

JR 営業線および市道に挟まれた狭隘部での PC 桁架設

一 九州新幹線（西九州）、第 1 本明川橋りょう（PC けた）一

Construction of prestressed concrete girder bridges in the narrow site of between the JR line and the municipal road

宮澤祐蔵*1 告中修平*2 丹羽 聡*3 佐藤博三郎*4 上田高博*5

概 要

九州新幹線(西九州)、第 1 本明川橋りょう(PC けた)工事のうち、工事終点に位置する栄田 Bv(PCT 桁 L=26m)、第 3 栄田 BL(PCT 桁 L=44m)は、JR 大村線および市道永昌下大渡野線に挟まれた狭隘なスペースに架設する橋りょうである。この 2 橋は、JR 営業線に近接しており、かつ市道を交通規制しての PC 桁架設となるため、限られた施工スペースで安全に桁架設できる方法を検討した結果、設計では門型クレーン+架設桁架設で計画されていたが、第 3 栄田 BL については架設桁架設+クレーン架設、栄田 Bv については架設桁架設+横取り架設工法を採用した。

key words : 九州新幹線、営業線近接工事、ホ°ステーション PPC 単純 T 桁、大型クレーン、横取り装置

1. はじめに

九州新幹線西九州ルートは、武雄温泉駅（佐賀県武雄市）～長崎駅（長崎県長崎市）間の約 66km の整備新幹線である（図-1）。本工事は、長崎県諫早市に位置し、武雄温泉駅起点 40km819m～43 km 920m 間のうち、施工延長 208m の Ctp 桁 L=26m、L=28m、L=44m（各 1 連）Ctp 桁 L=25m（2 連）、Cbp 桁 L=60m（1 連）の製作および架設を行う工事である。このうち工事終点の 2 橋（栄田 BvCtp1, 第 3 栄田 BLCtp1）は鉄道営業線近接工事であった。本報では、終点側 2 橋の架設方法について報告する。

2. 橋りょう概要

図-2 に橋りょう一般図を示す。栄田 BvCtp1 は、桁長 26m、桁高 1.4m、4 主桁の複線用ポストテンション PPC 単純 T 桁、第 3 栄田 BLCtp1 は、桁長 44m、桁高 3.1m、6 主桁の複線用ポストテンション PPC 単純 T 桁である。橋りょう諸元および使用材料を表-1 および表-2 に示す。栄田 BvCtp1 は、桁下に市道があり、桁下空間 4.7m を確保するために標準設計の桁高 2.1m を 1.4m に減少させた特殊形状の桁である。本線左側に JR 大村線、本線右側に市道永昌下大渡野線が並行しており限られたスペースでの架設作業となっていたため（写真-1）、PC 桁の製作は、他工事で施工完了している高架橋上で行った。

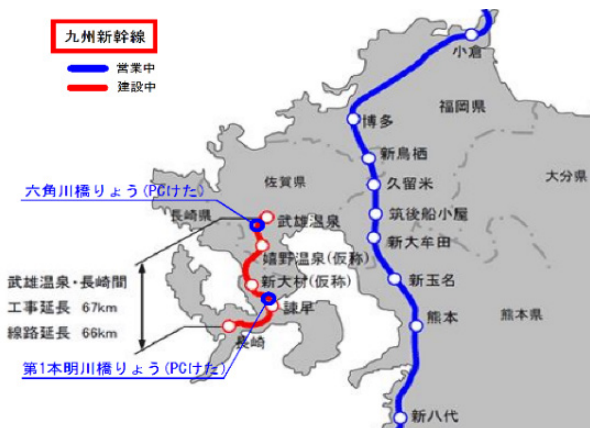


図-1 九州新幹線西九州ルート図



写真-1 PC 桁架設箇所全景

*1 Yuzo MIYAZAWA	九州支店土木部 作業所長
*2 Shuhei TUGENAKA	九州支店土木部
*3 Satoshi NIWA	九州支店土木部
*4 Hirosaburo SATO	九州支店土木部
*5 Takahiro UEDA	土木事業本部技術部 課長

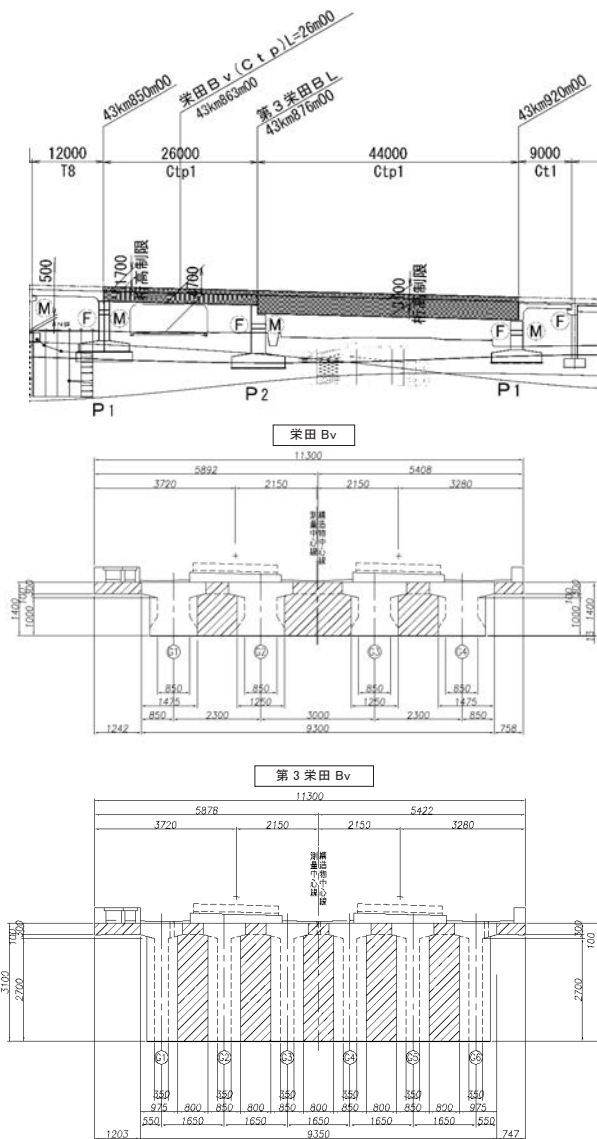


図-2 橋りょう一般図

表-1 栄田 BvCtp1 諸元

線名	九州新幹線西九州ルート			
構造形式	複線用ポストテンション PC 単純T形4主桁			
橋長	26m (スパン25.0m)			
設計列車荷重, 設計速度	標準列車荷重 P-16, V=260km/h			
	標準列車荷重 M-18, V=200km/h			
曲線半径, 設計カント	R=5500m (右曲線) と緩和曲線区間, C=39~40mm			
斜角	直角			
線路断面勾配	1/25.0%			
軌道種別	スラブ軌道			
設計耐用年数	100年			
構造物の環境条件	一般の環境			
温度変化	ゴムシュー: +20℃, -30℃			
乾燥収縮度	プレストレス: 200×10^{-6} (4~7日) ゴムシュー: 160×10^{-6}			
クリープ係数	2.7 (4~7日)			
かぶり (温暖地)	鉄筋: 40mm以上 PC鋼材: 40mm以上かつシース外径以上			
コンクリートの品質	部材	プレキャスト部	場所打ち部	
	設計基準強度	40 N/mm ²	30 N/mm ²	
	プレストレス導入時強度	34 N/mm ²	26 N/mm ²	
	セメントの種類	早強	早強	
	骨材の種類	普通	普通	
	粗骨材の最大寸法	25mm	25mm	
	スランプの範囲	12±2.5cm	12±2.5cm	
	空気量の範囲	4.5±1.5%	4.5±1.5%	
鋼材の品質	最大水セメント比	50%	50%	
	単位水量の上限值	175 kg/m ³	175 kg/m ³	
	種別	PC鋼より線 SWPR7BL 12S15.2	PC鋼より線 SWPR19L 1S21.8	鉄筋 SD345
	設計引張強度	1880 N/mm ²	1810 N/mm ²	490 N/mm ²
	設計引張降伏強度	1600 N/mm ²	1570 N/mm ²	345 N/mm ²
見掛けのリラクゼーション率	1.5%	1.5%	—	

表-2 第3栄田 BL Ctp1 諸元

線名	九州新幹線西九州ルート			
構造形式	複線用ポストテンション PPC 単純T形6主桁			
橋長	44m (スパン42.8m)			
設計列車荷重, 設計速度	標準列車荷重 P-16, V=260km/h			
	標準列車荷重 M-18, V=200km/h			
曲線半径, 設計カント	R=5500m (右曲線), C=40mm			
斜角	直角			
線路断面勾配	1/25%			
軌道種別	スラブ軌道			
設計耐用年数	100年			
構造物の環境条件	一般の環境			
温度変化	ゴムシュー: +20℃, -30℃			
乾燥収縮度	プレストレス: 200×10^{-6} (4~7日) ゴムシュー: 160×10^{-6}			
クリープ係数	2.7 (4~7日)			
かぶり (温暖地)	鉄筋: 40mm以上 PC鋼材: 40mm以上かつシース外径以上			
コンクリートの品質	部材	プレキャスト部	場所打ち部	
	設計基準強度	40 N/mm ²	30 N/mm ²	
	プレストレス導入時強度	34 N/mm ²	26 N/mm ²	
	セメントの種類	早強	早強	
	骨材の種類	普通	普通	
	粗骨材の最大寸法	25mm	25mm	
	スランプの範囲	12±2.5cm	12±2.5cm	
	空気量の範囲	4.5±1.5%	4.5±1.5%	
鋼材の品質	最大水セメント比	50%	50%	
	単位水量の上限值	175 kg/m ³	175 kg/m ³	
	種別	PC鋼より線 SWPR7BL 12S12.7	PC鋼より線 SWPR19L 1S21.8	鉄筋 SD345
	設計引張強度	1855 N/mm ²	1810 N/mm ²	490 N/mm ²
	設計引張降伏強度	1580 N/mm ²	1570 N/mm ²	345 N/mm ²
見掛けのリラクゼーション率	1.5%	1.5%	—	

3. 既設 RC 高架橋および RC 単純桁の検討

隣接する既設の RC 高架橋の上で製作した桁を仮置きおよび架設位置まで移動させる際、RC 高架橋および RC 単純桁上を走行させるため、これらの既設構造物に安全性や耐久性に影響を及ぼすような損傷が発生しないか主桁製作前に検討を行った。検討の結果、図-3 に示すように主桁 (L=44m) 2本までであれば上載することが可能であるが、3本上載すると、既設の RC 高架橋の縦梁の断面力が鉄筋降伏曲げモーメントを超過することがわかった。

検討結果より主桁製作は、第3栄田 BL (L=44m) は、作業ヤードを考慮し3主桁製作後、架設を2回繰り返し、栄田 Bv (L=26m) は、4主桁製作後、架設を行う計画とした。図-4 に主桁製作および仮置き計画図を示す。

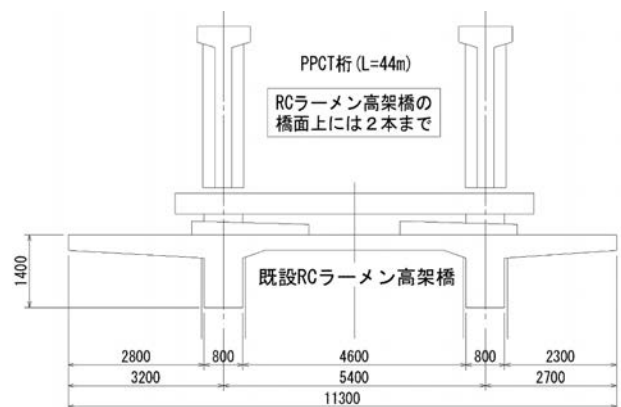


図-3 主桁製作および仮置きする際のイメージ

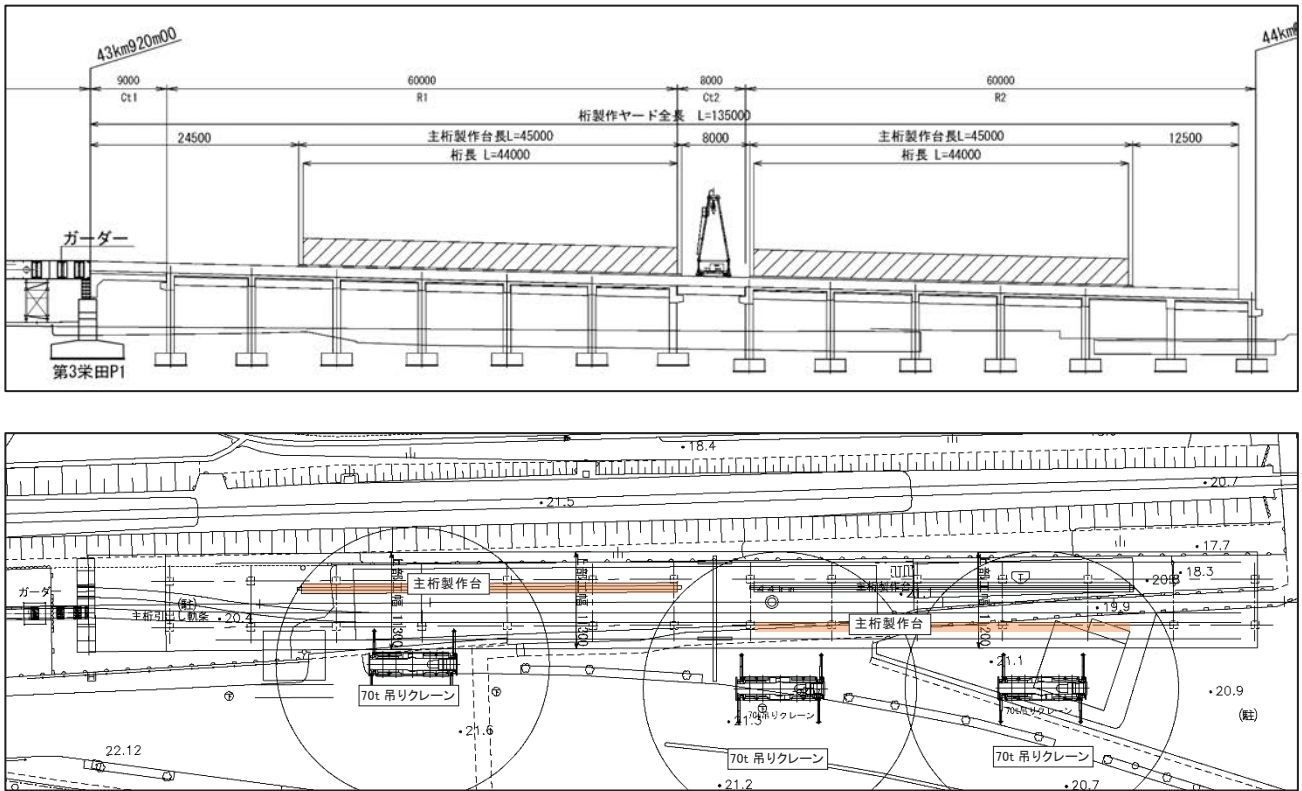


図-4 主桁製作および仮置き計画図

4. 主桁製作

主桁を製作し、トレーラーで運搬するスペースが PC 桁架設箇所周辺にないため、主桁の製作、仮置きは、他工事で施工した既設の RC 高架橋および RC 単純桁の上で行った（写真-2、3）。既設構造物の縦梁上に H 形鋼（橋軸方向 H300×300、橋軸直角方向 H400×400@750）を敷設し、その上に木製足場板を敷詰め、上載荷重を薄いスラブに転嫁させないための橋面養生を行った。橋面上への資材の揚重は、ラフタークレーン（25t 吊り）で行い、

橋面上には門型クレーンを設置することにより資材の移動や鉄筋、型枠の組立に使用した。

主桁架設箇所は、新幹線の走行限界に近い縦断勾配 25% となっているため、桁端部の底版にレアーを設け、主桁架設後、ゴム支承と主桁に隙間が生じないように主桁を製作した。また、工程短縮を図るため、主桁製作受台を 2 基（橋軸方向に並列）設置し、主桁製作を行った。



写真-2 主桁製作および仮置き（第3栄田 BL）



写真-3 主桁製作および仮置き（栄田 Bv）

5. 第3栄田 BL 架設計画

5.1 主桁架設計画の変更

発注時の架設計画では、以下の問題点が考えられたため、これを見直す必要が生じた。

①門型クレーンを各橋脚に設置し、架設桁および主桁の架設を行うこととなっていたが、主桁の架設箇所は JR 大村線と近接しているため、門型クレーンを組立、解体する際に吊荷が営業線の範囲内に入る可能性がある(図-5)。このため、門型クレーンの組立、解体時には線路閉鎖が必要となる

②主桁の架設完了後に門型クレーンを解体する際、200 吊トラッククレーンが必要となるが、このクレーンを据えるためには並行する市道永昌下大綿野線を通り止める必要がある。しかし、市道永昌下大渡野線(旧国道 34 号線)は、非常に交通量が多いこと、大型車両の迂回路を確保できないことから、通り止めの許可が下りない。

5.2 第3栄田 BL Ctp1 架設計画

第3栄田 BL Ctp1 の主桁架設は、3 主桁の製作完了後に架設桁+大型クレーンで主桁の架設を行い、残り 3 主桁の製作後に 1 回目と同様の方法で主桁を架設する計画とした(図-6)。360t 吊クレーン、終点側に 550t 吊クレー

ーンを配置し、2 台のクレーンでの相吊りで主桁架設を行う。主桁架設順序は、1 回目 G1 桁→G2 桁→G3 桁、2 回目は G5 桁→G6 桁→架設桁解体→G4 桁とした。架設桁は、日中に組立を行い、解体は夜間に行う計画とした。大型クレーンは、市道を片側交互通行規制(規制時間 22:00~6:00)にして据付ける。市道は、日中開放しなければならないため、1 晩で、大型クレーンの組立・解体、主桁架設の作業を行う計画とした。

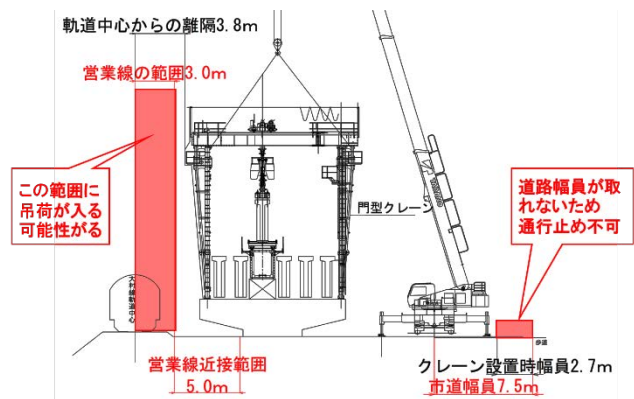


図-5 門型クレーン解体時クレーン配置図(当初)

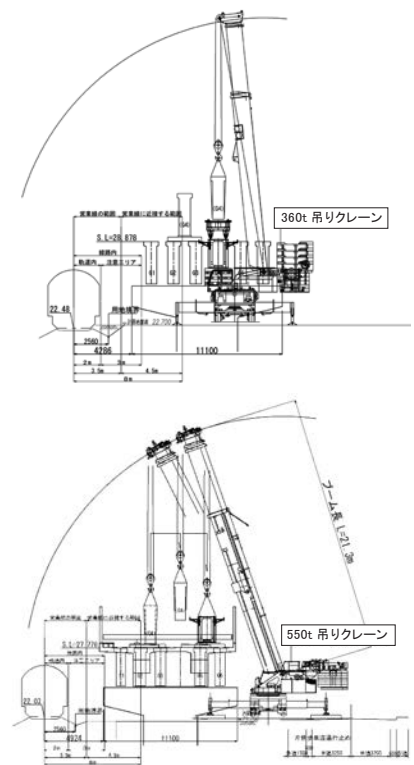
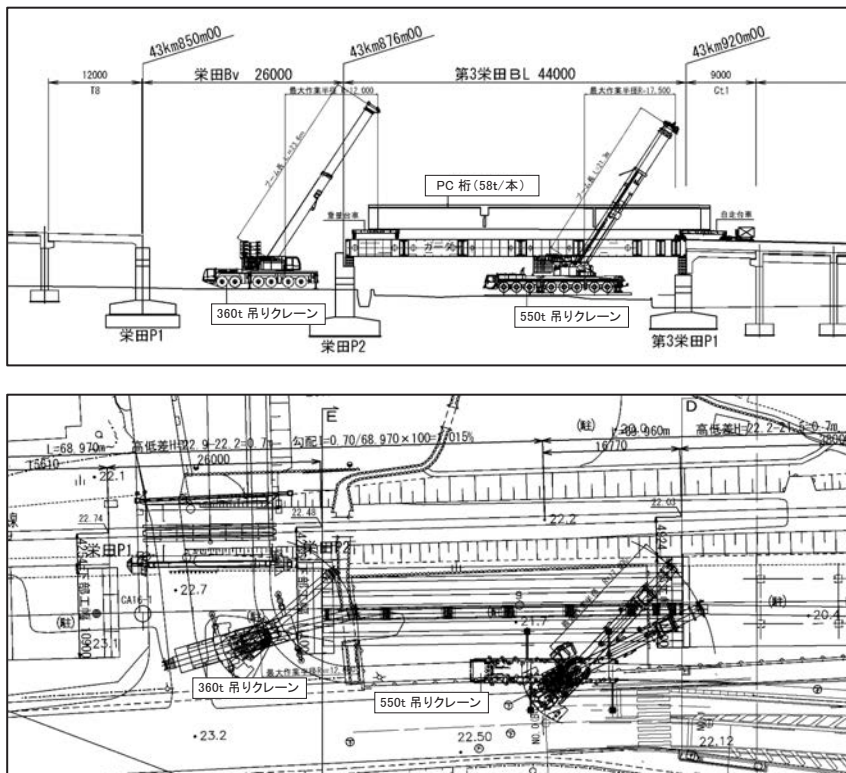


図-6 第3栄田 BL 架設計画図

5.3 主桁引出および架設（第3栄田 BL Ctp1）

主桁製作ヤードに軌条設備を設置し、重量台車で主桁を架設位置まで運搬する。主桁は44mと長く、横方向からの力に弱いので、運搬中に偏荷重が作用しないように軌条設備は極力直線的な配置にした。また運搬中に主桁が転倒することがないように転倒防止措置を施し、細心の注意を払い運搬作業を行った。所定の位置まで主桁を移動したのち、主桁に吊具をセットし、大型クレーン2台で主桁を吊り上げる際の地切り時の安定化を図るため、片側ずつ550tクレーン側、360tクレーン側の順で地切を行った。吊荷が安定したら主桁を吊り上げ、所定の位置へ架設した（写真-4）。主桁がゴム支承に接地したのを確認し、主桁の転倒防止を施したのち、クレーンの吊荷重を開放した。架設後の主桁は、それぞれ転倒防止を行っているが、不安定な状態とならないために、主桁製作時に埋め込んでいた溝形鋼を溶接し、隣接する主桁を一体化させ、2重の転倒防止措置を施した。最後の架設となるG4桁は、一旦G5桁上に仮置きし、架設桁撤去後、所定の位置へ架設を行った。主桁架設完了後、架設桁解体は、大型クレーンで架設桁を吊り上げ、重量台車で主桁製作ヤードへ運搬、

解体した。主桁架設完了後（写真-5）、吊足場組立、横組工、張出床版工、橋面工の施工を順次行う。

6. 栄田 BvCtp1 架設計画

6.1 架設計画の概要

栄田 BvCtp1 の主桁架設は、大型クレーンを据付けるスペースが確保できないため、横取り装置を既設構造物に設置し、軌条設備上を引出後、横取り架設する計画とした（図-7）。

主桁架設順序は、G4→G1→G2→架設桁撤去→G3の順とした。横取り装置の揚重用のクレーンは25t吊ラフタークレーンを使用した（図-8）。架設桁組立から主桁架設、架設桁解体の作業は、市道を夜間（22:00～6:00）片側交互通行規制し、クレーンの据付スペースを確保した。架設桁の組立て解体は、第3栄田 BL 脇のスペースで地切後、ポルトトレーラーで運搬し、70tクレーン2台の相吊りで架設し、解体は架設時と同様に70tクレーン2台の相吊りでポルトトレーラーへ載せ、解体ヤードへ運搬し、解体する計画とした（図-9）。



写真-4 第3栄田 BL 主桁架設状況



写真-5 第3栄田 BL 主桁架設完了

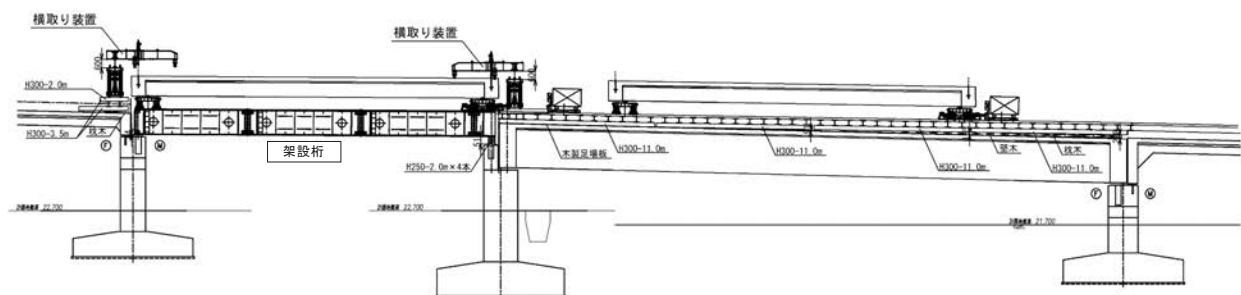


図-7 栄田 BvCtp1 主桁架設計画図

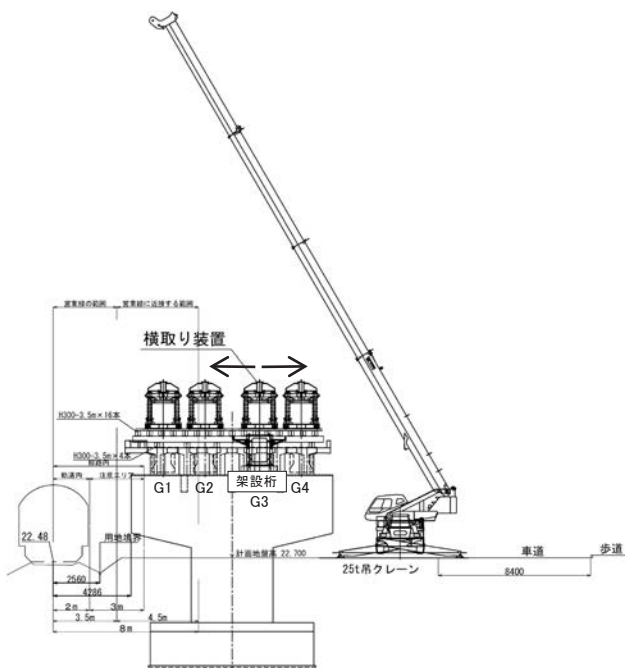


図-8 横取り装置揚重用計画図

6.2 主桁引出および架設 (栄田 BvCtp1)

先に架設を終えた第3栄田 BL 上(横桁および間詰まで施工完了)にH形鋼を敷設し、その上へ軌条設備を敷設した。主桁製作ヤードで製作した主桁を重量台車へ載せ、主桁架設位置まで引出した。引出完了後、横取り装置をセットした。横取り装置セット完了後、架設位置まで主桁を横取りした。横取り装置のジャッキストロークは1.0mであり、架設桁から横取り後、ゴム支承へ主桁が接地するまで約2.7m~3.2m 下げ降ろさなければならぬため、架設位置へ移動後一旦仮置きした。仮置き後、横取り装置のノーズを取り外し、主桁上にジャッキストロークを確保するためのH形鋼(山留材)を設置した。橋脚上にもH形鋼(山留材)を設置しておき、この上へ主桁を仮置きした。この作業を繰返し行い、主桁を所定の位置へ架設した(図-10)。ゴム支承と主桁が接地したら、主桁の転倒防止措置を施した。

G1、G2、G4 桁の架設完了後、G3 桁を G2 桁上に仮置きし、架設桁を撤去した。架設桁撤去完了後 G3 桁を他の桁と同様の方法で架設した(写真-6、7)。主桁完了後、第3栄田 BL と同様に吊足場組立、横組工、張出床版工、橋面工の施工を順次行う。

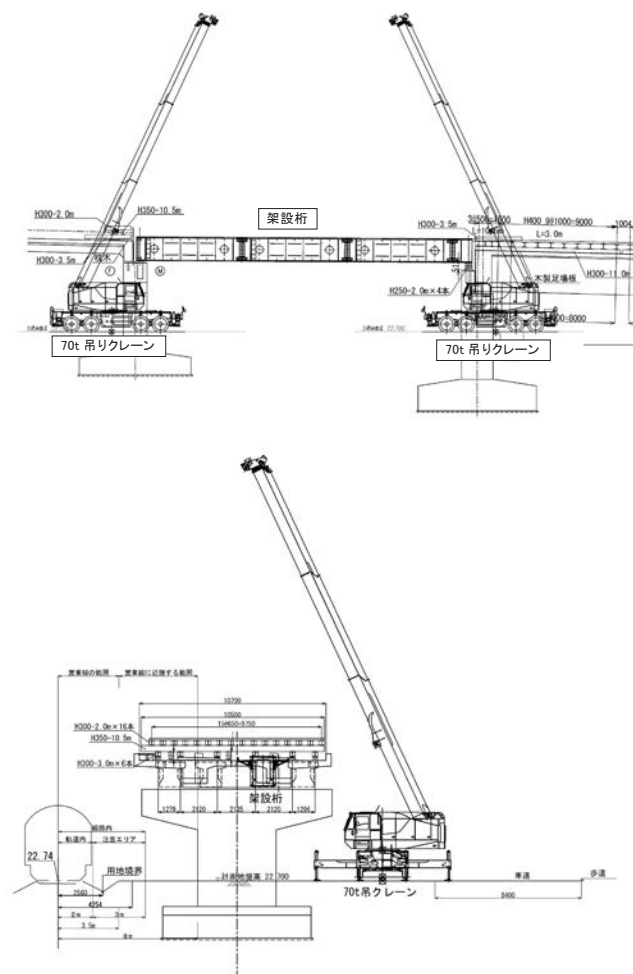


図-9 栄田 Bv 架設桁架設および撤去時側面図



写真-6 栄田 Bv 主桁架設状況



写真-7 栄田 Bv 主桁架設状況

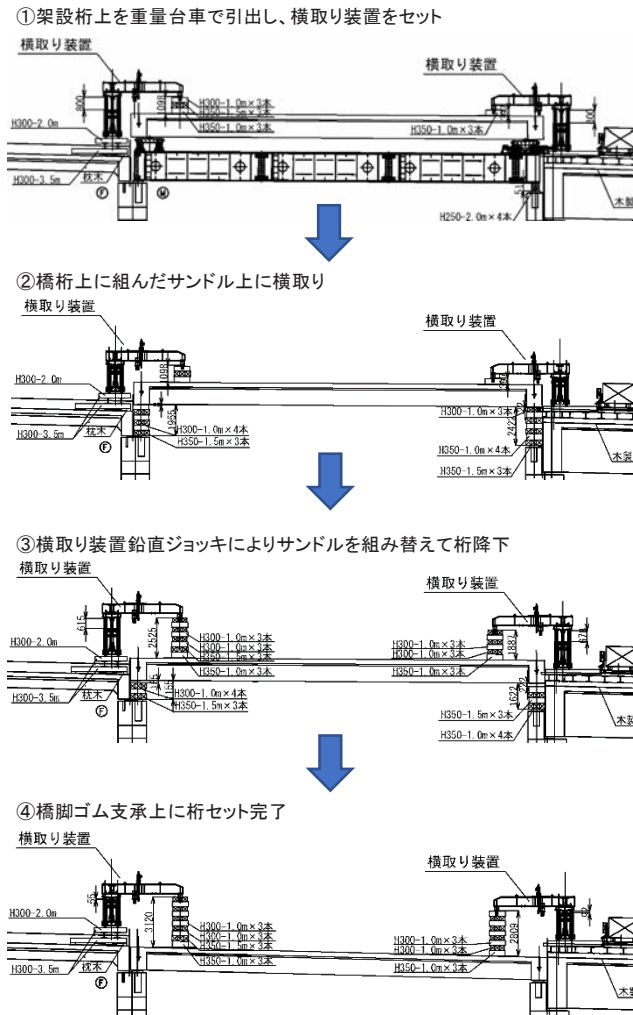


図-10 栄田 BvCtp1 主桁架設順序図

7. JR 営業線および市道への安全対策

7.1 JR 営業線への安全対策

主桁製作時および主桁架設時、JR 営業線近接工事となることから、資材の飛散防止対策、線路内への進入防止、緊急事態発生時の対応手順、営業線近接工事のルールを全作業員へ周知してから作業を開始した。

主桁製作時、既設の防音壁よりも高い位置での作業となるため、防音壁の上にメッシュシートを設置し、資材の飛散防止を行った（写真-8）。作業員の線路内への進入を防止するため、線路進入防止柵を設置した。作業開始前に列車防護訓練を実施し、緊急事態発生時の対応策を作業員へ周知してから作業を行った。本来、重機オペレータへ列車通過 3 分間合図をハンドマイクで行うが、主桁架設作業は、近くに民家がある中での夜間作業のため、騒音に配慮し、列車通過合図をプラカードで行い、確実に作業を中断させ、列車運行阻害事故を防止した。作業員への合図は、無線で合図者へ連絡するのと同時に、近くの踏切警報音が列車通過 1 分前合図となることを周知し、列車通過時確実に退避を実施した。



写真-8 JR 側飛散養生メッシュシート設置

7.2 市道への安全対策

九州新幹線本線右側に、市道永昌下大渡野線が並行しており、市道側へはクレーンを配置する機会が多い。特に主桁製作ヤードでは、市道側へ旋回することが多いことから、クレーン旋回時に、吊荷が市道へ飛び出ることの無いように、レーザーバリアを設置し、音声および回転灯で作業員およびクレーンオペレータへ注意喚起を行った（写真-9、10）。



写真-9 市道側レーザーバリア設置



写真-10 JR 営業線近接工事施工状況

8. おわりに

本工事は、2019年9月に竣工を迎える。本工事は、約3kmの範囲に現場（架橋箇所）が点在しており、県道、市道交差点、河川上、営業線近接工事など第三者と常に隣り合わせの中で工事を進めてきた。このように隣接工区との作業調整が必要である中、無事故無災害を継続している。これが評価され、九州新幹線建設局より2017～2019年の3年連続無事故無災害表彰を頂くこととなった。また、長崎労働局が主催する「長崎三か月ゼロ災運動」に参加し、2017年6月1日～8月31日無事故無災害を達成することができ、長崎労働局長より表彰して頂いた。

また、近隣の方々へ工事に対するご理解、ご協力を頂くため、工事の進捗状況をお知らせする「かわら版」や「交通規制のお知らせ」等で密にコミュニケーションをはかり、トラブルもなく工事を進めることができた。

最後に、本工事の計画、施工において、施主、社内関係部署、協力会社等多くの方々にご支援、ご協力を頂き、工事を無事完成させることができたことを、関係者各位にこの場をお借りして感謝の意を表します。