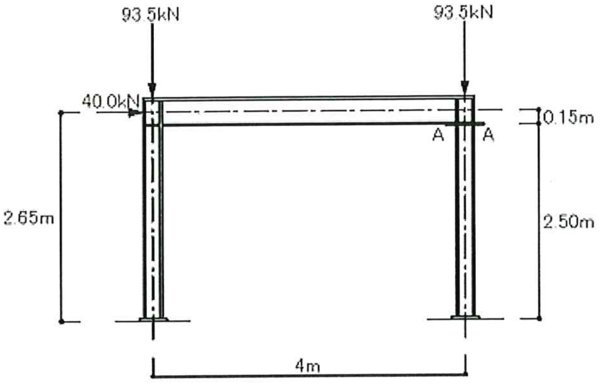
力学４（応力度の過去問題）

１シリーズ（σc，σb）

問題コード　15171

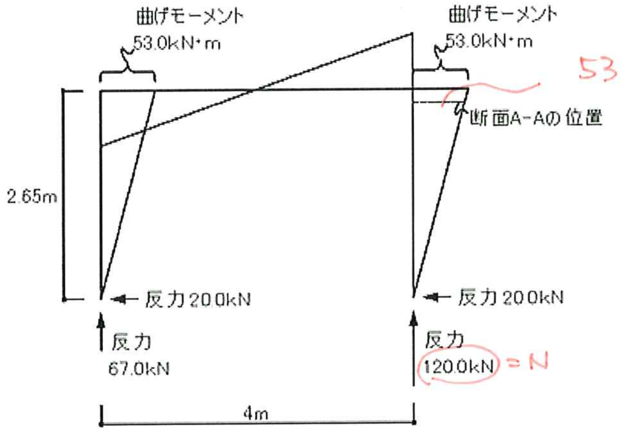
図−1のような荷重を受ける鉄骨構造による門形ラーメンにおいて，曲げモーメント及び柱脚の反力が図−2のように求められている．曲げと軸方向力との組合せにより，柱の断面A−Aに生じる圧縮応力度の最大値に最も近いものは，次のうちどれか．ただし，条件は，イ〜二のとおりとする．

条件
イ．断面A−Aは，はりのフランジの下端であり，柱脚からの高さ2.5mの位置にあるものとする．
ロ．柱は，断面積6.0×10^3mm²，断面係数5.0×10^5mm³とする．
ハ．柱脚は，ベースプレート位置において，ピン支承とする．
ニ．柱及びはりの質量の影響は，無視するものとする．



図−1

1. 70 N/mm²
2. 80 N/mm²
3. 100 N/mm²
4. 116 N/mm²
5. 120 N/mm²



図−2

= N

$$53\times\frac{2.50}{2.50+0.15}=50$$

圧縮を「−」
引張を「+」

$$\sigma_c=-\frac{N}{A}-\frac{M}{Z}$$

$$=-\frac{120\times10^3}{6.0\times10^3}-\frac{50\times10^6}{5.0\times10^5}$$

$$=-20-100$$

$$=-120\ N/mm^2$$

120 kN = 120×10^3 N

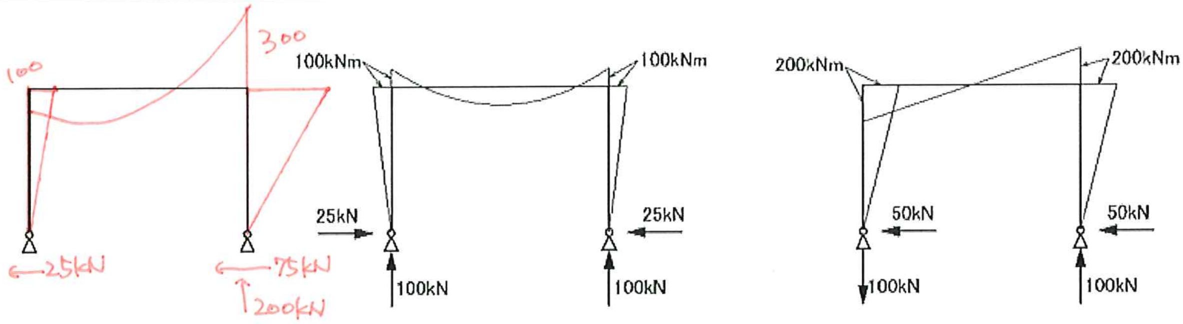
50 kN·m = $50\times10^3\times10^3=50\times10^6$ N·mm

1k = 1000

1m = 1000 mm

問題コード　22181

図−1のような鉄骨骨組について、図−2に鉛直荷重時の曲げモーメントと柱脚反力、図−3に地震による水平荷重時の曲げモーメントと柱脚反力を示している．地震時に柱に生じる短期の「圧縮応力度と圧縮側曲げ応力度の和」の最大値を求めよ．ただし、柱は、断面積$A=1.0\times10^4\ \mathrm{mm}^2$、断面係数$Z=2.0\times10^6\ \mathrm{mm}^3$とし、断面検討用の応力には節点応力を用いる．



図−1　骨組形状　　図−2　鉛直荷重時（曲げモーメント、柱脚反力）　　図−3　水平荷重時（曲げモーメント、柱脚反力）

短期荷重 = 長期荷重 + 水平荷重

$$\sigma_c = -\frac{N}{A} - \frac{M}{Z}$$

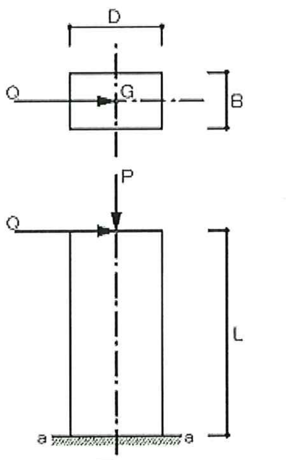
$$= -\frac{200\times10^3}{1.0\times10^4} - \frac{300\times10^6}{2.0\times10^6}$$

$$= -20 - 150$$

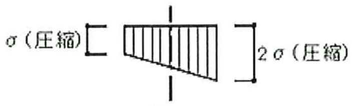
$$= -170\ \mathrm{N/mm^2}$$

問題コード　26011

図−1のような底部で固定された矩形断面材の頂部の図心G点に鉛直荷重P及び水平荷重Qが作用するときの底部 a−a 断面における垂直応力度分布が，図−2に示されている．PとQとの組合せとして，正しいものは，次のうちどれか．ただし，矩形断面材は等質等断面で，自重は考慮しないものとする．

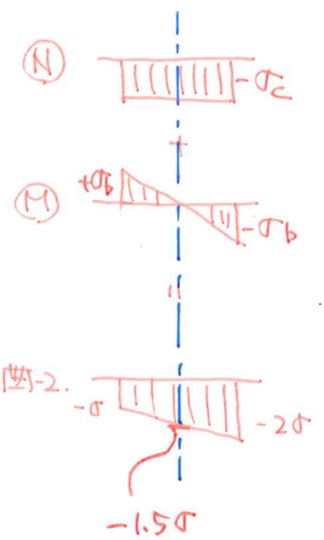


図−1



図−2

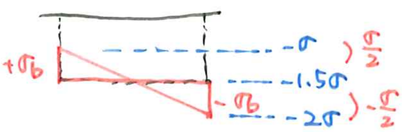
	P	Q
1.	$BD\sigma$	$\frac{BD^2}{12L}\sigma$
2.	$BD\sigma$	$\frac{BD^2}{6L}\sigma$
3.	$\frac{3}{2}BD\sigma$	$\frac{BD^2}{12L}\sigma$
4.	$\frac{3}{2}BD\sigma$	$\frac{BD^2}{6L}\sigma$



軸圧縮応力度σ_c

$$\sigma_c = -\frac{N}{A} = -\frac{P}{D\times B} = -1.5\sigma$$

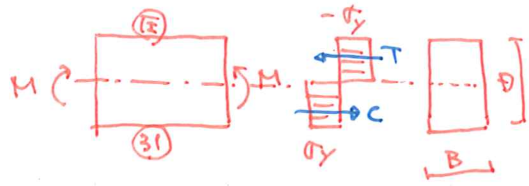
$$P = \frac{3}{2}BD\cdot\sigma$$



$$\sigma_b = \pm\frac{M}{Z} = \pm\frac{QL}{\frac{B\times D^2}{6}} = \pm QL\times\frac{6}{BD^2} = \pm\frac{\sigma}{2}$$

$$Q = \frac{\sigma}{2}\times\frac{BD^2}{6L} = \frac{BD^2}{12L}\cdot\sigma$$

1 シリーズ（中立軸位置を求める）



問題コード 01011

等質で，図–1 のような断面形状の部材に，図–2 のように断面力として曲げモーメント M のみが作用している．この断面の降伏開始曲げモーメントを M_y，全塑性モーメントを M_p とするとき，$M \leqq M_y$ の場合と $M = M_p$ の場合の中立軸の位置の組合わせとして，正しいものは，次のうちどれか．ただし，中立軸の位置は断面下縁から測るものとする．

$T = C = \sigma_y \times \frac{D}{2} \times B$

○全塑性時，引張力Tと圧縮力Cは，体積が等しくなる．
→奥行きが等しければ，面積が等しい．

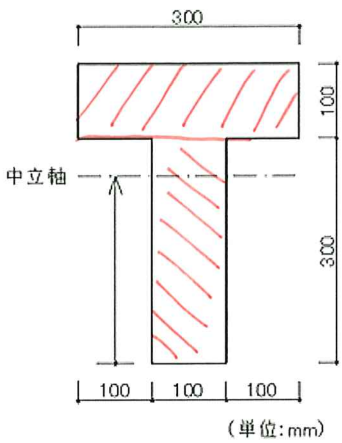


図 - 1

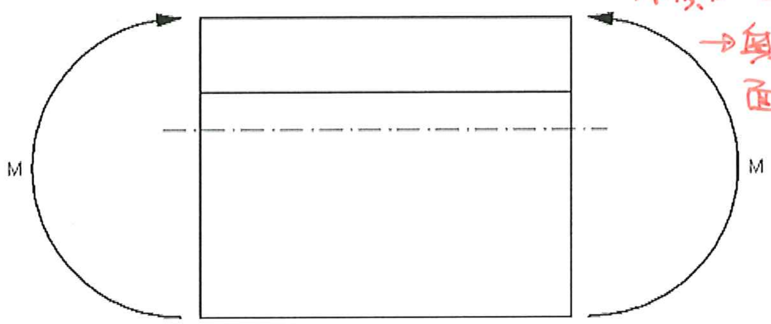


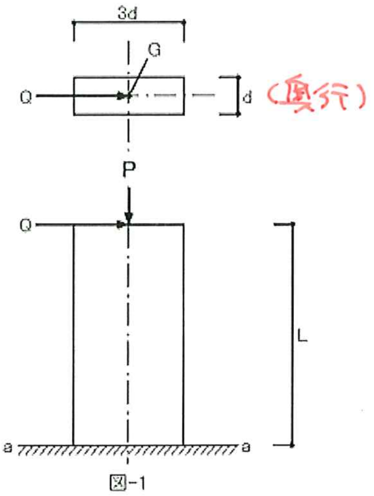
図 - 2

	M = My の場合	M = Mp の場合
1.	200mm	250mm
2.	250mm	200mm
3.	250mm	300mm
4.	300mm	250mm

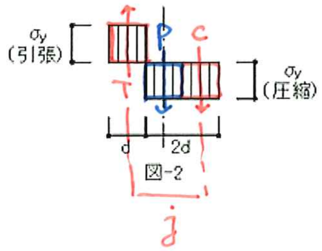
2 シリーズ（N，Mを求める）

問題コード 24011

図−1のような底部で固定された矩形断面材の頂部の図心G点に鉛直荷重P及び水平荷重Qが作用している．底部a−a断面における垂直応力度分布が，図−2のような全塑性状態に達している場合のPとQを求めよ．ただし，矩形断面材は等質等断面とし，降伏応力度はσ_yとする．



図−1



図−2

○ ポイント.
・曲げによる引張力T，圧縮力C
・圧縮軸力による圧縮力P
] 体積

$T = C = d \times \sigma_y \times d = d^2 \cdot \sigma_y$

$j = 2d$

$M = QL = Tj = Cj$

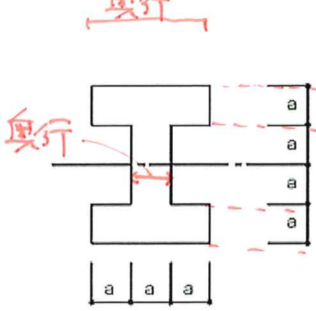
$= d^2 \cdot \sigma_y \times 2d$

$= 2d^3 \cdot \sigma_y \rightarrow Q = \dfrac{2d^3 \cdot \sigma_y}{L}$

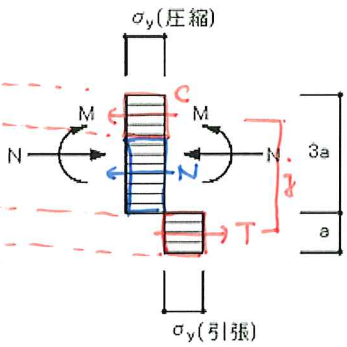
$P = d \times \sigma_y \times d = d^2 \cdot \sigma_y$

問題コード 25011

図−1のような等質な材からなる断面が，図−2に示す垂直応力度分布となって全塑性状態に達している．このとき，断面の図心に作用する圧縮軸力Nと曲げモーメントMを求めよ．ただし，降伏応力度はσ_yとする．



図−1



図−2

$T = C = \sigma_y \times a \times 3a = 3a^2 \cdot \sigma_y$

$j = 3a$

$M = Tj = Cj$

$= 3a^2 \cdot \sigma_y \times 3a$

$= 9a^3 \cdot \sigma_y$

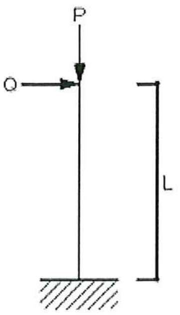
$N = \sigma_y \times 2a \times a$

$= 2a^2 \cdot \sigma_y$

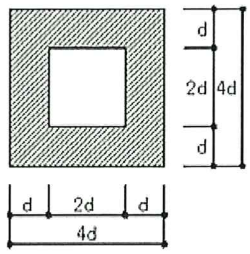
演習問題

問題コード 28011

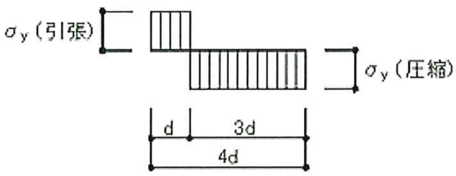
図−1 のような脚部で固定された柱の頂部に鉛直荷重及び水平荷重が作用している．柱の断面形状は図−2 に示すような箱形断面であり，鉛直荷重の合力P及び水平荷重の合力Qは断面の図心に作用しているものとする．柱脚部断面の垂直応力度分布が図−3 のような全塑性状態に達している場合の鉛直荷重の合力Pと水平荷重の合力Qを求めよ．ただし，箱形断面は等質等断面とし，降伏応力度はσ_yとする．



図−1



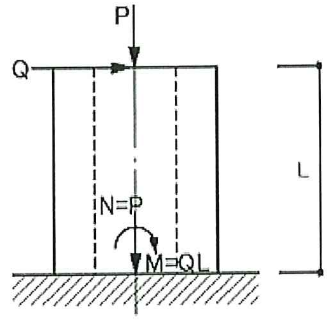
図−2 柱の断面形状



図−3 柱脚部断面の垂直応力度分布

解説：

図−aのように，柱脚部断面には，軸方向力Pと曲げモーメントM=QLが生じる．
引張σ_yのTは，曲げモーメントによる偶力の引張力であると考えられるので，
圧縮σ_yのC_2は，曲げモーメントによる偶力の圧縮力であると考えられる．
よって，圧縮σ_yの残りのC_1は軸方向力によるものと考えられる．



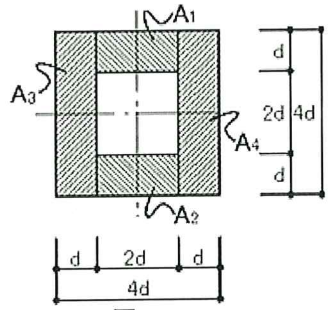
図−a

圧縮軸力Pは図−3の垂直応力度分布より，

$P = C_1 =$（図−bの断面積$A_1 + A_2$）$\times \sigma_y$

$= (2d \times d + 2d \times d) \times \sigma_y$

$= 4d^2\sigma_y$



図−b

曲げモーメントによる偶力の垂直応力度より，

$T = C_2 =$（図−bのA_3 or A_4）$\times \sigma_y$

$= d \times 4d \times \sigma_y$

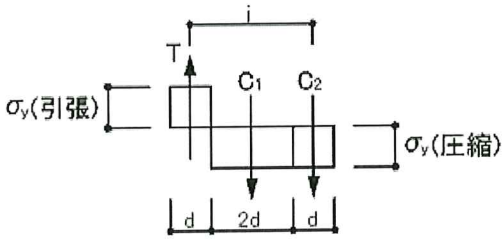
$= 4d^2\sigma_y$

曲げモーメントによる偶力TとC_2の応力中心間距離をjとすると，

$M = Tj = C_2 j = 4d^2\sigma_y \times 3d$

$= 12d^3\sigma_y$

$= QL$



図−c

よって，

$$Q = \frac{M}{L} = \frac{12d^3\sigma_y}{L}$$

解答： $P = 4d^2\sigma_y$ ， $Q = \dfrac{12d^3\sigma_y}{L}$