

孔あき鋼板リブ付き鋼管ソケット接合の性能確認実験

(株) 横河ブリッジ 正会員 ○高嶋 豊 正会員 蒲原 武志 正会員 佐々木 保隆
 (株) 白石 正会員 小田 章治 正会員 茂木 浩二 正会員 梅田 法義

1. はじめに

著者らは、立体交差化の急速施工法「YS クイックブリッジ工法」の実用化に向け、構造上重要となる鋼製橋脚と基礎との接合部「クイックピアジョイント」（図-1）に関して研究開発を進めている。クイックピアジョイントは、鋼管橋脚を柱状体基礎（ケーソン、PC ウェル等）の上部に設置した鋼管（ソケット鋼管）の中に差し込み、その隙間にコンクリート（環状コンクリート）を充填し結合するもので、作業占有帯の縮小と工期短縮、工費削減が期待できる構造である。本検討は、このクイックピアジョイントに関して、模型供試体を用いた載荷実験により力学的挙動を確認し構造形式の妥当性・安全性を検証するものである。

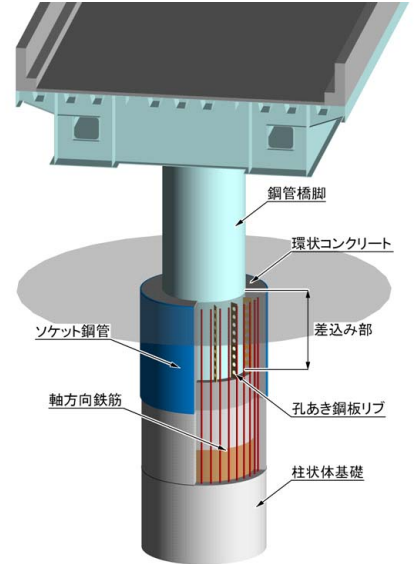


図-1 クイックピアジョイント

2. 実験の目的

これまでの検討¹⁾で、接合部の 1/3 スケール模型供試体を用いた載荷実験により、接合部の力学的特性の把握および安全性の検証を行った。鉄道構造物で実績のある従来形式（基本タイプ）については、接合部の安全性および設計方法の妥当性が確認され、実構造に適用可能であることが確かめられた。また、差込み部の橋脚側面に孔あき鋼板のずれ止め（以下、PBL）を設けて差込み長を短縮したタイプ（PBL 付タイプ）は、基本タイプに比べて接合部の損傷が小さく、優れた性能を有することが確認された。本検討では、PBL 付タイプの実用化のために、接合部の力学的特性に着目した実験を行った。

3. 実験概要

鋼管橋脚の接合部への差込み長（以下、差込み長）、PBL の有無・枚数、およびソケット鋼管厚をパラメータとした 8 ケース（表-2）について検討を行った。供試体は、橋脚と基礎の接合部を部分的に取り出したもので、試設計を行った実構造の約 1/7 スケールの縮小模型とした。接合部の破壊が先行するように、接合部以外の橋脚・基礎は実際より剛な断面とした。載荷の方法は図-2 に示す 3 点曲げとし、接合部に作用する曲げモーメント・せん断力のバランス、およびそれらの分布性状が実構造と近くなるようにモデル化した。載荷は、実構造を忠実にスケールダウンした場合の仮想橋脚が基部（図-2 の X-X 断面）で降伏に達するときの曲げモーメント作用時の変位を基準 ($1\delta_y$) とし、 $1\delta_y$ もしくは $2\delta_y$ ずつの片押し漸増繰返し載荷とした。

表-1 供試体タイプ

供試体タイプ	基本タイプ	PBL 付タイプ
接合部の構造概要図		
特徴	<ul style="list-style-type: none"> 曲げモーメントに対して、支圧力の偶力および摩擦力の偶力により抵抗する。 鋼材とコンクリートとの接合面にずれ止めを設けない。 	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管橋脚と環状コンクリートとの接触面に孔あき鋼板リブによるずれ止めを設ける。 曲げモーメントに対して、ずれ止めが抵抗し、ずれが生じたのちには支圧力の偶力および摩擦力の偶力により抵抗する。

表-2 実験ケース

供試体名	パラメータ			
	供試体タイプ	差込み長	PBL本数 (1本当たり孔個数)	ソケット板厚 (mm)
No.1	基本	1.0d	なし ○	6.4
No.2	基本	1.0d	なし ○	4.5
No.3	基本	1.5d	なし ○	4.5
No.4	PBL付	1.0d	4 (4) ⊙	4.5
No.5	PBL付	1.0d	6 (4) ⊙	4.5
No.6	PBL付	1.0d	8 (4) ⊙	4.5
No.7	PBL付	1.0d	6 (4) ⊙	6.4
No.8	PBL付	1.5d	6 (4) ⊙	4.5

キーワード：立体交差化工事，急速施工，接合構造，ソケット鋼管，孔あき鋼板リブ

連絡先：〒273-0026 千葉県船橋市山野町 27 番地 (株) 横河ブリッジ 技術本部 技術研究所 TEL047-435-6161

4. 実験結果

実験の結果、全ての供試体で接合部が破壊し終局に至った。各供試体の接合部上面（図-2のX-X断面）に作用する曲げモーメントと柱頭変位の関係を、図-3に示す。なお、図中において記された○印は仮想橋脚の降伏荷重を、□印は最大荷重を表している。また、表-3にはこれらの実験結果をまとめたものを示す。表中で剛性比とは、降伏荷重と降伏変位より各供試体の見かけの剛性を求め、比較基準とした No.2 の見かけの剛性との比を表したものである。

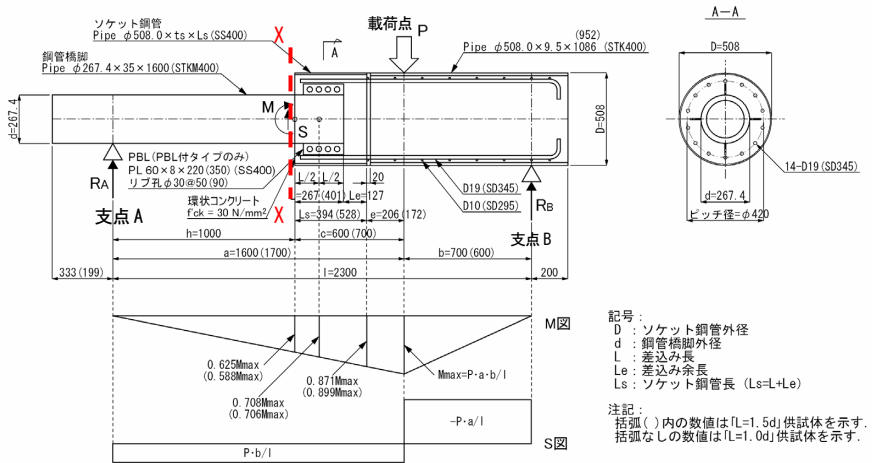


図-2 実験供試体および荷重方法（単位：mm）

①PBLの有無・枚数の影響 図-3より標準タイプの供試体であるNo.2、同じ条件でPBLを4枚設けたNo.4、PBL6枚のNo.5、PBL8枚のNo.6の実験結果を比較すると、No.4、No.5、No.6は剛性比、最大耐力ともにNo.2を上回り、剛性比で2.06倍、2.06倍、2.10倍、最大耐力で1.08倍、1.22倍、1.23倍となった。しかし、PBL付タイプのNo.4、No.5、No.6は最大耐力以降の荷重の低下が著しい。また、写真-1に示すように、PBLなしとPBL付とで最終破壊形態に違いが見られた。PBLなし（No.2）は鋼管橋脚の接合部からの抜け出しが顕著であり、PBL付（No.5）は橋脚と環状コンクリートが一体となり接合部から抜け出した。

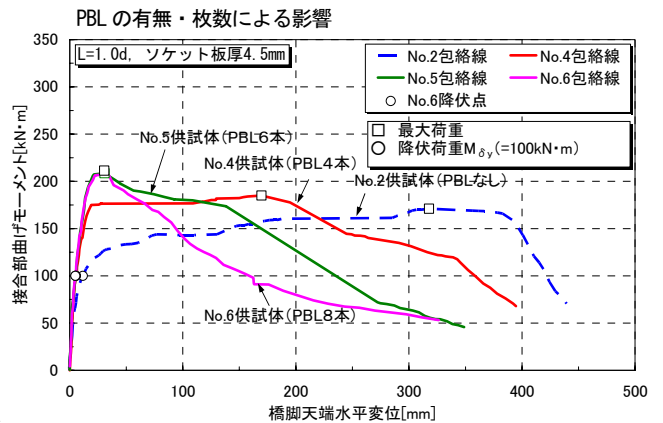


図-3 接合部曲げモーメントー柱頭変位

PBLの枚数の影響に関しては、剛性比、最大耐力ともPBL4枚（No.4）、6枚（No.5）、8枚（No.6）の順に大きくなるものの、No.5とNo.6とではほとんど差が見られない。このことから、PBLの枚数を増やすと接合部の剛性と耐力は向上するが、所定の枚数以上になると向上しなくなるものと思われる。

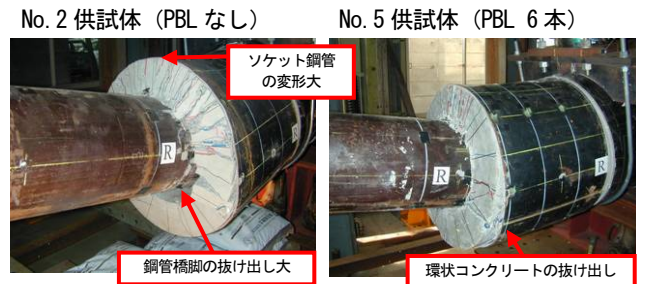


写真-1 最終破壊状況

②ソケット鋼管厚の影響 表-3より、ソケット鋼管厚が4.5mmのNo.2と板厚6.4mmのNo.1との比較から、No.1は剛性比、最大耐力ともにNo.2を上回った。ソケット鋼管厚を増厚することで接合部の剛性と最大耐力が向上すると言える。

③差込み長の影響 表-3より、差込み長が1.5d（d：橋脚の外径）のNo.3は剛性比、最大耐力ともに差込み長1.0dのNo.2を上回っている。

なお、差込み長1.0dの供試体の中で、剛性、最大耐力ともに差込み長1.5dのNo.3を上回ったのはNo.7のみであった。

表-3 実験結果

供試体名	降伏荷重 M _y (kN・m)	降伏変位 δ _y (mm)	剛性比 (No.2基準)	最大耐力 M _u (kN・m)	パラメータ
No.1	100	8.9	1.23	187	ソケット板厚
No.2	100	10.9	1.00	171	標準
No.3	100	6.8	1.60	236	差込み長
No.4	100	5.3	2.06	185	PBL4枚
No.5	100	5.3	2.06	209	PBL6枚
No.6	100	5.2	2.10	211	PBL8枚
No.7	100	5.2	2.10	246	PBL6枚, ソケット板厚
No.8	100	3.1	3.52	329	PBL6枚, 差込み長

本実験で考慮したパラメータである鋼管橋脚の差込み長、ソケット鋼管の板厚、PBLの有無・枚数はいずれも接合部の剛性、耐力に影響を及ぼすものであることが確認された。また、No.7供試体のように、PBLを設けてソケット鋼管厚を増厚すれば、従来形式である差込み長1.5dのNo.3供試体の剛性、最大耐力を上回り、接合部への差込み長1.0dへの短縮が可能であると考えられる。

参考文献：1) 高嶋豊, 増子康之, 春日井俊博, 佐々木保隆, 鹿浦純一：急速施工への適用を目指した鋼製橋脚と杭基礎との接合構造に関する実験的研究, 構造工学論文集 Vol.51A, pp.1759-1770, 2005.3