

R = 80 mの曲線混合橋の設計

～美濃関ジャンクションFランプ橋～

Design of Curved Mixed Bridge, MINOSEKI Junction F Ramp Bridge

本摩 敦
Atsushi HOMMA

川田工業(株)橋梁事業部技術部
大阪技術部設計二課係長

水本 泰章
Yasuaki MIZUMOTO

川田工業(株)橋梁事業部工務部
工事二部工事課工事長

岩田 幸三
Kozo IWATA

川田工業(株)橋梁事業部工務部
工事二部工事課

本橋は東海北陸自動車道と東海環状自動車道を結ぶ美濃関ジャンクションの橋梁群のうち、東海環状自動車道から東海北陸自動車道南行きに接続する流入（Eランプ）・流出（Fランプ）の両ランプ橋であり、橋梁形式は多径間連続（鋼床版箱桁＋PRC箱桁）混合橋です。東海北陸自動車道跨道部の長支間に適した軽量の鋼桁と、経済性に有利なPRC桁を連続化し、耐震性・走行性を向上することが混合橋形式の採用理由です。同形式の橋梁には四国横断自動車道 新川橋¹⁾、吉田川橋（JH四国支社、高松工事事務所）があり、本橋の設計も新川橋・吉田川橋の手法を参考としています。ここでは曲線混合桁である本橋の設計について、主に接合部に着目して紹介します。

主要諸元は以下のとおりです。

道路規格：第2級A規格

構造形式：多径間連続（鋼床版箱桁＋PRC箱桁）

連続橋

（Eランプ橋：12径間，Fランプ橋：11径間）

橋 長：Eランプ橋：524.6 m

Fランプ橋：503.0 m

支 間 割：Eランプ橋：39.1 + 44.0 + 44.0 + 69.5 + 48.5
+ 40.0 + 40.0 + 40.0 + 38.5 + 42.5 + 43.8 + 33.3 m

Fランプ橋：71.0 + 89.0 + 55.0 + 36.0 + 36.0

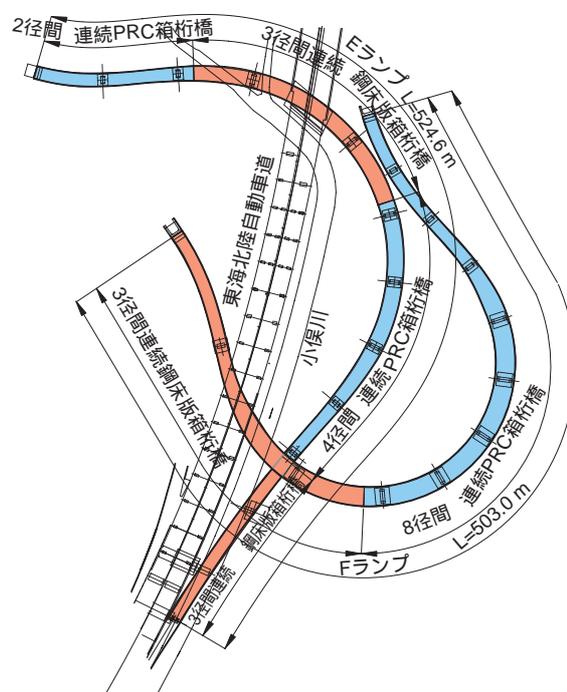
+ 36.0 + 36.0 + 36.0 + 36.0 + 36.0 + 36.0 m

有効幅員：Eランプ橋：6.81～8.96 m

Fランプ橋：6.86～10.81 m

本橋の概要

本橋の最大の特徴には大きい曲率を有する曲線橋であること、および混合橋形式であることが挙げられます。ジャンクション橋であるため道路線形は複雑な形状で、全体図からも分かるように、Eランプ橋は「くの字形」、



美濃関ジャンクションFランプ橋全体図

Fランプ橋は「馬蹄形」の道路線形となっており、最小の曲率半径は80 mです。設計業務ではこれらの曲率に配慮する必要がありました。

接合部の設計

鋼桁とコンクリート桁の境界部に位置する部材は接合部と呼ばれ、鋼桁とコンクリート桁間のスムーズな応力の伝達が要求される重要な部位です。接合部の形式には新川橋・吉田川橋で実績のある「後面支圧板方式」を採用しました。この形式は鋼桁側の断面の周縁とウェブ部分をマルチセル構造として、鋼殻セル内に充填した中詰コンクリートとマルチセルの後面支圧板を介して応力を伝達する方式です。この構造は中詰コンクリート部と

PRC桁部が一体化しているため、力の伝達性に優れ、接合面でのコンクリートの応力集中が比較的小さいなどの特徴を持ちます。マルチセル内に設けるずれ止めには従来からのスタッドジベルに代わり、新川橋・吉田川橋と同じく孔明け鋼板ジベル（PBL）を採用しています。

本形式の接合部の安全性については新川橋の設計業務の中で確認がなされています。しかし新川橋を含め、これまでの数少ない混合橋の実績は、その全てが直線もしくはほぼ直線の平面線形を有する橋梁であり、本橋のような曲線橋への採用事例はこれまでありませんでした。

曲線の影響により生じるねじりモーメントの伝達機構を明確にすることや、コンクリートの局部応力および鋼殻セルを構成する鋼板の発生応力を確認することが、曲線橋の接合部設計における重要な課題でした。これらは簡易計算による確認ができないため、立体FEM解析を用いて検証を行いました。

FEM解析の結果、水平軸・鉛直軸回りの曲げモーメントに対しては、鋼桁側・コンクリート桁側のいずれでも、発生応力のレベルが非常に小さいことがわかりました。

ねじりモーメントが最大となるケースでも、鋼桁側では応力上の問題はありませんでした。しかしコンクリート桁側では接合部境界面において、鋼殻セルの角部（仕切り板とフランジの結合部付近）に局部的な応力集中が認められました。

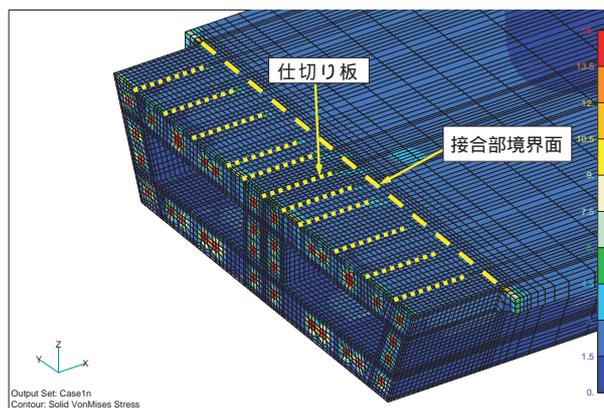
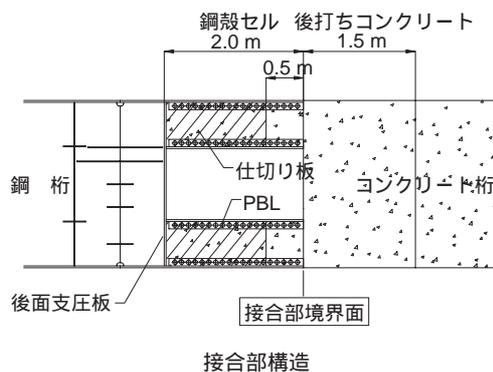
そこで、応力集中の緩和対策として、仕切り板を境界面から控え、鋼桁～コンクリート桁間のねじりモーメントを段階的に伝達する構造を考案しました。FEM解析によっても、仕切り板端部におけるねじりモーメントの低減効果、コンクリート桁側の応力集中の緩和効果が確認されたので、実橋に反映しました。

耐震設計

本橋の大規模地震に対する耐震設計では鉛プラグ入りゴム支承の履歴減衰を期待した免震設計を採用しました。

複雑な道路線形を考慮する必要があったため、複数の加振方向を考慮した立体非線形動的解析をもとに、ゴム支承のせん断変形量が安全な範囲であることを確認しました。また想定外地震時の上部構造の回転による支承からの脱落、さらに下部構造からの脱落の可能性を考慮して、PCケーブルや変位制限構造を用いた落橋防止システムを構成しました。

具体的には端支点部にPCケーブルを用いた落橋防止装置を設け、また地震時の回転により下部工からの脱落の恐れがあるFランプ橋のA1橋台部については、落橋防止構造と同等の耐力を有するように強化した変位制限構造を設ける構成としました。



FEM解析モデル（コンクリート桁部）



架設状況

おわりに

現在架設現場では、地組立とベント架設のサイクル架設作業が急ピッチで進められており、平成15年11月にはJH東海北陸道跨道部の夜間大ブロック架設がEランプ橋・Fランプ橋同日に予定されています。

最後に本橋の設計に当たり、常に的確なアドバイスを頂いた日本道路公団中部支社および岐阜工事事務所の皆様に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 望月，山田，安藤，縄田，高田，宮地：鋼・PC混合橋（新川橋）の設計と施工，橋梁と基礎，pp.2-8，2000.11.