

コンクリート圧縮強度 120N/mm^2 と横拘束筋降伏強度 1400N/mm^2 までを用いた RC 柱の一軸圧縮実験

東北大学大学院 正会員 ○秋山充良 (株)安部工業所 正会員 鈴木将
 東北大学大学院 フェロー 鈴木基行 東北大学大学院 学生員 洪起男
 東北大学大学院 学生員 佐々木敏幸 前田製管(株) 正会員 前田直己

1. はじめに

普通強度 RC 柱のコンファインドコンクリートは、横拘束筋により与えられる受動的な拘束圧により、圧縮強度と圧縮強度時のひずみの増加、および圧縮靱性が改善され、その効果は横拘束筋の体積比と降伏強度の積により定量化される。一方、高強度 RC 柱では、圧縮強度時に横拘束筋が降伏していない場合があり、その降伏強度を用いて横拘束効果を評価すると過大な圧縮靱性を期待することになる¹⁾。特に、我が国の RC 橋脚のように、諸外国に比べ相対的に横拘束筋体積比が小さい構造では、構成材料の高強度化に伴い圧縮強度後の挙動が非常に脆性的となる²⁾。そのため、このような構造の構成材料を高強度化した場合、そのコンファインドコンクリートの挙動を普通強度 RC 柱の一軸圧縮実験より得られた回帰式などを基に予想することは困難である。

本研究では、コンクリート圧縮強度 120N/mm^2 、横拘束筋降伏強度 1400N/mm^2 までを用いた RC 柱の一軸圧縮実験を行い、その破壊性状と各実験因子のコンファインド効果に及ぼす影響を考察する。

2. 実験概要

実験供試体の一覧を表-1 に、また供試体配筋図の一例を図-1 に示す。全ての供試体は、高さ 750mm 、1 辺 250mm の正方形断面を有する。実験因子は、コンクリート圧縮強度、横拘束筋降伏強度と体積比、および横拘束筋拘束形状である。著者ら²⁾は、横拘束筋拘束形状として、表-1 の Type-B のみを持つ高強度 RC 柱の一軸圧縮実験を行い、そのコンファインドコンクリートの応力-ひずみ関係を検討した。本実験は、それに引き続くものであり、横拘束筋拘束形状のコンファインド効果への影響を評価するため、表-1 の Type-A を用意した。また、最大荷重後にひずみが増加する局所化領域を測定するため、図-1 に示されるように、 5cm 毎にひずみゲージを貼付した異形角型アクリル棒³⁾を断面中央位置に埋め込み、局所ひずみ(部材軸方向 5cm 間の平均ひずみ)を測定した。

3. 実験結果

(1) 横拘束筋降伏強度および拘束形状の影響

図-2 には、横拘束筋体積比が約 0.6% か 2.1% であり、コンクリート圧縮強度と横拘束筋降伏強度が異なる RC 柱の一軸圧縮実験の結果を示す。拘束形状は全て Type-A である。図の横軸は、供試体全長変位を供試体高さで除した平均ひずみである。図-2 より、横拘束筋体積比の増加により、圧縮強度、圧縮強度時の

表-1 供試体諸元の一覧(全 36 体)

σ_{ck} (N/mm^2)	ρ_s (%)	σ_{sy} (N/mm^2)	拘束形状 ^{注1)}
39.2 80.0 116	0.0	—	無拘束
	0.55~ 0.58	379	Type-A
		1420	Type-A, B
	0.80~ 1.20	379	Type-A
		1420	Type-A, B
	2.05~ 2.16	379	Type-A
		1420	Type-A, B

注 1)  拘束形状 Type-A 拘束形状 Type-B

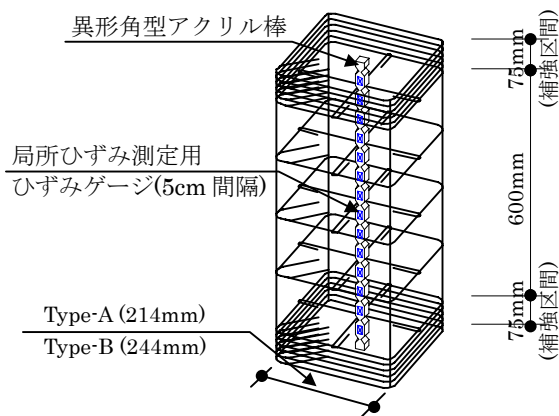


図-1 供試体配筋の一例

Key Words : コンファインドコンクリート, 高強度コンクリート, 高強度鉄筋, 圧縮破壊エネルギー

連絡先: 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 06 Tel : 022(217)7447 Fax : 022(217)7448

ひずみ，および圧縮強度後の下降勾配が改善され，その効果はコンクリート圧縮強度により大きく異なることが確認される．また，横拘束筋体積比が2.1%程度と大きい場合には，横拘束筋を高強度化することで圧縮強度後の下降勾配が大きく改善されるのに対し，横拘束筋体積比が小さいと，その効果は小さくなる．

図-3 には，参考文献 2)で報告した実験結果を含め，横拘束筋の拘束形状がコンファインド効果に及ぼす影響を示す．

図-3 に示される結果は，横拘束筋降伏強度に 1288~1420 N/mm²程度の差があるものの，図-2 の結果とあわせ考察すると，横拘束筋体積比を大きく，また効果的に横拘束力を与える拘束形状 Type-A を使用することにより，横拘束筋を高強度化することによるコンファインド効果の大幅な改善が可能になると判断される．

(2) 局所化領域長さ

本実験では，図-1 の異形角型アクリル棒を用いて局所ひずみの計測を行っている．最大荷重後，ひずみが急増する領域と除荷される領域の他に，ひずみが大きく増減しない遷移域が存在したため，ここでは，圧縮強度時ひずみの2倍以上にひずみが増加した領域を局所化領域と定義した．結果の一例を図-4 に示す．局所化領域長さは，圧縮強度や横拘束筋の拘束形状などの影響を受け，横拘束筋体積比が大きいほど局所化領域長さは大きくなる傾向にある．また，応力-変位関係の面積で定義した圧縮破壊エネルギーは，コンファインド効果を高める要因，すなわちコンクリート圧縮強度が小さく，横拘束筋体積比が大きく，あるいは拘束形状を Type-A とした場合に大きくなる．これら圧縮破壊エネルギーに基づくコンファインドコンクリートの応力-ひずみ関係は，参考文献 4)に示してある．

4. まとめ

コンクリート圧縮強度 39.2~116N/mm²，横拘束筋降伏強度 379, 1420N/mm² を使用し，横拘束筋体積比が 0.55~2.16%と小さい正方形断面を有する RC 柱の一軸圧縮実験を行い，(i)横拘束筋体積比を大きく，また，横拘束筋拘束形状を表-1 の Type-A とするなど，効果的に横拘束圧を与えた供試体では，横拘束筋降伏強度の高強度化によるコンファインド効果の改善を期待できる，(ii)コンクリート圧縮強度が小さく，また，横拘束筋体積比が大きいほど，局所化領域長さは大きくなる，ことなどを確認した．

参考文献 1) 例えば，Cusson, D. and Paultre, P.: Stress-Strain Model for Confined High-Strength Concrete, Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol.121, No.3, pp.468-477, 1995. 2) 秋山充良，洪起男，佐藤成禎，鈴木将，前田直己，鈴木基行：一軸圧縮を受ける高強度 RC 柱における横拘束筋の拘束効果と応力-ひずみ関係の定式化に関する実験的研究，土木学会論文集，No.753/V-62, pp.137-151, 2004. 3) 平野貴規，中村光，斉藤成彦，檜貝勇：一軸圧縮を受ける拘束コンクリートの破壊性状の推定，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.24, No.2, pp.145-150, 2002. 4) 佐々木敏幸，秋山充良，鈴木基行，洪起男，鈴木将，前田直己：コンクリート圧縮強度 120N/mm²と横拘束筋降伏強度 1400N/mm²までを対象としたコンファインドコンクリートの応力-ひずみ関係，土木学会第 59 回年次学術講演会，2004.

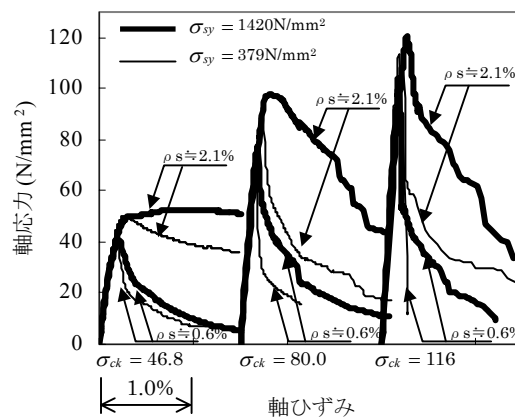


図-2 横拘束筋降伏強度の影響

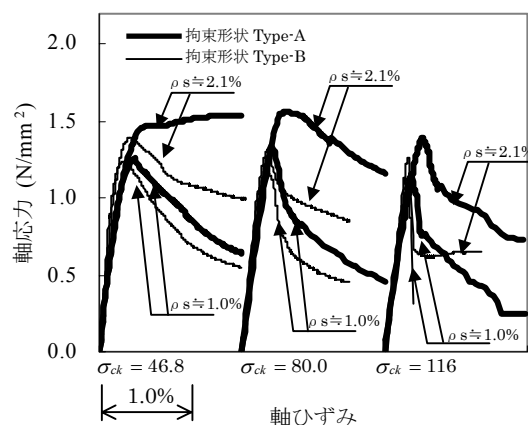


図-3 横拘束筋拘束形状の影響

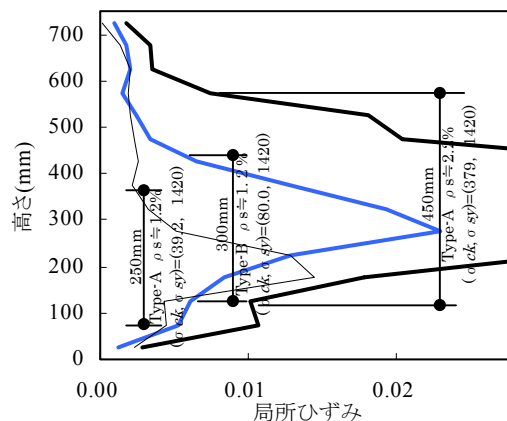


図-4 軸方向ひずみ分布の比較