

I-A318

春日川橋の鋼箱桁とRC橋脚剛結部の設計

高田機工設計部 正会員 小野 誠大
日本道路公団 正会員 安藤 博文
高田機工設計部 正会員 宝角 正明

1. まえがき

高松自動車道・春日川橋は、鋼3箱桁とRC橋脚を剛結した複合構造を採用した（図-1）。剛結構造（図-2）は、内桁より下方に延ばした鋼柱と横梁をRC橋脚内に埋め込み、鋼柱および横梁外面に溶植したスタッドにより鋼箱桁をRC橋脚に直接剛結している。また、内桁隅角部および横梁内部にコンクリートを充填している。このような剛結構造の実績はほとんど皆無で、鋼箱桁の作用力をいかにRC橋脚に円滑に伝達するか未解明の点も多い。そこで、設計を進めるに当たっては、FEM解析により検証を行った。本稿では、本剛結構造の設計方法について記述する。

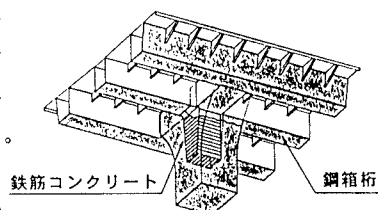


図-1 P2橋脚剛結部

2. 接合部の伝達機構

接合部の機構は、鋼箱桁の断面力を伝達部材から直接または接合材を介して、RC橋脚に伝達できなければならない。本橋の伝達部材は、鋼柱と横梁および充填コンクリートである。鋼柱と横梁の断面力分担は、次のように考えた。

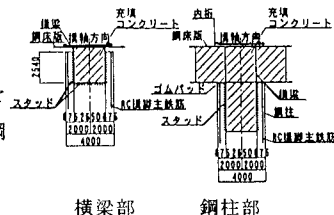


図-2 剛結構造

①鋼柱部は、内桁と外桁（横梁からRC橋脚に伝達する力は除く）から

の断面力を鋼柱外面に伝達し、さらにRC橋脚へ伝達する構造形式とした。鋼柱からRC橋脚へ伝達する断面力のうち、曲げモーメントと軸力によって引張応力度や圧縮応力度が発生する部位は、鋼柱外面のスタッドのみを介して伝達する。また、せん断力も鋼柱外面のスタッドを介して伝達する。

②横梁部は、外桁からの断面力を横梁区間に伝達し、さらにRC橋脚へ伝達する構造形式とした。横梁からRC橋脚へ伝達する断面力のうち、曲げモーメントと軸力によって引張応力度が発生する部位は、横梁腹板外面のスタッドのみを介して、圧縮応力度が発生する部位は、横梁腹板外面のスタッドと横梁下面コンクリートの支圧応力度で伝達する。また、せん断力は横梁下フランジ下面のスタッドにより伝達する。

3. 接合部の設計

①鋼箱桁部およびRC橋脚部の断面力は、図-3に示す伝達機構を考慮した立体骨組解析モデルにより解析した。

②接合部に作用する断面力は接合部境界面に作用する断面力とした。

③応力伝達の考え方は、曲げモーメントと軸力をせん断力に置換して計算した。

④接合部は鋼とコンクリートが一体化されているが力の伝達が明確に解明されていないことから鋼部材、コンクリート部材それぞれ単独断面で設計を行った。

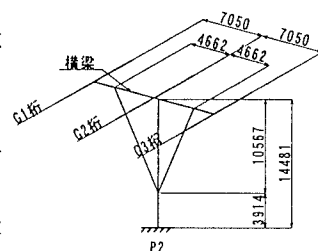


図-3 立体骨組解析モデル

キーワード：複合構造、スタッド、FEM解析

高田機工株式会社 〒556-0015 大阪市浪速区敷津西2-1-12 TEL 06-6649-5100 FAX 06-6647-5664
日本道路公団四国支社 〒760-0065 高松市朝日町4-1-3 TEL 087-823-2111 FAX 087-823-1333

⑤接合部における合成応力度の許容安全率は、コンクリート充填を考慮し、

$$(\sigma/\sigma_a)^2 + (\tau/\tau_a)^2 \leq 1.2 \quad \text{とした。}$$

⑥鋼材の局部座屈はコンクリートを充填していることから発生しないものとした。

⑦接合部においては、せん断遅れの影響を無視した。

⑧クリープ、乾燥収縮による影響は、無視した。

4. 接合材の設計

接合材の設計に用いる作用力は、接合部の設計で算出した断面力を用いて計算し、スタッドは道示Ⅱ9.5により決定した。

スタッドに作用するせん断力は次式により求めた。

$$S_v = M/D - N/2$$

S_v : 横梁腹板外面（鋼柱外面）のスタッドに作用する鉛直せん断力 (tf)

$$S_h = S$$

S_h : 横梁下フランジ下面（鋼柱外面）のスタッドに作用する水平せん断力 (tf)

M, N, S : 作用断面力 (tf・m, tf)

D : 腹板間隔 (m)

ただし、 S_v は横梁腹板外面のスタッドに等分布作用し、鋼柱外面のスタッドに三角形分布作用するものとした。 S_h は横梁下フランジの橋軸方向に三角形分布し、鋼柱外面の橋軸方向に等分布するものとした。

5. FEM解析による検証

5. 1 解析モデル

上記に示した本構造の応力伝達機構を定量的に把握し確認するため、図-4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た。

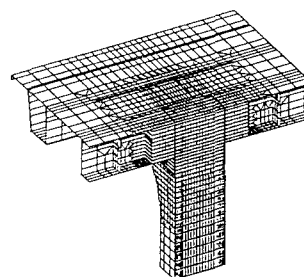


図-4 FEM解析モデル

5. 2 解析結果

①応力の照査は、主応力およびVonMisesの条件に対する応力照

査を行った。許容応力度は、対応する示方書に示す許容応力度とし、荷重の組合せによる割増しはこれらの規定に従った。

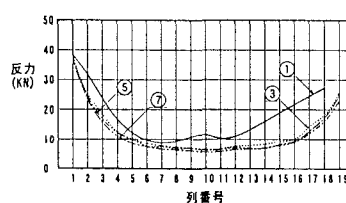
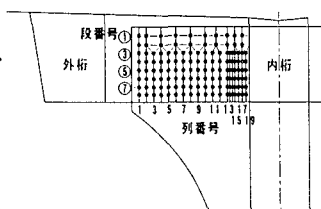


図-5 スタッドの反力分布

②応力伝達上重要であるスタッドの

鉛直方向反力分布は、柱の引張側、圧縮側ともにほぼ三角形分布とな

っている。また、横梁腹板の反力分布は引張側、圧縮側ともに外桁側と内桁側付近が大きくなり、外桁側の応力が横梁からRC橋脚に伝達されていることが確認できた（図-5）。

③内桁下フランジ直下のコンクリートには、許容値を超える支圧応力度が発生したため、下フランジ下面とコンクリートの間にゴムパッドを挿入し応力度の低減を図った。

5. おわりに

鋼・コンクリート複合構造における、鋼箱桁とRC橋脚との剛結構造の一形式として採用した本構造の設計は、横梁からの応力分担を考慮することにより経済的な断面とすることができ、その安全性を確認することができた。本稿が今後の複合構造橋梁の設計に参考になれば幸いである。

参考文献 望月、花田、釜井、曾我：川之江東JCT・Cランプ橋の鋼箱桁－RC橋脚剛結部の載荷実験、土木学会第52回年次学術講演会、講演概要集、平成9年9月。