

V-440

設計圧縮耐力式の限界と一般式の提案に関する研究

防衛大学校正会員 加藤 清志
 日大生産工学部 正会員 木田 哲量
 浅野工学専門学校 正会員 加藤 直樹
 ネ ツ レ ン 神澤 富章
 防衛大学校正会員 黒田 一郎

1. ま え が き

コンクリート構造物の耐震性および耐久性向上は全世界的問題であり、地道な研究が榮々として続けられており、著者らも材料¹⁾および構造²⁾の見地から基礎的研究を進めてきた。本報告では、現用のRC柱の終局限界状態設計法に基づく圧縮耐力算定式の限界と一般式の提案を行うものである。

2. 現 状 分 析

設計圧縮耐力 N'_{oud} の常用式は、式 (1)、(2) で与えられている³⁾。(諸元の説明は示方書による。)

$$[\text{帯鉄筋柱に対し}] \quad N'_{oud} = (0.85f'_{cd}A_c + f'_{yd}A_{st}) / \gamma_b \quad (1)$$

$$[\text{らせん鉄筋柱に対し}] \quad N'_{oud} = (0.85f'_{cd}A_c + f'_{yd}A_{st} + 2.5f_{pyd}A_{spe}) / \gamma_b \quad (2)$$

いずれも、右辺第1項めはコンクリート断面のみの耐力であり、材料係数 γ_c を 1.3 とすると、

$$0.85f'_{cd} = 0.85f'_{ck} / \gamma_c = 0.65f'_{ck} \quad [f'_{ck} \geq 60 \text{ N/mm}^2 \text{ に対し } 0.57f'_{ck}]$$

すなわち、終局限界状態設計法の中に比例限度(使用限界状態設計法)が混在しているのである。よって、式 (1)、(2) 中に $[0.85f'_{ck}]$ を代替えするのが望ましい。

3. 極限終局限界圧縮耐力の定式化

3.1 普通鋼の場合 常用される棒鋼の品質はSR235、SR・SD295、SD345、SD390等で、帯鉄筋柱でコンクリートおよび縦方向鉄筋(主筋)が、それぞれ降伏点相当に同時に達する場合に、式(3)が成り立つ。

$$N'_{ou} = A_c f'_c + A_{st} f'_{yd} \quad (3)$$

$$\text{いま、部材の圧縮ひずみを } \varepsilon \text{ とすると、} \quad \varepsilon = f'_c / E_c = f'_{yd} / E_s \equiv 2000 \times 10^{-6} \quad (4)$$

$$\text{よって、} \quad f'_{yd} = \varepsilon E_s = 2000 \times 10^{-6} \times 2.0 \times 10^5 = 400 \text{ N/mm}^2$$

すなわち、主筋降伏点強度が 400 N/mm^2 (SD390) 以下で、かつ、コンクリートの変形は次の条件による。

$$f'_{ck} < 60 \text{ に対し、} \quad 0.0020 \leq \varepsilon \leq 0.0035$$

$$f'_{ck} \geq 60 \text{ に対し、} \quad 0.0020 \leq \varepsilon \leq 0.0025$$

式(3)は、式(5)のように変形できる。

$$N'_{ou} = A_c (1 + p f'_{yd} / f'_c) f'_c \approx A_c (1 + m p) f'_{ck} \quad (5)$$

式(5)の主要点は、主筋降伏点強度との強度比 m が耐力に大きな役割をもつことである。

3.2 高強度鋼の場合 PC鋼材として使用されるような高強度棒鋼等では、主筋の圧縮応力 σ_s は図2に示すようにコンクリート強度 f'_c の応力レベルでは、依然として弾性的である。すなわち、 $\sigma_s < f'_{yd}$; $\sigma_s = f'_c$ 。また、変形適合条件から式(6)が求まる。

$$\varepsilon = f'_c E_c = \sigma_s / E_s, \quad \sigma_s = E_s / E_c \cdot f'_c = n f'_c \quad (6)$$

よって、極限終局限界圧縮耐力は式(7)で与えられる。

$$\begin{aligned} N'_{ou} &= A_c f'_c + A_s \sigma_s = A_c (1 + n p) f'_c \\ &\approx A_c (1 + n p) f'_{ck} \end{aligned} \quad (7)$$

いっぽう、弾性係数比 n は使用限界状態設計法では設計基準強度の関係で与えられる。

$$\text{すなわち、} \quad n = \phi (f'_{ck}) \quad (8)$$

キーワード: RC柱、圧縮耐力、一般式提案 〒239-8686 横須賀市走水 1-10-20 ☎(0468)41-3810 FAX(0468)44-5913

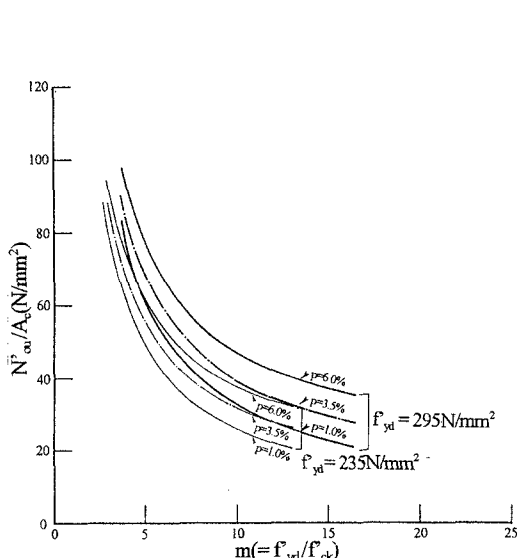


図1 単位耐力と強度比との関係

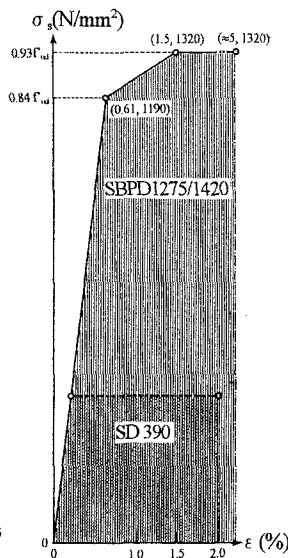


図2 高強度筋の応力-ひずみ曲線

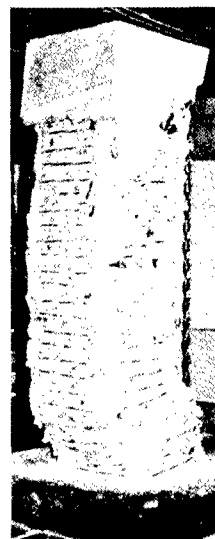


図4 重拘束 RC 柱の塑性変形

式 (7) は、式 (9) となる。

$$N'_{ou} = A_c \{ 1 + p \phi (f'_{ck}) \} f'_{ck} \quad (9)$$

$$= A_c f'_{ck} + A_{se} f'_{yd} \quad (10)$$

$$\text{ここに、} f'_{yd} = \phi (f'_{ck}) f'_{ck} \quad (11)$$

鋼材相当降伏強度 f'_{yd} を図3に示す。

3.3 横拘束された RC 柱の場合圧縮耐力

N'_{ouc} は、図4の大変形を考慮し、式 (12) で与えられる。

$$N'_{ouc} = A_c f'_{cc} + A_s f'_{yd} \quad (12)$$

ここに、 A_c ：有効断面、 f'_{cc} ：拘束コンクリート強度⁴⁾ $[=f'_{ck}(1.00+17.47\xi-23.274\xi^2)]$ 、 ξ ：拘束応力比

4 まとめ

常用圧縮耐力式には適用限界があり、変形能は0.2%に対応し、主筋の特性値は400N/mm²までである。この降伏強度以上では、弾性係数比と設計基準強度との関係で与えられる“相当降伏強度”が主筋分担耐力となる。

〔謝 辞〕 ワープロは防大青木友彦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) K.Kato, N.Kato and T.Kawai: Fundamental Mechanism of Surface Deterioration of Structural Concrete due to Freezing and Thawing Action and Its Countermeasure, Proc. 38th Japan Cong. Mat. Res., pp.250-255 (1995) 2) 加藤清志、加藤直樹、岩坂紀夫、木田哲量：曲げ載荷された重拘束 RC 柱の曲げ復元特性と自己誘発プレストレスに関する研究、セメント・コンクリート論文集、No.52、pp.804-809 (1998) 3) 土木学会：コンクリート標準示方書〔設計編〕、(1997) 4) K.Kato：Practicality of Stress-Strain Curve of Confined Concrete and Its Application, Proc. of Concrete Engineering, Vol.15.1, pp.483-488(1993)

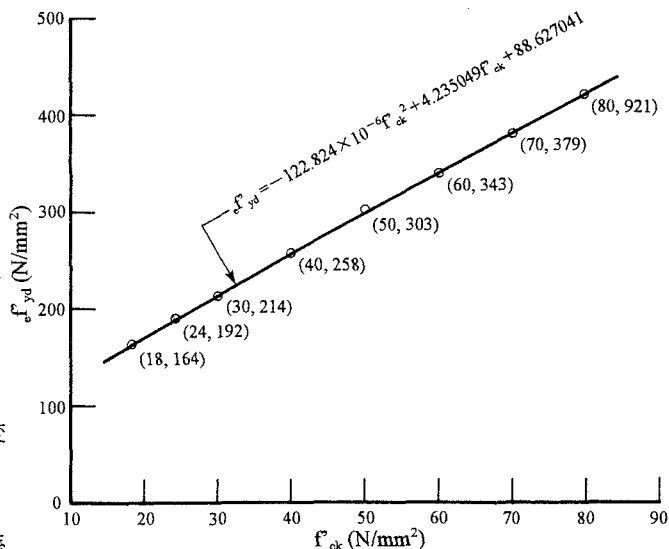


図3 設計基準強度と鋼材相当降伏強度との関係