

鋼2主桁複合ラーメン橋の剛結構造に関する一検討

巴コーポレーション 正会員 ○中嶋 浩之、雨森 慶一
日本道路公団 正会員 望月 秀次、築山 有二

1. はじめに

近年、鋼橋の経済性と合理化の一環として少数主桁橋や複合構造が日本道路公団で先行採用されている。複合構造は、①上部構造に鋼とコンクリートを組合わせて自重の軽減を図る構造、②鋼上部構造とRC下部構造とを接合し、上下部一体のラーメン構造とするものが代表的であり、ともにスパンの長大化も期待できる。

本稿は、最大支間長85mを有する鋼2主桁橋に上下部一体のラーメン構造を採用した場合の剛結構造に対して行った検討結果を報告するものである。

2. 検討目的

鋼桁形式の剛結構造¹⁾としては、図-1に示すI断面横桁により橋脚コンクリートを包み込む構造(以下、外横桁タイプ)とI断面横桁をコンクリートで包み込む構造(以下、内横桁タイプ)の施工事例が報告されている。これらの構造は、多主桁橋での事例であり、主桁間隔の広い2主桁橋(検討対象5.6m)に適用する場合、橋脚へ伝達される断面力が主桁下フランジ近傍に集中することが考えられる。そこで、上記2タイプの剛結構造による橋脚への応力伝達を確認するため、3次元FEM解析を行った。図-2にコンクリートを全断面有効とした場合の剛結部接合面に働くコンクリート応力分布を示す。両タイプともに主桁下フランジ近傍への応力集中が著しいことがわかる。この結果を踏まえ、応力集中を緩和するための構造検討を試みた。

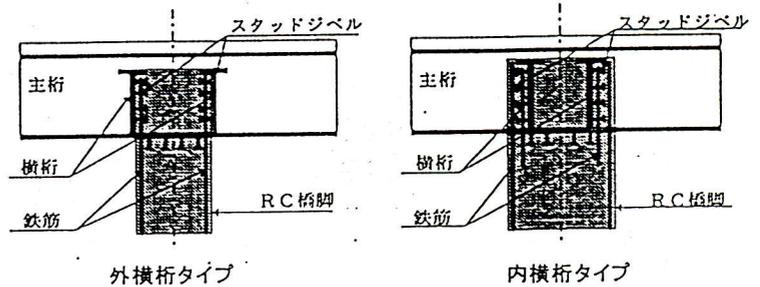


図-1 鋼桁形式の剛結構造

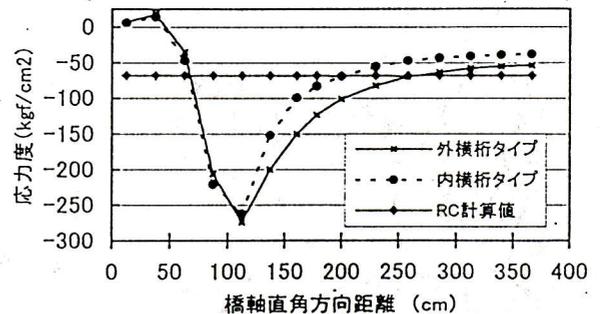


図-2 接合面コンクリート応力分布

3. 解析モデル

本検討は主に横桁形式に着目してモデルを選定した。

- Type1 : 外横桁タイプにおいて、横桁を主桁全高と同一高さとする。
- Type2 : 箱形式の横桁とし、ウェブ間隔を1mとする。
- Type3 : 横桁のウェブ間隔を主桁間隔の1/2程度を目安に3mとする。
- Type4 : 主桁下フランジを拡幅するとともに垂直補剛材を配置する。
- Type5 : 接合面コンクリートの欠落ち防止プレート(以下、スカートプレート)の設置、採用構造であり、図-4に概要図を示す。

解析モデルとしては、図-3に示すように剛結部を部分的に取り出した1/2モデルとした。鋼桁にはシェル要素、コンクリートにはソリッド要素、鉄筋にはビーム要素、スタッドジベルには線形バネ要素²⁾

³⁾を使用した。載荷荷重は、剛結部に発生する曲げモーメントの絶対値が最大となる状態を立体骨組解析より算出し、死荷重+活荷重+温度変化時の曲げモーメント、せん断力および軸力を鋼桁両端に外力として載荷した。

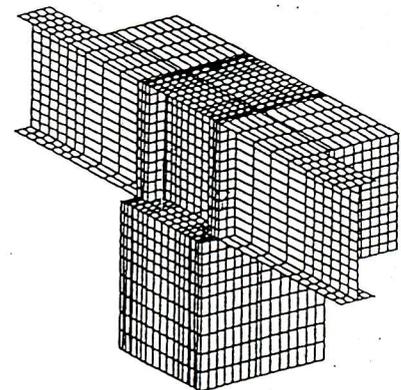


図-3 解析モデル

キーワード: 鋼上部工、複合ラーメン、2主桁橋、剛結構造

連絡先: 〒135-0061 東京都江東区豊洲3-4-5 TEL.03-3533-7971 FAX.03-3533-7979

4. 解析結果および考察

図-5に剛結部接合面に働くコンクリート応力分布を示す。Type1からType3はI断面横桁から箱断面の横桁へ形状変更したものであり、主桁フランジへの応力集中の分散を意図したものである。主桁下フランジの平均圧縮応力は、それぞれ2406kgf/cm²、1956kgf/cm²、1400kgf/cm²となっており応力分散にともないコンクリート応力も低減されている。Type4はさらに主桁応力の低減のため下フランジを拡幅するとともに、支圧面積を大きくするため、主桁外側に垂直補剛材を取付け、フランジの板曲げを抑えた。フランジ応力は1180kgf/cm²となり、コンクリート応力の低減もみられるものの全体的に大きな応力が発生している。これは、接合面の橋脚コンクリート前面に応力集中しているためであり、境界部での主桁の角折れ的な変形に起因しているものと考えられる。この状態は、橋脚前面コンクリートの欠落ち等が想定され、耐震性、耐久性に悪影響を及ぼすことになる。このため、Type5では、コンクリートの欠落ち防止のためスカートプレートを設置するとともに、スカートプレートの固定とコンクリート応力を接合面の橋脚コンクリート前面から内側へ分散させる目的で、下フランジ下面にリッププレートを取り付けた。その結果、下フランジ応力はType4の1180kgf/cm²から1105kgf/cm²とそれほど変化はみられないが、コンクリート応力は全体的に低減されている。このことは、下フランジに取付けたリッププレートによるコンクリート内側への分散効果と境界部における主桁の角折れ的な変形を抑える効果によるものと考えられる。最終的に主桁下フランジ近傍のコンクリート応力は136kgf/cm²に低減することができた。

本稿では、接合面のコンクリート応力に着目した記述のみとなったが、剛結部における断面力の伝達機構については講演時に報告する予定である。

5. おわりに

本稿は、日本道路公団松山自動車道・宿茂高架橋の詳細設計に際して行った検討結果を紹介したものである。本検討による剛結構造は、接合部断面力が常時荷重で決定されていることを考慮し、施工可能な範囲で断面力の分散が図れる構造を採用した。今後、少数主桁橋とRC橋脚とを接合する剛結構造の採用が増えるものと思われ、本検討結果がいくらかでも参考になれば幸いである。

〈参考文献〉

- 1)日本道路公団:設計要領第二集、9章 複合構造、平成10年7月
- 2)松田哲夫ほか:鋼桁とRC橋脚を剛結した複合ラーメン橋の剛結部の設計法について、土木学会第51回年次学術講演会、I-A457、平成8年9月
- 3)松田哲夫ほか:スタッドを用いた鋼桁-RC桁結合部の力学特性について、土木学会第50回年次学術講演会、I-274、平成7年9月

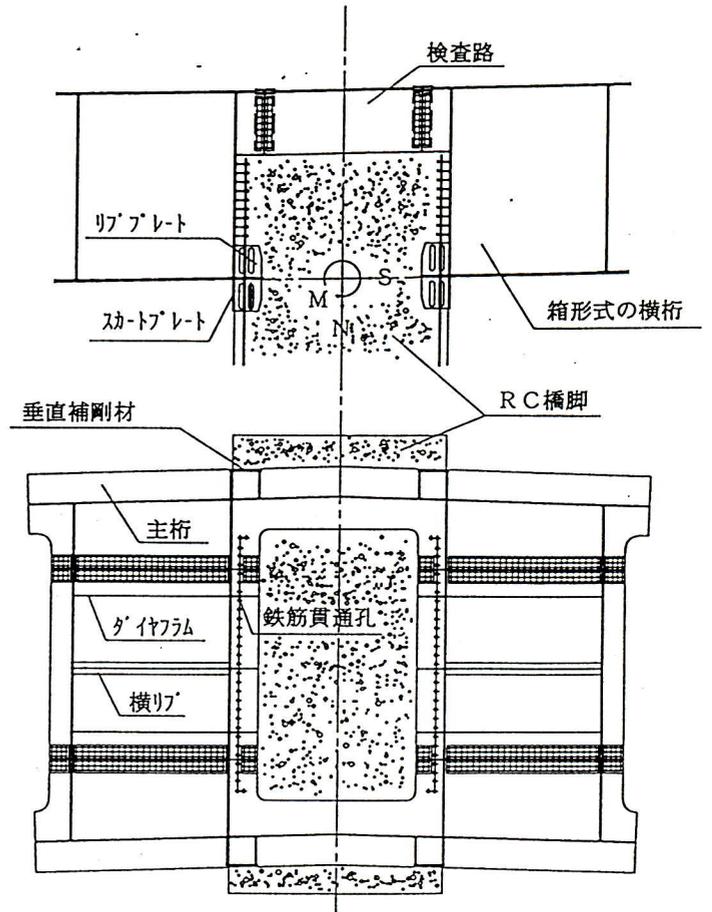


図-4 剛結構造の概要図

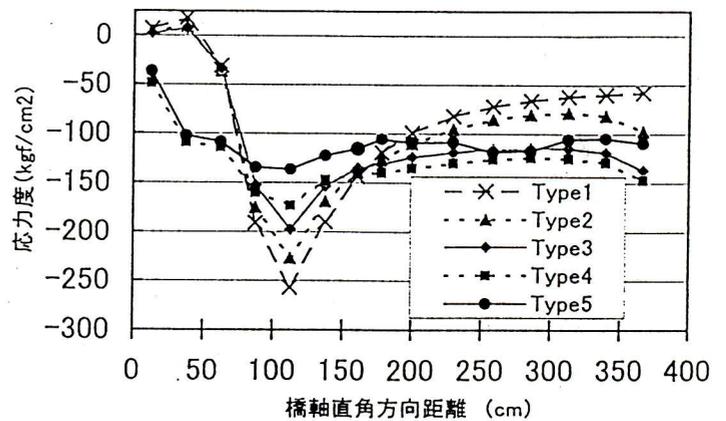


図-5 接合面コンクリート応力分布