

軸方向鉄筋の破断防止に主眼を置いた RC 柱の繰返し曲げ変形特性について

岡崎市 正会員 ○亀田好洋 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、軸方向鉄筋の破断防止²⁾に主眼を置くことにより RC 供試体を作製し、二方向载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 (体積比率 1.5%混入) を使用し、RC 柱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 供試体 (4 体 : 以降, UN-SFRC と称する.) を作製した。さらに、その効果を確認するために、普通コンクリートを用いた RC 供試体 (4 体) 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、軸方向鉄筋には D10 (SD295A) を 8 本, 横拘束筋には D6 (SD295A) を間隔 $s = 65, 90, 105$ および 120 mm (4 水準) でそれぞれ配筋した。

写真-1 に示す二方向载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、载荷形態として、図-2 に示すような矩形载荷を採用した。変位履歴は、X 方向および Y 方向に交互に変位を $0 \rightarrow +4 \delta_y \rightarrow -4 \delta_y \rightarrow +8 \delta_y \rightarrow -8 \delta_y \rightarrow +8 \delta_y \rightarrow -16 \delta_y \rightarrow +16 \delta_y \rightarrow 0$ の順に柱頂部に与えた。ここで、 δ_y は一方向载荷での降伏変位であり、本実験では 6 mm を採用した。なお、鉄筋およびコンクリートの材料定数を表-1 に示す。

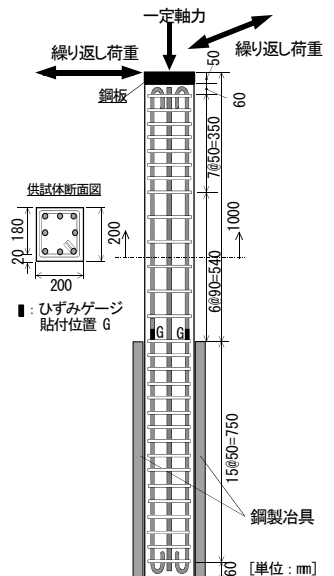


図-1 RC 柱配筋図

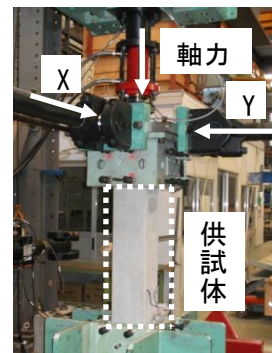


写真-1 载荷装置と供試体

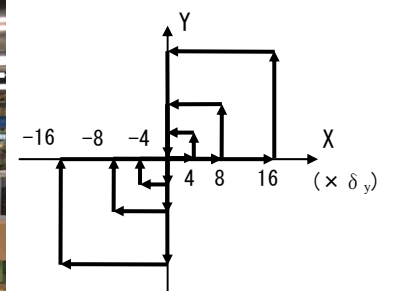


図-2 矩形载荷

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 $f'_{ck} = 40$ MPa	軸方向鉄筋 D10 (SD295A)		横拘束筋 D6 (SD295A)		载荷 軸力 [kN]
			降伏強度 [MPa]	引張強度 [MPa]	降伏強度 [MPa]	引張強度 [MPa]	
UN-SFRC 柱	65, 90, 105, 120	48.8	401	598	443	591	106
RC 柱	65, 90, 105, 120	48.0					104

3. 実験結果および考察

3.1 荷重－変位関係

ここでは、鋼繊維コンクリートを採用し、軸方向鉄筋と鋼繊維コンクリートとの間の付着を切ることにより、UN-SFRC 柱の軸方向鉄筋破断防止の効果を検証する。実験結果の一例として、矩形载荷下での UN-SFRC 柱と RC

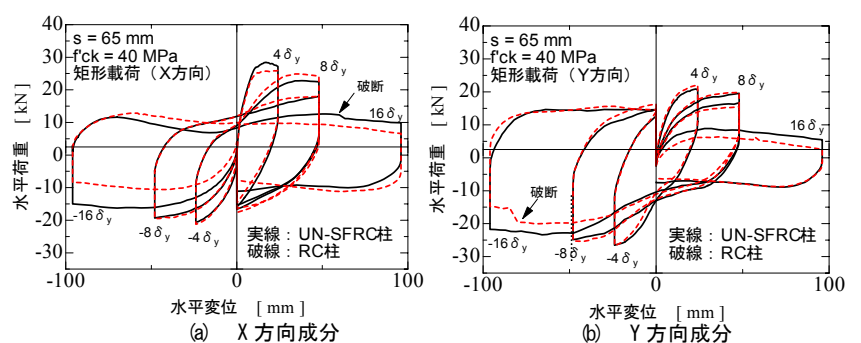


図-3 荷重－変位関係 (s = 65 mm)

柱 (s = 65 mm および s = 120 mm) 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

キーワード：SFRC 柱, RC 柱, 付着なし, 軸方向鉄筋の破断, 軸方向鉄筋の座屈

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)

中、実線は UN-SFRC 柱の結果、破線は RC 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が、荷重履歴 $< 8\delta_y \rightarrow -16\delta_y >$ 以降の変形挙動には以下のような特徴が見られる。(1) $s = 65\text{ mm}$ の場合、RC 柱では、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した。(2) $s = 120\text{ mm}$ の場合、両供試体とも軸方向鉄筋の破断は生じないが、RC 柱では、内部コンクリートの破壊により軸方向鉄筋のみの変形挙動を呈する。

3.2 累積吸収エネルギー

一例として、図-5に UN-SFRC 柱と RC 供試体 ($s = 65\text{ mm}$ および $s = 120\text{ mm}$) の累積吸収エネルギー量の比較を示す。両横拘束筋間隔の場合においても、UN-SFRC 柱の方が $-16\delta_y$ 以降の荷重履歴では大きめのエネルギー吸収量を呈する傾向が見られた。

3.3 破壊状況

UN-SFRC 柱と RC 供試体 ($s = 120\text{ mm}$) 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。UN-SFRC 柱では、北西面の軸方向鉄筋が見え始め(写真-2 (a))、 $-16\delta_y$ 時には北面の被りコンクリートが剥落する程度の破壊状況である(写真-3 (a))。一方、RC 柱では、被りコンクリートが全ての面で大きく剥落し、軸方向鉄筋がむき出しになり(写真-2 (b))、 $-16\delta_y$ 時には内部コンクリートまで破壊が進展する状況となる(写真-3 (b))。

4. まとめ

- 1) 軸方向鉄筋と鋼繊維コンクリートとの間の付着を切った UN-SFRC 柱は、RC 供試体と比べ、大変位領域にて高い吸収エネルギー能を示し、軸方向鉄筋の破断ならびに内部コンクリートの破壊も抑えることができる。
- 2) 鉄筋の破断を抑えることで大変位ポストピーク領域での柱耐力の急激な低下を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25～27年度文部科学省科学研究費補助金(基盤研究(C)25420493 代表：水野英二)および中部大学特別研究費A(研究代表者：水野英二)を得た。ここに謝意を表す。

参考文献

- 1) 鈴木森晶・水野英二：荷重履歴の異なる二方向曲げ力を受ける鋼繊維補強コンクリート柱の変形性状に関する研究，土木学会論文集 A2 (応用力学)，Vol. 68, No.2 (応用力学論文集 Vol.14)，I_393-I_402, 2012。
- 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。

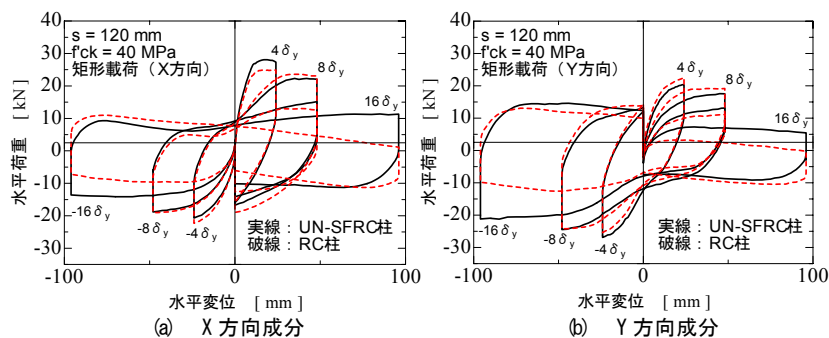


図-4 荷重－変位関係 ($s = 120\text{ mm}$)

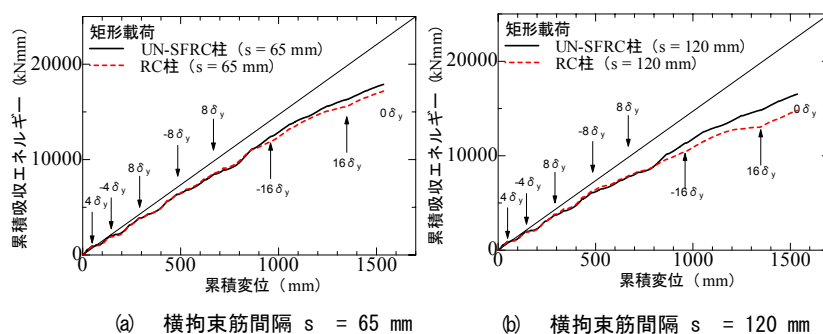


図-5 累積変位－累積吸収エネルギー関係



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)