

[記号] A'_s (A_s): 偏心軸圧側(反対側)鉄筋断面積、 b : 部材幅、 d : 有効高さ、 d' : 6 cm、 E : 弾性係数、 e : 偏心量、 f : 強度、 h : $d + d'$ 、 N : 耐力、 P_f : 所定の N 以下になる確率で $G \times 10^{-x}$ (G : 一桁の有効数字、 X : 信頼性の指数)、 R : A'_s/A_s 、 S : 標準偏差、 t_s : $(\mu_s - f_y) / (\mu_s \cdot V_s)$ 、 V : 変動係数、 γ_b : 低減係数、 ε : 歪み、 λ : 細長比、 μ : 平均値、 ρ : 鉄筋比。[下付記号] a : ACI基準、 b : 釣合状態、 c : コンクリート、 d : 設計値、 s : 鉄筋・降伏、 u : 終局値、 y : 規格降伏値。[上付記号] ダッシュ: 圧縮。

1. 研究の目的 先に¹⁾簡便法(横方向変位無視)による JSCE 基準の N'_{ud} の信頼性を両材料の変動(基準管理程度: $V_c=0.15$, $V_s=0.08$, $t_s=2$)と横方向の変位を考慮して求めたが、ここでは ACI 基準では如何か、品質管理の影響は如何か、について検討する。

2. 信頼性評価の基本概念・算定基準 X 値は 文献 1) による。 N'_{ud} は両基準規定の等価応力ブロック・ $E_c \cdot \varepsilon'_{cu} \cdot \rho_{max} \cdot \rho_{min}$ より求める。比較のため、コンクリートは同一配合強度のものを適用する。横方向変位を考慮した耐力の算定法は 文献 2) による。基準断面 $A(b \times h)=60 \times 60 \text{ cm}^2$ とし、 $D=60 \times 120$, $F=100 \times 100$ についても検証する。偏心量の算定位置を Fig.1 に示す。文献 1) により、所要の信頼性 $X \geq 4$ とする。適用する材料は汎用のものとし、その組み合わせは、 $\text{Case}(f'_{ca} \cdot f_{ya} \text{ ksi}) = \text{Case } 1(3 \cdot 40): \text{Case } 2(3 \cdot 60): \text{Case } 3(5 \cdot 60): \text{Case } 4(5 \cdot 40)$ とする。

3. 両基準による信頼性 各 Case の計算点 1~10 のうち最小の X 値を Table I に示す。表より、ACI 基準では総ての場合が $X \geq 4$ を充足しているが、JSCE 基準では随所に $X < 4$ が見られて所要の信頼性が不足していることが判る。特に Case 4 の X 値が低いので、以後はこの場合について検討する。なお、文献 1) により、ここでは最危険側の ρ_{min} 、 $R=1$ を適用した。Table II には部材断面形の影響による X 値を示す。 $R=0.2$ の場合を併記したのは、文献 1) で、 $R=1$ で X 値は最小であったが、 $R=0.2$ で極小値を示したためである。表より、ACI 基準では何れも所要の信頼性を充足している。JSCE 基準では所要の信頼性は不足しているが、断面形状の変化にはあまり影響されていないことが判る。また、後者では $R=1$ の方が $R=0.2$ より X 値が低く、危険側である。

4. 低減係数 γ_b の変更 JSCE 基準においては偏心量の如何に拘わらず $\gamma_b=1.15$ と規定しているが、ここでは最危険側の $R=1$ 、 ρ_{min} 、CASE 4 について、次のように定めて X 値を求めた。”圧縮破壊領域では、 $e=0$ で $\gamma_b=1.15$ 、釣合状態で 1.35、その間は軸耐力に比例して係数を増加する。引張破壊領域では、 $N'_u/1.35$ が、 $N'_{bu}/1.35$ または $0.10 A_g f'_{ca}$ の何れか小さい方から零に減少するに連れて γ_b を 1.35 から 1.15 に低減する”

各計算点での最小値を Table III に示す。表より、 t_s の低いところで所要の信頼性が不足していること、断面形状の差による X 値の差異が認められることが判る。

5. 細長比 λ の変更 JSCE 基準では、 $\lambda \leq 35$ と規定している。ここでは $R=1$ 、 ρ_{min} 、CASE 4 について、ACI のように $\lambda=22$ とし、偏心量の如何に拘わらず $\gamma_b=1.15$ の場合の各計算点の最小の X 値を Table IV に示す。

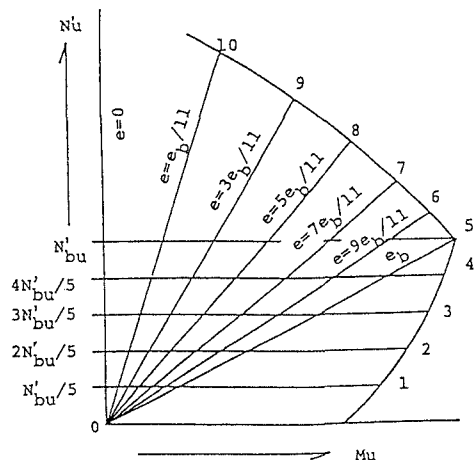


Fig.1 Position of calculation on correlation curve between M_u and N'_u .

Table I Minimum X-values for each t_s, V_c and V_s on various Case. ($P_r = G \times 10^{-x}$)

Code	ACI										JSCE									
t_s	1.5		2.0		2.5		3.0		1.5		2.0		2.5		3.0					
V_c	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10				
V_s	8	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8	5				
Case	X_{min} - values																			
1	4**	5*	4**	5*	4**	5*	4*	5*	2†	2†	2†	2†	3†	3†	3*	4*				
2	4*	5*	4*	5*	4*	6*	4*	6*	1†	2†	3**	3†	3†	3†	4**	4*				
3	4*	5*	4*	5*	4*	5*	4*	5*	1†	1†	2†	2†	2†	2†	3**	3†				
4	4**	5**	4*	5*	4**	5*	4*	5*	1†	1†	1†	1†	2†	2†	2†	2†				

Case X_{MIN} - values

1	4+*	5*	4+*	5*	4+*	5*	4*	5*	2+	2+	2+	2+	3+*	3+	3*	4+
2	4*	5*	4*	5*	4*	6*	4*	6*	1+	2+	3+*	3+	3+	3+	4+*	4+
3	4*	5*	4*	5*	4*	5*	4*	5*	1+	1+	2+	2+	2+	2+	3+*	3+
4	4+*	5+*	4+*	5+*	4+*	5+*	4*	5*	1+	1+	1+	1+	2+	2+	2+	2+

+ : at tension failure zone. * : at compression failure zone.

+* : at both failure zone. V_c and V_s are shown in percentage.Table III Minimum X-values for each t_s, V_c and V_s on $R=1.0$. ($P_r = G \times 10^{-x}$)

t_s	1.5		2.0		2.5		3.0	
V_c	15	10	15	10	15	10	15	10
V_s	8	5	8	5	8	5	8	5
Sec.	X_{MIN} - values							
A	3+	4+	4+*	5+*	4+*	5*	4+*	5*
D	3+	3+	3+	4+	4+*	5+*	4*	5*
F	3+	4+	3+	4+	4+*	5+*	4*	5*

+ : at tension failure zone.

* : at compression failure zone.

+* : at both failure zone.

 V_c and V_s are shown in percentage.Table II Minimum X-values for each t_s, V_c and V_s on various section area. ($P_r = G \times 10^{-x}$)

Code	ACI										JSCE									
t_s	1.5		2.0		2.5		3.0		1.5		2.0		2.5		3.0					
V_c	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10				
V_s	8	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8	5				
Sec.	R	X_{MIN} - values																		
A	0.2	4**	4*	4**	4*	4**	4*	4**	4*	2†	3†	3**	3†	3**	4**	3**	4**			
A	1.0	4**	5**	4*	5*	4**	5*	4*	5*	1†	1†	1†	1†	2†	2†	2†	2†			
D	1.0	4**	5**	4**	5*	4*	5*	4*	5*	1†	1†	1†	1†	2†	2†	2†	2†			
F	1.0	4**	5**	4**	5*	4*	5*	4*	5*	1†	1†	1†	1†	2†	2†	2†	2†			

Sec. R X_{MIN} - values

A	0.2	4+*	4*	4+*	4*	4+*	4*	4+*	4*	2+	3+	3+*	3+	3+*	4+*	3+*	4+*
A	1.0	4+*	5+*	4*	5*	4+*	5*	4*	5*	1+	1+	1+	1+	2+	2+	2+	2+
D	1.0	4+*	5+*	4+*	5*	4*	5*	4*	5*	1+	1+	1+	1+	2+	2+	2+	2+
F	1.0	4+*	5+*	4+*	5*	4*	5*	4*	5*	1+	1+	1+	1+	2+	2+	2+	2+

+ : at tension failure zone. * : at compression failure zone.

+* : at both failure zone. V_c and V_s are shown in percentage.Table IV Minimum X-values for each t_s, V_c and V_s on $\lambda=22$. ($P_r = G \times 10^{-x}$)

t_s	1.5				2.0				2.5				3.0			
V_c	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10		
V_s	8	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8	5		
Sec.	X_{MIN} - values															
A	3+	3+	3+	4+	4*	5*	5*	5*	5*	5*	5*	5*	5*	5*		
D	2+	3+	3+	3+	3+	4+	4+	4*	4*	5*	5*	5*	5*	5*		
F	2+	3+	3+	3+	3+	4+	4+	4*	4*	5*	5*	5*	5*	5*		

+ : at tension failure zone.

* : at compression failure zone.

+* : both failure zone.

 V_c and V_s are shown in percentage.

表より、 $t_s < 3$ では所要の信頼性が不足していることが判る。

6. 所要の信頼性を確保するための条件 汎用の材料とその組合せで包括的な規準を設ける場合、特定の場合を含めて苛酷な規定を作るのは好ましくない。項目 4・5 において計算点の e の少ない場合、即ち、偏心軸力が部材断面内に作用する場合に限定して X 値を示したのが Table V である。表より、 $\lambda=22$ の $t_s=1.5$ の $V_c=0.15:V_s=0.08$ を除いて、他は総て所要の信頼性を充足している。

7. 結論 以上を要約すれば、汎用の材料で通常のその組合せについて次のように結論される。

1. ACI Code の規定値では何れの場合でも所要の信頼性を充足している。
2. JSCE Code の規定値では所要の信頼性が不足する場合が著しく多い。
3. 前項の 2 の場合、規準管理程度で所要の信頼性を充足するためには次のようにすればよい。
 - 1) 偏心軸圧縮力が部材断面外に作用する場合は別途信頼性を評価する。
 - 2) JSCE Code 規定の短柱としての細長比の上限として 35 を適用する場合には、部材係数は 4 項記述の γ_b を適用すればよい。
 - 3) 偏心量の如何に拘わらず JSCE Code 規定の $\gamma_b = 1.15$ を適用する場合は、 $\lambda \leq 22$ で $t_s \geq 2$ とすればよい。

[参考文献] 1) 伊藤和幸、伊藤哲、材料、Vol. 42, No482, pp. 1299~1305 (1993)

2) 伊藤和幸、伊藤哲、材料、Vol. 41, No468, pp. 1382~1388 (1992)

Table V Minimum X-values when axial force is loaded in the section of member. ($P_r = G \times 10^{-x}$)

Cond.	$\lambda=22$								$\gamma_b=1.35$										
	t_s	1.5	2.0	2.5	3.0	1.5	2.0	2.5	3.0	V_c	15	10	15	10	15	10	15	10	
	V_s	8	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8	5
Sec.	$X_{min} - \text{values}$																		
A	3	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	
D	3	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	
F	3	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	

Sec. X_{MIN} - values

A	3	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5
D	3	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5
F	3	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5

 V_c and V_s are shown in percentage.