

新幹線上空における曲線桁の送り出し架設について

東日本旅客鉄道株式会社 上信越工事事務所 正会員 長 秀輝
 東日本旅客鉄道株式会社 上信越工事事務所 赤峰 康人
 東日本旅客鉄道株式会社 上信越工事事務所 正会員 西山 洋輔

1. はじめに

本工事は、県の広域道路整備計画に伴い、上越新幹線高崎・上毛高原間で交差する道路橋（2車線）を新設するものである。当社は、上越新幹線上空を通過する道路橋の製作・運搬・架設、及び橋台2基を県より受託し、施工した。

本稿では、新幹線上空における道路桁の送り出し工法の施工計画、施工上の留意点、及びリスク管理（安全対策）について報告する。

2. 工事概要

図-1に平面図、図-2に断面図を示す。本工事は、逆T型式のA1,A2橋台2基を新設し、A2橋台からA1橋台へ道路桁を送り出し架設する。道路橋は、トンネル坑口のアーチカルバートより大宮方に最短距離で6.6mに位置する。図-3に桁断面図を示す。道路桁は、桁長46.3m、幅員11.4m、重量249.4tの鋼単純非合成箱桁であり、道路線形に合わせて曲線桁（A=150, R=400）としている。

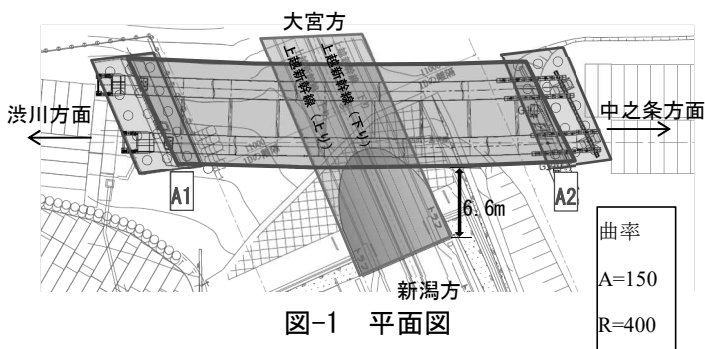


図-1 平面図

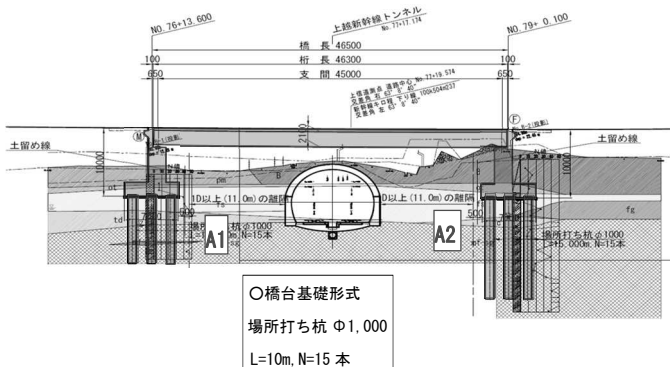


図-2 断面図

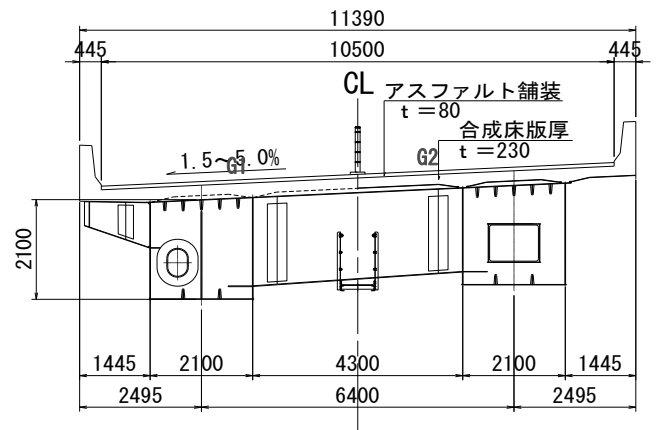


図-3 桁断面図

3. 送り出し架設における課題

本工事の送り出し架設における課題としては、以下の2つが挙げられる。

3-1 曲線桁の送り出し架設

本橋は、平面線形に曲率R=400を含む曲線橋であり、曲線桁の送り出し架設としては、桁形状に合わせて曲線軌条（曲線送り出し）とするのが一般的である。しかしながら、曲線軌条での送り出し架設は、水平力による迫（セリ）や脱線等のリスクが高く、多くの微調整が必要となる。また新幹線上空での架設であることから、できる限りリスクを最小限とする必要があった。

3-2 限られた時間での送り出し施工

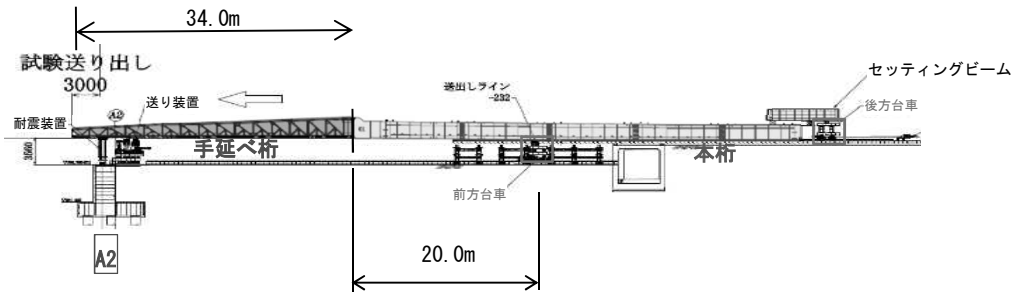
当社では、線路上空での桁架設を行う場合には、原則、夜間の列車が走行しない時間での施工が基本となる。工事を安全、かつ計画的に進めるためには、事前に施工サイクルタイムを策定する必要があった。また、桁架設最初の作業である手延べ桁の送り出しは、手延べ桁の送り出しを開始してからA1橋台に辿り着くまで片持ち状態となることから、作業中止判断基準を設定し、リスク対策を講じる必要があった。

4. 架設計画

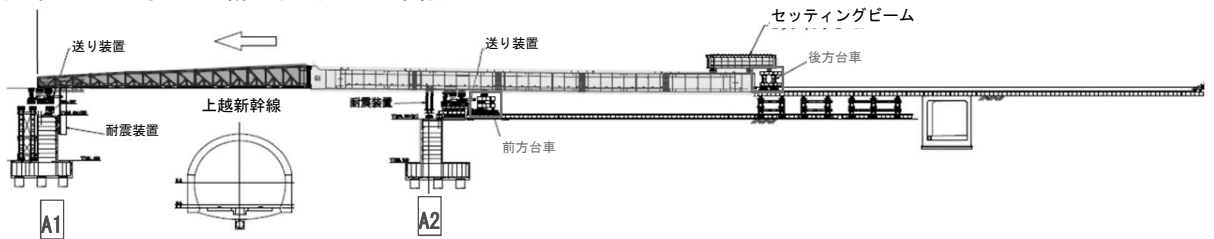
図-4 に送り出し架設 STEP 図を示す。本工事で使用する手延べ桁は 34m で、本桁先端より 20m 程度の位置に自走台車の前方台車、本桁後方には、セッティングビームを配置し、自走台車の後方台車を設置した。また、本桁の送り装置は、A1, A2 橋台それぞれ

れに設置した。手延べ桁の送り出しは、自走台車（台車走行速度 2.0m/min.）を使用して施工日数 1 日（送り出し量 41.5m）、本桁の送り出しは、送り出し装置（ジャッキストローク 1.0m, 2.5min./m）を使用して施工日数 5 日（送り出し量 10.0+5.0+5.0+10.0+4.0=34.0m）の計 6 日間で架設す

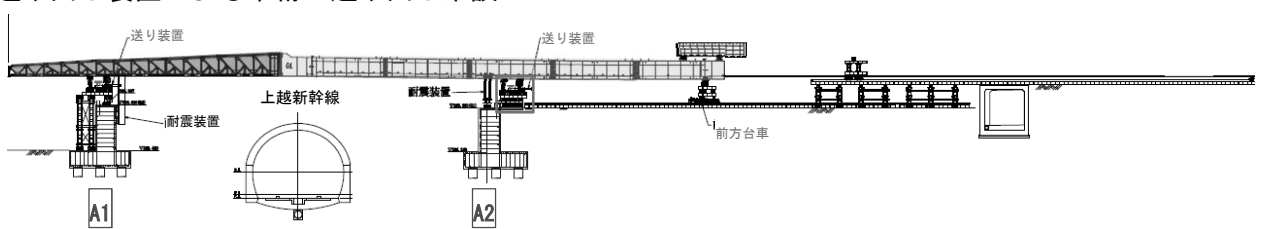
STEP1 架設前



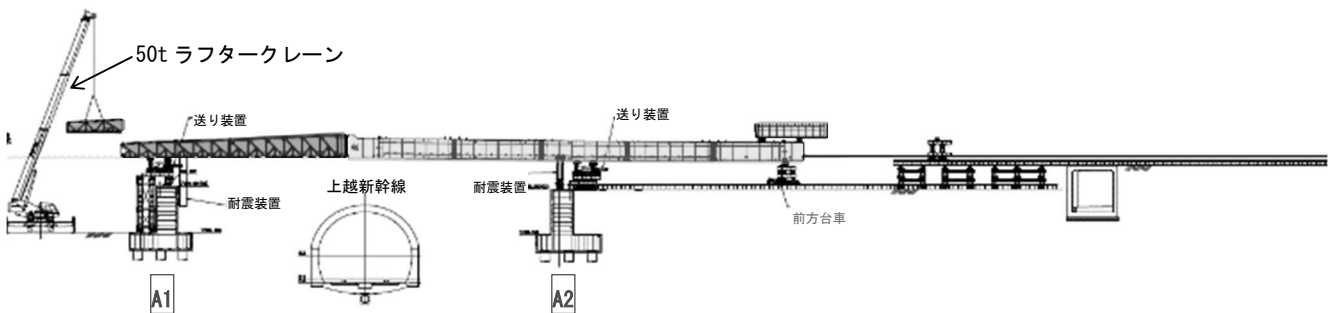
STEP2 自走台車による手延べ桁の送り出し架設



STEP3 送り出し装置による本桁の送り出し架設



STEP4 手延べ桁の撤去



STEP4 本桁送り出し架設完了

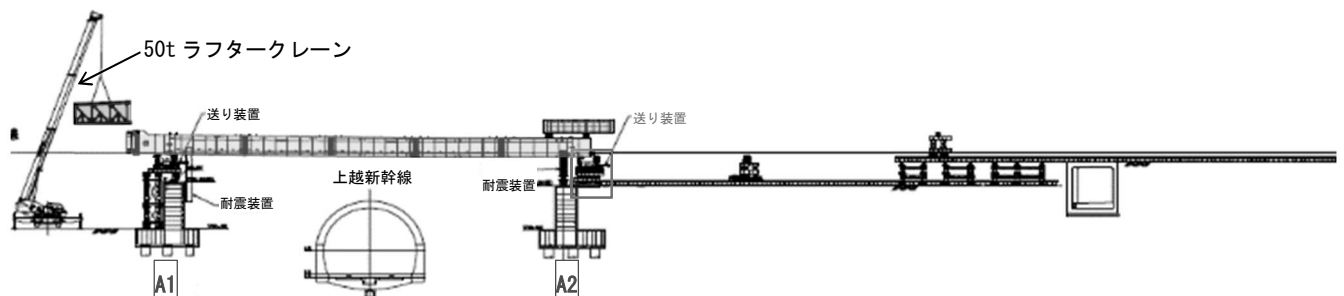


図-4 送り出し架設 STEP 図

る計画とした。なお、手延べ桁は、各日の本桁送り出し作業後、A1橋台側より1ブロック(6.0m)ごとに50tラフタークレーンにて撤去した。

5. 送り出し架設における課題への対策

5-1 曲線桁の送り出し架設

図-5に送り出し架設の作業フローを示す。今回の送り出し方法としては、直線送り出しを採用し、手延べ桁、本桁を送り出した後に、マルチユニットジャッキにより、送り出し高さより桁を2.0m降下(以下、1次降下)させ、回転横取りにより架設する方法とした。これにより、曲線送り出しで懸念される課題が解消され、安全性の向上が図られる。また、縦断勾配差が少ないことから(片勾配(A1→A2) $i=0.941\%$)、水平送り出しとした。作業時間帯としては、手延べ桁の送り出し架設は、片持ち状態での作業となるため、夜間の列車を通過させない手続きを行う保守作業間合い(23:45～翌3:10)、本桁の送り出し架設は、夜間の列車が走行しない終初電間合い(23:35～翌6:05)作業とした。

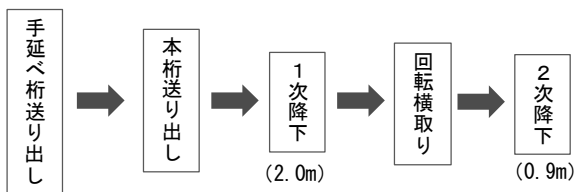


図-5 送り出し架設の作業フロー

図-6に本桁の回転横取りの模式図を示す。ここで、各箱桁をG1、G2とし、A1橋台の支承点をS1、A2橋台の支承点をS2とする。回転横取りは、A1支承点(G2-S1)を回転中心とし、水平ジャッキをG1-S2、G2-S2に1基ずつ設置し、時計回りに2.9m横移動させる。水平ジャッキは最大500mmストロークで稼働し、回転量は、G2-S1以外の点でそれぞれ管理を行う。

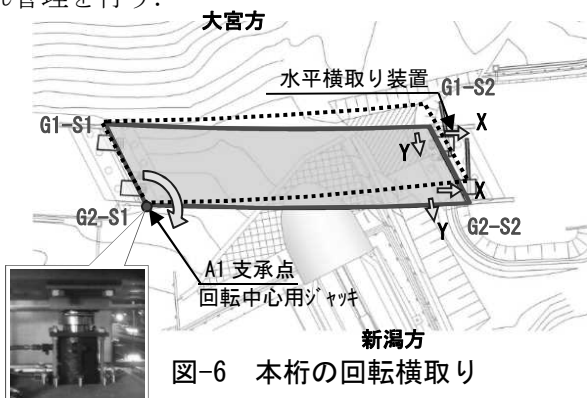


図-6 本桁の回転横取り

図-7に、A1橋台背面側、A2橋台側面から見た横取り回転設備、表-1に各支承点の移動量管理値を示す。横取り装置は、本桁上部に取り付けたセッティングビームとサンドル材との間に設置した。横取りジャッキでの移動は、計6回に分けて行うため、それぞれの支承点で個別に管理値を設定した。A1橋台の支承点G1-S1は、箱桁の側端部左右に1基(G1-S1-R, G1-S1-L)ずつ横取り装置を配置しており、それぞれ移動量が異なる。また、A2橋台の支承点G2-S1, G2-S2のX, Yは、それぞれ水平ジャッキの軌条直角方向変位、軌条方向変位である。

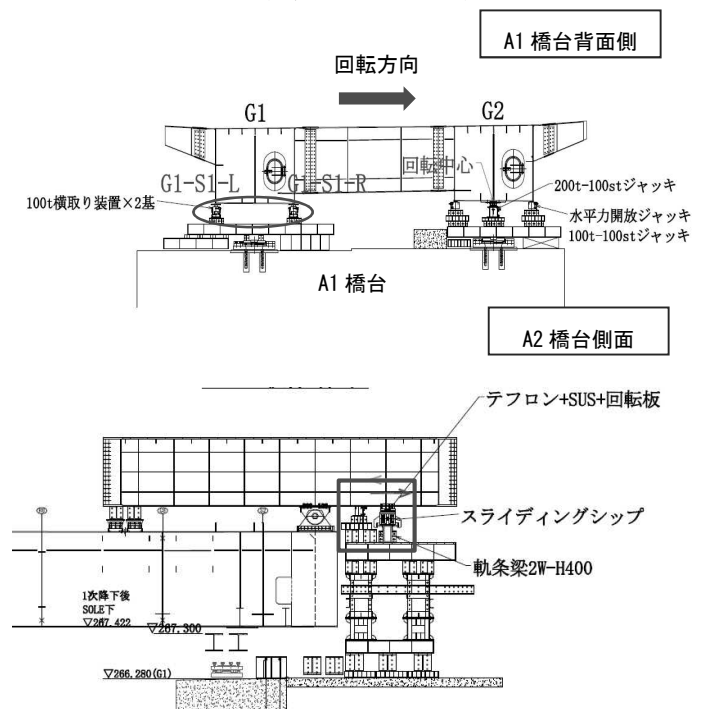


図-7 回転横取り設備

表-1 各支承点の横取り移動量管理値

(単位: mm)

支承点	G1-S1		G1-S2		G2-S2	
	L	R	X	Y	X	Y
1~6回目	88	63	11	465	11	493
累計	525	377	65	2789	65	2955

5-2 限られた時間での送り出し施工

図-8に手延べ桁架設のサイクルタイムの計画と実績を示す。限られた時間で桁を架設するため、当夜作業のサイクルタイムを策定することにより、事前に想定されるリスクを把握し、①気候、②列車運行、③施工の各状況での作業中止判断基準を設定した。以下に、気候状況における作業中止判断基準を示す。

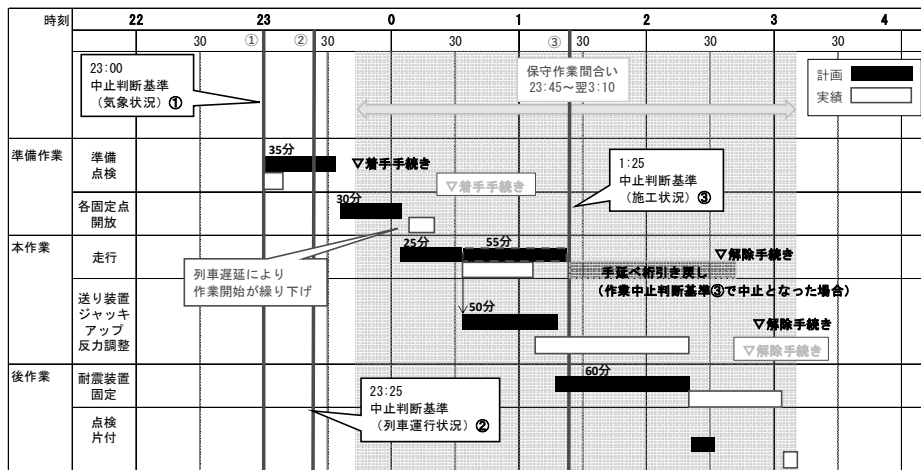


図-8 手延べ桁架設サイクルタイムの計画と実績

<作業中止判断基準>

- ・ 10分間の平均風速 10m/s 以上
- ・ 瞬間最大風速 20m/s 以上
- ・ 時雨量 25 mm
- ・ 震度 4 以上の地震が発生した場合

①では、当夜 23:00 の時点で上記災害警備警戒基準のいずれかに該当した場合は作業を中止とすることとした。②は、当夜 23:25 時点で遅延等により、最終列車が 55 分以上遅れる場合は、それ以降に作業を開始しても保守作業間合いで全ての作業を完了できないため、作業を中止することとした。③では、当夜 1:25 時点で、手延べ桁が A1 橋台に到達していない場合は、自走台車で引き戻し作業を行うこととした。これは、手延べ桁が A1 橋台に到達していない状態で作業を中断した場合、片持ちの状態でも不安定な状態となり、地震時における安全面でのリスクが懸念されるためである。

図-12 にブレーキング装置を示す。ブレーキング装置は、逸走防止のための設備であるが、引き戻し機能が付随しており、手延べ桁架設時に、万が一、自走台車が故障して引き戻しができなかった場合、手延べ桁の引き戻しができるようにした。

なお、本桁の送り出し、本桁降下、回転横取りについては、手延べ桁送り出し同様に、施工状況の作業中止判断基準を設定し、計画の施工量が完了していなくてもその時点で作業を中止することとした。

実際の送り出し架設当夜作業では、運行状況に遅延が生じ作業開始を繰り下げたが、事前のサイクルタイムに従い、作業を中止せずに、滞りなく施工を進めることができた。

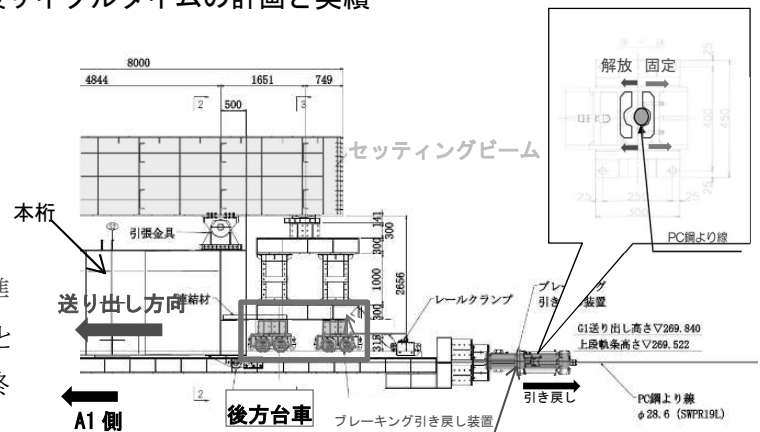


図-9 ブレーキング装置

5. おわりに

本稿では、新幹線上空における曲線桁の送り出し架設について、施工計画、施工上留意した点、及びリスク管理（安全対策）について報告した。図-10 に架設完了後の状況を示す。新幹線上空での曲線桁の送り出し架設で、リスク対策を検討し安全に工事を進めることができた。本報告が今後の鉄道近接工事の計画、施工の一助となれば幸いである。



図-10 架設完了後の状況