

中心軸圧縮を受ける RC 柱の効果的な拘束パターンに関する解析的研究

東急建設(株) 正会員 ○伊藤 誠, 中部大学 正会員 水野英二

1. はじめに

本研究では, 中心軸圧縮下での鉄筋コンクリート (RC) 柱の内部コンクリートへの拘束効果に影響を与えると考えられる, コンクリートの一軸圧縮強度 f_c' , 横拘束筋の降伏強度 σ_y , および横拘束筋の面積鉄筋比 p_s をパラメータとし, コンクリートならびに横拘束筋の材料強度を普通強度から高強度まで変動させた三次元有限要素解析を実施し, RC 柱の効果的な拘束パターンについて解析的に検討した.

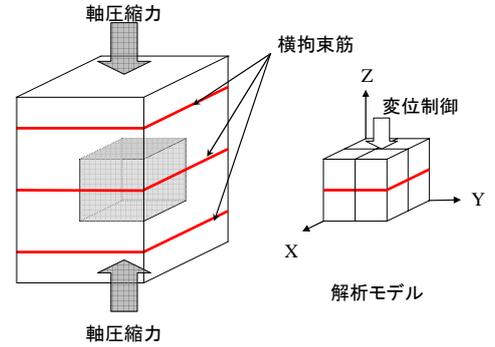


図-1 解析対象および解析モデル

2. コンファインドコンクリートの三次元有限要素解析

本解析では, 図-1 に示す横拘束筋によって補強された角形 RC 柱を対象とし, $p_s = 0.0 \sim 4.0\%$, $\sigma_y = 175 \sim 700 \text{ MPa}$, $f_c' = 24 \sim 70 \text{ MPa}$ と変化させた全 68 ケースのパラメトリック解析を実施した. 本解析に関する詳細および解析結果については参考文献 1) を参照されたい.

表-1 拘束係数および靱性率の定義

【拘束係数 k 】	【靱性率 μ 】
$F_{cf} = F_c + k \cdot \sigma_{LY}$ F_{cf} : コンファインドコンクリートの圧縮強度 F_c : プレーンコンクリートの圧縮強度 σ_{LY} : 計算拘束圧 ($= \sigma_y \times p_s$)	$\mu = \frac{\epsilon_d}{\epsilon_c}$ ϵ_d : 終局時 (最大荷重の 80% 時) のひずみ量 ϵ_c : 最大荷重時のひずみ量

3. 拘束効果の定量的評価

内部コンクリートへの拘束効果を定量的に評価するために, 「拘束係数 k 」および「靱性率 μ 」なる指標を導入する. 拘束係数 k は圧縮強度の増加に対する指標, 靱性率 μ はポストピークにおける下降勾配の改善に対する指標であり, 表-1 に示す式により定義する.

また, 各種パラメータの影響を統一的に評価するために, 「力学的拘束筋比 $k_m (= \sigma_y \times p_s / f_c')$ 」なる指標を導入する.

4. 拘束係数 k に関する評価

解析結果を考察することにより得られる拘束係数 k と力学的拘束筋比 k_m との関係を図-2 に示す. 図では, 横拘束筋の降伏強度 σ_y ごとにコンクリートの一軸圧縮強度 f_c' 別に整理した.

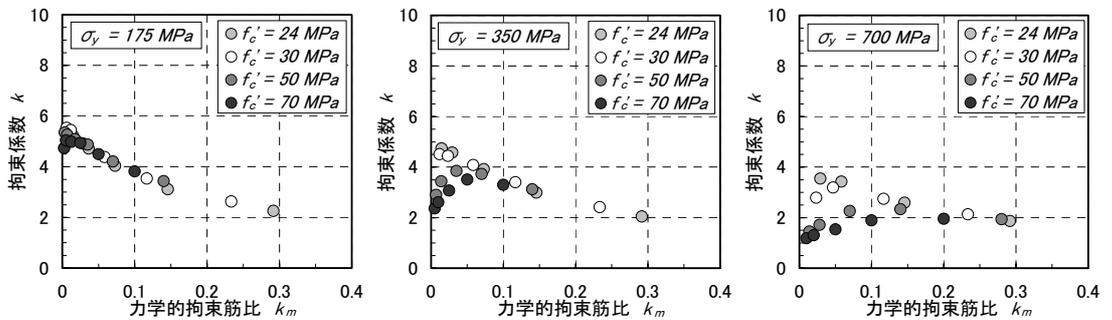


図-2 拘束係数と力学的拘束筋比との関係

図-2 より, 横拘束筋の降伏強度 σ_y による影響を考察すると, 横拘束筋の降伏強度が大きくなるに従い, 拘束係数 k は小さくなる傾向にあることが分かる. 一方, コンクリートの一軸圧縮強度 f_c' による影響を考察すると, 図-3 に示すような関係があることが分かる. すなわち, コンクリートの一軸圧縮強度 f_c' が大きくなるに従い, 力学的拘束筋比 k_m と拘束係数 k との関係は

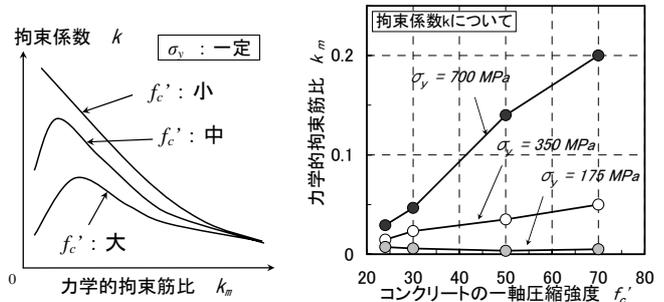


図-3 $k-k_m$ 関係の模式図

図-4 最大となる k_m

キーワード 拘束効果, 力学的拘束筋比, 靱性率, 拘束係数, コンファインドコンクリート

連絡先 〒150-8340 東京都渋谷区渋谷 1-16-14 渋谷地下鉄ビル 東急建設(株) TEL03-5466-5149

凸形の曲線を描く傾向にあり，拘束係数 k が最大となる力学的拘束筋比 k_m が存在することが解析的に考察でき，図-4のように整理できる。

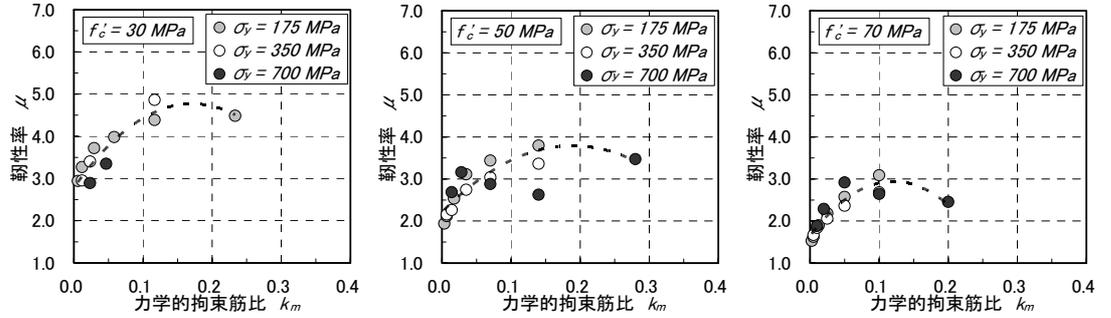


図-5 韌性率と力学的拘束筋比との関係

5. 韌性率 μ に関する評価

解析結果を考察することにより得られる韌性率 μ と力学的拘束筋比 k_m との関係を図-5に示す。図では，コンクリートの一軸圧縮強度 f_c' ごとに横拘束筋の降伏強度 σ_y 別に整理した。

図-5 を考察すると，横拘束筋の降伏強度 σ_y の影響は小さく，コンクリートの一軸圧縮強度 f_c' が小さくなるに従い，韌性率 μ は大きくなる傾向にあることが分かる。

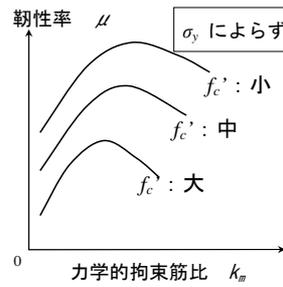


図-6 $\mu - k_m$ 関係の模式図

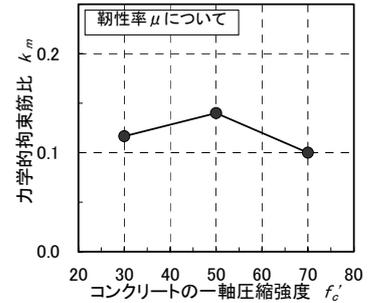


図-7 最大となる k_m

また，図中にはコンクリートの一軸圧縮強度 f_c' ごとに近似曲線を表示してあるが，凸形の曲線となっており，韌性率 μ にはピークが存在する傾向にあることが分かる。図-5 から，コンクリートの一軸圧縮強度 f_c' の影響について，韌性率 μ と力学的拘束筋比 k_m との関係を模式的に示すと，図-6 のようであり，コンクリートの一軸圧縮強度 f_c' に拘わらず，韌性率 μ が最大となる力学的拘束筋比 k_m が存在することが解析的に考察でき，その値は図-7に示すように，概ね0.10~0.15 の範囲にあることが分かる。

6. 効果的な拘束パターン

一例として，図-8に示すような1辺が50 cmの角形RC柱（横拘束筋間隔が15 cm）について，効果的な拘束パターンに関して検討した。

コンクリートの一軸圧縮強度 $f_c' = 50$ MPa，横拘束筋の降伏強度 $\sigma_y = 350$ MPa の場合，圧縮強度に対する最も効果的な力学的拘束筋比 k_m の値は，図-4より0.035であるので，最適な横拘束筋の面積鉄筋比 p_s は $p_s = 0.035 \times 50 / 350 = 0.005$ となり， $p_s = 0.5\%$ となる配筋が最も効率的に圧縮強度を増加させることになる。また，塑性変形に対する最も効果的な力学的拘束筋比 k_m の値は，図-7より0.14であるので同様の計算より， $p_s = 2.0\%$ とすれば，最も効率的にポストピーク挙動を改善できることになる。

7. まとめ

本研究で得られた結論を以下にまとめる。

- (1) コンファインドコンクリートの拘束効果に対して，「拘束係数 k 」および「韌性率 μ 」なる指標を導入して定量的評価を行い，それぞれが最大となる力学的拘束筋比 k_m の存在を解析的に示した。
- (2) 拘束係数 k および韌性率 μ が最大となる力学的拘束筋比 k_m を基に，角形RC柱に対する最も効果的な拘束パターンを例示した。

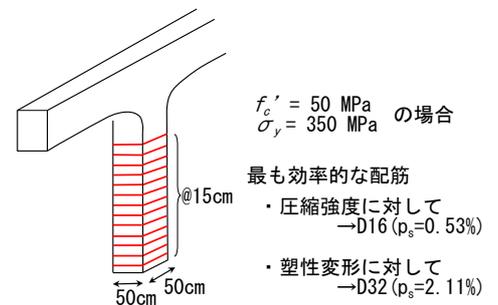


図-8 効果的な拘束パターン

謝辞：本研究を実施するにあたり，平成17-18年度文部科学省科学研究費補助金（基盤研究B，研究代表者：水野英二）の助成を得た。よって，ここに記して謝意を表す。

参考文献

1) 伊藤誠,水野英二,畑中重光：軸圧縮力を受けるコンファインドコンクリートの内部性状に関する解析的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.26,No.2,pp.31-pp.36,2004.7