

(V-16) コンクリートの複合せん断強度および高強度せん断補強筋の耐力を考慮した柱の設計法に関する研究

防衛大学校 正会員 加藤 清志

1. まえがき

鉄筋コンクリート構造物の耐震性向上は、地震多発地域ではことに重要で世界的課題である。

本研究では、軸方向力を受ける柱の耐力向上のため、コンクリートの配合、破壊特性、配筋方法、鉄筋比等について論じた。

2. 圧縮破壊の基本メカニズム

図-1は、柱の震災の一例で、限界状態をなお保持しつつあり、設計・施工の成功例である。応力的には、斜めせん断すべり面上には、直応力とせん断応力とが作用する。コンクリートの強度特性から、圧縮耐力はせん断強度に支配される。よって、圧縮応力場でのせん断強度を明らかにする必要がある。

3. コンクリートの複合せん断強度と配合比

(1)複合せん断強度 粗骨材最大寸法20mm、図-2中に示した8種の配合比に対し、2軸圧縮荷装置で拘束応力を与えつつ、一面せん断強度を求めた(図-2)。回帰曲線を図中に併記した。

(2)最大複合せん断強度と配合 配合比1:1:2~1:2:4までは強度的に大差なく、1:3:6では大きく低下する。強度比的にも1:2:4が限界である。

4. 斜めせん断補強筋配置法と鉄筋量

(1)斜めせん断補強筋配置法と鉄筋量 柱が $h/d > 3$ では、斜めせん断すべり角は約70°である¹⁾。よって、らせん角20°で補強するのが合理的である。①式の複合せん断強度の効果とせん断伝達耐力²⁾とを等価とすると、拘束応力比は②式で与えられる。

$$\xi = 0.375 (1 - \sqrt{1 - 0.3050 \mu \bar{p} f_{yd} / \tau_{u0}}) \dots\dots\dots ②$$

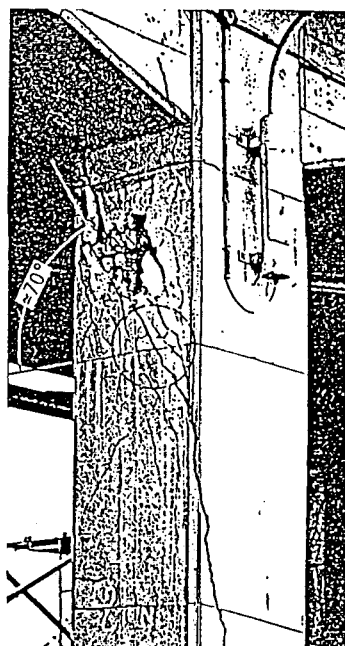


図-1 電鉄高架橋脚の震災例 (M=6.7)

[備考]

$\eta = \tau_{uh} / \tau_{u0}$
 : 複合せん断強度比
 τ_{uh} : 複合せん断強度
 τ_{u0} : 単純せん断強度
 $\xi = \sigma'_{nd} / \tau_{u0}$
 : 拘束応力比
 σ'_{nd} : 拘束応力
 γ : 相関係数
 $\bar{p}$: 換算鉄筋比
 f'_{cd} : コンクリート設計圧縮強度
 f_{yd} : 鉄筋設計降伏強度

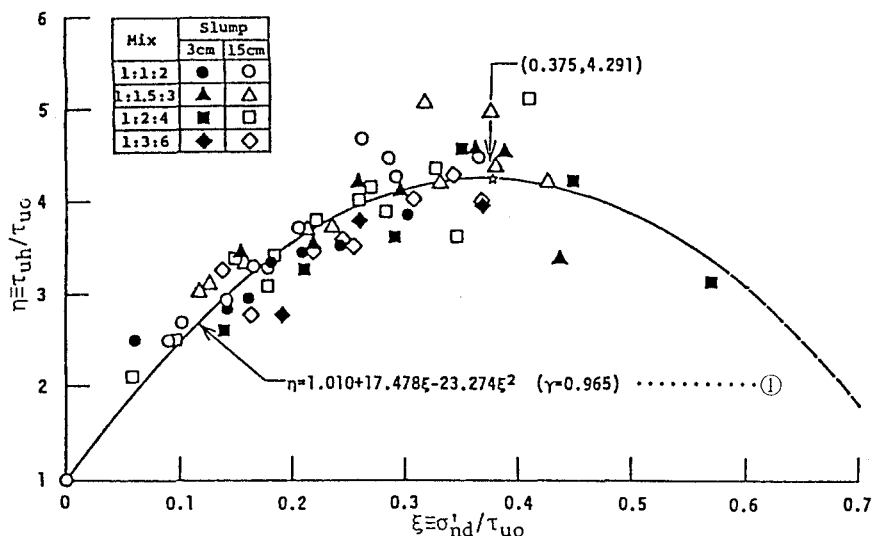


図-2 複合せん断強度比と拘束応力比との関係

$$\mu = 1.1 \sqrt{f'_{cd}} / (\bar{p} f_{yd} + \sigma'_{nd})^{2/3} \quad \text{.....③}$$

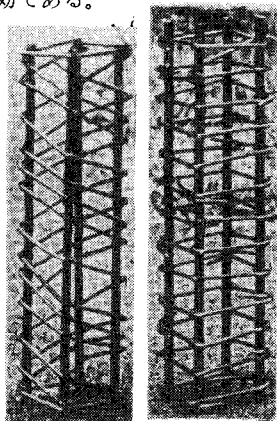
せん断補強筋比と拘束応力比との関係を図-3に示す。SD材に比し、高強度せん断補強筋($f_{yd}=13,000$)³⁾は施工および耐力上にきわめて有効である。

(2) 正方形断面柱への適用例

$f'_{ck}=240\text{kgf/cm}^2$ 、 $\bar{p}=0.68\%$ の場合の斜めらせん筋と帯筋(図-4、SD30)法の荷重-変形曲線を図-5に示す。同一鉄筋比に対し、圧縮耐力はほぼ等しいが、前者のじん性はかなり大きい。

5. 結論

柱状部材の圧縮耐力は、そのせん断強度特性に支配されるが、拘束圧により複合せん断強度は増大する。斜めせん断補強筋の配置、高強度筋の使用は保有耐力向上にきわめて有効である。



斜め補強筋法 帯筋法
図-4 新旧配筋法

<謝辞>本研究に、一部資料の提供を受けた防大 佐藤紘志教授、読売東京理工専 福原正志教授、高周波熱錬 岩坂紀夫所長、タイプ印書の防大 佐藤純一事務官に謝意を表す。

<参考文献> 1) KATO, K.: Shear Strength of Concrete in Compression Stress Field,

Proc. 31 JCMR, 1988, pp. 93-98. 2) 土木学会：コンクリート標準示方書〔設計編〕、昭61.11.

3) 高周波熱錬：ウルボン設計指針、昭63.3.

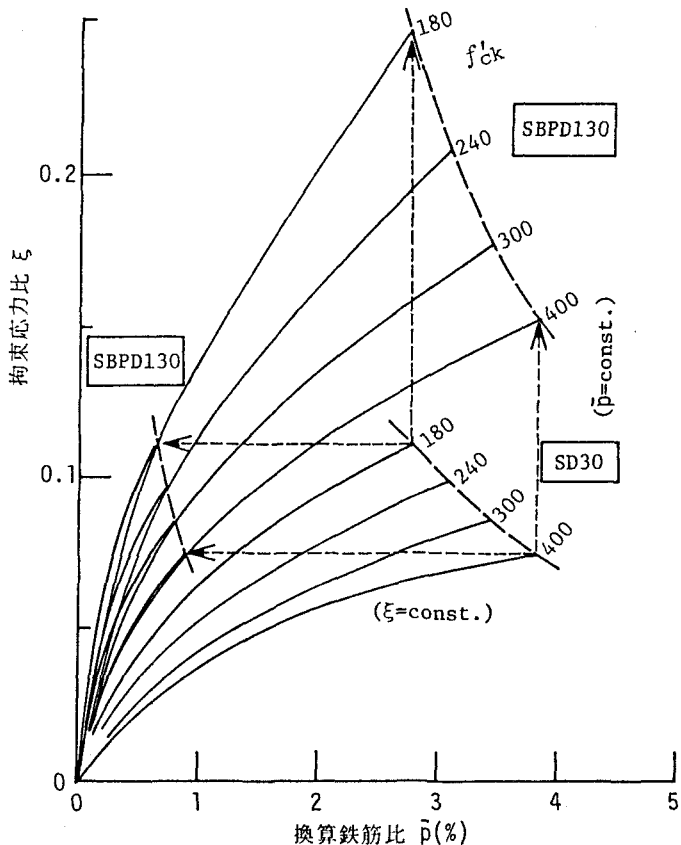


図-3 せん断補強筋による拘束応力効果曲線

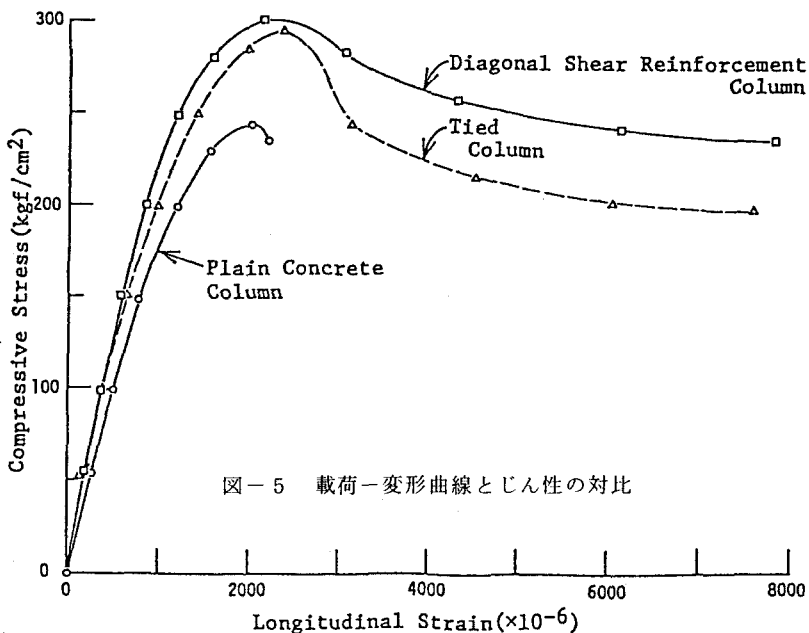


図-5 荷重-変形曲線とじん性の対比