

博士課程前期 2 年の課程
外国人留学生等特別選抜（令和元年 10 月入学）
一般選抜（令和 2 年 4 月入学）
試験問題（建築構造工学講座）

◆注意事項

- (1) 配布物は以下の通りである。
 - 問題用紙 6 枚（表紙を除く）
 - 解答用紙 12 枚

- (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。

- (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 12 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。解答用紙が足りない場合には、試験監督に申し出ること。

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 1-1 に示す片持ち柱に小屋組がピン接合された静定骨組 ABCDE の頂点 C に鉛直荷重 P が下向きに、水平荷重 H が右向きに作用している。このとき、いずれの部材も弾性域で自重が無視できるものとして、以下の問に答えなさい。

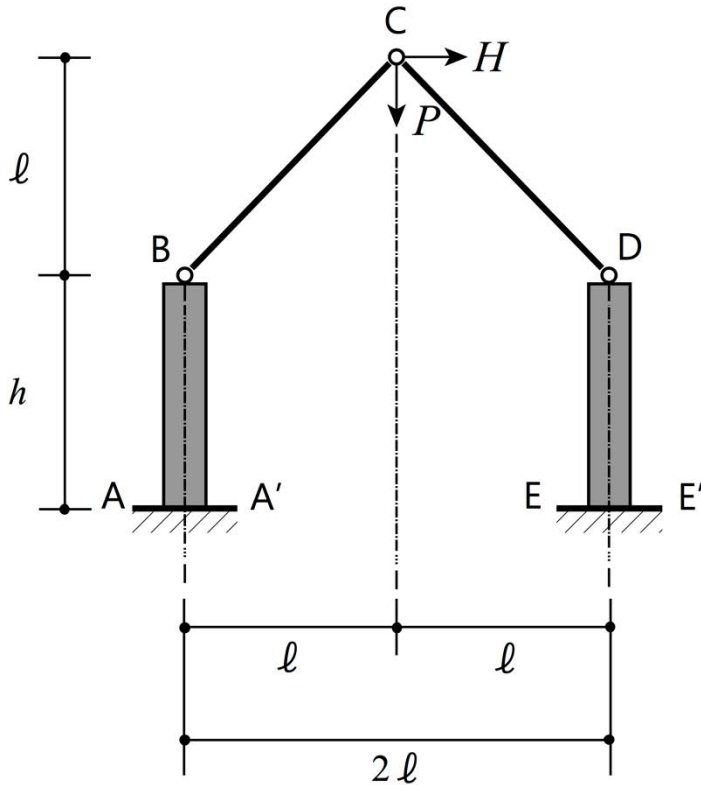


図 1-1 静定骨組

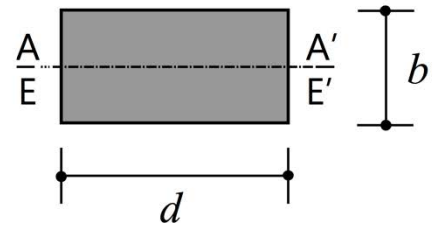


図 1-2 柱部材断面

- (1) 柱 AB 部材、および、柱 DE 部材の軸力をそれぞれ求めなさい。ただし、引張力を正とする。(16 点)
- (2) 柱 AB 部材の柱脚 (A-A'断面位置)、および、柱 DE 部材の柱脚 (E-E'断面位置) におけるモーメントをそれぞれ求めなさい。ただし、時計回りのモーメントを正とする。(16 点)
- (3) 節点 B および節点 D のピン接合部が柱 AB 部材断面および柱 DE 部材断面の図心位置にあり、柱 AB 部材断面および柱 DE 部材断面は一樣で図 1-2 に示す断面とする。このとき、A-A'断面、および、E-E'断面の引張側軸応力度の最大値をそれぞれ求めなさい。ただし、引張力を正とする。(16 点)
- (4) 鉛直荷重 P と水平荷重 H の大きさが等しいとき、柱 AB 部材の軸応力度の最大値を求めなさい。(12 点)

問題 2 図 2-1 に示すような二層平面ラーメンを考える。柱脚及び柱・梁の節点はすべて剛接合である。各層の床について剛床仮定が成り立つものとする。スパンや階高、各部材のヤング係数、断面性能は不明であるが、二階床に水平力 P_1 を載荷した時の屋階水平変形と二階水平変形はそれぞれ u_{12} , u_{11} であり、屋階床部に水平力 P_2 を載荷した時の屋階水平変形と二階水平変形はそれぞれ u_{22} , u_{21} であるものとする。水平変形は基礎からの相対変形である。また、この骨組は弾性であり保存系であるものとする。以下の間に答えなさい。(計 100 点)

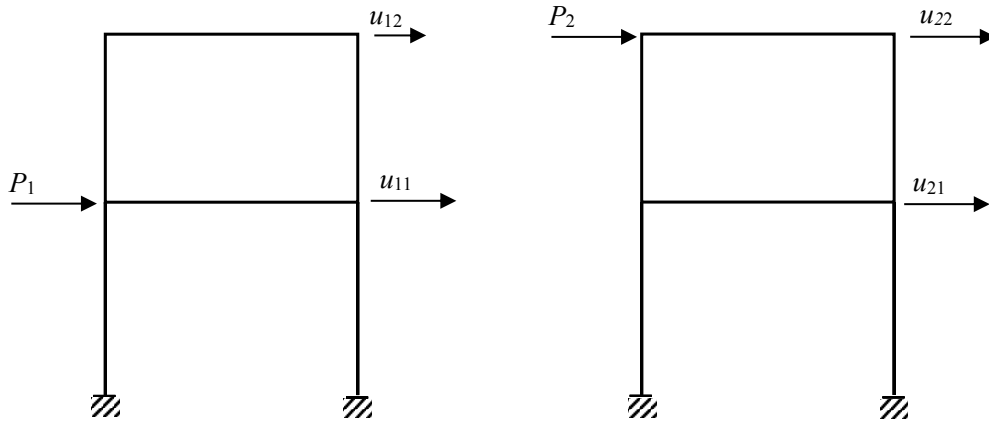


図 2-1 二層ラーメン

- (1) まず始めに、二階床に水平力 P_1 のみを載荷した時の骨組の歪エネルギーを求めよ。(20 点)
- (2) (1)の P_1 が作用している状態において、更に屋階床に水平力 P_2 を載荷した時、 P_1 と P_2 のなす仕事をそれぞれ求めよ。(30 点)
- (3) 次に、水平力が作用していない状態から同時に P_1 と P_2 を載荷した時の骨組みの歪エネルギーを求めよ。(30 点)
- (4) P_1 として 600 kN を加えた時、 $u_{12} = 0.003$ m であった。 P_2 として 400 kN を加えた時の u_{21} を求めよ。(20 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 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。(40点)

- (1) 日本建築学会鋼構造設計規準などによると、梁の長期許容曲げ応力度 f_b は、下記に示す f_{b1} , f_{b2} の大きい方を用いる。 f_{b1} , f_{b2} はどのような座屈現象に対する許容応力度かを説明せよ。

$$f_{b1} = \frac{1}{1.5} \left\{ 1 - 0.4 \frac{(l_b / i_y^*)^2}{CA^2} \right\} f_t \quad \dots(1) \qquad f_{b2} = \frac{1}{1.5} \frac{0.65E}{l_b h / A_f} \quad \dots(2)$$

- (2) 図3-1の(a)~(c)におけるモーメント勾配係数を求めよ。また、(b), (c)については梁の横座屈を検討しなければならない領域(端部と小梁間, もしくは, 小梁間)をA~Cで示せ。ただし、領域が複数ある場合は併記すること。
- (3) 図3-1の(a)~(c)で断面 H-500×200×10×16 の梁としたとき、短期許容曲げ応力度が最も大きくなるケースは、(a)~(c)のうち、どれか。それぞれ値も示せ。ただし、鋼種はSS400材とし、 $l=8\text{m}$ とする。また、 A_f はフランジ断面積、 h は梁せいであり、必要に応じて $A=120$, $i_x=20.4\text{cm}$, $i_y=4.36\text{cm}$, $i_y^*=5.20\text{cm}$ を使ってよい。

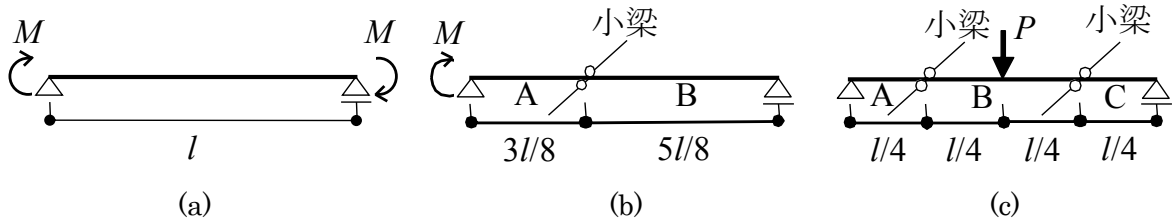


図3-1 曲げモーメントを受ける梁

問題3-2 次の問に答えなさい。(30点)

- (1) 建築圧延構造用鋼材には3種類あるが、それらの違いを材料特性の観点から説明せよ。
- (2) H形鋼梁と箱形鋼柱の接合部のディテールを図示し、作用応力の観点から各部位でどのような接合方法を用いるべきかを論ぜよ。

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 70 点)

問題 4-1 (40 点)

図 4-1 に示すような 1 層 1 スパン鉄筋コンクリートラーメン架構がある。柱と梁の断面は図 4-2 のとおりである。梁には積載荷重 100kN が等分布荷重として作用しており、左右の柱に均等に作用すると仮定する。

(1) 柱及び梁の曲げ終局モーメントを求めなさい。

次に、このラーメンの A 点に水平荷重 P が作用する場合を考える。

(2) 荷重 P と A 点の水平変位 δ の関係のグラフを描け。ただし、柱・梁ともに、せん断強度は十分に強いものとする。グラフは概形でよいが、縦軸横軸の数値をわかる範囲で記入すること。

(3) 終局時のラーメンの崩壊形(曲げ降伏ヒンジの位置)、曲げモーメント図を描き、梁及び柱のせん断力を求めよ。

(4) 柱及び梁部材のせん断強度がともに 100kN であるとき、ラーメンの崩壊形と最大水平力 P_{max} はどのように変化するか、述べよ。

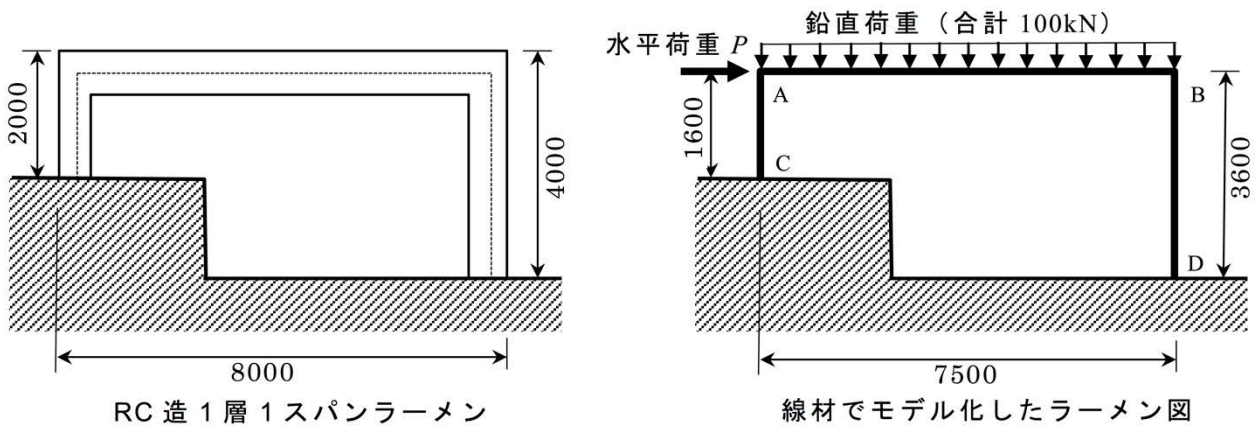
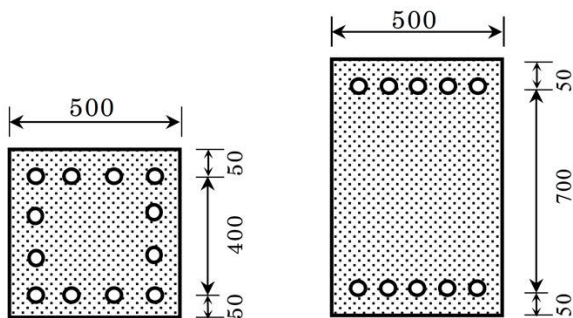


図 4-1

単位 : mm



柱の断面
主筋:12-D19

梁の断面
主筋:5-D19
(上端・下端とも)

D19 の断面積は 200mm^2
コンクリートの圧縮強度
 $F_c=20\text{N/mm}^2$
とする

単位 : mm

図 4-2

問題 4-2 (30 点)

(1) 鉄筋コンクリート部材のせん断抵抗機構であるトラス機構とアーチ機構について説明しなさい。

(2) 鉄筋コンクリート構造の特徴・欠点について、居住性、施工性、耐久性、耐震性、その他の観点から説明しなさい。

問題5 構造物の振動に関する下記の間に答えなさい。ただし、 π を3として計算すること。(計50点)

(1) 図5-1のような地盤・構造物相互作用モデルを考える。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 とし、それぞれ図5-1中の値で与えられるものとする。基礎の質量 m_f と回転慣性 I_f 、減衰は無視でき、応答は弾性範囲に留まるものとして、以下の間に答えなさい。(20点)

- (a) 基礎固定時の建物の固有周期 T_0 を求めよ。
- (b) スウェイ・ロッキングモデルの固有周期 T_{SR} を求めよ。

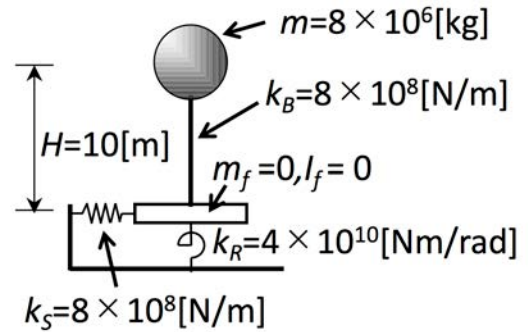


図5-1 スウェイ・ロッキングモデル

(2) 図5-2に示す擬似速度応答スペクトルが設計用水平動スペクトルとして図5-1のモデルに作用する場合を考える。以下の間に答えなさい。なお、建物の減衰は $h=0.05$ とし、地盤ばねによる減衰付加は考慮しないものとする。(20点)

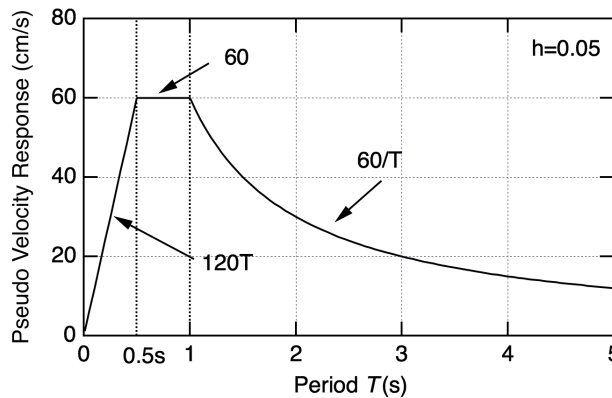


図5-2 擬似速度応答スペクトル

- (a) 基礎固定時のモデルに作用した時の建物の弾性変形量 U_0 を求めよ。
- (b) スウェイ・ロッキングモデルに作用した時の建物の弾性変形量 U_B 、スウェイ変形量 U_S 、ロッキング変形量 U_R をそれぞれ求めよ。

(3) 地盤と構造物の相互作用効果について説明せよ。(10点)

問題6 防災工学に関する以下の問に答えなさい。(計 50 点)

- (1) 自然災害のリスクへの対応は、リスクの大きさとリスクの発生確率に応じて、「リスク転嫁 (Risk transfer)」、「リスク回避 (Risk evasion)」、「リスク保有 (Risk retention)」、「リスク低減 (Risk reduction)」の4つに分類される。リスク転嫁の具体的な方法について述べよ。(10 点)
- (2) 地震災害に対する社会のリスク低減のための工学的対策について、以下に示す3つのキーワード①ハザード (Hazard)、②社会の脆弱性 (Vulnerability)、③リスク (Risk) をすべて用いて述べよ。(10 点)
- (3) 建築物の地震応答特性について、耐震構造と免震構造を比較して述べよ。必要があれば、図を用いてもよい。(10 点)
- (4) 日本において免震構造が採用される建物用途には特徴がある。以下に示す3つの具体的な建物用途①病院、②中高層の集合住宅、③庁舎の中からどれか1つを選び、その用途に免震構造が採用されることが多い理由を述べよ。(10 点)
- (5) 企業が自然災害に対する事業継続計画 (BCP : Business Continuity Plan) を策定する目的を述べよ。(10 点)