鉄筋コンクリート構造期末試験2001解答

問1

1．クリープ現象

2．有効せい

3．釣合鉄筋比

4．鉄筋がさびて，強度低下につながるから。

5．Concrete Filled Tube

6．セメントペースト

7．0.3㎜

8．4㎝

9．厚い床と壁，一体性が高い

10．ひび割れ誘発目地

問２

(1)

梁に**自重**があるということは，梁の重さが部材全体に**分布荷重**としてかかっていることになる。

ここで，重力加速度を $g=10(m/s^2)$ と仮定すると

部材の体積：$100*60*2000 = 1.2*10^7(cm^3)$ → 部材の重さ：$1.2*10^7(g)=1.2*10^4(kg)=1.2*10^5(N)$

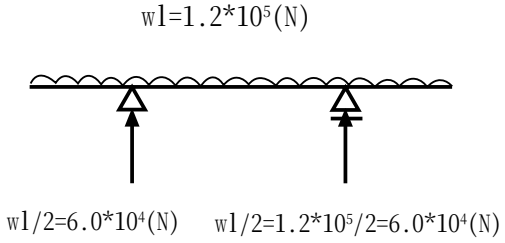
したがって，以下のような分布荷重がかかっていることになる。

$w=1.2*10^5(N)$[部材の重さ] / 20000(mm)[部材の長さ] = 6.0(N/mm)

ここで，説明を簡単にするために，以下に示すように文字をおく。

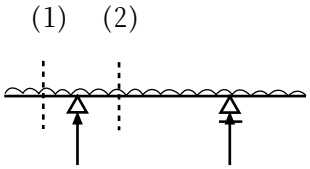
部材の長さ：l(mm)，分布荷重：w(N/mm)

力と部材が左右対称なので，支点に梁の重さの半分ずつかかる。したがって求める反力は左図のようになる。

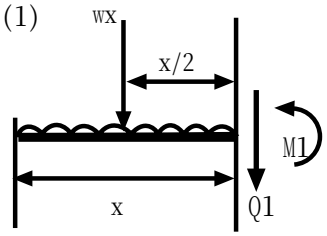


(2)(3)

ここで部材の左端からの距離をｘとおく。下図のように部材を切断して，**ｙ方向のつりあいよりせん断力**を求める。また，**モーメントの釣合いよりモーメント**を求める。ここで，力と部材が左右対称のため，せん断力図は点対称，モーメント図は左右対称になる。



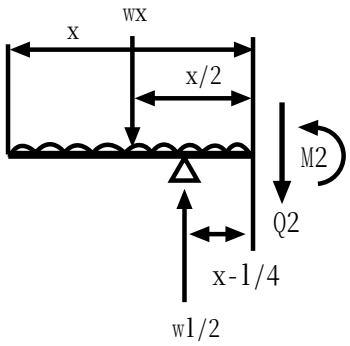
(1)



$Q1 = -wx$

$M1 = wx*x/2 = wx^2/2$

(2)



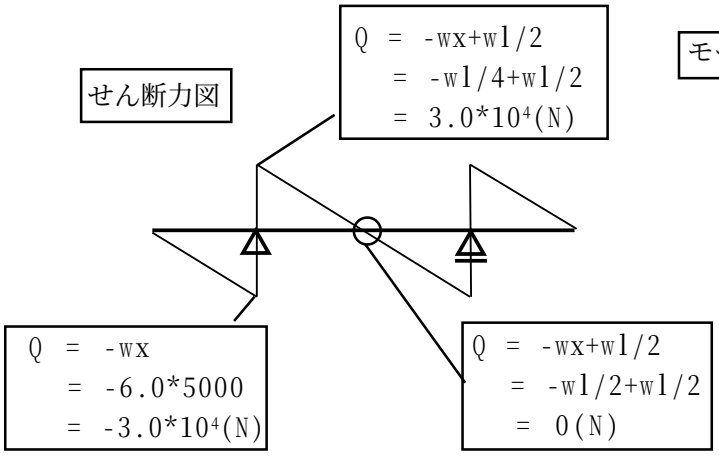
$Q2 = -wx+wl/2$

$M2 = wx*x/2 - wl/2*(x-l/4)$

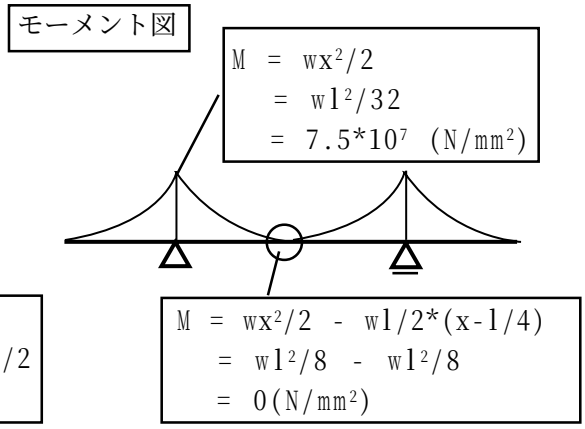
$= wx^2/2 - wl/2*(x-l/4)$

各座標でｘをM，Qに代入することで，せん断力，モーメントを求めることができる。したがって，下図のようなせん断力図とモーメント図を求めることができる。

せん断力図



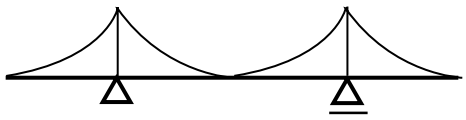
モーメント図



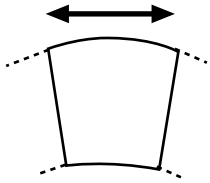
(4)

モーメント図がすべての部分で梁の上にあるので,
すべての部分で**梁の上面が引張られている**ことになる。
また，モーメントが大きいほど引張力が大きくなる。

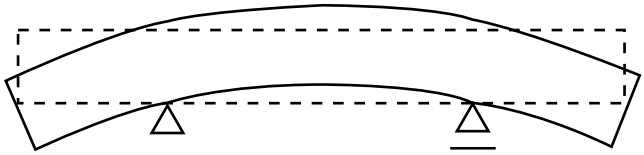
モーメント図



引張力



変形図



(5)

部材の傾きは, $\dfrac{d\theta}{dx}=\dfrac{M}{EI}$ **の式で求められる。**

モーメントを左端からの座標ｘで表すと,

$M = wx^2/2, (0 \le x < 5000)$

$M = wx^2/2 - wlx/2 + wl^2/8, (5000 \le x < 10000)$　となる。

ヤング率：$E = 2*10^3(N/mm^2)$
断面２次モーメント：$I = bh^3/12 = 6*10^2*10^9/12 = 5.0*10^{10}(mm^4)$　$\therefore EI = 10^{14}(N\cdot mm^2)$

ここで, $\dfrac{M}{EI}=\dfrac{wx^2/2}{EI}(0 \le x < 5000)$,　$\dfrac{M}{EI}=\dfrac{wx^2/2-wlx/2+wl^2/8}{EI}(5000 \le x < 10000)$

をｘで積分すれば傾きを求めることができるから,

$\theta=\dfrac{w}{6EI}x^3+C_1(0 \le x < 5000)$,　$\theta=\dfrac{w}{6EI}x^3-\dfrac{wl}{4EI}x^2+\dfrac{wl^2}{8EI}x+C_2(5000 \le x < 10000)$ となる。

初期条件としてモーメント図が左右対称だから，x=10000 の時 , θ =0
よって，$10^{-2} -3*10^{-2} +3*10^{-2} + C_2 = 0$ より，$C_2 = -10^{-2}$
求める傾きは，ｘ＝5000 の時だから，θ＝10^{-3}(1.25 -7.5 +15 -10)＝$-1.25*10^{-3}$(rad)

(6)

部材のたわみは, $\theta=\dfrac{dv}{dx}$ **の式で求められる。**

$\theta=\dfrac{w}{6EI}x^3-\dfrac{wl}{4EI}x^2+\dfrac{wl^2}{8EI}x-10^{-2}(5000 \le x < 10000)$ をｘで積分すると,

$v=\dfrac{w}{24EI}x^4-\dfrac{wl}{12EI}x^3+\dfrac{wl^2}{16EI}x^2-10^{-2}x+C_3(5000 \le x < 10000)$　となり,

初期条件としてピンのところｘ＝5000 で，たわみν＝0, となるので,
$(625/4)*10^{-2} -12.5 +75/2 -50 + C_3 = 0$,　$C_3 = -1.6 +12.5 -37.5 +50 = 23.4$
求めるたわみはｘ＝10000 の時だから，ν＝25 -100 +150 -100 +23.4 = -1.6(mm)

(2)別解として，積分を用いた方法を示す。

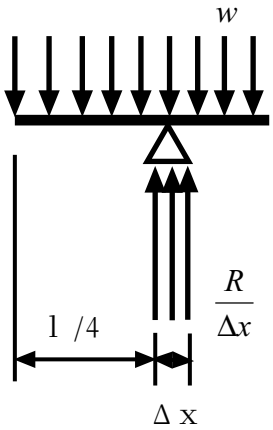
せん断力Qは, $dQ/dx=-w$ の式で求めることができる。

ここで左側の反力を $R(=wl/2)$ とおくと,

$$Q=-\int wdx=-wx+C_1 \quad (0\le x<l/4)$$

初期条件：$x=0$ の時, $Q=0$ より, $C_1=0$,　$\therefore Q=-wx \quad (0\le x\le l/4)$　　ー①

ここで左側の反力は $\{l/4\le x\le (l/4+\Delta x)\}$ の範囲で，分布荷重 $w=\dfrac{R}{\Delta x}$ として存在するとする。



$$Q=-\int wdx-\int\frac{-R}{\Delta x}dx=-wx+\frac{R}{\Delta x}x+C_2 \quad \{l/4\le x<(l/4+\Delta x)\}$$

初期条件：$x=l/4-\Delta x$ の時，①式より $Q=-w\times l/4$

$$C_2=w\times l/4-\frac{R}{\Delta x}\times l/4-w\times l/4=-\frac{R}{\Delta x}\times l/4$$

したがって, $Q=-wx+\dfrac{R}{\Delta x}x-\dfrac{R}{\Delta x}\times l/4$　となり,

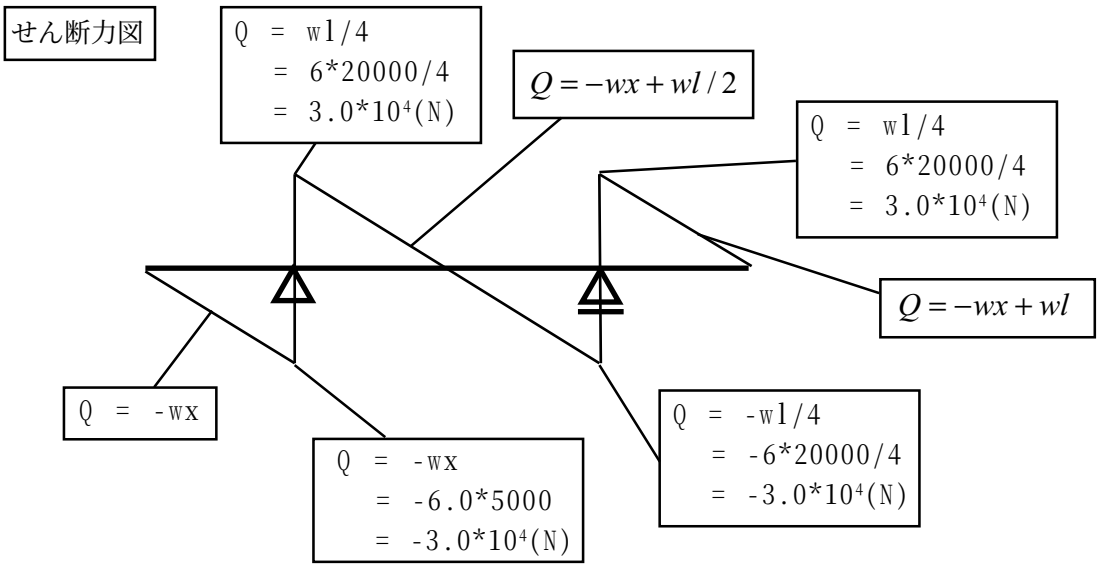
$x=l/4+\Delta x$ の時は,　$Q=-w(l/4+\Delta x)+\dfrac{R}{\Delta x}(l/4+\Delta x)-\dfrac{R}{\Delta x}\times l/4=-w\times l/4+R$

$$=-w\times l/4+w\times l/2=wl/4 \qquad \text{-②}$$

$$Q=-\int wdx=-wx+C_3 \quad (l/4<x<3l/4)$$

初期条件：$x=l/4$ の時，②式より $Q=w\times l/4$, $C_3=wl/2$　$\therefore Q=-wx+wl/2$

$(3l/4\le x<l)$ の範囲についても同様の方法で求めると，求めるせん断力図は，以下のようになる。



(3)

モーメントMは, $dM/dx=-Q$ の式で求められる。

$$M=-\int -wxdx=\frac{wx^2}{2}+C_1 \quad (0\le x<l/4)$$

初期条件：x＝0の時，M＝0，したがってC$_1$＝0，　ゆえに $M=\frac{wx^2}{2} \quad (0\le x<l/4)$ - ①

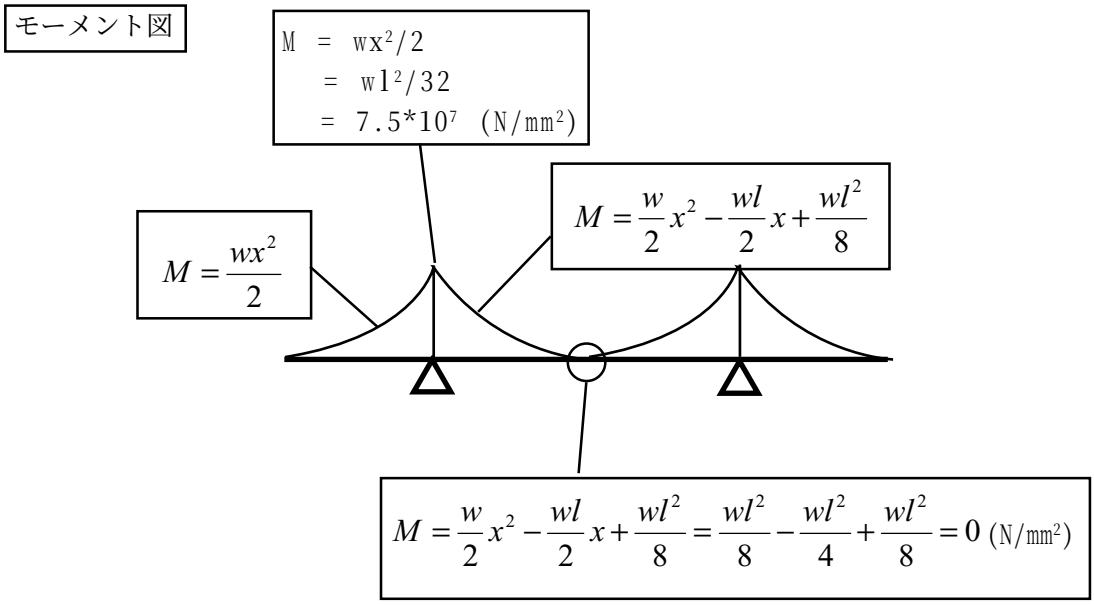
$$M=-\int(-wx+\frac{wl}{2})dx=\frac{w}{2}x^2-\frac{wl}{2}x+C_2 \quad (l/4<x\le l/2)$$

初期条件：x＝l /4の時，①式より $M=\frac{wl^2}{32}$ となり, $C_2=\frac{wl^2}{8}$,

したがって $M=\frac{w}{2}x^2-\frac{wl}{2}x+\frac{wl^2}{8} \quad (l/4<x\le l/2)$

次に，x＝l /2の時は，②式より, $M=\frac{wl^2}{8}-\frac{wl^2}{4}+\frac{wl^2}{8}=0$ となる。

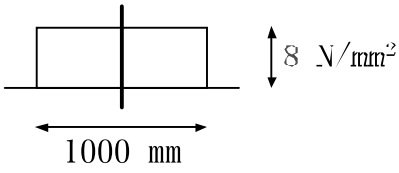
ここで，部材と力が左右対称だから，モーメント図も左右対称になる。
したがって，求めるモーメント図は以下の図になる。



問３

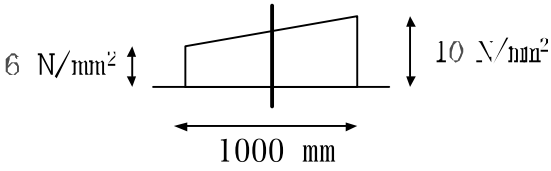
１．

まず、軸力による応力度は　$8 \times 10^6/10^6=8$ (N/mm²)



長期許容応力度は　30/3=10 (N/mm²)　となる。

面積（軸力）は一定なので、このときの応力度分布は下図のようになる。



２．

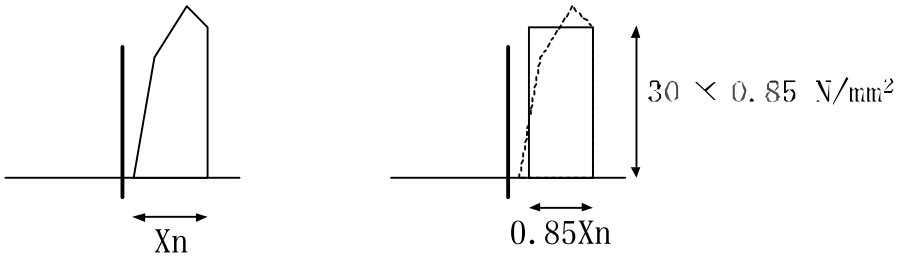
３．

４．

５．

$N=(0.85)^2 \cdot \sigma_B \cdot b \cdot Xn$　より　$Xn=8 \times 10^6/(0.85)^2 \times 1000 \times 30=368$ (mm)

よって下図のようになる



６．

このときの重心の位置は材軸から

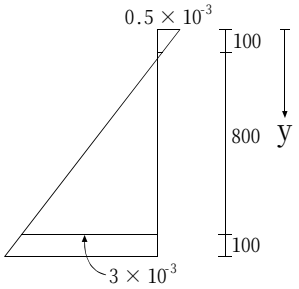
$500-(0.85 \times 368/2)=343.6$

よってこのときのモーメントは

$M=N \times 343.6=2.75 \times 10^9$ (N・mm)

問 4

1.



2. $\varepsilon = y \cdot \phi + \varepsilon_0$

この式に（ε，φ）＝（-0.5，0)、(3，900）をそれぞれ代入し、連立方程式よりφ、ε_0を求める。

$-0.5 = 0 \cdot \phi + \varepsilon_0$ ・・・①

$3 = 900 \cdot \phi + \varepsilon_0$ ・・・②

①、②より

$\varepsilon_0 = -0.5 \ (\times 10^{-3})$

$\phi = 3.5/900 = 3.9 \times 10^{-3} \ (\times 10^{-3} \ /\mathrm{mm}) = 3.9 \times 10^{-6} \ (/\mathrm{mm})$

3. 圧縮鉄筋はy＝100の位置にあるので、圧縮鉄筋の歪みは、

$\varepsilon_t = 3.9 \times 10^{-6} \ y - 0.5 \times 10^{-3}$

$= 3.9 \times 10^{-6} \cdot 100 - 0.5 \times 10^{-3}$

$= -1.1 \times 10^{-4}$ ・・・③

となる。図３よりヤング率は以下のようになる。

$E_t = 600 / (3 \times 10^{-3}) = 200 \times 10^3 \ (\mathrm{N/mm^2})$ ・・・④

③、④より

$\sigma_t = E_t \cdot \varepsilon_t$

$= 1.1 \times 10^{-4} \cdot 200 \times 10^3$

$= 22 \ (\mathrm{N/mm^2})$

4. 歪み（及び応力）が0になる位置は、

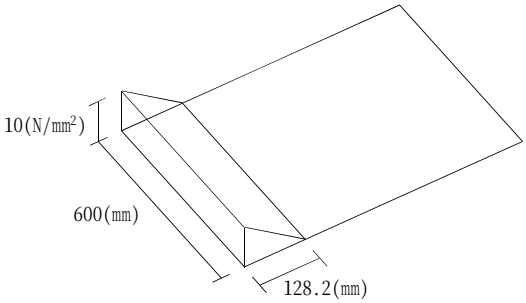
$0 = 3.9 \times 10^{-6} \ y - 0.5 \times 10^{-3}$

$y(0) = 128.2$

コンクリートに生じる応力度は、右図より、

$C_C = 128.2 \cdot 10 / 2 \cdot 600$

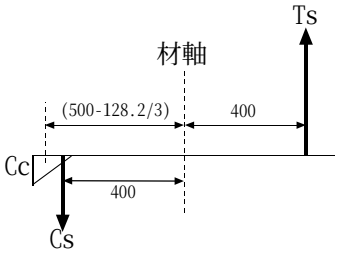
$= 384600 \ (\mathrm{N})$



5. $T_s = C_s + C_c$ より

$600 \cdot a_t = 22 \cdot a_t + 385800$

$a_t = 667.5 \ (\mathrm{mm^2})$

6. $M = 385800 \cdot (500 - 128.2 / 3) + 22 \cdot 400 + 600 \cdot 400$

$= 1.77 \times 10^8 \ (\mathrm{N \cdot mm})$