孔あき鋼板ジベルを用いた鋼2主桁—RC橋脚複合ラーメン構造の性能確認実験

日本道路公団	正員	高橋昭一	正員	長田光司
大成建設株式会社	正員	渡辺典男	正員	福嶋研一

1. はじめに

第二東名富士川橋は、PC 床版2 主桁を有する、国内初の鋼・コン クリート複合アーチ橋である。本橋では、維持管理の低減、耐震性の 向上、経済性等を目的として、構造上可能な範囲で鋼桁と RC 橋脚を 剛結する構造を採用している。

鋼桁とRC橋脚の剛結構造は、これまでに実績¹⁾²⁾があるが、本 橋のように鋼2主桁と独立した2本のRC橋脚との接合は今回が初め ての試みである。また、これまのでの構造は、桁の応力を横桁を介し て下部構造へ伝達するものが多かったが、本構造は、横桁を介さずに 直接橋脚へ伝達する機構を採用している点でユニークな構造といえる。 剛結部の設計は、桁と橋脚間の伝達機構が不明なことから、FEM 解 析により実施した。

本報は、設計の妥当性を検証するために実施した静的載荷実験結果 から、FEM 解析値の比較結果および耐荷性能結果を報告するもので ある。

2. 実験概要

2.1 供試体

供試体は、実構造物の 1/4 スケールとし、図-1 に示すように桁お よび橋脚を抽出した半断面モデルを採用した。桁は、実橋で合成桁を 採用していることから、実験においても床版を構築するものとした。 供試体は、図-2 に示すように桁と橋脚を天地逆に設置した。

剛結部は、主桁ウェブおよび下フランジに孔あき鋼板ジベルを設置 しており、桁からの応力は、当該ジベル、フランジの支圧および床版 から、橋脚へ伝達される。なお、剛結部の補強鉄筋は、コンクリート に弾性ソリッド要素、鋼板に弾性シェル要素を用いた FEM 解析によ り算定した。表-1に供試体に使用した材料仕様を示す。

2.2 載荷方法

供試体への載荷は、3段階に分けて行った。第1段階:設計荷重に おける応力状態を再現するために、RC橋脚頂部に設計荷重に相当す る鉛直方向の軸圧縮力を作用させた。第2段階:大規模地震時状態を 再現するために、鉛直荷重を作用させながら、相当する水平荷重を載 荷した。第3段階:終局状態における剛結部の性能を確認するために、 軸力を除荷した状態で、降伏変位(y=20mm)を基準として降伏変 位の整数倍ずつ増加させながら、1回ずつの正負交番載荷を実施した。





(1)全体図





図-2 実験概要図

表-1 材料仕様

材料	仕様
コンクリート	ck=40N/mm2
主桁	SM490A
鉄筋	SD345
橋脚主鉄筋比	ps=2.1%
橋脚帯鉄筋比	pt=0.18%

-612-

実験結果と考察

3.1 FEM 解析値と実験値との比較

図-3 に示す計測点における孔あき鋼板の橋軸方向ひずみについ て、実験値と FEM 解析値を図-4 および図-5 に比較する。FEM 解析 は、鋼とコンクリートが完全に一体で挙動する場合(付着有り)と 両者の間が滑る場合(付着無し)の2ケースを実施した。1)設計 荷重レベル載荷時:実験の橋軸方向ひずみ分布は、解析値(付着有 り)の状態に近く鋼とコンクリートは一体となって挙動しているこ とが確認された。2)大規模地震時レベル載荷時:実験の橋軸方向 ひずみ分布は、鋼板端部は付着無しの状態に近く、端部から離れる と付着有りの状態に近い挙動になっていると推察される。

実験値は、何れの荷重レベルにおいても、事前の FEM 解析により想定していた検証値の範囲以内にあることが確認された。

3.2 正負交番載荷実験

図-4 に、P- 曲線を示す。供試体は、降伏変位の 10 倍をこえる 最終載荷段階まで明確な耐力の低下もなく、じん性のある挙動を示 した。具体的な耐荷挙動をみると、 y=20mm で下フランジ付根に おいて橋脚主筋が初降伏した。このときのコンクリートひび割れ幅 は 0.08mm であった。この後、ひび割れは、下フランジ付根と下フ ランジから約 50cm 上あたりに集中し始めた。後者のひび割れは、 剛結部の補強鉄筋が定着されている位置にあたる。+5 y で引張側 鉄筋の被りコンクリートが剥離を始め、-6 y で最小値-550kN、+7

y で最大値 590kN の耐力を記録した。10 y 終了後、加力装置の 限界に達した 275mm で実験を終了したが、耐力は最大荷重の 8 割 以上を保持していた。

4. まとめ

本実験により得られた結果をまとめると次の通りとなる。

設計で想定している設計荷重レベルおよび大規模地震レベルにおいては、実験結果は FEM 解析により再現できており、供試体と同様な方法で、FEM 解析により設計している実構造物においても適切に設計がなされていると判断された。

2) 正負交番載荷実験において、供試体は降伏変位の 10 倍をこえる最終載荷段階まで明確な耐力の低下もなく、じん性のある挙動を示した。特に剛結部周辺は顕著な損傷が認められなかったことから、剛結部に適切な補強鉄筋が配置された場合、桁と橋脚を孔あき鋼板ジベルで剛結する本構造は、終局時においても良好な耐荷性能を示すことが期待できると判断された。

参考文献

1)鈴木裕二、水口和之他:複合ラーメン橋剛結部の一構造と模型実験, 構造工学論文集 vol.44A,pp1435~1446,1998.12





図-4 孔あき鋼板の橋軸方向ひずみ分布

(設計荷重レベル載荷時)



図-5 孔あき鋼板の橋軸方向ひずみ分布

(大規模地震時レベル載荷時)



図-4 P- 曲線



写真-1 大規模地震時 (=13.7mm)



写真-2 実験後の供試体 (=275mm)

2)松井繁之、湯川保之他: 複合 ラーメン橋・鋼桁-RC 脚剛結部の構造と力学性状について,構造工学論文集 vol.43A,pp1367~1374,1997.3

-613-