

プレキャストセグメント桁を用いたベルコン橋の架け替え工事

西日本支社	土木工部部	松井利将
西日本支社	工務部	山本博輝
西日本支社	設計センター	中村雄一郎
西日本支社	土木工部部	田中新二

概要： 本工事は福岡県北九州市小倉南区平尾台の東谷鉦山から京都郡苅田町の三菱マテリアル九州工場に石灰石を輸送するベルトコンベア約 12km のうち国道 10 号線上に架かる鋼製トラス式のベルコン橋を、ベルトコンベアを供用させたまま支間長 72.6m の PC 橋へ架け替える工事である。PC ベルコン橋は既設ベルコン橋を解体しながら、固定式支保工上でベルトコンベアを盛り変え、同時にセグメント桁を組立てるプレキャストセグメント工法であり、当社は PC ベルコン橋の新設上部工工事を担当した。

Key Words： ベルコン橋，セグメント，国道上架設，逆スルー桁，PC 板

1. はじめに

本工事は福岡県北九州市小倉南区平尾台の東谷鉦山から京都郡苅田町の三菱マテリアル九州工場に石灰石を輸送するベルトコンベア約 12km のうち、国道 10 号線上に架かる鋼製トラス式のベルコン橋の改築工事である。既設ベルコン橋の支間長 24.0～32.0m では、国道 10 号線へ町道が合流するための交差点拡張計画を橋脚が阻害することから、既設のベルコン橋を共用させながら、これを支間長 72.6m のコンクリート製 PC ベルコン橋へ架け替える工事である。PC ベルコン橋は既設ベルコン橋を解体しながら、固定式支保工上でセグメント桁を組立てるプレキャストセグメント工法である。特に、架橋位置の一部になる国道 10 号線上は交通量が非常に多いため、国道を占有しない架設方法として、長支間への対応が可能な架設桁を使用した架設桁支保工とした。本工事の元請けは清水建設・三原建設共同企業体であり、当社は PC ベルコン橋の新設上部工工事を請け負った。本稿では、架設工法、セグメント組立、PC 板敷設に関する施工について報告を行う。

発注者	三菱マテリアル株式会社
工事名称	平苅 3BC 10 号線部ギャラリー改造工事
工事場所	福岡県京都郡苅田町神田町地内
工期	平成 19 年 8 月 1 日～平成 20 年 7 月 31 日
構造形式	ポストテンション方式 PC 単純プレキャストセグメント桁（逆スルー桁）
桁長	74.000m
支間長	72.600m
桁幅	5.010m
桁高	3.400m



松井利将



山本博輝



中村雄一郎



田中新二

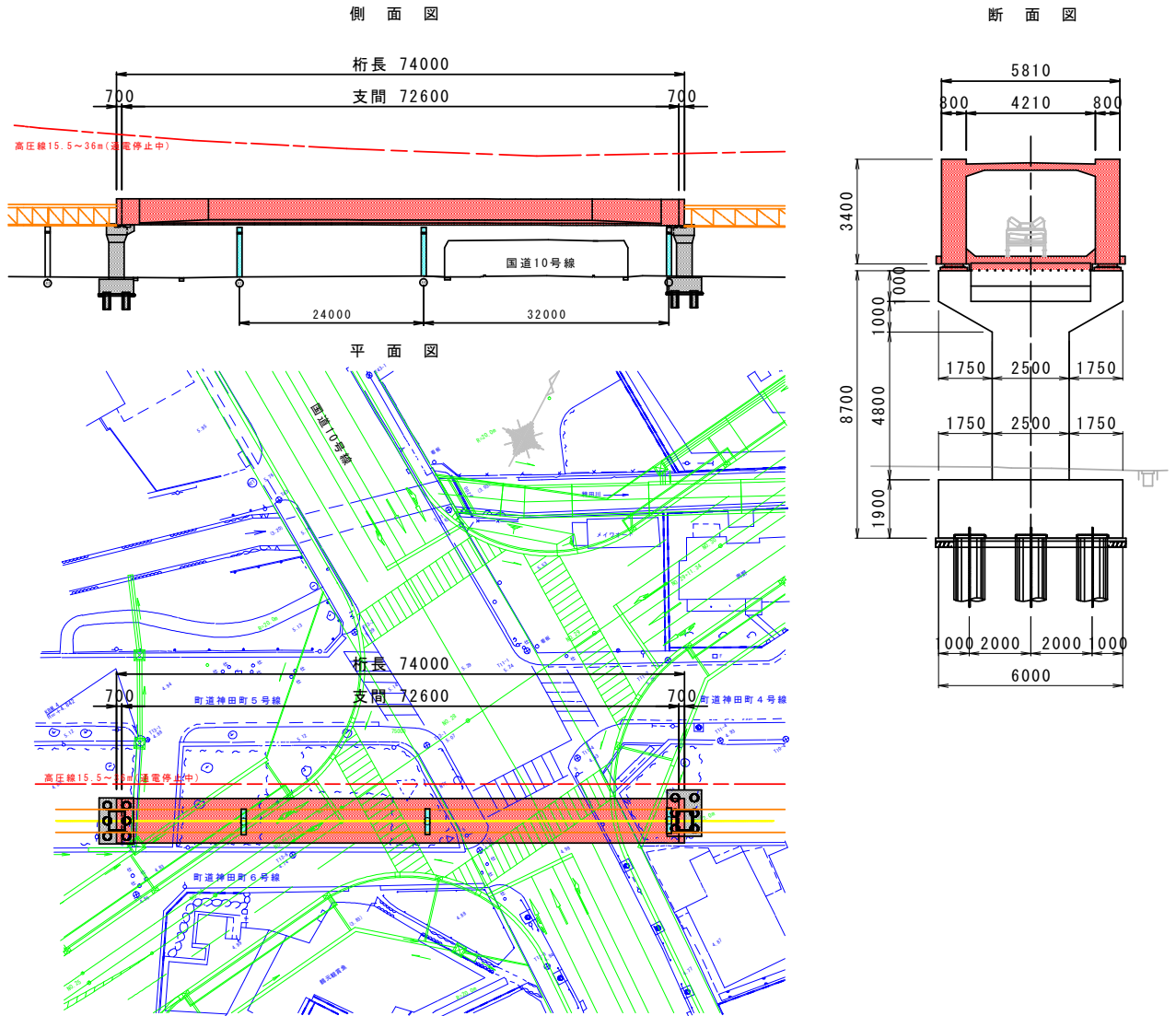


図-1 一般図



写真-1 着工前状況



写真-2 ベルコン橋内部

2. 構造概要

2.1 概要

PC ベルコン橋は、支間 72m を超える単純桁橋梁であり、自重低減および、現場作業の省力化を念頭に、高強度コンクリート($\sigma_{ck}=70\text{N/mm}^2$)を使用したセグメント桁が選定されている。また、桁高はセグメント運搬時の制約により、陸上輸送における最大桁高である $H=3.4\text{m}$ (桁高支間比 $=1/21$) に制限されている。プレキャストセグメント桁および PC 板は弊社の宮崎工場 (現ピーエス・コンクリート株) で製作した。

2.2 セグメント桁

セグメント桁は、運搬上の制約で桁高が制限され、且つ既設桁を『包み込む』必要があったため、断面設定に関する自由度はかなり制約され、逆スルー桁断面の主桁と、バルコンを設置するPC板部に分かれた構造を成している。

セグメント桁の製作は、全41BLをロングラインのマッチキャストで製作し、接合キーはコンクリート製の多段キーを使用している。

セグメントブロックを一体化させる場合は、ブロック端に接着剤を塗布し、所定のプレストレスを与え、部材を一体化させる事が必要である。しかしながら、本橋梁の様にブロック数が多い場合は、プレストレスを接着剤硬化前に「主ケーブル」で与えるのは、施工上無理である。よって、「引き寄せ用ケーブル」を配置し、ブロックの設置毎に主桁を一体化させ、完了した時点で主ケーブルを緊張する事を採用している。

主桁の引き寄せには、1s28.6を4本使用したが($\sigma = 0.2\text{N/mm}^2$)、引き寄せ用突起等は設置出来なかったため、引き寄せを3BL毎と決定し、断面内に配置している。また、主ケーブルとして12s15.2Bを26本使用している。図-2に断面図を示す。

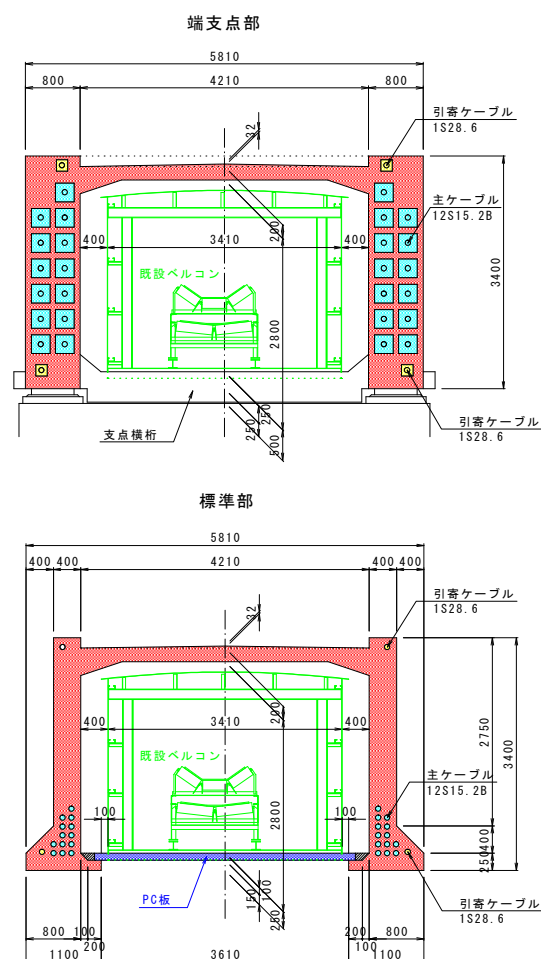


図-2 断面図

2.3 PC板

主桁自重以外の設計荷重は、PC板自重も含めて 14kN/m ($\approx 1.4\text{t/m}$)と非常に小さく、これが、72mのPC単純桁を成り立たせている要因の一つとなっている。PC板は、主桁完成後に挿入となるため、全6カ所のストラット部(場所打ち施工部)を設け、PC版の桁内挿入に対応している。

3. 施工概要

3.1 概要

新設のPCバルコン橋の架設は石灰石輸送用ベルトコンベアが稼働(水曜日を除く24時間)しながらの作業であり、新設桁と既設本体との隙間が(PC板受け部と既設桁本体間)100mmという非常に狭い作業空間での厳しい施工条件であった。

架設の準備作業として、国道10号線上は架設桁を梁材とした支保工、それ以外の箇所はくさび結合支保工を設置し、既設バルコン橋本体を仮受けした。くさび結合支保工上の既設橋本体の上弦材・鉛直材・斜材は、セグメント桁架設と平行して別業者が切断・解体した。また、国道10号線上の既設本体に関しては通行車両の安全性を考慮し、PCバルコン橋の完成後に切断・解体することとした。

プレキャストセグメント桁は超低床トレーラーにより現地に搬入後、200t吊りトラッククレーンにて支保工上に取り出し、3セグメント毎に引寄せ・仮緊張作業を行った。全セグメント組立完了後は連続PCケーブルにて緊張し一体化した。プレキャストセグメント桁の架設完了後、バルコン仮受工(別業者)・PC板敷設・横組工・橋面工を施工した。表-1に施工工程、図-3にバルコン橋の施工要領図を示す。

	平成19年				平成20年						
	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	
準備工	■										
セグメント製作工	■										
PC板製作工	■										
支保工					■			■			
支承工						■	■	■			
主桁組立工						■					
PC板工									■		
横組工								■		■	
排水工										■	
下部工		■									
既設ギャラリー解体						■		■			
既設橋脚解体								■			

表-1 施工工程

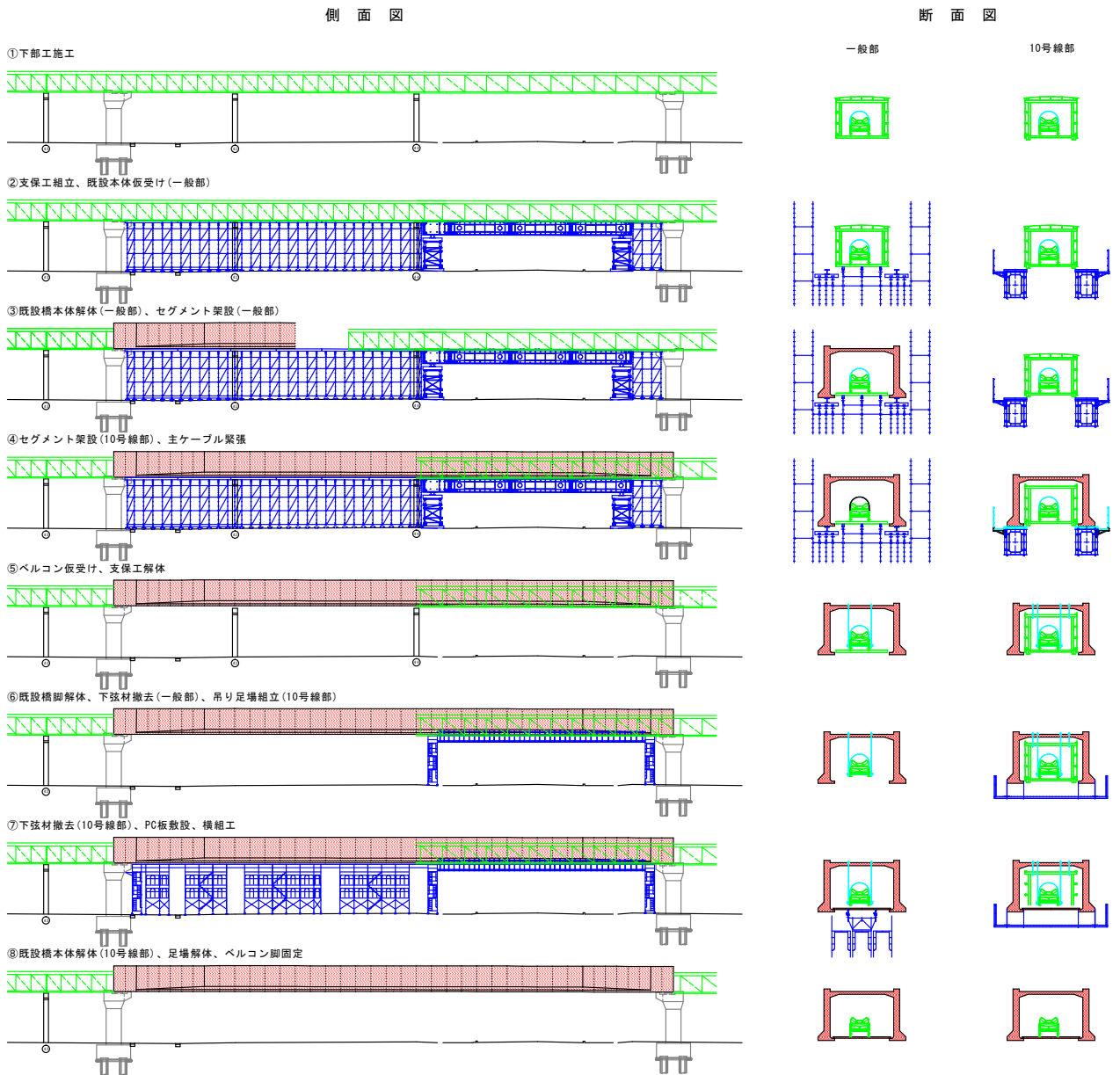


図-3 施工要領図

3.2 支保工

国道10号線上の施工は一般車両および歩行者の通行可能な幅員を確保するため、架設桁を梁材とした最大支間長25.0mの固定式架設桁支保工を採用した。架設桁は荷重約300tが作用し、建築限界4.5mを確保するため、高さ1.7mのボックスガダーを2連使用した。また、架設桁と併用する支柱には3S DOBOKUシステムを採用した。国道10号線上以外はくさび結合支保工を採用した。

架設桁の設置箇所は高圧線、信号機および家屋の支障物が近接した厳しい現場条件であった。架設桁(35t/連、全2連)は昼間に地組み作業を行い、夜間の全面通行止め規制により、架設桁の引出しから設置までを行った。架設桁の引き出しはチルホールを用いて引き出し、200t吊りトラッククレーン〔南側〕および200t吊りトラッククレーンと60t吊りラフテレーンクレーンの相吊り〔高圧線近接側〕により架設桁を設置した。また、架設桁の撤去は支柱上段の油圧ジャッキが内蔵可能な解体用ジャッキにより降下させ、架設桁と支柱H型鋼との間にテフロン板とステンレス板を介して架設桁を横移動した後、組立時と同様にクレーンにて撤去した。南側の架設桁は主桁上に取り卸し、引き戻し解体した。高圧線近接側の架設桁は道路上に取り卸し、2分割した後ポルトトレーラーにて搬出した。図-4に支保工計画図、図-5に架設桁設置要領図、写真-3、4に架設桁設置状況を示す。

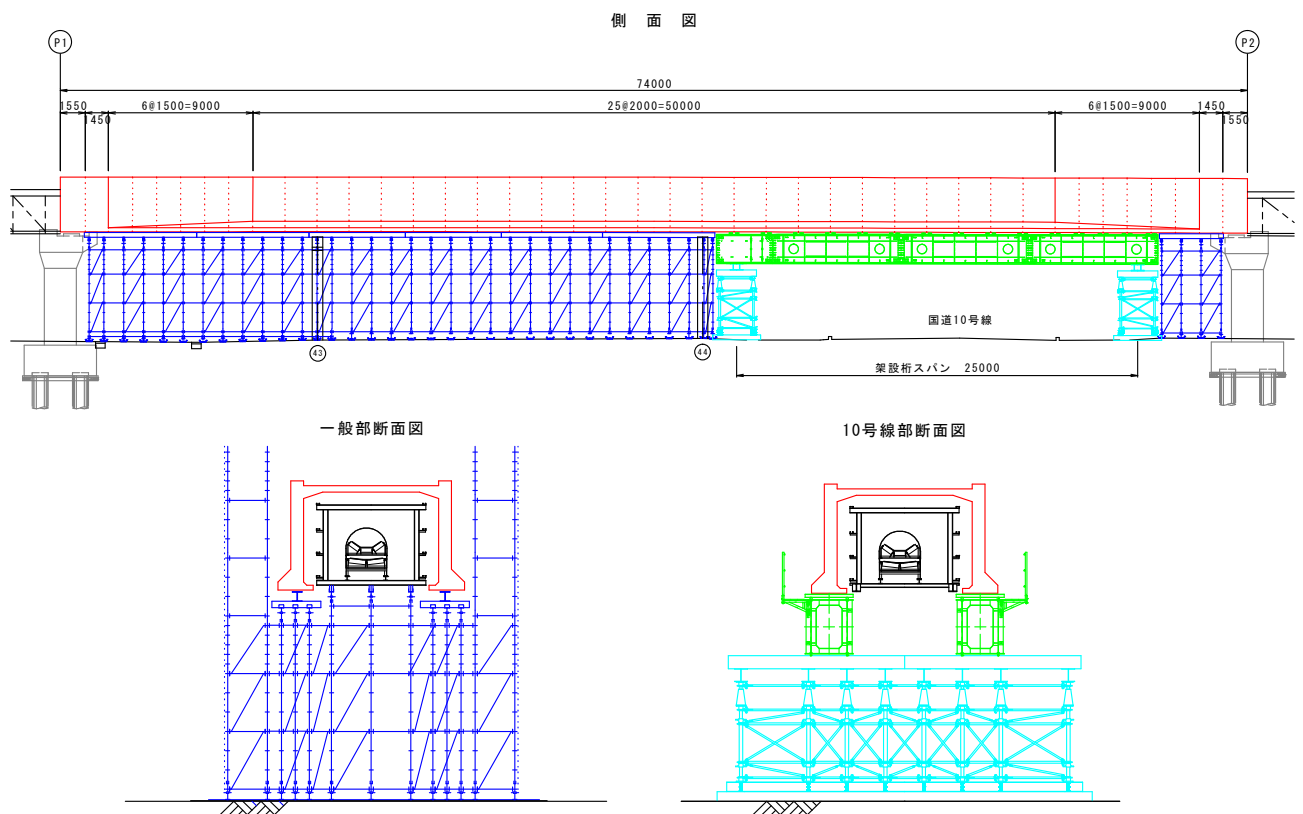


図-4 支保工図

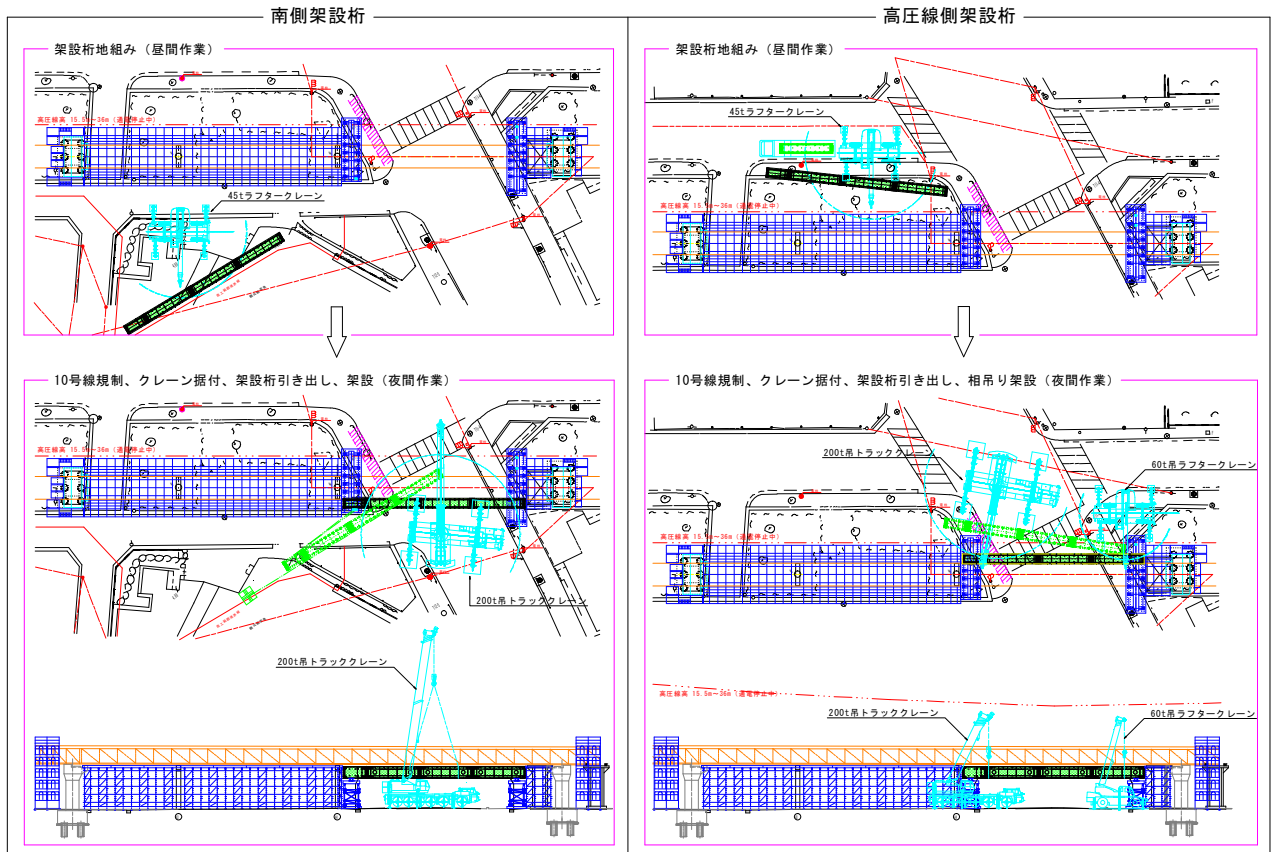


図-5 架設桁設置要領図



写真-3 架設桁設置状況 (南側)



写真-4 架設桁設置状況 (高圧線側)

3.3 セグメント桁組立

3.3.1 概要

支保工設置完了後、くさび結合支保工上は、セグメント桁据え付け箇所の際設橋本体の解体、セグメント桁の支保工上への据え付けを繰り返し、通りを確認後3ブロック毎に引き寄せ緊張を行った。また、国道10号線上は、架設桁全長にわたりセグメント桁を配列し、架設桁のたわみを発生させた後同様に引き寄せ緊張を行った。全セグメント桁組立完了後、主ケーブルにて緊張し一体化した。国道10号線上の既設橋本体の解体は、支保工解体、吊足場組立後に行った。図-6にセグメント桁組立要領図、写真-5、6に既設橋本体解体状況を示す。

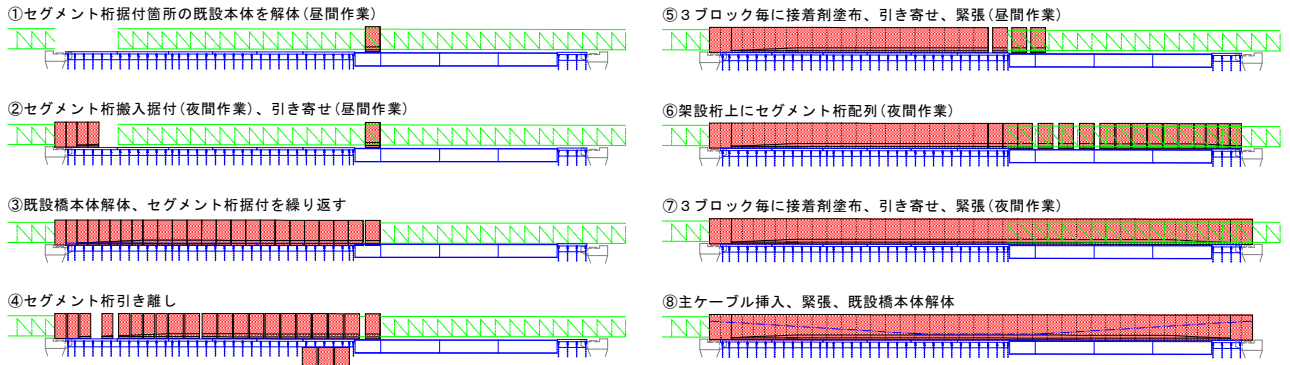


図-6 セグメント桁組立要領図



写真-5 既設橋本体解体



写真-6 既設橋本体解体

3.3.2 仮置き

現場は施工ヤードが非常に狭く、トレーラー待機場所、セグメント仮置きスペースが確保できなかったため、支保工設置完了後、製作工場から超低床トレーラー(40t車)で1日当り4~5台を夜間搬入し、セグメント桁(最大重量24.8t/個、全41個)を200t吊りトラッククレーンにて支保工上に仮置きした。くさび結合支保工上はセグメント搬入・支保工上への取卸し作業を夜間、引き寄せ・緊張作業を昼間作業とした。架設桁支保工上はセグメント搬入から引き寄せ緊張まで夜間の全面通行止めにより行った。写真-7にセグメント桁搬入状況、写真-8にセグメント桁架設状況を示す。



写真-7 セグメント桁搬入

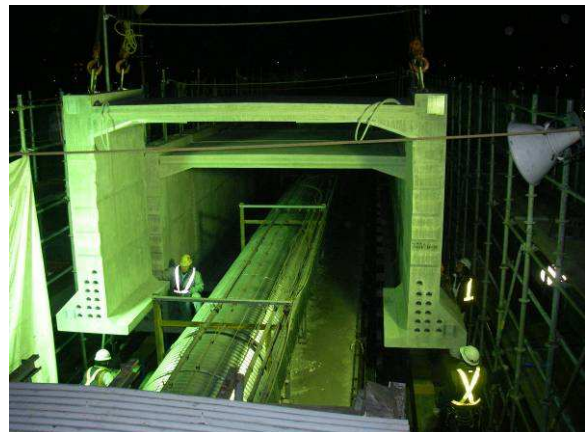


写真-8 セグメント桁架設

3.3.3 引き寄せ

本工事ではセグメント桁の据付誤差が完成形に大きく影響するため、くさび結合支保工上では、23セグメント分をドライ状態で引き寄せ、通りを確認した後セグメントを引き離し、基ブロックを調整した後、接着剤塗布・引き寄せ・緊張作業を行った。架設桁支保工上では、架設桁全長にわたり500mm間隔毎にセグメ

ントを配列し、架設桁のたわみを発生させた後、接着剤塗布・引き寄せ・緊張作業を行った。

セグメント桁の引き寄せ方法は支保工上にH形鋼を配置し、これと桁下面の間に塩ビ板を介して、クレーンとレバーブロックを用いて桁を滑らせる方法とした。引き寄せ鋼材はセグメント桁の4隅部にSWPR19L1S28.6mmを配置し、3ブロック毎に引き寄せ緊張・定着作業を行い、次セグメント桁との接続はカップラーを使用した。写真-9、10にセグメント桁引き寄せ状況、写真-11に引き寄せ緊張状況、写真-12にカップリング状況を示す。



写真-9 セグメント桁引き寄せ



写真-10 セグメント桁引き寄せ



写真-11 引き寄せ緊張



写真-12 カップリング

3.3.4 主ケーブル緊張

全セグメント据付完了後は主ケーブルを挿入・緊張し、41分割されたセグメント桁を一体化した。主ケーブルの緊張は、主桁の横方向の剛性が上床版部のみであるため、緊張時の横方向そりを考慮し、左右同時緊張（ケーブル2本＝ジャッキ4台使用）としている。写真-13に主ケーブル緊張状況、写真-14にセグメント桁組立完了状況を示す。



写真-13 主ケーブル緊張



写真-14 セグメント桁組立完了

3.4 PC板敷設

3.4.1 既設橋本体解体

PC板はベルトコンベアの床面となるため、PC板敷設作業の準備として既設橋脚およびベルトコンベアの既設本体の残り部分の下弦材を解体する必要があった。下弦材の解体はセグメント桁組立完了後、ベルトコンベアを主桁にPC鋼棒で仮受けし、架設支保工および既設橋脚撤去後、下弦材を切断・撤去した。既設橋脚および既設本体の下弦材撤去完了後、PC板の作業用足場として、国道10号線上は全面防護吊り足場を設置し、それ以外の箇所は枠組み足場を設置した。写真-15にベルコン仮受け状況、写真-16に下弦材撤去状況を示す。



写真-15 ベルコン仮受け



写真-16 下弦材撤去

3.4.2 PC板敷設

PC板 (0.95t/枚, 全61枚) は製作工場からトラックで現地に搬入し、主桁のストラット部直下に仮置きし、10t吊りラフテレーンクレーンにて吊上げた。主桁内部まで吊上げたPC板は引き出し用のチルトタンク4台の上に取り出し、人力で所定の据付位置まで移動させた。枠組み足場上の据付は所定位置に到着後、PC板の下にダルマジャッキ4台を設置し、ジャッキアップ後にチルトタンクを撤去した。また、吊り足場上の据付はチルトタンクで移動させた後、チェンブロックにてPC板を吊上げチルトタンクを撤去した。PC板の支承となるゴム発泡目地材を取り付け後、PC板を徐々に降下して据え付けた。図-7にPC板設置要領図、写真-17、18、19にPC板吊り上げ状況、写真-20にPC板仮受け状況、写真-21にPC板移動状況、写真-22にPC板据付状況を示す。

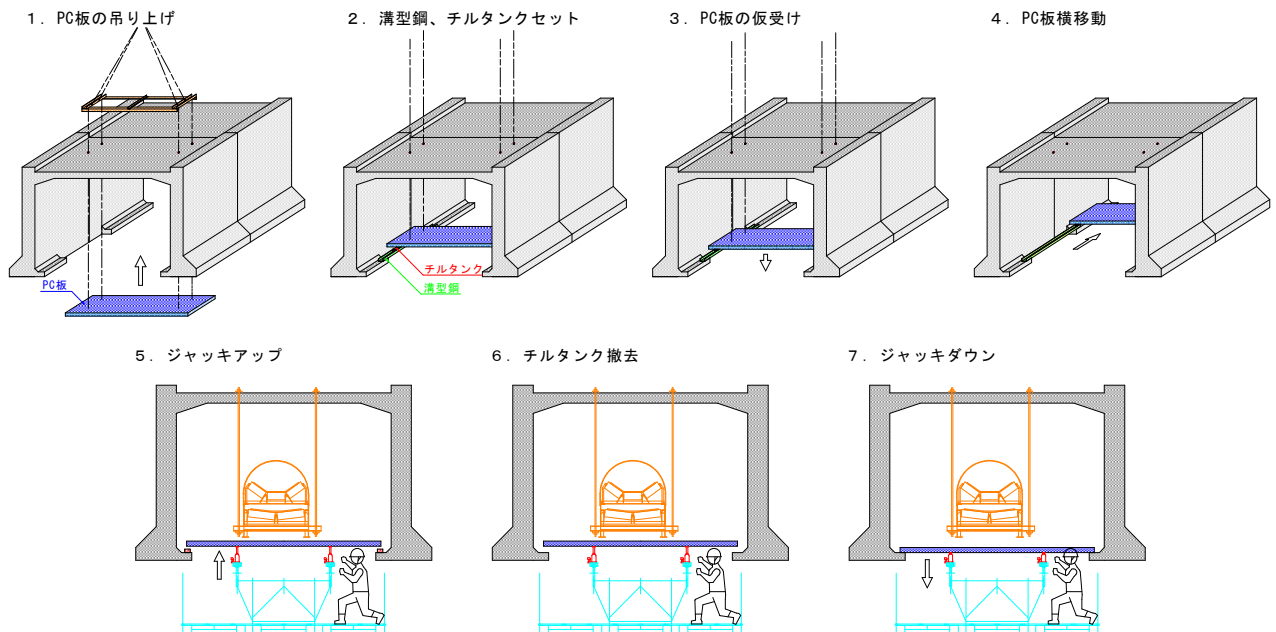


図-7 PC板設置要領図



写真-17 PC板吊り上げ



写真-18 PC板吊り上げ



写真-19 PC板吊り上げ



写真-20 PC板仮受け



写真-21 PC板移動



写真-22 PC板据え付け

3.4.3 無収縮モルタル打設

PC板敷設完了後、主桁とPC板をアングルにて固定し、主桁との隙間およびPC板の継目に無収縮モルタルを打設した。図-8にPC板継目部詳細図、写真-23にPC板固定状況、写真-24に無収縮モルタル打設状況を示す。

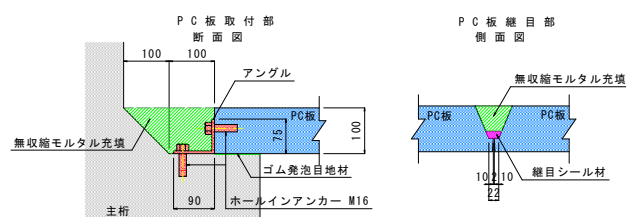


図-8 PC板継目部詳細図



写真-23 PC板固定



写真-24 無収縮モルタル打設



写真-25 施工完了

4. まとめ

本橋の施工では、限られた施工空間での作業、および、国道を跨ぐことによる限られた時間(夜間施工)における作業を強いられた。また、施工ヤードに関しても、各種道路協議により当初計画時よりもさらに限られたヤードでの実施工を余儀なくされるなど、様々な面で制約を受けた工事であった。

このような施工条件を限定された工事の場合は、施工における自由度を残すことが非常に重要となる。本橋の場合、セグメント桁の引き寄せ緊張は3ブロック毎と製作時点で限定され、また、組み立て順序も起点側より順次組み立てする方法に限定したため、作業時間に制限がある今回の施工条件の場合などは、現場の進捗状況に応じてフレキシブルに緊張ブロック数が決定できるような構造であれば、さらに施工性の向上が図れると考える。本報告が今後の同種橋梁の参考となれば幸いである。

謝辞

最後に、本橋の設計・施工にあたり、適切な助言およびご指導いただいた関係各位に深く感謝の意を表します。