繰り返し二軸曲げ載荷下で大きな損傷を受けたRC柱の軸方向鉄筋の座屈性状に関する研究

中部大学大学院　正会員　○近藤貴紀　　中部大学　　近藤雅也
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RC柱[1)]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．

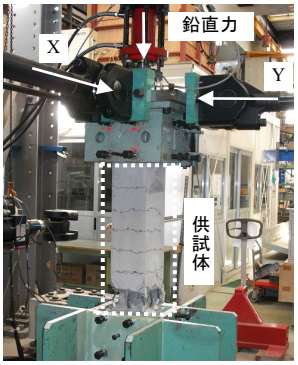


写真-1　二軸曲げ載荷装置

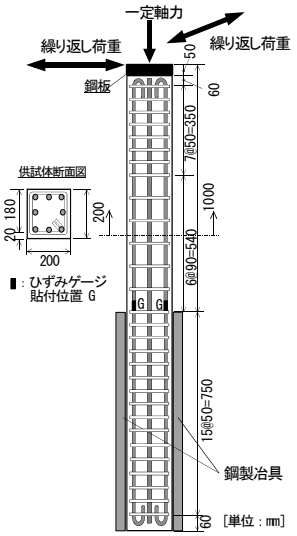
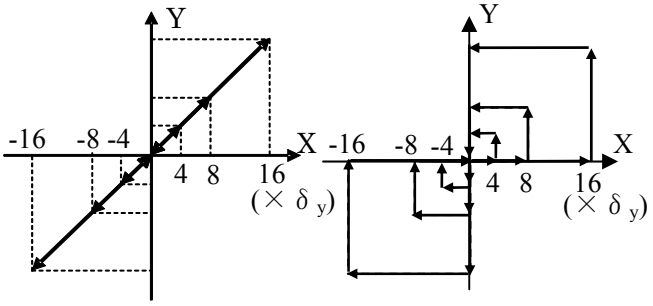


図-1　RC柱配筋図

2.　供試体ならびに実験概要

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)]で大きな損傷を受けたRC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，一定軸力として累加軸耐力の5%，載荷形態として，**図-2**に示す斜め載荷および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，ここでは，斜め載荷でδ_y = 5.35 mm，矩形載荷ではδ_y = 6.0 mmを採用した[1)]．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．



(a) 斜め載荷　　(b) 矩形載荷
図-2　載荷経路

表-1　材料定数および軸力一覧

載荷履歴	横拘束筋 間隔 s [mm]	コンクリート 圧縮強度（引張強度） [MPa]	軸方向鉄筋 D10 (SD295A) 降伏強度 [MPa]	軸方向鉄筋 D10 (SD295A) 引張強度 [MPa]	横拘束筋 D6 (SD295A) 降伏強度 [MPa]	横拘束筋 D6 (SD295A) 引張強度 [MPa]	載荷軸力 [kN]
斜め載荷	65, 90, 105,120	49.3 (5.5)	401	598	443	591	107
矩形載荷	65, 90, 105,120	48.0 (3.9)					105

3.　座屈性状に関する考察

ここでは，「載荷形態」，「横拘束筋間隔」および「軸方向鉄筋位置」を要因として，柱基部に生ずる軸方向鉄筋の座屈性状（**図-4**に示す，座屈長さ，はらみ出し量，その位置および形状）について考察する．

3.1　座屈長さ

軸方向鉄筋の配筋位置（**図-3**に示す配筋番号①～⑧）と座屈長さとの関係を，横拘束筋間隔ごとに整理した結果を**図-5**（斜め載荷）および**図-6**（矩形載荷）に示す．両載荷ともに，横拘束筋間隔が広くなれば座屈長さは長くなる傾向にある．隅角部に位置する軸方向鉄筋（①，③，⑤および⑦）では横拘束筋間で，中間に位置する軸方向鉄筋（②，④，⑥および⑧）では，矩形載荷下での横拘束筋間隔120 mmのRC柱を除き座屈が横拘束筋を越えて生ずる．中間軸方向鉄筋の座屈長さは矩形載荷の方が斜め載荷の場合より

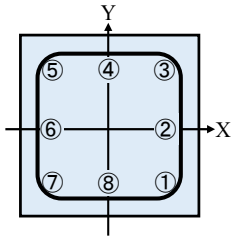


図-3 軸方向鉄筋番号

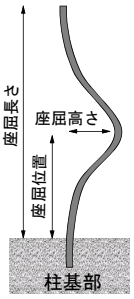


図-4 座屈性状諸量

キーワード：RC柱，座屈性状，座屈長さ，座屈形状，載荷形態，横拘束筋間隔，繰り返し二軸曲げ載荷実験
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)

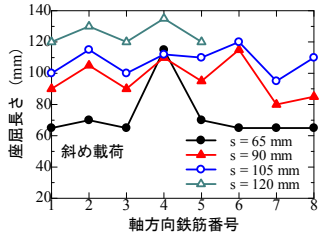


図-5 座屈長さ（斜め載荷）

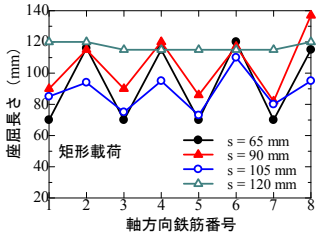


図-6 座屈長さ（矩形載荷）

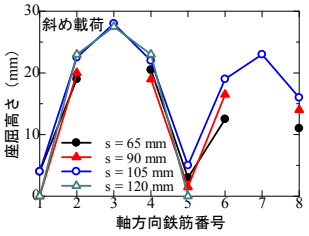


図-7 座屈高さ（斜め載荷）

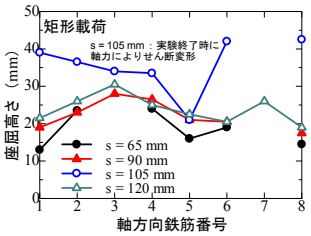


図-8 座屈高さ（矩形載荷）

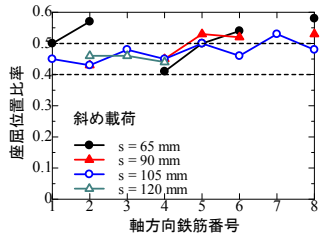


図-9 座屈位置（斜め載荷）

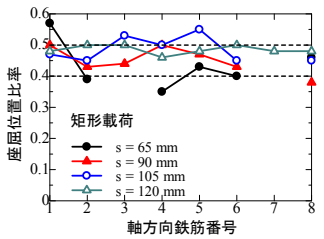


図-10 座屈位置（矩形載荷）

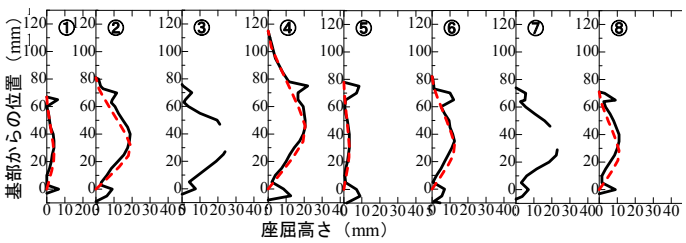


図-11 座屈形状（斜め載荷：s = 65 mm）

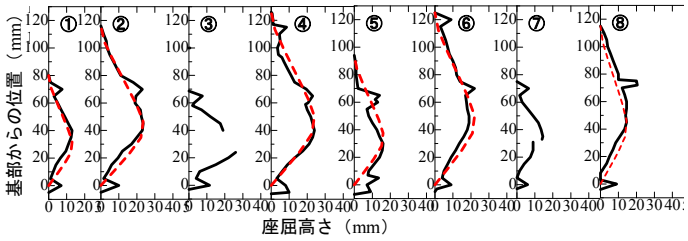


図-12 座屈形状（矩形載荷：s = 65 mm）

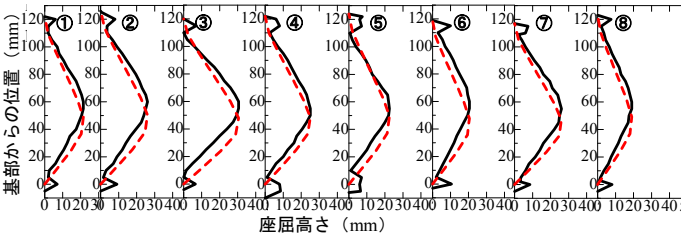


図-13 座屈形状（矩形載荷：s = 120 mm）

も概ね長くなる傾向にあるが，横拘束筋間隔が 120 mm になると，その傾向はなくなる．

3.2 はらみ出し量および最大はらみ出し位置

軸方向鉄筋位置（①～⑧）とはらみ出し量との関係を，横拘束筋間隔ごとに整理した結果を**図-7**（斜め載荷）および**図-8**（矩形載荷）に示す．載荷方向の隅角部の軸方向鉄筋（③および⑦）で，斜め載荷の場合，23 mm～28 mm 程度，矩形載荷の場合，25 mm～30 mm 程度の大きなはらみ出しを生ずる．なお，斜め載荷の場合には，隅角部の軸方向鉄筋（①および⑤）には大きなはらみ出しは生じない．一方，座屈長さに対する最大はらみ出し位置の比率関係を，横拘束筋間隔ごとに整理した結果を**図-9**（斜め載荷）および**図-10**（矩形載荷）に示す．多くの軸方向鉄筋において，柱基部からの最大はらみ出し位置は概ね座屈長さの 0.4 倍～0.5 倍程度の領域にあり，後述するように座屈形状は対称形になっていないことが分かる．

3.3 座屈形状

一例として，斜め載荷，横拘束筋間隔 65 mm での軸方向鉄筋（①～⑧）と座屈形状との関係を**図-11** に示す．また，矩形載荷，横拘束筋間隔 65 mm および 120 mm での軸方向鉄筋と座屈形状との関係を**図-12** および**図-13** に示す．図中，測定値を実線で，柱基部がヒンジー上部端が固定と仮定した境界条件下での座屈形状（最大値が基部から座屈長さの 0.4 倍の位置）を破線で示してある．ヒンジー固定の境界条件下での座屈形状と概ね傾向は一致しているが，基部から最大位置までは両端ヒンジの境界条件下での形状，最大位置から上端まではヒンジー固定の境界条件下での形状に近い状況を呈している．

4. まとめ

1）隅角部の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，横拘束筋間隔が狭い場合には横拘束筋を越えて座屈が生ずる．座屈高さは，載荷方向の隅角部の軸方向鉄筋で大きくなる．

2）基部から最大位置までは両端ヒンジ，最大位置から上端まではヒンジー固定の条件下での座屈形状に近い．

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

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.