

プロジェクト紹介【寄稿】

増設インターチェンジのための 既設橋拡幅計画

～RC連続ラーメン橋の拡幅設計～

宮本 宏一

MIYAMOTO Hirokazu
株式会社エイト日本技術開発
交通インフラ事業本部



はじめに

みやま柳川IC(図1・写真1)は、九州自動車道八女ICと南関ICの中間点に計画された増設インターチェンジで、地域振興に役立つために福岡県、みやま市等の地方公共団体が主体となって整備する「地域活性化インターチェンジ」の一つである。

このインターチェンジの完成により、九州自動車道と水郷で知られる柳川市などのアクセス向上、並びに現在整備が進められている有明海沿岸道路との接続により、福岡県南西部～佐賀県南部の円滑な交通流が期待されている。

本文は、このうち平成21年3月に完成した、みやま柳川IC終点側に位置する九州自動車道九折橋

の拡幅設計¹⁾概要を報告するものである。

既設構造の特徴

拡幅設計対象である九折橋は、昭和40年代後半に建設されたRC構造の連続ボックスラーメン橋(L=122.0m:床版部=3径間連続×4、底版部=6径間連続×2)である。

本橋梁の特徴は、床版部が3径間連続構造となっていることに対して、底版部は6径間連続構造となっていることと、写真2に示すように橋脚横断面もラーメン構造となっていることである。本橋梁形式はコンクリート道路橋設計便覧²⁾にも紹介されており、そこでは不等沈下や地盤バネ設定が設計上の要点とされている。

基本計画

拡幅計画を図2に示す。増設ランプ幅員計画の関係で、必要拡幅量が0.9～6.2mと大きく変化するのが本拡幅計画の特徴である。ここで既設構造と拡幅部の接続方法には、大きく2つの方法が考えられた。1つは既設構造とは切り離し、拡幅部単独での構造とするものであり、もう1つは既設構造と拡幅構造を完全に一体化する方法である。

前者では構造設計は明快であるが、床版接続部に120m程度の縦方向伸縮装置の設置が不可欠であり、通行車両の安全性や伸縮装置の経年劣化に伴う取替えなどが生じる。

そのため、維持管理性に優れ、

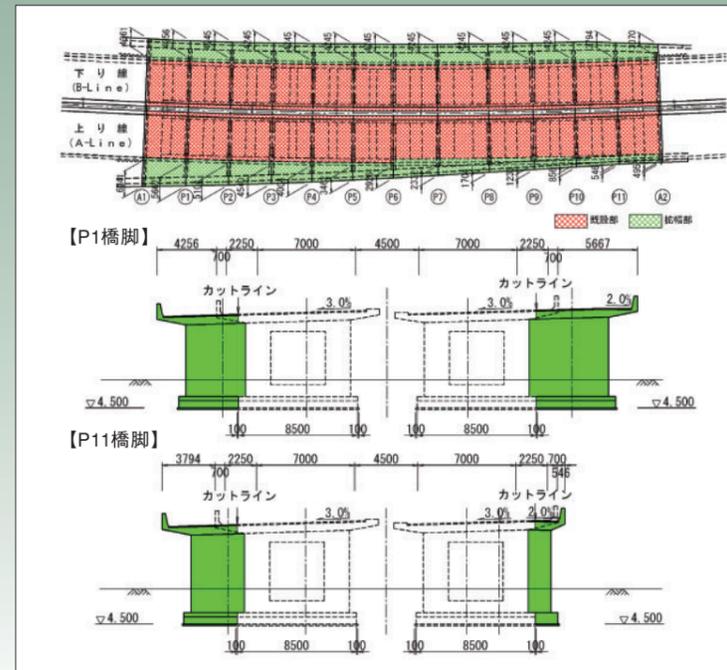


図2 既設橋拡幅計画



写真2 既設橋梁の状況

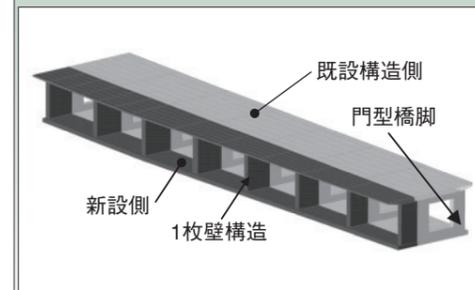


図3 拡幅構造検討モデル

荷重分担比率により地震力などの既設構造に作用する荷重軽減も期待できる既設・拡幅部の一体化構造を採用することとした。

ただしこの場合は、N値10～20程度の比較的軟らかい地盤に支持された直接基礎なので、新旧構造の地盤への荷重載荷順序や施工時の地盤緩みなどによって生じる不等沈下への対処や、温度・乾燥収縮などの緩和が設計上の課題となる。

全体構造の計画

拡幅部を含めた構造系全体の概念を図3に示す。本橋梁は不静定次数の高いラーメン橋であり比較的耐震性の高い構造形式であるが、『道路橋示方書V』のレベル2地震動に対しては、既設柱のせん断耐力が不足する状況にあった。また、B活荷重などの鉛直荷重に対しては、新旧床版に生じるたわみ差を小さくすることも必要であり、図3拡幅構造検討モデルに示すように構造側面の部材寸法は新旧同一とした上で、直角方向

の形状寸法を検討した。その結果、既設側柱の発生せん断力を既存のせん断耐力に収めることが可能であり、構造単純化による施工性の向上にも繋がることから、写真3に示すように拡幅部の柱形状は全て壁式構造とした。

施工計画

施工手順を表1に示す。既設道路の拡幅工事では、交通規制時の安全性および施工期間の短縮がより求められる。これらに関する取り組み概要を以下に示す。

- 下部構造を可能な限り立ち上げた後、既設構造撤去と床版拡幅を行う。
- 既設床版撤去は、路面上設備が

コンパクトで路肩縮小幅を軽減でき、施工速度の面においても有利なワイヤーソーによる切断・撤去とする。

- 拡幅床版の鉄筋と既設鉄筋との接合はエンクロズド溶接とし、接合部鉄筋のハツリ出しは、既設床版コンクリートのヘアークラックを防止するためウォータジェット工法を用いた。図4に床版結合部鉄筋の継手計画を示す。鉄筋溶接位置が定着部内に有効高さ以上入るように、拡幅側の柱幅と床版張出し長を調整した。
- 床版コンクリート施工の工期短縮のため、拡幅床版コンクリートは膨張コンクリートを用いて3径間一括打設とした(詳細は後述)。



図1 みやま柳川インター位置



写真1 インター完成写真



写真3 橋脚正面形状

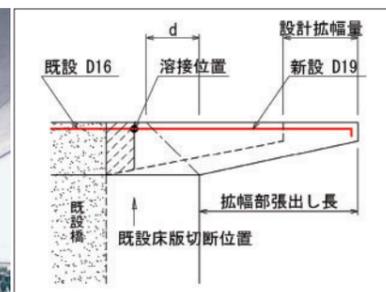


図4 床版鉄筋の結合

表1 施工ステップ

① 底版構築	② 柱構築	③ 路面規制開始
④ 既設床版撤去設備配置	⑤ 既設床版撤去	⑥ 床版構築

床版結合部の設計

既設構造側では自重による地盤沈下は終息している。一方新設側は自重・活荷に追随して地盤沈下が生じるため、図5に示すように新旧構造接合部においては、いわゆる不等沈下の影響を考慮した照査が必要となる。

不等沈下の影響は柱付近の横断面で顕著となることから、図6に示すようにラーメン橋横断を平面骨組でモデル化して、地盤剛性や活荷重偏載による影響を考慮しながら、柱上下端を含む床版および底版部における新旧構造接合部の設計を次のように実施した。

- 安全な接合部の設計となるように、床版と底版の部材剛性は柱結合部有効幅で評価する。一方自重と活荷重は奥行き1支間分を考慮し、表1の施工順序に従ったステップ荷重とした。
- 地盤はバネモデルとする。ただし、地盤バネは有効荷重幅の取り方により大きく変わり、また掘削による緩みの影響を定量的に評価するのも困難である。そこで、地盤バネを1~1/3程度まで変化させて、変位と断面力の変化を把握することとした。

以上の検討から、底版結合部のせん断力を確実に伝達することにより、地盤状態の変動と不等沈下による床版接合部断面力の変動は、数%以内に納まること確認できた。

図7に床版と柱上端部の配筋計画を示す。不等沈下に対しては、柱上端部を含めたT形断面としての結合部配筋計画を行ったものである。なお、既設柱側にはアンカー筋を配置し新設部材との一体

化を図ることとした。

底盤結合部の設計

底盤結合部に最も厳しい曲げ応力を与えるのは、柱コンクリート打設時(表1の②柱構築)である。すなわち、底版→橋脚→床版という施工順序において、硬化前の橋脚コンクリートが単純に荷重として底版に作用する時の状態である。この状態での底版断面力は、支持

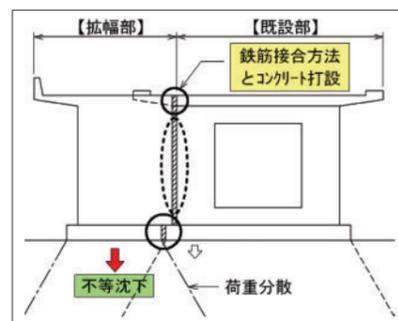


図5 不等沈下への対処

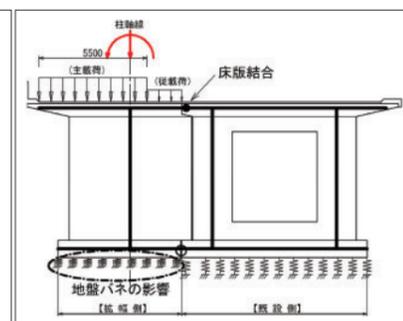


図6 不等沈下検討モデル

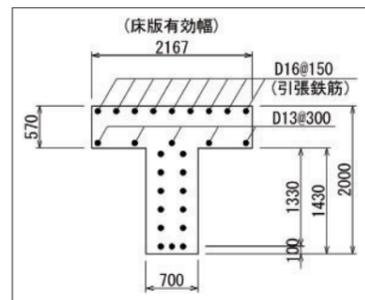


図7 床版結合部の配筋要領

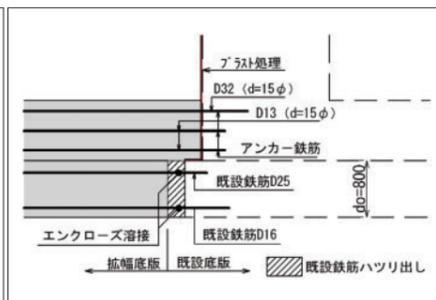


図8 底盤結合部の配筋要領

地盤抵抗により大きく変動し、底版のみを有効($d_o=800\text{mm}$)とした照査では、曲げ耐力不足となる。そのため、図8に示すように柱下端の一部を底版と一体施工し、結合部に逆T形のRC断面を構成することにより、橋脚コンクリート自重に抵抗する部材計画とした。

膨張コンクリートによる乾燥収縮の緩和

桁橋の床版拡幅工事では、新旧床版間にスロット(二次床版)を設けて、温度・乾燥収縮の影響を緩和しながら床版コンクリートの分割打設を行うのが一般的である³⁾。しかし、本構造は元々が不静定構造物であり、分割打設による影響軽減効果が小さいことや、路面規制期間の短縮が重要課題であることから、膨張コンクリートによる床版打設を採用することとした。

膨張材を添加した床版コンクリートの材令と乾燥収縮ひずみの関係を、普通コンクリートの場合と対比して図9に示す。この乾燥収縮特性に対して、表1に示した施工手順と工程に従った立体FEM解析により、コンクリート引張応力度等を照査した。結果の概要は次のとおりである。

- 床版平面の変形状態を図10に示す。新設側のコンクリート収縮により微小な弓なりの変形状態を示すが、図11の応力コンターに示すように、既設側に有害な引張応力度が生じることはない。
- コンクリートに生じる引張応力度は、普通コンクリートを使用した分割打設に比較して、1/2程度以下まで低減可能である。
- 拡幅側の中間支点付近には、引張応力が生じるが、これを補償するため補強鉄筋を配置する。

これらの対処策により、非常に厳しい工程ではあったが、予定通り工事を完了し、平成21年3月の開通を迎えることができた。

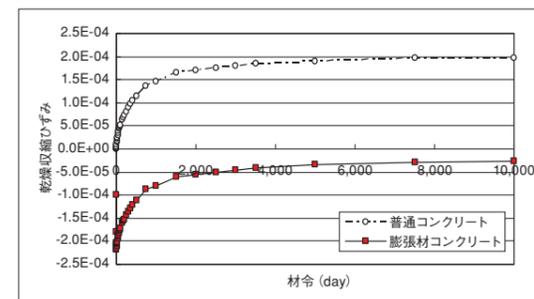


図9 乾燥収縮特性

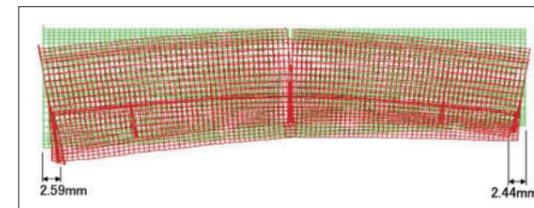


図10 構造平面変形図

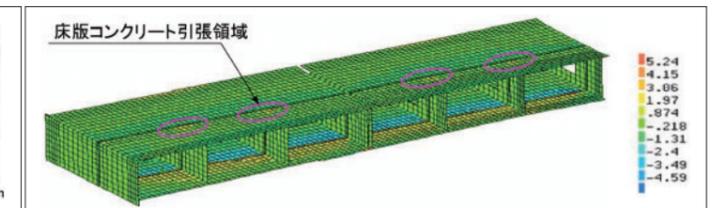


図11 応力コンター



写真4 拡幅工事完成写真

まとめ

拡幅設計では不等沈下に対する接合部の設計や、コンクリート材令差等による不静定力への対処などが主要な課題となる。構造・施工条件に応じた適切な対処策により、通行車両の安全・走行性・耐久性の向上、および維持管理の低減が達成されるが、それには新設橋に比較して、より一層の創意工夫が必要といえる。同様のIC増設等のための車道拡幅、或いは新設歩道設置など、既設橋梁の拡幅に関する需要は少なくないと思われる。本設計において実施した内容が今後の参考となれば幸いである。

最後に、既設橋は避溢橋として構築され、田園地帯に連続高架橋のスレンダーな景観を有している。本設計ではその形状を壊すことなく、ほぼ同様な形状にて拡幅することができ、周辺住民にも違和感のない構造として受け入れられることを期待している。

<参考資料>

- 九州自動車道九折橋拡幅設計報告書、平成19年3月
- コンクリート道路橋設計便覧、p328、平成6年2月、(財)日本道路協会
- 設計要領第二集橋梁建設編、p10-7、2008年4月、西日本高速道路(株)