

外面リブ付鋼管とコンクリートを合成した大型壁式橋脚模型の載荷実験

ー鋼管の外面リブの影響についてー

(独)北海道開発土木研究所 正会員 ○西 弘明 三井住友建設(株) フェロー 三上 浩

(独)北海道開発土木研究所 正会員 皆川 昌樹 室蘭工業大学 フェロー 岸 徳光

(独)北海道開発土木研究所 正会員 池田 憲二

1. はじめに

扁平比の大きい壁式橋脚の耐荷性能の向上，施工の省力化および工費縮減を図るため，著者らは橋脚断面内に主鉄筋の代わりに外面リブ付鋼管を配置した鋼管・コンクリート合成構造(以下，SRC)橋脚を提案し，RC および SRC 大型壁式橋脚試験体の載荷実験¹⁾を実施した．SRC 構造は，(1)RC 構造と同程度以上の耐力，靱性能を有する，(2)鋼管が負担するせん断力は，帯鉄筋よりも大きい，(3)大きな塑性率を確保でき，RC 構造と同等以上のエネルギー吸収能が発揮できること，などの知見を得ている．

一方，鋼管の外面リブの有無が SRC 構造橋脚の耐荷性状に与える影響については，高橋脚を想定した研究²⁾があるものの SRC 構造の合理的な設計手法を確立するためには，中小橋脚における鋼管の外面リブの影響に関する検討課題が残されている．本研究ではこの点に着目し，軸力をパラメータとし，鋼管の外面リブの有無が SRC 構造壁式橋脚の耐荷性状に及ぼす影響について，文献 1)と同様な SRC 構造試験体を用いた正負交番載荷実験により検討を行った．

2. 実験概要

本研究に用いた試験体は，高さ 3.5m，扁平比が 1:3.125 の鋼管(φ 500，板厚 6mm)を一列に 3 本配置した SRC 試験体 4 体である(表-1，2，図-1)．各試験体は材料規格値を用いて断面分割法によって計算した耐力が同等になるよう計画した．R タイプ試験体の鋼管にはリブ(間隔 80mm，高さ 6.0mm，天端幅 9.0mm)を，N タイプ試験体の鋼管には基部からの拔出防止のためにベースプレート(φ 700)を溶接している．

実験は実規模二径間連続桁橋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)．上部工と試験体はピン接合し，死荷重が試験体に約 980 および 1,960kN(0.49MPa および 0.98MPa)作用するよう重量を調整している．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．載荷はピン部分に油圧ジャッキを設置し，降伏変位 δ_y の整数倍の変位を振幅とする変位制御により，漸次変位を増加させ終局状態に達するまで 3 回ずつ繰り返し行った．

3. 実験結果および考察

各試験体の荷重－変位履歴関係(図-3，表-3)では，各試験体とも

キーワード：壁式橋脚，合成構造，外面リブ付き鋼管，軸力，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

表-1 試験体の種類

試験体名	R-0.49	N-0.49	R-0.98	N-0.98
外面リブの有無	有り	無し	有り	無し
軸応力(MPa)	0.49	0.49	0.98	0.98

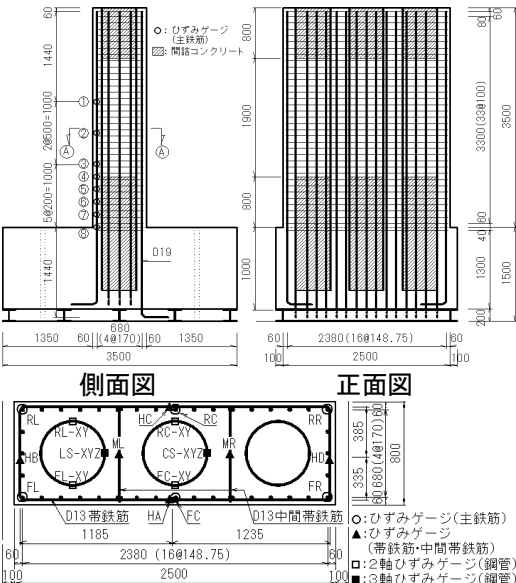


図-1 試験体の概要と計測位置図(単位:mm)

表-2 鋼材およびコンクリートの力学的特性

強度(MPa)	R-0.49, N-0.49		R-0.98, N-0.98	
	降伏	引張	降伏	引張
鋼材種				
鋼管 SKK490 φ 500	349.0	477.0	304.0	447.0
帯鉄筋 SD295 D13	377.2	559.5	377.0	516.0
軸鉄筋 SD345 D19	383.3	590.4	400.0	558.0
試験体名	R-0.49	N-0.49	R-0.98	N-0.98
圧縮強度(MPa)	31.0	32.6	42.8	44.0
弾性係数(GPa)	32.3	33.7	33.2	33.5
ポアソン比	0.210	0.209	0.218	0.202

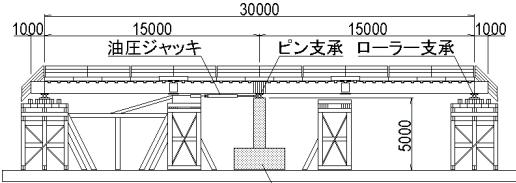


図-2 実験装置の概略図(単位:mm)

表-3 実験及び計算結果の比較(単位:kN, mm)

試験体名	R-0.49		N-0.49		R-0.98		N-0.98	
	降伏	終局	降伏	終局	降伏	終局	降伏	終局
実験 P	645	1307	692	1365	880	1391	808	1312
実験 δ	28	275	27	270	23	235	22	221
計算 P	921	1321	927	1332	992	1385	994	1385
計算 δ	23	192	23	192	21	182	21	183

に $3\delta_y$ でほぼ最大耐力に達した後、その耐力を保持した状態で $6\sim 7\delta_y$ まで変位が増加し、その後被りコンクリートの剥離と主鉄筋の破断に伴い耐力が低下し、 $10\delta_y$ の $2\sim 3$ 回目に降伏荷重 P_y を下回り試験を終了した。降伏および終局変位は、R タイプおよび N タイプ試験体ともに軸力が大きい試験体は小さくなる傾向にある。

荷重－変位関係の包絡線を横軸 δ_y で正規化して各試験体で比較した(図-4)。SRC 試験体は、RC 試験体¹⁾よりも最大耐力を保持できる変位振幅が大きく、外面リブの有無によって最大耐力以降の包絡線に若干の相違があるものの、いずれも急激な耐力低下を起こすことなく大きな塑性率を示している。以上のように R タイプと N タイプ試験体の耐荷挙動は軸力の大小に関わらずほぼ同様であり、橋脚に作用する軸力が比較的小さい場合には、鋼管の外面リブの有無が荷重－変位関係に与える影響は小さいものと考えられる。

帯鉄筋(中間帯鉄筋含む)の加力方向歪の柱高さ方向分布(図-5)より、各試験体ともに歪値はいずれの変位振幅においても降伏歪($1,900\mu$ 程度)に達していないことが分かる。N タイプは R タイプ試験体に比較して全般的に歪レベルが高く、帯鉄筋のせん断負担がより大きいことが分かる。これより、外面リブ付き鋼管を用いる場合には、リブなし鋼管を用いる場合に比べて、帯鉄筋量を低減可能であるものと判断される。

鋼管断面中央の測点(CS, LS)の 3 軸歪ゲージの計測結果を基に、各高さの鋼管に発生した最大せん断応力を載荷振幅ごとに示した(図-6)。図より、橋脚基部では鋼管がせん断断力を大きく負担していることが分かる。R タイプと N タイプ試験体のせん断断力度を比較すると、ほぼ全ての高さにおいて R タイプの方が N タイプ試験体よりも大きく、軸力が小さい試験体においてその傾向が顕著であることが分かる。これは、前述のように R タイプ試験体の帯鉄筋歪が N タイプ試験体に比べて小さいことに対応し、R タイプ試験体では鋼管のせん断断力が N タイプ試験体に比べて大きいため、鋼管外側に配置された帯鉄筋歪は小さくな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を示すと以下の通りである。

- 1) SRC 構造壁式橋脚では、橋脚に作用する軸力が比較的小さい(橋脚高が小さい等)場合には、鋼管外面リブの有無が耐力および靱性能に与える影響は軽微である。
- 2) SRC 構造壁式橋脚では、鋼管の外面リブの有無が鋼管および帯鉄筋のせん断断力分担性状に与える影響は大きく、特に軸力が小さい場合の基部において顕著である。

[参考文献]

- 1) 皆川他：外面リブ付き鋼管を用いた大型壁式橋脚模型の静載荷実験，コンクリート工学年次論文報告集 Vol.25, No.2, pp.1687-1692, 2003.7
- 2) 三上他：鋼管・コンクリート合成構造橋脚の耐荷性状に関する実験的研究，構造工学論文集 Vol.49A, pp.1087-1096, 2003.3

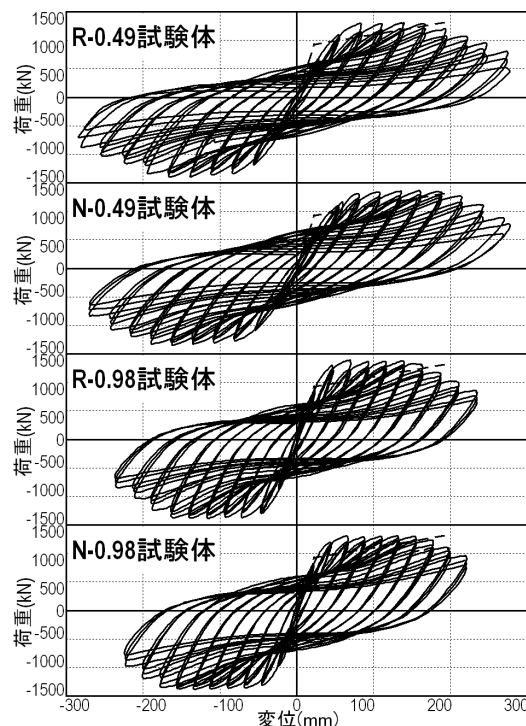


図-3 荷重－変位関係

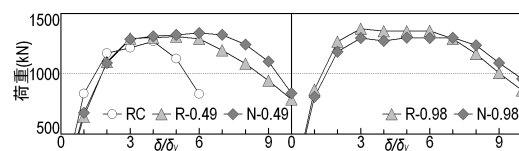


図-4 荷重－変位関係包絡線の比較

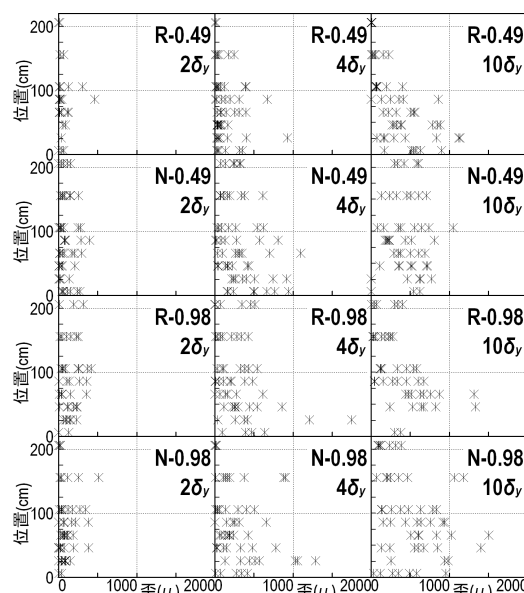


図-5 帯鉄筋の加力方向歪の分布性状

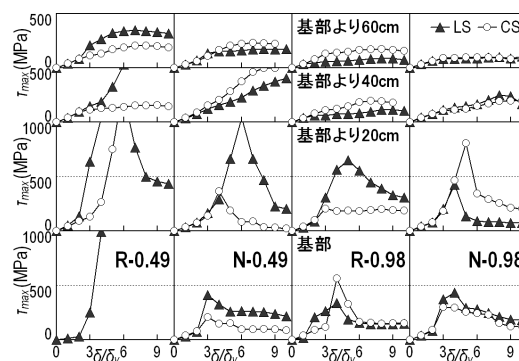


図-6 鋼管の最大せん断断力度の比較