推進指針2000参考編P326～

1） 設計条件

外圧

・荷重　P = 262.221 kN/㎡

ヒューム管

・管種　1 種

・管内径　dh = 1200 mm = 1.20 m

・管厚　th = 115 mm
= 11.5 cm = 0.115 m

・設計基準強度　f'ckh = 50 N/mm²

・ヤング係数　Eh = 3.3 ×10^4N/mm²

・圧縮破壊ひずみ　ε'cuh = 0.0035 （fckh≦50）

・ひび割れ荷重　Pt = 44.2 kN/m

・自重　Wh = 11.415 kN/m

・管厚中心半径　r = 0.6575 m

・管の補償ﾓｰﾒﾝﾄ
M = 0.318Pt・r + 0.239Wh・r = 11.04 kN/m

・管の断面係数
Zh = b・th^2／6 = 2204 cm3

・設計曲げ強度
fbh = M／Zh = 5.0 N/mm²

・主筋の鉄筋比　(p+p') = 0.7 %

・鉄筋の降伏点　fykh = 540 N/mm²

・鉄筋のヤング係数　Esh = 2.0 ×10^5N/mm²

・鉄筋量
Ash = th×b×(p+p') = 8.05 cm² （b=100cm）

巻立て部

巻立て厚さ　tc = 160 mm
= 16 cm = 0.16 m

コンクリート

・設計基準強度　f'ckc = 18 N/mm2

・ヤング係数　Ec = 2.2 ×10^4N/mm2

・自重
Wc=[[{dh+2(th+tc)}/1000]^2-π/4×{(dh+2×th)/1000}^2]×23kN/m3

= 33.50 kN/m

・圧縮破壊ひずみ ε'cuh = 0.0035 （fckh≦50）

・設計曲げ強度
fbc =0.9×(10f'ckc)^(2/3)／1(= 2.87 N/mm2

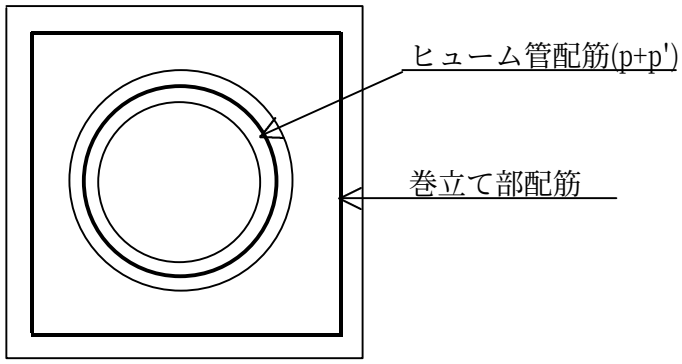
・鉄筋

径		D	13			
ピッチ			200 mm	=	20 cm	
鉄筋量	Asc	=	6.3 cm²	（b=100cm）		
かぶり	d0	=	60 mm	=	6 cm	
降伏点(SD295)	fykc	=	295 N/mm²			
ヤング係数	Esc	=	2.0 ×10^5N/mm²			

$$Rh = \frac{th}{dh} = 0.096$$

$$Rc = \frac{tc}{dh} = 0.133$$

$$RE = \frac{Ec}{Eh} = 0.667$$



2) 下部の検討

2)-1 設計曲げモーメント　Md の計算

kp = 0.236-0.237Rc+0.017RE-0.153Rh+0.094Rc・RE+0.143RE・Rh-0.637Rc・Rh

= 0.2104

kw = 0.0671-0.0935Rc+0.0097・RE-0.0653Rh+0.0182Rc・RE = 0.0565

R = (dh+th+tc)／2000 = 0.7375 m

Mpd = kp・P・R^2 = 30.011 kN・m/m

自重

ヒューム管 Wh = 11.415 kN/m

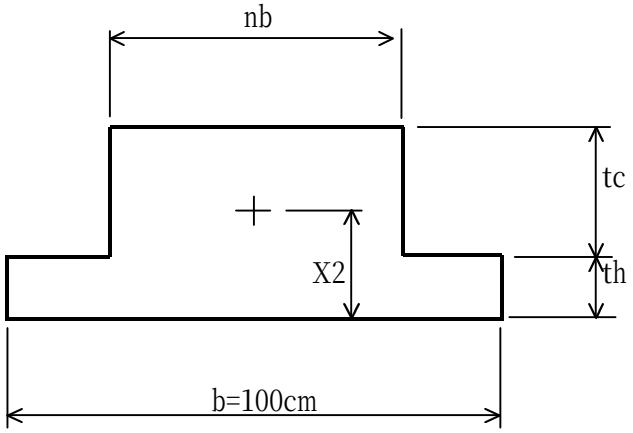
巻立て部 Wc = 33.50 kN/m

W = Wh+Wc = 44.91 kN/m

Mwd = kw・W・R = 1.87 kN・m/m

Md = Mpd+Mwd = 31.88 kN・m/m

2)-2 使用限界状態に対する検討（ひび割れに対して）



n = RE = 0.667

A = b・th+n・b・tc = 2,217 ㎠/m

$$X2 = \frac{(b \cdot th^{\wedge}2/2)+n \cdot b \cdot tc(th+tc/2)}{A} = 12.4 \text{ cm}$$

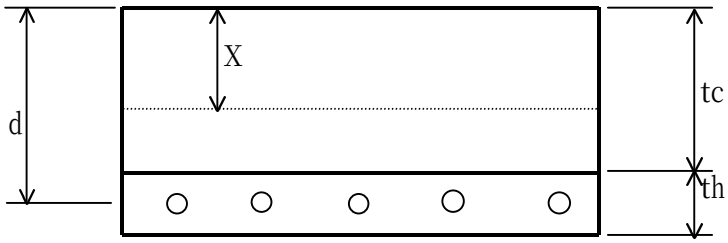
$$I = \frac{b \cdot th^3}{12} + b \cdot th \left(X2 - \frac{th}{2} \right)^2 + \frac{n \cdot b \cdot tc^3}{12} + n \cdot b \cdot tc(th+tc/2-X2)^2$$

$$= 140{,}054 \ \text{cm4/m}$$

$$\sigma dh = \frac{Md}{I} \cdot X2 = 2.815 \ \text{N/mm}^2$$

$$\frac{f b h}{\sigma dh} = 1.78 \geqq 1.25 \quad \cdots \ \text{O.K}$$

2)-3 終局限界状態に対する検討（破壊に対して）



X：中立軸までの距離

Ash = 8.05 cm²

d = tc + th/2 = 21.75 cm

$$p = \frac{Ash}{b \cdot d} = 0.00370$$

εyh = fykh／Esh = 0.0027

$$pb = \frac{0.68 f'ck c}{fykh(1+\varepsilon yh / \varepsilon'cuh)} = 0.0128$$

p＜pb なので、曲げ引張破壊となる。

中立軸までの距離　x

C' = 0.85f'ckc・10b・0.8x = 12,240 x

T = Ash・fykh・10^2 = 434,700 N/m

X = T/C' = 35.5 mm

Mu = T(10d-0.4x)/10^6 = 88.37 kN・m/m

Mu/Md = 2.77 ≧ 2.0 ・・・ O.K

3) 側面の検討

3)-1 設計軸力Nd、設計曲げモーメントMd'の計算

・設計軸力

Npd = -P(dh+2th+2tc)／2 = -229.44 kN/m

Nwd = -(Wh+Wc)／4 = -11.23 kN/m

Nd = Npd+Nwd = -240.67 kN/m

・設計曲げモーメント

kp2 = -0.228+0.050Rc+0.013RE+0.356Rh-0.107Rc・RE-0.350RE・Rh

= -0.2104

kw2 = -0.0524+0.0223Rc+0.0017RE+0.0878Rh-0.0142Rc・RE-0.0668RE・Rh

= -0.0454

Mpd' = kp2・P・R^2 = -30.01 kN・m/m

Mwd' = kw2・W・R = -1.50 kN・m/m

Md' = Mpd' + Mwd' = -31.52 kN・m/m

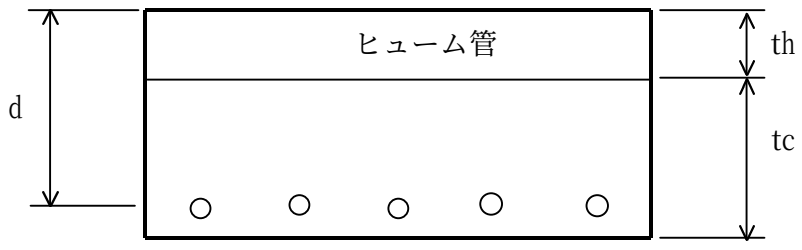
ed = Md'／Nd = 0.131 m = 13.1 cm

3)-2 使用限界状態に対する検討（ひび割れに対して）

$$\sigma dc = n\left\{\frac{Nd}{A}\times 10 - \frac{Md'}{I}(tc+th-X2)\times 10^{3}\right\} = 1.55 \ N/mm^2$$

fbc／σdc = 1.86 ≧ 1.25 ・・・ O.K

3)-3 終局限界状態に対する検討（破壊に対して）



圧縮鉄筋は無視し、図心は断面の中央と仮定する。

$d = th+tc-d0 = 21.5\ cm$

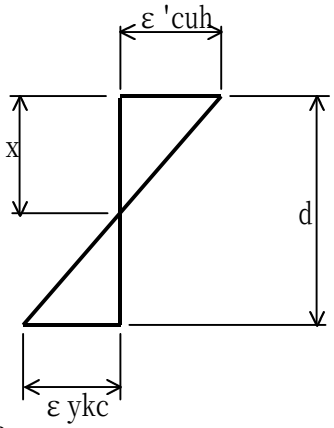
$$p = \frac{Asc}{b \cdot d} = 0.00295$$

$\varepsilon yc = fykc / Esc = 0.00148$

$$pb = \frac{0.68f'ckc}{fykc(1+\varepsilon y c / \varepsilon 'cuc)} = 0.08108$$

p<pb なので、つりあい鉄筋比以下であり、軸力が作用した時につりあい破壊となる点が

する。



つりあい偏心量　eb

$\varepsilon 'cuh : x = (\varepsilon 'cuh + \varepsilon yc) : d$

$$x = \frac{\varepsilon 'cuh}{(\varepsilon 'cuh + \varepsilon yc)} d$$

$= 15.1\ cm$

$Nub' = 0.85f'ckh \cdot 10b \cdot 10 \cdot 0.8x - Asc \cdot fykc \cdot 10^{\wedge}2$

$= Cc' - T$

$= 5,142,714 - 186,883 = 4,955,831\ N/m$

$Mub = Nub' \cdot eb = Cc'(y0-0.4x) + T(d-y0)$

$y0 = h/2 = (th+tc)/2 = 13.8\ cm$

$eb = \{ Cc'(y0 - 0.4x) + T(d-y0) \} / Nub' = 8.3\ cm$

$ed = 13.1\ cm \geqq eb = 8.3\ cm$

$e = 13.1\ cm$　の時は、鉄筋の降伏が先行する。

$Nu' = Cc' - T = 0.85f'ckh \cdot 10b \cdot 10 \cdot 0.8x - Asc \cdot fykc$ ・・・(1)

$Mu' = Nu' \cdot e = Cc'(y0 - 0.4x) + T(d-y0)$

$Nu' = \{ Cc'(y0 - 0.4x) + T(d-y0) \} / e$ ・・・(2)

(1) = (2) として、X を求める。

Cc' - T = { Cc'(y0 - 0.4x) + T(d-y0) }／e

Cc' = 0.85f'ckh・10b・10・0 = 340,000 x

T = 186,883 N/m

e = 13.1 cm

0.4Cc'・x + Cc'(e - y0) - T(e + d - y0) = 0

136000 x^2 + (-222,794) x - 3,895,514 = 0

x^2 + (-1.64) x - 28.643 = 0

が存在 x = 6.2 cm

Nu' = Cc' - T = 340,000 x - 186,883

= 1,932,464 N/m

Mu' = Nu'・e／100 1,932,464 × 0.131 = 253,051 N/m

= 253.05 kN/m

Mu'／Md' = 8.03 ≧ 2.0 ・・・ O.K

4) 結果一覧

検討位置	使用限界状態	終局限界状態	判定
底部	fbh／σdh = 1.78 ≧1.25	Mu／Md = 2.77 ≧2.0	○
側部	fbc／σdc = 1.86 ≧1.25	Mu'／Md'= 8.03 ≧2.0	○