

(V-51) RC柱の高保有耐力機構に関する理論的背景

防衛大学校正会員 ○ 加藤清志

浅野工学専門学校 正会員 加藤直樹 高周波熱練 岩坂紀夫

1. まえがき

前報¹⁾までに、柱の破壊のメカニズムから、圧縮応力場でのせん断強度、すなわち、複合せん断強度を考慮した「斜めせん断補強筋法と修正帯筋耐力算定式」を提案した。さらに、保有耐力向上のためには、カンファインドコンクリートの応力-ひずみ曲線と主筋の特性が大きく関与していることから、実用的応力-ひずみ曲線の開発と主筋閾値鉄筋比の存在を明らかにし、とくに、柱のひずみ硬化範囲のじん性を「単位じん性」の形で評価するものである。

2. カンファインドコンクリートの実用的応力-ひずみ曲線式誘導の要約

Mander²⁾らは横拘束筋のピッチを考慮した円管方法により応力-ひずみ曲線を式(1)のように示した。

$$\sigma_c(\epsilon) = \gamma E_{sec} \epsilon / \{ \gamma - 1 + (\epsilon / \epsilon_{cc})^\gamma \} \quad \cdots \cdots (1)$$

$$\text{ここに、} \gamma = E_c / (E_c - E_{sec}), (\geq 1) \quad \cdots \cdots (2)$$

E_{sec} : カンファインドコンクリートの終局割線係数、

E_c : プレーンコンクリートのヤング係数、 ϵ : 圧縮ひずみ、横拘束筋比(p)による拘束応力比(ξ)を導入した実

用的 Mander 式は、式(3)で与えられる。

$$\sigma_c(\epsilon) = \phi E_c \epsilon / \{ \phi + (\epsilon / \epsilon_{cc})^\gamma \} \quad \cdots \cdots (3)$$

$$\text{ここに、} \phi \equiv \lambda / (1 - \lambda) \quad \cdots \cdots (4)$$

ξ と $\phi \cdot \gamma$ との関係は図化できるので、式(3)は容易に求まる³⁾。

3. RC短柱の耐力と閾値鉄筋比

柱の耐力(P_c)は式(5)で与えられる。

$$P_c = \sigma_s(\epsilon) \cdot A_s + \sigma_c(\epsilon) \cdot p A_c \quad \cdots \cdots (5)$$

ここに、 A_s : 柱の有効断面積、 $\sigma_s(\epsilon)$: 主筋の応力-ひずみ曲線 [高強度筋(SBPD130/145)の塑性域

$0.61\% \leq \epsilon \leq 4.0\%$ に対し、式(6)で与えられる。

$$\sigma_s(\epsilon) = (0.7498 + 0.1313\epsilon - 0.1313\epsilon^2) f'_{pu} \quad \cdots \cdots (6)$$

ここに、 f'_{pu} : 鉄筋の圧縮強度、 p : 圧縮鉄筋比。

また、荷重-変形曲線でひずみ硬化の限界条件は

$$\partial P_c / \partial \epsilon \equiv 0$$

式(4)・(6)から閾値鉄筋比(p_{th})は、式(7)で与えられる。

$$p_{th} = \frac{\phi \kappa \{ (\gamma - 1)(\epsilon / \epsilon_{cc})^\gamma - \phi \}}{\{ (\epsilon / \epsilon_{cc})^\gamma + \phi \} (0.1313 - 0.03416\epsilon)} \quad \cdots \cdots (7)$$

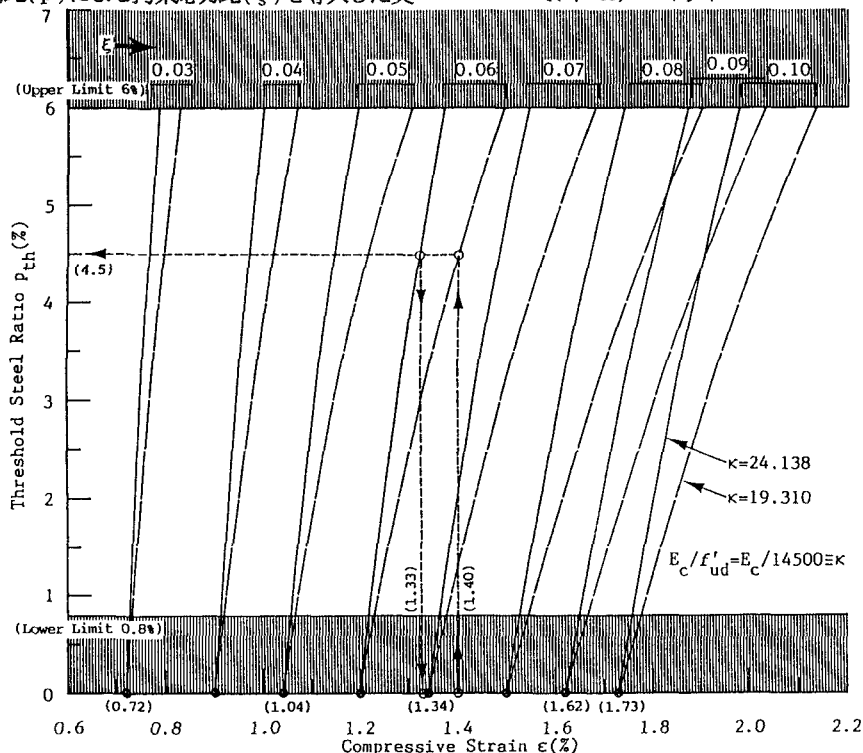


図-1 拘束応力比 ξ と閾値鉄筋比との関係

ここに、 $\kappa \equiv E_c / f'_{pu}$

式(7)は $\xi \cdot \kappa$ をパラメータとして ε の関数で p_{th} を図-1に示す³⁾。

4. 単位の応力-ひずみ曲線とじん性値

一般に主筋量は、施工上の観点から0.8%以上、6%以下でなければならない。最大耐力は $p_{th}=6\%$ で生じ、このときの圧縮ひずみを ε_{th} とする。式(5)で $p_c \equiv P_c / A_e$ とした場合の“単位の応力-ひずみ曲線”を図-2に示す。また、この曲線群の積分で与えられる“単位のじん性値”は式(8)で与えられ、拘束比とこの特性値との関係を図-3に示す。

$$A_u = \int_0^{\varepsilon_{th}} p_c d\varepsilon \dots (8)$$

拘束応力比の増大とともにじん性は直線的に増大し、コンクリート強度には比較的鈍感であって、200kgf/cm² から 600kgf/cm² に大きくなっても単位じん性値はわずか1.20倍にしか向上しない。しかしながら、いずれにしても、コンクリートの高強度化・拘束応力の増大は、RC柱の耐力の向上、じん性の増大に寄与する。

4. まとめ

カンファインドコンクリートの実用的応力-ひずみ曲線式の求め方、単位の応力-ひずみ曲線並びにじん性値と拘束応力比との量的関係等を明らかにした。

【謝辞】 ワープロは、防大 治郎丸 良英事務官の尽力によった。付記して謝意を表する。

【参考文献】 1) Kato, K., et al.: Development of Loading Capacity of RC Column Considering Complex Shear Strength of Concrete and Strength of Shear Reinforcement, Theoretical & Applied Mech., Vol. 40, Univ. of Tokyo Press, 1991, pp. 233-248. 2) Mander, J. B., et al.: Theoretical Stress-Strain Curve for Confined Concrete, Jour. Struct. Engrg., Vol. 114, No. 8, 1988, pp. 1804-1826. 3) Kato, K., et al.: Practical Stress-Strain Curve of RC Column and Its Threshold Steel Ratio of Axial Reinforcement, ditto 1), 1993, pp. 175-186.

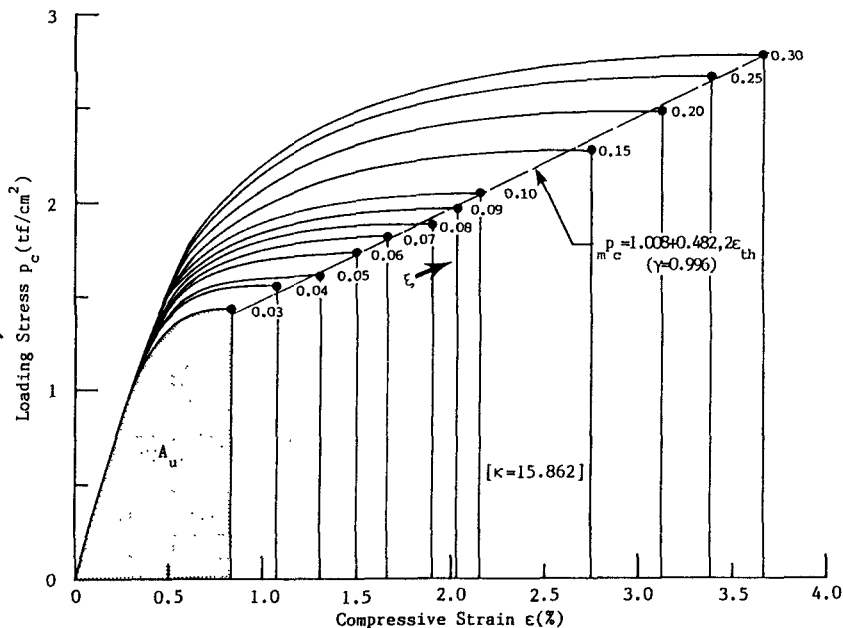


図-2 単位の応力-ひずみ曲線 ($\kappa \equiv E_c / f'_{pu} = 230,000 / 14,500 = 15.862$ の場合)

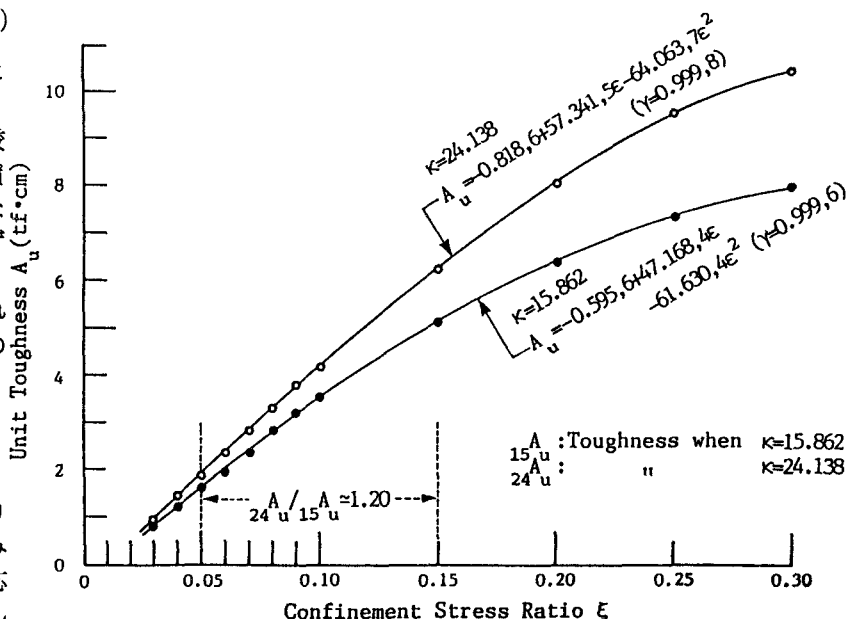


図-3 拘束応力比と単位のじん性値との関係