

I - A139 川之江東 JCT・Cランプ橋の鋼桁－RC橋脚剛結部の設計について

日本道路公団 四国支社 正会員 飯東 義夫 三井造船 正会員 ○曾我 明
同 上 正会員 湯川 保之 同 上 正会員 釜井 英行

1. まえがき

近年、耐震性の向上や支承のメンテナンスコストの低減を目的に鋼桁とRC橋脚を剛結した複合ラーメン橋が多く採用されてきている。これらの剛結タイプとしては最近ではキャップ方式が最も多いが、川之江 JCT・C、Dランプ橋では図-1に示すような鋼桁埋め込み方式を採用した。本方式の利点としては従来のキャップ方式に比べて①乾燥収縮の影響が少ない②剛結位置を隅角部からずらしたことにより応力伝達が明解となる、さらに施工面でも③現地の鉄筋の厳しい精度管理を低減できる④鉄筋の圧接作業が必要ない、などが挙げられる。しかしながら本方式による施工例はこれまでほとんどなく、剛結構造として鋼桁に作用した力をいかにRC橋脚に円滑に伝達させられるか、またその耐久性等についても未解明の点も多い。そこで、設計を進めるに当たってFEM解析を行い種々の検討をするとともに供試体実験にてその確認を行った。本稿ではFEM解析による検討とその結果に基づく本剛結構造の設計方法について示す。

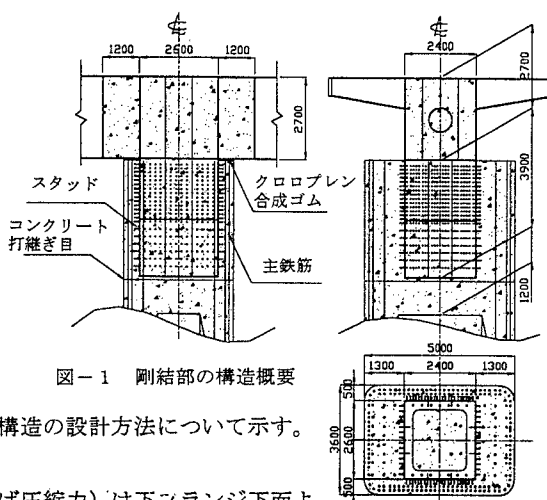


図-1 剛結部の構造概要

2. 剛結部の設計

剛結部の力の伝達機構としては圧縮力（軸力と曲げ圧縮力）は下フランジ下面より支圧抵抗で、曲げ引張り力はスタッドを介して主鉄筋の引張り力として、また鋼柱部に作用する水平せん断力はスタッドを介してRC橋脚のせん断力として伝達するものと考えられる。設計にあたってはそれらの伝達経路を仮定して行くとともに下記不明点を明確にする必要があった。①通常薄板で構成される隅角部ではフランジのせん断剛性が無限大でないためせん断遅れ現象が起こるが、既往の研究成果¹⁾にはコンクリートを充填することによりせん断遅れを無視しようとの報告もある。本橋においても同様に適用できるかどうかその可否を検討する。②下フランジ直下のコンクリートには非常に大きな支圧応力が働くものと考えられる。作用応力レベルによっては詳細構造を検討する必要がある。③応力伝達上重要な部位であるスタッドの作用力分布等を明確にする必要がある。

3. FEM解析による検証

3.1 解析モデル

上記に示した本構造の応力伝達経路を定量的に把握し確認するとともに、設計上の不明点を明確にしフィードバックするため図-2に示すような剛結部の部分モデルによる立体FEM解析を行った。なおスタッドはバネ要素として評価している。

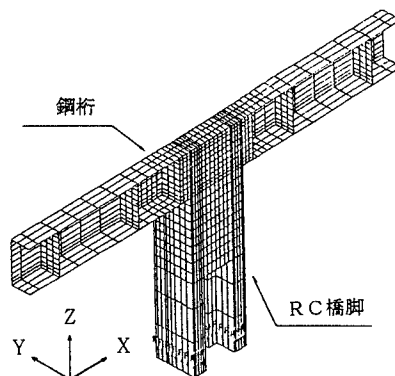


図-2 FEM解析モデル

キーワード： 合成構造、複合ラーメン、頭付きスタッド、せん断遅れ

日本道路公団 四国支社 〒760 高松市朝日町4-1-3 TEL 0878-23-2111 FAX 0878-23-1333

三井造船(株) 〒290 市原市八幡海岸通1 TEL 0436-41-1104 FAX 0436-43-3010

3. 2 結果と考察

1) せん断遅れ現象を確認するため隅角部域内にコンクリート充填した場合としない場合の解析を行い比較検討した。図-3に上下フランジに作用する応力度の解析結果と奥村・石沢の式²⁾による隅角部の応力計算値を示す。コンクリートを充填することによりせん断遅れの抑制効果があるだけでなく鋼板全体の応力レベルを低減する効果があることがわかる。これは充填コンクリートがフランジのせん断剛性を高めるとともに、応力伝達経路としても寄与し鋼板部の応力度を緩和しているためと考えられる。またこの時の鋼板応力レベルはせん断遅れを考慮しない応力計算値に比べて十分小さく、実設計上せん断遅れを無視した隅角部の設計で十分に安全であるといえる。ただし解析で仮定したように十分に合成効果を発揮できるように桁内にも最小限のスタッドを配置することとした。

2) 当初予想されたとおり下フランジ直下のコンクリートには許容値を越す支圧応力が発生していたため、ここでは下フランジ下面にゴム板を取り付け弾性支持させたモデルについても解析し比較検討を行った。その結果を図-4に示す。これよりゴム板挿入によりかなりの応力低減が期待できることがわかる。この結果より実橋では下フランジ直下には補強鉄筋を配置するとともに厚さ20mmのゴムシートを設置することとした。

3) 応力伝達上重要であるスタッドの鉛直方向力作用力分布の解析結果を図-5に示す。

本図は応力の卓越的な柱フランジの分布を示したものである。曲げ作用に対する引張り側(左フランジ)、圧縮側(右フランジ)ともほぼ三角形分布となることがわかる。なお、圧縮側フランジで

一部逆方向の力が作用しているのは、下フランジ直下のコンクリートがてこの支点となり、鋼製埋め込み柱を浮き上がらせるような現象が起きているためである。この時のスタッド自体の応力レベルとしては小さいため特に問題はないものと考えられる。これらの結果をもとにスタッドはその作用応力分布を三角形分布と仮定して設計するものとした。

参考文献) 1) 合成研究会著: 合成橋脚とその計算例・解説 -コンクリート充填方式合成柱の応用-, 現代理工学, (1992.7)

2) 奥村・石沢: 薄板構造ラーメン隅角部の応力計算について, 土木学会論文集, 第153号

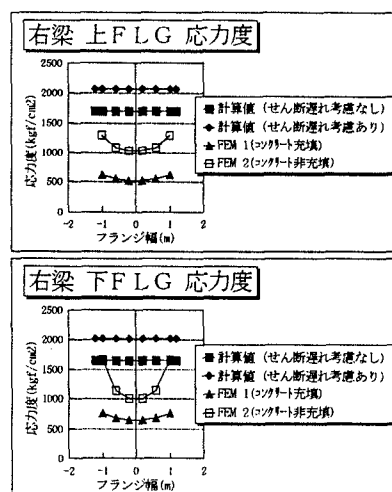


図-3 隅角梁部のフランジの応力

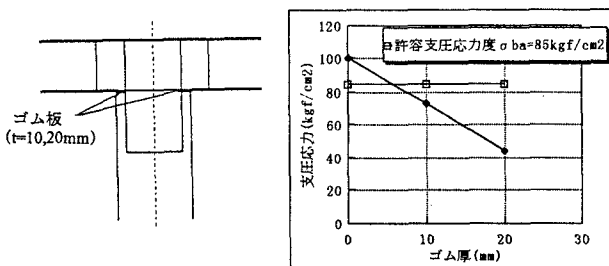


図-4 主桁下フランジ直下のコンクリートの最大支圧応力

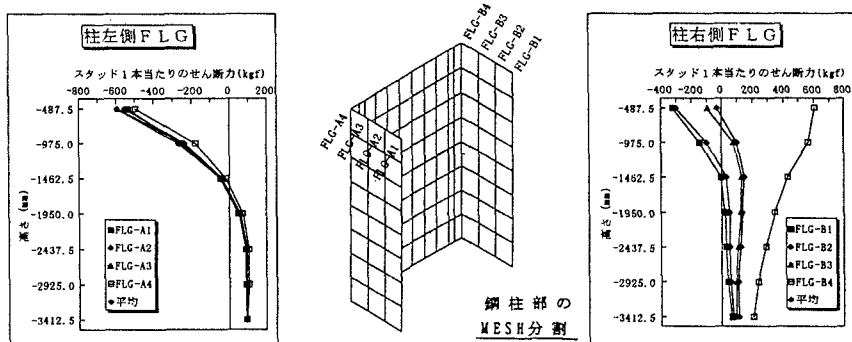


図-5 鋼柱フランジ側スタッドのせん断力分布