

8 施工計画

箱桁ポータルラーメン橋の設計と施工

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社駒井ハルテック

現場代理人

監理技術者

大坪 浩之[○]

沢田 一郎

三山 誠志

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：館山自動車道 湊川橋(鋼上部工)工事
- (2) 発注者：東日本高速道路株式会社
関東支社 木更津工事事務所
- (3) 工事場所：千葉県君津市六手～富津市竹岡
- (4) 工期：平成27年11月24日～
令和元年8月25日
- (5) 橋梁形式：沖田橋 鋼単純合成2主鈹桁橋
牛房谷橋 鋼単純ポータル
ラーメン2主箱桁橋
湊川橋 鋼3径間連続ラーメン
2主箱桁橋
相川橋 鋼単純合成2主鈹桁橋
白狐川橋 鋼単純合成2主鈹桁橋

東関東自動車道 千葉富津線（館山自動車道）は、千葉市から富津市に至る総延長51kmの高速自動車国道である。そのうち、木更津南JCTから富津竹岡IC間は既に暫定2車線で供用中であるが、4車線化によって追い越し車線が整備されることにより休日等の交通集中による渋滞緩和が期待される。本工事はこの4車線化に伴う橋梁の増設工事で、君津ICから富津竹岡ICの約20kmの区間に位置する5橋の車線を増設するものである。

(図-1)

本報告では「牛房谷橋の非線形FEM解析」および「施工条件と架設工法」について報告する。



図-1 橋梁位置図

2. 設計、現場施工における問題点

本工事のうち牛房谷橋は、ポータルラーメン橋の箱桁60mスパンで実績が少ないため、剛結部の破壊性状をFEM解析にて確認した。

また、主桁端部腹板に孔明き鋼板ジベル（以下PBL）を配置し、支圧板を介して橋台と剛結する構造となっており、本橋の架設工法である送出しでは、主桁端部に完成系以上の応力が作用するため施工上の工夫が必要であった。また、送出しヤードが狭隘なうえ架設位置の直下に民家があったため、架設の工夫、時間的制約があった。

3. 牛房谷橋の非線形FEM解析

①FEM解析概要

牛房谷橋の側面図を図-2に示す。ポータルラーメン橋での箱桁60mスパンの実績がないため、荷重伝達機構が不明確であることから、剛結

部の破壊性状をFEM解析にて確認した。解析モデルを図-3に示す。橋台と上部工の1格点間をモデル化した。

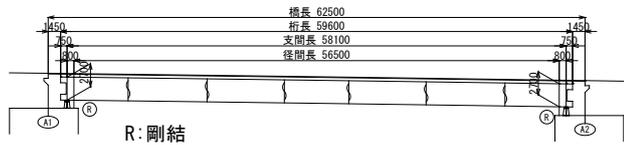


図-2 牛房谷橋 側面図

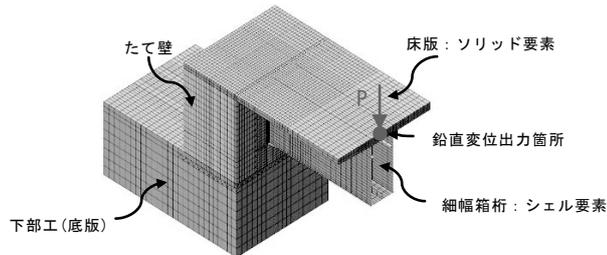


図-3 剛結部の解析モデル

コンクリート部材である橋台底版、たて壁および床版をソリッド要素、鋼部材である主桁および支圧板をシェル要素でモデル化した。下部工の境界条件は、底版の底面を完全固定とした。なお、荷重は桁張出し先端部に作用させた。

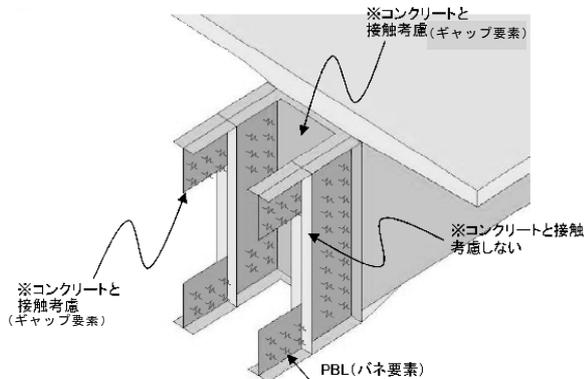


図-4 たて壁内の鋼部材とコンクリートの結合条件概要図

たて壁内の鋼部材とコンクリートの結合条件の概要を図-4に示す。床版と鋼桁上フランジは剛結合とし、剛結部のずれ止めとしてPBLを採用し、コンクリート表面の節点と鋼板の節点をバネ要素にて結合した。PBLのバネ値は複合構造標準示方書より、貫通鉄筋を考慮した値とした。また、PBLおよび支圧板表面とコンクリート表面との接触はギャップ要素を用いて圧縮力のみ伝達

し、引張力およびせん断力は伝達させないこととした。

②FEM解析結果

荷重載荷位置における、FEM解析で得られた荷重-鉛直変位関係を図-5に示す。立体骨組解析により算出した断面を合成桁断面と(鉄筋+鋼桁)断面の2種類とした剛性による荷重-変位関係を合わせて示す。

図-5より、床版-たて壁接合部のひび割れまでの剛性はFEM解析と合成桁断面とする計算値でよく一致しており、合成桁として挙動していることがわかる。床版-たて壁接合部のひび割れ後(step4以後)は剛性を(鉄筋+鋼桁)断面とする計算値とよく一致しているが、荷重増大に伴い徐々に乖離していくことが確認できる。その後、設計荷重の約2倍で下フランジが降伏し、床版-たて壁接合部のひび割れ幅が許容値を超過する。床版-たて壁接合部鉄筋は設計荷重の約3倍で降伏に至ることがわかった。

つぎに、図-5のstep4における最大主応力コンターを図-6に示す。床版-たて壁接合部と底版-たて壁接合部では断面急変による応力集中が確認できる。ひび割れは同位置から発生し、床版-たて壁接合部で支間中央へ、底版-たて壁接合部でたて壁へ広がる結果となった。

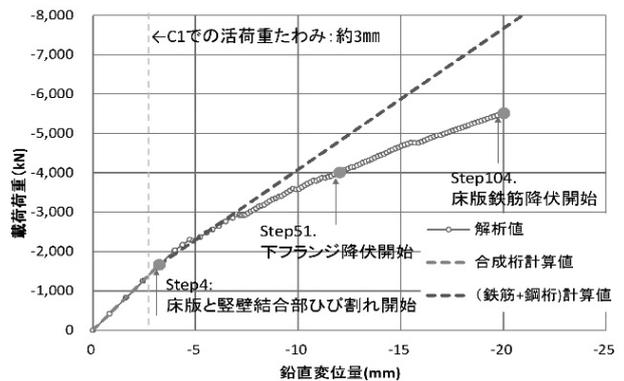


図-5 荷重-鉛直変位関係

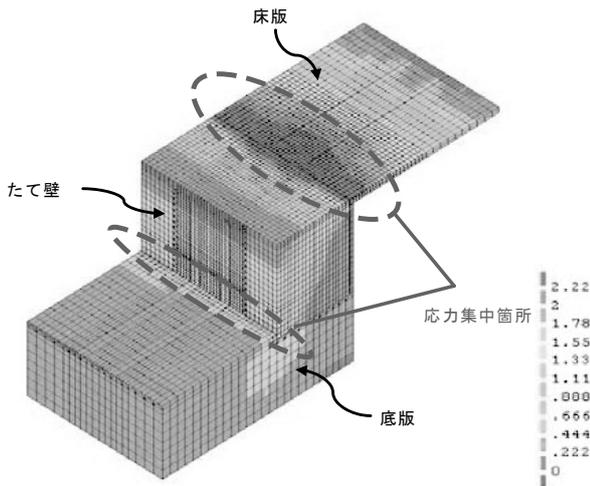


図-6 step 4におけるコンクリートの最大主応力コンター

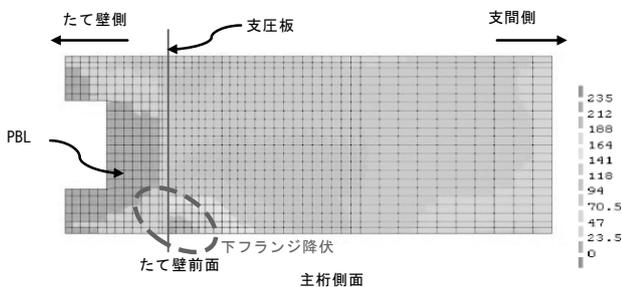


図-7 step51における鋼部材のミーゼス応力コンター

図-5のstep51における主桁側面のミーゼス応力コンターを図-7に示す。PBLがある支圧板接合部付近の下フランジの降伏が確認できる。このとき、支圧板背面のPBLが降伏していないことから、主桁からの圧縮力に対しPBLは支圧板を介して、たて壁コンクリートと分担して抵抗していることがわかり、安全性が確保されていることを確認した。

4. 施工条件と架設工法

本工事は、暫定供用中の4車線化ということもあり、全ての橋梁が高速道路に近接していた。そのため、施工ヤードは高速道路脇の狭隘な施工ヤードか路下の交差道路であった。狭隘な施工ヤード部は送出し工法を採用した。

牛房谷橋はポータルラーメン形式であり、主桁端部腹板にPBLを配置し、支圧板を介して橋台と剛結する構造となっている。送出し架設計画図

を図-10、送出し状況等を図-8にそれぞれ示す。送出し架設工法上、手延べ機連結部の主桁端部には、完成系以上の曲げ応力が作用するため、桁端部の腹板の断面欠損を避けるため、架設完了後にPBLの孔明けを行うこととした。



図-8 送出し状況

送出しは、ヤードが狭隘なため、完成系の主桁間隔では送出しができず、ヤード幅に収まるように短尺の仮横桁を製作して主桁間隔を狭めて対応した。また、架設位置の直下、高速道路の反対側(G1桁側)に民家があったため、不安定となる桁降下後の所定位置までの主桁の単独横取りは、民家と離れた方のG2桁を横移動する計画とした。さらに、民家への安全に配慮して、送出しの推進装置は、地組立桁後方にノンストップで連続送出しが可能なダブルツイングジャッキを採用して架設時間の大幅な短縮を図った。

送出し時間の実績としては、手延べ機到達まで2.5時間、主桁到達までは、到達側ヤードが狭く短いため手延べ機を撤去しながらの作業となり4.5時間、合計7時間で計画通りの施工ができた。

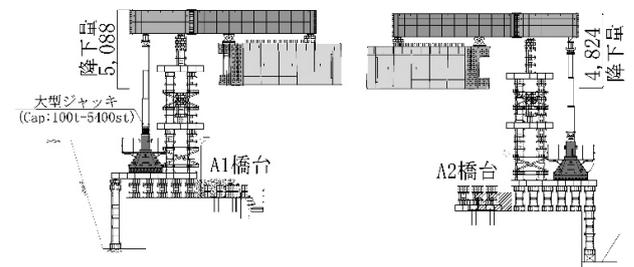


図-9 桁降下要領図

送出し後の降下作業も不安定な作業となるため、大ストロークを擁する大型特殊ジャッキを採用した。ジャッキ受け点は主桁の両端にセッティングビームを設けた。当初計画では吊り下げ方式

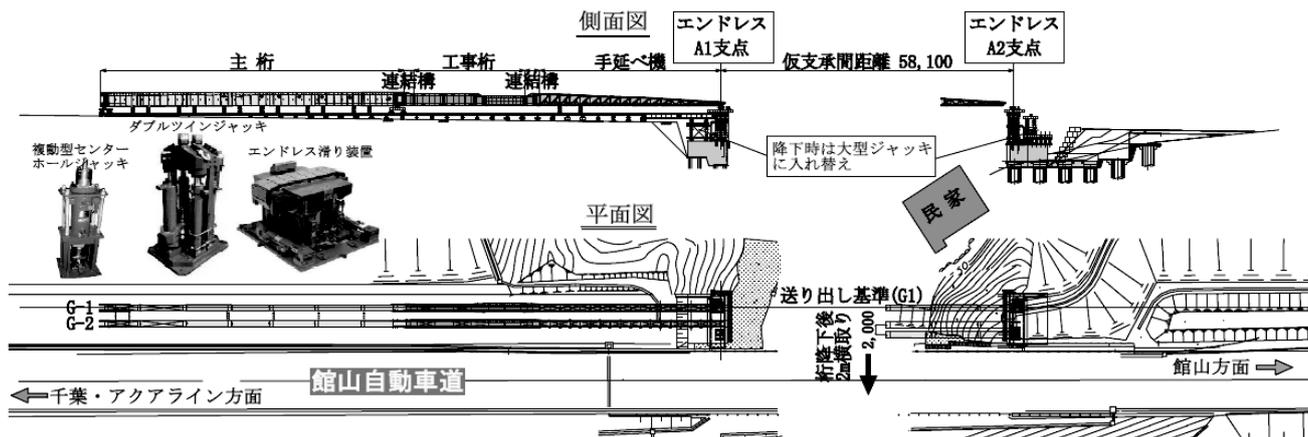


図-10 架設一般図

のジャッキを用いての桁降下となっていたが安全性の向上を図るため図-9、図-11のように、下から大型特殊ジャッキ（マルチユニットリフト）で支る工法に変更した。桁降下中の水平力による転倒防止として、20tチェーンブロックを筋交材とし、桁の降下速度に合わせて緊張してこれを防止した。



図-11 降下状況



図-12 横取り状況

桁降下後の横移動は降下時と同様にセッティングビームを受点とし、H鋼クランプジャッキを用いてG2桁を高速道路側へ移動させた。（図-12）

横移動後、本設横桁の取り付けは大型クレーンの搬入が難しい現場状況となっていたため、主桁上にレールと治具を設けて運搬、架設した。腹板PBLの孔明けは入熱による影響を避けるため切削機械を用いて行った。

本橋は、先述のとおり鋼桁と橋台をコンクリートで巻き立てて剛結する構造となっており、下部工耐力の観点から、架設からたて壁コンクリート打設までは仮支承で支持して可動させる必要があるため、A1側を可動、A2側を固定とした。仮支承の固定は、死荷重による水平力がほぼ解放される

床版コンクリートの打設後に行い、固定端であ

るA2側のたて壁コンクリートを先行して打設した。A1たて壁コンクリート打込み時には可動支承を固定する必要があるため、A1支承には鋼製クサビを打込んで固定する方法をとった。たて壁コンクリートに対しては、温度変化による鋼桁の伸縮が剛結部の品質に大きく影響するため、事前に外気温と桁温度を観測し、桁温が安定していることを確認のうえ、A1側仮支承のクサビ固定とたて壁コンクリートの打込みを行った。



図-13 架設完了写真

4. おわりに

牛房谷橋はPBL定着方式では国内最大級で難易度の高い橋梁であった。特に剛結部の下部工からの突出鉄筋との接合や配筋順序、たて壁コンクリート打設には大変苦勞した。

架設場所の条件や時間的制約を克服し、関係者一同の団結により安全に施工することができた。

最後に、本工事の施工にあたり、沢山のご指導とご協力をいただきました関係者各位に深く感謝いたします。