

縮小率を大きくした段落し部を有する RC 橋脚試験体の破壊性状に関する実験

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○小林 寿子
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 小林 薫

1. はじめに

地震時の構造物の動的挙動や破壊メカニズムの解明には、振動試験による把握が有効である。振動試験では地震時の慣性力を試験体に作用させるため、作用慣性力に応じたマスを用いるが、試験装置の性能から、マスを質量制限内に収めなければならない。さらに、試験体破壊時の安全対策として、マスが落下しない設備も必要となる。このため、振動試験に使用するマスを小さくできれば振動試験の簡素化が図れるが、一方で、RC 橋脚の試験体では断面を小さくすることになり、RC 橋脚本来の挙動の再現性確認が必要と思われる。

そこで本検討では、段落し部を有する RC 橋脚の縮小率を大きくした試験体 (約 1/5 と約 1/15 の縮小率) の静的交番载荷試験を行い、破壊性状の検討を行ったので報告する。

表-1 試験体諸元

※φは主鉄筋径 (1/5 縮小=10, 1/15 縮小=6)

試験体	せん断スパン mm	断面 D×W mm	段落し 高さ mm	1Dより 上の定 着長φ※	コンクリート・モルタル 圧縮強度 Mpa		軸力 Mpa	主鉄筋配置		帯鉄筋配置	最外縁主 筋純かぶり mm	主鉄筋比		曲げせん断耐力比		降伏時曲げ モーメント比 Myc/Mxyc
					柱	フーチング		段落し部	基部			段落し部	基部	段落し部	基部	
1/5縮小	2200	350× 1050	1000	65	20.2	24.3	0.7	D10×19本	D10×25本 D10×25本	D6-120mm 間隔-4組	30	0.0037 0.0097	2.43	2.51	0.96	
1/15縮小	860	100× 150	490	65	27.3	37.5	0.0	D6×2本	D6×3本 D6×1本	D6-250mm 間隔-1組	25	0.0042 0.0084	2.80	3.86	1.03	

2. 交番载荷試験

表-1 に試験体諸元、図-1 に試験体概要を示す。

図-2 の Myc は段落し部の曲げ降伏耐力、Mxyc は基部が曲げ降伏耐力に達したときにカットオフ点に発生する曲げモーメントを表す。カットオフ鉄筋の定着長を考慮すると、耐力分布はカットオフ点より下のある高さで段差が生じるが、定着長が正

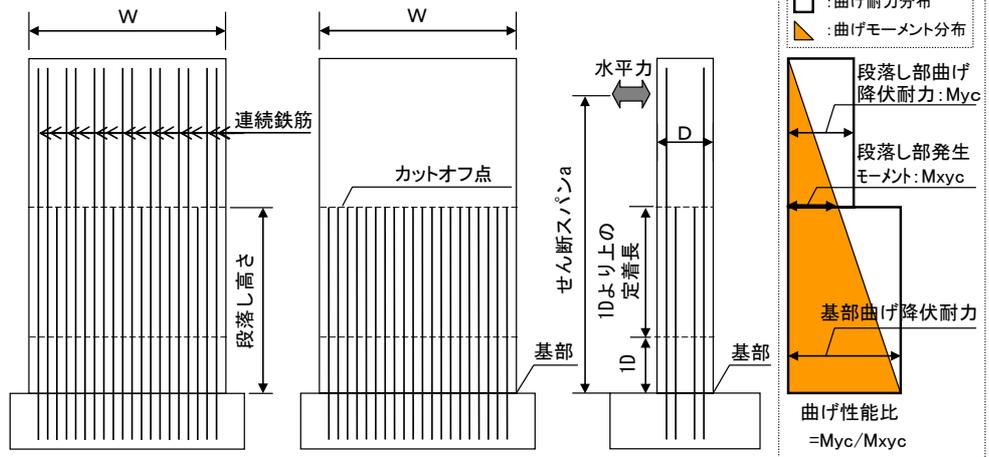


図-1 試験体概要

図-2 降伏時曲げモーメント比

正確に分からないため、ここではカットオフ点のモーメントを指標とし、基部よりカットオフ点に損傷が集中するように 1.0 程度に設定した。

実験は、図-1 のように橋脚頭部に静的に水平変位を作用させ、参考文献¹⁾を参考に計算した基部降伏時の载荷点変位を δy とし、整数倍の変位 $n \times \delta y$ (1, 2, 3, ...) で正負交番载荷した。

3. 破壊性状

1/5 縮小および 1/15 縮小の荷重とじん性率の関係を図-3 に示す。耐力の異なる 2 体を比較するため、 δy 時の载荷点荷重を P_y とし、 P_y に対する比率を縦軸に示した。×印は包絡線上の P_y を下回る点で、併記した数値はその点のじん性率を示している。

1/5 縮小は、 $3 \delta y$ で最大荷重となり、その後段落し部で圧壊、荷重が低下した。1/15 縮小は $4 \delta y$ で最大荷重

重となり、段落し部で圧壊し、荷重が低下した。じん性率は1/15 縮小のほうが大きい、圧壊後の荷重低下はやや急であった。

各載荷ステップ時のひび割れ状況を図-4 に示す。図の升目は1/5 縮小が100mm 角、1/15 縮小は50mm 角で、点線はカットオフ点と1D の高さ、▲は帯鉄筋位置を示す。1D より上のカットオフ鉄筋定着長は、いずれも65φである。

1/5 縮小と1/15 縮小のひび割れはほぼ帯鉄筋位置に発生し、その後、発生したひび割れの中に発生した。2δy でカットオフ点付近の曲げひび割れが斜め下方へ伸展、2δy 以降はカットオフ点付近のひび割れだけ開くようになり、損傷がカットオフ点近傍に集中したまま段落し部で破壊した。ひび割れ本数は1/15 縮小のほうが少なく、帯鉄筋本数が少ないことの影響と推察されたが、破壊に至る経緯は同様の傾向を示した。

Py を下回った載荷ステップの段落し部を写真-1 に示す。点線はカットオフ点高さである。かぶりが主鉄筋まで剥離した範囲を載荷方向4 点の平均値で算定したところ、1/5 縮小は23Φ (230mm)、1/15 縮小は22.7Φ (136mm) となった。

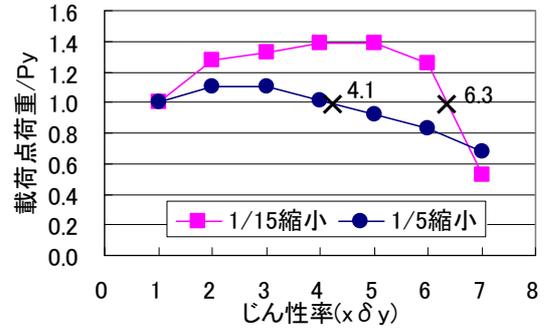


図-3 荷重とじん性率の関係

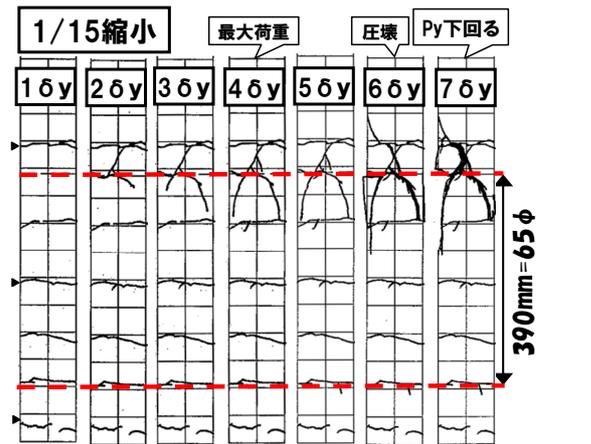
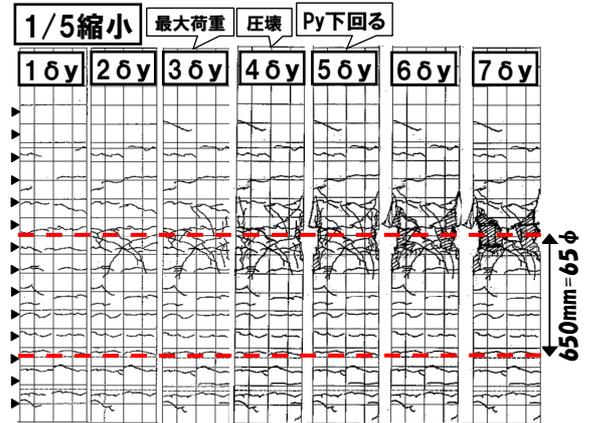


図-4 各載荷ステップのひび割れ状況

5. 設計荷重と実験値の比較

表-2 に、参考文献¹⁾を参考に算定したPy とPu の計算値と、実験値を示す。Py は、基部が降伏したときの載荷点変位の計算値を部材降伏の基準としたため、基部降伏の計算値とした。Pu は、段落し部で破壊したため、段落し部断面の曲げ耐力を、載荷点～カットオフ点までの長さで除したものとした。

Py、Pu のいずれも実験値が計算値を上回り、その比率は概ね1.0~1.1 倍程度であった。

6. まとめ

主鉄筋比・帯鉄筋比・1D より上のカットオフ鉄筋の定着長・降伏時曲げモーメント比をほぼ同等とした1/5 縮小と1/15 縮小試験体の静的交番載荷試験により、以下の結果が得られた。

- ・ 降伏時曲げモーメント比を1.0 程度とした1/5 縮小、1/15 縮小は、カットオフ点付近で破壊した。破壊に至る経緯は同様の傾向を示したが、1/15 縮小はひび割れ本数が少なく、やや急激な荷重低下が見られた。
- ・ 曲げひび割れの発生と帯鉄筋位置の関連性が推察された。
- ・ Py を下回った載荷ステップ時の主鉄筋までかぶりが剥離した範囲は、主鉄筋径を指標とするとほぼ同等であった。
- ・ 曲げ耐力の実験値を計算値で除した値は概ね1.0~1.1 倍程度でほぼ同等であった。



写真-1 Py を下回ったときの損傷状況

表-2 計算値と実験値の比較

試験体	計算値	実験値	実験値 / 計算値 (Py)	破壊位置	計算値	実験値	実験値 / 計算値 (Pu)
	Py (kN) 基部	Pyt (kN) 基部			Pu (kN) カットオフ	Put (kN) カットオフ	
1/5縮小	168.73	179.65	1.06	段落し	181.30	197.75	1.09
1/15縮小	3.87	4.31	1.11	段落し	5.83	5.97	1.02

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、2004. 4