

博士課程前期 2 年の課程
一般選抜（令和 3 年 4 月入学）
試験問題（建築構造工学講座）
Master's Program Entrance Examination
Regular Program (for Entry in April 2021)
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 6 枚（表紙を除く） / 6 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。ただし、解答用紙の裏面は使用しないこと。

There are six (6) questions. Write the answer of each question on the different answer sheet(s). A set of (14) answer sheets is given. You can use two (2) or more answer sheets for one question. Do not use the reverse side of answer sheets.

問題1 静定骨組に関する以下の問に答えなさい。(計 60 点)

図 1 に示すような筋交いと庇の取りつく静定ラーメンについて、庇の先端 H 点に鉛直荷重 P が下向きに、軒の節点 D に水平荷重 Q が左向きに作用している。いずれの部材も、弾性域にあり、曲げ剛性は等しく EI 、自重は無視できるものとして、以下の問に答えなさい。

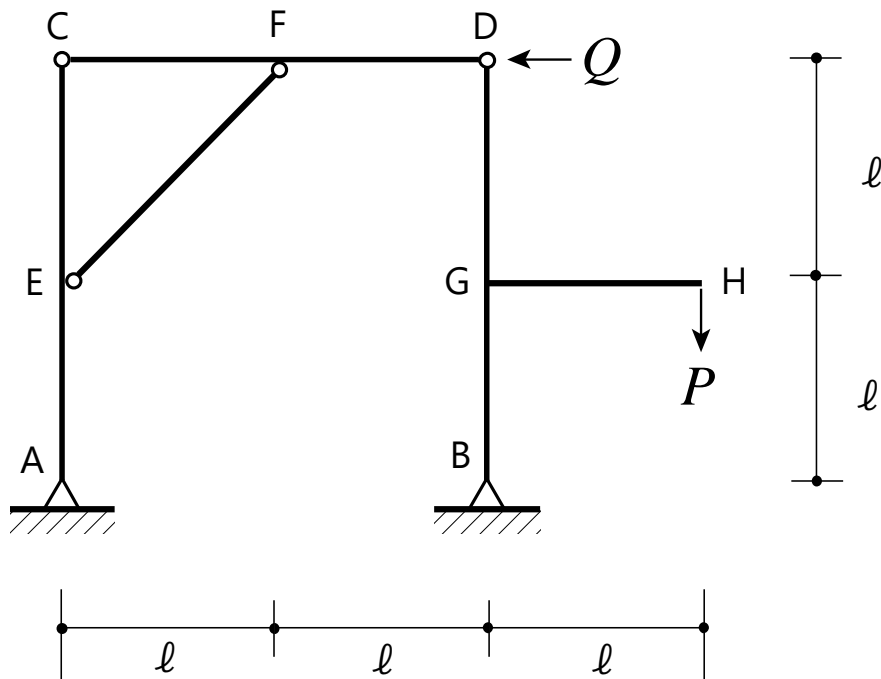


図 1 静定ラーメン

- (1) 水平荷重 $Q=0$ (かつ鉛直荷重 $P \neq 0$) のときの静定ラーメンのモーメント図、および、鉛直荷重 $P=0$ (かつ水平荷重 $Q \neq 0$) のときの静定ラーメンのモーメント図をそれぞれ描きなさい。(30 点)
- (2) 筋交い EF 材の軸力を求めるとともに、軸力が 0 となるときの鉛直荷重 P と水平荷重 Q の関係式を導きなさい。(20 点)
- (3) 鉛直荷重 $P=0$ のとき、筋交い EF 材がオイラー座屈しないように水平荷重 Q が満たすべき条件式を求めなさい。(10 点)

問題2 図2に示すような不静定骨組を考える。点Aと点Cは固定端である。各部材のヤング係数は E 、断面二次モーメントは I である。以下の問に答えよ。(計100点)

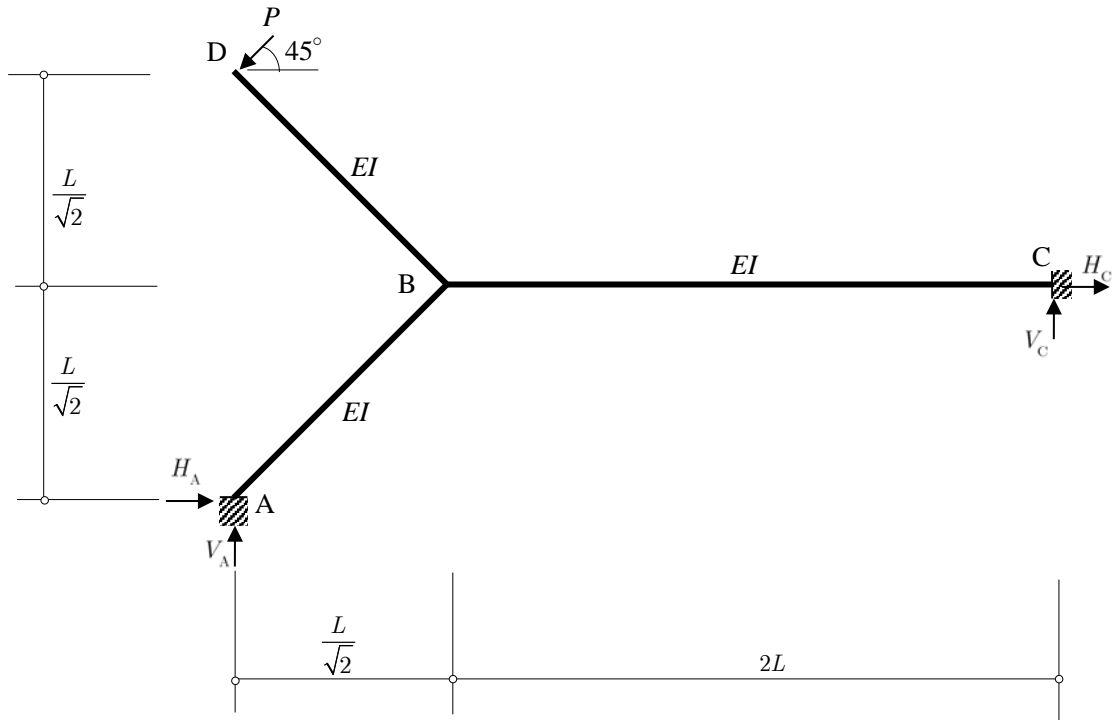


図2 不静定骨組

- (1) 支点反力 H_A , V_A , H_C , V_C を求めよ。(40点)
- (2) 曲げモーメント図, せん断力図, 軸力図を描け。(45点)
- (3) 節点Bの回転角を求めよ。(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70点)

問題3-1 図3-1に示す大スパン鉄骨構造について考える。次の問に答えなさい。解答に際して、計算過程を示すこと。(40点)

- (1) 図3-1において、X-Z構面はラーメン構造とするが、Y-Z構面はどのような構造形式が用いられるか、その理由とともに示せ。ただし、柱は図に示すようにH形断面とする。
- (2) 図3-2に示すように、(a)長期荷重が作用した場合、(b)地震力が作用した場合の曲げモーメント分布、及び長期荷重と地震力が作用した場合の曲げモーメント分布を示せ。
- (3) 長期荷重と地震力が作用した場合の最大曲げモーメント M_{max} を図中に示し、梁の作用曲げ応力度 σ_b を求めよ。ただし、梁の最大曲げ応力度は降伏応力度に達していないものとする。また、梁の強軸回りの断面二次モーメント I_x 、弱軸回りの断面二次モーメント I_y 、強軸回りの断面係数 Z_x 、弱軸回りの断面係数 Z_y 、強軸回りの塑性断面係数 Z_{px} 、弱軸回りの塑性断面係数 Z_{py} のうち、必要な記号を用いてよい。
- (4) 長期許容曲げ応力度 f_b 以下となるようにするための方法を簡潔に述べよ。

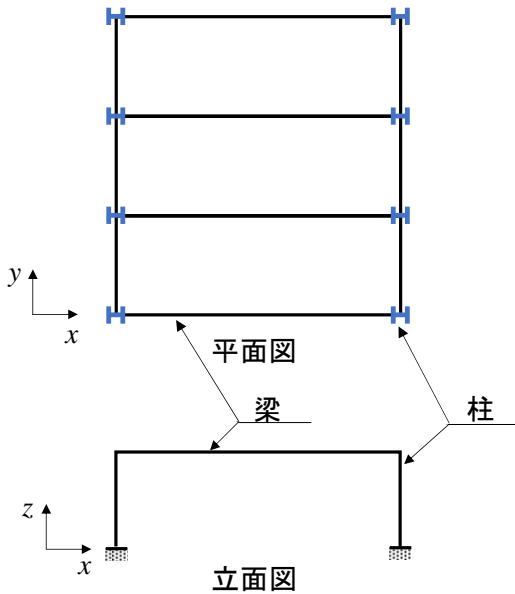


図3-1

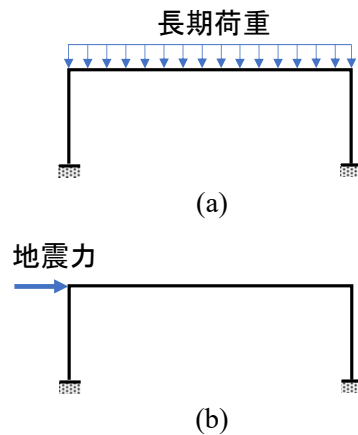


図3-2

問題3-2 次の問に答えなさい。(30点)

- (1) 梁の継手に用いられる接合方法を挙げ、その理由を説明せよ。また、材長方向のどの位置に設けるべきかをその理由とともに述べよ。
- (2) 鋼材の基準強度の規定方法を示し、SS400 (降伏応力度 235kN/mm^2 , 引張強度 400kN/mm^2) と H-SA700 (降伏応力度 800kN/mm^2 , 引張強度 1000kN/mm^2) の基準強度 F 値を求めよ。

問題 4 鉄筋コンクリート構造に関する以下の問いに答えなさい。(計 70 点)

問題 4-1

図 4-1 に示すような 1 層 1 スパン鉄筋コンクリート造ラーメン架構に水平荷重 P が作用している。柱の断面は図 4-2 のとおりで、梁は十分に剛強であり、また、柱の軸力は十分に小さく無視できるものと仮定する。(50 点)

- (1) 長方形柱の断面 2 次モーメントは $I = \frac{bD^3}{12}$ (ただし、 b :幅、 D :せい) で求められることを導きなさい。
- (2) 弾性時の各柱のせん断力を求め、曲げモーメント図を書きなさい。ただし、柱のヤング係数は E とする。
- (3) 水平荷重 P を増加させると、柱 A、B、C に、順次、曲げひび割れやせん断ひび割れが発生した。どの場所にどのようなひび割れが発生するか、スケッチを示しなさい。また、それらのひび割れが発生する順番を予測して示しなさい。
(例：曲げひび割れ：柱 A→柱 B→柱 C，せん断ひび割れ：柱 C→柱 B→柱 A)
- (4) 柱はせん断破壊が発生せず、曲げ終局に達すると仮定する。柱が曲げ終局状態に達して、架構が崩壊メカニズムを形成するときの各柱のせん断力の比を概算で求めなさい。
- (5) 柱の曲げ終局に先行してせん断破壊が発生するとしたら、どの柱が最も可能性が高いか。理由とともに説明しなさい。

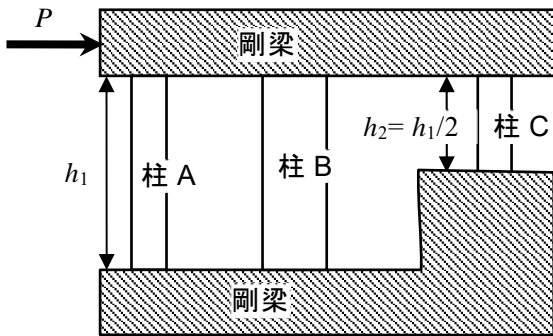


図 4-1

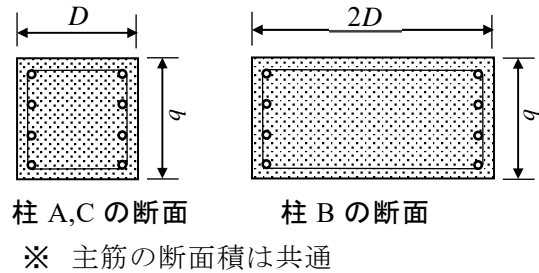


図 4-2

問題 4-2

以下の問いに答えなさい。(20 点)

- (1) 圧縮軸力を受ける鉄筋コンクリート造柱の曲げひび割れ発生時の断面内の応力度分布を描き、曲げひび割れモーメント M_{cr} の求め方を説明しなさい。
- (2) これまでの国内外の地震で、ピロティ構造の鉄筋コンクリート造建物の被害が多く報告されている。その理由と対策について述べなさい。

問題5 建造物の振動に関する下記の問に答えなさい。(計50点)

- (1) 2層建物を図5-1のような2質点系に置換したモデルの振動を考える。
 1層, 2層の質量をそれぞれ m_1, m_2 , 水平剛性を k_1, k_2 , 粘性減衰係数を c_1, c_2 , 地表に対する水平変位を x_1, x_2 とする。以下の問に答えなさい。
- (a) 水平地動加速度 d^2z/dt^2 が作用する場合の1層, 2層の力の釣り合い式をそれぞれ示せ。 t は時間とする。
- (b) $m_1 = 3 \times 10^5$ (kg), $m_2 = 2 \times 10^5$ (kg), $k_1 = k_2 = 200 \times 10^5$ (N/m), $c_1 = c_2 = 0$ のとき, 1次と2次の固有円振動数をそれぞれ求めよ。
- (c) (b)において, 1次と2次の固有モードを1層に対する2層の符号付振幅比としてそれぞれ求めよ。
- (d) 建物頂部の水平自由振動波形が図5-2で与えられているものとする。1次モードのみが卓越しているとみなして, 1次減衰定数 h_1 を求めよ。必要ならば $\ln(2) \cong 0.7$ として良い。

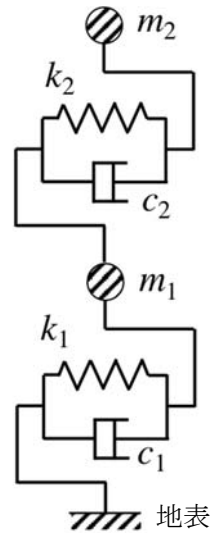


図5-1 2質点系モデル

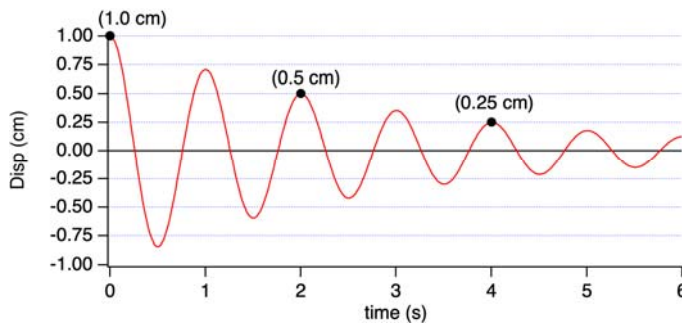


図5-2 自由振動波形

- (2) 建物平面の剛心位置と重心位置が異なる場合, 偏心がある建物と呼ばれる。以下の問に答えなさい。
 必要ならば図を描いても良い。
- (a) 偏心がある建物の振動の特徴について, 偏心がない建物と比較して記述せよ。
- (b) 偏心がある建物の耐震設計上の注意点について記述せよ。

問題6 防災に関する以下の問に答えなさい。(計 50 点)

大規模台風や豪雨災害時の自宅における垂直避難について、以下の問に答えなさい。

- (1) 自宅における垂直避難の選択が可能な条件について、以下のすべてのキーワードを使用して答えなさい。(25 点)

キーワード：突発災害，ハザードマップ，建物条件，浸水深さ，土砂災害危険区域

- (2) 自宅における垂直避難の課題について、以下のすべてのキーワードを使用して答えなさい。(25 点)

キーワード：室内設備（例えば，トイレや浴槽，階段等），ライフライン，備蓄，高齢者，
浸水継続時間