

丸鋼を用いた骨組試験体に対する RC フレームの補強効果

東日本旅客鉄道株式会社  
 東日本旅客鉄道株式会社  
 東日本旅客鉄道株式会社

正会員 ○桑木野 耕介  
 正会員 伊東 典紀  
 正会員 大郷 貴之

1. 目的

高架下を店舗等で利用され、鋼板巻き補強工法による一般的な耐震補強が困難となる箇所を対象に、高架橋ブロックの一部の柱間に鉄筋コンクリート（以下、RC という）フレームを設置する工法を考案した。本研究では RC フレームの補強効果を確認するため、既存の丸鋼を用いた高架橋を模擬した RC 骨組試験体に、RC フレームを設置し静的正負交番載荷試験を実施した。

2. 試験概要

試験体は丸鋼を用いた既存の RC ラーメン高架橋を模擬した 2 径間の縮小モデルの RC 骨組試験体である。表-1 に試験体の諸元を示す。図-1 に試験体の概略図を示す。試験体のパラメーターは、RC フレームの有無と RC フレームの取り付け方法、RC フレームの鉄筋種類で試験体は無補強の試験体 I を 1 体、RC フレームを 1 径間に設置した試験体 II シリーズを 3 体の計 4 体とした。試験体 II-1 は RC 骨組の柱（以下、既設柱という）と RC フレームの柱（以下、フレーム柱という）を密着させ、RC フレームの軸方向鉄筋は異形とした。後述する通り、先行して実施した試験体 II-1 は RC フレームを設置した既設柱がせん断破壊したため、試験体 II-2 では RC フレームと既設柱に D/2（D：フレーム柱断面高さ）の突起部を設置し既設柱と RC フレームに 20mm の離隔を設けた（図-2 参照）。また、RC フレームの軸方向鉄筋は丸鋼とした。試験体 II-3 は、RC フレームの諸元、取り付け方法は試験体 II-2 と同様であるが、フレーム柱の上下端部に打継目を設ける点を変更した。既往の研究<sup>1)</sup>より丸鋼鉄筋を用いた柱は、柱とフーチングの境界面で目開きを起こしロッキング挙動することで高い変形性能を発揮する。このため RC フレームの柱と梁の境界面で目開きが起きやすいように試験体 II-3 はあえて既設柱の上下端に打継目を設けた。全ての試験体の柱部材は曲げ破壊先行型とした。本試験体の曲げ耐力、せん断耐力は既往の評価式<sup>2)</sup>に基づき算出した。

3. 載荷および測定方法

図-3 に試験装置概要図を示す。載荷方法は、載荷梁を使用し鉛直ジャッキにより既存高架橋と同程度の軸方向圧縮応力度である 1N/mm<sup>2</sup> を各既設柱に載荷し、試験体の左右に配置した水平ジャッキにより静的正負交番載荷とした。

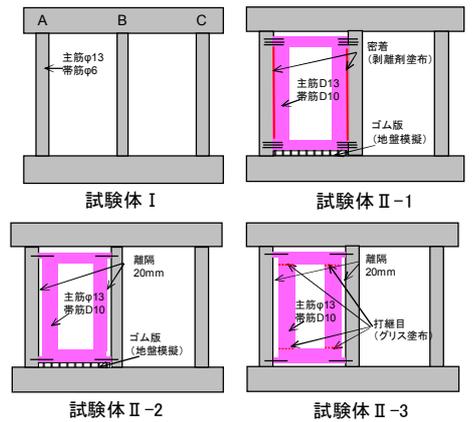


図-1 試験体の概略図

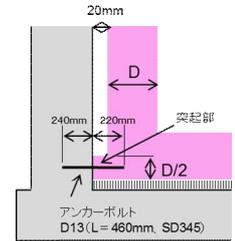


図-2 接合部の概略図

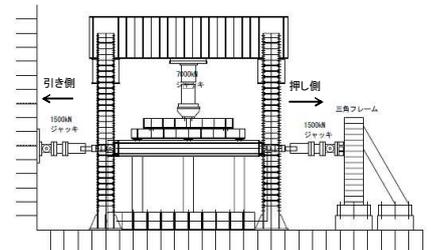


図-3 試験装置概略図

表-1 試験体の諸元

試験体	既設柱						補強RCフレーム柱						既設柱とRCフレーム柱の離隔	RCフレームの施工方法			
	断面寸法		軸方向鉄筋		帯鉄筋		断面寸法		軸方向鉄筋		帯鉄筋				a/d	耐力比	
	断面幅	断面高さ	径	pt <sup>*1</sup>	径	pw <sup>*1</sup>	断面幅	断面高さ	径	pt	φ	pw					
I																	
II-1	370mm	370mm	φ13	0.42	φ6	0.12	3.00(2.00)							1.94	離隔なし	一体打ち 柱・梁別打ち	
II-2							3.00(2.05)	300mm	370mm	φ13	0.41	D10	0.1	2.54	20mm		
II-3							3.00(2.05)										

\*1 pt: 引張鉄筋比, pw: 帯鉄筋比

\*2 ( )内はRCフレームを設置した既設柱A, Bのせん断スパン比で、せん断スパンaを図2に示す上下突起部間の距離とし算出した。( )外は既設柱Cのせん断スパン比を示す。

キーワード 耐震補強工法、RC フレーム、丸鋼

連絡先 〒151-8578 東京都渋谷区代々木 2-2-2 東日本旅客鉄道(株) 構造技術センター 03-6276-1251



試験体 II-1 (10δy-1 回目)



試験体 II-2 (10δy-1 回目)



試験体 II-3 (10δy-1 回目)

写真-1 試験体の損傷状況

4. 試験結果

(1) 損傷状況

写真-1 に試験体 II シリーズの損傷状況を示す。試験体 II-1 は RC フレームを設置した既設柱に斜めひび割れが発生し、せん断破壊した。これは、RC フレームと既設柱が接していることで既設柱が RC フレームに拘束されたためだと考えられる。試験体 II-2、II-3 は、既設柱とフレーム柱に離隔を設けたことにより、試験体 II-1 のような既設柱のせん断破壊は発生しなかった。なお、フレーム柱の上下端に打継目を設けた試験体試験体 II-3 は打継目から目開きが発生し、損傷は基部に集中したが、RC フレームを一体打ちした試験体 II-2 には目開きが発生せず、基部から 1D に曲げひび割れが交差しヒンジ部が形成された。

(2) 荷重-変位関係

図-4 に各試験体の荷重-変位の包絡図を示す。試験体 II シリーズの最大荷重後の荷重低下勾配は、試験体 II-1、試験体 II-2、試験体 II-3 の順に緩やかになり、試験体 II-3 が最も優れた補強効果を示した。

(3) 軸方向短縮量

図-5 に引き側載荷時の各既設柱の鉛直変位と水平変位の関係を示す。図-6 に鉛直変位と水平変位の測定位置を示す。既設柱は左から既設柱 A、既設柱 B、既設柱 C とする。試験体 II-1 では 12δy、試験体 II-2 は 24δy で既設柱 A の軸短縮が発生した。一方、試験体 II-3 は試験終了時まで全ての既設柱で軸短縮は発生していない。これは既設柱とフレーム柱に離隔を設けたことで既設柱のせん断破壊を防げたこと、またフレーム柱の上下端に打継目を設けたことで目開きが発生し補強効果が得られ既設柱の損傷を抑えられたためだと考えられる。

4. まとめ

今回の試験の範囲で得られた知見は以下の通りである。

- ・ フレーム柱と既設柱を密着させた試験体 II-1 は、RC フレームを設置した既設柱に斜めひび割れが発生し、既設柱の鉛直変位が大きく低下した。一方、フレーム柱と既設柱に離隔を設けた試験体 II-2、II-3 は、既設柱の斜めひび割れを防ぐことができ、鉛直変位の低下を抑えることができた。
- ・ 試験体 II-3 は、最大荷重後の荷重低下が緩やかになり変形性能に優れており、既設柱の軸短縮の発生を防ぐことができた。フレーム柱に丸鋼を用いる場合、フレーム柱上下端に打継目を設けることは有効である。

参考文献

1) 桑木野、伊東：丸鋼鉄筋を用いた RC 部材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集，Vol37，No2  
 2) 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説（コンクリート構造物），丸善，2004.年 4 月

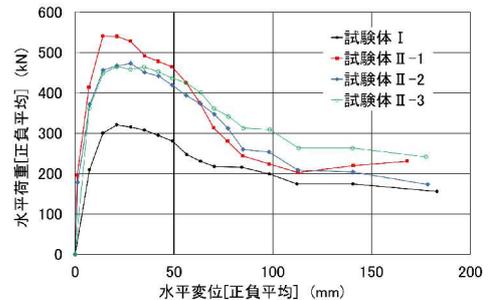


図-4 荷重-変位の包絡図

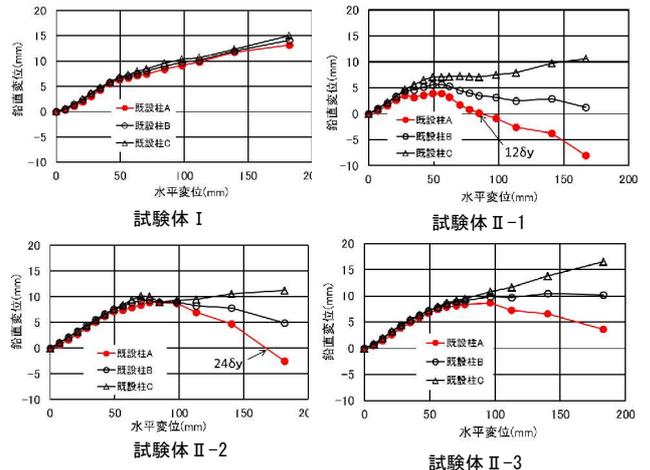


図-5 鉛直変位-水平変位の関係

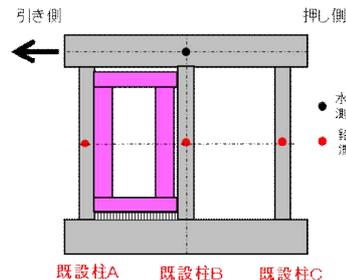


図-6 変位測定位置