

高い損傷レベルの変形を受けた材料・構造特性の異なる RC 柱の軸方向鉄筋の座屈性状について

中部大学大学院 学生会員 ○近藤貴紀 中部大学 正会員 水野英二

1. はじめに

一般に、地震力などを受けて損傷した鉄筋コンクリート (RC) 柱の軸方向鉄筋の座屈性状およびその余剰耐力を評価することは、補修を施す場合に重要である。本研究では、柱基部で大きな損傷を受けた、材料・構造特性の異なる RC 柱^{1),2)}の軸方向鉄筋の座屈性状について実験データを基に検証した。

2. 供試体および実験概要

対象となった供試体は、「繰り返し二軸曲げを受ける RC 柱の耐荷特性に関する実験 (写真-1)」^{1),2)}で大きな損傷を受けた、アンボンド型鋼繊維補強 RC 柱 (3 種類の UN-SFRC 柱: 鋼繊維体積比率 1.5%) および普通 RC 柱 (SD295A 柱) である。そ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 (SD295A) を 8 本、横拘束筋には D6 (SD295A) をそれぞれ間隔 $s = 65, 90, 105, 120$ mm で配筋した。実験では、上部構造を想定して累加軸耐力の 5% 軸力、载荷形態として、図-2 に示す斜め载荷および矩形载荷を採用した。図中の δ_y は一方向载荷下での降伏変位であり、ここでは、斜め载荷で $\delta_y = 5.35$ mm, 矩形载荷では $\delta_y = 6.0$ mm を採用した^{1),2)}。供試体の材料定数および軸力一覧を表-1 に示す。なお、図-3 に軸方向鉄筋の配筋番号を示す。

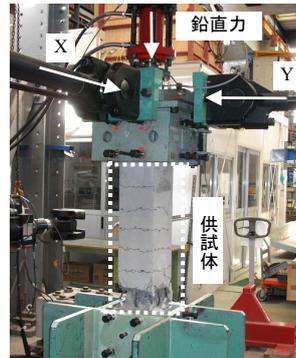


写真-1 二軸曲げ载荷装置

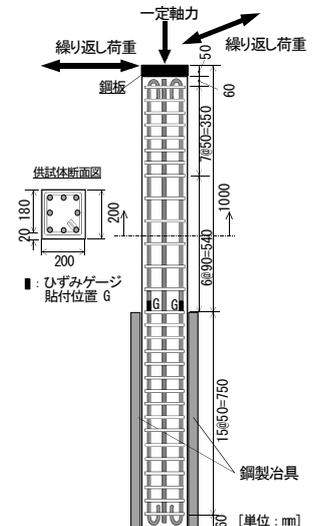


図-1 RC 柱配筋図

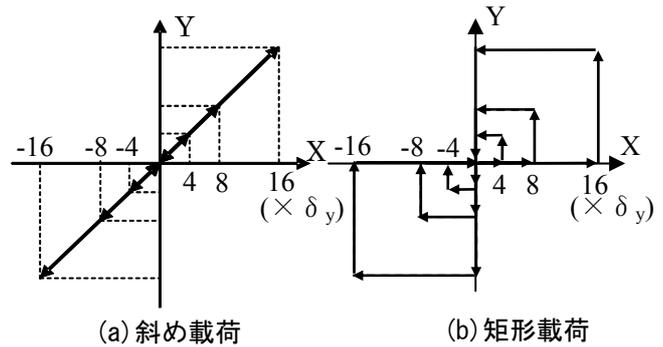


図-2 载荷経路

3. 座屈性状に関する考察

ここでは、「载荷形態」、「横拘束筋間隔」および「軸方向鉄筋位置」を要因として、材料・構造特性の異なる RC 柱基部の軸方向鉄筋に生ずる座屈性状

(図-4 に示す、座屈長さ、座屈高さおよびライズ比: 座屈高さ/座屈長さ) を考察する。

3.1 座屈長さ

一例として、横拘束筋間隔 $s = 65$ mm また

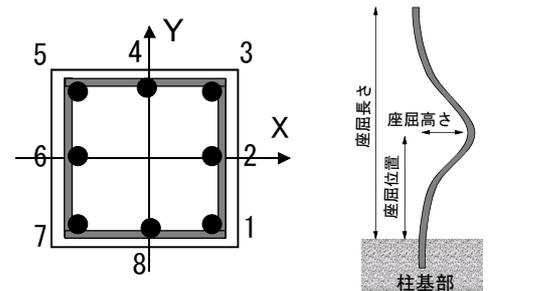


図-3 軸方向鉄筋番号 図-4 座屈性状諸量

表-1 材料・構造特性の異なる供試体の材料定数および軸力

供試体	横拘束筋間隔 s [mm]	コンクリート		軸方向鉄筋 D10		横拘束筋 D6		载荷軸力 [kN]
		圧縮強度 (曲げ強度) [MPa]	引張強度 [MPa]	降伏強度 [MPa]	引張強度 [MPa]	降伏強度 [MPa]	引張強度 [MPa]	
UN-SFRC-SUS304 柱	65,90, 105,120	斜め载荷	69 (9.7)	SUS304		SD345		146
		矩形载荷	73 (9.9)	455 (0.2%オフセット)	836	395 (0.2%オフセット)	630	154
UN-SFRC-SD345 柱	65,90, 105,120	斜め载荷	54 (13.3)	SD345		SD345		149
		矩形载荷	74 (10.2), 59 (11.5)	453	696	395 (0.2%オフセット)	630	144, 130
UN-SFRC-SD295A 柱	65,90, 105,120	斜め载荷	52 (7.8)	SD295A		SD295A		112
		矩形载荷	49 (9.5)	401	598	443	591	106
RC-SD295A 柱	65,90, 105,120	斜め载荷	49 (5.5)	SD295A		SD295A		107
		矩形载荷	48 (3.9)	401	598	443	591	105

キーワード: RC 柱, アンボンド型鋼繊維補強 RC 柱, 座屈性状, 载荷形態, 横拘束筋間隔, 二軸曲げ载荷実験
 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)

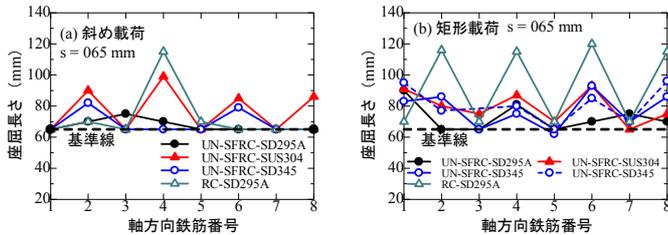


図-5 座屈長さ (s : 65 mm, 斜め荷重と矩形荷重)

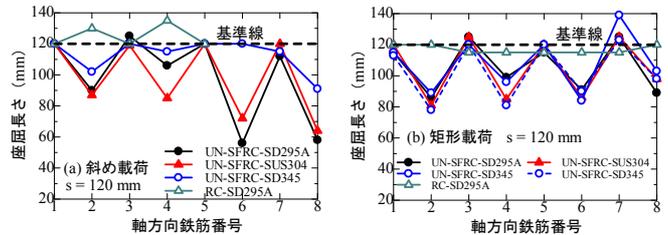


図-6 座屈長さ (s : 120 mm, 斜め荷重と矩形荷重)

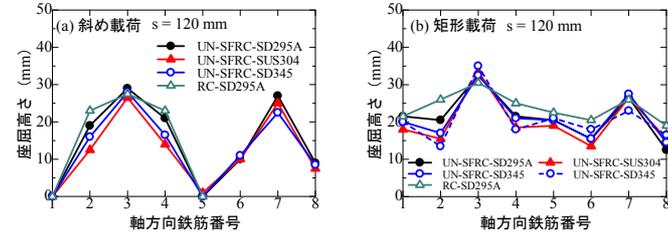


図-7 座屈高さ (s : 120 mm, 斜め荷重と矩形荷重)

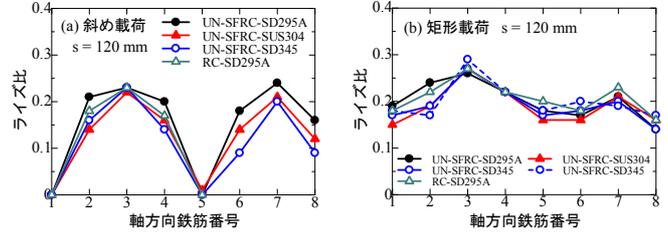


図-8 ライズ比 (s : 120 mm, 斜め荷重と矩形荷重)

は $s = 120 \text{ mm}$ を有する各柱の軸方向鉄筋 (図-3 に示す配筋番号 1~8) と座屈長さとの関係を斜め荷重および矩形荷重に対して整理した結果を図-5 および図-6 に示す. 両図より分かるように, 荷重形態に関係なく柱基部の殆どの隅角部軸方向鉄筋 (1, 3, 5 および 7) において横拘束筋間隔を座屈長さとして座屈が生ずる.

一方, 中間軸方向鉄筋 (2, 4, 6 および 8) では, 横拘束筋間隔が 65 mm と狭い場合には柱種類の違いにより座屈長さに差異が生ずるものの, 座屈が横拘束筋間隔 65 mm を越えて生ずる. 横拘束筋間隔が 120 mm と広い場合には, 中間軸方向鉄筋の座屈領域の傾向はアンボンド型鋼繊維補強 RC 柱と普通 RC 柱とでは大きく異なる. すなわち, 普通 RC 柱の座屈長さは横補強筋間隔 120 mm よりも多少長い (斜め荷重) または多少短い (矩形荷重) 程度であるが, アンボンド型鋼繊維補強 RC 柱のそれらは $60 \text{ mm} \sim 100 \text{ mm}$ の範囲にあり横拘束筋間隔 120 mm よりも短くなる. これは, 鋼繊維補強コンクリートの方が普通コンクリートよりも引張強度が高いため, 柱基部の中間部分でのかぶりコンクリートの剥落が遅延されることによるものと考えられる.

3.2 最大はらみ出し量 (座屈高さ) およびライズ比

一例として, 軸方向鉄筋位置 (1~8) と最大のはらみ出し量 (座屈高さ) との関係を, 横拘束筋間隔 120 mm を有する柱に対して整理した結果を図-7(a) (斜め荷重) および図-7(b) (矩形荷重) に示す. 荷重軸 (X-Y 軸の中間 45° 線) 上の隅角部軸方向鉄筋 (3 および 7) で, 両荷重の場合とも 30 mm 前後の最大はらみ出しを生ずる. なお, 斜め荷重の場合には, 隅角部軸方向鉄筋 (1 および 5) には大きなはらみ出しは生じない.

軸方向鉄筋位置 (1~8) とライズ比 (座屈高さ/座屈長さ) との関係を, 横拘束筋間隔 120 mm を有する柱に対して整理した結果を図-8(a) (斜め荷重) および図-8(b) (矩形荷重) に示す. 座屈高さの傾向と同様に, 隅角部軸方向鉄筋 (3 および 7) で大きなライズ比の変形が生ずる. すなわち, 斜め荷重下では軸方向鉄筋 (3 および 7) にてライズ比 $0.20 \sim 0.25$ の変形, 矩形荷重下では軸方向鉄筋 3 にてライズ比 $0.25 \sim 0.30$ および軸方向鉄筋 7 にてライズ比 $0.20 \sim 0.25$ の変形が生じており, この比が限界値に近づくと破断が生ずると考えられる. よって, 座屈長さと座屈高さに対して創意工夫を凝らすことにより, ライズ比を制御することが肝要である.

4. まとめ

- 隅角部軸方向鉄筋では横拘束筋間隔で座屈が生ずるが, 中間軸方向鉄筋では横拘束筋間隔およびコンクリート材料特性により座屈長さに差異が生ずる. 座屈高さは, 荷重軸上の隅角部軸方向鉄筋で大きくなる.
- アンボンド型 SFRC 柱は, 座屈長さ, 座屈高さおよびライズ比を制御する上で最適な構造形式と考える.

謝辞: 本研究を遂行するに際し, 平成 28 年度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

- 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荷特性に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.36, No.2, pp.121-126, 2014.7.
- 近藤貴紀・亀田好洋・水野英二: 材料特性の異なるアンボンド型鋼繊維補強コンクリート柱の繰り返し二軸曲げ耐荷特性に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.37, No.2, pp.139-144, 2015.7.