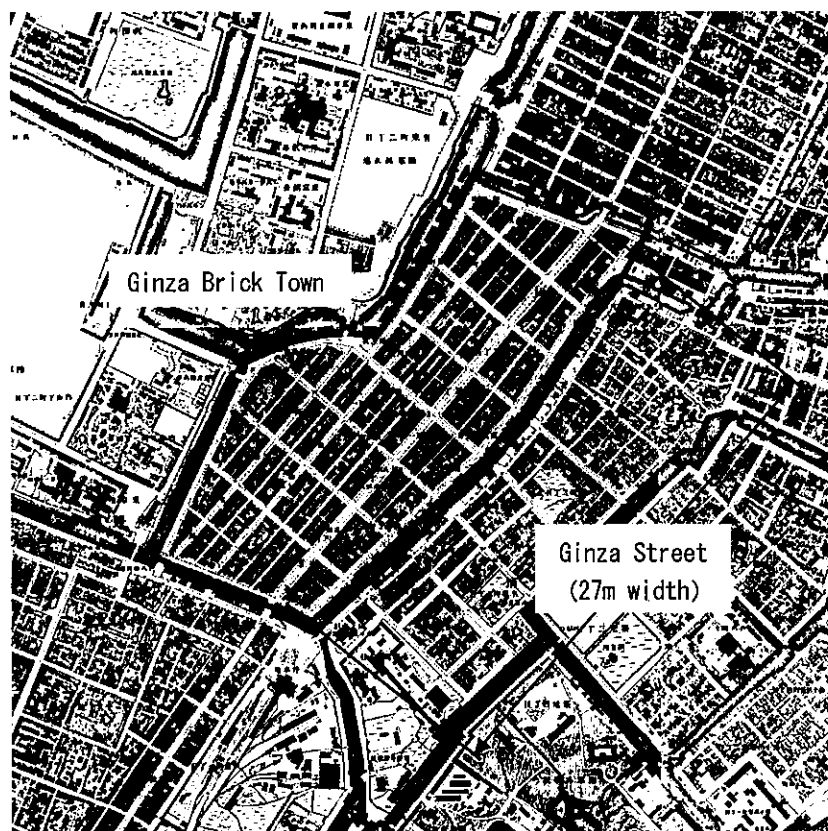


Figure 3 Topographical map of the area around Ginza Brick Town in 1909

Table 1 Street width and restriction of eaves height in Ginza Brick Town

Street width (D)	Restriction of eaves height (H)	D : H	Angle of elevation (arctan H/D)
27 m	9 m	3 : 1	approx. 18°
18 m	9 m	2 : 1	approx. 27°
14.4 m	7.5 m	1.9 : 1 ($\approx 2 : 1$)	approx. 27°
5.4 m	6 m	0.9 : 1 ($\approx 1 : 1$)	approx. 45°

Specialty A

Question 1

Answer the following questions.

- (1) The accuracy of the prediction of shear capacity of reinforced concrete (RC) beam is generally lower than that of the flexural capacity. First, explain the calculation method of the predicting capacity briefly with illustrations in about 3 lines, respectively. Then, explain the reason for the lower accuracy in about 3 lines.
- (2) Consider a flexural failure of RC beam with the yielding of main bar. When the bond between concrete and the main bar is lost except the anchorage zone, how does the load-displacement curve change compared to the sound one? Draw the load-displacement curves and explain the difference in about 6 lines.
- (3) If the reinforcement bars are placed too much in RC, its safety reduces in some cases. Give examples explaining reasons in about 5 lines.
- (4) In general, railway bridges are exposed to the larger load than the road bridges. In terms of the maintenance against fatigue, however, maintenance of the railway bridges is easier. Explain the reason in about 5 lines. Use illustrations, if needed.
- (5) For the durability of RC, allowable crack width is specified in design. In some cases, however, cracks do not cause serious problems. Give an example explaining the reason in about 4 lines.

Question 2

- (1) Answer the following questions in 3 to 6 lines, respectively. You can use illustrations if necessary.
- a) In Japanese urban cities, including Tokyo and Osaka, large scale ground settlement had occurred from 1920s to 1960s due to pumping of ground water. Explain the mechanism by which the settlement developed.
 - b) Suppose a structure is constructed on a soft clay ground. Describe effective methods and their principles in order to i) reduce the amount of ground settlement and ii) shorten the time period for the consolidation, respectively.
 - c) Describe what is "dilatancy". Explain dilatancy characteristics of loose sand, dense sand, normally consolidated clay and over consolidated clay in drained shear behavior, respectively.
- (2) Explain briefly, in 3 to 6 lines, the difference between clay and sand, with respect to the following aspects, using keywords indicated in parentheses.
- a) Physical properties (grain size, consistency, void ratio)
 - b) Consolidation characteristics (permeability, compressibility, normal consolidation, over-consolidation)

- (3) For construction of a ventilation tower of an undersea tunnel, sheet piles were driven into the sea bed in cylindrical shape. The sea bed consisted of uniform sandy soil (void ratio, $e=1.0$, density of sand grain, $\rho_s=2.8 \text{ g/cm}^3$, density of water, $\rho_w=1.0 \text{ g/cm}^3$). Ground inside the cylindrical area surrounded by the sheet piles was excavated. The water inside was pumped during the excavation. Suppose the ground water level inside was at the excavated ground surface (level A). Pore water pressure at the bottom of area ① (level B) was the same as the static water pressure at the tip of sheet pile at area ②. Answer the following questions.

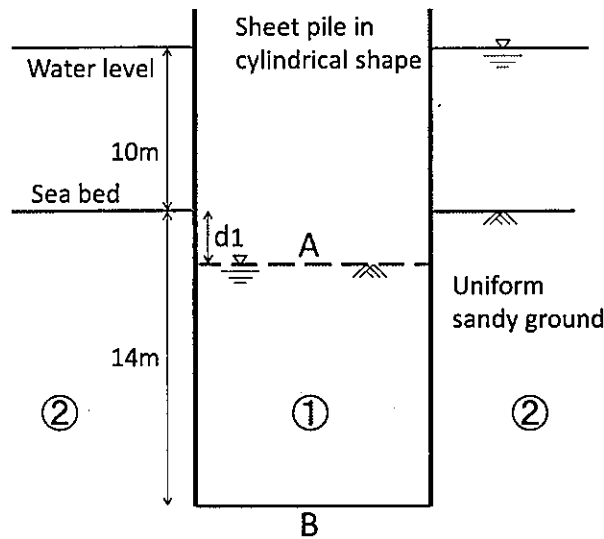


Figure 1

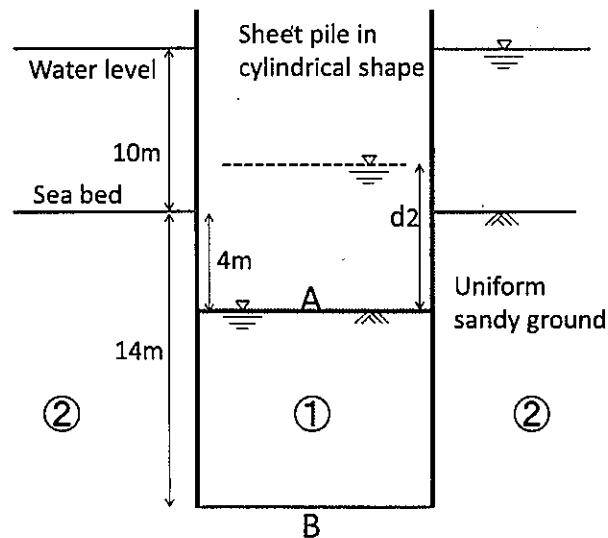


Figure 2

- Suppose the penetration depth of the sheet pile was 14 (m) as shown in Figure 1. At the moment the excavation level reached d_1 (m), area ① became unstable due to upward seepage flow. Calculate hydraulic gradient of area ① and d_1 (m).
- At the state of a), as an urgent countermeasure to stabilize area ①, water was put inside. Then the excavation was continued to 4m below the sea bed as shown in Figure 2. Calculate the water level, d_2 (m), required for stabilizing area ①.

Specialty A

Question 1

Answer the following questions.

- (1) The accuracy of the prediction of shear capacity of reinforced concrete (RC) beam is generally lower than that of the flexural capacity. First, explain the calculation method of the predicting capacity briefly with illustrations in about 3 lines, respectively. Then, explain the reason for the lower accuracy in about 3 lines.
- (2) Consider a flexural failure of RC beam with the yielding of main bar. When the bond between concrete and the main bar is lost except the anchorage zone, how does the load-displacement curve change compared to the sound one? Draw the load-displacement curves and explain the difference in about 6 lines.
- (3) If the reinforcement bars are placed too much in RC, its safety reduces in some cases. Give examples explaining reasons in about 5 lines.
- (4) In general, railway bridges are exposed to the larger load than the road bridges. In terms of the maintenance against fatigue, however, maintenance of the railway bridges is easier. Explain the reason in about 5 lines. Use illustrations, if needed.
- (5) For the durability of RC, allowable crack width is specified in design. In some cases, however, cracks do not cause serious problems. Give an example explaining the reason in about 4 lines.

Question 2

- (1) Answer the following questions in 3 to 6 lines, respectively. You can use illustrations if necessary.
- a) In Japanese urban cities, including Tokyo and Osaka, large scale ground settlement had occurred from 1920s to 1960s due to pumping of ground water. Explain the mechanism by which the settlement developed.
 - b) Suppose a structure is constructed on a soft clay ground. Describe effective methods and their principles in order to i) reduce the amount of ground settlement and ii) shorten the time period for the consolidation, respectively.
 - c) Describe what is “dilatancy”. Explain dilatancy characteristics of loose sand, dense sand, normally consolidated clay and over consolidated clay in drained shear behavior, respectively.
- (2) Explain briefly, in 3 to 6 lines, the difference between clay and sand, with respect to the following aspects, using keywords indicated in parentheses.
- a) Physical properties (grain size, consistency, void ratio)
 - b) Consolidation characteristics (permeability, compressibility, normal consolidation, over-consolidation)

- (3) For construction of a ventilation tower of an undersea tunnel, sheet piles were driven into the sea bed in cylindrical shape. The sea bed consisted of uniform sandy soil (void ratio, $e=1.0$, density of sand grain, $\rho_s=2.8 \text{ g/cm}^3$, density of water, $\rho_w=1.0 \text{ g/cm}^3$). Ground inside the cylindrical area surrounded by the sheet piles was excavated. The water inside was pumped during the excavation. Suppose the ground water level inside was at the excavated ground surface (level A). Pore water pressure at the bottom of area ① (level B) was the same as the static water pressure at the tip of sheet pile at area ②. Answer the following questions.

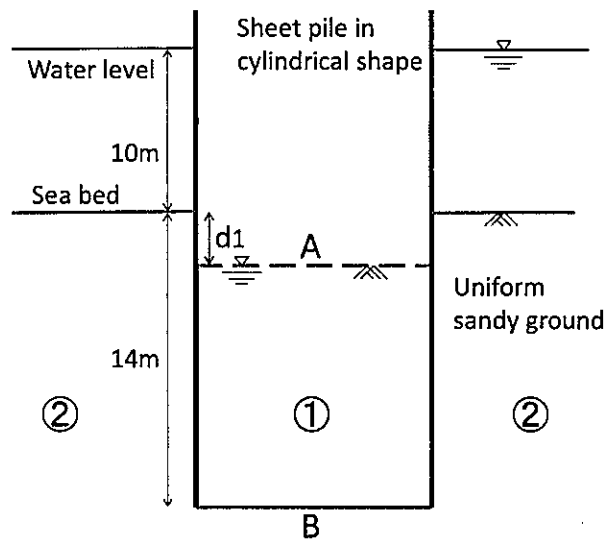


Figure 1

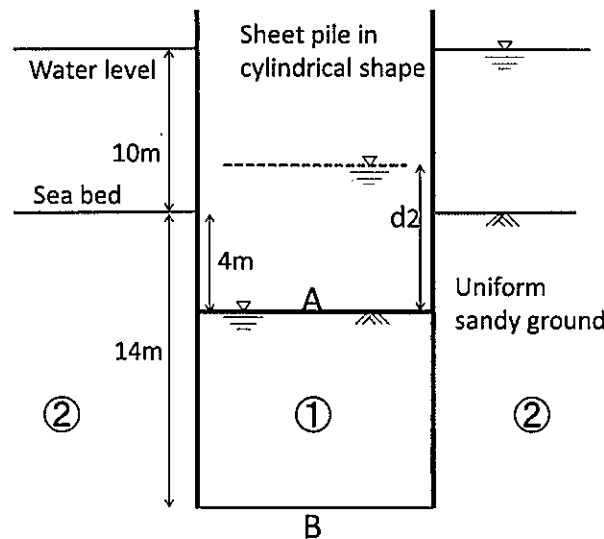


Figure 2

- Suppose the penetration depth of the sheet pile was 14 (m) as shown in Figure 1. At the moment the excavation level reached d_1 (m), area ① became unstable due to upward seepage flow. Calculate hydraulic gradient of area ① and d_1 (m).
- At the state of a), as an urgent countermeasure to stabilize area ①, water was put inside. Then the excavation was continued to 4m below the sea bed as shown in Figure 2. Calculate the water level, d_2 (m), required for stabilizing area ①.

専門学術 A

第1問

直方体で水平断面積 A の2つの同じ水槽を、長さ L 、断面積 s の水平管路で連結して密度 ρ_w の水を注いだ。両側の水槽の同じ高さまで水が満たされた状態で管路に設置したバルブを閉め、図の左側の水槽に密度 $\rho_l (< \rho_w)$ で、辺の長さが r_l の立方体1を浮かべた。この状態を初期状態とする(図1)。ここで、管路の中心線上の両端点をそれぞれ X 点および Y 点と呼び、 Y 点から右側の水槽の初期水面までの高さを H_w とする。さらに右側の水槽の初期水面高さからの水面変位を η (鉛直上向きを正)、管路内における一様水平流速を u 、重力加速度を g 、管路に沿った水平方向軸(図の右向きを正)を x とする。水槽の水深は十分に深く、立方体は常に浮かんだ状態であると仮定できるとき、以下の問いに答えよ。

- (1) 左側の水槽に浮かべた立方体1の喫水深 h および左側の水槽の水面位置の X 点からの高さを求めよ。
- (2) バルブをゆっくりと開放すると、右側水槽の水面がある高さとなって静止した。このときの水面高の初期水面からの変位 $\eta = \eta_0$ を求めよ。
- (3) 初期状態に戻しバルブを一気に開放したところ、水槽内の水面は振動を始めた。こ

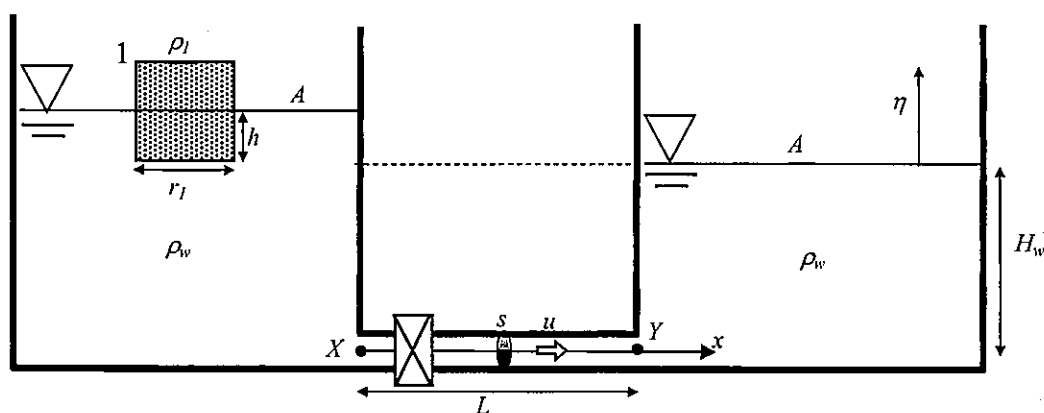


図1

ここで左側の水槽に浮かべた立方体 1 は水面と共に上下運動し、(1)で求めた喫水深は一定で変化しないものとする。

a) 右側の水槽の水面高さが η となった瞬間における X 点および Y 点における圧力 p_X および p_Y を求めよ。ただし大気圧 p_a を $p_a = 0$ とし、水槽の断面積 A は管路の断面積 s に比べて十分に大きく、管路接続点 X および Y を含む水槽内の流速は無視できるものとする。

b) 完全流体を仮定し、管路内における水平 x 軸上の任意の点における水平方向の運動方程式を、管路内の水平方向流速 u および圧力 p を用いて表せ。ここで、管路内外における損失水頭は全て無視できるものとする。

c) b)で求めた運動方程式を管路 XY 間で x 軸方向に積分し、水位変動 η と管路内流速 u との関係式を導け。

d) 完全流体の質量保存則を用いて水位変動 η と流速 u との関係式を導け。

e) c)および d)で求めた関係式を用いて流速 u を消去し、さらに $\xi = \eta - \eta_0$ として ξ の支配方程式を示せ。

f) バルブを開放した時間を $t=0$ とするとき、管路内の流速 u は次の式[1]で表されることを示し、このときの U_0 および ω の値(式)を求めよ。

$$u = U_0 \sin \omega t \quad [1]$$

g) この実験において、全ての長さの縮尺のみを 100 倍にした条件で新たに実験を行った。このとき、管路内での振動流の流速および周期はそれぞれ何倍になるか示せ。

(4) 次に上記の実験を初期状態((1)の状態)に戻し、水平管路中央部に辺の長さ r_2 、密度 $\rho_2 (> \rho_w)$ の立方体 2 を置いた。立方体 2 は管路の断面積に比べて十分に小さく、問題 (3) f)で求めた振動流 $u = U_0 \sin \omega t$ には影響を与えないものとする。このとき、この立方体 2 に作用する水平方向の流体力 F は次の式[2]で与えられる。

$$F = \rho_w C_D r_2^2 u |u| + \rho_w C_M r_2^3 \frac{\partial u}{\partial t} \quad [2]$$

ここで右辺第一項は抗力、第二項は慣性力を表わし、 C_D および C_M はそれぞれ抗力係数、慣性力係数である。振動流速を $u = U_0 \sin \omega t$ で表し、流速、抗力、慣性力の一周期間の時間変化をグラフで表せ。またそれぞれの値の極大・極小値は、グラフ中にその値(式)を記入すること。

- (5) 左側の水槽に浮かべた立方体 1 の辺の長さ r_1 を徐々に大きくしながら実験を繰り返したところ、 $r_1 = R_1$ にした時点で管路内の立方体 2 が動き始めた。ここで立方体 2 に作用する揚力は無視でき、立方体 2 と管路底面との静止摩擦力を流体力 F が上回ると立方体が動きはじめると仮定する。また静止摩擦力は底面から立方体 2 に作用する垂直抗力に比例し、静止摩擦係数は以下の問題において常に一定であると仮定してよい。
- a) この立方体 1 ($r_1 = R_1$) を浮かべたまま初期状態に戻し、今度は立方体 2 の辺の長さ r_2 を 2 倍に変えた条件でバルブを開放した。このとき、抗力、慣性力、静止摩擦力がそれぞれ何倍になるか説明せよ。またその結果として、立方体 2 が動くか否かを述べよ。ただし、立方体 1 や 2 の比重は一定のままで、式[2]の抗力係数や慣性力係数、管路内の流速は立方体 2 の大きさの影響を受けないものと仮定してよい。
- b) 次に(5)の初期状態に戻し、(5) a)と同様に r_2 を 2 倍に、またさらに管路の長さ L を 1/2 倍にしてからバルブを開放した。このとき、立方体 2 は動くか否かを述べ、その理由を説明せよ。

第2問

水災害に関連した以下の4つの問いに答えよ。

- (1) 以下の文章について、【1】【2】【4】【5】については適切な単語あるいは語句を、【3】については適切な説明文を書きなさい。固有名詞がわからない場合は、固有名詞に変わる説明文で代用しても構わない。

「自然災害から国土並びに国民の生命、身体及び財産を保護することは国の最重要課題です。甚大な被害をもたらした昭和34年の【1】を受けて、総合的かつ計画的な防災体制の整備を図るため、昭和36年に【2】が制定されました。」

「日本は、台風や前線活動等の気象条件、【3】等の地勢条件、都市の多くが沖積平野に位置し、国土の約10%の想定氾濫区域に人口の半分以上が集中しているといった社会条件が相まって、洪水、土砂災害、高潮、風害等が発生しやすい国土となっています。」

「風水害被害を軽減するためには、【4】等のハード対策と、【5】等のソフト対策を一体的に推進する必要があります。」

出典：「日本の災害対策」内閣府、2015年

http://www.bousai.go.jp/1info/pdf/saigaipamphlet_je.pdf

- (2) 2011年東北地方太平洋沖地震後、日本政府はL1・L2の2段階に基づく総合的な津波対策を基本方針として採用した。この場合のL1とL2の違いについて、対策についての考え方の違いも含め、5行程度で説明せよ。
- (3) 日本の河川管理においては、「計画高水位は、できるだけ低く設定するのが基本である」との基本原則がある。その理由を、5行程度で説明せよ。
- (4) 以下はWiebe E. Bijkerによる2007年の論文「American and Dutch Coastal Engineering:

Differences in Risk Conception and Differences in Technological Culture」の論文冒頭の要約文である。これを読んだ上で、東京はアメリカ流とオランダ流のどちらを採用すべきか、あなたの意見を15行程度で述べよ。

How is it possible that the USA failed to keep New Orleans dry, when large parts of the Netherlands can exist below sea level? This question, with all its implicit rhetoric about the big and mighty Americans and the small and weak Dutch, generated a flock of American expeditions to the Netherlands in the aftermath of the flooding of New Orleans by hurricanes Katrina and Rita in 2005. The big US television networks, channels such as National Geographic, and political delegations, including the Louisiana governor and members of the US Congress, visited the Netherlands within a few months after the flooding, and all parties returned with spirited reports of how the Americans could learn from the Dutch. Does this suggest that the US Army Corps of Engineers is less able than the Rijkswaterstaat engineers in the Netherlands? I will argue that something else is going on: that the difference is not one of expertise and competence.

In this paper I compare the styles of US and Dutch coastal engineering, and argue that they express different conceptions of risk management in relation to flooding. These differences can, perhaps, be explained by reference to the wider technological cultures of both countries, rather than to the specific engineering cultures. The core of my analysis, however, is aimed at the styles of coastal engineering. In this paper I am not interested in blaming artefacts or humans - levees/dikes and warning systems - or politicians or engineers involved in their design or maintenance. My conjecture is that even had everyone and everything functioned effectively, the historical style of American coastal engineering would encourage accepting the kind of flooding that occurred after Katrina.

ここでアメリカとオランダの違いについては、同論文中で以下のように書かれている。

The key phrase in the USA is 'flood hazard mitigation', and the key ideas in this discourse are 'prediction' and 'insurance', which suggest that the very fact of flooding is accepted. The risk criterion that is used in designing levees and other coastal defense structures in the USA is a 1:100 chance, or a 'hundred year flood'. This criterion is a technical norm, carrying important professional 'weight' among coastal engineers, but it carries no legal authority.

How different is the practice in the Netherlands. The water should be kept out. In the Deltaplan law, the criterion of 1:10,000 was specified: not merely as a technical norm, but as an obligation embedded in the 'Delta Law', unanimously approved by parliament. The 1:10,000 criterion specifies that levees in central Holland have to be designed 'for a surge level and wave condition occurring with a 1:10,000 probability'. Under these conditions, the defense system should not fail.

出典 : American and Dutch Coastal Engineering: Differences in Risk Conception and Differences in Technological Culture, Wiebe E. Bijker, Social Studies of Science, 37, pp. 143-151, 2007. (<http://www.jstor.org/stable/25474506>)

専門学術 A

第1問

図1に示すように、O地点からD地点を2本の道路（ルート1、ルート2）が結んでおり、両ルートをあわせて片道交通量 10,000 台/時の自動車交通量がある。このとき、交通量配分に関する以下の問に答えよ。

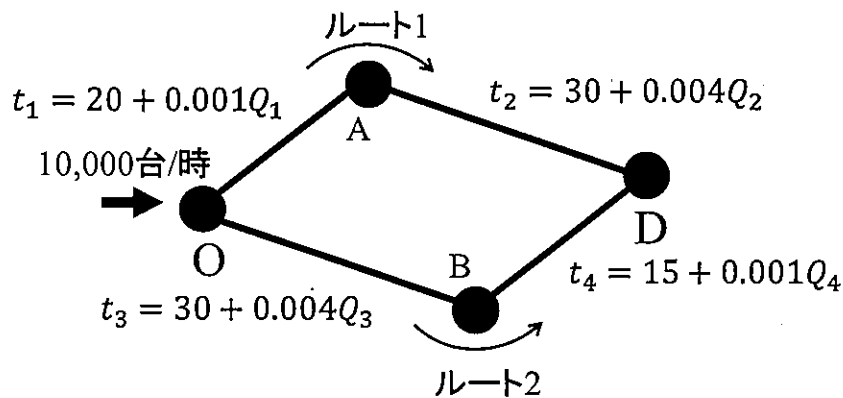


図1 ネットワークの設定

- (1) 交通量配分におけるワードロップの第一原則を、2行程度で説明せよ。
- (2) 今、ルート1とルート2の各リンクの片道交通量 Q (台/時) と所要時間 t (分) の関係が図1のように表されたとする。ワードロップの第一原則に従って、ルート1の片道交通量 (台/時) を計算せよ。
- (3) 渋滞がひどいので、ノードAからノードBに向けて一方通行のリンクを建設した。このとき起こる現象について、2行程度で考察せよ。
- (4) リンクを建設するのではなく、ルート2に料金所を設けてルート2の交通量を抑制することにする。全体交通量 10,000 台/時は変わらないとして、ルート2の片道交通量が 2,000 台/時になるロードプライシングの課金額を計算せよ。ただし、時間価値は 2,400 円/時とする。

- (5) ロードプライシングの実施事例に関する以下の記述の中で、下線部①～⑥の記述の正誤を答えよ。

ロードプライシングの課金対象は、特定の道路と一定の広さを持った都心部とに分けられる。前者については、混んでいる道路よりも空いている道路で課金した方が混雑改善効果は一般には①高い。わが国の首都圏では、環状道路の整備により代替路が充実してきたため、2016 年から②経路別プライシングが導入された。今後は ETC2.0 を活用した③渋滞迂回時の料金割引などにより、交通量の動的最適配分が期待されている。後者については、都心の周囲に線を設け、その線を横切った場合に対して課金をする「④トールリング方式」と、あるエリア内の走行車両を対象に課金する「⑤エリアワイド方式」に分かれる。課金額の設定は、終日一律の課金が行われているケースと、ピーク/オフピークによって課金額を変更するケースに分類される。ロンドンでは、環境と混雑緩和を目的とした賦課金を⑥トールリング方式で導入している。

第2問

以下の各問に答えよ。

- (1) ドイツ語の「ラントシャフト (Landschaft)」は、「人々の営みによって秩序づけられた土地のありよう」を原義とし、かつ、「その外観の特徴によって周囲と区別できる地域」の意を含む。

a) 地域の外観の特徴は、一般に、住民の生活様式、地形や空間のパターン、土地利用の共通性などによってもたらされる。ラントシャフトの具体例を、その外観の特徴を示しながら、5行以内で述べよ。

b) ラントシャフトを保全するためには、地域地区制による土地利用規制のみでは不十分である。その理由を5行以内で述べよ。

- (2) 図2は、1877年に竣工した東京銀座煉瓦街のメインストリートである銀座大通り（十五間道路）の様子である。図3に、銀座煉瓦街と周辺の地形図（1909年）を示す。

a) 銀座大通りは、日本で最初に実現した近代街路である。図2から読み取れる、近代街路としての空間および施設の特徴を三点あげて、それぞれ1行で記せ。

b) 図3から読み取れるように、銀座煉瓦街の街路網は体系的に整備された。街路幅員は、十五間（27 m）、十間（18 m）、八間（14.4 m）、三間（5.4 m）に分類され、幅員に応じてそれぞれ沿道建物の軒高が表1に示すように定められた。メルテンズの法則および囲繞感と仰角の関係に着目して、これら街路の景観が幅員に応じてそれぞれどのような印象を与えるか、7行以内で述べよ。



図2 銀座大通り (1877 年竣工)



図3 銀座煉瓦街と周辺の地形図 (1909 年)

表 1 銀座煉瓦街における街路幅員の軒高制限

街路幅員 (D)	軒高制限 (H)	D : H	仰角 ($\arctan H/D$)
十五間 (27 m)	30 尺 (9 m)	3 : 1	約 18°
十間 (18 m)	30 尺 (9 m)	2 : 1	約 27°
八間 (14.4 m)	25 尺 (7.5 m)	1.9 : 1 ($\approx 2 : 1$)	約 27°
三間 (5.4 m)	20 尺 (6 m)	0.9 : 1 ($\approx 1 : 1$)	約 45°