

高光高架橋（新直轄）の工事報告

中野晴樹

四国地方整備局 大洲河川国道事務所 建設監督官 (〒795-8512 愛媛県大洲市中村210)

本報告は、愛媛県宇和島市に建設中の四国横断自動車道（宇和島北IC～西予宇和IC間）の一環である、高光高架橋（鋼7径間連続非合成複合ラーメン橋）の架設工事報告である。本橋は、「鋼上部工」と「鉄筋コンクリート下部工」を剛構造とした複合ラーメン橋であり、一般的な支承を有する鋼桁橋とは設計・施工上の観点から異なった特徴がある。本報告では、剛結部における設計・製作及び施工について創意工夫した項目について述べる。

キーワード 橋梁上部工 複合ラーメン橋 剛構造 品質管理

1. はじめに

四国横断自動車道は、阿南市を起点として高松市、高知市を經由し、大洲市に至る延長約441kmの路線である。

四国四県の広域的なネットワークはもとより四国縦貫自動車道、さらには本州四国連絡道路と相まって本州との結びつきを深め、四国における産業、経済、文化の発展に重要な役割を果たすとともに、高規格幹線道路ネットワークの機能強化、及び今後想定される「東南海・南海地震」などによる災害時の代替路としての役割を担う路線である。

宇和島北IC～三間IC（仮称）～西予宇和IC間は、平成15年12月の国土開発幹線自動車道建設会議において決定された新直轄方式により整備される区間で、平成5年3月より供用されている宇和島道路（国道56号自動車専用道路）と接続することにより、愛媛県南予地域の発展に一層重要な役割を果たすものと期待されている。

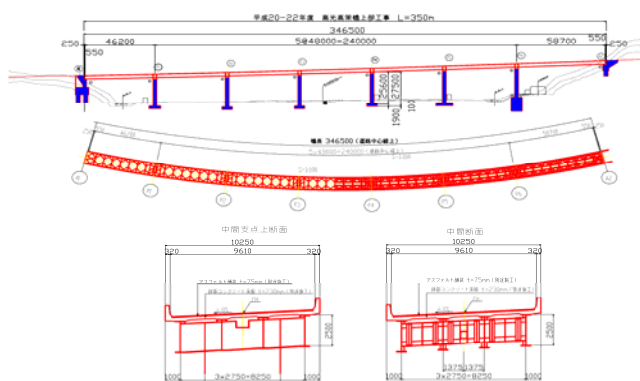


図-1 位置図

2. 構造概要

本橋は、橋長L=346.5mの鋼7径間連続非合成複合ラーメンI桁橋である。（図-2参照）

橋梁型式は、死荷重の小さい鋼桁をRC橋脚に連結し、中間支点上を剛構造とすることで中間橋脚上の支承が不要となり、耐震性能の向上とともに、経済性において有利な複合ラーメン構造としている。



設計条件	
橋長	346.5m
桁長	346.0m
道路規格	第1種3線B規格 設計速度 80km/h
荷重	B活荷重
形式	鋼7径間連続非合成複合ラーメンI桁橋
支間	46.20m+5@48.00m+58.7m
有効径員	9.500m 斜角 90° 00' 00"
横断勾配	6.00%
縦断勾配	1.908%~4.000%(V.C.L=300.0m)

図-2 橋梁一般図及び橋梁諸元

3. 本橋梁の特徴及び剛結部の特徴

(1) 架設地点の特徴

架設地点は市街地から少し離れた山間部に位置し、穏やかな気候条件であるが、国道及びJR予讃線が並行し、かつ桁下には市道・高串川・南予用水管等があるため、

景観性や周辺環境への影響にも配慮して、施工する必要がある。

(2) 構造的な特徴

主桁は縦断勾配4%、平面線形 R=700mの緩やかな平面曲線を有し、高さ約25mの6本のスレンダーなコンクリート橋脚に剛結支持された複合ラーメン橋である。

本橋梁の全体系の挙動としては、常時の死荷重・活荷重は両端支点においては支承を介し橋台へ、中間支点においては脚頂部に設置された横梁剛結部を介して橋脚基礎部へと伝達される。地震荷重は両端支点部のゴム支承と25mの高さを有するフレキシブルな中間橋脚により、それぞれの橋台橋脚基礎に分散され、所定の耐震性を確保する構造である。

(3) 剛結部構造の特徴

複合ラーメン橋のポイントである剛結部構造の特徴を述べる。定着方法は、本橋主桁が鉸桁であるため横梁腹板・主桁下フランジのスタッドジベル方法を採用した。よって本構造の伝達機構は鉸桁→横梁→スタッド→コンクリート→鉄筋→橋脚である。そのため、横梁部コンクリートの確実な充填が重要となる。(図-3参照)

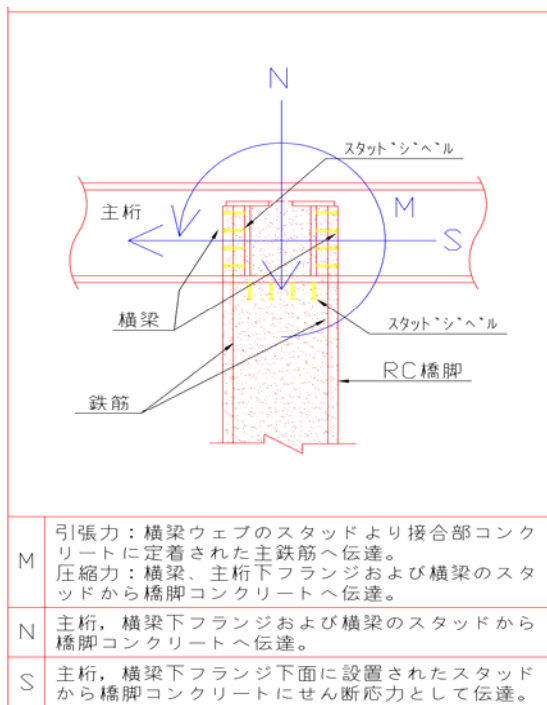
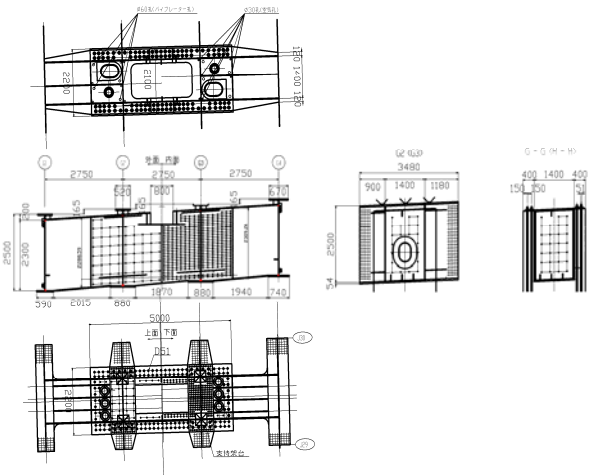


図-3 定着方法

横梁配置の方法としては、①腹板を橋脚コンクリートの外側に配置する形式と②コンクリートの中に設置する形式がある。①の橋脚コンクリートの外側に配置した場合には、主桁剛結部ブロックの架設時に下フランジに開けられた多数の貫通孔に鉄筋を通す必要があり、下部工施工時に橋脚配置および鉄筋位置に高度な精度が要求さ

れる。②の内側に設置する方法は鉄筋貫通孔数がある程度低減可能なこと、解析や縮小供試体の載荷試験により構造の安定性が確認された施工実績があることを考慮し本橋梁では、②の内側に配置する構造としている。

また横梁部材は架設時の支持方法(ベント支持、橋脚天端支持)架設方法および部材輸送を考慮して、横梁一体構造に決定した。(図-4参照)



横梁構造図

図-4 横梁構造

剛結部の架設については①横梁部を先行架設しコンクリート打設完了後に主桁を架設する方法と、②横梁およびすべての主桁を架設後に横梁のコンクリートを打設する場合があるが、②は主桁と横梁が架設フレームにて固定されるため、温度変化による主桁の伸縮(例：20°Cの差で支間約11mm伸縮)による変形等が剛結部のコンクリートに悪影響をおよぼし、結合部に十分な剛性が期待できない可能性を危惧し、本橋梁では①の横梁先行架設を採用している。

4. 剛結部製作上の課題と創意工夫

(1) 課題

- 剛結構造であるため、上下部の施工誤差を製作部材長にて吸収する必要がある。
- 複合構造であるため、橋脚鉄筋を横梁フランジに貫通させる必要がある。
- 剛結部コンクリートは十分な充填と高い品質の確保が必要である。

(2) 創意工夫

製作部材長の決定、横梁鉄筋貫通孔については3段階の現場実測値を実施し反映させた。

- ①現地測量：橋脚支間測量と鉄筋位置・高さ計測。
- ②横梁設置後実測：コンクリート打設前の横梁相互。
- ③コンクリート打設後実測：コンクリート打設による横梁相互の移動や変形の有無確認。

横梁・主桁の原寸製作は①の支間測量結果や橋脚鉄筋位置を反映して行った。原寸は3次元CADシステムを用い、横梁やスタッド等の部位と橋脚鉄筋が干渉しないように詳細寸法の決定を行い、調整継手部の添接板は、②・③の橋脚横梁仕口（ジョイント）端面間隔（支間）を計測した値を原寸データに取り込み、添接板の製作を行った。（図-5参照）

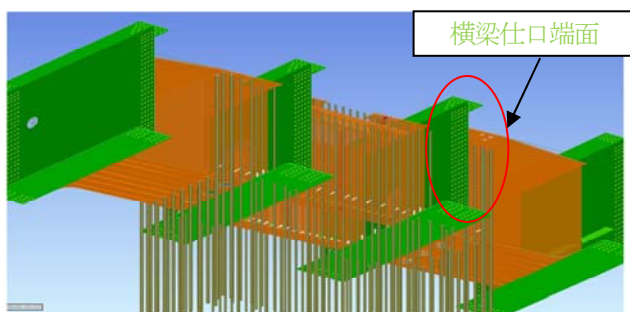


図-5 横梁原寸図面

剛結部コンクリートの充填と品質確保については、横梁の箱内や狭隘部には空気だまりが生じ、コンクリートの充填が不十分となる可能性があるため、横梁の上フランジに空気抜き孔をあけ噴出状況を見ることで、コンクリートが隅々まで充填されたことを確認できるようにした。また、狭隘各部への十分な充填を促進するためパイプレータ用の孔も追加した。（図-6参照）

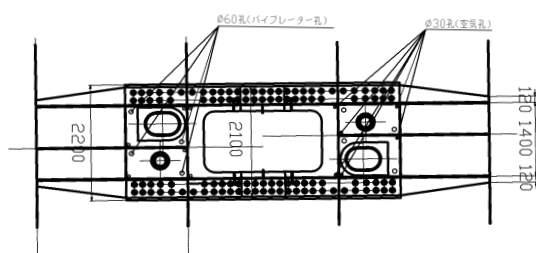


図-6 空気孔位置図

5. 剛結部施工上の問題と創意工夫

(1)課題

現場施工については、剛結部横梁の架設及び剛結部のコンクリート施工が重要課題であり以下の点が挙げられる。

- 1)剛結部の据付精度（高さ・平面位置）は全体の出来形に大きな影響を与えるため、正確に行わなければならない。

- 2)コンクリート打設時は横梁が不安定となり、変位変形を起こす可能性がある。
- 3)横梁内に充填するコンクリートが、マスコンクリートになるため、温度ひび割れの発生防止が必要である。
- 4)横梁内にコンクリートを充填する際、空隙を抑えなければならない。

(2)創意工夫

前述した課題に対してまず、1)の横梁架設においては、剛結部横梁の設置精度（高さ・平面位置）の向上が重要であり、横梁の設置精度を確保するため、スライド式送り台（写真-1参照）を斜ベントの上に置き、高さ・平面位置を効率よく、安全に調整することが出来た。（図-7参照）また据付精度管理は、支承据え付け高さの規格値 $\pm 5\text{mm}$ 、通り管理は桁の通り規格値 $\pm(10+2L)$ の50%の15mmで実施することとし、精度向上を図った。



写真-1 スライド式送り台

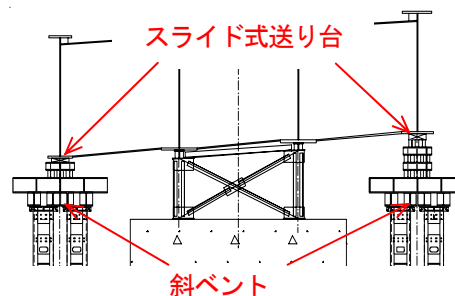


図-7 横梁の調整設備

2)のコンクリート打設時の横梁ズレ変形の防止は、橋脚上にアンカーボルトにて、調整固定が可能な鋼製架台（写真-2参照）を設置し、その架台と横梁をボルトで固定して、コンクリート打設による横梁の変位変形を防止した。



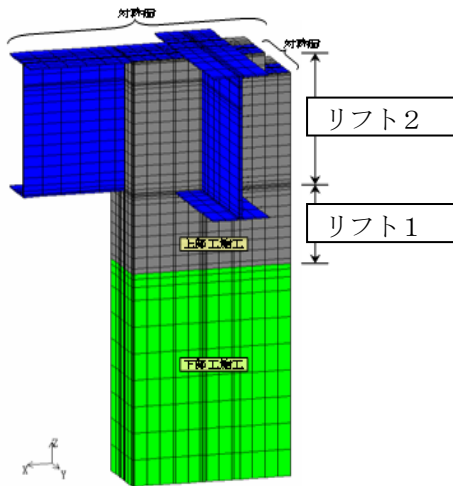
写真-2 鋼製架台

3)のマスコンクリートによる温度ひび割れについて、防止対策を実施した。

- ① 事前に温度解析を行いコンクリートの打設リフト（高さ）を検証後、決定した。
- ② 各打設リフト毎に温度センサーを設置して解析温度と比較を行い、測定結果をもとに養生期間を判断した。
- ③ 打設時期が2月から3月上旬となったため、寒中養生を実施した。

①については、施工性及び安全性を考慮し、2回分割打設を前提にリフト割を高さ1500mm（LIFT 1）と2500mm（LIFT 2）とし、膨張材の有無を比較した温度応力解析を実施した。解析結果により、膨張材を使用する方が、内部のひび割れ発生確率が約50%低減することが確認されたので、このリフト割りと膨張材添加で施工した。

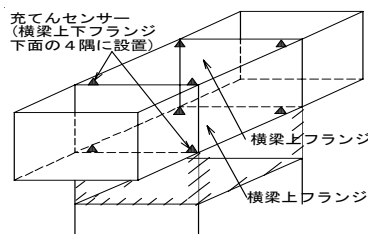
解析モデルを以下に示す。（図－8 参照）



図－8 解析モデル

②・③の寒中養生対策として保湿・保温性の高い養生シートで覆ったり、内部はジェットヒーターによる給熱保温養生を行った。

4)のコンクリートの充填について充填センサー端子を各打設リフト毎の不可視部の隅角部（図－9 参照）に設置し、直接目視及び器械表示による間接目視にて、各部のコンクリートが充填されたことを確認しながら作業を行った。



図－9 設置箇所

それ以外の創意工夫として、接合部外面の充填確認のために透明型枠を組み込み、外側から確認するとともに、締固めを十分行うため、延長パイプを取り付けた長尺の高周波バイブレータ（マルチバイブレータ）を使用し、剛結部のコンクリートの締固めを十分に行った。

また、コンクリートの配合についても高性能AE減水剤を添加しスランプを18cmとし、自己充填性を高めた。

（表－1 参照）

表－1 配合：30-18-20N

示方配合	目標スランプ (cm)	目標空気量 (%)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単 位 量					
					単位量 (kg)	水 (kg)	細骨材 (kg)	粗骨材 (kg)	混和材 (kg)	高性能AE減水剤 (kg)
1m ³	18.0	4.5	49.0	48.7	303	158	902	957	20	3.876

6. 施工結果 について

本工事の施工においては、本橋の特徴と設計思想に従って、設計製作・現場施工における各段階ごとのコントロールポイントと問題点を洗い出し、現場施工の観点から製作架設に反映し、それぞれの問題点に対して対応策を検討し施工を確実に実行した。その結果、横梁は精度よく設置でき、剛結部コンクリート前後の現場実測にて、横梁の変位変形は発生していないことを確認した。また、現場実測結果を反映して製作した鋼桁各部材を精度良く架設することで、問題なくラーメン区間が閉合できた。

マスコンクリートにおける温度ひび割れ対策についても、温度管理に基づく適切な養生により、打設後約3ヶ月たった平成22年5月末においてもクラックは発生していない。またコンクリート充填性については、重点項目作業であり高い意識と管理体制の基で打設施工を行い、目的とする充填性が十分確保できた。

7. おわりに

現在、本架設工事はA1-P1間の主桁の最終架設を実施しており、今後、無事故・無災害で平成22年9月末日の工事完成を目指し鋭意施工中である。

また今回の執筆にあたり、高光高架橋上部工事の施工者である(株)横河ブリッジの方をはじめ、ご協力して頂いた方々に感謝いたします。

参考文献

- 1) Ca*/Jupiter（製作情報システム）横河技術情報
- 2) 高光高架橋上部工事 温度応力解析報告書