

美濃関ジャンクション東高架橋の鋼桁架設

—合成床版パネルを含む大ブロック架設—

CONSTRUCTION OF THE EAST DISTRICT BRIDGE IN MINOZEKI HIGHWAY JUNCTION

沢田 一郎¹⁾
Ichiro Sawada

小坂橋 誠²⁾
Makoto Koitabashi

1. まえがき

東海環状自動車道は、起点を愛知県豊田市、終点を三重県四日市とする環状道路であり(図-1)、東海地域の広域ネットワークの骨格ともいえる延長約160kmの高規格道路である。その北側拠点に位置し、東海北陸自動車道と接続される美濃関ジャンクション(写真-1)において鋼上部工を現在施工中である。

本橋の構造形式は鋼3径間連続非合成箱桁橋であり、隣接するPC橋との外観上の調和を図るべく主桁断面形状を逆台形としている(図-2, 3)。中央径間が供用中のランプ上に位置するため、床版は施工中の足場防護工が省略でき、供用後はコンクリートの剥落防止も期待できる合成床版を採用している。ランプ上の架設は、ジャンクション内の限られた作業ヤードで、鋼桁に合成床版の底鋼板パネル(以下、合成床版パネルという)・壁高欄用鋼製型枠を設置した状態で地組立を行い、平成20年5月9日(金)～10日(土)にかけてランプの通行止めを行って大ブロック架設を完了した。本文ではこの架設を中心に工事の報告を行う。

2. 工事概要

工事名：東海環状自動車道 美濃関ジャンクション 東高架橋(鋼上部工)工事
 工事箇所：岐阜県美濃市大字志摩地先
 構造形式：鋼3径間連続非合成箱桁橋
 施工延長：152.0m(52.0m+63.0m+37.0m)
 鋼重：704t
 有効幅員：10.750m
 施工内容：工場製作、工場塗装、輸送、鋼桁架設、現場塗装、床版(合成床版)、情報BOX工
 工期：平成19年6月～平成20年12月
 施工主：中日本高速道路株式会社 名古屋支社



写真-1 美濃関ジャンクション全景(写真提供：国土交通省)



図-1 美濃関ジャンクション位置図(出典：国土交通省HP)

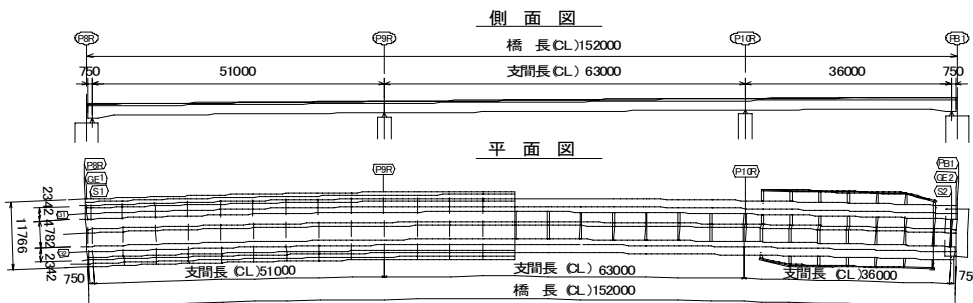


図-2 側面・平面図

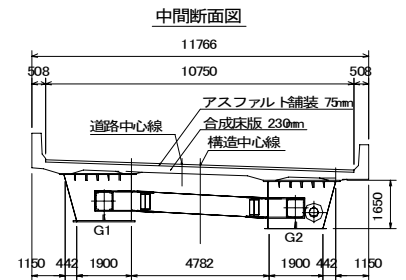


図-3 断面図

1) 工事グループ 工事部 大阪チーム
 2) 技術グループ 設計部 和歌山チーム

3. 架設計画

3.1 概要

本工事の架設計画は側径間路下を横断する2本の市道と中央径間直下に供用中のランプとの交差条件および隣接工区との施工期間の重複を考慮する必要があった。そこで側径間をトラッククレーンベント工法、中央径間ランプ上の架設は合成床版パネルと壁高欄の鋼製型枠を地組桁上に固定し、主桁と一体化させて大型クレーンによる大ブロック架設を行う。架設のフローチャートを図-4に示す。

3.2 架設工事の制約条件

架設作業は、近隣に点在する住宅地への振動や騒音の防止と、市道においては通学する学童と通勤車両への安全を考慮し、部材搬入および作業時間を朝8時半より17時とした。

また、内回り・外回りのランプ桁と市道により、3箇所に分断された狭い作業ヤード内に重機、ベント、搬入部材、架設資機材を効率的に配置する必要があった。

3.3 側径間架設計画

側径間部は、高さ19mのベントと300t吊油圧クレーンを用いたトラッククレーンベント工法により架設とした。交差条件に伴う桁下の建築限界確保、通行車両の安全確保、および隣接工区との重複作業等の制約を回避するため、架設計画段階から入念に現場調査を行い、施工計画に反映させた。具体的施策を以下に示す。

- ① 市道上の主桁を支持するベントは、市道の常時占用を避けるため門型形式とした。柱の設置および受け梁（支間17m）の地組立は作業ヤード内で事前に行い、受け梁の架設と足場防護工の設置は桁架設の進捗に合わせて重機移動のタイミングを利用して行い、市道規制期間の短縮を図った。
- ② ランプ桁に近接するブロックの架設と足場防護工の設置作業は、ランプの路肩規制を実施し、昼間作業とした。
- ③ 架設作業は全て自工区側作業ヤードから行い、重機移動回数の削減のため、200t吊フルウエイト仕様（全ウエイト積載、アウトリガー最大張出）であった仕様を変更し、同等以上の吊り能力が有り、ブーム長が長い300t吊B性能仕様（一部のウエイト未積載、アウトリガー最大張出）に変更し作業効率のアップを図った。

3.4 地組立桁および大ブロック架設計画

大ブロック架設の計画は、重機選定、輸送、桁地組立、重機据付、架設、重機組立解体までの各プロセスにおいて、絶えず桁の完成形をイメージし、一連の流れとして捉えるよう努めた。狭いヤード内での地組立位置および重機の配置は、架設完了部の足場防護工との取り合いや合成床版パネル、セッティングビームの位置と施工順序に配慮して決定した。また、主桁大ブロックの地組立作業は、側径間の桁架設時に用いた300t吊油圧クレーンを転用することで、重機組立解体作業の回数が減り、作業の効率化とコスト縮減が可能となった。

次に、大ブロック架設用重機（650t吊クローラークレーン）の組立は、組立作業開始から操縦席組立完了までをSTEP1、ブーム組立、ワイヤリング、組立完了までをSTEP2に区分した。組立はクローラークレーンの機動力を活用し、STEPごとに位置を移動させながら実施した。

大ブロック架設の要領図を図-5に、地組立ブロック重量およびクレーン定格総荷重を表-1に示す。

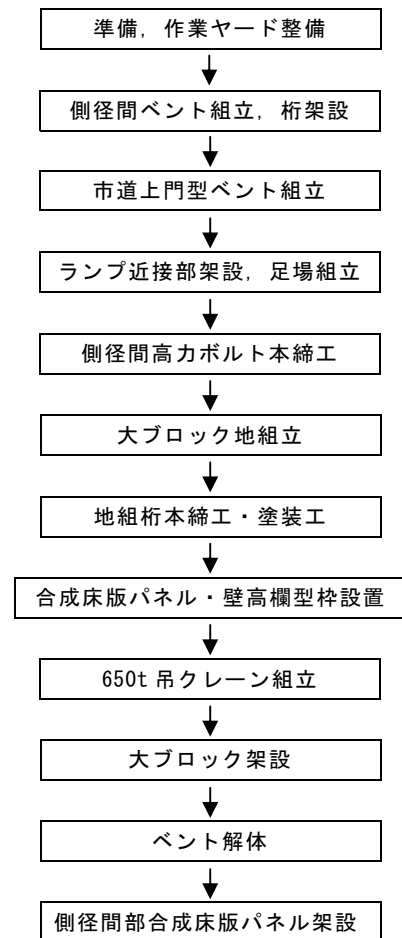


図-4 架設フローチャート

大ブロック架設時の継手部 (J10,J13) はモーメント連結のため、大ブロック架設時に発生する断面力から必要となるボルト本数を算出し、施工はその2倍以上の本数を締め付けることとした。また、安全対策として、両継手部にセッティングビームを設置した。

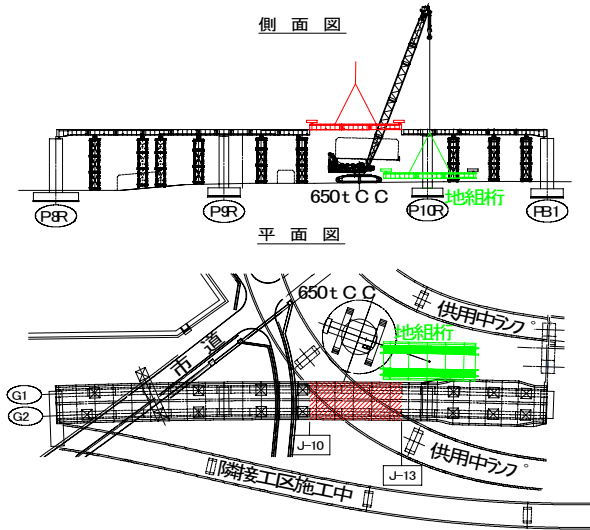


図-5 中央径間の大ブロック架設要領図

表-1 地組立ブロック重量内訳およびクレーン定格総荷重表

部材 (機材) 名称	質量 (ton)	作業半径 (m)	定格総荷重 (ton)
主桁	97.6	10.0	358
横桁	4.6	12.0	339
合成床版パネル	30.0	14.0	312
鋼製高欄	10.0	16.0	268
情報ボックス	1.5	18.0	234
検査路	1.8	20.0	207
セッティングビーム	7.4	22.0	185
吊具	12.3	24.0	167
フック	7.9		
計	173.1		

3.5 主桁のセットバック

大ブロック架設の落とし込み時の計画は、添接作業が円滑に行えるように、また桁の巻き下げ時に側径間桁と架設ブロックの端部が互いに接触しないように、起点側支点 (P8R) および終点側支点 (PB1) において主桁を各25mm 橋台側にセットバックさせる計画とした。セットバック量は支承アンカーボルト箱抜部におけるアンカーボルトとの空隙量を確認し、架設までの温度差による桁の伸び量 18mm, 吊上げ時のたわみによる端部の回転変位量 2mm, 架設時荷振れに対する余裕量を 30mm 考慮して設定した。

また、セットフォアは大ブロック架設時の添接作業時に橋上の作業管理者と連絡をとりながら行うこととした。具体的には、端支点上には 50t ジャッキを配置し、ベント上の桁受け架台と下フランジ間にテフロン板を用いて摩擦力を軽減させながら中間支点上橋脚に設けた基準マークまで主桁を戻す計画とした。

3.6 大ブロック架設用吊天秤

大ブロック桁 (総質量 173t) 吊り上げ時には、斜吊りケーブルからの水平分力として1吊点あたり 500kN 程度の橋軸直角方向力が大ブロック部材に作用することになる。そこで本工事では、桁に取り付けた吊金具から直接吊り上げる方法でなく、吊天秤を用いることとした。

吊天秤使用の理由を以下に示す。

- ① 中間横桁は H 形鋼 (700×300) を用いているため、吊り上げ時の水平分力により、主桁が内側に回転する変形が生じ、大ブロックの添接位置の精度不良が危惧される。
- ② さらに主桁の回転により、主桁間の合成床版パネルにも変形が生じる恐れがある。
- ③ 吊上げ・旋回時において、振動や予期せぬ不均等荷重により、主桁と合成床版パネルに水平力を作用させることなく、安定な状態を保持することが重要である。

なお、吊天秤と主桁付き吊金具との連結は、アイバープレートを用いたピン接合方式とすることにより、主桁には鉛直力と橋軸方向の水平力だけが作用する (図-6)。

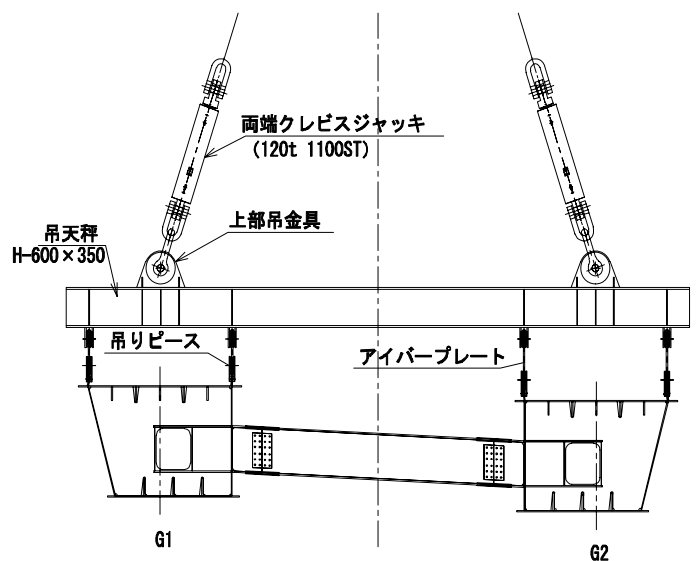


図-6 吊天秤, 両端クレビスジャッキ配置図

3.7 両端クレビスジャッキを用いたワイヤリング

架設時の桁の勾配調整にはチェンブロックに代えて両端クレビスジャッキを使用する計画とした。このジャッキは主桁の横移動などに使用することが多いが、作業時間の短縮と騒音防止を目的として吊ワイヤーと直結して使用した。クレビスジャッキとチェンブロックの比較を表-2に示す。

表-2 クレビスジャッキとチェンブロックの比較

機材名称	クレビスジャッキ	チェンブロック
性能	押引 120T	50T
機材重量	834kg	640kg
ストローク	1100mm	3500mm
操作方法	油圧・電動	人力
操作人員	1名(集中制御)	1名/箇所
操作時間	短	長
微調整	微調整可	微調整可
滑り止め機能	油圧ロック形式	ギア形式
環境対応	無騒音	金属音発生
コスト	3	1
その他	別途油圧ポンプと発電機が必要、要配管	追加資機材不要、チェーンによる当て傷の可能性有り

3.8 合成床版パネルの設置と架設補強

本工事の合成床版には住友金属工業(株)製の TRC 床版を採用した(図-7)。本床版は厚さ 6mm の底鋼板上面に大型トラス鉄筋を溶接した構造で、型枠重量が軽く(本橋で 80.8kg/m²)、一括架設に適した合成床版といえる。また、トラス鉄筋によるせん断補強効果により、100 年床版と見なせる高疲労耐久性が確保されている。

大ブロック架設を実施する際に合成床版パネルに関して、留意した項目を以下に述べる。

(1) 大ブロック架設用吊金具との取り合い部

大ブロック架設用吊金具との取り合い部では、トラス鉄筋の連続配置が出来なくなる。そのため、施工時荷重(パネル自重・打設時コンクリート自重)に対する補強として、分断されたトラス鉄筋の両端に補強リブ PL145×14 を設置した。さらに、吊金具撤去後に現場でシングルトラスを配置した。なお、他の理由でトラス鉄筋が分断される部分でもシングルトラスを現場で配置し一般部と同程度の鉄筋量を確保した(図-8, 写真-2)。

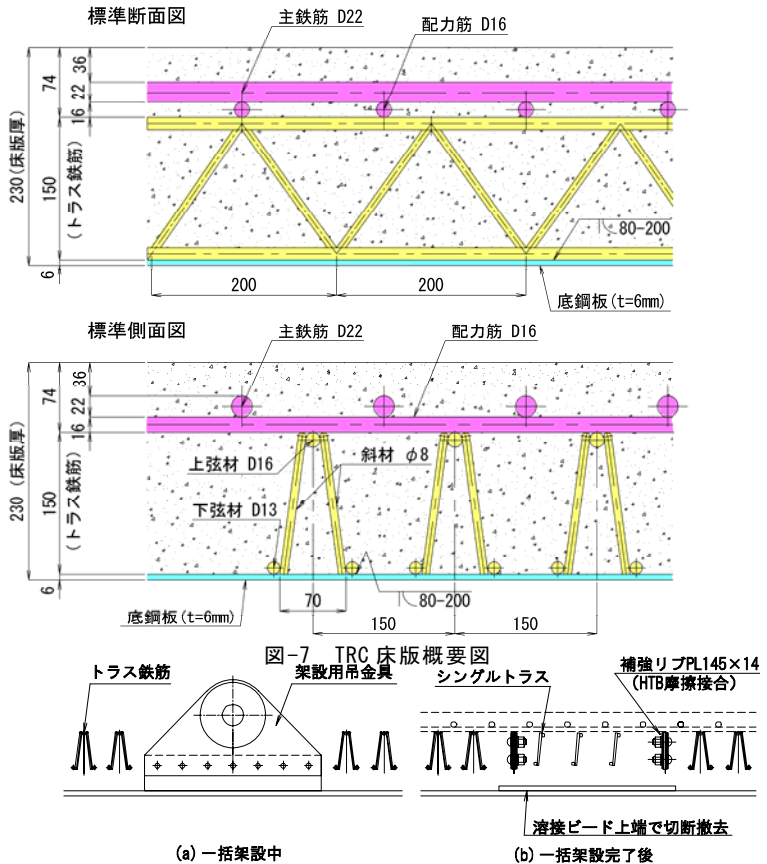


図-8 架設用吊金具部の補強図



写真-2 合成床版パネル吊ピース切断後補強

(2) 合成床版パネルの固定金具

大ブロック架設時における振動や予期せぬ横荷重による橋軸直角方向の合成床版パネルのずれを防止するため、合成床版パネル1枚につき2箇所固定金具を設置した。スタッドボルトと山形鋼、平鋼により固定し、架設完了後には撤去できる構造とした(図-9)。

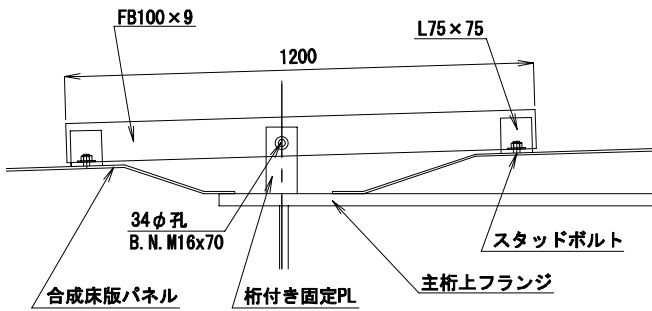


図-9 合成床版パネルの固定金具

4. 架設

4.1 側径間架設

側径間の架設は、端支点上ブロックの架設段階から大ブロック架設時のセットバック量 25mm を考慮して位置決めするとともに光波測距儀により架設方向、桁据付位置を確認しながら進めた。なお、端支点上はブロック長が短く、さらに主桁内側に偏心して支承が配置していることを考慮し、外側ウェブ位置に受け架台を設けて転倒防止対策を講じた。

4.2 大ブロック架設

大ブロックの吊上げ時には、両端クレビスジャッキにより勾配調整を行った。測定者から連絡を受けた工事指揮者の指示により全ての調整作業をジャッキオペレーターが集中管理することで、予想以上の短時間（約 15 分）で精度良く調整出来た。またチェンブロックを使用した場合と比べて無騒音であり、塗装面を傷めることもなかった。

大ブロック架設作業は、20 時から翌朝 6 時までのランブ通行止め時間内に 650t クローラークレーン（54m ブーム、アディショナルカウンターウエイト仕様）を使用して大ブロックの架設、添接作業、セッティングビームの撤去までを行った。タイムスケジュールを図-10 に示す。

作業時間を有効に活用するため、準備作業として昼間作業時に地切り、勾配調整、補修塗装を行い、交通規制開始と同時に桁の巻き上げを開始した。さらに、交通規制完了後、直ぐに桁の旋回と位置決めを行い、作業時間の短縮を図った。

4.3 大ブロック架設時安全対策

(1) 桁落下込み時の荷振れ対策

桁の落下込み時の添接部遊間はセットバック量 25mm と設計遊間 20mm の合計 45mm であり、クレーン作業や突風等による荷振れを起こした場合、大ブロック桁と側径間桁とが接触する可能性があった。そこで両側径間の上フランジ上の吊金具にチルホールを取り付け、大ブロック桁とワイヤーで固定する荷振れ防止を行うことにより、桁が接触することなく大ブロックの落下込みが可能となった。

(2) 荷重解放時の吊天秤転倒防止対策

吊天秤はアイバープレートやピンで接合する場合、セットや撤去の際に回転や転倒する恐れがあり危険である。そこで荷重解放に合わせてクレビスジャッキのシリンダーを収縮させながら吊ワイヤーのたるみをおさえ、トラス鉄筋上に設けた架台に吊天秤を仮置きすることとした。これにより挟まれ事故と鉄筋の損傷を防止した(写真-3)。



写真-3 一括架設吊天秤設置状況

作業	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	24:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00
地切り、タッチアップ他	1H	1H	1H	1H	1H	1H	1H	2H	3H	4H	5H	6H	7H	8H	9H	10H	
打合せ					打合せ	無線確認											
日ランブ規制					市道規制		規制開始～規制完了										規制解除開始～解除完了
重機作業							巻き上げ～待機	旋回～巻き下げ		巻き下げ							荷重解放、吊架解体
添接（支口合わせ）								起点支口合わせ	ボルト	終点支口合わせ	ボルト						
足場工								起点側添接足場		終点側添接足場							
桁調整																	
セッティングビーム解体																	
片付け																	桁上片付～地上片付

図-10 大ブロック架設タイムスケジュール



写真-4 大ブロック架設重機および地組桁配置状況



写真-5 桁吊上げ状況



写真-6 大ブロック架設状況

5. 今後の課題

今後、同様の架設を行う場合に注意すべき事項を以下に整理する。

- ① クレビスジャッキ使用時には、実際の調整可能量がジャッキシリンダー長の半分程度に限られるので、勾配が大きい場合にはストローク不足とならないようワイヤリング計画の際に十分な検討が必要である。また、クレーンのフックに荷重がかかった際にワイヤーのよりもどしに伴いジャッキシリンダーが回転するため、回転を抑制する方法の検討が必要である。
- ② TRC床版は中間支点上など、引張応力を受ける区間ではパネル相互の接合は引張ボルト接合である。そのため、橋軸方向の誤差調整が困難であり、大ブロック架設後に隣接パネル以降で調整することとなった。事前の配置計画が重要となる。
- ③ 合成床版パネルの変形、移動防止対策は吊方法、吊角度による影響が大きいため、安全施工・品質・精度の向上のため設計・製作・施工計画担当者の相互の綿密な調整が重要である。
- ④ 架設順序や工程上の理由で中間支点上の巻き立てコンクリートを合成床版パネル敷設前に先行して施工できない場合は、合成床版パネルに打設用の孔などの配慮が必要である。

6. あとがき

今回の合成床版パネルを含む大ブロック架設では、吊天秤とクレビスジャッキの組み合わせによる吊上げを行ったが、作業時間の短縮、施工性、低騒音性において十分に実用性が有る工法との位置付けができたように考えられる。

最後になりましたが、本工事の施工においてご指導、ご協力を賜りました中日本高速道路株式会社名古屋支社、同岐阜工事事務所、国土交通省岐阜国道事務所、同関監督官詰所、および協力業者各位に深謝いたします。