

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(株) 岩坂 紀夫

1. まえがき

前報²⁾では、柱の耐力向上のため、コンクリート自体のせん断強度増大のための配合と複合応力状態でのせん断強度を設計に組込む手法の開発を示したが、本報では、さらに、せん断補強筋と軸鉄筋を含め高強度化を図り、以上から耐力・保有耐力の向上法について基礎的に研究したものである。図-1はその要点であるが、柱の耐力向上には「躯体コンクリートのせん断強度-横鉄筋の形式-鉄筋全体の高強度化」が三位一体となっていなければならないことは明らかである。

2. 中心軸方向載荷短柱耐力向上の工学的要因の総括

2.1 コンクリートの配合と強度

(1) $\tau_{uo}/f'_c \approx 0.172 (\gamma = 0.980)$ ①

(2) 複合せん断強度比 ($\gamma = \tau_{uh}/\tau_{uo}$) と拘束応力比 ($\xi = \sigma'_{nd}/\tau_{uo}$) との関係

$\gamma = 1.010 + 17.47\xi - 23.274\xi^2 (\gamma = 0.965)$ ②

(3) 配合比 1 : 2 : 4 まだが、強度・強度比的に限界。

2.2 補強筋効果 斜めせん断伝達耐力筋のらせん角 20° の組らせん (図-2)

の拘束応力比は、式③で与えられる。

$\xi = 0.375 \{1 - (1 - 0.3050\mu\bar{p}f_{yd}/\tau_{uo})^{1/2}\}$ ③

$\mu = 1.1 (f'_{cd})^{1/2} / (\bar{p}f_{yd} + \sigma'_{nd})^{2/3}$, $\bar{p} = P_1 \sin^2 \theta_1 + P_2 \sin^2 \theta_2$ ($P_1 \cdot P_2$: 前・背面鉄筋比) .

3. 斜めせん断補強筋および高強度鉄筋使用の有効性の検証

3.1 横拘束筋

正方形断面柱への適用ケーススタディで、いま、 $f'_{ck} = 280 \text{kgf/cm}^2$ 、せん断補強筋 (SR: $\phi 6$, SBPD: U6.4)、軸方向筋 (SD: D13, SBPD: U13) を用い、帯筋法 (ピッチ40mm) ととも $\bar{p} = 0.68\%$ 、軸方向筋 4 本、柱寸法 $150 \times 150 \times 530 \text{mm}$ 。図-3 の荷重-変形曲線で、SD材を用いた場合、組らせんと帯筋との耐力は 70tf で、推定値とまったく一致した。なお、前者はひずみ軟化が小さく、保有耐力上、有利である。また、組らせん筋に SBPD材を用いると、より大きな拘束効果により耐力向上がみられる。

3.2 軸方向筋

SD軸筋を SBPD材に代替すると、組らせんも帯筋材も最大耐力は増大、しかも、ひ

【備考】	
f'_c	: 圧縮強度
γ	: 相関係数
\bar{p}	: 換算鉄筋比
θ	: せん断面と鉄筋との交角
f'_{cd}	: コンクリート設計圧縮強度
f_{yd}	: 鉄筋設計降伏強度
SBPD130	: $f_{yd} = 1300 \text{ (kgf/cm}^2)$
SD30	: $f_{yd} = 3000 \text{ (kgf/cm}^2)$

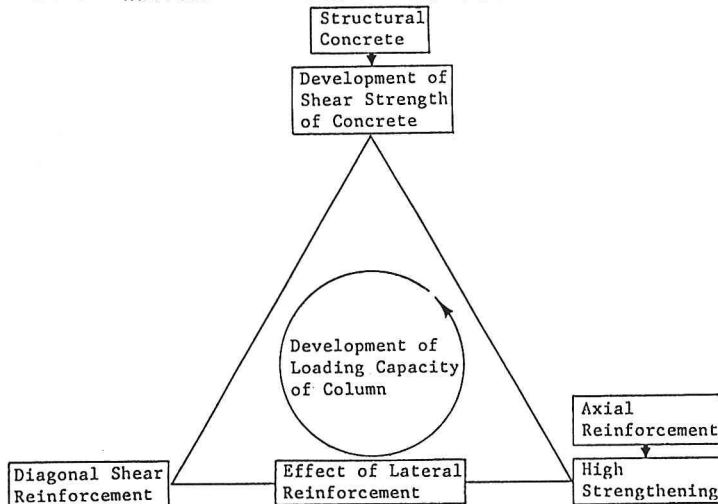


図-1 柱に関する工学的要因の三位一体化による耐力向上

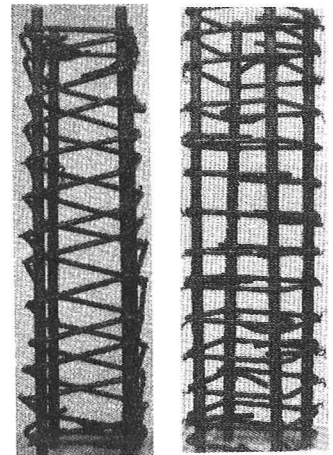


図-2 新旧配筋法 (斜めせん断補強筋と帯筋)

ずみ硬化現象が顕著に現れ、柱の保有耐力がマイナスからプラスに反転し、高強度筋使用は強度・施工上にきわめて有効である。

3.3 ひずみ軟化・硬化の基本メカニズム(図-4) SD材やHeavy spiral³⁾のみではひずみ硬化は期待できず、軸筋のSPBD化と限界鉄筋比以上とすることが必要である。

4. 軸方向耐力式の一元化

式③・②より、拘束応力 λ と複合せん断強度比 η を求め、式①から見掛けの圧縮強度 $f'_c = 6\eta\tau_{u0}$ が推定できる。よって、表-1により、従来の帯筋法とらせん式とを一元化できる。

5. 結論 柱の耐力向上法および修正耐力式を示した。

表-1 標準示方書式⁴⁾と一元化

軸方向圧縮耐力の上限値 N_{over} は、帯筋を使用する場合は、式(解6.2.1)により、らせん鉄筋を使用する場合は、式(解6.2.2)のいずれか大きい方により算定するものとする。 $N_{over} = (0.85\sqrt{f'_c}A_g + f_{sd}A_{st}) / \gamma_c$ $N_{over} = (0.85\sqrt{f'_c}A_g + f_{sd}A_{st} + 2.5f_{sp}A_{sp}) / \gamma_c$	ここに、 A_g : コンクリートの全断面積 A_{st} : 軸方向鉄筋の全断面積 A_{sp} : 軸方向鉄筋の螺旋断面積(= $n\pi d_{sp}A_{st}/s$) d_{sp} : らせん鉄筋で囲まれた断面積
ここに、 A_c : コンクリートの断面積 A_s : らせん鉄筋の断面積 A_{sp} : らせん鉄筋の断面積	f_{sd} : コンクリートの設計圧縮強度 f'_{sd} : 軸方向鉄筋の設計圧縮降伏強度 f'_{sp} : らせん鉄筋の設計引張降伏強度
$f'_c/\gamma_c = (0.85\sqrt{f'_c}A_g + f_{sd}A_{st}) / \gamma_c$ (材料係数 γ_c , 部材係数 γ_s) (解6.2.1) $N_{over} = (0.85\sqrt{f'_c}A_g + f_{sd}A_{st} + 2.5f_{sp}A_{sp}) / \gamma_c$ (解6.2.2)	

<謝辞>本研究には、佐藤純一事務官の助力を受けた。謝意を表する。
 <参考文献> 1) 第18回関支技研で、一部発表済み。平3.3. 2) 加藤ほか、セメコン論文集、44、平2. 3) Ferguson, P. M.: Reinforced Concrete Fundamentals with Emphasis on Ultimate Strength, John Wiley & Sons, 1961, p.30. 4) 土木学会: コ示設計編、昭61、p.61.

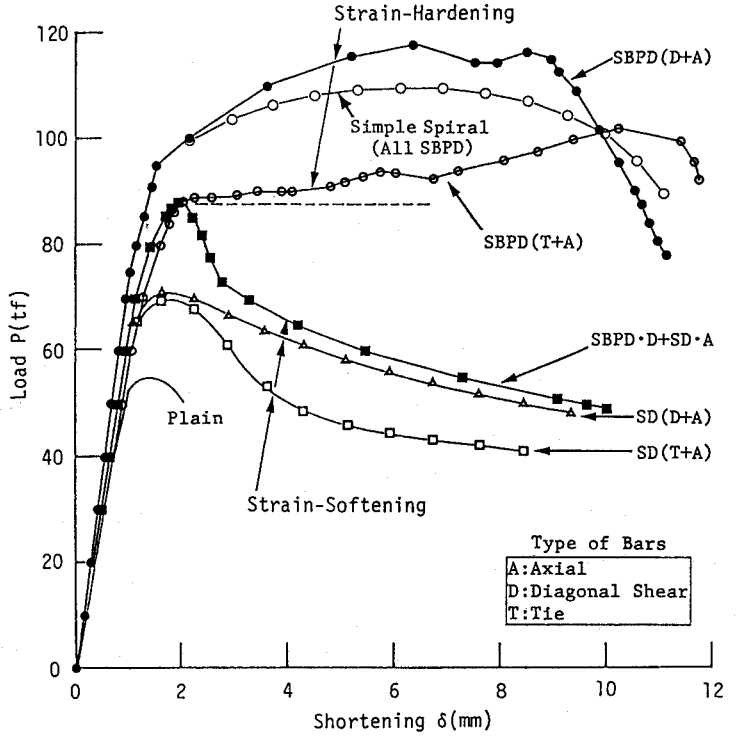


図-3 各種柱の荷重-変形曲線とひずみ軟化・硬化現象

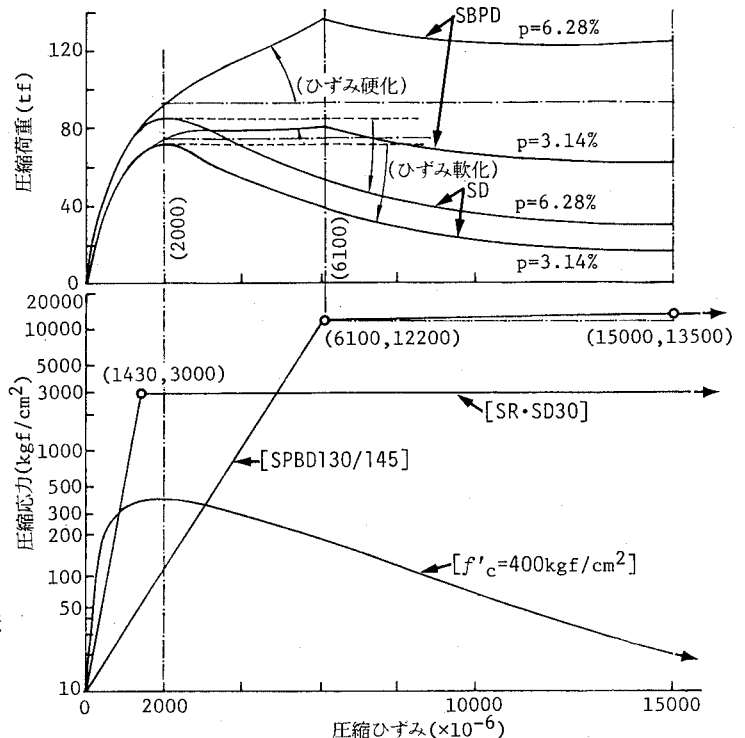


図-4 材料特性がひずみ軟化・硬化に及ぼす基本メカニズム