

軸方向鉄筋の材料特性がアンボンド型 RC 柱の繰返し二軸曲げ変形挙動に及ぼす影響

中部大学大学院 学生会員 ○近藤貴紀 岡崎市 正会員 亀田好洋
日本コンクリート (株) 正会員 山下公正 中部大学 正会員 水野英二

1. はじめに

一般に、繰返し曲げを受ける鉄筋コンクリート (RC) 柱の塑性ヒンジ部におけるポストピーク領域での耐荷特性として、内部コンクリートへの破壊進展ならびに軸方向鉄筋の座屈・破断が挙げられる¹⁾。本研究では、材料特性の異なる軸方向鉄筋 (SD345 および SUS304) に対して破断防止策^{1), 2)}を施した RC 供試体を作製し、二方向載荷状態下での繰返し変形特性を実験的に検証した。

2. 供試体ならびに実験の概要

本研究では、軸方向鉄筋の破断を防止するため、コンクリートには鋼繊維コンクリート SFRC (体積比率 1.5%混入) を使用し、RC 柱塑性ヒンジ部分の軸方向鉄筋とコンクリートとの間の付着を切った SFRC 柱 (以降、UN-SFRC 柱) を作製した。供試体の形状ならびに配筋の一例を図-1 に示す。供試体は、断面寸法 200×200 mm、有効高さ 1000 mm とし、曲げ破壊先行型となるようにせん断スパン比を 5 に設定した。ここでは、軸方向鉄筋には D10 (SUS304 または SD345 の 2 水準) を 8 本、横拘束筋には D6 (SD345) を間隔 $s = 65, 90, 105$ および 120 mm (4 水準) でそれぞれ配筋し、SUS-UN-SFRC 柱および SD-UN-SFRC 柱を計 8 供試体作製した。

写真-1 に示す二方向載荷装置を用いて繰返し実験を実施した。実験では、上部構造を想定して、軸力を累加軸耐力の 5%とした。なお、載荷形態として、図-2 に示すような矩形載荷を採用した。図中の δ_y は一方向載荷下での降伏変位であり、本実験では 6 mm を採用した¹⁾。なお、鉄筋およびコンクリートの材料定数などを表-1 に示す。

3. 実験結果および考察

3.1 荷重－変位関係

ここでは、荷重－変位関係により矩形載荷下での SUS-UN-SFRC 柱および SD-UN-SFRC 柱の軸方向鉄筋破断防止の効果を比較・検証する。実験結果の一例として、横拘束筋間隔 $s = 65$ mm および $s = 120$ mm を有する両 SFRC 柱の荷重－変位関係 (X および Y 方向成分) を図-3 および図-4 に示す。図中、実線は SUS-UN-SFRC 柱の結果、

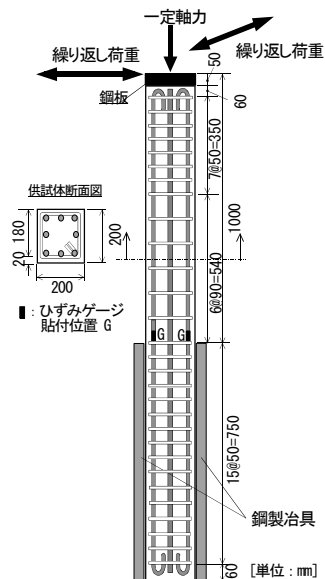


図-1 RC 柱配筋図

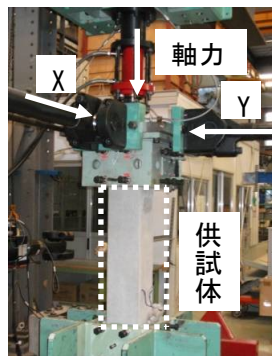


写真-1 載荷装置と供試体

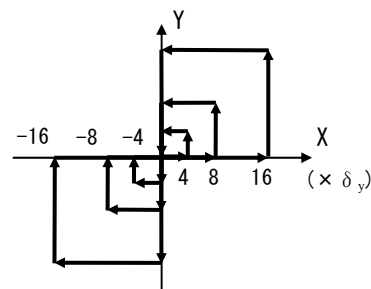


図-2 矩形載荷

表-1 材料定数および軸力一覧

供試体	横拘束筋間隔 s [mm]	コンクリート 設計圧縮強度 f_{ck} 70 [MPa]	軸方向鉄筋 D10 (SUS304, SD345)		横拘束筋 D6 (SD345)		載荷 軸力 [kN]
			降伏強度 [MPa]	引張強度 [MPa]	降伏強度 [MPa]	引張強度 [MPa]	
SUS-UN-SFRC 柱	65, 90, 105, 120	72.3	455	836	395	630	154
SD-UN-SFRC 柱	65, 90, 105, 120	67.0	453	696			144

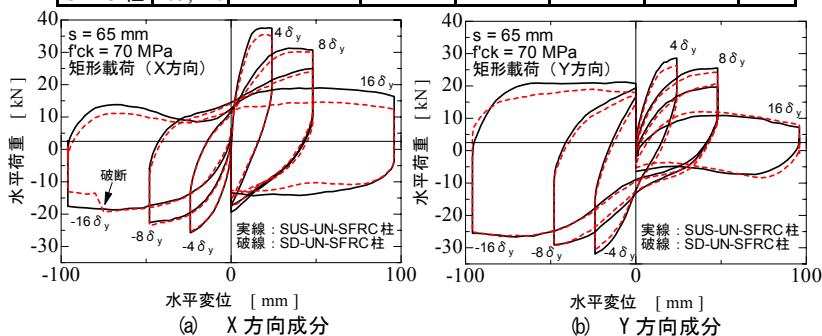


図-3 荷重－変位関係 ($s = 65$ mm)

キーワード：アンボンド型 SFRC 柱，付着なし，ステンレス鋼，SD345 鋼，軸方向鉄筋の破断

連絡先：〒487-8501 愛知県春日井市松本町 1200 中部大学 工学部 都市建設工学科 TEL0568-51-1111(代)

破線は SD-UN-SFRC 柱の結果を示す。両図から分かるように、 $\pm 8\delta_y$ までの変形挙動には大きな差異はない。しかし、荷重履歴 $< 8\delta_y \rightarrow -16\delta_y >$ 以降では、(1) $s = 65\text{ mm}$ の場合、SD-UN-SFRC 柱は SUS-UN-SFRC 柱よりも早い段階で軸方向鉄筋の破断が生じ、最終的には 2 本の軸方向鉄筋が破断、SUS-UN-SFRC 柱は 1 本の軸方向鉄筋が破断する変形挙動を呈した、(2) $s = 120\text{ mm}$ の場合、SD-UN-SFRC 柱では、 $s = 65\text{ mm}$ の場合よりも遅い段階で 1 本の軸方向鉄筋の破断が生じ、SUS-UN-SFRC 柱では軸方向鉄筋の破断は生じなかった。

3.2 累積吸収エネルギー

一例として、図-5 に SUS-UN-SFRC 柱、SD-UN-SFRC 柱および UN-SFRC 柱の累積吸収エネルギー量の比較を横拘束筋間隔 $s = 65\text{ mm}$ および $s = 120\text{ mm}$ を例として示す。ここで、UN-SFRC 柱とは、文献 1) のコンクリート強度 50 MPa 、SD295A 軸方向鉄筋のアンボンド型 SFRC 柱である。両横拘束筋間隔の場合とも、ステンレス鋼を用いた SUS-UN-SFRC 柱が全体的に高いエネルギー吸収量を呈する。

3.3 破壊状況

SUS-UN-SFRC 柱および UN-SFRC 柱 ($s = 120\text{ mm}$) の大変位領域における荷重履歴 $< -8\delta_y \rightarrow 8\delta_y >$ の $8\delta_y$ 時の破壊状況 (北西面) と荷重履歴 $< 8\delta_y \rightarrow -16\delta_y >$ の $-16\delta_y$ 時の破壊状況 (北西面) を一例として写真-2 および写真-3 に示す。SUS-UN-SFRC 柱では、北西面の軸方向鉄筋が被りコンクリートを押し出し始め (写真-2 (a))、 $-16\delta_y$ 時には北西面基部の被りコンクリートも剥落する程度の破壊状況である (写真-3 (a))。一方、UN-SFRC 柱では、被りコンクリートが北面で大きめに剥落し、軸方向鉄筋が見え始め (写真-2 (b))、 $-16\delta_y$ 時には軸方向鉄筋が剥き出しになる状況となる (写真-3 (b))。

4. まとめ

- 1) SUS-UN-SFRC 柱は、SD295A 軸方向鉄筋を用いたアンボンド型 SFRC (UN-SFRC) 柱以上に、高い吸収エネルギーを示し、軸方向鉄筋の破断を抑えることができる。
- 2) それゆえ、大変位ポストピーク領域での柱耐力の急激な低下を UN-SFRC 柱以上に抑えることを確認した。

謝辞：本研究を遂行するにあたり、平成 26 年度文部科学省科学研究費補助金 (基盤研究 (C) 25420493) および中部大学特別研究費 A を得た。ここに謝意を表す。

参考文献

- 1) 亀田好洋・水野英二：軸方向鉄筋の破断防止に主眼を置いた鉄筋コンクリート柱の繰り返し二軸曲げ耐力特性に関する実験的研究，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.36, No.2, pp.121-126, 2014 年 7 月。
- 2) 川島一彦・細入圭介・庄司学・堺淳一：塑性ヒンジ区間で主鉄筋をアンボンドした鉄筋コンクリート橋脚の履歴特性，土木学会論文集，No.689/I-57, pp.45-64, 2001.10。

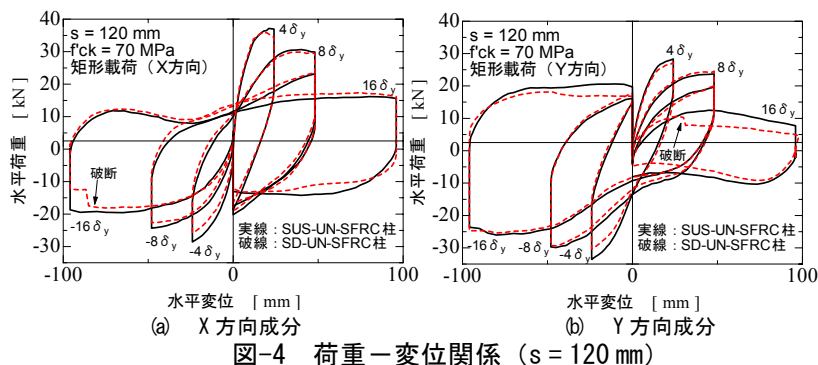


図-4 荷重－変位関係 ($s = 120\text{ mm}$)

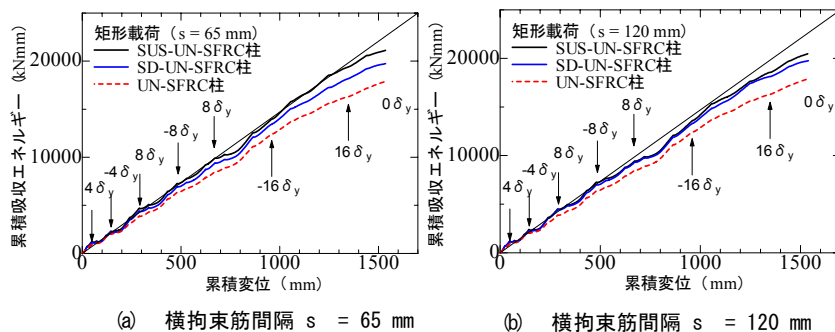


図-5 累積変位－累積吸収エネルギー関係

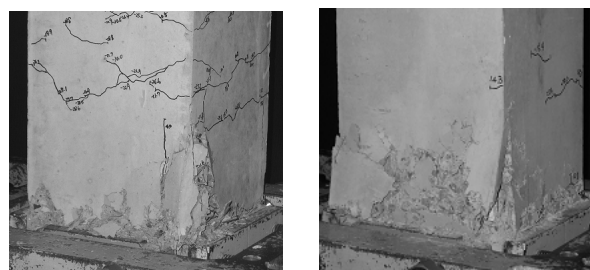


写真-2 荷重履歴 $< -8\delta_y \rightarrow 8\delta_y >$ の $8\delta_y$ 時の破壊状況 ($s = 120\text{ mm}$: 北西面)



写真-3 荷重履歴 $< 8\delta_y \rightarrow -16\delta_y >$ の $-16\delta_y$ 時の破壊状況 ($s = 120\text{ mm}$: 北西面)