

1. 研究の目的 先に報告<sup>1)</sup>した横方向変位を考慮した複鉄筋長方形断面の一軸偏心圧縮力を受けるRC部材(短柱)の設計耐力について、コンクリートの圧縮強度 $f_c$ と鉄筋の降伏強度 $f_s$ を確率変数として、その信頼性を求めたもので、換言すれば、先に説明した簡便法(横方向変位を無視)<sup>2)3)</sup>で求めた設計耐力が、同耐力以下になる確率 $P_f = G \times 10^{-X}$ ( $G$ は一桁の有効数字)が $1/1000$ 以下( $X \geq 4$ )になるように、簡便法による耐力の部材係数 $\gamma_b$ を提案したものである。

2. 記号  $A_g = b \times h$ 、 $A'_s$  = 載荷側鉄筋量、 $A_s = A'_s$  と反対側鉄筋量、 $b$  = 部材幅、 $d$  = 有効高さ、 $e$  = 断面図心からの偏心距離、 $f$  = 強度、 $h$  = 部材高さ、 $l$  = 部材の有効長、 $N$  = 載荷力、 $R = A'_s s / A_s$ 、 $t_s = (\mu_s - f_{yk}) / \delta_s$ 、 $V$  = 変動係数、 $\delta$  = 標準偏差、 $\mu$  =  $f$ の平均値、 $\lambda$  = 細長比、 $\rho$  = 引張鉄筋比。(下付符号)  $b$  = 釣合状態、 $c$  = コンクリート、 $d$  = 設計値、 $k$  = 特性値、 $s$  = 鉄筋の降伏値、 $u$  = 終局値、 $y$  = 鉄筋の規格降伏値

3. 基本式 部材の耐力を求める基本式は先に報告した一般解法<sup>1)</sup>で示したものを適用する。計算点はfig. 1に示す10点とする。

4. 確率的方法 fig. 2に基本概念を示す。これは先に報告<sup>2)4)5)</sup>した手法と基本的には同じである。その手順は、fig. 2を参照して、(1)信頼性を求めるべき耐力 $N_{ud}$ を与える。(2) $f_s$ 軸上に $f_{sci} = f_{scl}$ を与え、一般解法により $N_{ud}$ を満足する $f_{ci}$ を求める。(3)次に微小区間 $df_s$ を定め、(2)と同様の手法で $f_{sci-1} = f_{sci} - df_s$ に対応する $f_{ci+1}$ を求める。(4)この手順を繰り返せば $f_c$ 分布を $f_s$ 軸上に変換した $f_{sc}$ 分布が求められる。この際、 $f_{sci}$ と $f_{sci-1}$ 間の確率密度は $f_{ci}$ と $f_{ci+1}$ 間の確率密度に等しいようにすればよい。この際、 $f_c$ 分布はその平均値を中心として $f_s$ 軸へは左右反転して変換される。(5) $f_{ci}$ 以下すなわち $f_{sci}$ 以上の各値は $N_{ud}$ を充足しない確率である。よって、 $f_s$ が $f_{sci}$ であるとき、( $N_{ud}$ を充足しない確率) =  $[p(f_{sc}) \cdot df_s$ を $f_{sci}$ から $\infty$ まで積分したもの]  $\times$  ( $p(f_s) \cdot df_s$ ) (6)これを $f_s$ の全域について積分すれば $N_{ud}$ 以下となる確率 $P_f$ が求められる。(7) $N_{ud}$ に対する信頼性 $Q = (1 - P_f)$ 。(8)しかし本研究の場合、 $f_c$ (または $f_s$ )が低いときには、 $f_s$ (または $f_c$ )が高くとも $N_{ud}$ を満足しない場合が出現する。その部分の確率はfig. 2の円形ハッチ部に相応し、その面積は円形の下(または左)の右下りのハッチ部の面積に等しい。すなわち、 $f_c$ 、 $f_s$ 値は夫々、上・下限値を有する。(9)計算は $f_{sc}$ の上限値からスタートしてい

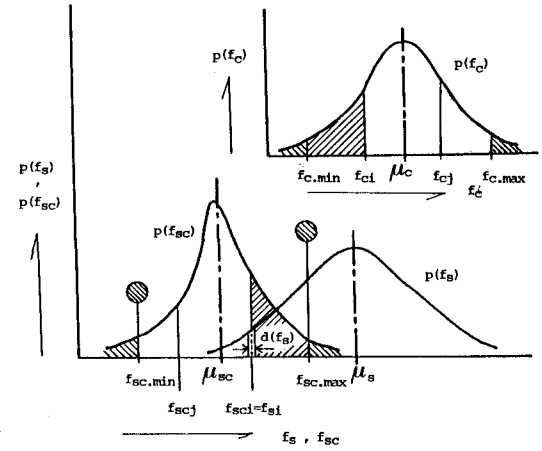
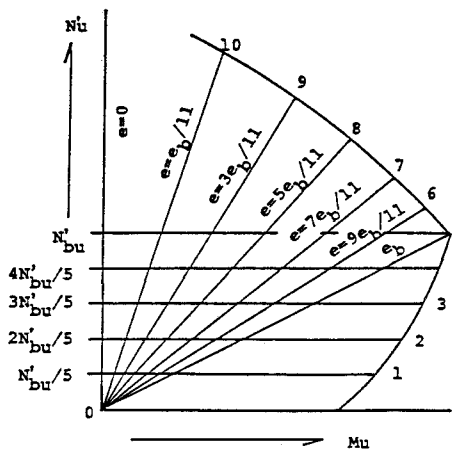


Fig.1 Position of calculation on correlation curve between  $N_u$  and  $M_u$ . Fig.2 Basic concept on transformation of coordinates.

るので、計算始点の $f_{sc}$ は $f_{sc \cdot max}$ の直近であり、その際、 $N_{ud}$ を充足しない確率には右側円形ハッチ部の確率を加えておかなければならない。 $f_{sc}$ の下限値についても同様の取扱いを要するが、本研究の計算の範囲では影響はなかった。(10) $f_c$ と $f_s$ の分布は正規形、 $V_c=0.15$   $V_s=0.08$   $t_s=2$ ,  $^{2)} \mu_c=f_{ck}/(1-1.645V_c)$ ,  $\mu_s=f_{yk}/(1-t_s \cdot V_s)$ ,  $df_s$ は引張破壊領域では100, 圧縮破壊領域では300(kgf/cm<sup>2</sup>)とした。(11)応力・歪関係は一般的解法の $f_{cd}$ ,  $f_{yd}$ を、 $f_c$ ,  $f_s$ に置換えて適用した。

Table 1 X-values. (  $P_f = G \times 10^{-X}$  )

No.	Case	R-C	$f_{yk}$		l	h	R	$\rho$	$\lambda$	X-value for each point										
			(kgf/cm <sup>2</sup> )	(kgf/cm <sup>2</sup> )						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	3	NF	4000	350	600	60	1.0	0.45	34.64	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
2	3	NF	4000	350	370	60	1.0	0.45	21.00	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
3	3	NS	4000	350	600	60	1.0	0.45	34.64	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
4	3	NR	4000	350	600	60	1.0	0.45	34.64	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	3	NQ	4000	350	600	60	1.0	0.45	34.64	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
6	3	NQ	4000	350	800	80	1.0	0.45	34.64	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
7	3	NQ	4000	350	1000	100	1.0	0.45	34.64	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4
8	3	NQ	4000	350	600	60	1.0	1.00	34.64	5	5	5	6	5	5	4	4	4	4	4
9	3	NQ	4000	350	600	60	1.0	2.00	34.64	5	5	5	6	6	6	6	5	5	5	5
10	3	NQ	4000	350	600	60	1.0	3.00	34.64	5	5	6	6	7	7	6	6	5	5	5
11	1	NQ	3000	210	600	60	1.0	0.45	34.64	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4
12	2	NQ	4000	210	600	60	1.0	0.45	34.64	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4
13	4	NQ	3000	350	600	60	1.0	0.45	34.64	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
14	4	NR	3000	350	600	60	1.0	0.45	34.64	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
15	3	NQ	4000	350	600	60	0.8	0.50	34.64	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3
16	3	NK	4000	350	600	60	0.8	0.50	34.64	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
17	3	NK	4000	350	600	60	0.8	0.50	34.64	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
18	3	NK	4000	350	600	60	0.4	0.63	34.64	5	5	4	4	4	4	4	4	4	3	4
19	3	NK	4000	350	600	60	0.2	0.75	34.64	5	6	5	4	4	4	4	3	3	3	3
20	3	NZ	4000	350	600	60	0.4	0.63	34.64	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4
21	3	NZ	4000	350	600	60	0.2	0.75	34.64	5	6	5	4	4	4	4	4	4	4	4

b=60cm, h-d=6cm, R=As/As, R-C=Reduction coefficient.

4. 対象とする耐力 簡便法による耐力 $N_u$ を下記の $\gamma_b$ で除した値とした。各部間は軸力比で接分。

記号	中心軸圧部	鈎合状態部	k · f <sub>cd</sub> · A <sub>g</sub> 部	純曲げ部			
NF :	1.15	—	1.15	—	1.15		
NQ :	1.15	—	1.3	—	1.3(k=0.1)	—	1.15
NR :	1.15	—	1.3	—	1.3(k=0.15)	—	1.15
NS :	1.15	—	1.3	—	—	—	1.15
NK :	1.20	—	1.3	—	1.3(k=0.1)	—	1.15
NZ :	1.25	—	1.3	—	1.3(k=0.1)	—	1.15

5. 材料の組合せ 汎用の範囲として、 $f_{ck}$ : $f_{yk}$ (kgf/cm<sup>2</sup>)について、Case-1(210:3000), Case-2(210:4000), Case-3(350:4000), Case-4(350:3000)<sup>2)3)</sup>とした。

6. 試算 結果をTable-1に示す。表より、(1)NQについて、No. 5, 11, 12, 13よりX値が低いのはCase-3, 4であり、危険側のCase-3について調べる。(2)NQについて、NQ5, 8, 9, 10より、 $\rho$ が低いほどX値は低いで、 $\rho_{min}$ について検討する。(3)NQについて、 $\lambda$ が同じ場合、No. 5, 6, 7より、hが小さいほどX値は大きいので、h=60cmについて検討する。(4)No. 1, 2より、JSCE規定の $\lambda = 35$ ,  $\gamma_b=1.15$ (一律)のNFではX<4となり不適。 $\lambda \leq 21$ ,  $\gamma_b=1.15$ (一律)ではX $\geq 4$ となって適格。(5)NO. 1, 3, 4, 5の $\gamma_b$ の変化に対しては、No. 1, 3が不適。No. 14からNRはCase-4で不適。適格なのはNQのみ。(6)Rの変化を示すNo. 5, 15-21について、Rが低くなるにつれてNQ, NKでは圧縮破壊領域において不適で、NZのみが適格。

7. 結論 所要の信頼性(X $\geq 4$ )を充足するためには、(1)JSCE-Codeように一律に $\gamma_b=1.15$ を適用するためには $\lambda \leq 21$ (短柱の限界)とするのが望ましい。(2)k値は先に報告した結論の0.15では不充分で0.10とすることが望ましい。(3)汎用の材料の範囲で包括的に所要の信頼性を充足するためには、簡便法(横方向変位を無視)で求めた耐力にNZの部材係数を適用することが望ましい。(4)上記の(1), (2), (3)の結論はJSCE-CodeよりもACI-Codeに酷似した結果である。

参考文献 1)伊藤和幸、土木学会第46回講演会概要集、V-100, Sep. 1991. 2)伊藤和幸等、材料、V. 38, No. 435, pp. 1434-1440, Dec. 1989. 3)伊藤和幸等、材料、V. 39, No. 445, pp. 1411-1416, Oct. 1990. 4) K. Ito, et al, Proc. ACI, V. 82, NO. 5, pp701-709, Sep.-Oct. 1985. 5)伊藤和幸等、材料、V. 36, No. 410, pp. 1272-1278, Nov. 1987.