

演習問題解答：コンクリート演習

問題 # 1 , # 2 は , 「もっとしりたいコンクリート講座」を参照

[http://c-pc8.civil.musashi-tech.ac.jp/RC/rc2\\_c.htm](http://c-pc8.civil.musashi-tech.ac.jp/RC/rc2_c.htm)

( 鉄筋コンクリート ( 1 ) , 平成 12 年度解答と解説を参照 )

問題 # 3 ( 曲げ終局耐力の算定 ) :

曲げモーメントを受ける単鉄筋長方形断面について , 鉄筋比を  $p=1\%$  として , 断面力 ( 曲げ終局耐力 ) を算定せよ . ( 安全係数は用いない )

・ 断面寸法 : 幅 40cm , 全高さ 100cm , 有効高さ 90cm

・ 材料条件 : コンクリート圧縮強度  $40\text{N/mm}^2$

鉄筋規格 SD295 , 鉄筋弾性係数  $200\text{kN/mm}^2$

( 答 )

$$\beta_1=0.80 , k_2=0.40 , k_3=0.85 \quad \beta_1 k_3=0.68$$

$$p_b \equiv b_1 k_3 \frac{e'_{cu}}{e'_{cu} + e_y} \cdot \frac{f'_c}{f_y} = 0.68 \cdot \frac{0.0035}{0.0035 + \frac{295\text{N/mm}^2}{200 \times 10^3\text{N/mm}^2}} \cdot \frac{40\text{N/mm}^2}{295\text{N/mm}^2}$$
$$= 0.0649$$

$$p = 0.01 < p_b \quad \text{鉄筋降伏先行型}$$

$$M_u = b d^2 \cdot p f_y \left( 1 - \frac{p f_y}{1.7 f'_c} \right)$$

$$= 400\text{mm} \times (900\text{mm})^2 \times 0.01 \times 295\text{N/mm}^2 \left( 1 - \frac{0.01 \times 295\text{N/mm}^2}{1.7 \times 40\text{N/mm}^2} \right)$$

$$= 955.8 \times 10^6\text{N/mm}^2 \times 0.9566$$

$$= 914 \times 10^6\text{N} \cdot \text{mm}$$

$$= 914\text{kN} \cdot \text{m}$$

問題 # 4 ( 曲げ終局耐力の算定 ) :

上記の # 3 と同じ条件にて , 鉄筋比が 0.8% 程度になるように配筋して , このときの曲げ終局耐力の計算を再度行え .

( 答 )

$$p = 0.008 , A_s = p \times bd = 0.008 \times 40\text{cm} \times 90\text{cm} = 28.8\text{cm}^2$$

教科書 p208 ( 表 - 1 ) より

D19 ・ 10 本 (  $A_s = 28.7\text{cm}^2$  ) を採用

$$p = \frac{28.7}{40 \times 90} = 0.00797 \quad ( p = 0.797\% )$$

$$M_u = 400\text{mm} \times (900\text{mm})^2 \times 0.00797 \times 295\text{N} / \text{mm}^2 \left( 1 - \frac{0.00797 \times 295\text{N} / \text{mm}^2}{1.7 \times 40\text{N} / \text{mm}^2} \right)$$

$$= 761.8 \times 10^6 \text{N} / \text{mm}^2 \times 0.9654$$

$$= 736 \times 10^6 \text{N} \cdot \text{mm}$$

$$= 735 \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$( 1 \times 10^6 \text{N} \cdot \text{mm} = 1 \text{kN} \cdot \text{m} )$$

問題 # 5 ( 必要鉄筋量の算定 ):

上記 # 3 と同じ条件にて , 曲げ終局耐力が ,  $M_u=1.2\text{MN} \cdot \text{m}$  以上になるように設計変更せよ . そして , このときの曲げ終局耐力の計算を行え . ( 変更するのは , 鉄筋の径と本数のみ )

・ 鉄筋規格 : SD295 , SD345 , SD390

( 答 )

与える条件を当てはめ ,  $pf_y$  に内する 2 次方程式を求め , 解を算出する ( 図 1 ) .

$$M_u = bd^2 \cdot pf_y \left( 1 - \frac{pf_y}{1.7f_c'} \right) \quad 1.2 \times 10^9 = 400 \times 900^2 \times pf_y \left( 1 - \frac{pf_y}{1.7 \times 40} \right)$$

$$\Downarrow$$

$$251.8516 = 68pf_y - p^2 f_y^2$$

$$(pf_y)^2 - 68pf_y + 251.85 = 0$$

$pf_y$  の 2 次方程式として , 式を解く

$$pf_y = 34 - \sqrt{34^2 - 1 \times 251.85} = 3.914 \quad (\text{小さい値をとる})$$

鉄筋規格 SD390 を使用する場合 , 必要鉄筋比は  $f_y$  を代入して求める .

$$f_y = 390\text{N/mm}^2 \quad p = 0.001004$$

必要鉄筋断面積は ,

$$A_s = 0.001004 \times 40 \times 90 = 36.144\text{cm}^2$$

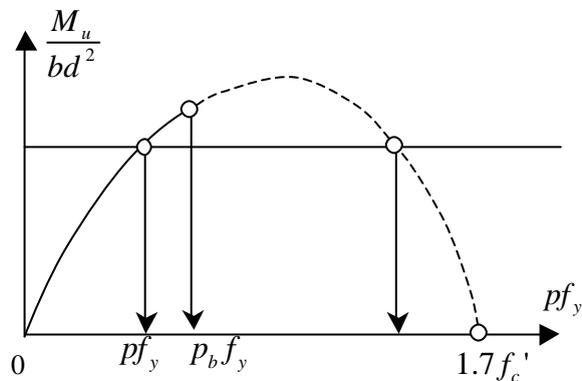


図 1

教科書 p208 ( 表 - 1 ) より

$$D29 \cdot 6 \text{ 本 } A_s = 38.5 \text{ cm}^2$$

$$p = \frac{38.5}{40 \times 90} = 0.01069$$

$$M_u = 400 \times 900^2 \times 0.01069 \times 390 \left( 1 - \frac{0.01069 \times 390}{1.7 \times 40} \right)$$

$$= 1267.971\text{kN} \cdot \text{m}$$

$= 1.268\text{MN} \cdot \text{m} > 1.2\text{MN} \cdot \text{m}$  より必要曲げ終局耐力を満足している .

問題 #6 ( 図中へのプロット ):

上記 #3, #4, #5 の算定結果を図 4-7(a), (b) にプロットせよ。(教科書 p64)

( 答 )

#3, #4, #5 で算出した曲げ終局耐力と, 鉄筋比の単位面積あたりの値と, 無次元化した値を求める.

	強度表示(N/mm <sup>2</sup> )		無次元表示	
	$pf_y$	$M_u / bd^2$	$f = pf_y / f_c'$	$M_u / bd^2 f_c'$
#3	2.950	2.822	0.0738	0.0706
#4	2.351	2.270	0.0588	0.0568
#5	4.169	3.913	0.104	0.0978

算出例 ( #3 の場合 )

$$\frac{M_u}{bd^2} = \frac{914.335 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}}{400 \text{ mm} \times (900 \text{ mm})^2} = \frac{914.335 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}}{324 \times 10^6 \text{ mm}^3} = 2.822 \text{ N/mm}^2$$

$$pf_y = 0.01 \times 295 = 2.950 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{M_u}{bd^2 f_c'} = \frac{914.335 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}}{400 \text{ mm} \times (900 \text{ mm})^2 \times 40 \text{ N/mm}^2} = \frac{914.335 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}}{12960 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}} = 0.0706$$

$$f = \frac{pf_y}{f_c'} = \frac{0.01 \times 295}{40} = 0.0738$$

同様にして #4, #5 から算出し, 図にプロットする

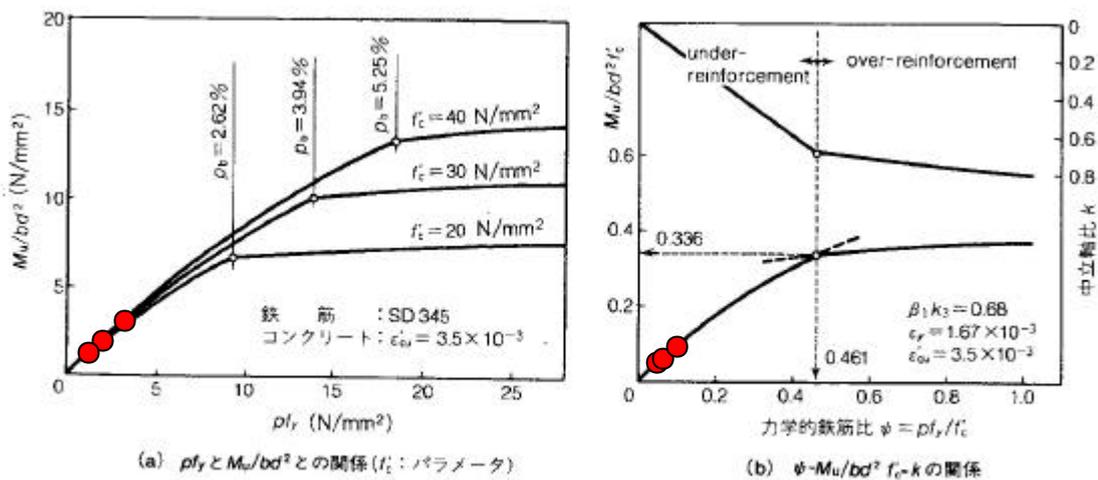


図 4-7 単鉄筋長方形断面の曲げ終局耐力