

I - A136

鋼・コンクリート混合構造橋脚の接合部に関する研究（その4）

— FEM解析による充填コンクリートのせん断力分担率の検討 —

首都高速道路公団 正員 佐々木一哉 同左 正員 津野和宏
住友金属工業 正員 小林洋一* 同左 正員 阿部幸夫 同左 正員 井澤 衛

1. はじめに

著者らは、RC橋脚に比べて建設スペースの縮小と迅速施工に適すると考えられる混合構造橋脚の接合部に関する研究を行っている^{1) 2) 3)}。また、同様のコンセプトで兵庫県南部地震における阪神高速道路の復旧工事で類似の橋脚形式が採用されている⁴⁾。本接合部の荷重伝達特性の把握には、充填コンクリートの終局限界状態を想定してあらかじめ斜めひび割れ線を設定したFEM解析が有効と考えられ³⁾、かつ安全側の評価を設定しているものと推察される。ここでは、試設計を行ったT形混合構造橋脚を対象に2次元ならびに3次元FEM解析を実施したので、充填コンクリートの荷重分担率に着目した結果を報告する。

2. FEM解析の内容

2.1 試設計： 解析対象とした混合構造橋脚の試設計例を図1に示す。本設計は、街路の中央分離帯に角形RC脚柱を設け、上部工7主桁を鋼製横梁で支持したT形橋脚である。RC柱頂部の主鉄筋は、鋼製横梁の下フランジに貫通させて充填コンクリートに定着している。また、接合部に関する設計時の支配荷重は死荷重+活荷重偏載時であるが、とくに本報告における検討では接合部への偏心曲げモーメントが大きく、また、荷重伝達状況が明確な活荷重偏載のみの荷重条件を適用した。

2.2 解析モデル： この接合部に対して構築した2次元ならびに3次元のFEM解析モデルを図2に示す。その特徴は、①接合部内充填コンクリートは上下フランジとダイヤフラムによる圧縮圧力のみで支持されること、②充填コンクリートに2重節点によるせん断ひび割れ線を仮定したこと、③主鉄筋のみバイリニア型の付着ばねを設定したこと、等である。鋼板とコンクリートとの摩擦抵抗は無視した。また、接合部鋼殻に関しては解析の簡素化を図り内部の補剛材は無視した。なお、前報³⁾では上記せん断ひび割れ線を階段状としたのに対し、今回は直線形のひび割れ線として応力乱れの緩和を図った。

解析内容を表1に示す。解析検討の容易さから2次元モデルを3ケース、3次元モデルを1ケースとした。また前者については参考のため1ケースのみ逆L形橋脚の力学模型実験供試体³⁾に対応したものを加えた。

3. 解析結果

3.1 接合部の充填コンクリートと鋼殻との境界反力

3次元モデルのCASE-3-Sに対し、充填コンクリートとこれを拘束する上下フランジ、ダイヤフラム、およびウェブからなる接合部鋼殻との境界反力の合力および作用位置を図3に示す。

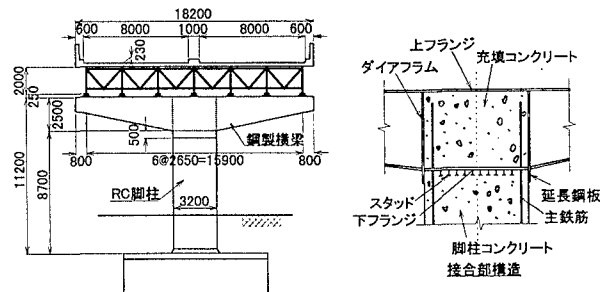


図1 T形橋脚試設計例

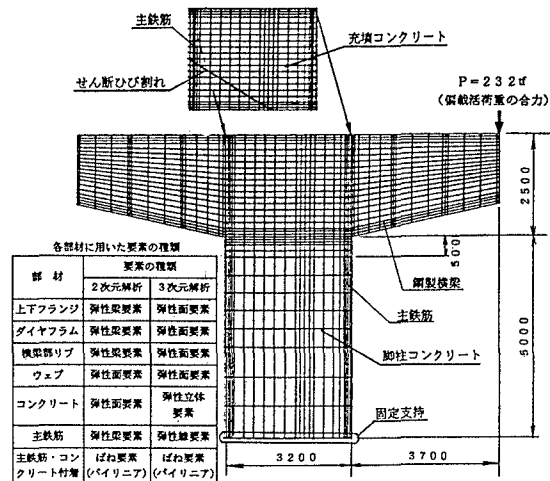


図2 解析モデル

表1 解析モデルの一覧

モデル名	分類	適用
CASE-2-S	2次元	試設計対応
CASE-2-W1/2		ウェブ厚が試設計対応の1/2
CASE-2-E		模型実験対応
CASE-3-S	3次元	試設計対応

key words : 混合構造、複合構造、橋脚、接合部、FEM解析

* 〒100 東京都千代田区大手町1-1-3 土木・橋梁技術部 TEL 03-3282-6625 FAX 03-3282-6110

図3によると、RC柱との接合面位置における引張側主鉄筋の発生引張力(314tf; Vb2)は、せん断ひび割れ線より上部の充填コンクリートにその61% (193tf; Vb3)が定着され、同ひび割れ線より下部の充填コンクリートには残り39% (121tf; Vb2-Vb3)が定着されている。また、下部充填コンクリートの上記定着力(Vb2-Vb3)は、下フランジを介して鋼殻のウェブ・ダイヤフラムに伝達されるが、その一部(27tf; Vf2)は引張側の上フランジから上部の充填コンクリートに伝達されている。

他方、接合面の圧縮側を見ると、下フランジ上面の支持反力(289tf; Vf3)と圧縮主鉄筋の支持反力(46tf; Vb1)の合力が、上方の上フランジからの作用力(115tf; Vf1)と前記の引張側上部コンクリートからの作用力(220tf; Vb3+Vf2)の和と釣り合う。

3.2 充填コンクリートの荷重分担率

前節の結果、充填コンクリートは斜め圧縮柱として引張側主鉄筋の70% (220tf; Vb3+Vf2)を接合面圧縮側へ伝達しており、これが接合部内のせん断力に対する充填コンクリートの分担率と考えられ、残り30%を鋼殻が分担している。また、上フランジからの作用力Vf1は、鋼製横梁の張出し部せん断力に対する充填コンクリートの分担分であり、その比率は50%である。

これらを2次元FEM解析の結果と合わせ、得られた充填コンクリートのせん断力分担率を図4に示す。せん断力分担率には接合部寸法のアスペクト比の影響が考えられるが、ここではコンクリートと鋼板ウェブに関する厚さとヤング率の積の比をパラメータとした。

図4によると、2次元モデルにおいて、接合部内せん断力に対する充填コンクリートの分担率は充填コンクリートの断面剛性が大きいほど増加するが、逆に横梁張出し部せん断力に対しては低下する傾向にある。これは張出し部せん断力を充填コンクリートに伝達するには鋼殻自体に剛性が必要なためと理解される。

また、2次元モデルに比べて3次元モデルは横軸パラメータの同位置で約4%程度上記の傾向が強まっており、立体的効果で鋼殻の剛性が低く評価されるものと考えられる。

4. まとめ

接合部内充填コンクリートの限界状態を想定してせん断ひび割れを仮定した本解析により、接合部のせん断力分担率が明らかとなった。

今後は、混合構造橋脚の接合部に関して、接合部鋼殻の充填コンクリートに対する拘束効果の確保および製作面での板継ぎ構造等に配慮しながら、充填コンクリートの荷重分担による接合部下フランジの孔引き補償板厚の低減、等の設計法の合理化を進めていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 秋元, 山田, 飯村, 小林, 由井, 土木学会第46回年次講演会, I-166
- 2) 原, 山田, 小林, 飯村, 由井, 土木学会第47回年次講演会, I-82
- 3) 佐々木, 小林, 阿部, 井澤, 土木学会第51回年次講演会, CS-73
- 4) 中島, 鈴木, 堀江, 第3回合成構造の活用に関するシンポジウム, pp233-238, 1995

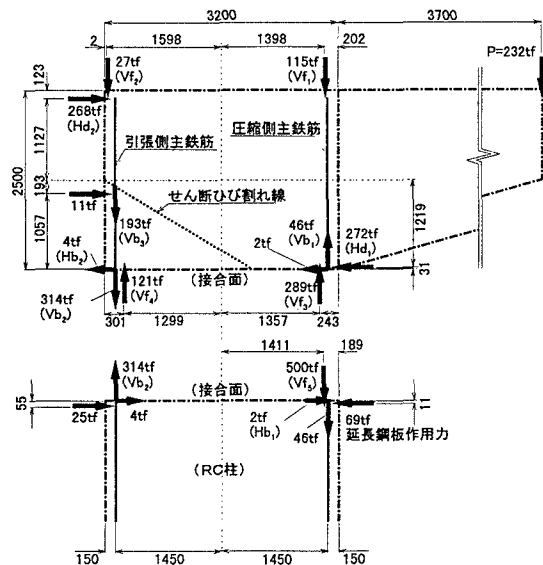
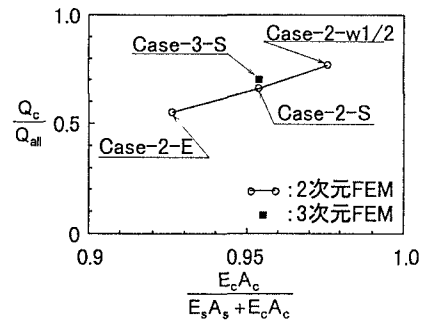
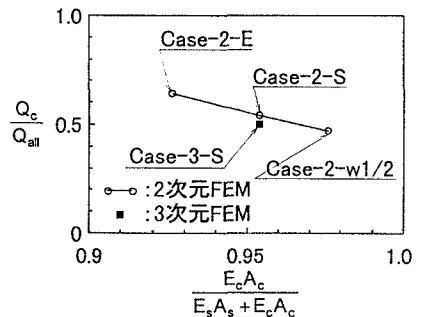


図3 充填コンクリートと接合部鋼殻の境界反力
(3次元FEM; Case-3-S)



a. 接合部内せん断力



b. 横梁張り出し部せん断力

図4 充填コンクリートのせん断力分担率と断面との関係 ($E_s/E_c=7$)