

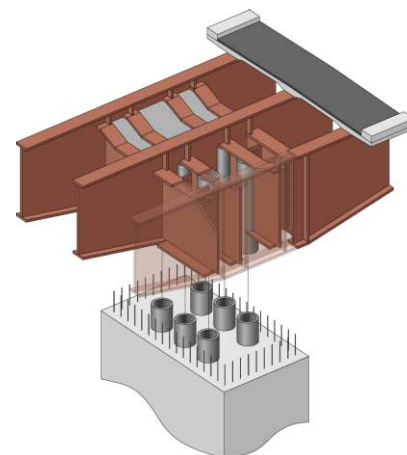
鋼管・コンクリート合成橋脚を用いた複合ラーメン橋の合理的接合法に関する基礎的研究

国土交通省 北海道開発局 正会員 ○三田村 浩
 (独) 北海道開発土木研究所 正会員 池田 憲二
 (独) 北海道開発土木研究所 正会員 皆川 昌樹

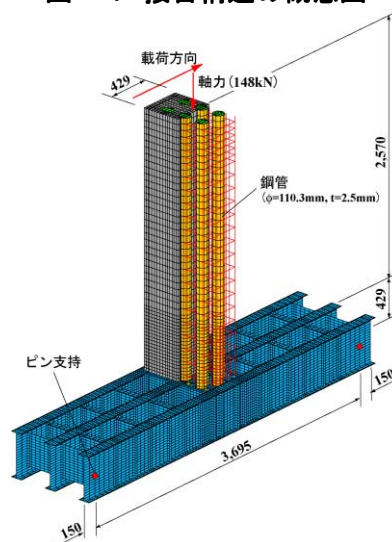
室蘭工業大学 正会員 岸 徳光
 株式会社 ドーコン 正会員 加藤 静雄
 株式会社 ドーコン 正会員 小林 竜太

1. はじめに

近年、耐震性の向上やコスト縮減および維持管理の軽減化を図った複合ラーメン橋が多数採用され、鋼桁と鉄筋コンクリート橋脚の剛結接合部構造に着目した研究が盛んに行われている。また、橋脚単体においても、省力化施工、工期短縮および耐震性の向上を目的として、従来型 RC 橋脚における軸方向鉄筋の代替として鋼管を採用する合成構造橋脚が提案され、多くの研究成果と施工実績が得られている。本研究では、複合ラーメン橋を対象とした合理的な剛結接合構造を開発することを目的として、鋼桁と外面リブ付き鋼管を用いた合成橋脚を剛結接合する構造を提案し、静的単調載荷実験や有限要素法による数値解析により、その耐荷力性状および変形特性に関する基礎的な検討を行った。



図－1 接合構造の概念図



図－2 試験体の概要

2. 接合構造の概要

提案する接合構造の概念図を図－1に示す。本構造は、橋脚内に複数本配置された外面リブ付き鋼管を主桁あるいは横桁に直接連結して力を伝達させ、橋脚頭部を主桁、横桁および型枠鋼板にて拘束することに特徴がある。型枠鋼板には、コンクリートあるいは軸方向鉄筋からの荷重伝達を考慮し、孔あき鋼板ジベルを配置している。また、既往の研究成果を参考にして、接合部内の主桁ウェブには鋼・コンクリート間の剥離を防止する程度のスタッドジベルを配置し、帯鉄筋は配筋していない。

3. 実験概要

本研究では、提案する接合構造の基礎的な構造特性を把握することを目的とし、静的単調載荷実験により検証することとした。試験体は支間 50 m、橋脚高 20 m 程度のラーメン橋を想定し、レベル2地震動を考慮した予備解析で得られた接合部の発生断面力を基に設計を行った。なお、実験装置の制約から、試験体は実構造物の 1/7 縮尺模型とした。図－2に試験体の概要を示す。なお、各部材の形状寸法や配筋状況等の詳細は紙面の都合により省略する。本実験では実構造に対して天地逆にした状態で試験体を設置することとした。荷重は橋脚頂部に上部工重量に相当する軸圧縮力 (148 kN) を作用させた後、変位を単調増加させるようにして載荷している。試験体は主桁端部から 150 mm 内側の桁高中心位置において回転のみを許容するピン支持としている。図－3には実験の状況を、表－1には使用した鋼材の力学的特性を示している。なお、使用したコンクリートの圧縮強度は 28.3 MPa、弾性係数は 24.1 GPa、ポアソン比は 0.20 であった。



図－3 単調載荷実験の状況

キーワード 複合ラーメン橋、接合構造、鋼主桁、外面リブ付き鋼管・コンクリート合成構造橋脚

連絡先 〒062-8602 北海道開発土木研究所 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 Tel 011-841-1698 Fax 011-820-2714

4. 数値解析概要

本数値解析では、鋼桁、鋼管、鉄筋およびコンクリートを忠実にモデル化し、構造の対称性を考慮して 1/2 モデルとした。適用した有限要素タイプは、鋼管および鋼桁、鉄筋、コンクリートに対して、それぞれ 4 節点シェル要素、梁要素、8 節点固体要素である。総節点数および総要素数は、それぞれ 24, 238, 27, 230 である。境界条件は実験時と同様に主桁端部から 150 mm 内側の桁高中心位置を回転のみを許容するピン支持とした。数値解析には、コンクリートの圧縮側に完全弾塑性体、引張側に線形軟化を考慮した構成則を適用し、鋼材および鉄筋には降伏後の歪硬化を考慮した等方弾塑性体モデルを適用して実施した。入力荷重は実験と同様に所定の軸力を載荷した後、載荷点に変位を単調増加させるように入力した。

5. 荷重－変位関係

図－4 には水平荷重－載荷点水平変位関係を実験結果と数値解析結果で比較して示している。図より、実験結果に着目すると、約 150kN で軸方向鉄筋が降伏し、250kN 程度までは荷重が直線的に増加する。その後、増加率が低下して最大荷重の約 300 kN に達している。ピーク到達後は、圧縮側側面のかぶりコンクリートが徐々に剥離して荷重が緩やかに低下するもののジャッキストロークの限界に至っても軸方向鉄筋や鋼管に破断や座屈等の兆候が見られず載荷を終了している。一方、数値解析結果に着目すると、最大荷重点近傍までは実験結果と良く対応していることがわかる。

6. 接合部の曲げモーメント－回転角関係

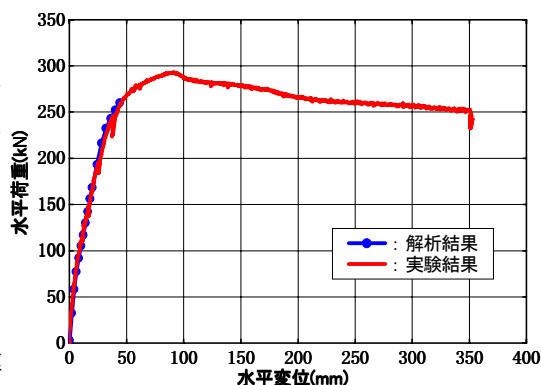
図－5 には、実験結果の接合部に関する曲げモーメント－回転角関係を示している。これより、接合部の終局抵抗曲げモーメントは 820 kNm 程度で、設計終局抵抗曲げモーメント ($M_u=552$ kNm) の 1.5 倍程度であることが明らかになった。図－6 には実験終了後の試験体の損傷状況を示しているが、接合部近傍には顕著な損傷は認められていない。

7. まとめ

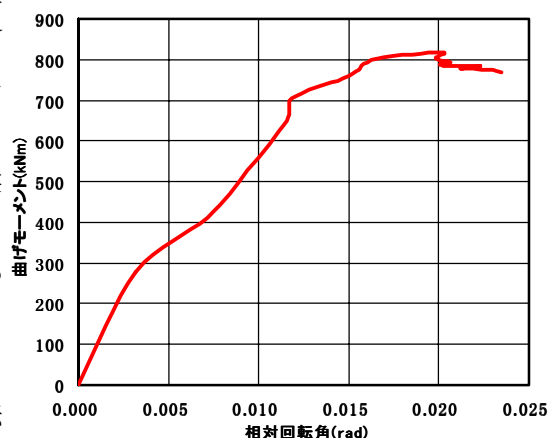
本研究では、複合ラーメン橋の合理的な接合構造を開発することを目的として、外面リブ付き鋼管を用いた合成橋脚と鋼桁を剛結接合する構造を提案し、静的単調載荷実験および有限要素法による数値解析により、その耐荷力性状および変形特性に関する基礎的な検討を行った。本研究の範囲内で得られた知見をまとめると、1) 荷重－載荷点変位関係は、水平荷重が 250 kN 程度まではほぼ直線的に荷重が増加し、その後荷重増加率が低下して最大荷重に達した。ピーク到達後は圧縮側側面のかぶりコンクリートの剥離に伴って緩やかに荷重が低下する挙動を示した。2) 数値解析は最大荷重点近傍まで実験結果と精度良く一致した。3) 接合部の終局抵抗曲げモーメントは設計終局抵抗曲げモーメントの 1.5 倍程度となること等が明らかになった。

表－1 鋼材の力学的特性

鋼 材 種	降伏強度 (MPa)	引張強度 (MPa)
鋼 管 STK400	353	432
鋼 材 SM400	283	440
鉄 筋 SD345	368	549



図－4 水平荷重－水平変位関係



図－5 接合部のM－θ関係



図－6 実験終了後の試験