

大きな繰返し曲げ損傷を受けた鉄筋コンクリート柱の補修効果に関する実験的研究

オリエンタル白石株式会社 正会員 ○山崎純太 レックスサポート株式会社 正会員 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）柱の補修に関しては、損傷のレベルにより補修方法が異なる¹⁾。なお、大きな損傷を受けた RC 柱については明確な補修方法が確立されていない。本研究では、大変位ポストピーク領域にまで及ぶ繰返し曲げ損傷を受けた「中間補強筋を有する RC 柱²⁾」を補修することにより、同様の载荷下で繰返し実験を実施した。補修後の耐荷特性を考察することにより、大きな損傷を受けた RC 柱の補修効果を検証した。

2. 供試体および実験概要

補修を施した供試体は、中間補強筋付き RC 柱²⁾（以下、新品柱）に対する二軸载荷実験後の柱である。新品柱の形状ならびに配筋（軸方向鉄筋および横拘束筋）の一例を図-1 に示す。新品柱は、断面 200×200 mm、柱有効高さ 1000 mm、せん断スパン比 5 を有し、曲げ破壊先行型となるように、軸方向鉄筋には D10 (SD295A) を 8 本、横拘束筋には D6 (SD295A) を柱基部から 3D 区間 (D: 柱幅) まで間隔 $s = 65, 120$ mm (2 水準) でそれぞれ配筋した。本供試体は、軸方向鉄筋比 1.3%、横拘束筋体積比 1.10%~0.60% の範囲にある実大 RC 柱をモデル化したものである。これに加え、中間補強筋として、D6 (SD295A) を横拘束筋間の中間に配筋した。配筋形状として、隅角部の軸方向鉄筋を繋いだ X 字型ならびに中央部の軸方向鉄筋を繋いだ十字型を設定した (図-1 参照)。なお、図-2 に軸方向鉄筋番号を示す。第 3 章に述べるように、RC 柱基部より高さ 1D 区間のコンクリートを除去後、軸方向鉄筋の取り替えおよび補修コンクリートの打設を施した RC 柱 (以下、補修柱) に対して、軸力比 5% の一定鉛直力下で、図-3 に示すような矩形

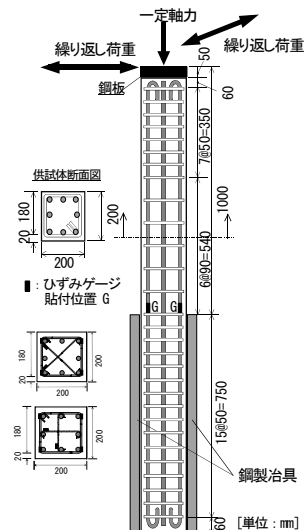


図-1 RC 柱の形状・配筋

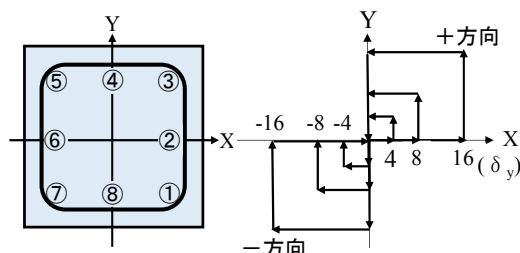


図-2 軸方向鉄筋番号

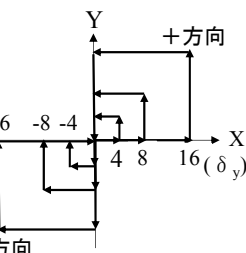


図-3 矩形载荷経路

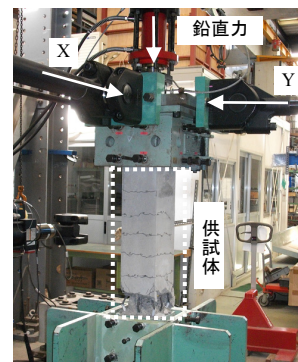


写真-1 二軸曲げ载荷装置

載荷経路²⁾により二方向繰返し載荷実験 (写真-1) を実施した。図中、 δ_y は降伏変位 (6.0 mm) である。

3. 補修方法

ここでは、大きな損傷を受けた RC 柱基部のコンクリートおよび軸方向鉄筋の補修方法 (図-4 参照) について述べる。まず、柱基部上 1D 区間 (200 mm) の損傷したコンクリート部分および基部下 100 mm 区間の健全なコンクリート部分を電動ドリルなどで除去した (図-4 [1])。軸方向鉄筋の座屈および破断の

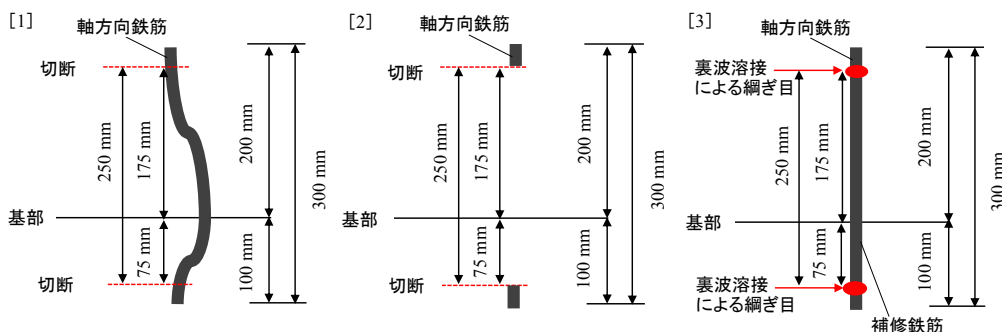


図-4 損傷した RC 柱基部の補修方法

キーワード：中間補強筋付き RC 柱、補修効果、損傷柱、軸方向鉄筋の座屈・破断、繰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)

有無に関わらず、基部下 75 mm～基部上 175 mm 区間の 8 本すべての軸方向鉄筋を切断・除去した後(図-4 [2]), 切断区間に軸方向鉄筋と同一素材の SD295A 鉄筋(全長 250 mm)を裏波溶接³⁾により補修した(図-4 [3])。一方、横拘束筋および中間補強筋に膨らみはあったものの、大きな変形・損傷(破断など)はなかったため、取り替えずに新品柱と同じ配筋位置に結束した。なお、補修柱の補修コンクリートとしてひび割れを抑制するコンクリートを採用し、さらに境界面のコンクリートの付着を高めるために高耐久型エポキシ樹脂接着剤を塗り付けた。供試体のコンクリート圧縮強度および軸方向鉄筋の降伏・引張強度を表-1 に示す。

表-1 供試体の材料強度

供試体 (X字型) (十字型)	横拘束 筋間隔 s[mm]	コンクリート 圧縮強度 [MPa]	軸方向鉄筋 D10(SD295A)	
			降伏強度 [MPa]	引張強度 [MPa]
新品柱	65	55.1	403	608
補修柱		66.7	417	629
新品柱	120	62.5	403	608
補修柱		64.8	417	629

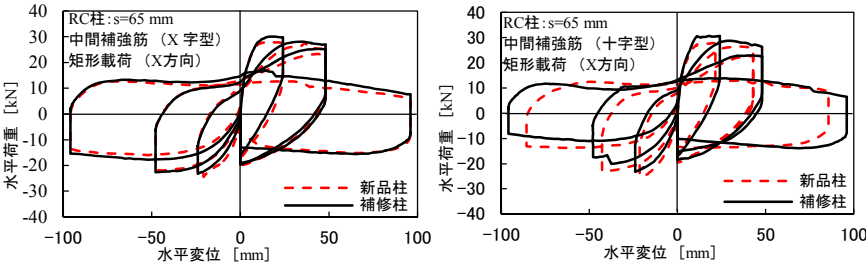


図-5 水平荷重－水平変位関係 (s = 65 mm)

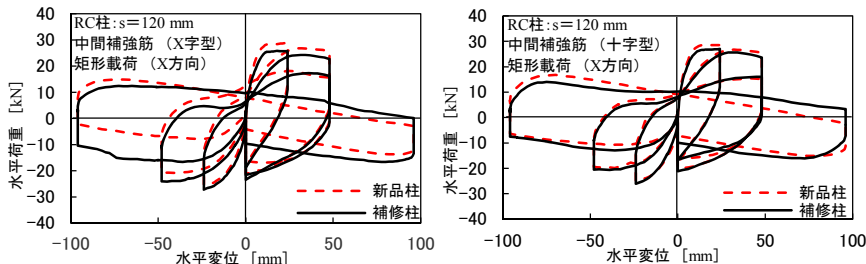


図-6 水平荷重－水平変位関係 (s = 120 mm)

4. 実験結果および考察

ここでは、X 字型および十字型の中間補強筋付き RC 柱の二軸曲げ载荷下での補修実験結果と新品柱の実験結果²⁾とを比較することにより、本研究で採用した補修方法による補修効果について考察する。一例として、X 方向成分の水平荷重－水平変位関係を図-5 (横拘束筋間隔: 65 mm) および図-6 (横拘束筋間隔: 120 mm) に示す。図中、実線は補修柱、破線は新品柱の実験結果²⁾を示す。全ての補修柱は、大変位ポストピーク領域まで新品柱と同等または高い耐荷特性を発揮した。補修柱の軸方向鉄筋の破断した本数と箇所を表-2 に示す。表中、破断本数()内の数字は、新品柱の破断本数である。補修柱の破断本数(0 本～2 本)は新品柱のそれと比べ少ない結果となった。大変位ポストピーク領域での耐力低下を抑制できた理由として、軸方向鉄筋の補修に裏波溶接を採用したことが考えられる。

表-2 破断本数と軸方向鉄筋番号

補修柱	横拘束 筋間隔s [mm]	破断 本数	破断箇所
			軸方向鉄筋 [No.]
X字型	65	1(3)	7
十字型		2(2)	3, 7
X字型	120	1(1)	3
十字型		0	—

5. まとめ

- 1) 大きな損傷を受けた RC 柱に対して、柱基部から 1D 区間の損傷部分のコンクリートおよび軸方向鉄筋を除去し、第 3 章に述べた補修を施すことにより、新品柱と同程度の耐荷特性(補修効果)が得られた。
- 2) 裏波溶接により軸方向鉄筋を補修した RC 柱は、二重鉄筋補修を施した RC 柱³⁾で生じたような大変位ポストピーク領域での急激な耐力低下を招かなかった。

謝辞：本研究を遂行するに際し、中部大学特別研究費 A を得た。鹿島道路株式会社には、KS ボンドを提供いただいた。ここに謝意を表す。

参考文献

- 1) 仁平達也・渡邊忠朋ら：修復した RC 部材の性能評価方法と修復した RC 構造物の耐震性に関する一考察，土木学会論文集 E2 (材料・コンクリート構造)，Vol.68, No. 4, pp.283-299, 2012.
- 2) 鈴木森晶・水野英二：繰り返し二軸曲げを受ける中間補強筋付き鉄筋コンクリート柱の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.35, No.2, pp.139-144, 2013.7.
- 3) 近藤貴紀・山崎純太・水野英二ら：繰り返し二軸曲げ下で大きな損傷を受けた RC 柱の補修効果に関する実験的研究，平成27年度土木学会中部支部研究発表会，2016.3.