

鉄道高架橋RC柱部材の鉄筋高強度化に向けたじん性試験

日本鉄道建設公団 正会員 山東 徹生
 日本鉄道建設公団 正会員 木下 哲郎
 鉄道総合技術研究所 正会員 戸塚 信弥

1. まえがき

兵庫県南部地震以降、鉄筋コンクリート構造物に対して柱の耐力およびじん性を増大させた設計が求められている。このことは他方で過密配筋をもたらす要因となるため、筆者らはその緩和策として鉄筋の高強度化について検討を進めてきた。これまで新幹線等の鉄道橋ではSD345を標準的に使用しており、設計標準¹⁾でも主に同種の鉄筋を用いた研究²⁾を基にじん性率算定式が与えられている。今回、SD390の実大模型柱による交番載荷試験を行い、設計への適用性を確認したのでここに報告する。

2. 試験概要

試験は既往の研究結果を基に計画し、鉄筋材料は市場性、汎用性を考慮してSD390を採用した。

供試体は新幹線のラーメン高架橋（高さ 8m）を想定して、中間帯鉄筋の効果を正しく再現するため実大模型柱とし、せん断スパンが柱高さの 1/2 で固定であると仮定して柱の半分のみを再現した。帯鉄筋の施工性を比較するため定着方式をフック（No.1）とフレア溶接（No.2）の2タイプとし、No.1 のフック長はコア領域（8 角形の中間帯鉄筋の内側とみなす）に達するよう 15φ とした。また比較対象としてSD345 供試体（No.3、別シリーズ）を用い、軸方向鉄筋量を調整して3 供試体の設計曲げ耐力を合わせた。各供試体の諸元を表-1 に、概要図を図-1 に示す。また使用材料の試験結果を表-2 に示す。

載荷は一定軸力（320tf、約 3.9N/mm²）の下に行い、せん断スパン高さの位置での正負水平交番載荷とした。軸方向鉄筋降伏時の水平変位を $1\delta_y$ とし、 $\pm 1\delta_y$ 、 $\pm 2\delta_y$ 、 $\pm 3\delta_y$ … の各変位を3 回ずつ繰り返すパターンで変位制御方式により加力した。

3. 試験結果と考察

荷重変位曲線の包絡線（ $\pm 2\delta_y$ 以降は初サイクルのピーク間を結ぶ）を図-2 に、主な結果を表-3 に示す。No.1、2 は $6\delta_y$ 、No.3 は $5\delta_y$ で載荷を終了した。

かぶりの崩落は終了時で、No.1 の正側圧縮面が約 120cm、その他は約 90cm で、側面は崩壊しなかった。

軸方向鉄筋の座屈は No.1、2 では中間帯鉄筋による拘束箇所では加力直角方向に、その他の箇所では加力方向に発生した。外周の帯鉄筋が円弧状に変形し拘束力を失ったためである。

帯鉄筋は No.1 では $-5\delta_y$ 時に座屈した軸方向鉄筋の腹部で押出されて母材が破断、フックの拔出しはなかった。No.2 では終了まで溶接部、母材ともに破断は生じなかった。No.3 で軸方向鉄筋の座屈により外周、中間ともフックが外れたことを考え合わせると、十分な長さのフックを設けることにより溶接と同等の設計が可能であるといえる。

じん性率（最外縁鉄筋の降伏時を降伏変位として定義した）は帯鉄筋の強度を増した分 No.1、2 が No.3 を上回った。軸方向鉄筋の破断には至らなかったため、鉄筋高強度化に際し懸念される変形性能の減少の影響は受けなかったと考えられる。また、設計標準による降伏変位の計算値を分母にじん性率を算出すると設計標準から求まるじん性率を上回り、設計に際しては同標準の算定式が適用可能であることが分かった。

キーワード じん性率、高強度鉄筋、ラーメン高架橋

連絡先 〒100 東京都千代田区永田町 2-14-2 電話 03-3506-1861 FAX03-3506-1891 （山東）

4. まとめ

得られた結論としては、①設計標準のじん性率算定式が SD390 にも適用可能である、②帯鉄筋の定着はフック長を十分長くすれば溶接に替えることができる、が挙げられる。

今回は実用性の範囲内での材料選定としたが、機会があればより高強度の鉄筋を用いて傾向を把握したい。

表-1 供試体の諸元一覧

供試体	b×D (mm)	せん断 スパン	コンクリート 圧縮強度 試験値 (N/mm ²)	軸方向 鉄筋 (鉄筋比)	帯鉄筋			帯鉄筋 定着方法
					脚部（2D区間）		一般部	
					外周帯鉄筋 (鉄筋比)	中間帯鉄筋 (鉄筋比)	(鉄筋比)	
No. 1	900 × 900	3.3	29.2	SD390 16-D32 + 12-D29 (2.52%)	SD390 D13φ100 (0.28%)	SD390 D13φ200 (0.14%)	SD390 D13φ150 (0.19%)	折曲フック (1=15φ)
No. 2			30.3		同上	同上	同上	フル溶接
No. 3			28.0	SD345 30-D32 (2.94%)	SD345 D13φ100 (0.28%)	SD345 D13φ200 (0.14%)	SD345 D13φ100 (0.28%)	折曲フック (1=6φ)

図-1 供試体の概要

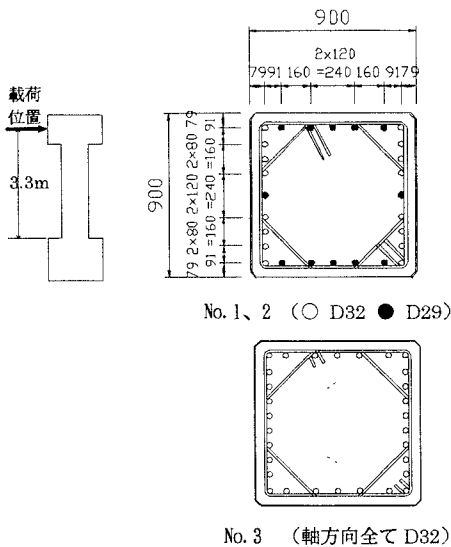


表-2 鉄筋の材料試験結果

種別	呼び名	降伏点強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (×10 ³ N/mm ²)
SD390	D32	425	624	1.66
	D29	443	647	1.72
	D13	469	646	1.72
SD345	D32	380	580	1.89
	D13	376	551	1.94

図-2 荷重-変位関係の包絡線

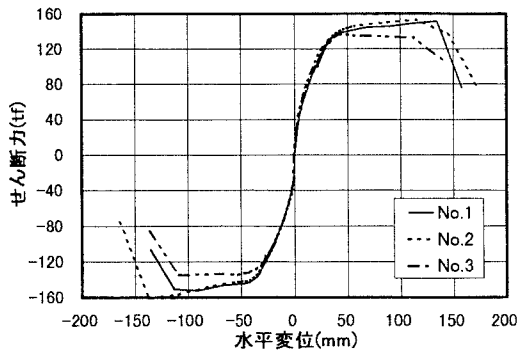


表-3 試験結果およびじん性率の計算

供試体	方向	降伏耐力 (tf)	最大耐力 (tf)	降伏変位 δ_y (mm)	平均値	降伏変位の 計算値 δ_{ys} (mm)	終局変位 δ_u (mm)	平均値	じん性率 δ_u / δ_y	じん性率 δ_u / δ_{y2}	設計標準の じん性率
No. 1	正	120	151	29.3	29.3	16.6	144.3	135.1	4.6	8.1	7.2
	負	124	151	29.3			125.9				
No. 2	正	120	153	29.3	28.2	16.5	152.5	151.2	5.4	9.2	7.2
	負	120	161	27.0			149.8				
No. 3	正	123	137	27.8	27.3	16.4	122.8	119.5	4.4	7.3	6.2
	負	121	135	26.7			116.4				

参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説—コンクリート構造物，丸善，1992.11
- 2) 石橋忠良・吉野伸一：鉄筋コンクリート橋脚の地震時変形能力に関する研究，土木学会論文集，第390号，pp57～66，1988.2