

渡良瀬第一高架橋の設計

川田建設 (株) 正会員 ○石田 大
 東日本高速道路 (株) 宇都宮工事事務所 丸山 大三
 東日本高速道路 (株) 宇都宮工事事務所 玉澤 隆
 川田建設 (株) 正会員 今井 平佳

1. はじめに

本稿は北関東自動車道の渡良瀬川左岸に位置する橋長520.300mのPRC19径間連続二主版桁橋の設計報告である。表-1に本橋の概要を示す。

表-1 渡良瀬第一高架橋の概要

工 事 名	北関東自動車道 渡良瀬第一高架橋 (PC上部工) 工事
発 注 者	東日本高速道路株式会社 関東支社 宇都宮工事事務所
請 負 者	川田建設 (株) ・ 日本高圧コンクリート (株) JV
工 事 箇 所	栃木県足利市
道 路 規 格	第一種 2級 B活荷重
構 造 形 式	PRC19径間連続二主版桁橋
橋 長	520.300m (橋梁中心)
	522.015m (下り線構造中心)
	519.385m (上り線構造中心)
桁 長	519.500m (橋梁中心)
	521.215m (下り線構造中心)
	518.585m (上り線構造中心)
幅 員 構 成	0.445m+9.760m+0.445m=10.650m
構 造 高 度	1.700m
斜 角	P6:73° 00' 00" A2:90° 00' 00"
平 面 線 形	R=∞~A=1000~R=2500
縦 断 線 形	1.536%~1.360%
横 断 線 形	2.5%
使 用 材 料	コンクリート : $\sigma_{ck}=36\text{N/mm}^2$ (主桁部)
	鉄 筋 : SD345
	PC 鋼 材 : SWPR19L 1S28.6 (ﾌﾞﾚｯｸﾞﾗｲﾄPC鋼材) 【主方向】
	: SWPR19L 1S17.8 (ﾌﾞﾚｯｸﾞﾗｲﾄPC鋼材) 【横方向】

2. 基本設計からの変更点

本橋の詳細設計における基本設計からの主な変更点を表-2に示す。

大きな変更点としては、PRC18径間連続二主版桁+プレストレストコンクリート単純U型コンポ桁(以下PCUコンポ桁)からPRC19径間連続二主版桁へ変更した点である(図-1)。基本設計では、端径間部(P24~A2径間)がJR両毛線と交差

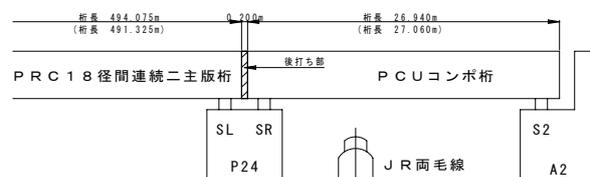
しているため、支保工による施工が困難であることを考慮し、A2背面で製作したPCUコンポ桁をクレーンにて架設し、架設後に床版および橋面工を施工するものであった。当工法は支保工施工に比べJR上での作業を軽減できるとされており、上下線で各30日の施工日数を見込んでいた(主桁製作期間は含まず)。しかし詳細設計において、JRおよびJR利用者の安全性を第一に考え、JR営業線上での作業をさらに軽減すべく、A2背面ヤードにて、橋面工(壁高欄+落下物防止柵)まで施工した二主版桁を押し出し工法にて架設することとした。

また、基本設計では移動支保工を使用した1径間毎の施工であったが、経済性および工程短縮の観点から、固定式支保工による2径間毎の施工へと変更した。この変更に伴い、主ケーブルの緊張方法をカブラー接続による片引き緊張から、プレストレスが有効に作用するよう中間支点横桁上でのたすき掛け構造による両引き緊張へと変更した。

表-2 詳細設計における基本設計からの主な変更点

	基本設計	詳細設計
構造形式	PRC18径間連続二主版桁+PCU単純コンポ桁	PRC19径間連続二主版桁
施工方法	移動支保工による1径間毎の施工	固定式支保工による2径間毎の施工
緊張方法	カブラー接続による片引き緊張	中間支点横桁上たすき掛け構造による両引き緊張
中間横桁	あり	なし(支点横桁のみ)

基本設計



詳細設計



図-1 端径間構造変更図

3. 押し出し部の設計概要

本来、二主版桁は図心位置が高く、架設ケーブルの配置が困難であるなどの理由から、押し出し工法での採用はない。しかし、本設計においては、押し出し部主桁断面を一般部と同じ二主版桁とし、19 径間連続化を図るという基本コンセプトのもと設計を進めた。図-2 に押し出し架設部の設計フローを示す。

主桁の転倒に対する安全率から手延べ長さを 20.0m とし、押し出し開始から完了までの全架設ステップにおける各設計断面に作用する最大圧縮応力度と最大引張応力度の差が許容圧縮応力度と許容引張応力度との差以内にはならないという結果となった。これは、一定のプレストレスを与えて、最初から最後まで一括で押し出し架設ができないということであり、本架設検討において、架設ステップをグルーピングし、各グループ毎に与えるプレストレスを変更する（押し出し作業中にプレストレスの導入および緊張解放を行う）こととした。次に、PC鋼材の配置であるが、前記の通り、二主版桁は図心位置が高く、架設ケーブルの配置作業が困難を要した。内ケーブルのみでは配置困難と判断し、主桁上面に突起を設け（写真-1）、外ケーブルを配置することとした。P24 支点上は P22~P24 径間の連続ケーブルと押し出し部の連続ケーブル、架設ケーブルが錯綜するため、架設ケーブルには大容量の 19S15.2 を使用し、ケーブル本数を最小限にした。図-3 に PC鋼材配置図を示す。

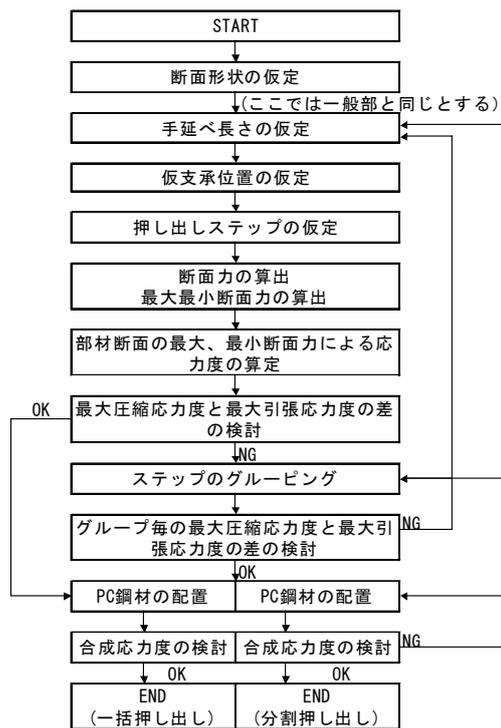


図-2 押し出し架設設計フロー



写真-1 橋面外ケーブル突起

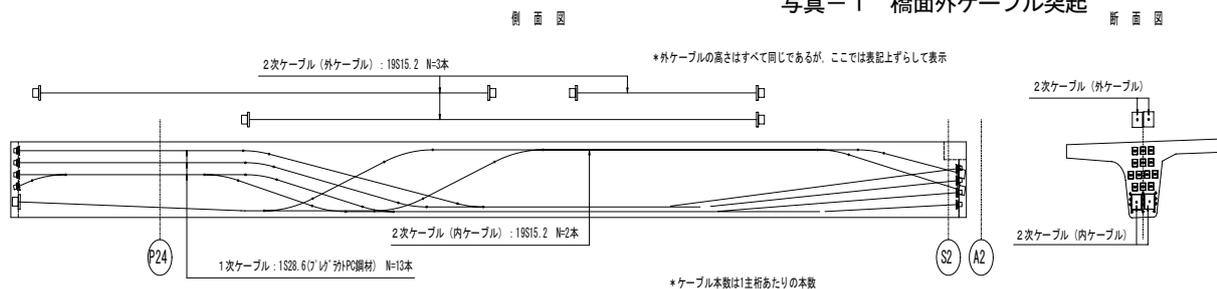


図-3 押し出し架設部 PC鋼材配置図

4. 押し出し架設施工計画

押し出し施工の概要を図-4 に示す。連続ケーブル 10/13 本、架設ケーブル（内ケーブル）2/2 本を緊張し、押し出しをスタートする。JR 上での架設作業はき電停止中に行うことを原則とするが、営業線範囲までの区間（押し出し距離 10.0m）は試験押し出しとして、き電停止前に施工可能であり、試験押し出し終了後、架設ケーブル（外ケーブル）を 2/3 本緊張する。JR き電停止後、押し出しを再開し、18.5m 前進（累計押し出し距離 28.5m）したところで、手延べ桁先端が P24 仮支承に到達する。到達することにより、部材に作用する曲げモーメントが大きく変化するため、到達から 3.5m 前進した位置（累計押し出し距離 32.0m）で、緊張済み外ケーブル

1/2 本を開放する。さらに、8.0m 前進した地点 (累計押し出し距離 40.0m) で、外ケーブルを 1 本解放し、未緊張の 1 本を別途緊張後 4.0m 前進する (累計押し出し距離 44.0m)。この地点で押し出し残距離 7.9m であり、部材に作用するモーメントは架設完了時のモーメントに近くなる。この時点で未緊張の連続ケーブル 3 本を緊張し、外ケーブルの解放を行い、残りの押し出しを行い、架設完了となる (総押し出し距離 51.9m)。

橋面工 (壁高欄+落下物防止柵) まで施工済みであるため、JR 上での作業はすべて完了したこととなり、手延べ桁の撤去や内ケーブルの解放作業は列車見張り員を配置しての昼間作業として行う事ができる。(ケーブル本数は主桁 1 本あたりの本数を示す)

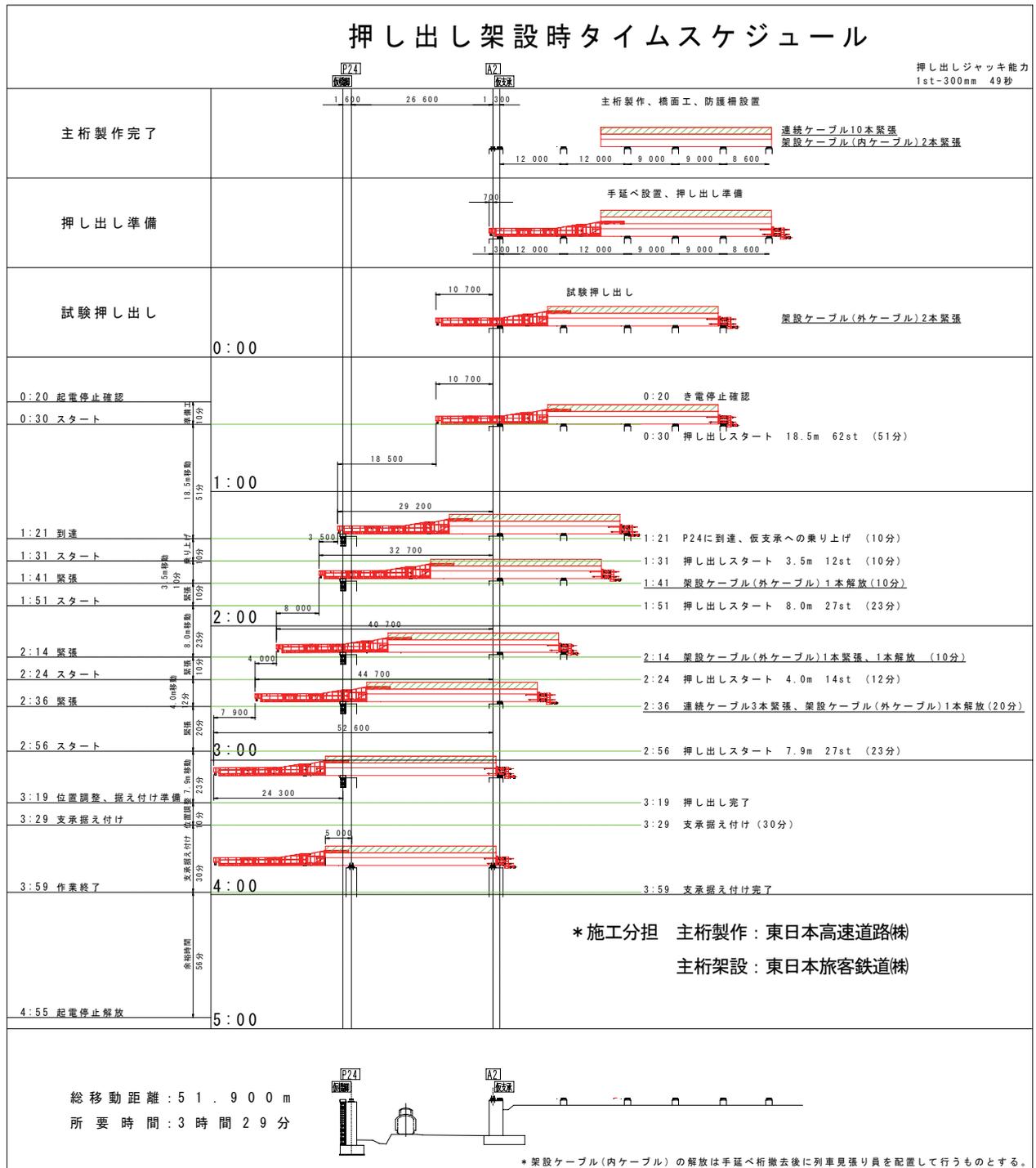


図-4 押し出し架設施工概要図

5. 押し出し架設によるメリット、デメリット

押し出し架設採用によるメリットとしては、端径間部の主桁断面を二主版桁とすることで、19径間連続化が図れ、P24橋脚上に2箇所あった支承数を1箇所にすることができ、さらにP24橋脚の橋軸方向の幅を小さくすることができ、初期建設費用の低減や維持管理も含めたライフサイクルコストの低減に繋がったと言える。そして、なにより当初30日見込まれていたJR営業線上での作業を一夜間で終わらせることができ、安全性を大幅に向上させることが出来た。

一方、デメリットとしては、外ケーブル突起に作用する大きなせん断力に抵抗するには、突起を主桁と一体化させる必要があり、押し出し完了後の撤去作業や橋面補修が生じた事が挙げられる。

6. 押し出し架設施工概要(架設業務は東日本旅客鉄道(株)へ委託)

図-5に押し出し架設一般図を示す。P24側主桁断面にはPC鋼材が多く配置されているため、手延べ桁は上面取り付けタイプとした。また、二主版桁の押し出し架設であり、支承位置と仮支承位置が同列となるため主桁後方にも取り付け桁を設置し、押し出し中のプレストレス導入作業を考慮した構造とした。

押し出し作業は、下り線が平成19年6月16日に、上り線が同8月4日に完了した。上り線での施工実績としては、午前0時20分のき電停止より、押し出しをスタートし、同3時20分に押し出し作業を完了し、JRき電停止解除までに余裕を持って終わらせることができた。写真-2に上り線架設完了写真を示す。

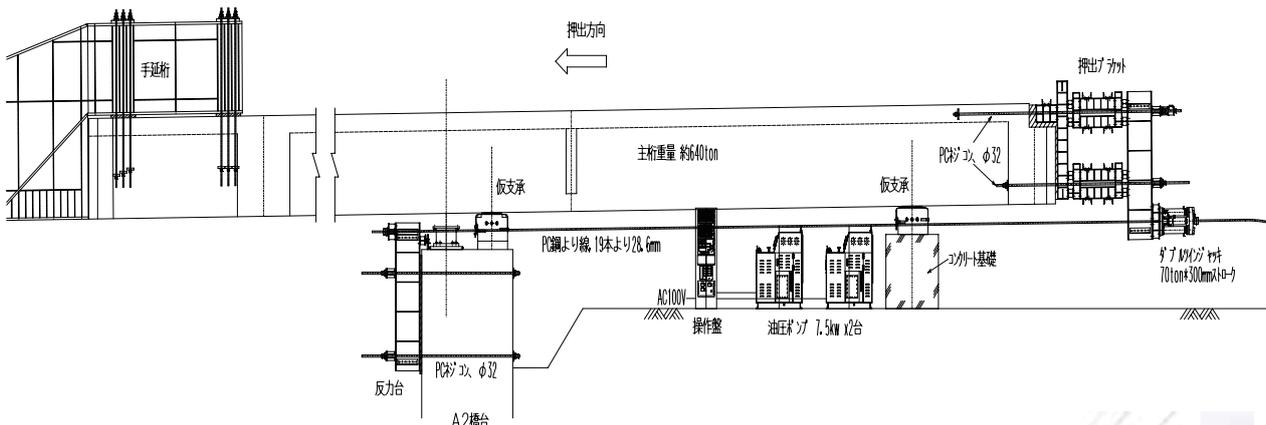


図-5 押し出し架設一般図

7. おわりに

本橋の設計業務において、JR営業線上での作業を最小限とすることが最大の目的であり、条件的に厳しい二主版桁の押し出し架設を外ケーブルの採用や、架設中にプレストレスを導入・解放するという手法を取り入れることで、上下線各一夜間で実施できた。今回のケースは特殊であったものの構造形式及び工法の変更により、JRならびに施工者の安全性を大幅に向上させることができ、ライフサイクルコストを考慮した経済性や19径間連続化による走行性の向上にも繋がった。

本設計業務ならびに本稿執筆にあたり、多大なるアドバイスを戴いた関係各位の皆様へ感謝の意を表し、本稿の終わりとする。



写真-2 架設完了写真