

柱一側面を鋼板により補強した R C 柱の交番載荷試験

J R 東日本 東京工事事務所 正会員 田中 大
 構造技術センター 正会員 小林 薫
 構造技術センター 正会員 海原 卓也

1．はじめに

R C ラーメン高架橋において、高架下空間が店舗として利用されている箇所や間仕切壁を有しているような箇所において柱の耐震補強を行う場合、施工性・経済性を考慮すると従来の鋼板巻き工法等の適用が困難となる。そこで、高架橋の柱は一面ないしは二面が外側に露出している場合があり、この露出面を利用した鋼板と鋼棒による耐震補強法を考案した¹⁾。本論文においては、柱側面に鋼棒と鋼板により補強した試験体の中で、鋼板とコンクリート柱との付着及び鋼板分割の変形性能への影響について検証するために行った交番載荷試験結果について報告する。

2．試験体概要

試験体側面図を図 - 1、試験体柱断面図を図 - 2、試験体諸元を表 - 1 に示す。本施工においては鋼板と柱表面とは樹脂等で付着させるが、付着による応力伝達の影響を検証するため、試験体は鋼板と柱表面の間にワッシャーを挿入し、鋼板と柱表面とを非接触とした。また、鋼板を柱に配置する場合、鋼板を分割することにより人力で持ち運びできるようになり、重機等を使用することなく効率的な作業が行うことが出来る。試験体は鋼板を分割し柱を補強したものである。補強前の試験体は既設高架橋柱を想定し、せん断スパン比 (a/d) 3.19、軸方向鉄筋比を 2.86% とし、帯鉄筋 (D6) を 200mm 毎に配置した。試験体、とも載荷方向と平行に鋼板を配置し、鋼板の厚みは 4.5mm とした。

3．試験方法

試験体に一定軸方向応力 (0.98N/mm^2) を導入し、水平力を試験体柱下端から 1,150 mm を載荷点として静的正負交番載荷試験を行った。降伏変位 (最外縁の軸方向鉄筋ひずみが材料試験から得られた降伏ひずみに達した時の水平変位) の $1\delta y$ までは荷重制御とし、 $2\delta y$ 以降は変位制御で載荷を行った。載荷ステップは $1\delta y$ の整数倍に変位を増加させ、-1、1、-2、2、-3、3、・・・と増加させる正負交番載荷試験を行った。

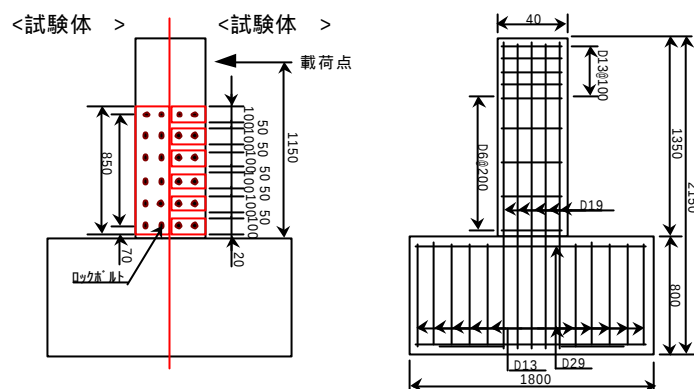


図 - 1 試験体側面図

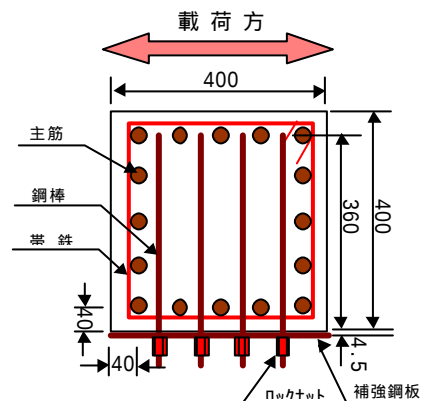


図 - 2 試験体柱断面図

表 - 1 試験体諸元

試験体	柱断面寸法 (mm)	有効高 (mm)	せん断スパン比	設計強度 (N/mm^2)	軸方向鉄筋	帯鉄筋	補強鋼板 (mm)	補強鋼棒	記事
試験体	400×400	360	3.19	27.0	D19	SD345	4.5	D13	付着なし
試験体	400×400	360	3.19	27.0	D19	SD345	4.5	D13	鋼板分割

キーワード：耐震補強、交番載荷試験、鋼板

連絡先：151 - 8512 渋谷区代々木 2 - 2 - 6 TEL 03 - 3320 - 3482 FAX 03 - 3372 - 7980

4 . 交番荷重試験結果

4.1 損傷状況

降伏時（最外縁の鉄筋が降伏した時点）には、試験体、とも荷重面に 100～150mm の間隔で曲げひび割れが生じ、側面に柱基部に向かう斜めひび割れが発生した。その後、試験体、とも荷重増加に伴い徐々に斜めひび割れが進展し、4 δy 荷重途中で斜めひび割れが大きく開き、水平荷重の低下が生じた。斜めひび割れの交点は柱基部から約 500mm 付近であった。また、荷重面にはねじりの影響とみられる斜めひび割れが発生した。水平荷重の低下に伴い更に損傷が進展し、5 δy 付近で柱基部から 500mm 付近の側面かぶりコンクリートが剥離し、6 δy 荷重中に荷重面のはらみが見られ、側面部のひび割れ交差部の被りコンクリートが剥落した。試験体の鋼板補強した側面部は大きな損傷はなかったが、荷重面のはらみ出しにより基部から 2，3 段目の鋼板の端部が反りだした。7 δy 付近で試験体の鋼板と柱表面の隙間がなくなり密着した。また、試験体が補強していない側面方向に若干傾いていた。その後更に損傷が進展し、試験体の鋼板のズレが発生した。試験終了時には荷重面のかぶりコンクリートが基部から 500mm 付近まで剥落した。試験体の損傷状況を写真 - 1 に示す。

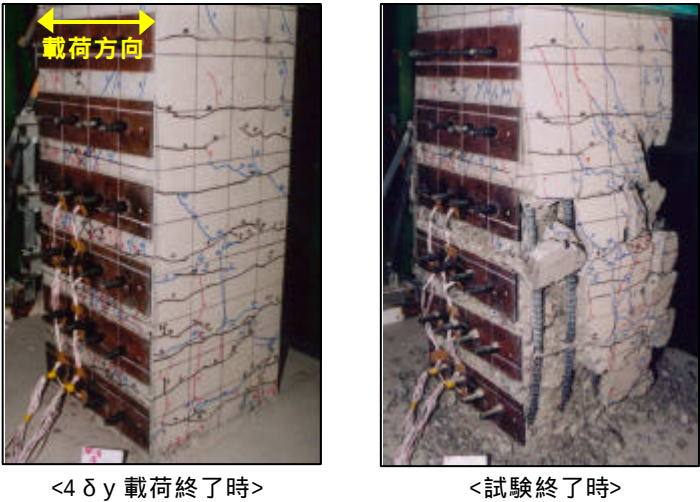


写真 - 1 試験体損傷状況（試験体）

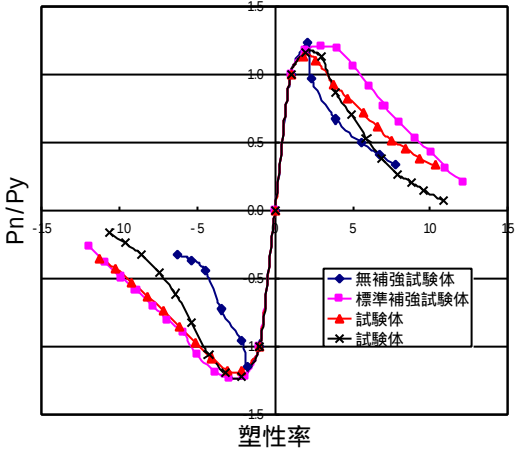


図 - 3 荷重試験結果の包絡線

4.2 変形性能

図 - 3 に試験体の包絡線を示す。縦軸に P_n / P_y （各 δy 毎の水平荷重を降伏荷重で除した値）、横軸に塑性率（荷重ステップ毎の水平変位を降伏変位で除した値）をとっている。降伏荷重は材料試験結果から降伏ひずみに達した時の荷重点における水平荷重である。また表 - 2 に試験結果を示す。図 - 3 及び表 - 2 には無補強試験体（耐力比約 0.8）及び標準補強試験体（付着あり、分割なし、 $t=4.5\text{mm}$ ）¹⁾をあわせて示す。

標準補強試験体と比較すると、試験体においては引側で耐力の低下が顕著であり、じん性率（ $\delta u / \delta y$ ）は 1.2 低下した。試験体に関しては、最大荷重後の耐力低下勾配が急であり、じん性率も更に低下した。鋼板と柱表面との付着及び鋼板分割により変形性能に影響が現れた。

表 - 2 試験結果総括表

試験体	試験結果			
	降伏変位 $\delta y(\text{mm})$	終局変位 $\delta u(\text{mm})$	じん性率 μ	破壊形態
無補強試験体	6.5	14.3	2.2	曲げ降伏後せん断破壊
標準補強試験体	6.6	35.6	5.4	曲げ降伏後せん断破壊
試験体	6.5	27.3	4.2	曲げ降伏後せん断破壊
試験体	6.8	25.8	3.8	曲げ降伏後せん断破壊

5 . まとめ

交番荷重試験結果より、柱側面に補強する鋼板と柱表面との付着がない場合及び鋼板を分割して配置することにより、じん性率が低下し、変形性能に影響することを確認した。

参考文献

1) 田中 大、小林 薫、海原卓也、石橋忠良：鋼板を一側面に貼り付けた RC 柱の変形性能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.22、2000（投稿中）