

曲線を有する 2 径間連続ポータルラーメン橋の設計

西日本高速道路(株)関西支社 正会員 ○高橋 章
西日本高速道路(株)関西支社 正会員 橋 豊
(株)東京鐵骨橋梁 正会員 大柳 英之

1. はじめに

阪和自動車道南紀田辺インターチェンジAランプ橋は、和歌山県田辺市に位置し料金所から本線へのアクセスルートにあり、鋼 1 主桁桁が RC 柱と接合する複合橋脚を有した橋長 121.6m、曲線半径 73m の 2 径間連続ポータルラーメン橋である。橋梁概要図をポータルラーメン橋としては橋長が長く、また、曲線を有することから、温度変化により面外力が作用し剛結部への影響が不明確であった。本稿では、FEM 解析による端支点剛結部の検討結果を報告する。

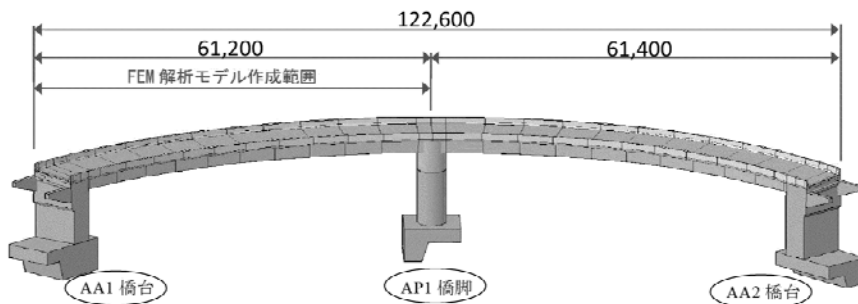


図-1 橋梁概要図

2. 端支点剛結部の構造と設計上の問題点

端支点剛結部の構造は、図-2 に示すように、鋼横梁の下フランジに鉄筋の貫通孔を設けた主鉄筋貫通定着形式とした。架設順序は、①AP1 橋脚の鋼横梁架設、②AP1 剛結コンクリート打設、③主桁架設、④PC 床版打設、⑤端支点剛結コンクリート打設の順で行った。そのため④までは端支点部は仮受の状態となり、曲線の影響により負反力が作用しないように横梁幅を 6m とした。また、埋め込み長は、主鉄筋を貫通させるため 3.2m とした。基本設計時は、主桁（ウェブ間隔 3m）を横梁に直角に交差させていた。そのため、下フランジの鉄筋貫通孔の孔引きを考慮するとフランジ厚が 64mm と厚くなり不経済であったため、横梁幅までウェブ間隔を拡幅し中ウェブを配置することにより下フランジ厚を 28mm とした。これにより主桁と横梁交差部の応力集中および下フランジ下面の支圧応力度の低減が図れると考えた。

この剛結部には、温度変化により面外曲げモーメントが作用するため、以下の問題点があった。

- 1) 主桁と横梁交差部の応力集中
 - 2) 横梁橋台埋め込み角部のコンクリートひび割れ
 - 3) 横梁下フランジ下面のコンクリート支圧応力による欠け落ち
- このため、主桁と横梁との取合い部構造について、FEM 解析による検討を行った。

3. FEM 解析による検討

3. 1 解析モデル

FEM 解析は、2 径間のうち 1 径間をモデル範囲とした。要素は、

キーワード ポータルラーメン、曲線、剛結部、FEM 解析

連絡先：西日本高速道路(株) 関西支社 〒567-0871 大阪府茨木市岩倉町 1-13 TEL06-6344-9603

(株)東京鐵骨橋梁 設計部 〒302-0038 茨城県取手市下高井 1020 TEL 0297-78-1119

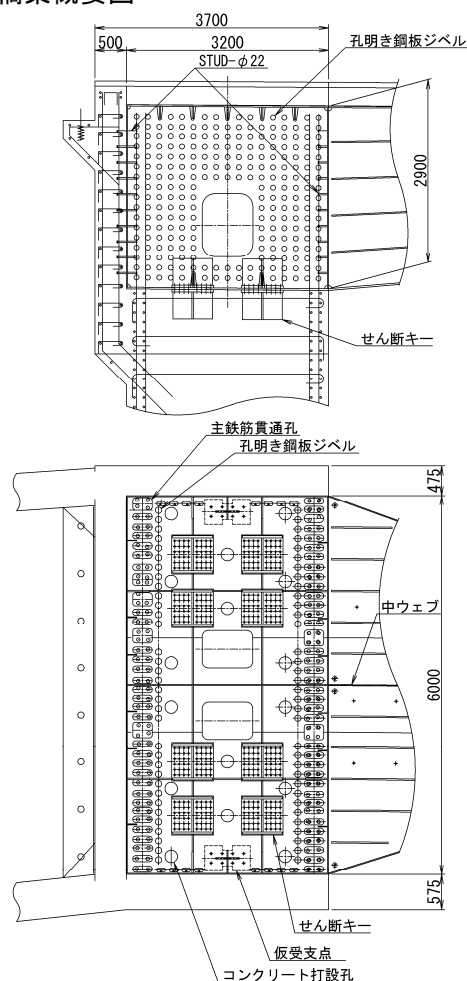


図-2 剛結部詳細図

鋼部材をシェル要素，コンクリートをソリッド要素とし鉄筋はモデル化していない．鋼部材とコンクリートの結合条件は，支圧方向（圧縮，引張）を完全剛結とし，せん断方向は孔明鋼板ジベルと頭付スタッドのパネ値を設定した．荷重は，端支点剛結部の断面力が最大となる，剛結後の死荷重（舗装，壁高欄）活荷重，温度荷重（ $\pm 25^{\circ}\text{C}$ ）を考慮した．なお，温度荷重は，鋼桁（ $\pm 30^{\circ}\text{C}$ ）と床版（ $\pm 20^{\circ}\text{C}$ ）の温度差を考慮し，各々の断面積比から $\pm 25^{\circ}\text{C}$ とした．

FEM 解析モデルは，図-3 に示すウェブ間隔の拡幅なし（CASE1）と図-4 に示すウェブ間隔の拡幅あり（CASE2）の2 ケースについて行った．

3. 2 結果と考察

1) 主桁と横梁交差部の応力集中は，CASE1 で 206 N/mm^2 ，CASE2 で 98 N/mm^2 と 50% 程度の応力集中低減効果があった．

2) 横梁橋台埋め込み角部のコンクリートに，引張応力度が生じた．これは，面外曲げモーメントにより横梁ウェブが側壁を押し込むことにより，横梁橋台埋め込み角部に引張力を発生させていると考えられる．CASE2 は，ウェブ間隔を拡幅したことにより，CASE1 に比べて側壁への押し込み力が

大きくなるとともに，横梁橋台埋め込み角部の引張応力度も大きくなった．その対策として，横梁下フランジに孔明鋼板ジベルを追加し，鋼桁と橋台の拘束力を大きくすることで面外変形を抑制し，押し込み力の低減を図った．その結果，横梁橋台埋め込み角部の引張応力度は，CASE1 で 7.7 N/mm^2 ，CASE2 で 5.4 N/mm^2 と低減した．さらに，コンクリートのひび割れ抑制のため，横梁橋台埋め込み角部の橋台前面から 1m の範囲に補強鉄筋を配置した．

3) 横梁下フランジ下面のコンクリート支圧応力度は，フランジを拡幅（CASE2）したことにより支圧面積が増加し低減された．

4. まとめ

以上の検討結果から，ウェブ間隔を拡幅することにより面外力に対して応力集中を緩和することができた．また，横梁下フランジに孔明鋼板ジベルを設置することで横梁と橋台の一体化を図り，側壁の押し込み力を低減し，横梁橋台埋め込み角部の引張応力度を低減できた．しかし，ポータルラーメン橋の実績のなかで鋼桁埋め込み部のコンクリートでひび割れが発生している事例がある．本橋の補強筋によるひび割れ対策の効果は，経過観察をする必要がある．また，曲線を有する 2 径間連続のポータルラーメン橋の実績は少ないため，温度変化による挙動を計測することとした．今後，計測結果と FEM 解析結果の整合性を確認する予定である．

参考文献

- 1) 西日本高速道路株式会社：設計要領第二集 平成 24 年 7 月
- 2) 土木研究所：橋台部ジョイントレス構造の設計法に関する共同研究報告書（その 2） 平成 20 年 12 月
- 3) 土木研究所：橋台部ジョイントレス構造の設計法に関する共同研究報告書（その 3） 平成 24 年 3 月

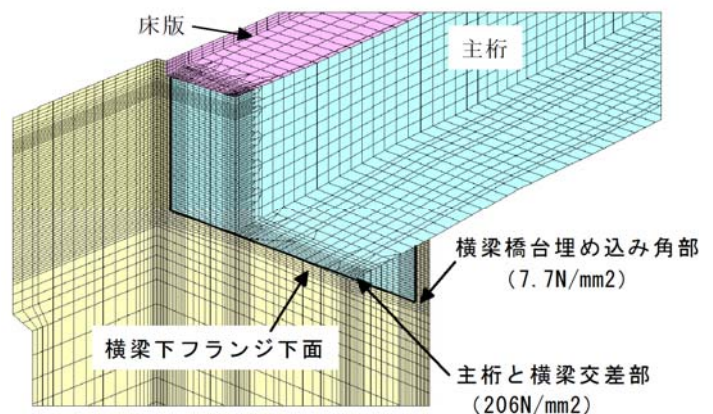


図-3 FEM 解析モデル (CASE1)

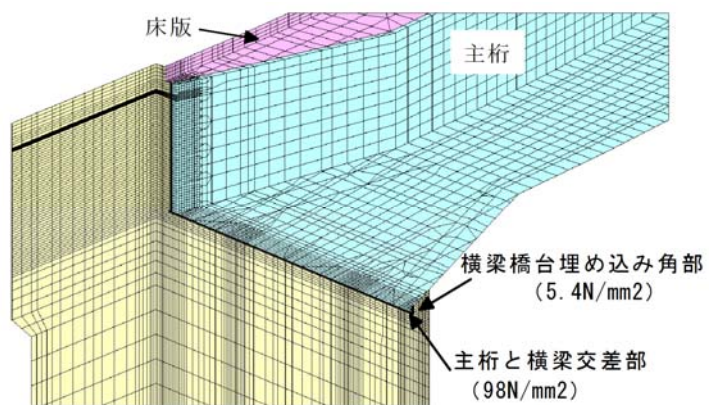


図-4 FEM 解析モデル (CASE2)