1-8 応力度

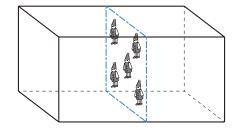
1-8-1 応力度

- 応力度とは
 - ▶ 応力と応力度の違い

	50 A	200 B	
	50	200	
断面積	10	50	
柱として頑張っているのは?			

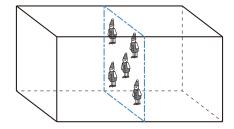
1-8-2 垂直応力度

- 垂直応力度とは
 - ▶ 垂直応力度とは:



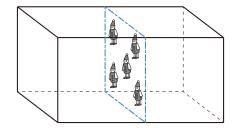
1-8-3 せん断応力度

- せん断応力度とは
 - ▶ せん断応力度とは:



1-8-4 曲げ応力度

- 曲げ応力度とは
 - ▶ 曲げ応力度とは:



1-8-5 部材に生じる最大応力度の求め方

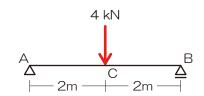
■ 算定手順

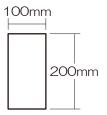
 \triangleright



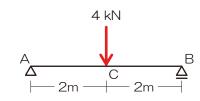
★Q14★ 以下の構造物の各最大応力度を求めてみましょう

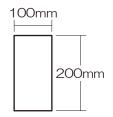
【基本】



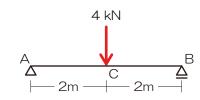


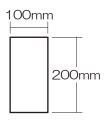
【B点】



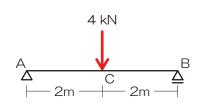


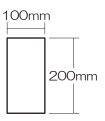
【C点】





【A点】





解答: $\sigma_N = O[N/mm^2]$ 、 $\tau = O.15[N/mm^2]$ $\sigma_M = G[N/mm^2]$



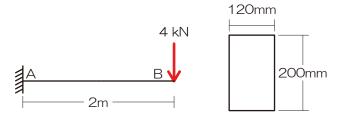
『過去問 11』 応力度 『教科書: □P60/Q1、□P61/Q2、□P62/Q3、□P64/Q5』

【問題集: □P286/Q12、□P288/Q09、□P288/Q08】

以下の構造物における最大曲げ応力度を求めよ。

『過去問解法手順 11』 応力度

- 1) 反力を図示
- 2) 応力が切り替わる可能性のある箇所をチェック
- 3) 単位を[N][mm]に変換
- 4) 生じる最大の応力を求める(解法:応力参照)
- 5) 断面諸係数を求める(解法:断面係数等参照)
- 6) 最大の応力度を求める



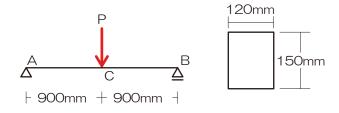
 $10[N/mm^{2}]$

1-8-6 許容応力度

■ 許容応力度とは



★Q15★ 材料の許容曲げ応力度を 20[N/mm²]とした場合の許容最大荷重を求めてみましょう



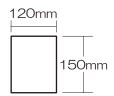
P<20,000[N]

『過去問 12』許容応力度『教科書:□P63/Q4』 【問題集:□P286/Q13、□P287/Q11、□P290/Q07】

以下の断面の許容せん断力を求めよ。ただし、使用している材料の許容せん断応力度は 1.5[N/mm2]とする。

『過去問解法手順 12』許容応力度

- 1) 反力を図示
- 2) 応力が切り替わる可能性のある箇所をチェック
- 3) 単位を[N][mm]に変換
- 4) 生じる最大の応力を求める(解法:応力参照)
- 5) 断面諸係数を求める
- 6) 最大の応力度を求める
- 7) 許容応力度計算



18,000[N]

1-9 梁の変形、座屈

1-9-1 梁の変形

- ひずみ
 - ▶ 部材に力が加わった時の伸び縮み・太さの変形の事

■ ヤング係数

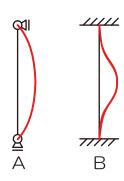
▶ ヤング係数とは:部材に荷重が加わった場合の変形のし難さを表す ⇒ コンクリートは値が大きい、ゴムは小さい

■ 変形量の算定



1-9-2 座屈

- 座屈とは
 - ▶ 部材が非常に大きな圧縮力を受けた際に、ぐにゃりと折れ曲がる現象、主に柱で生じる

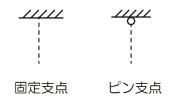


- 座屈のし難さ
 - ▶ 材質:
 - ▶ 支持条件:
 - ▶ 材長:
 - ▶ 断面形状:
- (1) 座屈方向と座屈軸
 - 座屈の検討
 - ▶ 座屈の生じる方向(軸)は断面二次半径(断面二次モーメントを断面積で除した値)が最小となる軸にて座屈は生じる
- (2) 座屈長さの取り方
 - 座屈長さ(l_k)
 - ▶ 支持条件と材長より求める

- 座屈長さ係数の判別方法
 - ▶ 支持条件により決定、実際に図示して確認、チェック項目は以下の2つ
 - ▶ 上端移動:

8動不可(拘束) 移動可能(自由)

支点種類:





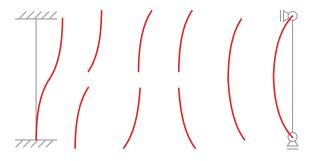
© office architype-lab All rights reserved! architype-lab.com 2 級建築士 『学科Ⅲ構造』 【重点対策講座】 Ref. 全日本建築士会、 二級建築士合格セミナー 建築構造、オーム社 Page -53-Date 2014/ /

■ 座屈長さ係数

▶ 0.5/0.7/1.0/2.0 の 4 種のみ、実際に座屈する様子を図示して確認しましょう

上端移動		拘束			自 由	
支持種類(上端)	ピン	固定	ピン	固定	固定	自由
支持種類(下端)	ピン	固定	固定	ピン	固定	固定
座屈形状	QI Q	77777	71111	2////	11111	77777
座屈長さ係数						

▶ なぜ右から二番目は 1.0 なの? ⇒ 実は左端と同じだから…



■ 座屈長さ算定

▶ □ 以下の各柱の座屈長さを求めてみましょう

	3h	///// h	2h	3h
上端移動	自由	拘束	拘束	拘束
座屈長さ係数				
座屈長さ				

Page -54-Date 2014/ / Ref. 全日本建築士会、 二級建築士合格セミナー 建築構造、オーム社

2 級建築士 『学科Ⅲ構造』 【重点対策講座】

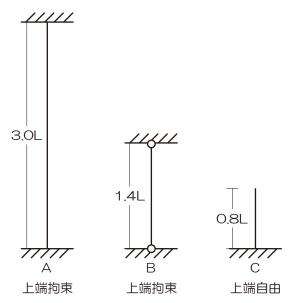


(3) 弾性座屈荷重

■ 弾性座屈荷重とは

★重点対策 18★ 弾性座屈荷重

★Q18★ 以下の構造物の弾性座屈荷重の大小を比較してみましょう



 $P_B > P_A > P_C$

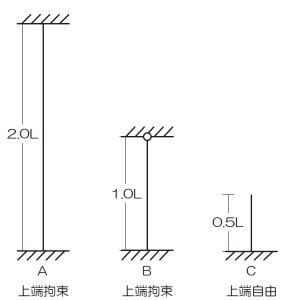
『過去問 15』座屈『教科書: □P70/Q3、□P71/Q4、□P72/Q5、□P72/Q6、□P73/Q7、□P74/Q8』

【問題集: □P312/Q13、□P312/Q12、□P313/Q11、□P314/Q10、□P314/Q09、□P315/Q08、□P315/Q07】

図のような材の長さおよび材端の支持条件が異なる柱 A・B・C の弾性座屈荷重の大小を比較せよ。ただし、すべての柱は等質等断面とする。

『過去問解法手順 15』座屈

- 1) 上端の移動をチェック
- 2) 支点の形状をチェック
- 3) 上記 2点より座屈の状況を図示
- 4) 座屈の状況より座屈長さを算定
- 5) 弾性座屈荷重の大小を比較

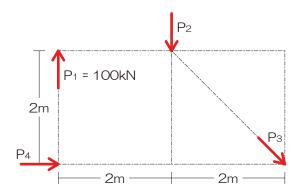


 $P_B > P_\Delta = P_C$



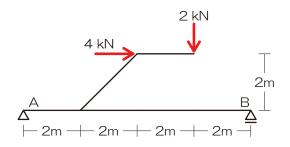
© office architype-lab All rights reserved! architype-lab.com 2 級建築士 『学科Ⅲ構造』 【重点対策講座】 Ref. 全日本建築士会、 二級建築士合格セミナー 建築構造、オーム社 Page -55-Date 2014/ /

【問 1】以下の4つの荷重がつり合っている場合、未知力 $P_2 \cdot P_3 \cdot P_4$ を求めよ。

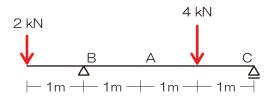


 $P_2 = 200[kN]$, $P_3 = -100\sqrt{2}[kN]$, $P_4 = 100[kN]$

【問2】以下の構造物の各支点の反力を求めよ。

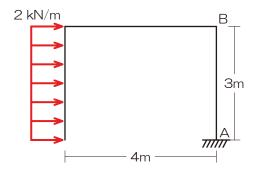


【問3】以下の構造物のA点における曲げモーメントを求めよ。

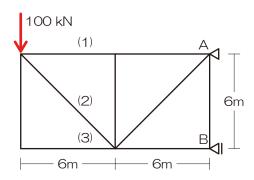


 $M_{\scriptscriptstyle A}=0[kNm]$

【問4】以下の構造物のB点における曲げモーメントを求めよ。

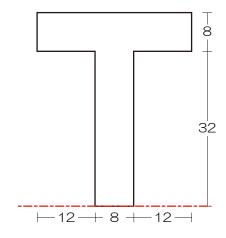


【問 5】以下の(1)~(3)の各点の曲げモーメントを求めよ。



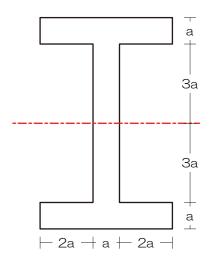
 $N_{(1)} = 100[kN]$, $N_{(2)} = -100\sqrt{2}[kN]$, $N_{(3)} = 0[kN]$

【問 6】以下の断面の「図心」の位置を求めよ。



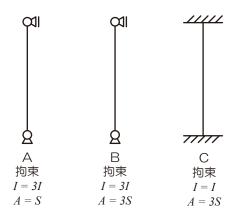
解答: 底部より 26

【問7】以下の断面の示された軸における「断面2次モーメント」および縁部分の「断面係数」をそれぞれ求めよ。



解答:I=424a⁴/3、Z=106a³/3

【問 8】以下の各柱における「座屈荷重」を求めよ。ただし、上端の支持条件、各部材の断面形状等を以下に示すものとする(| …断面 2 次モーメント、A…断面積)。また各部材の長さを h、ヤング係数は共通で E とする。(H9)



解答: N_{kA} = $3\pi^2 EI/(h^2)$ 、 N_{kB} = $3\pi^2 EI/(h^2)$ 、 N_{kC} = $4\pi^2 EI/(h^2)$



© office architype-lab All rights reserved! architype-lab.com 2 級建築士 『学科Ⅲ構造』 【重点対策講座】 Ref. 全日本建築士会、 二級建築士合格セミナー 建築構造、オーム社 Page -59-Date 2014/ /

【解答】

【問 1】ターゲット以外の未知力の作用線の関係に注目ですね

- 1) 求めたい未知力(ターゲット)を〇チェック
- 2) ターゲット以外の未知力を△チェック
- 3) ターゲット以外の未知力の作用線を図示
- 4) 上記作用線が交差するなら \Rightarrow 交点のモーメントに着 目($M_o=0$)、平行なら \Rightarrow 直行する軸のつり合いに 着目($\sum Y=0$ もし<は $\sum X=0$)

P_2 を求める \Rightarrow ターゲット以外の未知力が交差 P_3 と P_4 の交点に着目

$$M_A = +100 \times 4 - P_2 \times 2 = 0$$

 $P_2 = 200[kN]$

P_3 を求める \Rightarrow ターゲット以外の未知力が交差 P_2 と P_4 の交点に着目

$$M_B = +100 \times 2 + P_3 y \times 2 = 0$$

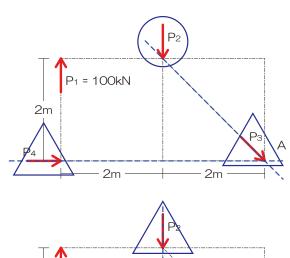
+100 \times 2 + \frac{P_3}{\sqrt{2}} \times 2 = 0
$$P_3 = -100 \sqrt{2} [kN]$$

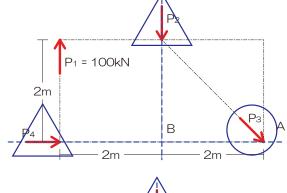
P_4 を求める \Rightarrow ターゲット以外の未知力が交差

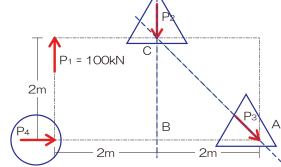
P2とP3の交点に着目

$$M_C = +100 \times 2 - P_4 \times 2 = 0$$

 $P_4 = 100[kN]$







【問2】反力を図示からの力のつり合いですね

- 1) 生じる可能性のある反力を図示
- 2) 求めたい未知力(ターゲット)を〇チェック
- 3) ターゲット以外の未知力を△チェック
- 4) ターゲット以外の未知力の作用線を図示
- 5) 上記作用線が交差するなら⇒交点のモーメントに着 目、交差しないなら⇒直行する軸のつり合いに着目
- 6) 残りの反力はそれ以外のカードを用いて求める

V_A を求める \Rightarrow H_A と V_B の交点に着目

$$M_B = +V_A \times 8 + 4 \times 2 - 2 \times 2 = 0$$

 $V_A = -\frac{1}{2}[kN]$

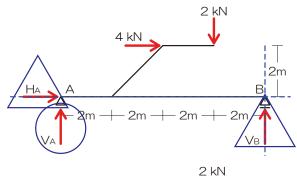
H_A を求める \Rightarrow 水平方向の力のつり合いに着目

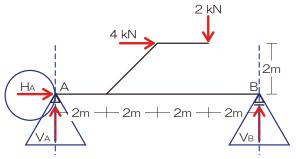
$$\sum X = +H_A + 4 = 0$$

$$H_A = -4[kN]$$

V_Bを求める ⇒ 鉛直方向の力のつり合いに着目

$$\sum Y = +V_A + V_B - 2 = 0$$
$$-\frac{1}{2} + V_B - 2 = 0$$
$$V_B = \frac{5}{2} [kN]$$





【問3】ますは応力を求める点で【切断】⇒【選択】

- 1) 生じる可能性のある反力を図示
- 2) 応力を求めたい点で構造体を【切断】!
- 3) 計算対象を【選択】 ⇒ 計算対象は右側
- 4) もし、未知力が入っていたら、未知力を求める

V_{c} を求める \Rightarrow H_{B} と V_{B} の交点に着目

$$M_B = -2 \times 1 + 4 \times 2 - V_C \times 3 = 0$$

 $V_C = 2[kN]$

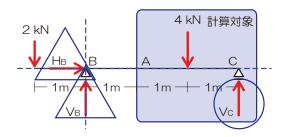
5) せん断力は軸に対して鉛直な力、軸方向力は軸に平行な力、曲げモーメントはとにかく計算対象側全部の力

A 点の曲げモーメントは

$$M_A = +4 \times 1 - V_C \times 2$$

$$M_A = +4 \times 1 - 2 \times 2$$

$$M_A = 0[kNm]$$



【問4】片持ち意地でも支点が入らない側を選択しましょう

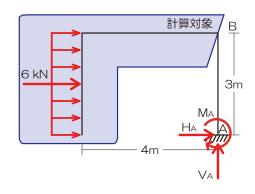
切断、計算対象は左

B点の曲げモーメントは

$$M_B = -6 \times \frac{3}{2}$$

$$M_B = -9$$

$$M_B = 9[kNm]$$



【問 5】切断法を用いましょう(支点が無い方を選択ですよ)

- 1) 反力を図示
- 2) 【切断】面を決定 ⇒ 計算対象側を【選択】
 - ⇒ 左とする
- 3) 切断された部材内の応力を仮定
- 4) 力のつり合いにて未知力を算定
 - ⇒ N₍₁₎を求める ⇒ 交点Oに着目

$$M_o = +N_{(1)} \times 6 - 100 \times 6 = 0$$

 $N_{(1)} = 100[kN]$

⇒ N₍₃₎を求める ⇒ 交点Qに着目

$$M_Q = 100 \times 0 - N_{(3)} \times 6 = 0$$

 $N_{(3)} = 0[kN]$

⇒ N₍₂₎を求める ⇒ 鉛直方向の力のつり合い

N₍₂₎を縦・横に分力

$$N_{(2)Y} = N_{(2)} \times \frac{1}{\sqrt{2}}$$



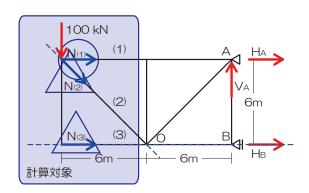
鉛直方向の力のつり合いより

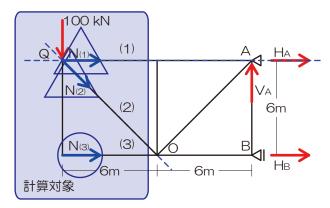
$$\sum Y = -N_{(2)Y} - 100 = 0$$

$$-N_{(2)Y} = 100$$

$$-N_{(2)} \times \frac{1}{\sqrt{2}} = 100$$

$$N_{(2)} = -100\sqrt{2}[kN]$$





【問 6】 対象軸を決定の後、断面を分割して考えましょう

- 1) 軸を確認 (今回は底部)
- 2) 矩形(長方形)に分割 ⇒ 右図
- 3) 断面全体の断面 1 次モーメントを求める

青部分の断面 1 次モーメントは

$$S_A = A_A \times y_A$$
 このまま放置 (計算しない) $S_A = (32 \times 8) \times 16$

赤部分の断面 1 次モーメントは

$$S_B = A_B \times y_B$$

$$S_B = (8 \times 32) \times 36$$

4) 断面 1 次モーメントの合計を全断面積で除す

全体の断面積は

$$A_{AII} = (8 \times 32) + (32 \times 8)$$

図心の位置を求める(公式に代入)

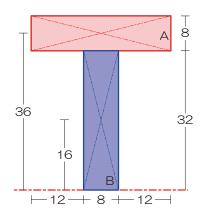
$$y = \frac{S_A + S_B}{A_A + A_B}$$

$$y = \frac{(32 \times 8) \times 16 + (8 \times 32) \times 36}{(8 \times 32) + (32 \times 8)}$$

$$y = \frac{(32 \times 8)(16 + 36)}{(32 \times 8) \times 2}$$

$$y = \frac{16 + 36}{2}$$

$$y = 26$$



【問7】 複雑な断面は分割し考える(分割図形の軸は揃えてね!)

- 1)軸を確認
- 2) 図心が等しくなるように断面を分割 ⇒ 右図
- 3) 各断面の断面 2 次モーメントを求め足し引き

断面2次モーメントを求める

$$I=I_{\scriptscriptstyle A}-I_{\scriptscriptstyle B}\times 2$$

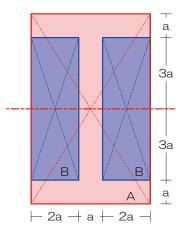
$$I_A = \frac{5a \times 8a \times 8a \times 8a}{12}$$

$$I_A = \frac{640}{3}a^4$$

$$I_B = \frac{2a \times 6a \times 6a \times 6a}{12}$$

$$I_B = 36a^4$$

$$I = \frac{640}{3}a^4 - 36a^4 \times 2$$
$$I = \frac{424}{3}a^4$$



3) 断面係数は断面二次 M をせいの半分で除す

断面係数を求める

$$Z = \frac{I}{\frac{y}{2}}$$

$$Z = \frac{424}{3}a^4 \times \frac{2}{8a}$$

$$Z = \frac{106}{3}a^3$$



© office architype-lab All rights reserved! architype-lab.com 2級建築士 『学科Ⅲ構造』 【重点対策講座】 Ref. 全日本建築士会、 二級建築士合格セミナー 建築構造、オーム社 Page -63-Date 2014/ /

【問8】 ヒッカケ問題です…断面積は関係ないですね

- 1) 上端の移動をチェック
- 2) 支点の形状をチェック ⇒ 右図
- 3) 上記 2点より座屈の状況を図示
- 4) 座屈の状況より座屈長さを算定

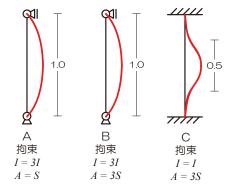
$$l_{kA} = 1.0 \times h = 1.0h$$

 $l_{kB} = 1.0 \times h = 1.0L$
 $l_{kC} = 0.5 \times h = 0.5L$

5) 弾性座屈荷重の大小を求める

$$N_k = \frac{\pi^2 EI}{l_k^2} \, LO$$

$$\begin{split} N_{kA} &= \frac{\pi^2 E 3I}{(h)^2} = \frac{3\pi^2 EI}{h^2} \\ N_{kB} &= \frac{\pi^2 E 3I}{(h)^2} = \frac{3\pi^2 EI}{h^2} \\ N_{kC} &= \frac{\pi^2 EI}{(0.5h)^2} = \frac{\pi^2 EI}{(\frac{1}{2}h)^2} = \frac{4\pi^2 EI}{h^2} \end{split}$$



日々の復習をお忘れなく!

以上!

