

番号

氏名

この紙の裏面は4等分して
問 6, 7(3), 10, 11 に使用

1. Tenerife 劇場はスペインでもっとも象徴的な建物に選ばれている。建物上部の片持ち梁（図 1(a)(b)参照）に必要な鉄筋を概算してみよう。適当な数字を○で選びなさい。(2)-(6)については計算根拠を図1の右側に書きなさい。

(1) RC の 1m³あたりの重量は約(2.5t, 5t, 10t)である。(Hint: 水 1 リットルは 1kg)

(2) この片持ち梁を図 1(a)(c)(d)のように単純化する。図 1(d)の断面積は約(5m², 10m², 20m²)であり、1m あたりの重量は約(5t, 10t, 20t, 50t)である。

$$A=0.5 \times 40 = 20\text{m}^2, \quad w=2.5 \times 20 = 50\text{t}$$

(3) 板の厚みが先端まで 0.5m とすれば、片持ち梁全体の重量は約(500t, 1000t, 1500t, 2000t)である。

$$W=50 \times 60 / 2 = 1500\text{t}$$

(4) 重力によって右端に生じる曲げモーメント M は約(100, 200, 300, 400) × 10³ kN.m である。

$$M=1500 \times 10 \times 60 / 3 = 300 \times 10^3 \text{ kN.m}$$

(5) 中立軸から圧縮縁までの距離を 3m と仮定する。断面には D35 鉄筋を均等に配置する。中立軸から引張力の重心までの距離は、約(3, 4, 5, 6)m となる。

$$(9-3) \times 2 / 3 = 4\text{m}$$

(6) 重力に抵抗するのに必要な引張力は約(10, 20, 50, 100) × 10³ kN である。

$$T=M/j=300 \times 10^3 / (4+2) = 50 \times 10^3 \text{ kN}$$

(7) D35 鉄筋の断面積は約(200, 500, 1000)mm²である。また、引張縁の鉄筋が長期許容応力度になるとき、鉄筋の平均応力度は約(50, 100, 200) N/mm²である。よって、引張領域での D35 鉄筋の必要本数は約(100, 200, 500, 1000)本である。

$$n=T/(a.f)=50 \times 10^3 \text{ kN} / (1000 \times 100) = 500 \text{ 本}$$

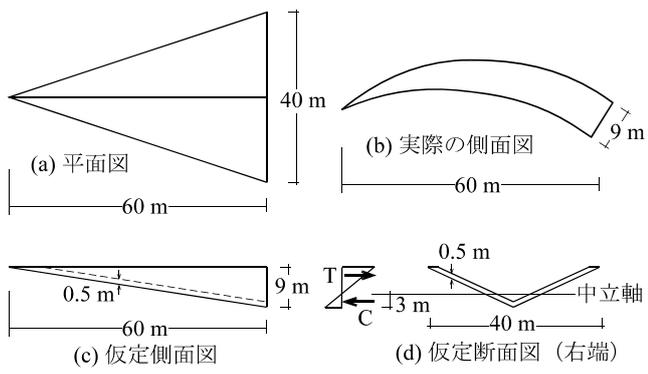


図1 Tenerife 劇場の片持ち梁

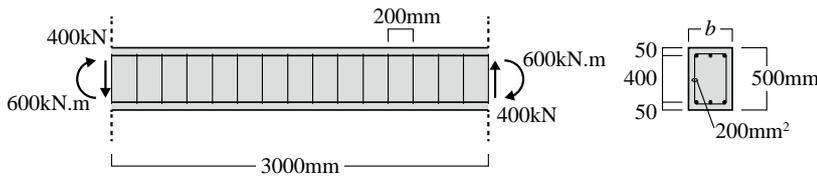
(2)	(5)
(3)	(6)
(4)	(7)

番号

氏名
(解答例)

この紙の裏面は4等分して
問2~5に使用

7. 下図の梁の端部に、図中のようにモーメントとせん断力が作用している。このとき以下の問いに答えなさい。(計14点)



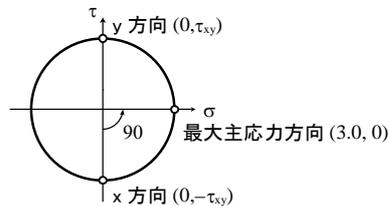
(1) 梁幅が b (mm) のとき、スパン中央付近で梁の断面に生じている最大のせん断応力を b を使って表しなさい。ただし、梁にせん断ひび割れは生じておらず、鉄筋の影響は無視できるものとする。(4点)

$$\tau_{\max} = \frac{3}{2} \frac{400 \times 10^3}{b \cdot 500} = \frac{1200}{b} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

(2) コンクリートの引張強度が 3.0N/mm^2 である。梁にせん断ひび割れが生じるときのせん断応力の大きさとひび割れの向き(角度だけではなく、右上がり or 右下がりかも)を、1枚目の用紙の裏にモールの応力円を描いて求めなさい。(4+4点)

$$x \cdot y \text{ 方向とも直応力はゼロなのでモールの応力円は図のようになり } \tau_{xy} = 3.0\text{N/mm}^2$$

最大主応力の方向は x 方向から反時計回りに $90/2=45$ 度回転した向きであり、ひび割れは右下がりに 45 度の向き



モールの円が描けていたら2点

ひび割れの向きで右上がり、右下がりの間違いは-2点

(3) 梁にせん断ひび割れを発生させないための最小の梁幅 b を求めなさい。(2点)

$$\frac{1200}{b} = 3.0 \text{ より } b = 400 \text{ (mm)}$$

8 問7と同じ梁について、梁幅 b が 250(mm) のとき以下の問いに答えなさい。(計16点)

(1) 梁の横補強筋比を求めなさい。あばら筋の1本の断面積は $200\text{(mm}^2\text{)}$ 、間隔は 200(mm) である。(4点)

$$p_w = \frac{2 \times 200}{250 \times 200} = 0.008$$

(2) 日本建築学会の RC 規準では横補強筋比 0.2 % を下回ることを禁じ、横補強筋比 1.2 % を超える範囲で許容せん断力を一定にしている。適切な数字を記入しなさい。(2点)

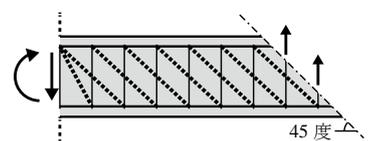
(3) この梁にはせん断ひび割れが生じるため、せん断力はトラス機構によって伝達される。この梁に生じているトラス機構の概形を下の図中に示しなさい。トラスの角度は 45 度とする。(4点)

(省略)

(4) この梁のスパン中央付近のあばら筋に生じる引張応力の大きさを概算しなさい。梁のスパン中央付近では一様なトラス機構が形成されていると仮定してよい。計算根拠を図示すること。(6点) 適切な図があれば3点

トラスの圧縮ストラットに沿った 45 度の断面を横切るあばら筋は4本である。
鉛直方向の力の釣り合いから

$$\sigma_w = \frac{400 \times 10^3}{4 \times 200} = 500 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$



(別解)

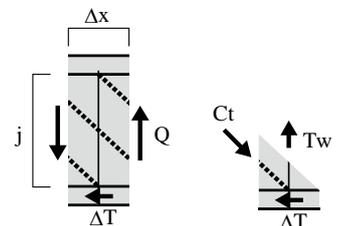
あばら筋を中心とした 200mm の区間を考えるとモーメントの釣り合いから主筋に生じている付着力は

$$\Delta T = \frac{Q \Delta x}{j} = \frac{400 \times 200}{400} = 200 \text{ (kN)}$$

トラスの角度が 45 度であるから、あばら筋に生じる引張力 (2本分) および引張応力は

$$T_w = \frac{\Delta T}{\tan \phi} = \frac{200}{1} = 200 \text{ (kN)}$$

$$\sigma_w = \frac{200 \times 10^3}{2 \times 200} = 500 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$



番号

氏名

この紙の裏面は4等分して問7(2), 10, 11, 12に使用

1. Tenerife 劇場はスペインでもっとも象徴的な建物に選ばれている。建物上部の片持ち梁 (図 1(a)(b)参照) に必要な鉄筋を概算してみよう。適当な数字を○で選びなさい。(2)-(6)については計算根拠を図1の右側に書きなさい。

- (1) RC の 1m^3 あたりの重量は約(2.5t, 5t, 10t)である。(Hint: 水 1L は 1kg) (2点)
- (2) この片持ち梁を図 1(a)(c)(d)のように単純化する。図 1(d)の断面積は約(5m^2 , 10m^2 , 20m^2)であり, 1m あたりの重量は約(5t, 10t, 20t, 50t)である。(2+2=4点)
- (3) 板の厚みが先端まで 0.5m とすれば, 片持ち梁全体の重量は約(500t, 1000t, 1500t, 2000t)である。(2点)
- (4) 重力によって右端に生じる曲げモーメントは約(100 , 200 , 300 , 400) $\times 10^3$ kN.m である。(4点)
- (5) 中立軸から圧縮縁までの距離を 3m と仮定する。断面には D35 鉄筋を均等に配置する。鉄筋が弾性範囲内であれば, 中立軸から引張力の重心までの距離は, 約(3, 4, 5, 6)m となる。(4点)
- (6) 重力に抵抗するのに必要な引張力は約(10 , 20 , 50 , 100) $\times 10^3$ kN である。(4点)
- (7) D35 鉄筋の断面積は約(200 , 500 , 1000) mm^2 である。また, 引張縁の鉄筋が長期許容応力度になるとき, 鉄筋の平均応力度は約(50 , 100 , 200) N/mm^2 である。よって, 引張領域での D35 鉄筋の必要本数は約(100 , 200 , 500 , 1000)本である。このような概算は実際の設計でもよく行われる。(2+2+4=8点)

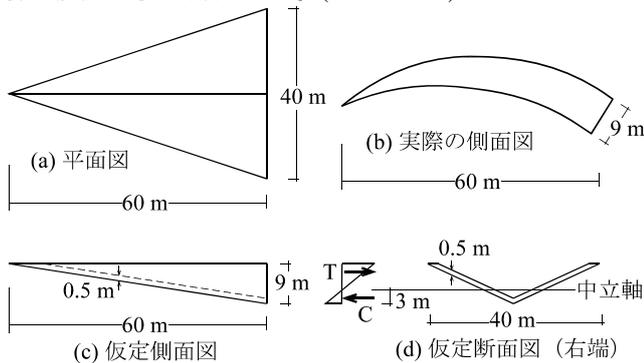
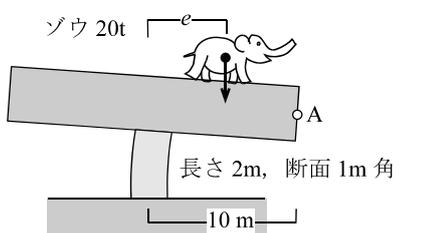


図1 Tenerife 劇場の片持ち梁

(2)	(5)
(3)	(6)
(4)	(7)

- 2. 梁の引張鉄筋比とかぶり厚さの定義を2枚目の用紙の裏面に図と短い文章で説明しなさい。(4点)
- 3. PC 梁と RC 梁の荷重変形関係の違いを2枚目の用紙の裏面に図と短い文章で説明しなさい。(4点)
- 4. 超高層マンションの RC 柱で副帯筋が重要である理由を2枚目の用紙の裏面に図と短い文章で説明しなさい。(4点)
- 5. 長期間, 圧縮軸力を受けるRC柱ではコンクリートの応力度が「 」し, 鉄筋の応力度が「 」する。この理由を2枚目の用紙の裏面に図と文章で説明しなさい。(2+4点)
- 6. 下図の構造で, 柱のコンクリートの圧縮応力度は右端で $20\text{N}/\text{mm}^2$, 左端で $8\text{N}/\text{mm}^2$ であった。重力加速度は $10\text{m}/\text{s}^2$ とする。コンクリートは弾性範囲内, ヤング係数は $40\times 10^3\text{N}/\text{mm}^2$ とする。



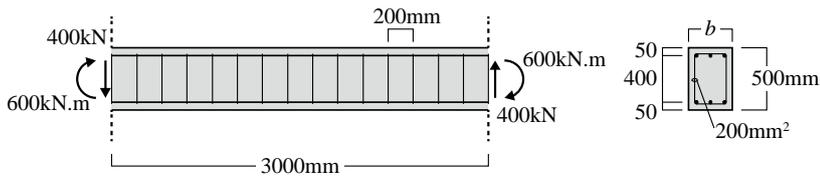
- (1) 柱の軸力を計算しなさい。(3点)
- (2) 柱の曲げモーメントを計算しなさい。鉄筋の応力度は無視してよい。また, ゾウから柱中心までの距離 e を計算しなさい。(3+3点)
- (3) 断面のひずみ度の分布を描き, 曲率を計算しなさい。(3点)
- (4) 梁が変形しないものと仮定して A 点のたわみを概算しなさい。(3点)

番号

氏名

この紙の裏面は4等分して
問2~5に使用

7. 下図の梁の端部に、図中のようにモーメントとせん断力が作用している。このとき以下の問いに答えなさい。(計14点)



(1) 梁幅が $b(\text{mm})$ のとき、スパン中央付近で梁の断面に生じている最大のせん断応力度を b を使って表しなさい。ただし、梁にせん断ひび割れは生じておらず、鉄筋の影響は無視できるものとする。(4点)

(2) コンクリートの引張強度が 3.0N/mm^2 である。梁にせん断ひび割れが生じるときのせん断応力度の大きさとひび割れの向き(角度だけではなく、右上がり or 右下がりかも)を、1枚目の用紙の裏にモールの応力円を描いて求めなさい。(4+4点)

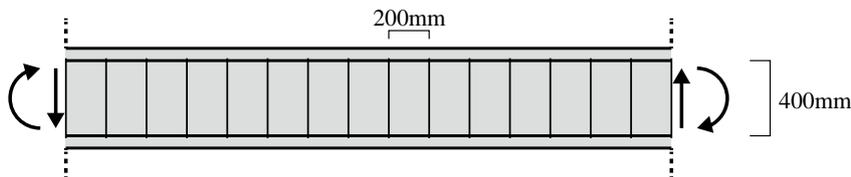
(3) 梁にせん断ひび割れを発生させないための最小の梁幅 b を求めなさい。(2点)

8 問7と同じ梁について、梁幅 b が $250(\text{mm})$ のとき以下の問いに答えなさい。(計16点)

(1) 梁の横補筋比を求めなさい。あばら筋の1本の断面積は $200(\text{mm}^2)$ 、間隔は $200(\text{mm})$ である。(4点)

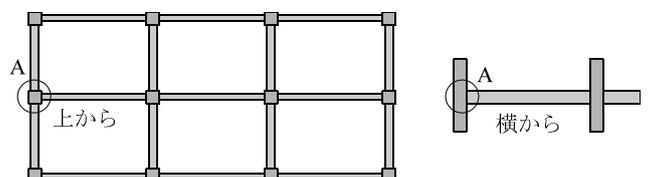
(2) 日本建築学会のRC規準では横補筋比 _____ %を下回ることを禁じ、横補筋比 _____ %を超える範囲で許容せん断力を一定にしている。適切な数字を記入しなさい。(2点)

(3) この梁にはせん断ひび割れが生じるため、せん断力はトラス機構によって伝達される。この梁に生じているトラス機構の概形を下の図中に示しなさい。トラスの角度は45度とする。(4点)



(4) この梁のスパン中央付近のあばら筋に生じる引張応力度の大きさを概算しなさい。梁のスパン中央付近では一様なトラス機構が形成されていると仮定してよい。計算根拠を図示すること。(6点)

9. 右図Aにおける標準的な配筋を上と横から見た図を1枚目の用紙の裏面に描きなさい。大きい図を描くこと。(3+3=6点)



10. 1階建て1スパンのRC建物に鉛直荷重が加わるときのひび割れを1枚目の用紙の裏面に描きなさい。大きい図を描くこと。(3点)

11. 縦軸を軸力、横軸を短期許容曲げモーメントとしたグラフを1枚目の用紙の裏面に描きなさい。数値は不要。(3点)