

2025 年度
東京大学 大学院工学系研究科 建築学専攻

専門課題 II 試験問題

第 4 群 (構造・材料)

2024 年 8 月 28 日 (水)

3 時間 (9:00～12:00)

THE UNIVERSITY OF TOKYO
Graduate School of Engineering
Department of Architecture

QUESTION BOOKLET
on
The 2025 Master/Doctor Course Examination
of
Special Subject II, Group No.4
Structures & Materials

Date and Time of the Examination
From 9:00 to 12:00
On Wednesday, August 28, 2024

(このページは空白ページです。)

(This page is intentionally blank.)

(このページは空白ページです。)

(This page is intentionally blank.)

(このページは空白ページです。)

(This page is intentionally blank.)

(このページは空白ページです。)

(This page is intentionally blank.)

【問題 1】

図 1-1 に示すようなスパンも高さも L の架構があり、 b 点に水平方向の力が作用している。2つの架構の違いは、 d 点での支持条件であり、架構 A は水平変位を拘束しない場合であり、架構 B は水平変形を拘束する場合である。この支持条件の違いが架構の性状に与える影響に関する次の (1) から (5) の問いに答えよ。

ただし、部材材料のヤング係数は E とし、部材は一様な断面で断面二次モーメントは I とする。また、部材の自重や $P-\Delta$ 効果（幾何学的非線形性）、および部材の軸変形とせん断変形は無視する。

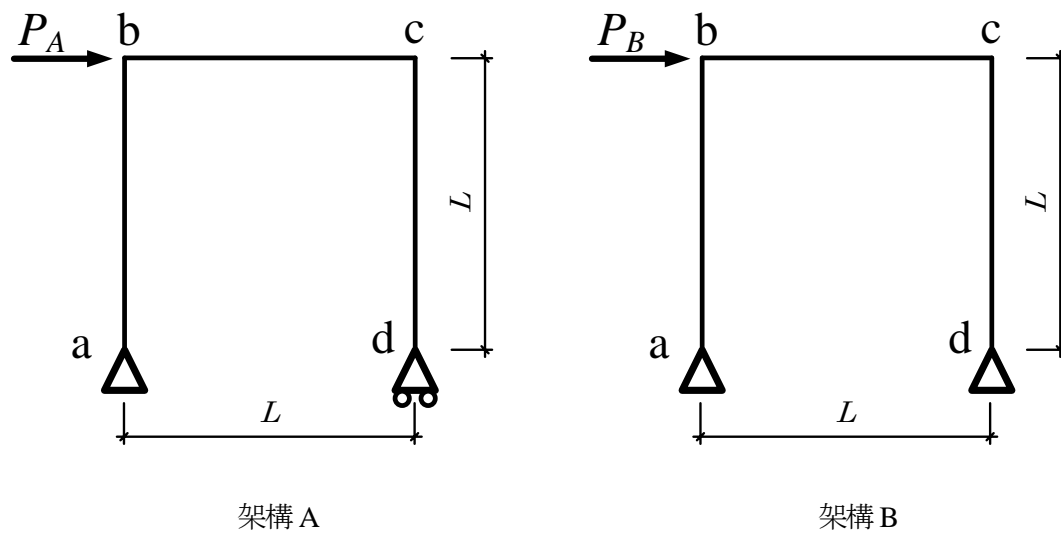


図 1-1

まずは線形弾性状態を考える。

- (1) 架構 A および架構 B のモーメント図を示し、支点反力を求めよ。
- (2) 架構 A の水平荷重 P_A による d 点の水平変位を求めよ。
- (3) 架構 A および架構 B の水平荷重 P_A および P_B による b 点での水平変位 δ_{hA} および δ_{hB} を求めよ。
- (4) 架構 A および架構 B の水平剛性（ b 点での水平変位に対する水平荷重の大きさの比）をそれぞれ K_{hA} 、 K_{hB} とする。 K_{hB} の K_{hA} に対する比率を求めよ。

次に、非線形状態を考える。

- (5) 図 1-2 に示すように、部材の非線形挙動は完全弾塑性とし、曲げ降伏モーメントは M_y とする。この時、架構 A および架構 B が崩壊メカニズムを形成するときの水平荷重の大きさ P_{uA} および P_{uB} を求めよ。

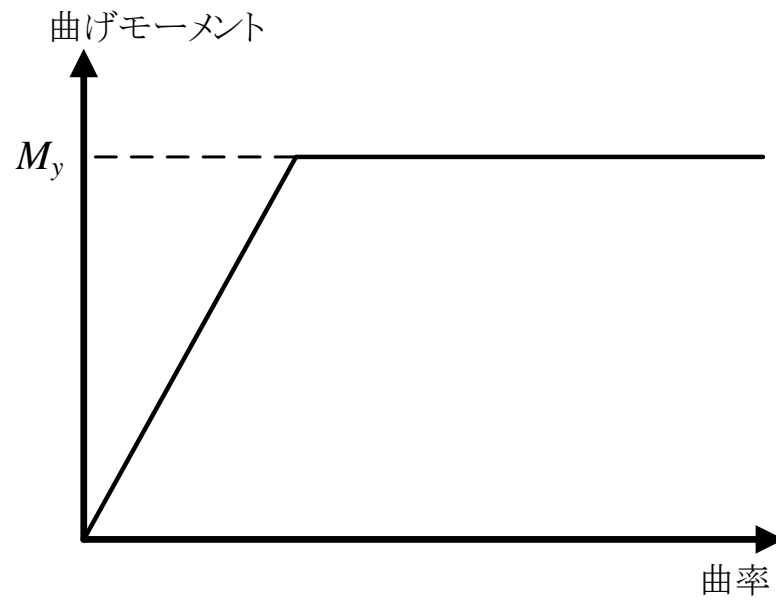


図 1-2

【問題 2】

図 2-1 のような梁が剛な 1 層 1 スパンの骨組を考える。梁の質量は $2M$ 、柱の長さは H 、柱 1、柱 2 の曲げ剛性はそれぞれ EI 、 $3EI$ である。梁は水平方向のみに運動し、柱には曲げ変形のみが生じるものとする。柱の質量は無視し、振動時に減衰は生じないものとする。柱 1 の水平剛性を K_1 、柱 2 の水平剛性を K_2 、骨組の固有周期を T_0 とする。このとき、次の(1)～(4)に答えよ。ただし、P- Δ 効果（幾何学的非線形性）は無視する。

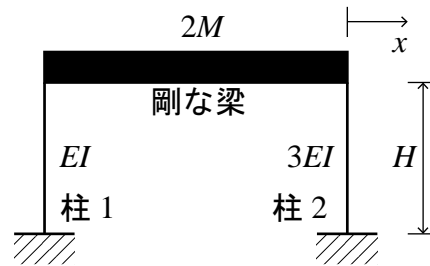


図 2-1

- (1) 梁に静的に水平力を加えたところ、水平に d だけ変位した。このとき、柱 1、柱 2 に生じているせん断力をそれぞれ Q_1 、 Q_2 とすると、柱 1、柱 2 の水平剛性 K_1 、 K_2 は、それぞれ $K_1 = \frac{Q_1}{d}$ 、 $K_2 = \frac{Q_2}{d}$ で表される。 K_1 および K_2 を、 H と EI を用いて表せ。
- (2) 図 2-1 の骨組が自由振動している状態を考える。次の(2-1)、(2-2)に答えよ。なお、以下の式を参考に用いてよい。

質量 m 、剛性 k の一自由度系が自由振動しているとき、時刻 t における変位 u は、式 (i) または式 (ii) で表される。

$$u = c_0 \cos(\omega t + \phi) \quad (\text{i})$$

$$u = c_1 \cos(\omega t) + c_2 \sin(\omega t) \quad (\text{ii})$$

ここで、 c_0 、 ϕ 、 c_1 、 c_2 ：実定数、 $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

- (2-1) 図 2-1 の骨組の固有周期 T_0 を M 、 K_1 、 K_2 を用いて表せ。

- (2-2) 時刻 t における梁の水平方向の変位を x 、速度を v とする。 $t = 0$ において $x = 0$ 、 $v = v_0$ であるとき、 x を T_0 、 v_0 、 t を用いて表せ。

- (3) 図 2-2 はある地震動の非減衰系に対する加速度応答スペクトルである。この地震動によって図 2-1 の骨組に作用する最大層せん断力は、質量と応答加速度の積より、 $2MA_0$ と求められる。いま、図 2-1 の骨組の梁の質量を $2M$ から $4M$ に変更し、柱 2 の曲げ剛性を $3EI$ から EI に変更した図 2-3 のような骨組を考える。この地震動によって図 2-3 の骨組に作用する最大層せん断力 Q_{\max} を M と A_0 を用いて表せ。

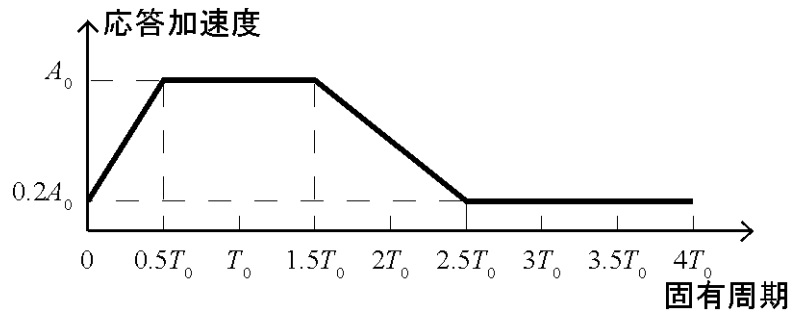


図 2-2

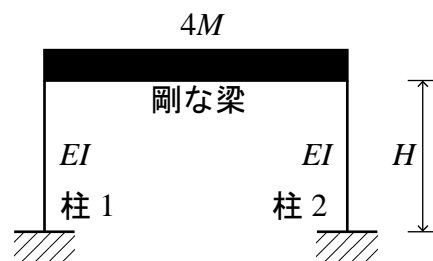


図 2-3

- (4) 図 2-1 の骨組の上に 1 層骨組を追加した、図 2-4 のような 2 層 1 スパンの骨組を考える。

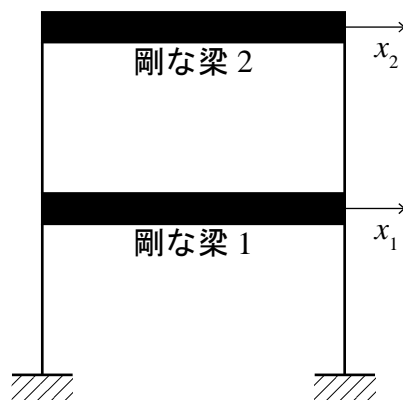


図 2-4

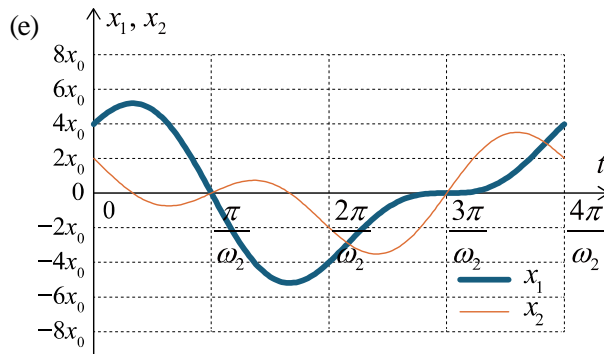
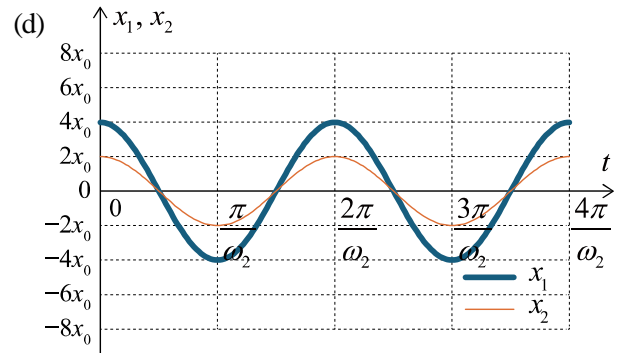
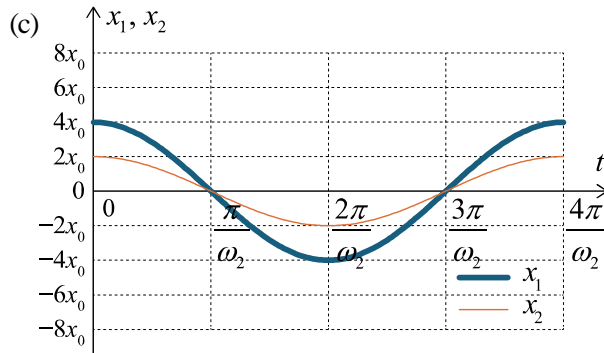
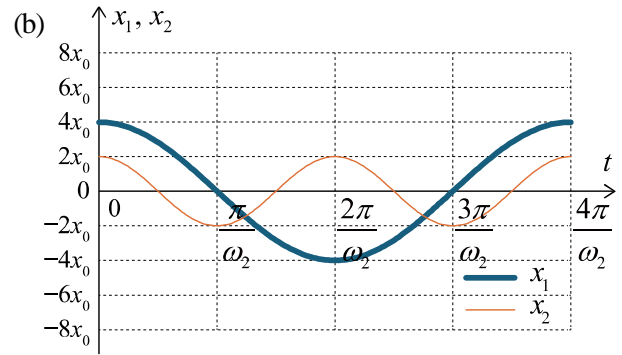
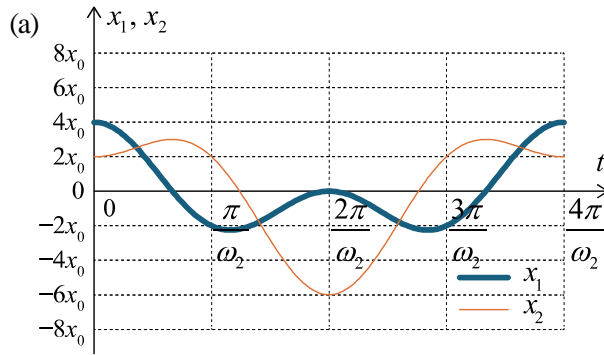
時刻 t における梁 1、梁 2 の水平方向の変位をそれぞれ x_1 、 x_2 、速度をそれぞれ v_1 、 v_2 とする。この骨組が自由振動するとき、 x_1 、 x_2 は式 (iii) または式 (iv) で表されるものとする。

$$\begin{Bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{Bmatrix} = c_{01} \cos(\omega_1 t + \phi_1) \cdot \begin{Bmatrix} 1 \\ 2 \end{Bmatrix} + c_{02} \cos(\omega_2 t + \phi_2) \cdot \begin{Bmatrix} 1 \\ -1 \end{Bmatrix} \quad (\text{iii})$$

$$\begin{Bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{Bmatrix} = \{c_{11} \cos(\omega_1 t) + c_{12} \sin(\omega_1 t)\} \cdot \begin{Bmatrix} 1 \\ 2 \end{Bmatrix} + \{c_{21} \cos(\omega_2 t) + c_{22} \sin(\omega_2 t)\} \cdot \begin{Bmatrix} 1 \\ -1 \end{Bmatrix} \quad (\text{iv})$$

ここで、 c_{01} 、 ϕ_1 、 c_{02} 、 ϕ_2 、 c_{11} 、 c_{12} 、 c_{21} 、 c_{22} ：実定数、 $\omega_1 = \sqrt{\frac{K_1}{M}}$ 、 $\omega_2 = 2\sqrt{\frac{K_1}{M}}$

$t=0$ において、 $x_1 = 4x_0$ 、 $x_2 = 2x_0$ 、 $v_1 = v_2 = 0$ であるとき、 x_1 および x_2 をそれぞれ x_0 、 ω_1 、 ω_2 、 t を用いて表せ。また、これらのグラフの概形として正しいものを以下の(a)～(e)から選べ。なお、 $x_0 > 0$ とする。



(このページは空白ページです。)

(This page is intentionally blank.)

【問題 3】

(1) 建築材料力学分野における下記の問いに答えよ。

- (1-1) 材料の「弾性」と「線形弾性」の語句の定義をそれぞれ 1 文で答えよ。
- (1-2) 重ね合わせの原理とは何か説明せよ。必ず「線形」という言葉を用いること。
- (1-3) 材料が線形弾性範囲にあるにもかかわらず、重ね合わせの原理が成立しない具体的な例を一つ挙げよ。構造、荷重条件を示したのち、重ね合わせが成立しないことを示せ。
- (1-4) 梁における平面保持仮定（ベルヌーイ・オイラーの仮定）とは何か答えよ。

(2) 図 3-1 に示す長方形断面をもつ水平片持ち梁構造の自重による変形を考える。材料は均質であり、密度は ρ 、ヤング係数は E 、重力加速度は g とする。微小変位および材料の線形弾性範囲内の変形を仮定する。また、梁の平面保持仮定（ベルヌーイ・オイラーの仮定）が成り立つとする。

- (2-1) 梁の長さを L 、断面のせいを H 、幅を B としたときの梁の先端の回転角を求めよ。
- (2-2) 梁の長さを L 、断面のせいを B 、幅を H としたときの梁の先端の回転角が(2-1)のときの 2 倍になった。このとき H/B の値を答えよ。
- (2-3) p と q を正の実数とし、梁の長さを pL 、断面のせいを qH 、幅を qB としたとき、梁の先端の回転角が(2-1)の時と等しくなるための p と q の必要十分条件を答えよ。

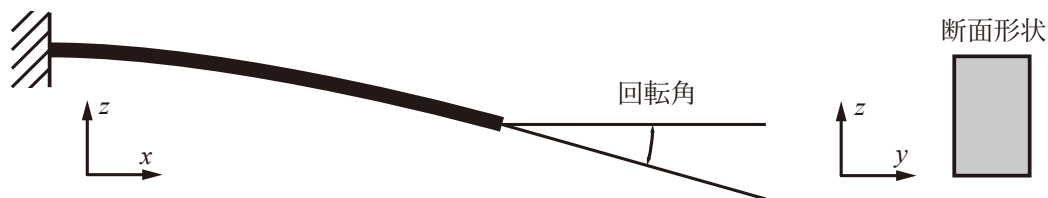


図 3-1 長方形断面をもつ水平片持ち梁

(このページは空白ページです。)

(This page is intentionally blank.)

【問題 4】

密度 3.5 g/cm^3 で直径 $10 \mu\text{m}$ の均一な球形粒子からなる白色のセメント A、密度 3.0 g/cm^3 で直径 $4 \mu\text{m}$ の均一な球形粒子からなる赤色のセメント B があるとき、以下の問に答えよ。

- (1) セメント A の比表面積 (cm^2/g) を有効数字 3 桁で求めよ。
- (2) セメント A を一辺 1 cm の立方体の容器に最密充填状態 (図 4-1) で詰めたとき、充填率 (%)、単位容積質量 (g/cm^3)、および粒子間の隙間に入る最大の球の直径 (μm) をそれぞれ有効数字 2 桁で求めよ。

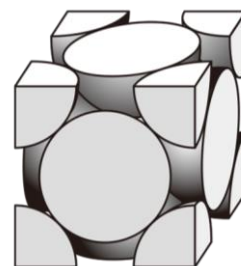


図 4-1

- (3) (2)の最密充填状態を形成する構造の名称を答えよ。
- (4) セメント A をセメント B と均質に混合して、一辺 1 cm の立方体の容器に密に詰めることを考える。その場合、「セメント A とセメント B の混合物の体積に対するセメント B の体積の割合」と「混合したものの単位容積質量 (g/cm^3)」との関係のグラフの概形を図示せよ。
- (5) セメント A およびセメント B をそれぞれ水と体積比 1:1 で均質に練り混ぜたペースト A およびペースト B がある。各ペーストをそれぞれ同じ大きさの円筒容器に入れ、図 4-2 のように回転翼によって同じ回転速度でゆっくりとした回転運動を加えた場合、回転翼に生じるトルクが大きいのはどちらのペーストか。その理由も述べよ。

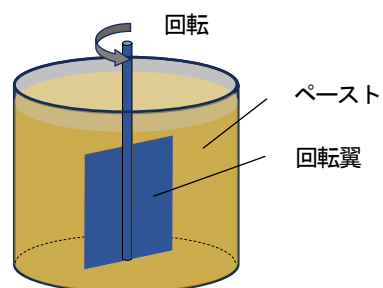


図 4-2

- (6) 白色のセメント A または 赤色のセメント B のいずれかを用いて、図 4-3 に示す日本の国旗を表現した打放しコンクリート壁面を造る場合、どのような方法・手順で施工すれば最も効率的か、図も用いて説明せよ。なお、セメント以外に使用できる材料は、水、白色の細骨材、赤色の細骨材、白色の粗骨材、赤色の粗骨材、吸水性シート、凝結遅延剤、および合板型枠とするが、設備機器はどのようなものを用いてもよい。

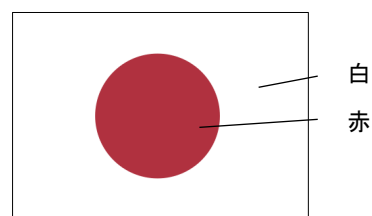


図 4-3

(このページは空白ページです。)

(This page is intentionally blank.)

【問題5】

構造部材の耐火性能は、火災に耐える、または火災から守る性能であり、具体には、遮熱性（火災時に、非加熱面側に熱を通さない）、遮炎性（火災時に、非加熱面側に炎を通さない）、非損傷性（火災時に、必要な耐力を保持する）の3種類の指標で評価される。なお、主要構造部とは、壁、柱、床、梁、屋根、階段である。

(1) 耐火建築物とは、一定の耐火性能を有する主要構造部で構成された建築物である。このことに留意して、以下の問いに答えよ。

(1-1) 耐火建築物の柱と梁に関して、上記3種類の耐火性能の指標のうち、最も重要な指標を1つ選んで、理由を述べよ。

(1-2) 防火区画を構成する床と間仕切壁に関して、上記3種類の耐火性能の指標のうち、最も重要な指標を1つ選んで、理由を述べよ。

(2) 日本では、耐火建築物の考え方とは別に、主に低層の木造住宅に関して、その周囲で発生する火災からの延焼を防ぎ、市街地火災を抑制する目的で防火構造というものがある。このことに留意して、以下の問いに答えよ。

(2-1) 防火構造は主に、周囲の火災からの延焼を防ぐために遮熱性を求めるものであるが、具体的には、木造住宅のどの主要構造部に遮熱性が最も必要か、1つ選んで、理由を述べよ。

(2-2) 市街地火災時に飛び火の被害を受けないためには、木造住宅のどの主要構造部を不燃性の材料で仕上げると最も効果的か、1つ選んで、理由を述べよ。

(3) 木材は可燃物でありそれ自体が燃焼する点が、コンクリートや鋼材とは異なる。そこで木造建築物では、燃えしろ設計を行って、耐火性能を向上させることがある。木造建築物の燃えしろ設計に関して、以下の問いに答えよ。

(3-1) 燃えしろ設計の原理を説明せよ。

(3-2) 燃えしろ設計は一般的にどの主要構造部に適用されるか、2つ答えよ。

(3-3) 燃えしろ設計により、どの程度の耐火性能が得られるか、鉄筋コンクリート造建築物や鋼構造建築物と比較して説明せよ。

(このページは空白ページです。)

(This page is intentionally blank.)

【Problem 1】

Here are two frames of which span length and height are both L and the lateral force acts at point b, as shown in the Fig. 1-1. The difference between the frames is the supporting condition at point d, where the lateral displacement is not constrained for Frame A and constrained for Frame B. Answer the following questions from (1) to (5) on the effect of the difference in constraints at point d to the structural behavior of frames.

It is assumed that Young's modulus of the material is E , the members have a uniform section, the inertia of the section is I , the member weight and P- Δ effect (a kind of geometrical nonlinearity) are negligible, and the axial and shear deformations of the members are negligible as well.

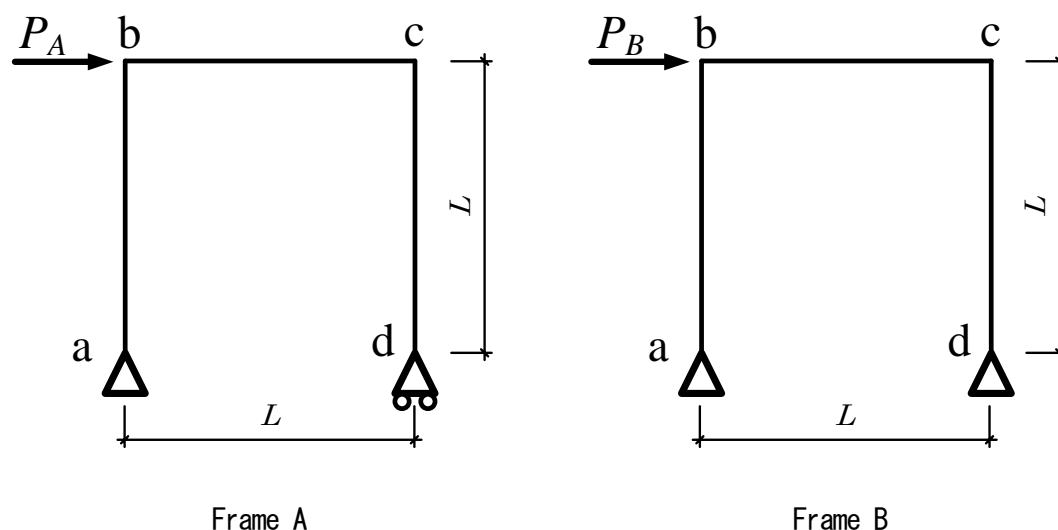


Fig. 1-1

First, consider a linear elastic state.

- (1) Show the moment distribution shapes and calculate reaction forces at the supports of Frame A and Frame B.
- (2) Calculate the horizontal displacement at point d due to the lateral force of P_A in Frame A.
- (3) Calculate the horizontal displacements at point b of Frame A and Frame B, δ_{hA} and δ_{hB} , due to the lateral forces of P_A and P_B , respectively.
- (4) The lateral stiffnesses of Frame A and Frame B (the ratio of the lateral force to the lateral displacement at point b) are defined as K_{hA} and K_{hB} , respectively. Calculate the ratio of K_{hB} to K_{hA} .

Next, consider the nonlinear state.

- (5) The nonlinear behavior of the member is assumed as the perfect bilinear model, as shown in Fig. 1-2, and the yield moment is M_y . Calculate the amount of the lateral forces, P_{uA} and P_{uB} , when Frame A and Frame B form the collapse mechanism, respectively.

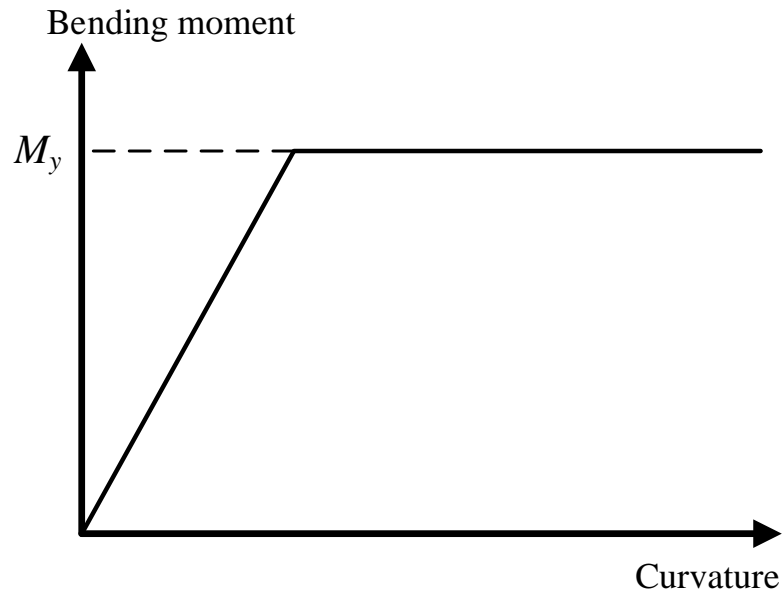


Fig. 1-2

【Problem 2】

Consider a one-story, one-bay frame having a rigid beam shown in Fig. 2-1. The mass of the beam is $2M$, the length of the columns is H , and the flexural rigidities of Column 1 and Column 2 are EI and $3EI$, respectively. Suppose that the beam moves only horizontally, the columns deform only in flexure, the mass of the columns is negligible, and the frame vibrates without damping. Let the lateral stiffnesses of Column 1 and Column 2 be K_1 and K_2 , respectively, and the natural period of vibration of the frame be T_0 . Answer the questions from (1) to (4) assuming that P- Δ effect (a kind of geometrical nonlinearity) is negligible.

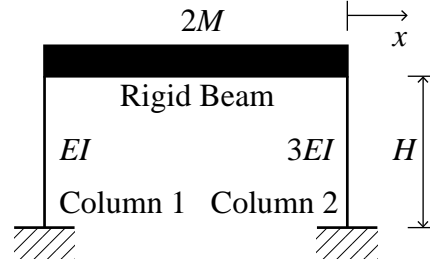


Fig. 2-1

- (1) When a lateral force was applied to the beam statically, the beam displaced d horizontally and resulting shear forces of Column 1 and Column 2 were Q_1 and Q_2 , respectively. Lateral stiffnesses of Column 1 and Column 2, K_1 and K_2 , are determined by $K_1 = \frac{Q_1}{d}$ and $K_2 = \frac{Q_2}{d}$, respectively. Determine K_1 and K_2 using H and EI .
- (2) Consider the free vibration of the frame shown in Fig. 2-1. Answer the following questions (2-1) and (2-2). Equations below can be referred.

Displacement u at time t of free vibration of a single-degree-of-freedom system having mass m and stiffness k is formulated by Equation (i) or (ii).

$$u = c_0 \cos(\omega t + \phi) \quad (\text{i})$$

$$u = c_1 \cos(\omega t) + c_2 \sin(\omega t) \quad (\text{ii})$$

where c_0 , ϕ , c_1 , and c_2 are real constants, and $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$.

- (2-1) Determine the natural vibration period T_0 of the frame shown in Fig. 2-1 using M , K_1 , and K_2 .
- (2-2) Let the horizontal displacement of the beam at time t be x and its velocity be v . If $x = 0$ and $v = v_0$ at $t = 0$, determine x using T_0 , v_0 , and t .

- (3) Fig. 2-2 shows the acceleration response spectrum of a ground motion for undamped system. The peak story shear force in the frame shown in Fig. 2-1 due to the ground motion can be determined to be $2MA_0$ from the product of the mass and the acceleration response of the frame. Now consider a different frame shown in Fig. 2-3 in which the mass of beam is changed from $2M$ to $4M$ and the flexural rigidity of Column 2 is changed from $3EI$ to EI for the frame shown in Fig. 2-1. Determine the peak story shear force Q_{\max} in the frame shown in Fig. 2-3 due to the ground motion using M and A_0 .

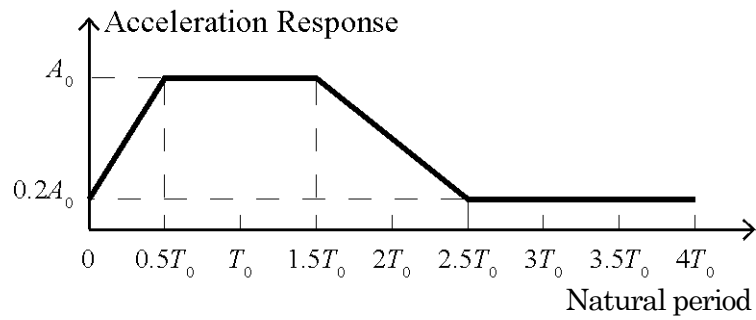


Fig. 2-2

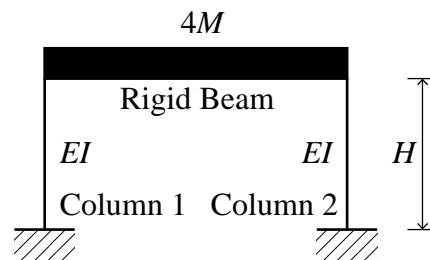


Fig. 2-3

- (4) Consider a two-story, one-bay frame shown in Fig. 2-4 in which another one-story frame is added on the frame shown in Fig. 2-1.

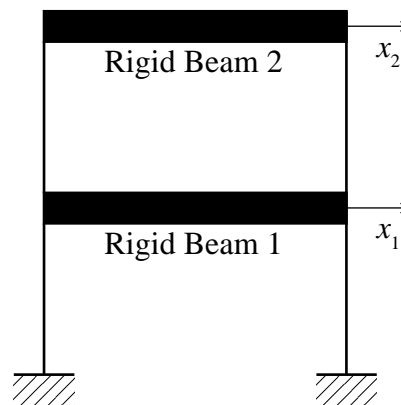


Fig. 2-4

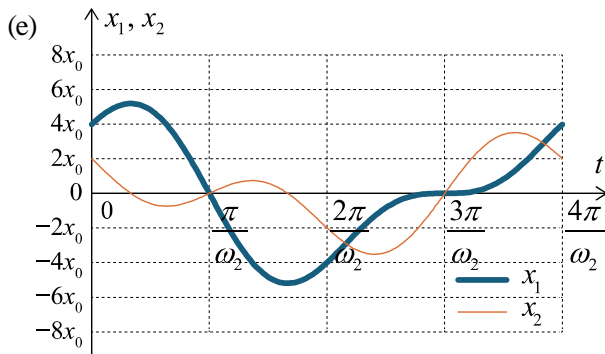
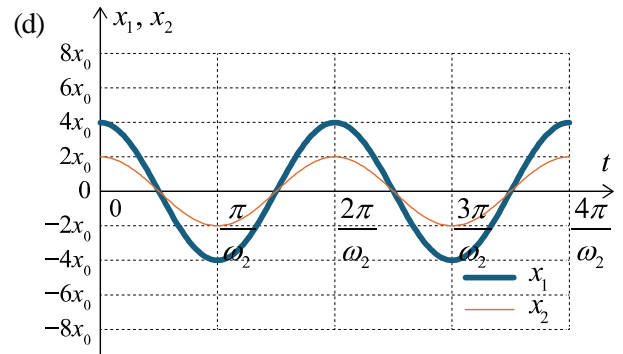
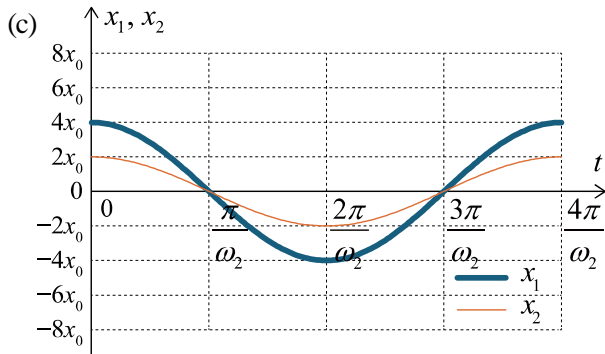
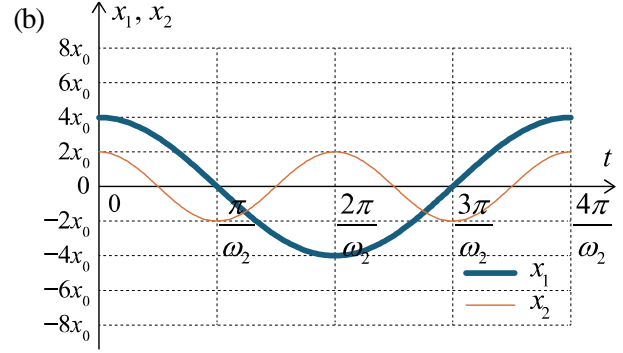
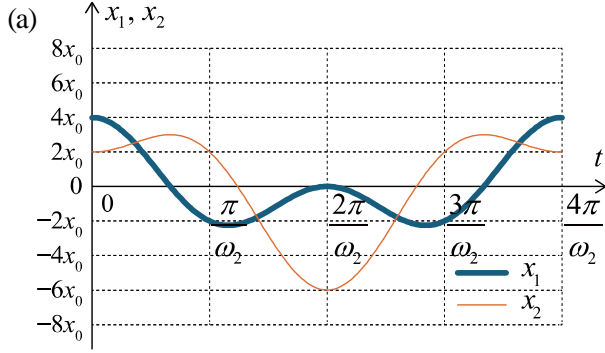
Let the horizontal displacements of Beam 1 and Beam 2 at time t be x_1 and x_2 , respectively, and their velocities be v_1 and v_2 , respectively. Suppose that x_1 and x_2 of free vibration of the frame are formulated by Equation (iii) or (iv).

$$\begin{Bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{Bmatrix} = c_{01} \cos(\omega_1 t + \phi_1) \cdot \begin{Bmatrix} 1 \\ 2 \end{Bmatrix} + c_{02} \cos(\omega_2 t + \phi_2) \cdot \begin{Bmatrix} 1 \\ -1 \end{Bmatrix} \quad (\text{iii})$$

$$\begin{Bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{Bmatrix} = \{c_{11} \cos(\omega_1 t) + c_{12} \sin(\omega_1 t)\} \cdot \begin{Bmatrix} 1 \\ 2 \end{Bmatrix} + \{c_{21} \cos(\omega_2 t) + c_{22} \sin(\omega_2 t)\} \cdot \begin{Bmatrix} 1 \\ -1 \end{Bmatrix} \quad (\text{iv})$$

where $c_{01}, \phi_1, c_{02}, \phi_2, c_{11}, c_{12}, c_{21}$, and c_{22} are real constants, $\omega_1 = \sqrt{\frac{K_1}{M}}$, and $\omega_2 = 2\sqrt{\frac{K_1}{M}}$.

If $x_1 = 4x_0$, $x_2 = 2x_0$, and $v_1 = v_2 = 0$ at $t = 0$, determine x_1 and x_2 using x_0 , ω_1 , ω_2 , and t , respectively. In addition, choose the correct outline of these displacements from (a) to (e) below. Here $x_0 > 0$.



(このページは空白ページです。)

(This page is intentionally blank.)

【Problem 3】

- (1) Answer the following questions on mechanics of materials:
- (1-1) Answer the definitions of “elasticity” and “linear elasticity” of materials in one sentence each.
 - (1-2) What is the principle of superposition? Use the term “linear” in the explanation.
 - (1-3) Specify an example when the principle of superposition does not hold while the material is in the linear elastic range. First, exemplify the structure and the loading conditions, then show that the principle of superposition does not hold.
 - (1-4) What is the Bernoulli-Euler assumption in the beam theory?
- (2) Consider the deformation of the horizontal cantilever beam with rectangular cross section under its own weight, as shown in Fig. 3-1. The material is homogeneous, its density is ρ , Young’s modulus is E , and the gravitational acceleration is g . Assume the infinitesimal displacement and material deformation within the linear elastic range. Also, suppose that the Bernoulli-Euler assumption holds.
- (2-1) Find the rotation angle at the tip of the beam when the length of the beam is L , and the height and the width of the section are H and B , respectively.
 - (2-2) When the length of the beam is L , and the height and the width of the section are B and H , respectively, the rotation angle at the tip of the beam becomes twice as large as that in case (2-1). Then, find the value H/B .
 - (2-3) When the length of the beam is pL , and the height and the width of the section are qH and qB , respectively, for positive real numbers p and q , answer the necessary and sufficient condition for p and q such that the rotation angle at the tip of the beam is equal to that in case (2-1).

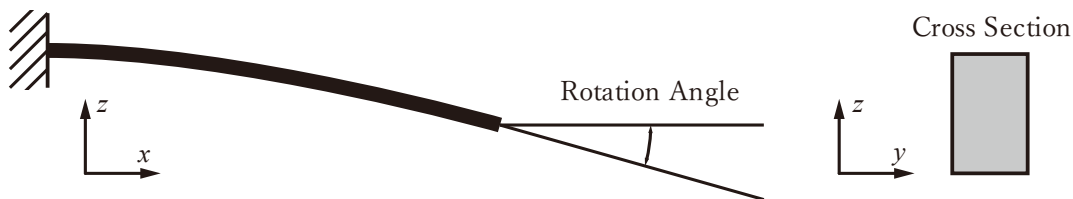


Fig. 3-1 Horizontal cantilever beam with rectangular cross section

(このページは空白ページです。)

(This page is intentionally blank.)

【Problem 4】

Given a white cement A with a density of 3.5 g/cm^3 consisting of uniform spherical particles of $10 \text{ }\mu\text{m}$ in diameter, and a red cement B with a density of 3.0 g/cm^3 consisting of uniform spherical particles of $4 \text{ }\mu\text{m}$ in diameter, answer the following questions.

- (1) Find the specific surface area (cm^2/g) of the cement A with three significant digits.
- (2) When the cement A is packed in a cubic container with each side of 1 cm in the densest packing condition as shown in Fig. 4-1, give the filling ratio (%), bulk density (g/cm^3), and the diameter of the largest sphere (μm) that can fit into the gap between the particles, using two significant digits, respectively.

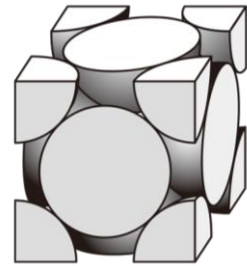


Fig. 4-1

- (3) What do we call the structure that forms the densest packing condition in (2)?
- (4) Consider the cement A mixed homogeneously with the cement B and packed densely in a cubic container with each side of 1 cm . In such a case, illustrate the schematic graph of the relationship between “the ratio of the volume of the cement B to the volume of the mixture of the cement A and the cement B” and “the bulk density (g/cm^3) of the mixture.”
- (5) There are two pastes, paste A and paste B, made by mixing the cement A and the cement B homogeneously with water at a volume ratio of 1:1, respectively. If each paste is placed in a cylindrical container of the same size and subjected to a slow rotary motion by a rotor blade at the same rotational speed as shown in Fig. 4-2, which paste produces the greater torque on the rotor blade? Also state the reason.

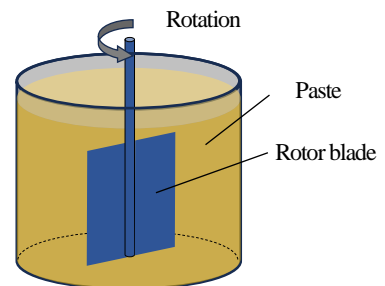


Fig. 4-2

- (6) Explain, with the aid of diagrams, the most efficient method and procedure for constructing a fair-faced concrete wall surface with a representation of the Japanese flag shown in Fig. 4-3, using either white cement A or red cement B. Note that in addition to the cement, the following materials may be used: water, white fine aggregate, red fine aggregate, white coarse aggregate, red coarse aggregate, water absorbent sheet, setting retarder, and plywood formwork, but any equipment may be used.

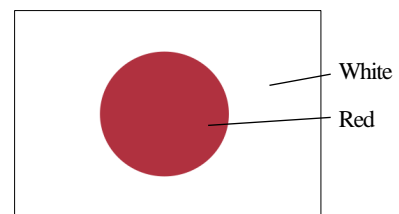


Fig. 4-3

(このページは空白ページです。)

(This page is intentionally blank.)

【Problem 5】

The fire resistance performance of structural components refers to their ability to withstand fire or give protection from it, specifically evaluated by three criteria: “fire insulation” (to prevent heat from transferring to the unexposed side during a fire), “fire integrity” (to prevent flames from passing through to the unexposed side during a fire), and “fire stability” (to maintain necessary strength during a fire). Furthermore, main structural components refer to walls, columns, floors, beams, roofs, and staircases.

- (1) A fire-resistant building is defined as one in which the main structural components have a certain level of fire resistance performance. Keeping this in mind, answer the following questions:
 - (1-1) Regarding the columns and beams in fire-resistant buildings, specify the most important criterion of fire resistance among the three criteria, and explain why.
 - (1-2) Concerning the floors and partition walls that make up fire compartments, specify the most important criterion of fire resistance among the three criteria, and explain why.
- (2) In Japan, apart from the concept of fire resistant buildings, there is “fire-preventive construction” aimed primarily at preventing the spread of fires from low-rise wooden houses, thereby controlling urban fires. Keeping this in mind, answer the following questions:
 - (2-1) This “fire-preventive construction” primarily seeks “fire insulation” to prevent the spread of fire from surrounding areas. Specifically, identify which main structural component of a wooden house most critically needs “fire insulation”, and explain why.
 - (2-2) In order to most effectively prevent receiving the secondary spot fires during urban fires, which main structural component of a wooden house should be finished with non-combustible materials? Specify one component and explain why.
- (3) Wood is combustible and burns itself, which is different from concrete or steel. In wooden buildings, therefore, a 'design for charring' is sometimes implemented to improve their fire resistance. Regarding the design for charring in wooden buildings, answer the following questions:
 - (3-1) Explain the principle of the design for charring.
 - (3-2) Specify the two main structural components primarily designed by this design method.
 - (3-3) Explain the level of fire resistance achievable by the design for charring in wooden buildings, comparing with that of reinforced concrete buildings or steel buildings.

(このページは空白ページです。)

(This page is intentionally blank.)

(このページは空白ページです。)

(This page is intentionally blank.)

(このページは空白ページです。)

(This page is intentionally blank.)

注意事項

試験開始の合図があるまでは、問題を開いて見てはいけません。

1. 問題冊子を1部（この冊子）、答案用紙を4枚、草稿用紙を4枚配ります。
2. 問題は全部で5問あります。このうち**4問を選択して解答しなさい**。
3. 解答は答案用紙1枚に1問ずつ記述しなさい。表面で足りないときは裏面を使ってよいが、そのときは表面の右下のチェック欄をマークすること。1枚の答案用紙に2問以上を解答すると無効になります。
4. 選択した問題番号を答案用紙の所定欄に記入しなさい。
5. 受験番号を答案用紙の所定欄に記入しなさい。これ以外に氏名、記号などを記入した場合は、答案全体が無効となります。
6. 答案用紙を3枚以下しか提出しない場合は、答案全体が無効となります。もし解答できない場合でも、問題番号、受験番号を所定の欄に記入し、白紙で提出しなさい。
7. 問題冊子および草稿用紙は試験終了後、回収します。ただし、これは採点の対象とはしません。

ATTENTIONS

Do NOT open this question booklet until you are told to start the examination.

1. One problem booklet (this booklet), four answer sheets, and four draft sheets will be distributed.
2. There are five exam problems in total. **Select and answer four of them.**
3. The answers to each exam problem should be written on one answer sheet. You may use both sides of the sheet if necessary, with checking a mark at the right bottom corner of the front side. If more than two exam problems are answered on one sheet, they will not be scored.
4. Write the number of the problem which you answer in a designated box on all answer sheets.
5. Write your examinee's number in a designated box on all answer sheets. Never write down your name or any indication which suggests your identity anywhere on your answer sheet. In the case of violating this instruction, none of your answers will be scored.
6. Submit four answer sheets at the end of this examination. Even if you do not answer, write the problem number and your examinee's number on the sheet, and submit it with blank answer. None of your answers will be scored if you do not submit all the four answer sheets.
7. The question booklet and draft sheets will be collected at the end of this examination. They are not counted in scoring your answers.