

夏井川谷津作橋りょうPRCランガー桁の一括横取り架設

鉄建建設(株)	○好竹 亮介
東日本旅客鉄道(株)	鈴木 隆裕
東日本旅客鉄道(株)	藤原 康成
鉄建建設(株)	浦辺 啓介

1. はじめに

夏井川谷津作橋りょう改築工事は、福島県が実施する「右支夏井川広域基幹河川改修事業」による夏井川の拡幅と線形変更に伴い、磐越東線夏井・小野新町間で交差する橋りょうを改築する工事である。本工事は、PRCランガー桁を架橋位置の線路脇で製作し、夜間線路閉鎖間合いで盛土を撤去して横取り工法により架設をおこなった。PRCランガー桁は、横取り時の総重量(バラスト、軌道含む)が約1100t(10777.4kN)であり、60°の斜角を有している。本稿は、PRCランガー桁横取り架設のリスク管理およびそれに対応した架設設備、横取り架設時の留意点について報告する。

2. 工事概要

2.1 構造形式

下部構造は、図-1に示す線路脇の基礎杭およびRC橋台と、線路直下を横断するコンクリート充填鋼製エレメントからなる門型ラーメン橋台構造である。PRCランガー桁の桁受けとなる鋼製エレメントの構築は、クレーンによる一括架設で設置を行った。上部構造は、図-2に示す①補剛桁(主方向PRC部材、横方向PC部材)、②アーチ材・横継材(RC部材)および③鉛直材(PC部材)で構成された単純PRCランガー桁である。本桁のライズ比は、1/9であり通常用いられるライズ比(1/6~1/7程度)よりも低ライズのランガー桁となっている。本橋は、小野新町駅から約500m起点方に位置し直近に踏切があるためレールレベルのこう上ができないことと、河川の計画高水位から桁高制限があるため下路桁形式とする必要がある。そこで、下路桁形式かつ長スパン化が可能で景観性に優れたPRCランガー桁を採用した。

2.2 架設条件(図-3)

- ・路線名：磐越東線
- ・線路構成：単線・非電化
- ・架設時間：夜間線路閉鎖間合い
9時間10分
- ・橋長：53.000m
- ・支間長：51.100m
- ・平面線形：直線
- ・縦断勾配：7.6‰
- ・斜角： $\theta = 60^\circ$
- ・列車荷重：EA-15
- ・軌道構造：バラスト軌道
(A1側端部のみ直結軌道)

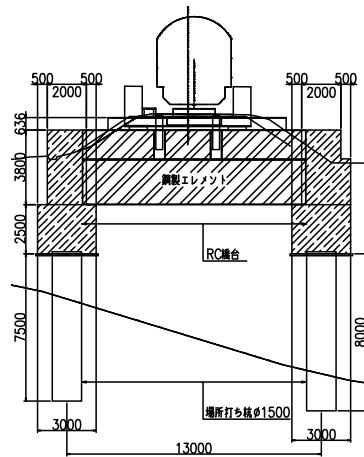


図-1 門型ラーメン橋台構造図

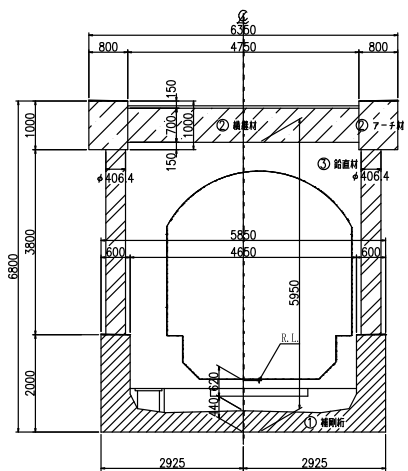


図-2 断面図(スパン中央)

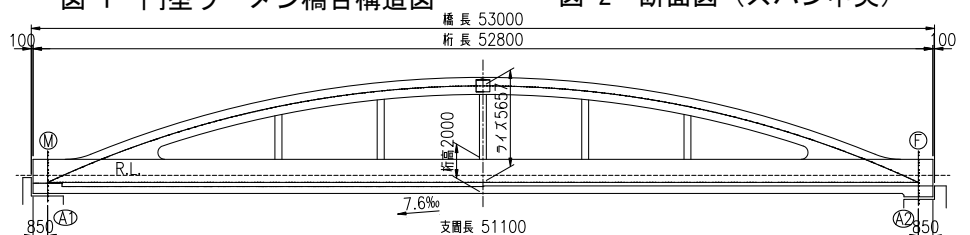


図-3 PRCランガー桁側面図

3. PRCランガー桁の製作

PC緊張手順

PRCランガー桁製作およびPC緊張手順を表-1に示す。

PRCランガー桁製作は、コンクリートのひび割れ抑制を目的として下記の対策を実施した。

3.1 補剛桁コンクリートの乾燥収縮ひび割れ対策

本橋では、補剛桁コンクリート打設後鉛直材やアーチ材など構造物全体の構築に約2ヶ月を要するため、全体構築完了までプレストレスが導入されない場合、補剛桁に乾燥収縮によるひび割れが発生する可能性があった。ひび割れ抑制を目的として、補剛桁コンクリート打設7日後主ケーブルおよび端部横桁横締めケーブルの1次緊張を実施した。主ケーブル1次緊張本数は、全12本中4本とした。これは、主ケーブル1次緊張により補剛桁コンクリートの重量負担が支保工から支点に移行することを防ぐために1次緊張時に発生するスパン中央の曲げモーメントが補剛桁コンクリート自重より小さくなる本数で設定した。

3.2 アーチ材の温度ひび割れ対策

アーチ材は、打継目を無くするため1回で打設した。両端が拘束された棒部材であることから、温度応力による拘束ひび割れの可能性があったため、膨張材 (20kg/m³) を添加した配合とした。

3.3 2次緊張緊張順序

鉛直材ケーブル緊張前に、鉛直材直下横締めケーブルを緊張し、床版のひび割れを防止した。また、残りの横締めケーブルは、半数を主ケーブル緊張前に、半数を主ケーブル緊張後に緊張を行うことで局部的な応力集中を防止した。

4. 一括横取り架設

4.1 横取り架設概要

横取り架設手順を図-4に示す。軌きょう破線撤去後、バラストおよび鉄道盛土の掘削、線路脇で製作したPRCランガー桁をダブルツイングジャッキにより横取り架設し、横取り完了後、軌道の復旧作業を行った。

4.2 横取り架設設備

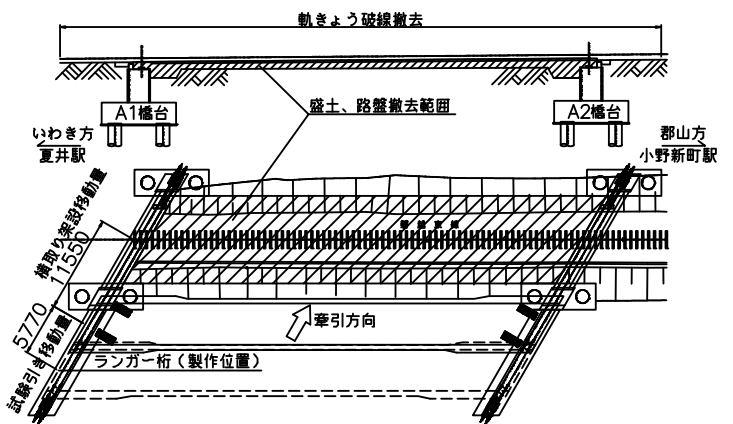
牽引ジャッキは、連続牽引が可能なダブルツイングジャッキを採用した。桁とパラペットの接触を防ぐための牽引方向の制御と橋軸方向の位置調整が可能な設備として、ガイドローラーを採用した (写真-1)。すべり支承構造は、横取り架台上に設置したステンレス板上面をテフロン板下面に貼り付けたゴム沓がすべる構造とした (写真-2)。また、すべり面の摩擦力でゴム沓がせん断変形することを防止するサイドブロックを設置した。

表-1 PRCランガー桁製作手順

STEP	累計日数	作業内容
STEP1	—	・補剛桁コンクリート打設
STEP2	7日	・1次緊張 ①端部横桁横締めケーブル8本 ②主ケーブル4本
STEP3	17日	・鉛直材コンクリート打設
STEP4	47日	・アーチ材・横継材コンクリート打設
STEP5	66日	・2次緊張 ①鉛直材直下横締めケーブル14本 ②アーチ基部補強ケーブル16本 ③鉛直材ケーブル全数 ④横締めケーブル36本(残半数) ⑤主ケーブル9本(残全数) ⑥横締めケーブル36本(残全数)
構造系完成		

STEP1 軌きょう破線撤去 (軌道施工)

STEP2 盛土、路盤撤去 (撤去土量428m³)



STEP3 ランガー桁横取り架設、ストッパー設置

STEP4 軌きょう復旧作業

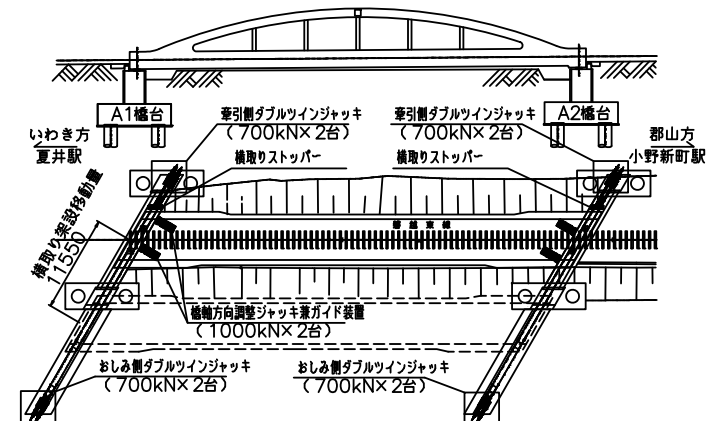


図-4 横取り架設ステップ図

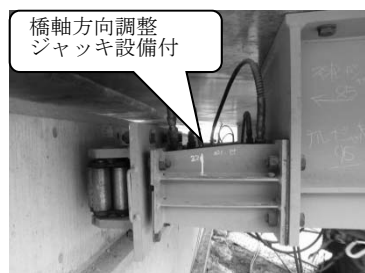


写真-1 ガイドローラー



写真-2 すべり支承構造

4.3 桁の設置精度および据付調整方法

4.3.1 設置精度

桁の据付設置精度については、各構造で許容される調整量の最小値となる項目から設定した。橋軸方向は、地震時の桁とパラペットの衝突防止のため、可動側遊間をストッパー可動域の60mm以上とする必要があるため、表-2に示すとおり、設置精度管理値は余裕量26mmの50%程度で設定し±10mmとした。

橋軸直角方向は、A1橋台側で護岸から桁下の空頭を確保するため端部横桁をスラブ上方に嵩上げた。そのため所定のバラスト厚さの確保ができないことから、路盤コンクリート直結軌道としている箇所がある(図-5)。直結軌道の許容設置誤差から桁の設置精度管理値は橋軸方向と同様に±10mmとした。

4.3.2 牽引中の計測管理

牽引中の計測管理は、桁とパラペットの遊間で管理を行った。桁の4隅に4名ずつ遊間監視員を配置し、桁とパラペットの遊間を計測した。牽引中は桁が蛇行する傾向にあったが、牽引中にガイドローラーを伸縮させて調整し、パラペットに接触することなくスムーズに桁を牽引することが出来た(写真-3)。

4.3.3 桁据付調整

桁据付調整は、橋軸方向および直角方向ともに設置精度±10mmと非常に厳しい管理値が要求されたが、以下の方法を採用することで据付調整時間の短縮が出来た。橋軸直角方向の調整は、直角方向据付最終位置に設置した横取りストッパーで行った。横取りストッパーの設置位置は、ゴム沓のせん断変形や牽引ワイヤーの伸びなどでジャッキ張力開放時に惜しみ側に5mm戻ることを事前の試験牽引で把握しており、張力開放後に桁が最終据付位置に来るように事前に測量調整を実施した(写真-4)。橋軸方向の調整は、直角方向の調整完了後に、ガイドローラーに設置した橋軸方向調整ジャッキで調整した。

4.4 横取り架設の実績時間

横取り架設タイムスケジュールと実績時間を表-3に示す。横取り架設全体は、所定時間内で完了することが出来た。STEP1と2で計画よりも大幅に時間短縮を行うことが出来た。ただし、STEP3では桁微調整の操作を慎重に行ったこと、STEP4では、道床復旧の際バラスト材の凍結で搬入に時間を要したことから、STEP3と4では、計画よりも時間を要した。

表-2 橋軸方向測量データ設置精度管理値

設計値		実測値	
桁長	52.800m	左側L1	52.815m
		右側L2	52.818m
パラペット間	53.000m	可動側遊間L3	86mm(最小値)
		固定側遊間L4	89mm(最小値)
可動ストッパー可動域			60mm
橋軸方向設置精度管理値			86-60=26mm以下 ±10mm

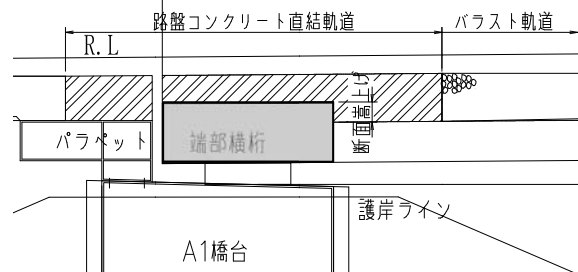


図-5 A1橋台路盤直結軌道側面図



写真-3 牽引中計測状況



写真-4 横取りストッパー

表-3 横取り架設タイムスケジュール

横取り架設ステップ	計画	実績
・作業着手時間	20:53	20:53
STEP1 軌きょう破線撤去(軌道施工)	77分	33分
STEP2 盛土、路盤撤去	130分	116分
STEP3 横取り架設、ストッパー設置	275分	292分
(L=11.55m牽引時間)	(23分)	(27分)
	0.500m/分	0.427m/分
(桁微調整時間)	(20分)	(74分)
STEP4 軌きょう復旧(軌道施工)	175分	192分
・跡確認後作業完了時間	5:00	4:46

4.5 横取り架設時リスク対策

本工事の横取り架設は、鉄道盛土区間の軌道を撤去し桁を架設するため、掘削土量は428m³（バラストを含む）と通常よりも多く、掘削作業の遅延リスクが最も高いと想定された（写真-5）。掘削作業のリスク対策として、以下の対策を実施した。①盛土掘削範囲のレーダー探査を実施し、掘削に影響する支障物が無いことを事前に確認した。②掘削作業の試験施工を実施し、掘削0.8m³バックホウ×3台、配土0.4m³バックホウ×2台の動作タイミング、掘削範囲の確認および作業サイクルタイムを設定した。本施工では、計画時間130分に対し、実績時間116分とサイクルタイム以内での掘削ができた（写真-6）。

横取り牽引時のリスク対策として、本施工前に実施した試験引きにより、牽引設備の正常動作、牽引時の摩擦係数およびジャッキ開放時の桁の戻り量を把握することができた。本施工時は、すべり面段差などのひっかかりや摩擦増大による牽引力の異常上昇は発生せず計画時間23分に対し、実績時間27分で牽引作業を実施できた。

5. おわりに

本橋りょうの工事は、震災の影響で工程が延伸し、最も寒い2月の夜間（外気温-15℃）での横取り架設となった。寒中作業ということで、軌道復旧時のバラスト凍結など想定外の事象が発生したが、大きなロスタイムは発生しなかった。これは、現場でのトラブルは、鉄道運行に直接的に支障をきたすことから、現場の条件や過去の同種工事を参考とし、横取り設備の検討や横取り時のリスク項目をピックアップして対策を行った事で、各作業責任者が余裕を持って作業を実施することが出来た結果である。

横取り架設本施工時は、土木、軌道、電気関係者総勢300名での作業となった。関係する職種ごと命令系統を守り、それぞれが無駄のない作業を行うことができた。

本橋りょうの横取り架設は、平成24年2月18日夜間に完了し、無事供用を開始することができた（写真-7、写真-8）。最後に、本橋りょうの施工に当りご指導をいただいた関係各位に深く感謝の意を表します。また、本工事報告が、今後の同種工事の参考となれば幸いです。



写真-5 横取り架設前全景



写真-6 盛土掘削状況



写真-7 横取り架設完了



写真-8 夏井川橋りょう完成