

第 1 回

2014 年 10 月 10 日

番号

氏名

1. コンクリート建物の主な長所を 3 つ箇条書きしなさい。
2. 集中荷重を受ける単純梁における主筋の役割を図と文章で説明しなさい。
3. 地震力を受ける柱における帯筋の役割を図と文章で説明しなさい。

第2回          2014年10月16日

番号

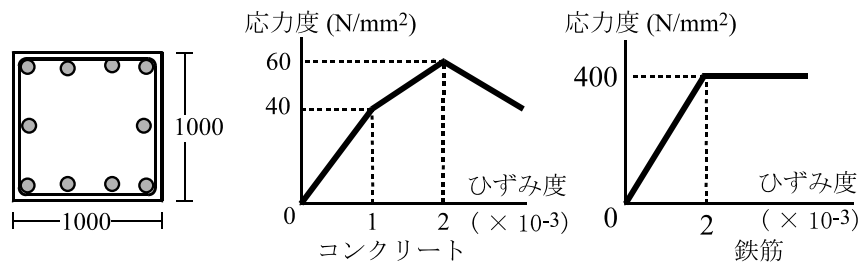
氏名

1. 鉄に降伏棚がある理由を，図と文章で説明しなさい。
2. 高強度と低強度のコンクリートが圧縮応力を受けるときの応力度－ひずみ度関係を描きなさい。
3. 超高層マンションの柱で副帯筋が必要な理由を，図と文章で説明しなさい。

番号	氏名
----	----

RC 規準では原則として鉄筋の長期許容応力度を(45, 95, 145, 195, 245, 295) N/mm<sup>2</sup>としている。これは、ひび割れ幅を(0.1, 0.3, 0.5, 0.7) mm 程度以下に抑えるためである。正しい数字を○で囲みなさい。(4 点)

下記の特性を持つ長さ 2 m の RC 柱が圧縮力を受けるときの長期許容荷重(kN)とその時の変形(mm)を求めなさい。ただし、鉄筋 1 本の断面積は  $2000\text{mm}^2$  とする。(6 点)



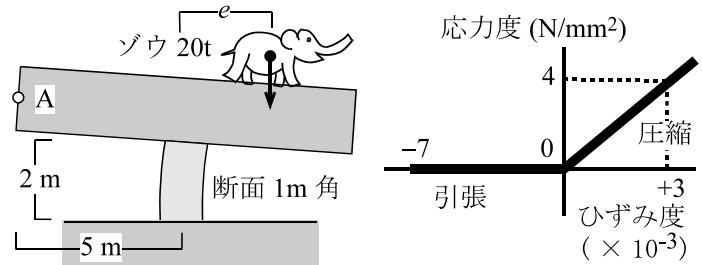
上記の荷重を 10 年間受けた後、柱の変形は 3 倍になった。このような現象を「                」という。このときの鉄筋の応力度はいくらか。(4 点)

1 階建て 1 スパンの RC 建物に短期荷重相当の地震力が加わるときの変形とひび割れを描きなさい。(6 点)

番号

氏名

1. 下記の柱の圧縮縁のひずみ度が $+3 \times 10^{-3}$ ，引張縁のひずみ度が $-7 \times 10^{-3}$ であった。ひずみ度の分布を描き，柱の曲率を計算しなさい。（単位を忘れないように）

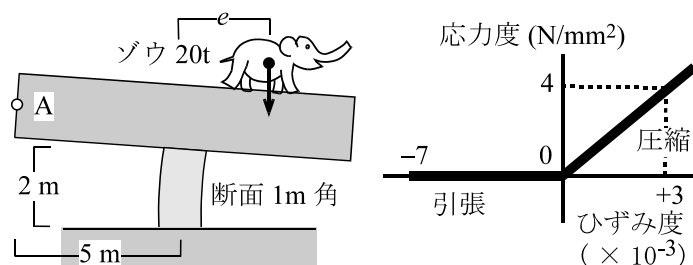


2. 梁の剛性が十分に高いものとして梁の回転角(rad)と A 点の鉛直変位(mm)を計算しなさい。
3. 応力度の分布を描き，柱の軸力(kN)を計算しなさい。
4. 柱の曲げモーメント(kN.m)を計算しなさい。
5. ゾウの体重 20t，重力加速度  $10\text{m/s}^2$  として，梁の重さとゾウ(200 kN)が歩いた距離を計算しなさい。

番号

氏名

6. 下記の柱の圧縮縁のひずみ度が $+3 \times 10^{-3}$ ，引張縁のひずみ度が $-7 \times 10^{-3}$ であった。ひずみ度の分布を描き，柱の曲率を計算しなさい。（単位を忘れないように）



$$\phi = \frac{(3+7) \times 10^{-3}}{1000} = 10 \times 10^{-6} \text{ (/mm)}$$

7. 梁の剛性が十分に高いものとして梁の回転角(rad)と A 点の鉛直変位(mm)を計算しなさい。

$$\theta = \phi L = 10 \times 10^{-6} \times 2000 = 2 \times 10^{-2} \text{ (rad)} \quad v = \theta L = 2 \times 10^{-2} \times 5000 = 100 \text{ (mm)}$$

8. 応力度の分布を描き，柱の軸力(kN)を計算しなさい。

$$N = \frac{4 \times 300 \times 1000}{2} \times \frac{1}{1000} = 600 \text{ (kN)}$$

9. 柱の曲げモーメント(kN.m)を計算しなさい。

$$M = N \times 400 \times \frac{1}{1000} = 600 \times 400 \times \frac{1}{1000} = 240 \text{ (kN.m)}$$

10. ゾウの体重 20t，重力加速度  $10 \text{ m/s}^2$  として，梁の重さとゾウ(200 kN)が歩いた距離を計算しなさい。

$$m_b = \frac{N - 200}{10} = 40 \text{ (t)}$$

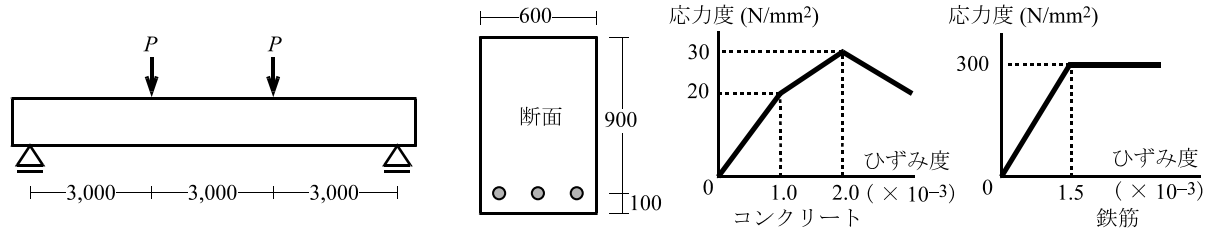
$$e = \frac{M}{200} = 1.2 \text{ (m)}$$

番号

氏名

下記の問題では、計算を簡単にするため、鉄筋の長期許容応力度を  $200 \text{ N/mm}^2$  とする。

下記の梁に荷重  $P$  を加えたところ、梁中央で鉄筋とコンクリートが同時に長期許容応力度に達した。



1. この時のひずみ度と応力度の分布を横から見た図を描きなさい。

2. コンクリートが負担する圧縮力を計算しなさい。

3. 鉄筋3本分の断面積を計算しなさい。このときの  $p_t$  を「                      」という。

4. 応力中心間距離を計算しなさい。

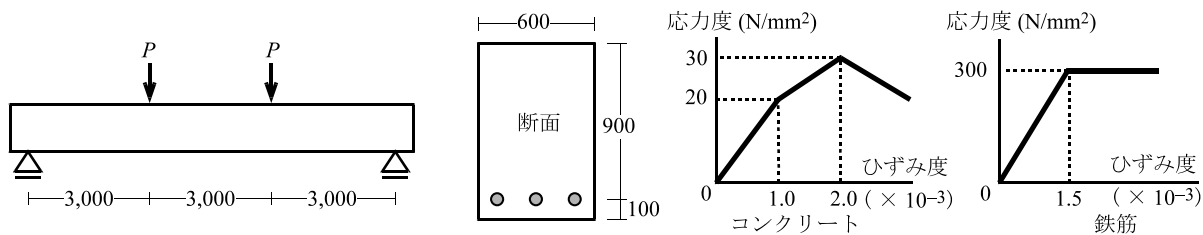
5. 梁の曲げモーメントと荷重  $P$  を計算しなさい。

番号

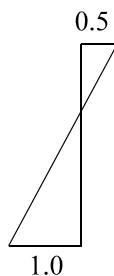
氏名

下記の問題では、計算を簡単にするため、鉄筋の長期許容応力度を  $200 \text{ N/mm}^2$  とする。

下記の梁に荷重  $P$  を加えたところ、梁中央で鉄筋とコンクリートが同時に長期許容応力度に達した。



1. この時のひずみ度と応力度の分布を横から見た図を描きなさい。



2. コンクリートが負担する圧縮力を計算しなさい。

$$C_c = \frac{10 \times 300 \times 600}{2} \times \frac{1}{1000} = 900 \text{ kN}$$

3. 鉄筋3本分の断面積を計算しなさい。このときの  $p_t$  を「                      」という。

$$a_t = \frac{900,000}{200} = 4,500 \text{ mm}^2$$

4. 応力中心間距離を計算し、略算値  $j = (7/8)d$  と比較しなさい。

$$j = 800$$

$$j = (7/8)900 = 788$$

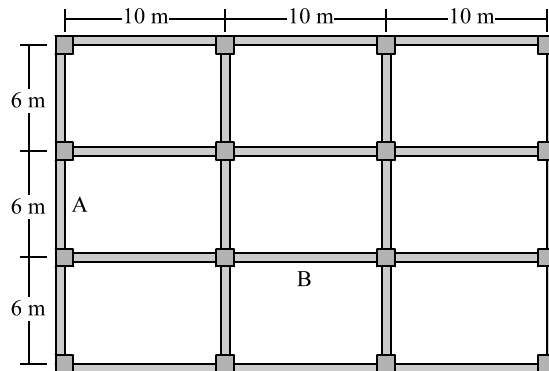
5. 梁の曲げモーメントと  $P$  を計算しなさい。

$$M = 900 \times 800 = 720,000 \quad P = \frac{720,000}{3,000} = 240 \text{ kN}$$

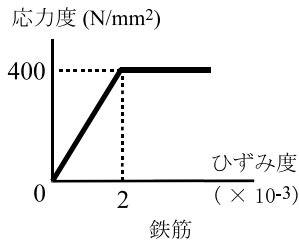
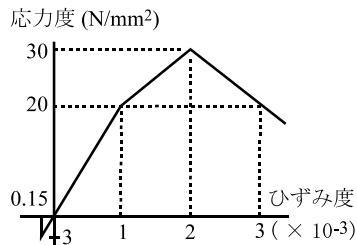
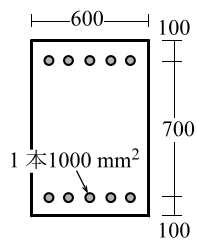
番号

氏名

1. 下記の梁A, Bについて、スラブの協力幅がおおよそいくらかを示す図を描きなさい。（2点）



2. 下記の断面の梁に曲げひび割れが生じる時の曲げモーメントと曲率を略算しなさい。（2+2点）



3. 上記の梁が釣合鉄筋比以下であると仮定して短期許容曲げモーメントを略算しなさい。 $x_n = 300\text{mm}$ と仮定して曲率を計算しなさい。（2+2点）
4. 上記の梁が終局状態（圧縮ひずみ度が $3 \times 10^{-3}$ ）になるときの曲げモーメントを略算しなさい。 $x_n = 240\text{mm}$ と仮定して曲率を計算しなさい。コンクリートの応力度の分布を横から見た図を描きなさい。（2+2+3点）
5. この梁の曲げモーメントと曲率の関係を描きなさい。（3点）

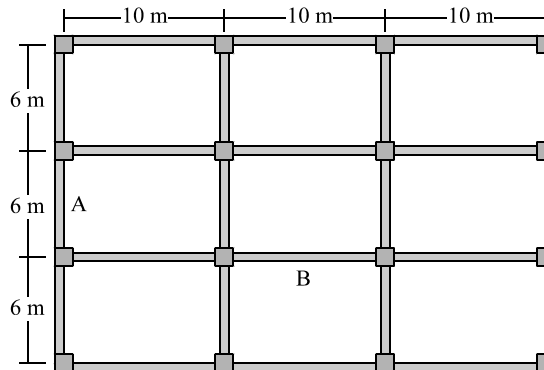


番号

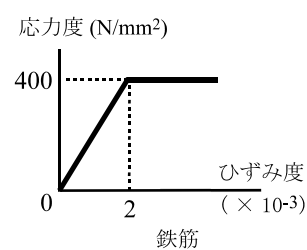
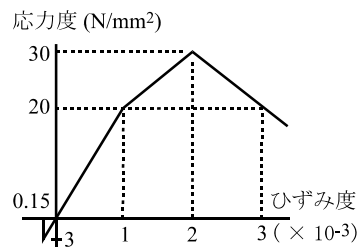
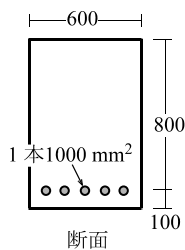
解答例

氏名

1. 下記の梁A, Bについて、スラブの協力幅がおおよそいくらかを示す図を描きなさい。（2点）



2. 下記の断面の梁に曲げひび割れが生じる時の曲げモーメントと曲率を略算しなさい。（2+2点）



$$M_c = \frac{600 \times 900^2}{6} \times 3 = 9^2 \times 10^6 \times 3 = 243 \times 10^6 \text{ N.mm} \quad \phi_c = \frac{0.15 \times 10^{-3}}{450} = \frac{150 \times 10^{-6}}{450} = 0.33 \times 10^{-6} / \text{mm}$$

3. 上記の梁が釣合鉄筋比以下であると仮定して短期許容曲げモーメントを略算しなさい。 $x_n = 300 \text{ mm}$ と仮定して曲率を計算しなさい。（2+2点）

$$j = \frac{7}{8} d = 700 \text{ mm} \quad M_y = 5000 \times 400 \times 700 = 1400 \times 10^6 \text{ N.mm}$$

$$\phi_y = \frac{2 \times 10^{-3}}{500} = \frac{20 \times 10^{-6}}{5} = 4 \times 10^{-6} / \text{mm}$$

4. 上記の梁が終局状態（圧縮ひずみ度が  $3 \times 10^{-3}$ ）になるときの曲げモーメントを略算しなさい。 $x_n = 240 \text{ mm}$ と仮定して曲率を計算しなさい。コンクリートの応力度の分布を横から見た図を描きなさい。（2+2+3点）

$$M_u = 0.9 \times 5000 \times 400 \times 800 = 1440 \times 10^6 \text{ N.mm}$$

$$\phi_u = \frac{3 \times 10^{-3}}{240} = \frac{100 \times 10^{-6}}{8} = 12.5 \times 10^{-6} / \text{mm}$$

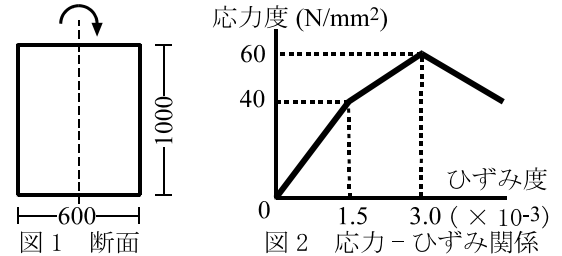
5. この梁の曲げモーメントと曲率の関係を描きなさい。（3点）

番号

氏名

右下の圧縮応力度－ひずみ度関係を持つ無筋コンクリート柱について考える。引張側は無視する。

- (1) 柱全面が短期許容応力度になるときの応力度分布を描き、曲げモーメントと軸力を計算しなさい。(2点)



- (2) 中立軸が柱の左端にあり、右端が短期許容応力度になるときのひずみ度と応力度の分布を描き、曲げモーメントと軸力を計算しなさい。(4点)

- (3) 中立軸が柱の左端から 150 mm の位置にあり、右端が短期許容応力度になるときのひずみ度と応力度の分布を描き、曲げモーメントと軸力を計算しなさい。(4点)

- (4) 中立軸が柱の中央にあり、右端が短期許容応力度になるときのひずみ度と応力度の分布を描き、曲げモーメントと軸力を計算しなさい。(4点)

- (5) 上記の結果を利用して、この柱の短期許容曲げモーメントと軸力の関係を描きなさい。(2点)

番号

回答

氏名

- (1) 柱の全面が短期許容応力度になるときの応力度分布を描き，曲げモーメントと軸力を計算しなさい。

$$N = 600 \times 1000 \times 40 = 24 \times 10^6 \text{ N}$$

- (2) 柱の左端が長期許容応力度，右端が短期許容応力度になるときの応力度分布を描き，曲げモーメントと軸力を計算しなさい。

$$N = 600 \times 1000 \times (20+40)/2 = 18 \times 10^6 \text{ N}, \quad M = 600 \times 1000 \times 20/2 \text{ N} \times 100 \text{ mm} = 60 \times 10^7 \text{ N.mm}$$

- (3) 中立軸が柱の左端にあり，右端が短期許容応力度になるときの応力度分布を描き，曲げモーメントと軸力を計算しなさい。

$$N = 600 \times 1000 \times 40/2 = 12 \times 10^6 \text{ N}, \quad M = 12 \times 10^6 \text{ N} \times 100 \text{ mm} = 120 \times 10^7 \text{ N.mm}$$

- (4) 中立軸が柱の左端から 150 mm の位置にあり，右端が短期許容応力度になるときの応力度分布を描き，曲げモーメントと軸力を計算しなさい。

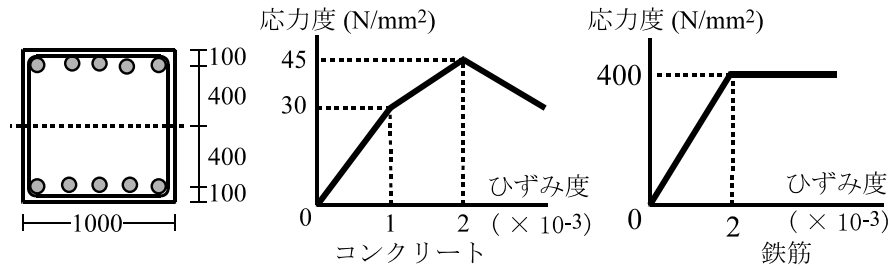
$$N = 450 \times 1000 \times 40/2 = 9 \times 10^6 \text{ N}, \quad M = 9 \times 10^6 \text{ N} \times 150 \text{ mm} = 135 \times 10^7 \text{ N.mm}$$

- (5) 中立軸が柱の中央にあり，右端が短期許容応力度になるときの応力度分布を描き，曲げモーメントと軸力を計算しなさい。

$$N = 300 \times 1000 \times 40/2 = 6 \times 10^6 \text{ N}, \quad M = 6 \times 10^5 \text{ N} \times 200 \text{ mm} = 120 \times 10^7 \text{ N.mm}$$

番号	氏名
----	----

下図の RC 柱が軸力と曲げを受けて圧縮縁（上端）のひずみ度が  $1 \times 10^{-3}$  に達した。中立軸の位置は柱の中心であった。鉄筋の断面積は 1 本あたり  $2000 \text{ mm}^2$  とする。



(1) 断面のひずみ度分布を描き，圧縮・引張鉄筋のひずみ度を計算しなさい。（4 点）

(2) コンクリートが負担する圧縮力を計算しなさい。（4 点）

(3) 圧縮鉄筋が負担する応力度と圧縮力を計算しなさい。（2 点）

(4) 引張鉄筋が負担する応力度と引張力を計算しなさい。（2 点）

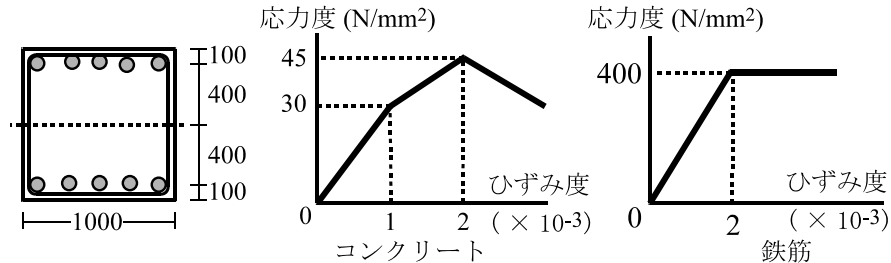
(5) 柱の軸力を計算しなさい。（4 点）

(6) 曲げモーメントを計算しなさい。（4 点）

## 解答

## 解答

下図の RC 柱が軸力と曲げを受けて圧縮縁（上端）のひずみ度が  $1 \times 10^{-3}$  に達した。中立軸の位置は柱の中心であった。鉄筋の断面積は 1 本あたり  $2000 \text{ mm}^2$  とする。



圧縮・引張鉄筋のひずみ度を計算しなさい。

$$\varepsilon = \frac{400}{500} \times 1 \times 10^{-3} = 0.8 \times 10^{-3}$$

コンクリートが負担する圧縮力を計算しなさい。

$$C_c = \frac{30}{2} \times 500 \times 1000 = 75 \times 10^5 \text{ N}$$

圧縮鉄筋が負担する圧縮力を計算しなさい。

$$\sigma = 0.8 \times 10^{-3} \times 200 \times 10^3 = 160 \text{ N/mm}^2$$

$$C_s = 160 \times 5 \times 2000 = 16 \times 10^5 \text{ N}$$

引張鉄筋が負担する引張力を計算しなさい。

$$\sigma = 0.8 \times 10^{-3} \times 200 \times 10^3 = 160 \text{ N/mm}^2$$

$$T = 160 \times 5 \times 2000 = 16 \times 10^5 \text{ N}$$

柱の軸力を計算しなさい。

$$N = C_c + C_s - T = 75 \times 10^5 \text{ N}$$

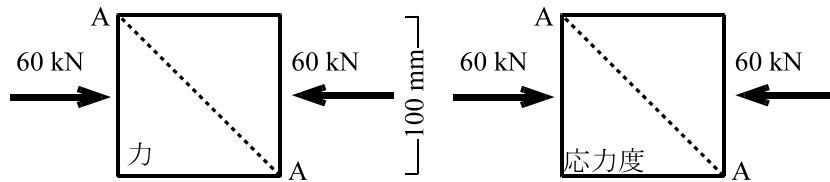
曲げモーメントを計算しなさい。

$$M = C_c \times \frac{2}{3} \times 500 + C_s \times 400 + T \times 400 \text{ N.mm}$$

番号

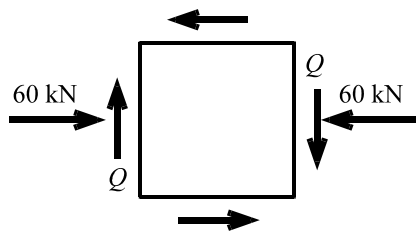
氏名

1. 一辺 100mm のコンクリートの立方体に 60 kN の圧縮力を均一に加えた時, A-A 面に生じる力と応力度を計算し, 図示しなさい。応力度は引張を正とする。(3+3 点)

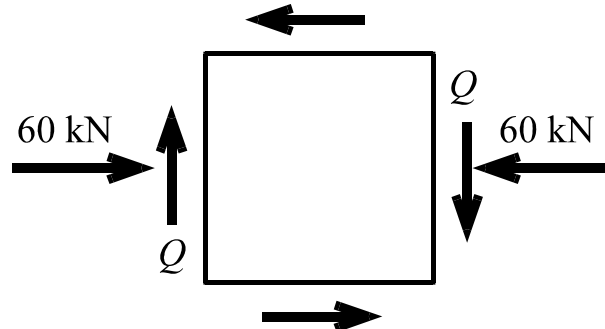


2. A-A 面に生じる応力度がモールの応力円のどこにあるのかを図示しなさい。(4 点)

3. 上記の状態からせん断力  $Q = 30\sqrt{3}$  kN を受けてひび割れが発生した。このときのモールの応力円を描きなさい。このコンクリートの引張強度を計算しなさい。(3+3 点)



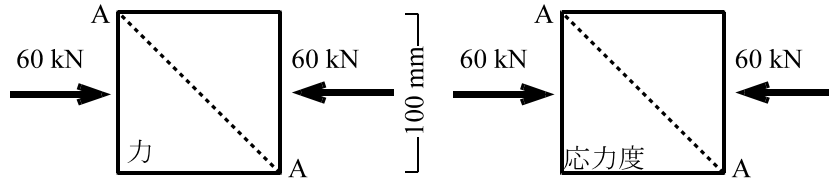
4. 主応力度の向きと大きさを図示しなさい。(4 点)



## 解答例

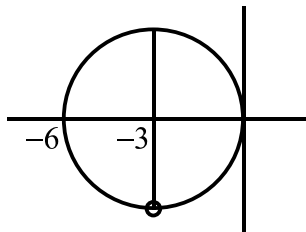
## 解答例

1. 一辺 100mm のコンクリートの立方体に 60 kN の圧縮力を均一に加えた時、A-A 面に生じる力と応力度を計算し、図示しなさい。（6 点）

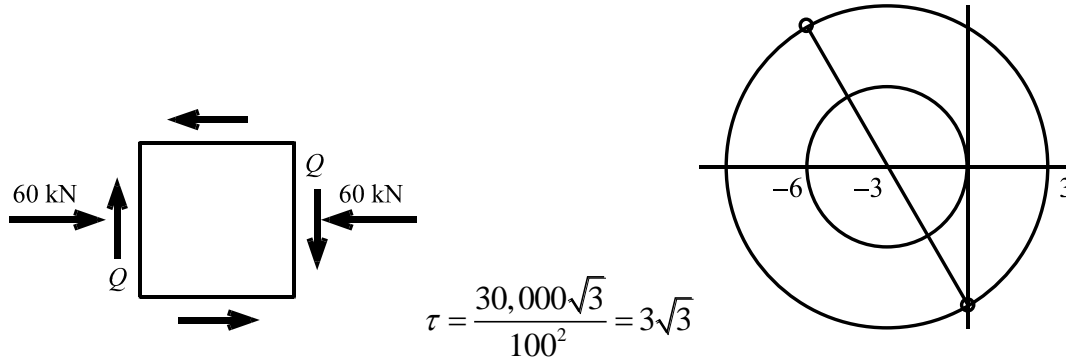


$$\text{垂直力: } 30\sqrt{2} \text{ kN, せん断力: } 30\sqrt{2} \text{ kN, } \sigma = -\frac{30,000\sqrt{2}}{100^2\sqrt{2}} = -3 \quad \tau = \frac{30,000\sqrt{2}}{100^2\sqrt{2}} = 3$$

2. A-A 面に生じる応力度がモールの応力円のどこにあるのかを図示しなさい。（4 点）

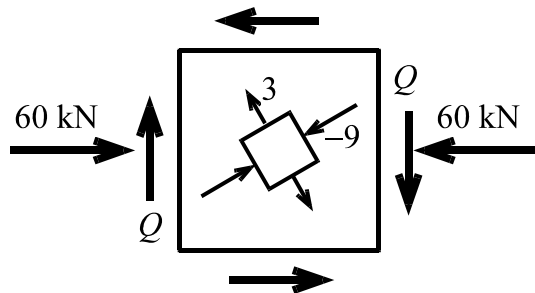


3. 上記の状態からせん断力  $Q = 30\sqrt{3}$  kN を受けてひび割れが発生した。このときのモールの応力円を描きなさい。このコンクリートの引張強度を計算しなさい。（6 点）



引張強度 3N/mm<sup>2</sup>

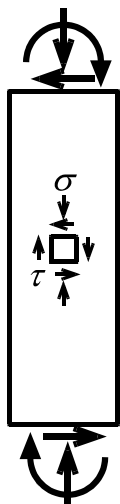
4. 主応力度の向きと大きさを図示しなさい。（4 点）



番号

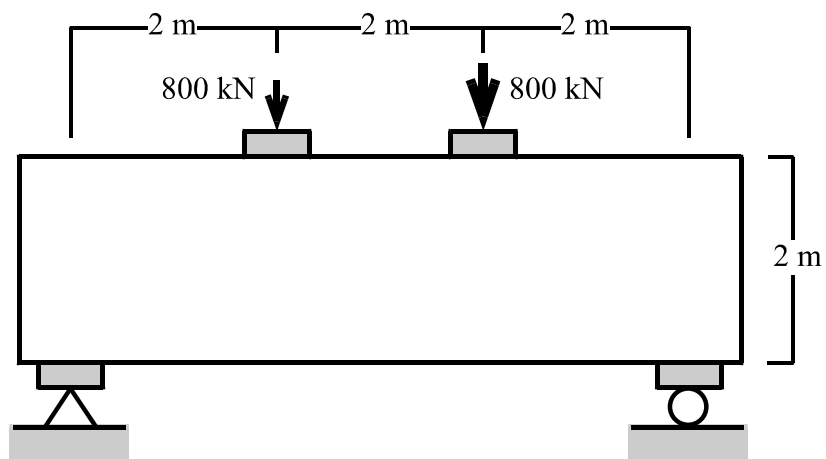
氏名

1. 軸力 6000 kN, 1 m 角の RC 柱が  $Q = 2000\sqrt{3}$  kN のせん断力を受け, せん断ひび割れが生じた。この時の柱中央部における  $\sigma$  と  $\tau$  を概算しなさい(2 点)。また, モールの応力円を描き, ひび割れの向きを図示しなさい。(3+2 点)

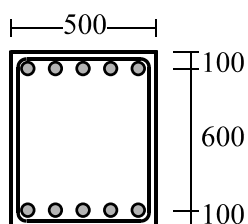


2. コンクリートの引張強度を計算しなさい。(2 点)

3. 下記の梁で生じるアーチ機構とひび割れを図示しなさい。必要な主筋も描くこと(4 点)。また, 主筋の引張力を概算しなさい。(3 点)



4. 下記の梁の横補強筋比は0.4%, 間隔は100 mmである。鉄筋1本の断面積を計算しなさい。(3点)





## 第10回 2014年12月12日 解答

$$1. \quad \sigma = \frac{6 \times 10^6}{10^6} = 6 \quad \tau = \frac{3}{2} \times \frac{2\sqrt{3} \times 10^6}{10^6} = 3\sqrt{3}$$

3. 上記の梁で生じるコンクリートの圧縮力と主筋の引張力は概略どのくらいか？

反力：左600 kN, 右400 kN

$$M = 4 \times 6000 = 24000 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

圧縮力と引張力の中心間距離を3 mと仮定する。

$$T = C = 24000/3 = 8000 \text{ kN}$$

$$\text{斜め圧縮力：} \sqrt{3^2 + 4^2} = 5, \quad \frac{5}{4} \times 4000 = \frac{5}{3} \times 3000 = 5000 \text{ kN}$$

4. 下記の梁のせん断補強筋比は0.8%，間隔は100 mmである。鉄筋1本の断面積を計算しなさい。

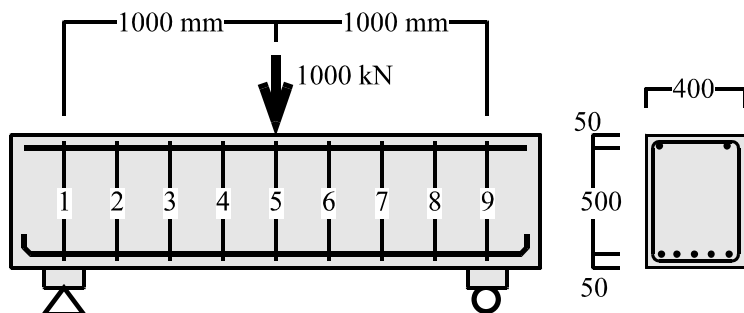
$$4\text{本で} \quad a_w = p_w \times b \times s = 0.008 \times 500 \times 100 = 400 \text{ mm}^2$$

$$1\text{本では} 400 \text{ mm}^2 / 4 = 100 \text{ mm}^2$$

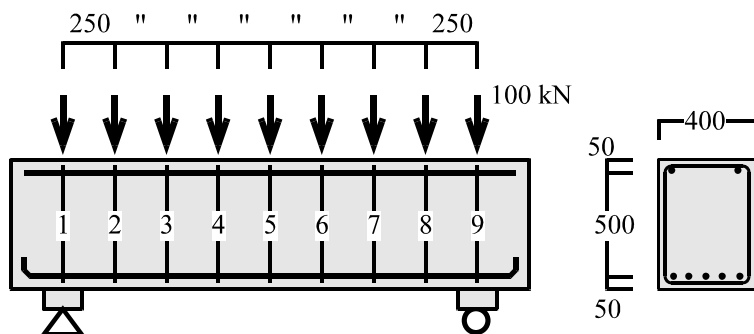
番号

氏名

1. 下記の梁（あばら筋間隔250mm）のトラスモデルを図示しなさい。トラスの角度は45度とする。

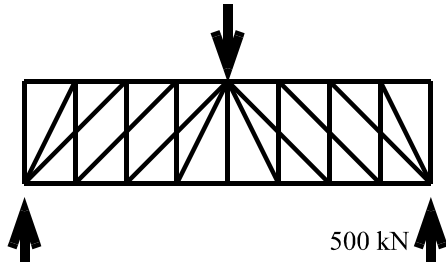


2. あばら筋 3 に生じる引張力の大きさ（1本あたり）を概算しなさい。計算根拠を図示すること。
3. あばら筋 4～6 間の下端筋に生じる引張力の大きさ（1本あたり）を概算しなさい。計算過程も書くこと。
4. あばら筋 3 を横切る斜め圧縮応力度の大きさを概算しなさい。計算根拠を図示すること。
5. 下記の梁のトラスモデルを図示しなさい。トラスの角度は 45 度とする。また、あばら筋 3 に生じる引張力の大きさ（1本あたり）を概算しなさい。計算根拠を図示すること。

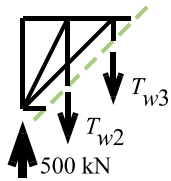


## 解答例

1. 下記の梁（あばら筋間隔 250mm）のトラスモデルを図示しなさい。トラスの角度は 45 度とする。



2. あばら筋 3 に生じる引張力の大きさ（1 本あたり）を概算しなさい。計算根拠を図示すること。

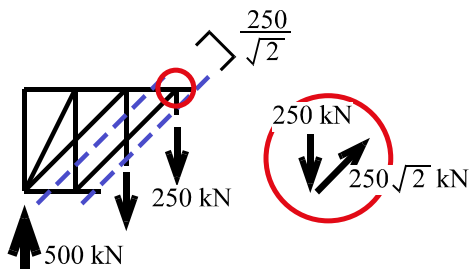


$$T_{w2} + T_{w3} = 500 \text{ kN} \quad T_{w3} \approx \frac{500 \text{ kN}}{2} = 250 \text{ kN} \quad \tilde{T}_{w3} \approx \frac{250 \text{ kN}}{2} = 125 \text{ kN}$$

3. あばら筋 4～6 間の下端筋に生じる引張力の大きさ（1 本あたり）を概算しなさい。計算過程も書くこと。

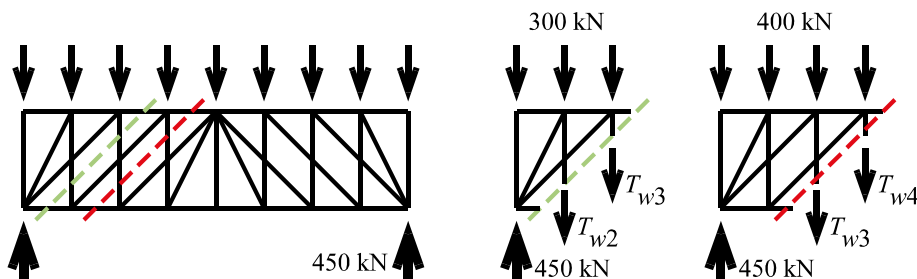
$$M = 500 \times 1 = 500 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad T = 500 / 0.5 = 1000 \text{ kN} \quad \tilde{T} = 1000 / 5 = 200 \text{ kN}$$

4. あばら筋 3 を横切る斜め圧縮応力度の大きさを概算しなさい。計算根拠を図示すること。



$$\sigma = \frac{250\sqrt{2} \text{ kN}}{400\text{mm} \times \frac{250}{\sqrt{2}} \text{ mm}} = 5 \text{ N/mm}^2$$

5. 下記の梁のトラスモデルを図示しなさい。トラスの角度は 45 度とする。また、あばら筋 3 に生じる引張力の大きさ（1 本あたり）を概算しなさい。計算根拠を図示すること。



$$T_{w2} + T_{w3} = (450 - 300) \text{ kN} = 150 \text{ kN}$$

$$T_{w3} + T_{w4} = (450 - 400) \text{ kN} = 50 \text{ kN}$$

$$T_{w3} \approx \frac{150 + 50}{4} \text{ kN} = 50 \text{ kN}$$

$$\tilde{T}_{w3} \approx \frac{50}{2} \text{ kN} = 25 \text{ kN}$$