

上下部一体構造橋梁（合川大橋）の実橋載荷実験

石川島播磨重工業正員 岩崎 初美 *

石川島播磨重工業正員 渡邊 裕一 *

岩手県二戸地方振興局 出町 圭介 **

1. まえがき

経済性の追求と耐震性の向上を目指して、連続桁の中間支点上で支承をなくし鋼（上部工）とコンクリート（下部工）を一体とした構造（上下部一体構造）の研究が盛んに行われている。合川大橋は、中間支点の鋼横梁とコンクリート橋脚をプレストレスでつなぐ上下部一体構造橋梁であり、その剛結部は横梁内にコンクリートを充填しスタッド及びP C鋼棒により一体とした構造である。この力の伝達機構は鋼横梁・スタッド・横梁内コンクリート・コンクリート橋脚の順に力が伝達する設計を行った。この設計法の妥当性を検証するため実橋載荷実験を行ない、以下を確認することを目的とした。

- (1) 剛結部のウェブ及びフランジに過大な応力集中は発生していないか確認する。
- (2) 剛結部の横梁は合成挙動をしているか確認する。
- (3) 横梁ウェブのスタッドは、中立軸からの距離を考慮したスタッド群として鉛直分布を一定とし、スタッドに発生する最大せん断力を用いて設計した。その妥当性を検証する。
- (4) 供用時の発生応力は付着強度以下であるが、付着力以外にスタッドも力の伝達に寄与しているのか確認する。

2. 実験概要

図-1に示すとおり、荷重は碎石を積んだダンプトラック（195 kN/台）を使用し、P 1～A 2の支間中央に2台、4台、6台、8台、10台と載荷したケースをCASE 1～CASE 5とし、A 1～P 1の支間中央に10台載荷したケースをCASE 6とし載荷した。10台載荷したCASE 5の荷重は設計荷重の約54%であり、剛結部は弾性状態と考えられる。

横梁ウェブ・ダイヤフラム及びスタッドの応力分布を調べるため、各スタッドの中間に位置する鋼板表面にひずみゲージを貼り、鋼板面のひずみの計測を行った。コンクリートのひずみを計測するため、ひずみゲージを貼った計測鉄筋をウェブから水平距離100mmの位置に埋め込んだ。また、スタッド根元から軸径の3倍の位置（66mm）にひずみゲージを貼り¹⁾計測した。

3. FEM解析

解析モデルはP 1剛結部を取り出した立体モデルとし有限要素法による弾性解析を行う。解析モデルは約12000節点でモデル化し、鋼桁部はシェル要素、コンクリート部はソリッド要素、スタッドはバネ要素を用いた。また、P C鋼材によるプレストレス力は、温度荷重として考慮した。

4. 考察

(1) 図-3・図-4に剛結部P 1 Rウェブの鉛直方向の計測値、計算値、解析値のひずみを示す。計測ひずみは合成構造として設計した計算値の約60%であり、剛結部の安全性は確保されている。計測値の水平方向分布は橋脚中心位置でふくらんだ分布形状を示しこれらは橋脚部の剛性差によるものと考えられる。計測値の鉛直方向分布は上下均一に分布となっている。図-5のとおり、横梁下フランジの橋軸直角方向の計測ひずみは計算値を下回っており、FEM解析値はD 3ダイヤフラム付近で大きくなっている傾向が見られるが均一な分布となっている。

(2) 図-6にCASE 6の載荷状態における剛結部の鋼板とコンクリートのひずみ分布を示す。鋼板とコンクリ

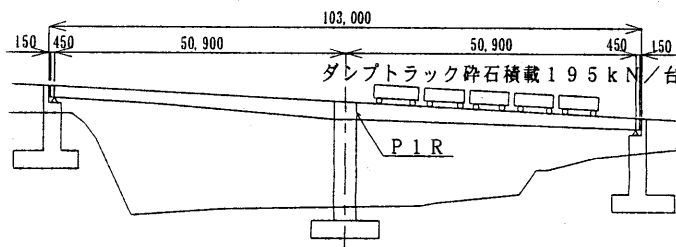


図-1 載荷方法

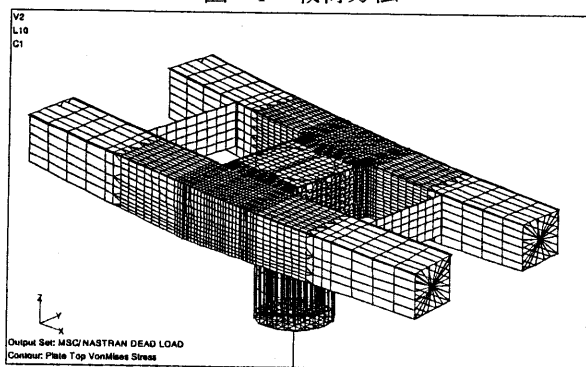


図-2 FEM解析モデル

キーワード：上下部一体構造、複合ラーメン橋、実橋載荷実験、スタッド

* 〒135-8322 東京都江東区毛1-19-10 Tel 03-(3846)-3152 Fax 03-(3846)-3345

** 〒028-6101 岩手県二戸市福岡八幡下11-1 Tel 0195-(23)-9209 Fax 0195-(22)-1084

ートひずみはほぼ直線となり、断面の平面保持が確保されており合成作用が確認できる。また、引張側のコンクリートが計算に比べ有効に働き剛性が高く、計測値は計算値より小さい値となった。

(3) スタッドに発生するせん断力の計測値は、スタッドをはさむ鋼板のひずみ差から求めた。図-7のように、計測値の最大値は計算値の約40%であり安全性が確認できた。その鉛直方向の分布は付着を考慮しないFEM解析値より上下均一分布と考えられる。

(4) 図-8にスタッド軸部の上面・下面に発生したひずみを示す。スタッドにも多少のひずみが発生しており設計荷重時でも付着力に加えスタッドが力を分担していることを確認できた。

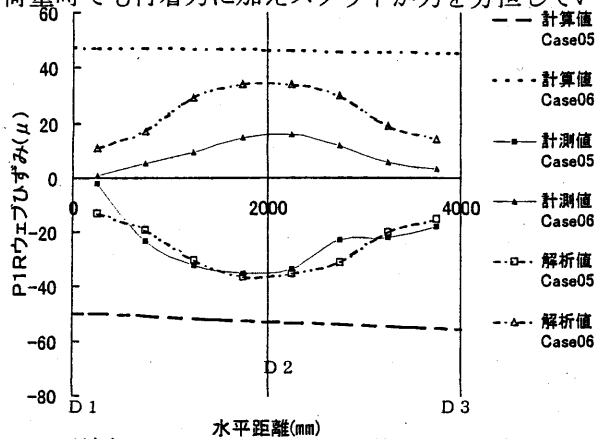


図-3 剛結部P1Rウェブ鉛直ひずみの水平方向分布

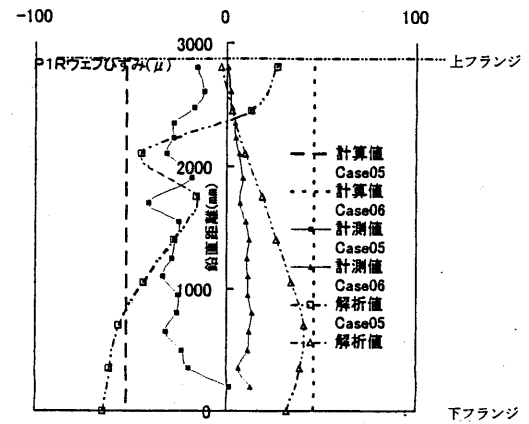


図-4 剛結部P1Rウェブ鉛直ひずみの鉛直方向分布

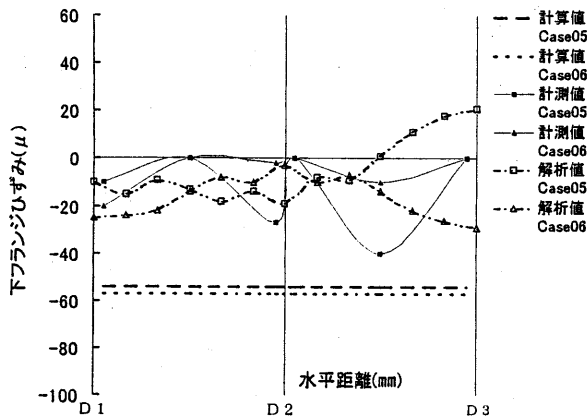


図-5 剛結部下フランジの橋軸直角方向ひずみ

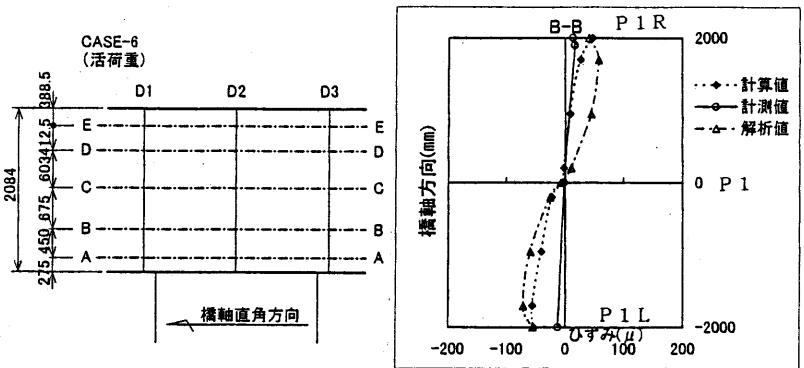


図-6 剛結部の鋼・コンクリートのひずみ分布

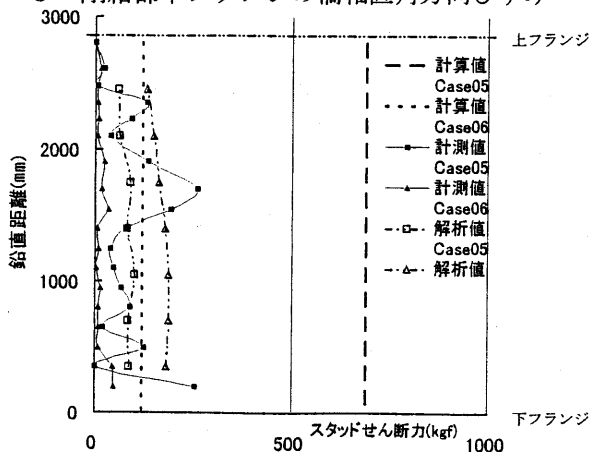


図-7 剛結部P1Rウェブ付スタッドのせん断力

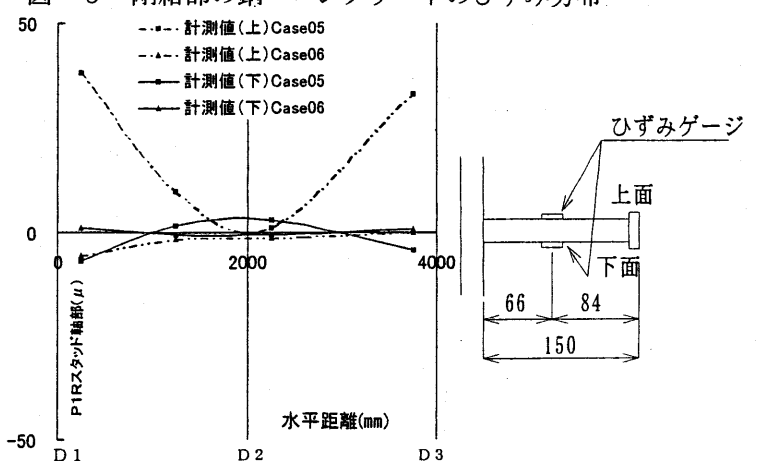


図-8 P1Rスタッド軸部のひずみ分布

5. まとめ

実験の結果、剛結部のウェブ・フランジには過大な応力は発生しておらず、この剛結部の安全性を検証することができた。また、剛結部は当初の仮定どおり合成挙動をしていることが確認できた。

参考文献 1) 田島二郎、町田篤彦、大友健：スタッドシャーコネクターによる鋼・コンクリート部材接合部の強度 変形性状に関する基礎的研究、合成構造の活用に関するシンポジウム講演論文集、pp. 137-144、1986年9月