

RC および SRC 大型壁式橋脚模型の載荷実験

北海道開発土木研究所 正会員 ○皆川 昌樹
 北海道開発土木研究所 正会員 池田 憲二
 三井建設（株） フェロー 三上 浩
 室蘭工業大学 正会員 岸 徳光

1. はじめに

外面リブ付き鋼管・コンクリート合成構造(以下, SRC)橋脚は, 近年の社会資本整備のコスト縮減, 省力化施工, 工期短縮および重要構造物の耐震性向上の要求に対する構造として提案されたもので, 断面内にコンクリートとの付着に優れた外面リブ付き鋼管を補強材として複数本配置するところに特徴がある. 既往の研究¹⁾²⁾で扁平比が1:2.5程度以下の小型橋脚模型での実験では, 本構造が鉄筋コンクリート構造(RC)橋脚と同程度以上の耐力, 数段優れた靱性能を有することが確認されている.

一方, 本構造を扁平比の大きい壁式橋脚に適用する場合, 鋼管のせん断力負担性状や断面長辺方向の応力分担性状, 帯鉄筋や中間帯鉄筋の効果など, 解明しなければならない課題も多い. そこで本研究では扁平比が1:3以上の大型壁式橋脚試験体をRCおよびSRC構造で製作し, 水平単調載荷³⁾および交番載荷実験によって耐荷性状を比較検討した.

2. 実験概要

本実験に用いた試験体は, 高さ3.5m, 扁平比1:3.125のRC橋脚模型と外面リブ付き鋼管(φ500, 板厚6mm, リブ間隔40mm, リブ高さ2.5mm, リブ天端幅4.0mm)を一行に3本配置したSRC橋脚模型, 各2体の計4体である(図-1). 両試験体の配筋計画等は道路橋示方書に準拠し, 材料の規格値を用いて断面分割法によって算出した計算上の曲げ耐力が同程度になるように計画したが, 鋼管の力学的特性が規格値を大幅に上回っていたため(表-1), 実験での耐力はSRC試験体の方が幾分大きくなっている.

実験は実橋と同様に橋脚への上部工の曲げ剛性による拘束効果を考慮するため, 支間30m, 総重量約1,010kNの実規模二径間連続桁模型の中間橋脚位置に各試験体を設置して実施した(図-2). 上部工と試験体間はピン接合し, 回転を拘束せず死荷重のみ作用する構造とし, 上部工死荷重が試験体に約980kN(0.49N/mm²)作用するよう, 試験体直上部の鋼桁上に鋼板を設置した. 載荷荷重はロードセル, 水平変位はワイヤ式変位計にて測定している. 載荷はピンの部分に油圧ジャッキを設置し, 試験体が破壊するか, またはジャッキストロークの限界まで実施した.

3. 実験結果および考察

単調載荷実験における荷重-変位関係では, SRC構造は明瞭に変位が増大することなく一気に最大荷重に達し, その後圧縮側基部のかぶりコンクリートが徐々に剥落して荷重が穏やかに低下したが, ジャッキスト

キーワード: 外面リブ付き鋼管, 合成構造橋脚, 靱性能

連絡先: 〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸1条3丁目 北海道開発土木研究所, TEL(011)-841-1698, FAX(011)-820-2714

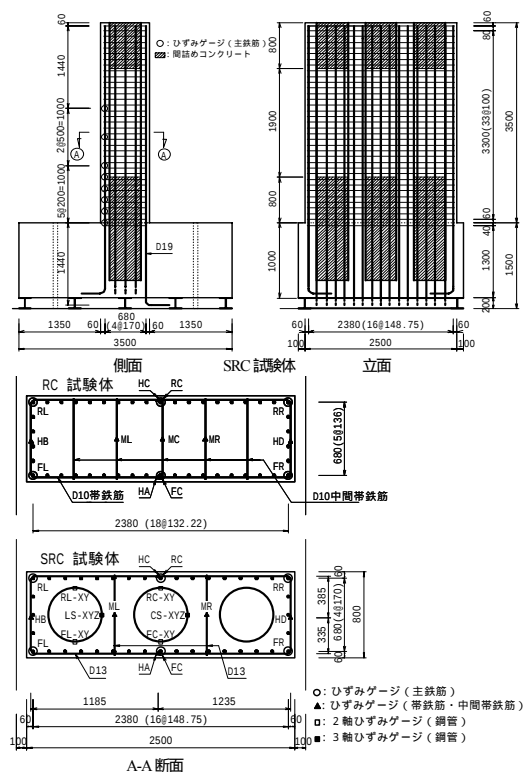


図-1 試験体の概要と計測位置図(単位:mm)

表-1 鋼材およびコンクリートの力学的特性

鋼材種	RC 試験体			SRC 試験体		
	径	降伏	引張	径	降伏	引張
鋼管 SKK490	-	-	-	φ500	478.0	627.0
帯鉄筋 SD295	D10	375.1	588.7	D13	377.2	559.5
軸鉄筋 SD345	D29	373.6	602.7	D19	383.9	596.3
載荷方法	単調	交番	単調	交番		
材令(日)	25	34	28	43		
圧縮強度(MPa)	28.6	31.0	32.6	32.8		
弾性係数(MPa)	17.3	19.9	24.5	18.9		
ポアソン比	0.182	0.217	0.192	0.169		

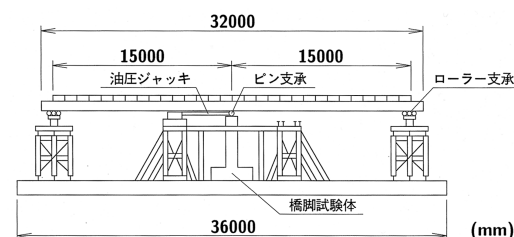


図-2 実験装置の概略図

ロークの限界に達しても軸鉄筋や鋼管に破断や座屈などが見られず載荷を終了している。交番載荷実験における荷重 - 変位履歴関係では、RC 構造は $6\delta_y$ の 1 回目で、SRC 構造は $9\delta_y$ の 2 回目で P_y を下回り終了した。この際、SRC 構造は軸鉄筋の破断とともに全ての鋼管が基部から 20cm 程度の高さで輪切り状に破断している。計算上の終局時変位は RC 構造の方が大きい。実験では SRC 構造の方が変位、最大耐力とともに RC 構造を上回った(図-3、表-2)。以上から SRC 構造壁式橋脚の耐力および靱性能は RC 構造と同等程度以上に期待できるものと考えられる。

帯鉄筋と中間帯鉄筋の断面高さ方向の歪み分布性状は、橋脚基部周辺で RC 構造では大きく、一部は降伏歪みに至り分布が乱れているのに対し、SRC 構造では歪みは $+2, +4\delta_y$ 載荷時で $1,000\mu$ 程度、 $+6\delta_y$ 載荷時でも $2,000\mu$ 程度である(図-4)。また、基部の損傷範囲は SRC 構造では RC 構造に比べて小さく 1D 程度以下で、側面のかぶりコンクリートの剥落もわずかである。このように、SRC 構造における帯鉄筋、中間帯鉄筋の分担張力は、特に橋脚基部において RC 構造に比べて大幅に小さく、これは、SRC 構造では鋼管がせん断力を大きく負担するため、鋼管外側 RC 部に作用するせん断力を軽減しているためと考えられる。

各測定高さにおける鋼管断面中央に発生した最大せん断応力は、基部から 20cm 程度までの範囲で最大 $2,600\text{N/mm}^2$ 程度と極めて大きく、鋼管が基部周辺でせん断力を大きく負担していることが分かる(図-5)。このため、上記のようにこの範囲での帯鉄筋や中間帯鉄筋の分担張力が RC 構造に比べて SRC 構造で著しく小さくなるものと考えられる。

なお、基部から 20cm における鋼管のせん断応力は中央鋼管と端部鋼管とで顕著に異なっている。これはこの高さでの鋼管の応力分担性状が長辺方向に様でないことを示している。このことは、本構造壁式橋脚が既往の研究成果²⁾に比べて靱性能が低いことと関連するものと考えられる。今後、長辺方向の応力分担性状をより平滑化するために、鋼管の配置位置や板厚などについて検討する必要があるものと考えられる。

4. まとめ

本研究の範囲内で得られた結論は以下の通りである。

- (1) SRC 構造は RC 構造と同等程度以上の耐力および靱性能を有する。
- (2) SRC 構造では、鋼管が橋脚基部におけるせん断力を大きく負担するため、帯鉄筋や中間帯鉄筋の分担張力は小さい。このため、SRC 橋脚基部の損傷は RC 橋脚に比べて軽微である。
- (3) 中央と端部の鋼管の応力分担性状は基部周辺の高さにおいて一様ではない。長辺方向の応力分担性状を一様にする、靱性能はさらに向上するものと考えられる。

[参考文献]

- 1) 福本, 川端, 久, 田村, 篠崎: 鋼管・コンクリート合成構造橋脚(ML 工法)の設計と施工, 橋梁と基礎, pp.10-15, 1999.3
- 2) 三上, 田村, 岸, 池田: 外面リブ付き鋼管を用いた合成構造橋脚の耐荷性状に関する一考察, 土木学会構造工学論文集 Vol.47A, pp.1433-1444, 2001.3.
- 3) 池田, 皆川, 佐藤, 三上, 岸: RC および SRC 大型壁式橋脚模型の水平単調載荷実験, 土木学会北海道支部論文報告集 第 58 号, pp.156-159, 2002.1.

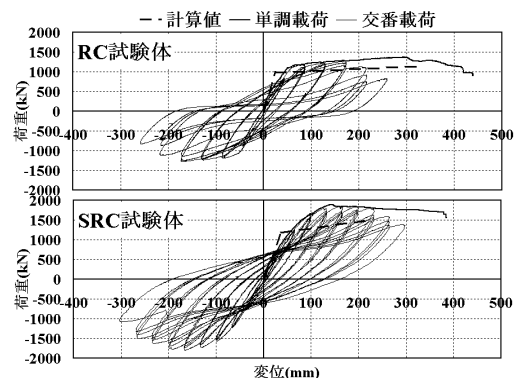


図-3 荷重 - 変位関係

表-2 実験および計算結果の比較

試験体名	載荷方法	計算値		単調載荷		交番載荷	
		降伏	終局	降伏	終局	降伏	終局
RC	$P(\text{kN})$	986.5	1145.4	821.0	1373.9	836.8	1241.0
	$\delta(\text{mm})$	25.0	321.0	33.8	441.9	42.9	215.0
SRC	$P(\text{kN})$	1181.7	1512.2	662.3	1890.6	748.3	1839.0
	$\delta(\text{mm})$	36.8	229.6	25.2	385.0	32.9	264.0

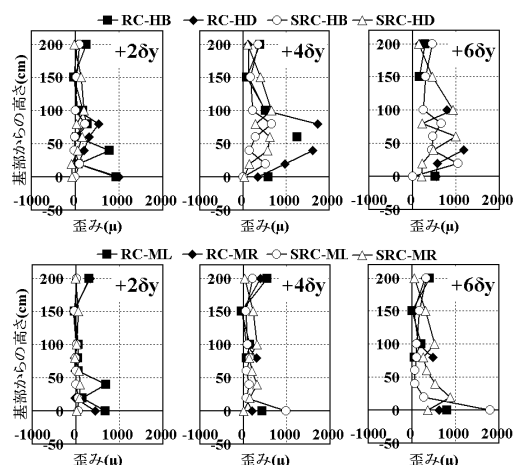


図-4 帯鉄筋および中間帯鉄筋の高さ方向歪み分布(交番載荷実験)

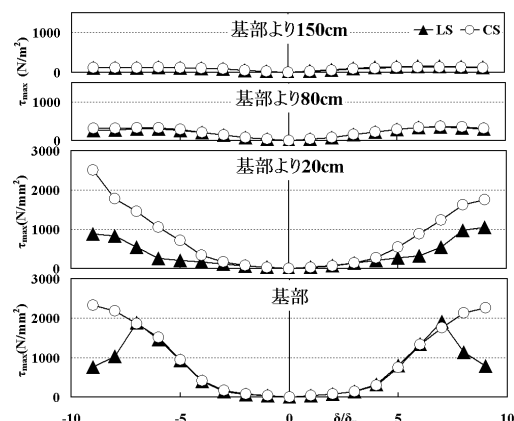


図-5 載荷振幅と最大せん断応力の関係(交番載荷実験)