

首都高速道路公団 正員 佐々木一哉 住友金属工業 正員○小林洋一
住友金属工業 正員 阿部幸夫 同上 正員 井澤 衛

1.はじめに

既存街路上橋梁の橋脚として、混合構造橋脚（RC脚柱と鋼製横梁で構成）は工場製作された鋼製横梁の使用により、RC橋脚に比べ建設スペース縮小と迅速施工に適すると考えられ、昨年の兵庫県南部地震における阪神高速道路の復旧工事でも同様の構造が採用されている¹⁾。著者らは充填コンクリートの有無に対応する接合部構造を研究してきた^{2) 3)}が、外力の厳しい条件では接合部の剛性ならびに応力分散性の観点から、コンクリート充填型接合部の信頼度が高いと考えている。ここではこの接合部構造を用いた逆L形橋脚の模型耐荷力実験とこれを対象とした2次元弹性FEM解析の結果を報告する。

2. 実験概要と結果

(1) 供試体： 供試体は試設計された逆L形橋脚の接合部に関する約1/4模型であり、図1にその内容を示す。本供試体の設計では、接合部内の充填コンクリートの荷重分担を無視して接合部のウェブ厚を決定した。表1に使用鋼材の機械的性質を、表2にコンクリートの性質を示す。

(2) 載荷方法： 道路橋の逆L形橋脚の試設計によると、橋軸直角方向荷重下で接合部応力が厳しいのは常時（死荷重+活荷重）であり、その部位は横梁と脚柱の接合面、ならびに充填コンクリートを無視した場合の接合部ウェブである。そこで接合部における断面力関係を常時の実橋脚にほぼ一致させ、図2に示すモーメント-軸力関係で載荷を行った。加力パターンは死荷重相当のP=24tonを下限、常時設計荷重相当のP=36tonを上限とする10回の静的繰り返し載荷を行い、その後、破壊までの載荷を行った。

(3) 耐荷挙動： 図3に載荷荷重と載荷点たわみの関係を示す。耐荷挙動は接合面近傍の引張縁主鉄筋が降伏ひずみに達した荷重80ton程度まで弾性的であり、その後、荷重が上昇して最大耐力100tonを示した。また、最大耐力を示した後の変形挙動は主鉄筋の良好な伸び変形を現しており、最終的には圧縮側の脚柱コンクリートが剥離して若干の耐力低下を示した。図中の終局計算耐力は、接合面位置を対象に軸力考慮の破壊抵抗曲げモーメントより算出したもので、実験値を妥当に評価している。

3. 解析概要と結果

(1) 解析モデル： FEM解析のモデルは実験供試体と寸法諸元を整合させ、図4に示す2次元弹性モデルとした。接合部内の充填コンクリートの扱いとして以下の特徴が挙げられる。すなわち、①充填コンクリートは上下フランジとダイヤフラムに圧縮支圧力のみで支持される。②実験後の

材種	板厚・径	降伏点 (kg/cm ²)	引張強さ (kg/cm ²)	伸び (%)	適用
鋼板	I6	3830	5200	23.3	FL, DIA
SM490	14.5	4770	5770	21.2	WEB
鉄筋	D19	3820	5870	19.4	主鉄筋
SD295	D16	3770	5530	17.9	帶筋

表1 使用鋼材の機械的性質

分類	項目	圧縮強度 (kg/cm ²)	弾性係数 (kg/cm ²)
脚柱部コンクリート		477	3.12×10 ⁶
接合部内コンクリート		366	2.69×10 ⁶
接合面無収縮モルタル		576	—

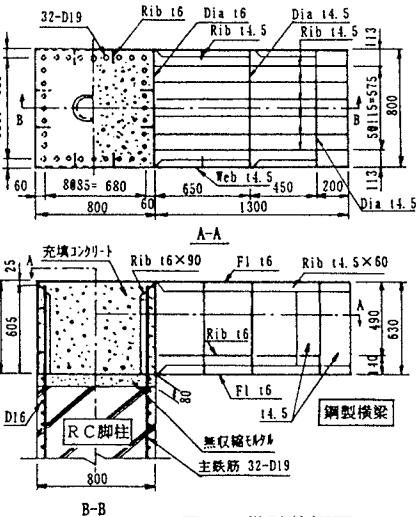


図1 供試体概要

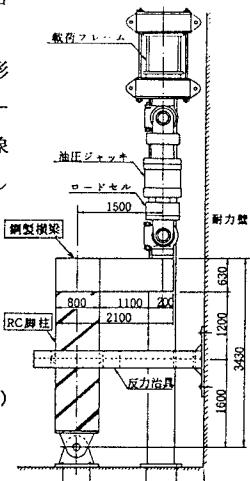


図2 載荷方法

観察で認められたせん断ひび割れを考慮し、ほぼ相当位置に2重節点によるひび割れを設けた。③立方体形の引抜き付着試験結果⁴⁾を基に、主鉄筋にバイリニア型の付着ばねを設定した。

(2) 実験との応力比較： 表3に設計荷重P=36tonにおける接合部応力の実験値と解析値の比較結果を示す。これより、主鉄筋応力の解析値は、柱の側面主鉄筋を省略したので実験値の1.6倍程度となっている。側面主鉄筋の影響をRC計算により補正すると、解析値は実質、15%程度大きめの評価を与えている。また、横梁接合部のウェブ、ならびに圧縮側ダイヤフラムの応力の解析値は、何れも実験値に比べ2倍近くの値を示している。これは解析において、鋼板と充填コンクリート間の摩擦力伝達を無視して安全側に扱ったこと、および接合部の奥行き方向への応力分布に及ぼす立体的影響が評価されないこと、等が原因と考えられる。

(3) 接合部内コンクリートの主応力： 図5に設計荷重における接合部内の充填コンクリートの主応力分布を示す。これより充填コンクリートには、④コーナー部の上フランジからの鉛直圧縮力、ならびに⑤コーナー部における斜め圧縮力が、⑦コーナー部に伝達されることが判る。また本解析より、鋼殻や主鉄筋も併せた接合部の作用力を分析すると、RC脚柱への軸力作用ならびに曲げモーメント作用の約60%は充填コンクリートが負担する結果であった。これらは鋼殻と充填コンクリートとの摩擦力等を無視した仮定に基づくものであるが、接合部の荷重伝達機構に対する充填コンクリートの効果が認められる。

4. まとめ

以上、鋼製横梁とRC脚柱とを接合した混合構造橋脚に関し、模型実験からコンクリートを充填した接合部構造の耐荷力を確認するとともに、2次元FEM解析から荷重伝達機構に対する充填コンクリートの効果が明確となった。今後はさらに荷重伝達に及ぼす接合部鋼殻の構成要素の効果、ならびに3次元解析により接合部の奥行き方向の影響を明らかにする予定である。

参考文献

- 中島、鈴木、堀江：鋼製梁とRC柱を組み合わせた複合橋脚(1/5供試体)の静的載荷試験、第3回合成構造の活用に関するシンポジウム講演論文集、1995年11月
- 秋元、山田、飯村、小林、由井：鋼・コンクリート混合構造に関する研究(その1)、土木学会第46回年次講演会、I-166、平成3年
- 原、山田、小林、飯村、由井：鋼・コンクリート混合構造に関する研究(その2)－L形橋脚の接合部模型実験、土木学会第47回年次講演会、I-82、平成4年
- 村田：引抜き試験による鉄筋とコンクリートとの付着強度試験法(案)、コンクリート工学、vol. 23, No. 3, 1985年

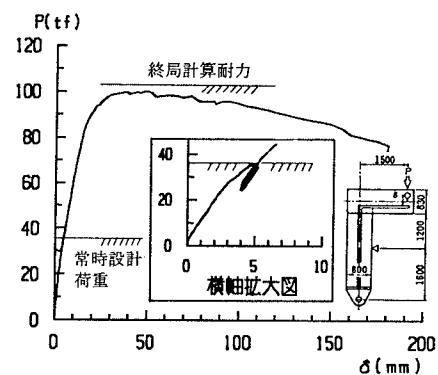


図3 荷重と載荷点変位

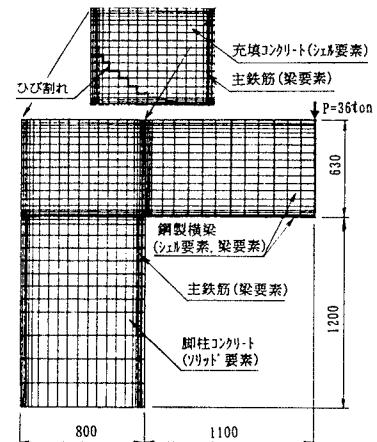


図4 解析モデル

表3 設計荷重時の接合部の応力比較(kg/cm²)

項目	位置	実験値	解析値
主鉄筋 σ_y	④	1380	2190
ウェブ τ_{xy}	⑤	250	440
ダイヤフラム σ_y	⑥	-140	-280

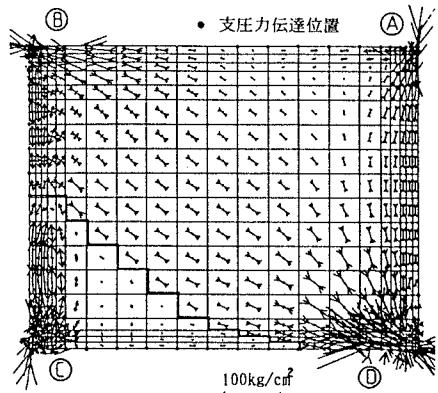
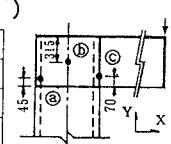


図5 充填コンクリートの主応力(FEM)