

RC 柱の耐震補強および復旧工法に関する確認実験

東急建設 技術研究所 正会員 宮城 敏明、正会員 服部 尚道
 武蔵工業大学 正会員 吉川 弘道、正会員 渡辺 耕平

1. はじめに

兵庫県南部地震以降、RC 柱を対象に鋼板巻立て工法、RC 巻立て工法等より、震前補強が行われている。今回、早急な復旧および簡便な補強工法の開発を目的として、軽量コンクリートを用いたプレキャスト補強工法による震前補強、復旧補強した RC 柱の正負交番繰返し載荷実験を実施し、補強効果を確認した。

2. 実験概要

載荷実験には、既往の研究¹⁾より曲げ降伏後にせん断破壊した試験体 (S15) を用いた。補強は既設柱のせん断耐力向上を目的とした震前補強 (Srb15)、および地震により損傷した柱を想定し、復旧を目的とした復旧補強 (Sra15) の2ケースとした。つまり、震前補強は無損傷の試験体を用い、復旧補強は一度交番載荷を実施し、損傷した試験体を用いた。表 1 に各々の試験体諸元を示す。断面は、320mm×320mm、せん断スパンは、1200mm、せん断スパン比 3.75 の鉄道高架橋柱を対象とした縮小試験体である。

載荷方法は、一定軸力 3N/mm² で、正負水平交番載荷とした。なお、耐震補強は補強部を柱基部から 20mm 空けることにより、曲げ耐力が増加しない補強方法とした。

2.1 震前補強試験体 (Srb15)

震前補強は図 1 に示すように、施工性を考慮し、予め製作した軽量モルタルを使用したプレキャスト補強部材(以下、補強部材)を用いた。補強部材断面は、外寸 400mm×400mm、内寸 330mm×330mm、厚さ 35mm、1 ブロックの高さ 250mm、補強区間長 1000mm である。これを無損傷の S15 試験体に 4 段設置した。補強部材の帯鉄筋は D10 を 50mm 間隔で配筋した。帯鉄筋量は、耐震補強設計・施工指針²⁾に準じ、目標じん性率 $\mu=10$ を満足するように決定した。なお、補強部材と既設注との空隙は 5mm を基準とし、極力簡便な補強を目的としていることより、空隙に無収縮モルタル等の充填しない方法とした。

2.2 復旧補強試験体 (Sra15)

図 2 に示す復旧補強を施した Sra15 試験体は、損傷した S15 試験体の基部から 350mm の損傷を受けたコンクリートをはつり出し、既設の帯鉄筋を取り除き、主鉄筋は座屈した鉄筋をそのまま用いた。補修部分の断面は 400mm×400mm、高さ 420mm とし、帯鉄筋は Srb15 試験体と同量の補強量となるよう D10 を 40mm 間隔で 9 本配筋した。補修した部分の上には、Srb15 試験体に使用した補強部材を 2 ブロック設置し、補強全長を 940mm とした。

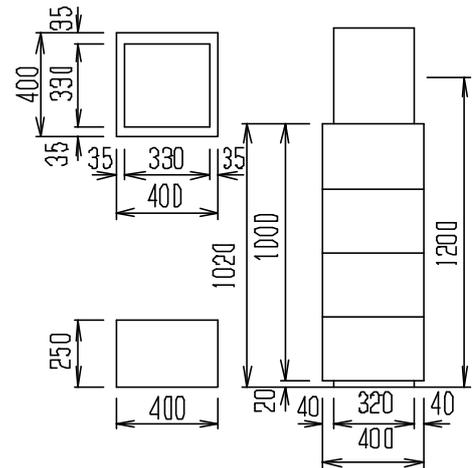


図 1 補強部材の断面図(左上)

側面図(左下), 全体図(右), <scale : mm>

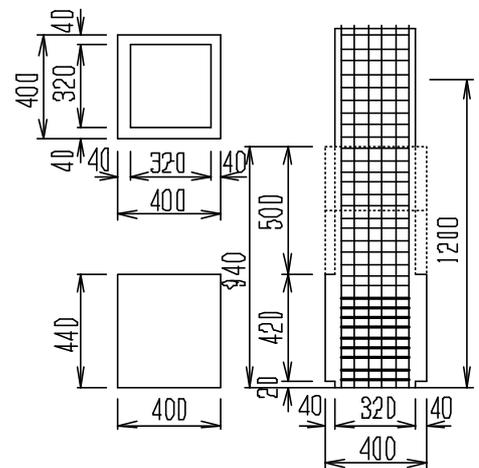


図 2 補修部材の断面図(左上)

側面図(左下), 全体図(右), <scale : mm>

表 1 試験体諸元

試験体	コンクリート f_c (N/mm ²)	珪砂 f (N/mm ²)	帯鉄筋			補強鉄筋			計
			配置	降伏強度 f_{sy} (N/mm ²)	帯鉄筋比 s_s (%)	配置	降伏強度 f_{sy} (N/mm ²)	帯鉄筋比 w_w (%)	帯鉄筋比 w_w (%)
S15	28.6	-	D4@45	218.0	0.18	-	-	-	0.18
Srb15	28.9	26.7	D4@45	218.0	0.18	D10@50	435.6	0.89	1.07
Sra15	-	50.2	-	-	-	D10@40	435.6	1.11	1.11

キーワード：鉄筋コンクリート柱、耐震補強、復旧

連絡先：〒229-1124 神奈川県相模原市田名 3062-1 TEL042-763-9507 FAX042-763-9503

表2 実験結果

試験体	計算値		実験値			
	降伏耐力	最大耐力	降伏耐力	最大耐力	破壊形式	靱性率 μ
	P_y (kN)	P_{max} (kN)	P_y (kN)	P_{max} (kN)		
S15	100.5	123.6	98.0	127.0	曲げ降伏後のせん断破壊	6.1
Srb15	99.8	122.0	110.3	122.8	曲げ破壊	7.2
Sra15	105.8	132.9	107.8	141.9	曲げ破壊	9.1

3. 実験結果

実験結果を表2に示す。終局破壊形態は、S15試験体が曲げ降伏後のせん断破壊、耐震補強を施したSrb15およびSra15試験体はいずれも曲げ破壊となった。なお、破壊形態は、終局のコンクリートひび割れ状態および帯鉄筋の降伏により判定した。

次に、荷重-変位関係の包絡線を図3に示す。Srb15, S15試験体の最大耐力はほぼ同値を示している。ただし、S15試験体が急激に荷重低下したのに対し、Srb15試験体の荷重は徐々に低下していることがわかる。Sra15試験体の最大耐力は、上記2ケースに比べ大きな値となっている。その要因として、Sra試験体に用いた軽量モルタルの強度が大きいこと、および帯鉄筋で主鉄筋に直接拘束することにより、よりコンクリートの拘束効果が増加したことによると考えられる。

また、Srb15試験体がSra15試験体に比べ、変形性能が向上していない要因は、既設柱とプレキャスト部材の空隙および補強部材の帯鉄筋と主鉄筋とが離れていることにより、十分に主鉄筋の座屈抑制が機能しなかったことによると考えられる。

次に、累積吸収エネルギーと μ との関係を図4に示す。

エネルギー吸収能は補強を施したSrb15, Sra15試験体の

方がS15試験体より大きくなっている。補強部材によりエネルギー吸収能が向上していることがわかる。Sra試験体は、Srb試験体のエネルギー吸収能より小さな値となっているものの、一度地震により座屈した鉄筋においても補修・補強を施すことにより、エネルギー吸収能が回復することがわかる。

4. まとめ

今回の耐震補強・補修確認実験により以下のことが確認できた。

- (1) 本工法で震前補強することにより、終局の破壊形態を曲げ降伏後のせん断破壊から曲げ破壊に移行したが、主鉄筋の座屈防止に関して十分ではなかった。
- (2) 主鉄筋が座屈するまで損傷を受けた柱部材を補修・補強することにより、既設の柱部材より大きな変形性能およびエネルギー吸収能を得ることができ、本工法は、復旧工法として効果的であることが確認できた。
- (3) 今後、せん断補強を目的とした区間および主鉄筋の座屈防止を目的とした区間を考慮した耐震補強・復旧工法の開発が必要と考える。

参考文献

- 1) 服部尚道, 宮城敏明, 吉川弘道, 藤田幸弘: 荷重履歴が異なるRC単柱のせん断劣化に関する研究, 土木学会第54回年次学術講演会, V-2449, pp. 498-499, 1999. 9
- 2) 鉄道総研: 既存鉄道コンクリート高架橋柱等の耐震補強設計・施工指針 - RCプレキャスト型枠工法編 - 平成8年12月

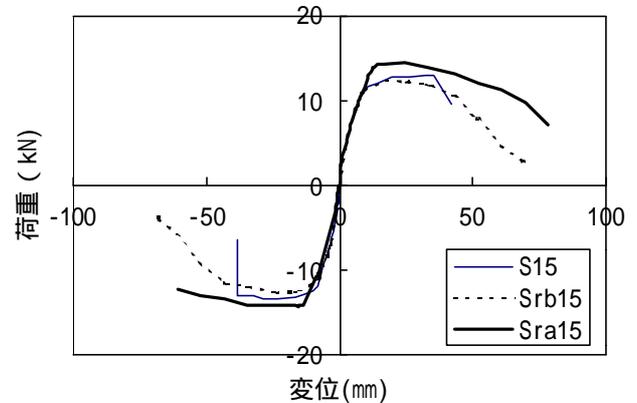


図3 荷重 変位曲線の包絡線

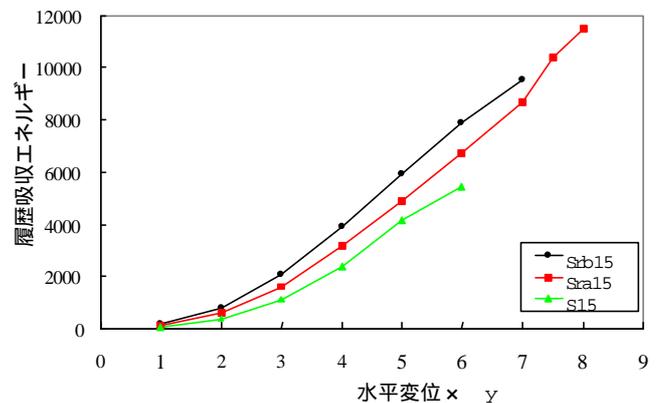


図4 荷重 変位曲線の包絡線