

材料特性の異なるアンボンド型 SFRC 柱の繰返し二軸曲げ変形特性に関する実験的研究

中部大学大学院 学生会員 ○近藤貴紀 豊橋市役所 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、材料特性の異なる鋼繊維補強コンクリート (SFRC) を用いて軸方向鉄筋 (SD345 および SUS304) に対して破断防止策^{1), 2)}を施した SFRC 柱を作製し、繰返し二軸曲げ載荷実験を通して、その変形特性と SD295A を用いた SFRC 柱の実験結果¹⁾とを比較した。

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 (アンボンド型 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 1,000 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、アンボンド型 SFRC 柱 (SUS304 柱および SD345 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 に示すような斜め載荷を採用した。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 5.35 mm を採用した¹⁾。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－変位関係により斜め載荷下での SUS304 柱および SD345 柱の軸方向鉄筋破断防止の効果を比較・考察する。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 (斜め 45°方向成分) を図-3 に示す。図中、実線 (黒) は SUS304 柱の結果、実線 (赤) は SD345 柱の結果、破線はアンボンド型の SD295A 柱の結果¹⁾を示す。両図から分かるように、SUS304 柱のコンクリートの圧縮強度および軸方向鉄筋の降伏強度が一番大きく、「横拘束筋間隔」に関係なく、高い初期耐力 (40 kN) および荷重－変位関係を呈する。一方、コンクリート強度の低い SD345 柱および SD295A 柱の初期耐力は SUS304 柱と比べ低い。とりわけ、コンクリートの靱性率が小

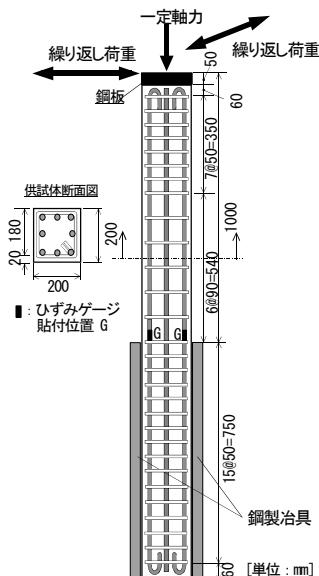


図-1 RC 柱配筋図

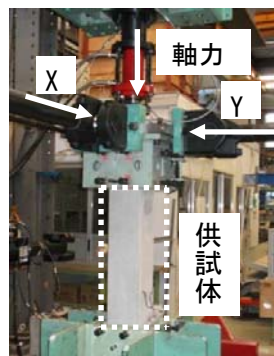


写真-1 載荷装置と供試体

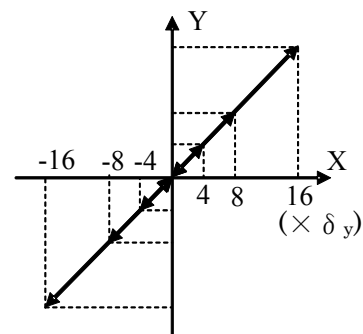


図-2 斜め載荷

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} [MPa]	軸方向鉄筋 D10 (SUS304, SD345)		横拘束筋 D6		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]	
SUS304 柱	65, 90, 105, 120	69	455	836	395	630	146
SD345 柱	65, 90, 105, 120	54	453	696	(SD345)	(SD345)	149
SD295A 柱 ¹⁾	65, 90, 105, 120	52	401	598	443	591	112

キーワード：アンボンド型 SFRC 柱，繰返し挙動，SUS304 筋，SD345 筋，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)

さい SD345 柱は、繰り返し载荷中の荷重の低下も横拘束筋間隔が大きくなるに従い大きくなる。横拘束筋間隔 $s = 65 \text{ mm}$ の場合、SD345 柱および SD295A 柱は 2 本の軸方向鉄筋が破断、SUS304 柱は 1 本の軸方向鉄筋が破断した。一方、 $s = 120 \text{ mm}$ の場合、3RC 柱とも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、横拘束筋間隔 $s = 65 \text{ mm}$ および $s = 120 \text{ mm}$ を対象として SUS304 柱、SD345 柱および SD295A 柱の累積吸収エネルギー量の比較を図-4 に示す。両横拘束筋間隔の場合とも、ステンレス筋を用いた SUS304 柱が全体的に高い累積吸収エネルギー量を呈する。

3.3 破壊状況

横拘束筋間隔 $s = 120 \text{ mm}$ を有する SUS304 柱および SD295A 柱の载荷履歴 ($-8\delta_y \rightarrow 8\delta_y$) における $8\delta_y$ 時と载荷履歴 ($8\delta_y \rightarrow -16\delta_y$) における $-16\delta_y$ 時の破壊状況 (XY 面) を写真-2 および写真-3 に示す。SUS304 柱では、 $8\delta_y$ 時に軸方向鉄筋が露出し、かぶりコンクリートを押し出し始め (写真-2 (a))、 $-16\delta_y$ 時には基部隅角周辺のかぶりコンクリートの剥落および軸方向鉄筋の露出が進展する (写真-3 (a))。一方、SD295A 柱も、 $8\delta_y$ 時にかぶりコンクリートが剥落し、軸方向鉄筋が見え始めるが (写真-2 (b))、 $-16\delta_y$ 時には基部コンクリートが大きくひび割れ、中間軸方向鉄筋も露出する (写真-3 (b))。

4. まとめ

- 1) SUS304 軸方向鉄筋を用いたアンボンド型 SFRC 柱は、アンボンド型 SD295A 柱よりも軸方向鉄筋の破断を抑えることができ、ひいては高い吸収エネルギー能を示す。
- 2) それゆえ、SUS304 柱は大変位ポストピーク領域での急激な耐力低下を SD295A 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 を受けた。また、供試体作製に際し、日本コンクリート (株) の山下公正氏ならびに (株) 丸治コンクリート工業所の川合修司氏より貴重な助言をいただいた。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, 2014.7.
- 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.

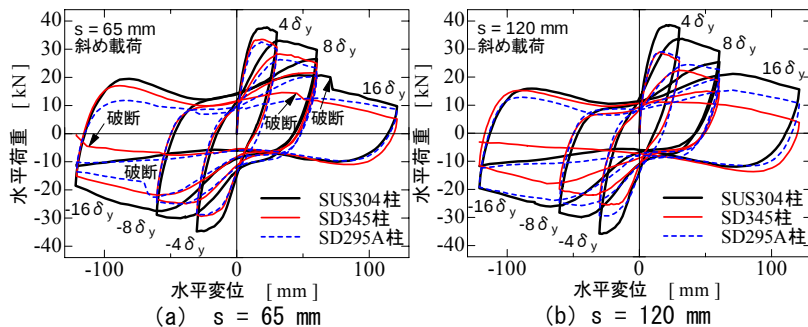


図-3 水平荷重—水平変位関係 (斜め载荷：斜め 45° 方向成分)

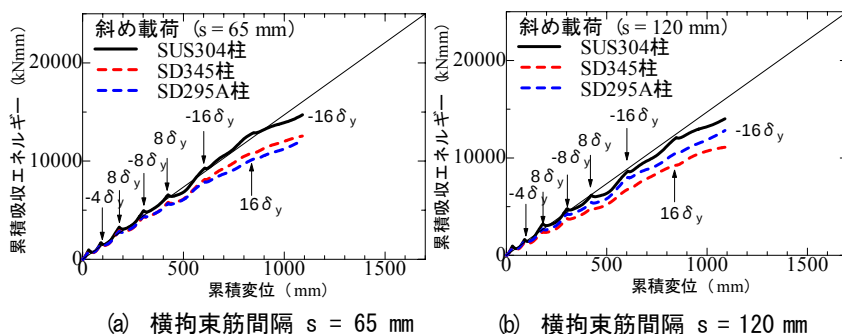


図-4 累積変位—累積吸収エネルギー関係

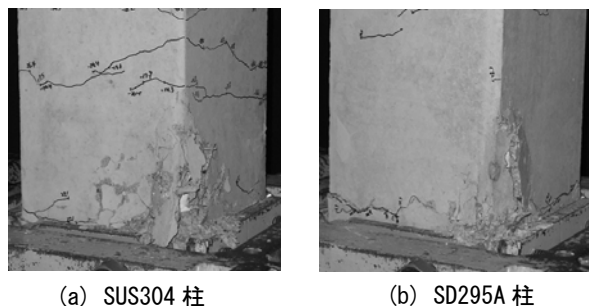


写真-2 载荷履歴 $\langle -8\delta_y \rightarrow 8\delta_y \rangle$ の $8\delta_y$ 時の破壊状況 ($s = 120 \text{ mm}$: XY 面)

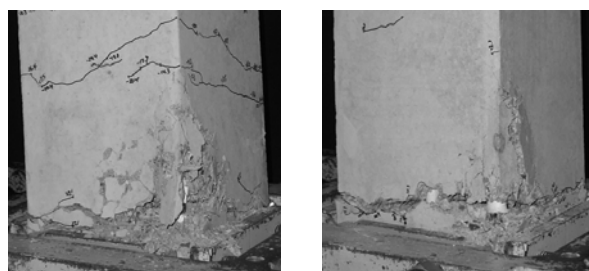


写真-3 载荷履歴 $\langle 8\delta_y \rightarrow -16\delta_y \rangle$ の $-16\delta_y$ 時の破壊状況 ($s = 120 \text{ mm}$: XY 面)