

定着方法の異なる丸鋼鉄筋を用いた RC 柱の変形性能について

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

丸鋼を用いた RC 部材は鉄筋とコンクリートの付着強度が小さいことから、変形性能が異形鉄筋と異なることが報告されている。本研究では丸鋼鉄筋のフーチングへの定着方法の違いによる変形性能の違いを確認するため、定着方法の異なる既存の鉄道 RC 高架橋を模擬した試験体による正負交番載荷試験を実施した。

2. 試験概要

試験体の諸元を表-1に、形状および配筋を図-1に示す。試験体は既存の RC 高架橋を模擬した大型試験体 L (700mm×700mm) 2体と小型試験体 S (450mm×450mm) 3体の合計5体で、全て曲げ破壊型となるよう曲げせん断耐力比(せん断スパン比の影響を考慮したせん断耐力<sup>1)2)</sup>と部材が曲げ耐力に達する時のせん断力の比) 1.0以上で配筋している。S-3は異形鉄筋を用いて、それ以外は丸鋼鉄筋を用いている。L-1、S-1、S-3はフーチングへの軸方向鉄筋の定着方法を半円フックにより定着し、L-2、S-2は半円フックを設けておらず定着長は丸鋼の付着強度<sup>2)</sup>から算出した定着長(35φ~47φ)以上となるよう全ての試験体で50φとした。載荷方法は、軸方向鉄筋が初降伏した時または水平荷重が降伏荷重の計算値に達した時のいずれか早い方の載荷点変位を降伏変位 δy とした。本試験では全試験で後者小さくなった。なお、計算値とは平面保持を仮定した既往の耐力評価式<sup>3)</sup>である。各サイクルでの繰り返し回数は3回とし軸方向圧縮力は0.98N/mm<sup>2</sup>で一定とした。

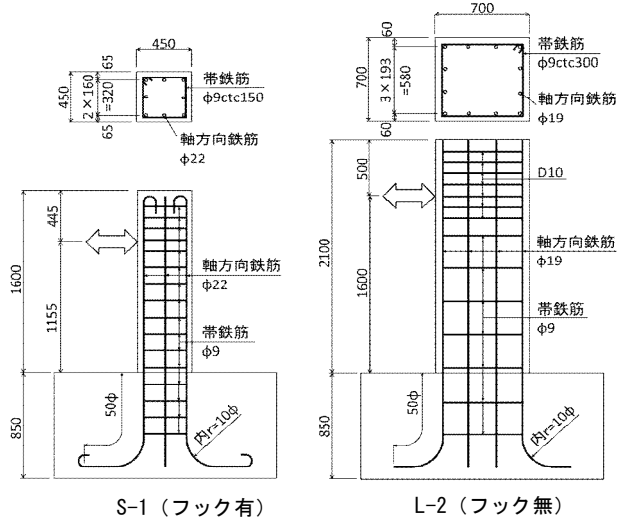


図-1 試験体の配筋例

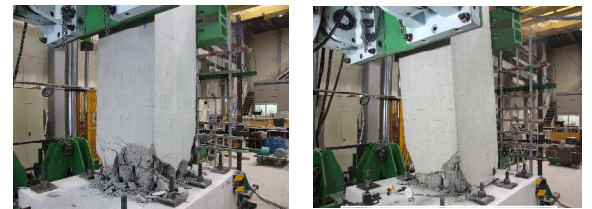


図-2 損傷状況 (38 δy 時)

3. 試験結果

(1) 損傷状況

図-2にL-1、2の38δy時の損傷状況を示す。半円フックを設けたL-1、S-1は、2δyで軸方向鉄筋が降伏し、6δy付近で基部両端の角にひび割れが生じ、基部隅角部のコンクリートが圧壊して水平荷重が低下した。試験終了時の基部の損傷範囲は0.6~0.7D (D:断面高さ)であった。半円フック無しのL-2、S-2は基部でコンクリートが徐々に剥離し、基部隅角部のコンクリートが圧壊したが、L-1、S-1と比べて損傷の進展が遅く、試験終了時の基部の損傷範囲は0.2D~0.3Dであった。なお、S-2は6δyで柱上端の軸方向鉄筋定着部から斜めひび割れが発生し、これ以降の基部の損傷は限定的で水平荷重も低下した。

表-1 試験体諸元

試験体	断面		軸方向鉄筋			帯鉄筋				コンクリート強度		耐力比	a/d	鉄筋種類	半円フック
	b	h	径φ	本数	引張鉄筋比 P <sub>w</sub>	径φ	本数	ピッチ	せん断鉄筋比 P <sub>w</sub>	柱	フーチング				
	mm	mm	mm	本	%	mm	本	mm	%	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>				
L-1	700	700	22	4	0.34	9	2	250	0.07	28.9	30.0	1.62	2.5	丸鋼	有
L-2	700	700	19	4	0.25	9	2	250	0.07	24.5	25.6	1.47	2.5	丸鋼	無
S-1	450	450	22	3	0.66	9	2	150	0.19	26.1	28.1	1.65	3.0	丸鋼	有
S-2	450	450	22	3	0.66	9	2	150	0.19	18.9	20.3	1.65	3.0	丸鋼	無
S-3	450	450	22	3	0.67	10	2	150	0.21	17.5	26.6	1.73	3.0	異形	有

キーワード 丸鋼鉄筋, 変形性能, 静的正負交番載荷試験

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

(2) 軸方向鉄筋ひずみ

図-3にL-1、L-2の軸方向鉄筋の高さ方向のひずみ分布を示す。L-1は、荷重ステップの進展に伴い丸鋼鉄筋とコンクリートの付着劣化により柱部分のひずみが高さ方向に平均化している。一方、半円フックのないL-2は降伏ひずみに達しておらず、 $2\delta_y$ 以降から柱全体のひずみは低下しており、軸方向鉄筋が抜け出したと考えられる。またこの抜け出しにより基部から350mmより上のひずみが大きくならなかったことが、(1)で述べたとおり損傷範囲が0.3Dに限定されたと考えられる。

(3) 履歴曲線

図-4に各試験体の履歴曲線を示す。これは履歴曲線の形状を比較するため各ステップで縦軸を最大荷重、及び横軸を最大変位で正規化した。半円フックを設けたL-1、S-1では安定した履歴ループを維持し高い変形性能を示した。L-2は、 $2\delta_y$ 以降から荷重除荷時にスリップし跳ね上がる挙動を示し、これは軸方向鉄筋のフーチングからの抜け出しの影響によるものと考えられる。S-2は逆S字型の履歴曲線を示し、柱上端部にひび割れ発生した $6\delta$ 以降からL-2と同様に荷重除荷時に跳ね上がる挙動を示した。

(4) 荷重と変位の関係

図-5に各試験体の荷重変位曲線を示す。なお、縦軸は荷重を降伏荷重の計算値で除して正規化している。異形鉄筋と比べて丸鋼鉄筋の試験体は荷重低下が緩やかになっている。大型試験体L-1、L-2は小型試験体S-1、S-2と比べて最大荷重後の荷重低下が小さかった。半円フックなしのL-2は(2)で述べたとおり、軸方向鉄筋が降伏する前にフーチングからの抜け出しが発生したため半円フックありのL-1と比べ最大荷重が小さくなった。

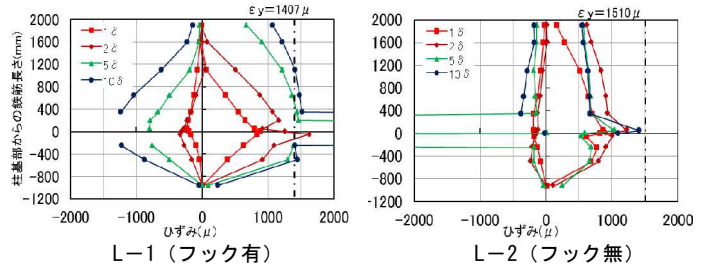


図-3 軸方向鉄筋ひずみの高さ方向分布

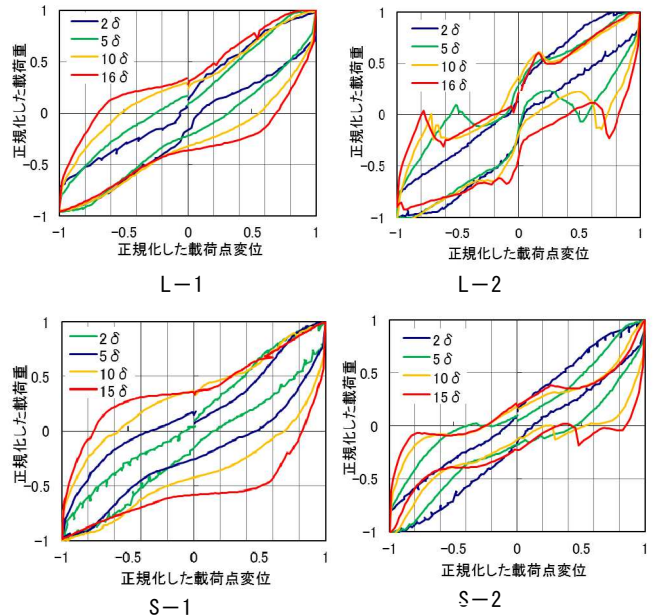


図-4 履歴曲線

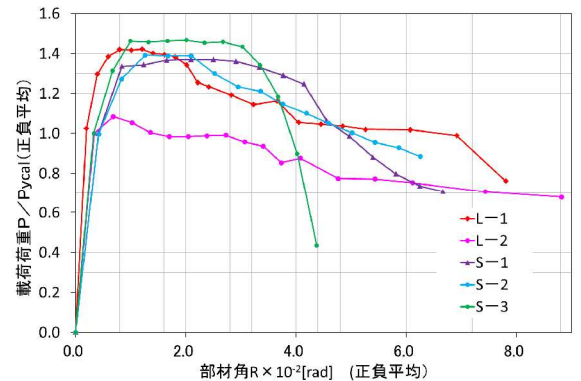


図-5 荷重荷重を正規化した荷重変位曲線

4. まとめ

本稿では、フーチングへの軸方向鉄筋の定着方法を変えた試験体の交番荷重試験結果を示した。今回の試験の範囲で得られた知見は以下の通りである。なお、S-2は試験途中で柱上端部からひび割れが発生し、フーチングでの半円フックの影響を考慮できなかったため下記の知見には含めていない。

- ・ 半円フックを設けない試験体は、丸鋼の付着強度から算出した定着長以上 ( $50\phi$ ) としても、繰返し荷重によりフーチングから軸方向鉄筋の抜け出しが起き、履歴曲線は荷重除荷時にスリップし跳ね上がる挙動を示す。
- ・ 半円フックを設けない試験体は、設けた試験体と比べ損傷の進展が遅く試験終了時の基部損傷範囲が小さい。

参考文献

- 1) 二羽淳一郎, 山田一字, 横沢和夫, 岡村甫: せん断補強鉄筋を用いない RC 梁のせん断強度式の再評価, 土木学会論文集, 第 372 号, V-5, pp.167-176, 1986.8
- 2) 石橋忠良, 松田好史, 斉藤啓一: 少数本のくいを用いたフーチングのせん断設計について, 土木学会論文報告集, 第 337 号, pp.197-204, 1983.9
- 3) 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