

# 43 その他

## 縦横断勾配のある曲線送出し架設について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社駒井ハルテック

現場代理人

沢田一郎

### 1. はじめに

国道121号湯野上バイパスは、会津地域と南会津地域を結ぶ広域道路ネットワークを形成する延長約50kmの「会津縦貫南道路」の一部として計画された地域高規格道路である。交流圏の拡大による産業振興を支援し、高速交通網を整備する目的として行われている。本橋は、湯野上バイパス内に位置し観音川をまたぐ橋梁であり、曲線送出し工法にて架設を行った。

#### 工事概要

- (1) 工事名：国道121号6号橋上部工工事
- (2) 発注者：国土交通省  
東北地方整備局 郡山国道事務所
- (3) 工事場所：福島県南会津郡下郷町大字中妻～南会津郡下郷町大字合川地内
- (4) 工期：令和5年1月20日～  
令和6年2月26日

### 2. 現場における課題・問題点

本工事では、昨今発生している同種架設工法の落橋事故の再発防止及び安全対策を確実に履行するため、各設備における課題の洗い出しを行い計画に反映した。また、床版工事への引き渡し時期が決まっていたが、着手時点で別工事（送出しヤード造成工事）が遅延し、引継ぎが1カ月程度遅れ、工事に着工出来なかった。床版工事の打設時期を考慮すると、なるべく当初の引き渡し時期を厳守する必要があった。

#### 【問題点1】

本橋の特性として、図-1のように、桁の勾配が縦断方向に4%、横断方向に2.5%～3.6%程度となっており、送出し時の縦断勾配は完成形と同じ4%である。そのため、送出し装置の受梁には反力の4%の水平力が作用し、油圧ジャッキやベント設備の転倒が懸念された。

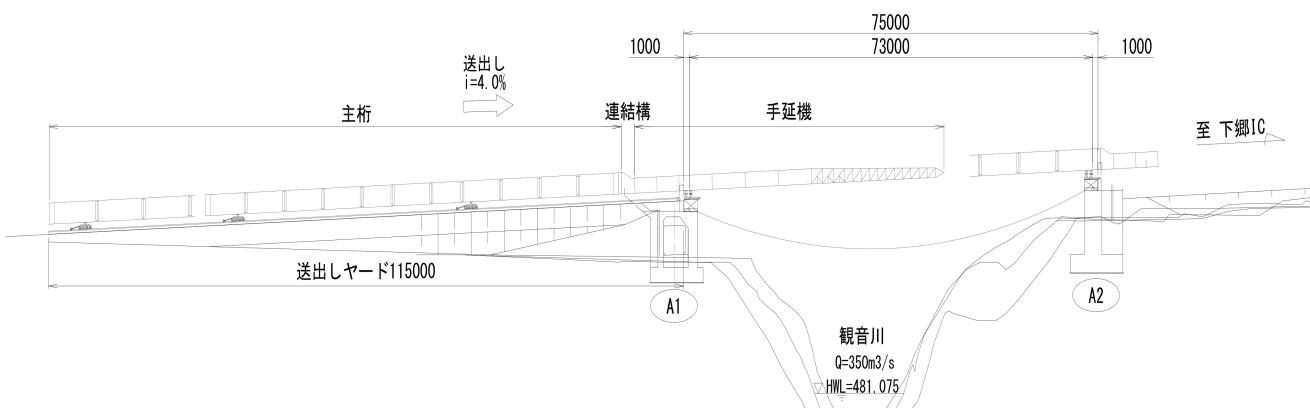


図-1 送出し架設側面図

### 【問題点2】

送出し架設時には、曲線の影響により送出しステップごとに生じる横ずれや主桁に作用する反力のずれを適切に調整しながら架設を行う必要がある。また、曲線送出し架設時には、横ずれの調整に時間を要することが予想された。効率的かつ安全に架設を進めるために、曲線に合わせた送出しを行うための適切な管理方法を検討することが課題であった。

### 【問題点3】

架設参考図では軌条設備後方にトラッククレーンを配置し、軌条設備後方から橋台背面まで、桁の縦送りが必要な地組立計画となっていた。この計画では、桁の縦送りを合計22回行う必要があった。しかし、桁の縦送りを行いう際には、送出しジャッキの盛替えや縦送りラインの管理など、多くの手間がかかり、作業効率が悪くなることが懸念された。そのため、作業の効率化と安全性の向上を図るために、別の工法による主桁地組立の方法を検討することが重要な課題となった。

### 【問題点4】

支点近傍は、支承補強リブ、支点上ダイヤフラム及び支点上横桁控え材に囲まれた狭隘空間であり、作業姿勢を保てないことから溶接や塗装作業が困難となり、維持管理時の通行性にも問題が生じる懸念があった。

## 3. 対応策・工夫・改善点と適用結果

### 【問題点1への対応策】

送出し時の盛替え設備及び降下設備において、図-2のように複数の桁受架台を追加配置し、桁受架台にかかる反力を分散させることで、ベント設備への水平荷重を効果的に低減することが可能となった。

また、送出し勾配の4%に対応するために、各設備に4%のテーパーライナーを設置した。このテーパーライナーの設置により、反力が設備に対して垂直に作用する構造となり、油圧ジャッキやベント設備にかかる負荷が均等に分散され、転倒

リスクの低減を図ることができた。



図-2 桁受け設備

送出し降下期間は1か月程度であったが、計画を実施する上で水平力として設計水平度の1/2を考慮した。また、地震時水平力(256.6KN)に抵抗するために、サンドル直下の枕梁をRアンカー(使用後に抜き取り撤去可能な接着系アンカー:自社製品)を使用して、橋台に固定を行った。また、ダブルセイフティーとして、ラッシングワイヤーの設置も行った。

軌条設備は、発注時の計画において、軌条レールと枕木のみで構成されるシンプルな構造であった。しかし、曲線送出しの際には、桁の移動に伴い台車に水平力が蓄積され、レールの変形・脱輪が想定された。また、レールが梁としての役割を果たす際の耐力不足や枕梁の下部における耐力不足が懸念された。そこで軌条設備は敷鉄板上に400H鋼を送出し曲線に沿って配置して、上部工からの反力を効率的に分散できるように、小型ピースをH鋼と敷鉄板に溶接し、堅固に固定した。また、形鋼やターンバックルを使用して軌条同士を連結し、水平力に対抗する構造とした。

### 【問題点2への対応策】

曲線送出し架設(クロソイド曲線)のため、送出し装置の推進ジャッキストロークに内側と外側で最大7mmの差を設け、橋台上に設置した移動制限装置を使用し、横方向の移動を拘束できるようにし、横ずれ量の閾値を設けた。その閾値を超える横ずれが発生した場合には、送出し装置に付随する横方向調整装置にて、位置修正を行えるよう

にした。この調整装置により、送出し中に発生する微細な位置ズレも迅速に修正することができた。

送出し時に管理する反力は、はり解析では曲線の影響を反映した値を取得できないため、主桁・手延機の平面モデルを作成し、骨組解析により送出し1m毎の反力を算出した。桁位置・反力の管理については、集中管理システムを導入し一括で管理を行った。

桁位置は、図-3のように橋梁桁変位自動計測システム3Dブリッジ（NETIS登録番号SK-230145-A）を用い、手延べ機先端と主桁横桁ライン（両端部及び中央）に計8箇所、GNSSアンテナを設置し3次元座標により管理を行った。反力及び桁位置の計測は、送出し装置の1工程（1m）ごとに行い、反力のずれ20%、桁の横ずれ量50mm以内となるように調整・管理を行った。

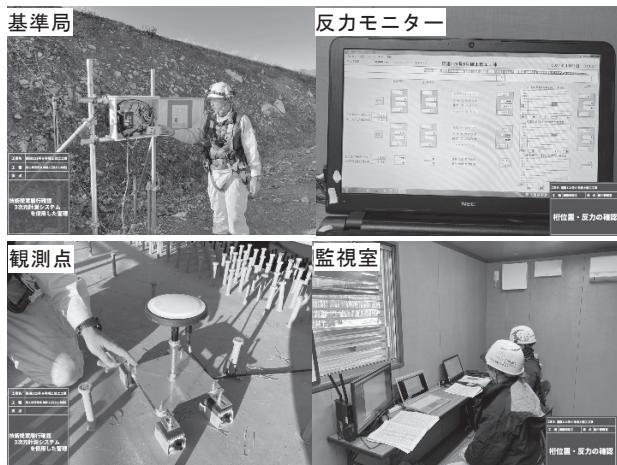


図-3 桁位置・反力の監視システム

#### 【問題点3への対応策】

現場作業ヤードの実測結果から、架設参考図より施工ヤードを広く使用可能なことが判った。架設参考図では軌条設備後方にクレーンを配置し、軌条設備後方から橋台背面まで、桁の縦送りが必要な計画となっていたが、軌条設備側方にクレーンを配置可能なスペースを設けることができたため、桁の縦取りを行わず、図-4の通り直接クレーンにて桁の地組を行った。地組立時の桁単品での縦移動をなくすことで不安定状態での作業の

回避ができ、効率化にも繋がった。主桁のそり・通りの出来形を高精度に確保できた。



図-4 地組立

#### 【問題点4への対応策】

図-5のように、発注時の構造を再現した3Dモデルを用いてVRにて工場製作時の作業姿勢及び点検時の通行性を確認し、問題箇所の抽出を行った。

その結果、以下の問題があることが分かった。

- ① 横桁控え材下は作業員の頭が入らず、支承補強リブフランジ下面の溶接・塗装作業時に手元を見ることができない。そのため溶接や塗装の品質確保が困難となる。
- ② マンホールの設置位置が低く、支承補強リブフランジとも近接しているため、出入りが難しく点検時の通行性が悪い。

以上の問題点から、支承補強リブのフランジを外側取付けに変更し、手元を覗き込まずに作業できるようにすることで、溶接および塗装の品質を確保した。また、図-6のようにマンホール設置位置を上げ、ダイヤフラムにステップを追加した。これにより、正立に近い姿勢でマンホールを通過できるようになり、通行性を向上させた。さらに、図-7のように支承セットボルト部の点検も容易にできるようになった。

一連の設計照査にVRを利用することにより、製作時および完成時の問題点を早期に発見し、当事者間での状況共有・認識統一を効率的に行うことができた。



図-5 VRを用いた支点近傍での作業姿勢の確認

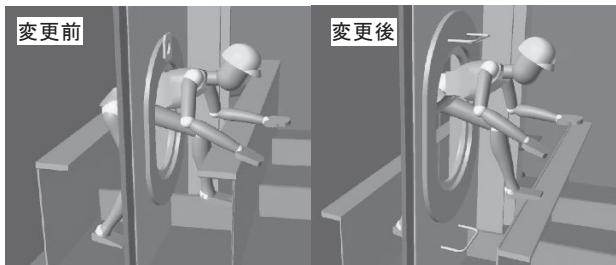


図-6 マンホール



図-7 支承セットボルト

#### 4. おわりに

本工事は、福島県下郷町という豪雪地帯での曲線送出し架設であったため、降雪が始まるまでに送出しから降下までを完了することが安全上望ましかった。橋梁桁変位計測システム、集中管理システムを併用することで、リアルタイムで桁の位置、反力を確認でき、調整を隨時行うことでスムーズな送出し架設を行うことが可能である。

無事に年内送出し～降下作業を終わらせ工期内に完成することができ、なおかつ、無事故無災害で完工することができた。

最後に本工事においてご指導いただきました郡山国道事務所の皆様ならびに関係各所の皆様に心から感謝申し上げます。



図-8 送出し完了