

JR吾妻線上空における2径間連続PCエクストラードボード橋の施工

鉄建建設(株) 正会員 ○磯部 善隆
 東日本旅客鉄道(株) 高木 謙次
 東日本旅客鉄道(株) 工修 赤峰 康人
 鉄建建設(株) 正会員 工修 好竹 亮介

1. はじめに

本工事は、ハッ場ダム建設に伴う整備事業の一環として、JR 吾妻線、国道 292 号線、町道、白砂川上空を横断する白砂川橋梁を、片持ち張出し架設工法(2径間連続PCエクストラードボード橋)にて新設する工事である。本工事の特徴として、A1 橋台側への片持ち張出し部においては、JR 吾妻線上空を斜め方向に横過するため、ほぼ全区間において JR 営業線近接区間となる。本稿では、線路上空における片持ち張出し架設施工において、列車運転支障を防止するための安全性に配慮した施工方法と、橋面の高さ管理について報告する。

表-1 橋梁緒元

| | |
|------|----------------------------|
| 工事件名 | 吾妻線長野原草津口・群馬大津間白砂川Bo新設 |
| 工事箇所 | 群馬県吾妻郡長野原町大字長野原地先 |
| 発注者 | 東日本旅客鉄道(株) 上信越工事事務所 |
| 構造形式 | 2径間連続PCエクストラードボード橋 |
| 橋長 | 210.750m |
| 支間長 | 109.000m+98.75m |
| 有効幅員 | 16.0m~19.0m |
| 縦断勾配 | ↙ 6.00% |
| 横断勾配 | ↙ 1.50%, 1.50% ↘ ~ ↙ 5.00% |



写真-1 完成イメージ

2. 工事概要

本橋の緒元を表-1に、完成イメージを写真-1に、全体一般図および主桁断面図を図-1, 2に示す。本橋の特徴は、縦断勾配が6.0%あり、左右の支間長が109mと98.75mのアンバランスな構造である。また、通常の道路橋では、幅員は10m程度であるが、本橋では16~19mと広幅員で、かつ張出し架設中にウェブ間隔が拡幅する構造となっている。そのため、拡幅構造に対応した大型移動作業車を使用して張出し架設を行った。

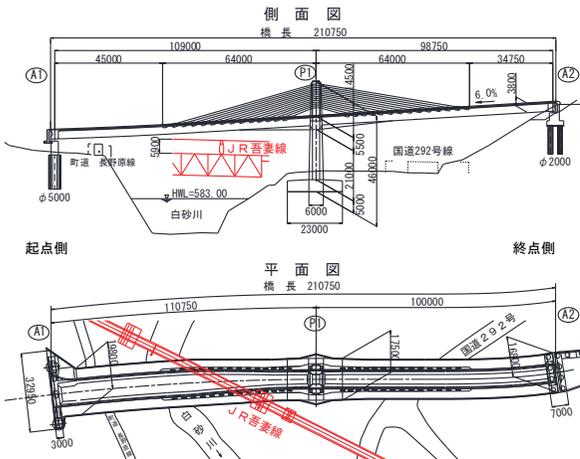


図-1 全体一般図

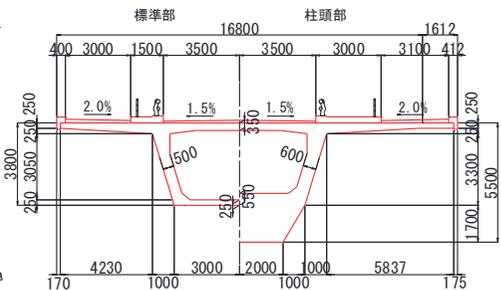


図-2 主桁断面図

3. 施工順序

施工順序を図-3に示す。A1～P1径間においては、P1からの張出し施工と平行して、仮支柱の設置と固定式支保工によるA1側径間の施工を行う (STEP2)。A1側径間の施工完了後、仮支柱を利用して、移動作業車にて4ブロック分を逆張出しで施工する (STEP3)。また、P1～A2径間においては、16ブロックに仮支柱を設置したのち、21ブロックまで張出しを延長し、A2側径間は吊支保工により施工を行う (STEP4, 5, 6)。

4. JR営業線近接区間での施工

4.1 リスクの想定

本橋のように、JR営業線に近接して施工する場合、第一に考えなければならないのは、営業線の安全を確保し、旅客や公衆への被害を防止することである。そこで、本橋の施工に先立ち、JR営業線近接区間での施工におけるリスクの洗い出しを行った。そのうち主要な項目について表-2に示す。それらの項目に対して、本施工で実施した安全性に配慮した施工方法について以降に述べる。

4.2 移動作業車の逸走防止

移動作業車の移動時には、作業車本体の荷重が車輪を介してレールに受け替わった不安定な状態であり、最悪の場合、移動作業車が逸走し落下する可能性がある。本橋の縦断勾配は6.0%と大きいいため、移動作業車の逸走を確実に防止できる機能が求められた。このため、メインフレームとレールの間に推進ジャッキを設置して、レールを反力受けとし推進ジャッキの伸縮を繰り返すことにより移動できる構造を採用した。推進ジャッキはメインフレーム1基に対して2本あるため、1本ずつ推進ジャッキを盛り替えることで、どちらか一方は常にレールに固定される状態となり、移動作業車の逸送を防止できる。また、移動作業車の後方にはチルホールを設置することで、二重の逸走防止対策を行った (図-4)。

吾妻線上空となる起点側移動作業車の移動は、発注者との協議により昼間の線路閉鎖間合いで行うこととし、列車運転支障事故を防止した。

4.3 架空線との離隔確保

起点側の移動作業車は、JR吾妻線との空頭離隔に余裕がないため、主桁躯体の下面から下部作業台の下面までの高さを1600mmに抑えることにより、最大限下方の離隔を確保した超低床移動作業車で

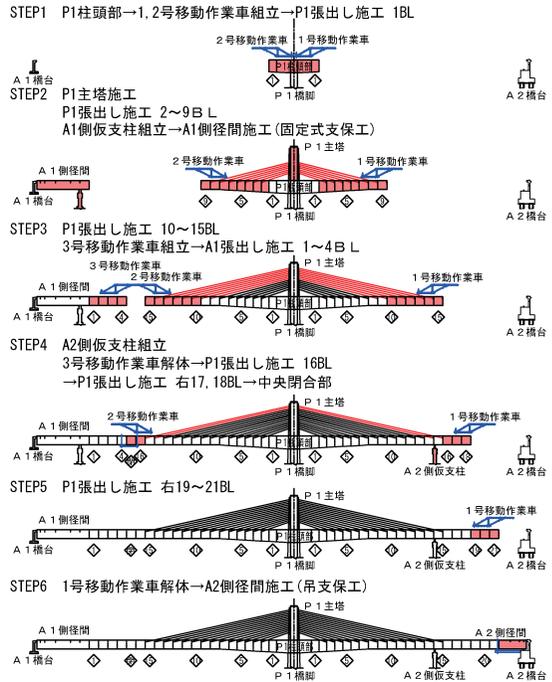


図-3 施工順序図

表-2 営業線近接区間における主要なリスク

| 番号 | 想定される列車運転支障事故 |
|----|--------------------|
| ① | 移動作業車移動時の逸走、限界支障 |
| ② | クレーン作業に伴う限界支障 |
| ③ | 地震時の移動作業車などの架設材の落下 |

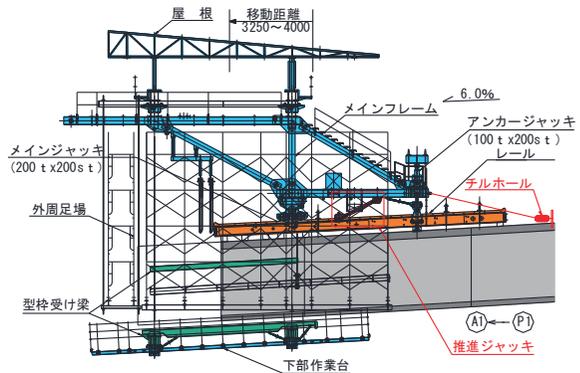


図-4 移動作業車の逸走防止概要図

る。しかし、事前の測量により、起点側16ブロック移動時には、図-5のように下部作業台下面と、トロリー線の中心よりφ1200の近接限界との離れが約300mmと、もっとも条件が厳しくなることがわかった。このため移動作業車の移動時には、作業台との離隔を目視により確認するとともに、移動作業車下面から吾妻線軌道までの離隔を、2Dスキャナにより自動計測する離隔計測システムを設置し監視することとした。

離隔計測システムによる離隔確認は、本体から赤外線レーザーを照射し、本体とレールの相対距離を計測する。この装置により移動作業車下面からレール天端までの離隔をリアルタイムで測定することで、き電線やトロリー線までの離隔を逆算して算出することが可能となる(写真-2)。また、仮に下部作業台がトロリー線の限界ラインを支障しても直ちに感電しないように、作業台鋼材の下面に絶縁塗装を行い、感電防止対策も併せて実施した。

実際の移動中における近接限界との最小離れの実測値は290mmであったが、このシステムにより移動中のき電線、トロリー線との離隔監視が容易に行えることで、列車運転支障を発生させることなく施工することができた。

4.4 クレーン作業時の建築限界支障防止

本工事では、JR吾妻線に近接する範囲でのクレーン作業が多いため、吊荷が振れて建築限界を侵してしまうリスクが想定された。このため、クレーン作業時における吊荷の近接限界線を発注者との協議の上、軌道中心から1.9mの建築限界に余裕を加えた4.0mに設定した(図-6)。さらに、そのラインを超えた場合には異常を警告できるレーザーバリアシステムを設置し、建築限界支障事故を防止することとした(写真-3)。このシステムでは、線路に対して平行に、水平面に対して鉛直にレーザーを面状に照射することで境界面を作り、内側に侵入する物体を検知すると、クレーンオペレーターに警報通知を行うことができる。また、列車接近1分前から列車が通過するまでクレーン作業は中止するルールを徹底した。

4.5 耐震性能の確保

JR線路上に設置する架設部材には、地震時にも落下しない性能が求められた。そこで、大規模地震の1/2の水平力に対しても、架設部材が落下しないような性能が確保で

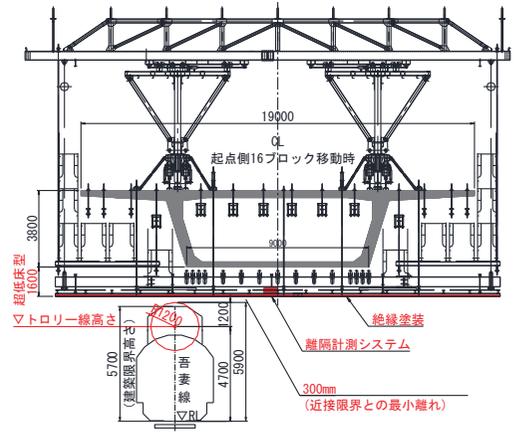


図-5 JR 吾妻線再接近時断面図



写真-2 離隔計測システム

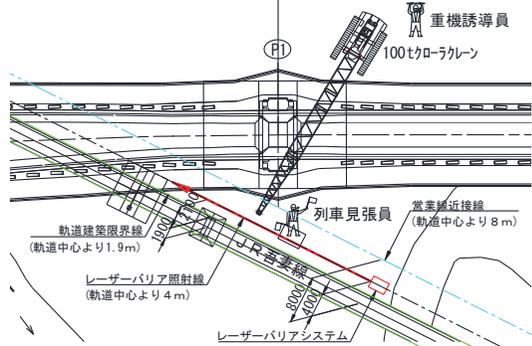


図-6 レーザーバリアシステム概要平面図



写真-3 レーザーバリアシステム

きるように検討を行った。検討の結果、移動作業車に対しては、**図-7**に示すような、メインフレームと主桁間を斜材で連結する耐震ブレスを設置することで、所定の性能を確保することとした。

5. 橋面の高さ管理

本橋は、張出し架設で施工されるエクストラード橋であり、架設時における橋面高さの出来形確保が重要となる。エクストラード橋は、通常の桁橋と比べ支間長に対する主桁剛性が小さいため、設計条件との差異による主桁変形量の誤差が大きい。そこで、橋面高さの精度に大きな影響を及ぼす誤差要因を検討した結果、主要因は部材間の温度差と斜材導入張力誤差による影響ということがわかった。

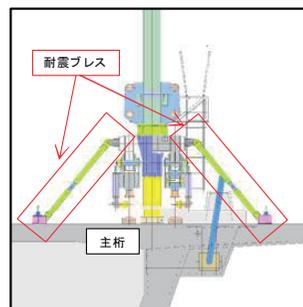


図-7 耐震ブレス

図-8に示すように、最大張出しとなる16ブロック施工時には、斜材の温度差と床版の温度差により張出し端部で35mm程度の誤差が生じる。また、**図-9**は要因別の主桁の変形量を示したものであるが、斜材の張力に起因する誤差が顕著であり、10%の張力差では約30mmの誤差が生じることが分かる。

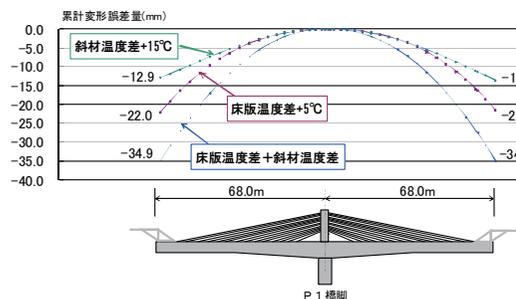


図-8 温度差による変形誤差量

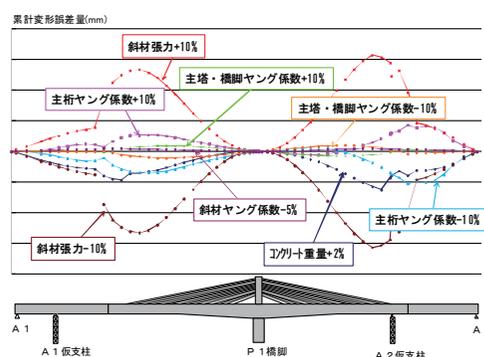


図-9 要因別変形誤差量

施工では、斜材ダミーケーブル (**写真-4**) と床版に設置した熱電対による温度計測とレベルによる橋面高さ測量より、適切な温度補正を行った。また、橋面高さに異常が生じた場合には斜材に加速度計を設置し、人力加振により緊張後の張力や張力の経時変化を計測するとともに、部材間温度差と張力変動の関係を把握することで、他の斜材緊張時の補正量を適切に定める計画とした。

現在、施工中であるが、以上の管理を重点的に行うことで、橋面高さを精度良く管理できている。

6. おわりに

現況写真を**写真-5**に示す。

ここで述べてきたように、JR線直上という難しい施工条件の中、安全面に関しては特段の注意を払い、今日まで列車運転支障事故を発生させることなく本橋の施工を継続することができている。

最後に本橋の施工に際し、ご指導・ご助言をいただいた発注者様をはじめ、関わっていただいた多くの方々には、この場を借りて感謝の意を表します。



写真-4 斜材ダミーケーブル



写真-5 現況写真 (平成27年4月現在)