

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・高周波熱錬 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た。

本報では、柱のひずみ硬化範囲のじん性を「単位のじん性」の形で評価し、重横拘束の重要性を示す。

2. カンファインドコンクリートの実用的応力-ひずみとRC短柱の耐力に及ぼす閾値鉄筋比²⁾

横拘束筋比による拘束応力比(ξ)を導入した実用的 Mander式は、式(1)で与えられる。

$\sigma_c(\varepsilon) = \phi E_c / \{\phi + (\varepsilon / \varepsilon_{cc})^\gamma\} \cdots \cdots (1)$. ここに、 $\phi \equiv \lambda / (1 - \lambda)$, $\lambda \equiv E_{sec} / E_c \leq 1$, ε : ひずみ, E_c : プレーンコンクリートの初期接線係数, E_{sec} : カンファインド・コンクリートの終局割線係数, ε_{cc} : 同上の終局ひずみ, $\gamma = 1 / (1 - \gamma)$. ξ と $\phi \cdot \gamma$ との関係は図化でき、容易に求まり、式(1)は定まる。

柱の耐力(P_c)は式(2)で与えられる。 $P_c = \sigma_c(\varepsilon) \cdot A_e + \sigma_s(\varepsilon) \cdot p A_e \cdots \cdots (2)$. ここに、 A_e : 柱の有効断面積, $\sigma_s(\varepsilon)$: 主筋の応力で、高強度筋(SBPD130/145)の塑性域 $0.61\% \leq \varepsilon \leq 4.0\%$ に対し、 $\sigma_s(\varepsilon) = (0.749.8 + 0.131.3\varepsilon - 0.017.08\varepsilon^2) f'_{pu} \cdots \cdots (3)$. f'_{pu} : 主筋圧縮強度, 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 $\partial P_c / \partial \varepsilon \equiv 0 \cdots \cdots (4)$. 式(2)・(4)とから閾値鉄筋比(p_{th})は、式(5)で与えられる。

$$p_{th} = \frac{\phi \kappa \{(\gamma - 1)(\varepsilon / \varepsilon_{cc})^\gamma - \phi\}}{\{(\varepsilon / \varepsilon_{cc})^\gamma + \phi\}^2 (0.131, 3 - 0.034, 16 \varepsilon)} \cdots \cdots (5). \quad \text{ここに、} \kappa = E_c / f'_{pu}.$$

3. 単位の応力-ひずみ曲線とじん性値

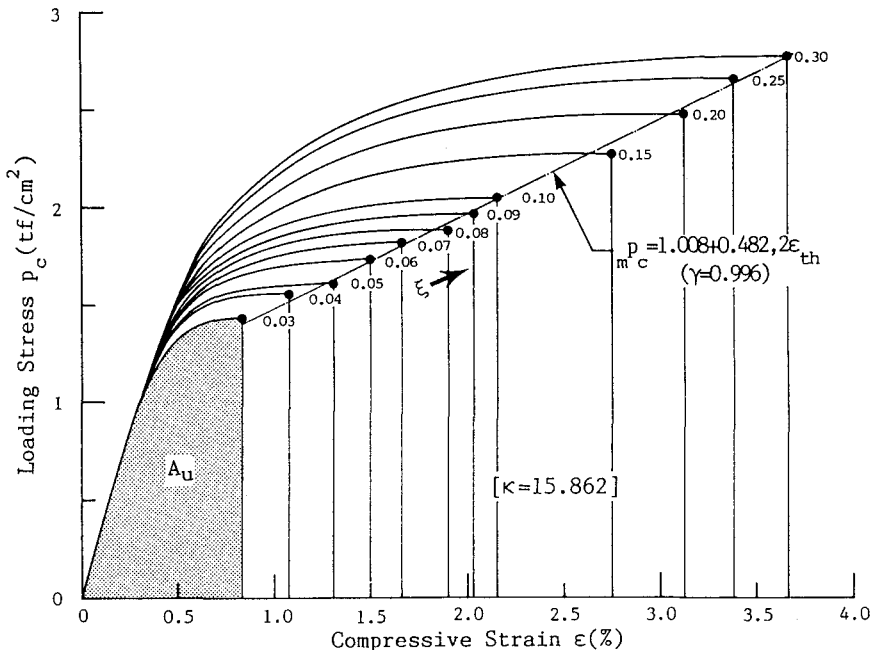


図1 単位の応力-ひずみ曲線 ($\kappa \equiv E_c / f'_{pu} = 230,000 / 14,500 = 15.862$ の場合)

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 $\varepsilon=\varepsilon_{th}$ とする。式(2)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1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(6)で与えられ、拘束比とこの特性値との関係を図2に示す。

$$A_u = \int_0^{\varepsilon_{th}} p_c d\varepsilon \cdots (6)$$

コンクリート強度、拘束応力比の増大とともにじん性は直線的に増大する。

4. 拘束筋ピッチと耐力との関係

図3は、ピッチ間隔と最大耐力との関係を示す。ピッチ間隔が40mmを超えると最大耐力は急減し、40mm以下では急増する。

5. まとめ

柱の耐力およびじん性へのコンクリート強度の影響度は200kgf/cm²(1.0)から600kgf/cm²(3.0)に大きくなっても1.20倍にしか向上しない。しかし、重拘束に伴う拘束応力比の増大、具体的には横拘束筋間隔が40mm以下では耐力能力は急増するので、「縦方向鉄筋(主筋)の重拘束」を含め、「横重拘束法」の有効利用の積極的活用を図るべきであろう。

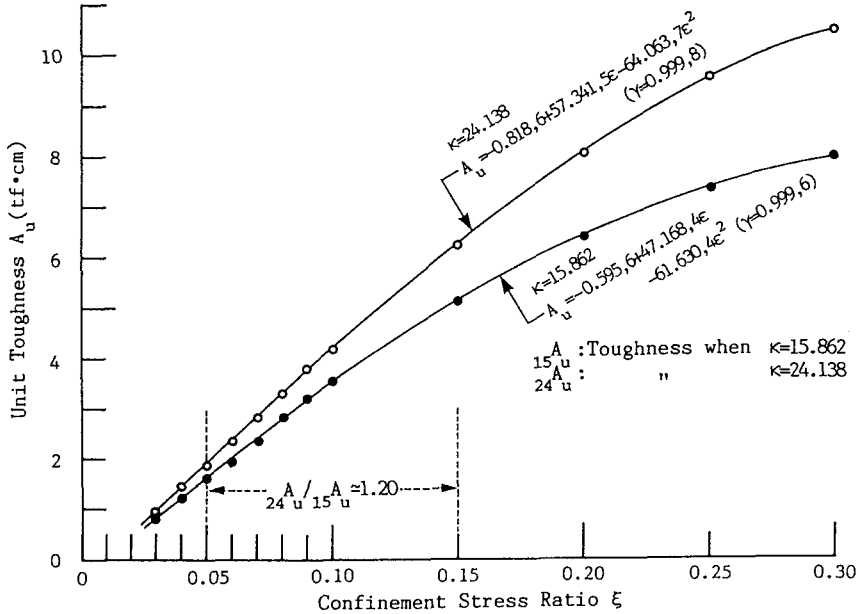


図2 拘束応力比と単位のじん性値との関係

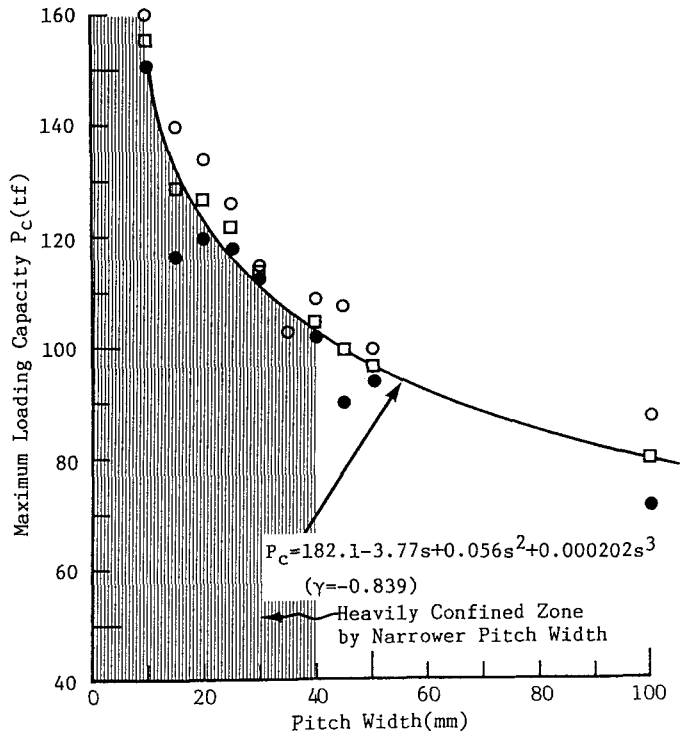


図3 最大耐力とピッチ間隔との関係

【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., V.40, Univ. of Tokyo Press, 1991, pp.233-248. 2) Kato, K., et al.: Practical Stress-Strain Curve of RC Column and Its Threshold Steel Ratio of Axial Reinforcement, THEORETICAL & APPLIED MECH. V.42, 1993, pp.175-186.