

博士課程前期 2 年の課程
外国人留学生等特別選抜（令和 7 年 10 月入学）
一般選抜（令和 8 年 4 月入学）
専門科目試験問題（建築構造工学講座）
Master's Program Entrance Examination
Special Selection Program for Graduates (for Entry in October 2025)
Regular Program (for Entry in April 2026)
Questions (Structural Engineering for Architecture Course)

◆注意事項 / Notice

- (1) 配布物は以下の通りである。

Following sheets are distributed;

- 問題用紙 7 枚（表紙を除く） / 7 of question sheets (except this cover sheet)
- 解答用紙 14 枚 / 14 of answer sheets

- (2) 解答用紙には、問題番号と受験番号のみを記入し、氏名を書いてはならない。受験番号のないもの、また、受験者の氏名の書いてある解答は無効となるので注意すること。

Write the question number of your answer and your examination identification number on the top of each answer sheet. Do NOT write your name. If you don't follow the directions, your answer will be invalidated.

- (3) 問題は全部で 6 問である。各問題に対し、別々の解答用紙に答えること。解答用紙は全部で 14 枚あるので、各問題に対して、複数の解答用紙を使用してもよい。

There are six (6) questions. Write the answer of each question on the different answer sheet(s). A set of fourteen (14) answer sheets is given. You can use two (2) or more answer sheets for one question, if necessary.

問題 1 単純梁型静定構造物に関する以下の問に答えなさい。(計 45 点)

図 1-1 に示す単純梁型静定構造物が、点 B でローラー支持、点 D でピン支持されている。図 1-1 の支持点位置を表す変数 α は $0 < \alpha < 1$ となる実数である。鉛直軸に対して 45 度のなす角を持つ部材 AC および部材 CE が直角に剛接合されており、各部材のヤング率は E 、断面二次モーメントは I である。なお、軸方向変形、せん断変形、部材自重は無視できるものとする。ここで、点 C に鉛直下向きの荷重 P を作用させた。以下の問に答えなさい。

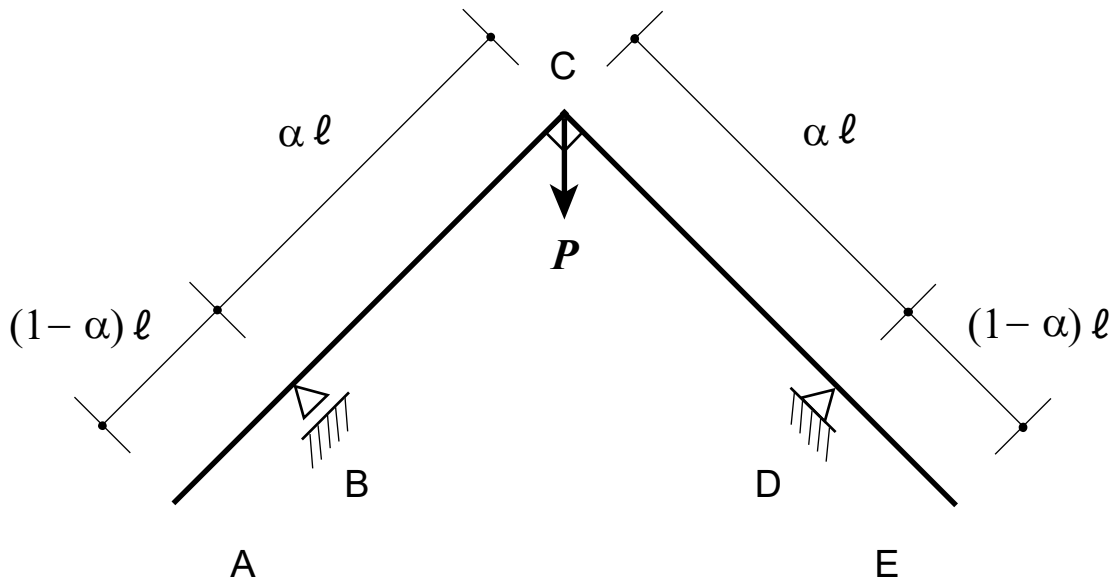


図 1-1

- (1) 点 B の支持面に直交する方向の支点反力 V_B 、点 D の支持面に直交する方向の支点反力 V_D および支持面に平行な方向の支点反力 H_D の大きさを求めなさい。(9 点)
- (2) 架構 ACE のせん断力図、モーメント図を描きなさい。ただし、時計まわりのせん断力 ($\uparrow \oplus \downarrow$) を正とし、せん断力とモーメントの値を図中に併記すること。(16 点)
- (3) 鉛直荷重 P による点 C の鉛直変位を求めなさい。(6 点)

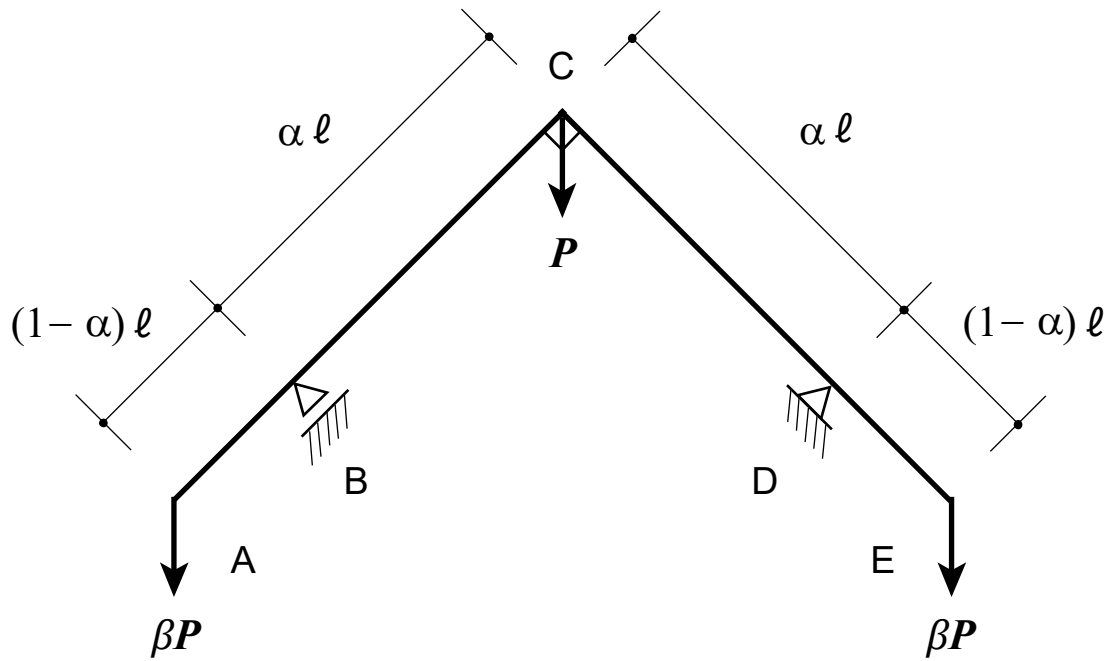


図 1-2

- (4) 点 C に作用する鉛直下向きの荷重 P に加えて、図 1-2 に示すように点 A および点 E にそれぞれ鉛直方向の荷重 βP (ただし $\beta \neq 0$ とし、 $\beta > 0$ のときは下向き荷重、 $\beta < 0$ のときは上向き荷重) を追加で作用させても、点 C の鉛直変位は問(3)の状態と変わらず同じ変位であった。このときの α の値を求めなさい。(6 点)
- (5) 図 1-2 に示す架構 ACE が $\alpha = 1/2$ の位置で支持されるとき、点 C の鉛直変位を求めなさい。(5 点)
- (6) 問(5)において、点 C の鉛直変位が 0 になるときの β の値を求めなさい。(3 点)

問題 2 図 2-1 に示すような、大きさ $4P$ 及び P の鉛直荷重と大きさ H の水平荷重が作用する不静定骨組に関する下記の問に答えよ。ただし、すべての部材のヤング係数と断面二次モーメントを、それぞれ E 及び I とする。またせん断力の符号は、部材を時計回りに回転させる方向を正とする。解答は結果だけではなく、考え方や計算の途中過程も示すこと。(計 75 点)

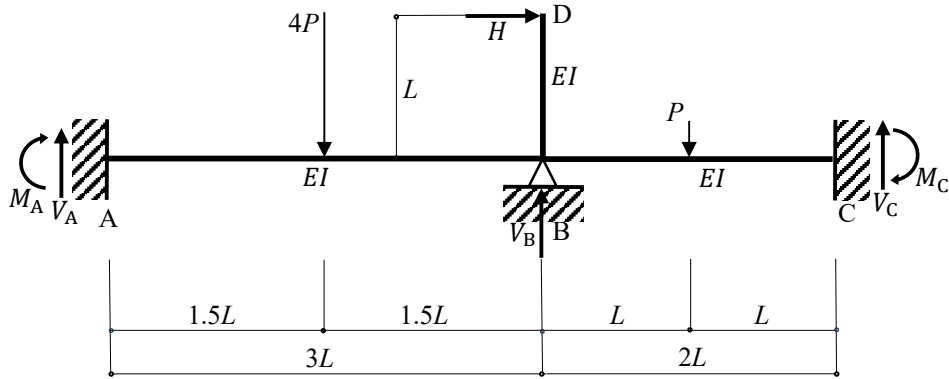


図 2-1 不静定骨組

- (1) はじめに $P=0$ で、水平力 $H>0$ のみが作用している場合を考える。この時の、曲げモーメント図とせん断力図を描きなさい。主要な箇所の値も示すこと。(15 点)
- (2) 次に $P>0$ の場合を考える。図 2-2 に示すように梁 AB と梁 BC を取り出し、それぞれの両端を固定した状態で、それぞれの梁の中央に $4P$ 及び P の鉛直荷重を載荷する。この時の梁 AB と梁 BC の曲げモーメント図を描きなさい。主要な箇所の値も示すこと。(15 点)

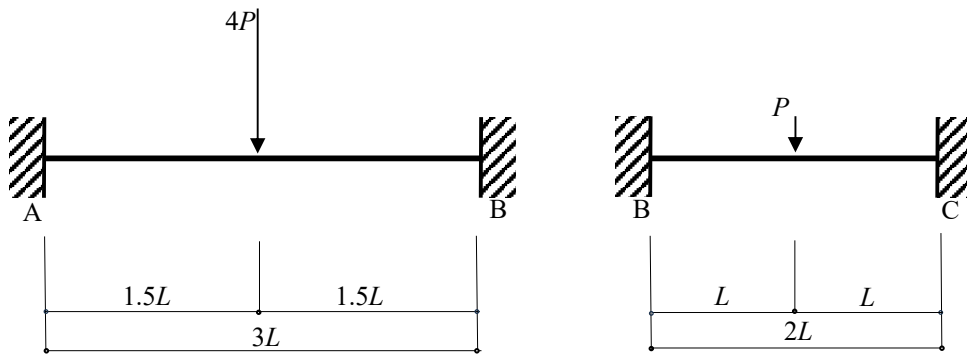


図 2-2

- (3) 図 2-1 で $P>0, H>0$ の時、節点 B の回転角がちょうど 0 になった。この時の水平力 H を P を用いて表しなさい。(15 点)
- (4) 図 2-1 の不静定骨組において、 $P>0, H=0$ の時の曲げモーメント図とせん断力図を描きなさい。主要な箇所の値も示すこと。(15 点)
- (5) 図 2-1 の不静定骨組において、 $P>0, H=0$ の時の反力 V_A, V_B, V_C, M_A, M_C を求めなさい。(15 点)

問題 3 建築鉄骨構造に関する以下の問に答えなさい。(計 55 点)

問題 3-1 曲げモーメント M もしくは集中荷重 P を受ける梁について考える。次の問に答えなさい。解答に際して、計算過程を示すこと。(35 点)

- (1) 下式は梁の弾性横座屈モーメント式である。(1)式の右辺の $\sqrt{\quad}$ 内の第一項、第二項はそれぞれどのような現象かを簡潔に説明せよ。

$$M_{cr} = C \sqrt{\frac{\pi^4 E I_y I_w}{l^4} + \frac{\pi^2 E I_y G J_T}{l^2}} \quad (1)$$

$$C = 1.75 + 1.05 \left(\frac{M_2}{M_1} \right) + 0.3 \left(\frac{M_2}{M_1} \right)^2 \leq 2.3 \quad (2)$$

I_y : 弱軸回り (y 軸回り) の断面二次モーメント, I_w : 曲げねじり定数, J_T : ねじり定数, E : ヤング率, G : せん断弾性係数, C : モーメント修正係数, M_1 : 梁端に作用する大きい方の曲げモーメント, M_2 : 梁端に作用する小さい方の曲げモーメント, l : 座屈長さ

- (2) (1)式の右辺の $\sqrt{\quad}$ 内の第一項を取り出し、梁の圧縮フランジの曲げ座屈式を誘導せよ。
- (3) 図 3-1(a)~(c)におけるモーメント勾配係数を求めよ。また、(b), (c)については梁が先に弾性横座屈を生じる領域(端部と小梁間もしくは小梁間)を A~C で示せ。その際、最初に弾性座屈を生じる領域の座屈荷重に対するその他の領域の座屈荷重の比を明記せよ。ただし、同時に弾性横座屈が生じる領域が複数ある場合は併記すること。

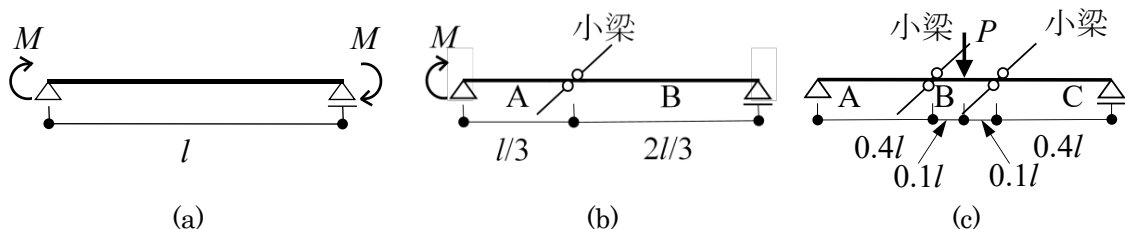


図 3-1 曲げモーメント M あるいは集中荷重 P を受ける梁

問題 3-2 次の問に答えなさい。(20 点)

- (1) 梁に H 形鋼, 柱に箱形鋼が用いられる, 一般的な鉄骨ラーメン骨組における梁継手及び柱継手に採用される接合方法とその理由を述べよ。
- (2) 一般構造用圧延鋼材 (SS 材), 溶接構造用圧延鋼材 (SM 材), 建築構造用圧延鋼材 (SN 材) の相違について簡潔に説明せよ。そして, SN 材には 3 種類あるが, それぞれの用途とその理由を簡潔に述べよ。

問題 4 鉄筋コンクリート構造に関する以下の問に答えなさい。(計 55 点)

問題 4-1 (40 点)

図 4-1 に示すように鉄筋コンクリート造の単純梁の中央 (点 C) に鉛直荷重 P が作用している。梁の断面は図 4-2 のとおりである。なお、曲げ降伏前にせん断破壊が生じない量のせん断補強筋が配筋されていると仮定してよい。

- (1) 鉛直荷重 P を少しずつ増加させたときの鉛直荷重 P と点 C のたわみ δ_c の関係のグラフを書きなさい。グラフでは、剛性や耐力が低下する点を明示して、その原因を説明すること。

- (2) 破壊時のひび割れの様子を図示しなさい。

- (3) 梁部材の曲げひび割れモーメント M_{cr} は、以下の式(4-1)で計算できることを説明しなさい。

$$M_{cr} = f_t \frac{bD^2}{6} \quad (4-1)$$

ただし、 f_t : コンクリートの引張強度

- (4) 以下の(a)~(c)の梁断面のパラメータを変化させたときに、鉛直荷重 P と点 C のたわみ δ_c の関係のグラフがどのように変化するか、それぞれ図を書いて説明しなさい。

(a) コンクリート圧縮強度 σ_B を 2 倍

(b) 引張主筋の断面積 a_t を 2 倍

(c) 梁せい D を 2 倍

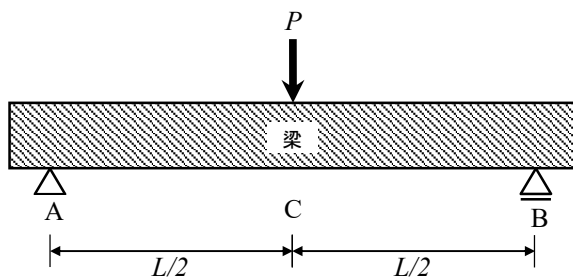


図 4-1

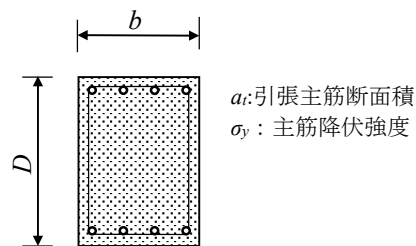


図 4-2

問題 4-2 (15 点)

鉄筋コンクリート造柱部材について、軸力が引張から圧縮まで変化するとき、曲げ終局モーメント M_u がどのように変化するか説明しなさい。

問題5 構造物の振動に関する下記の問に答えなさい。(計35点)

- (1) 図5-1のような地盤・構造物相互作用モデルに、水平地動加速度 d^2z/dt^2 (t は時間) が作用するものとする。上部構造を1質点系にモデル化した時の建物質量を m 、建物剛性を k_B 、建物高さを H 、水平地盤ばね(スウェイばね)を k_S 、回転地盤ばね(ロッキングばね)を k_R 、基礎の質量を m_f 、基礎の回転慣性を I_f とする。地表に対する上部構造と基礎の水平変位をそれぞれ x_B , x_F 、基礎の回転角を θ とする。以下の問に答えなさい。

- (a) 基礎中心回りのモーメントの釣り合い式は、1)建物の転倒モーメント、2)基礎の回転慣性モーメント、3)地盤復元力のモーメント、の3つの項の釣り合いで表される。与えられた記号を用いて1), 2), 3)の各項を表せ。

- (b) $m = 5 \times 10^6$ (kg), $k_B = 5 \times 10^8$ (N/m), $H = 10$ (m), $k_S = 5 \times 10^8$ (N/m), $k_R = 25 \times 10^9$ (N m/rad), $m_f = 0$, $I_f = 0$ のとき、基礎固定時の建物固有周期とスウェイ・ロッキング変形時の全体系の固有周期を求めよ。ただし、 π を3として計算すること。

- (c) (b)において、建物の慣性力に対するスウェイ・ロッキング率を求めよ。

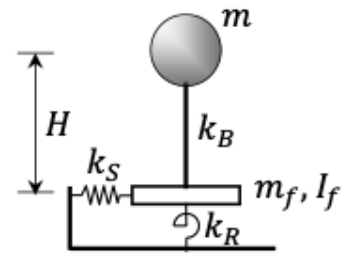


図5-1

スウェイ・ロッキングモデル

- (2) 図5-2に示す振幅比1), 2), 3)は、自由地表面(G)、建物基礎(B)、建物頂部(T)に加速度計を置いて地震観測したとき、T/B, B/G, T/Gの3種類の組み合わせについて周波数ごとの振幅の比を示したものである。振幅比1), 2), 3)がT/B, B/G, T/Gのうちどの振幅比に対応するか、理由とともに説明せよ。

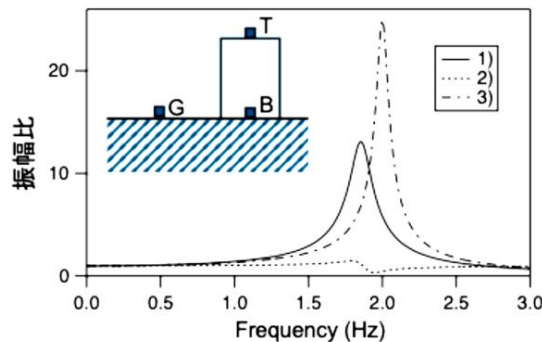


図5-2 地震時の振幅比

問題 6 防災工学に関する以下の問に答えなさい。(計 35 点)

問題 6-1 以下の問に答えなさい。

(1) 沖積層及び洪積層について以下のキーワードをすべて用いて説明しなさい。

キーワード：シルト，砂礫，N 値，不同沈下，支持基盤

(2) 座屈が起こる現象について以下のキーワードをすべて用いて説明しなさい。

キーワード：座屈荷重，座屈応力，座屈長さ，断面二次モーメント，細長比

(3) ラーメン構造とブレース構造の水平力の負担の違いについて以下のキーワードをすべて用いて説明しなさい。

キーワード：柱，梁，曲げモーメント，軸力，接合

問題 6-2 長周期地震動に対する高層建築物の応答低減の方法について述べなさい。