

14 施工計画

高速道路を跨ぐ鉄道橋の架設に関する取り組み

日本橋梁建設土木施工管理技士会

瀧上工業株式会社

監理技術者

加藤 順一〇

現場代理人

柿木 建二

現場担当

山口 武留

1. はじめに

工事概要

- (1) 工事名：北陸新幹線、
 樫曲橋りょう（合成けた）
- (2) 発注者：独立行政法人鉄道建設・運輸施設
 整備支援機構大阪支社
- (3) 工事場所：福井県敦賀市樫曲地先
- (4) 工期：自）平成30年9月18日
 至）令和2年12月17日
- (5) 橋梁形式：3径間連続合成桁
- (6) 橋長：118m
- (7) 幅員：11.862m

本工事は、北陸新幹線、金沢・敦賀間のうち、高崎起点468km022m～468km140mの福井県敦賀市内に位置する3径間連続合成桁で、そのうち1径間は北陸自動車道を横断する橋梁上部工事である。北陸自動車道上の架設は現地状況等により送出し架設工法が採用され、本稿では送出し架設

の工夫について述べる。図-1に一般図を示す。

現場は別工事である下部工施工と同時期施工であり、道路管理者との協議により送出し架設の日程が決定していたため、下部工本体や施工ヤードの引渡時期の調整が必須であった。

2. 現場における問題点

本工事は3径間連続桁のうち、中央径間は北陸自動車道を跨ぐ構造となっている。そのため、中央径間の架設作業は夜間通行止め規制を行う必要があった。供用中の道路上架設であるため、下記4項目が課題であった。

- (1) 仮設構造物の支持、転倒、滑動等に対する安全対策
- (2) 仮設構造物の常時計測と変状が認められた場合の対策
- (3) 架設途中の桁の支持状態と固定方法
- (4) 交通規制日程内での確実な施工

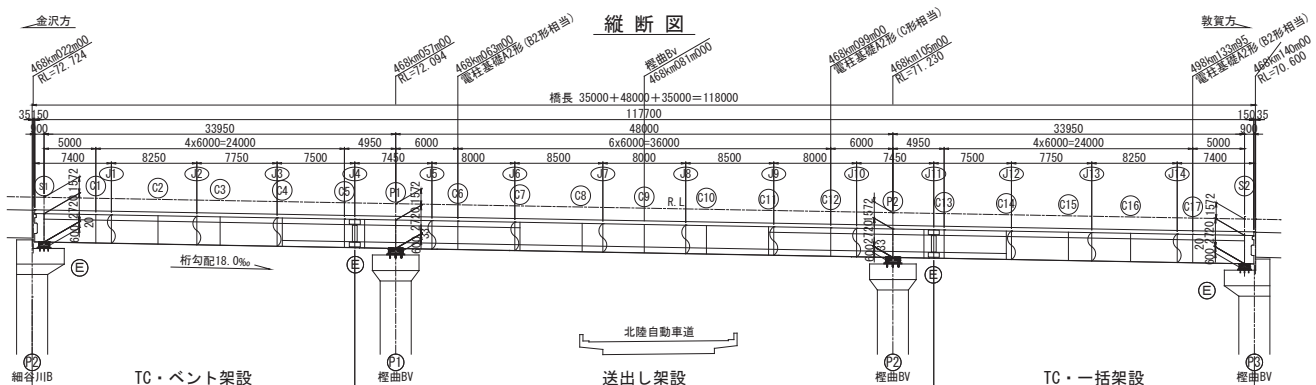


図-1 一般図

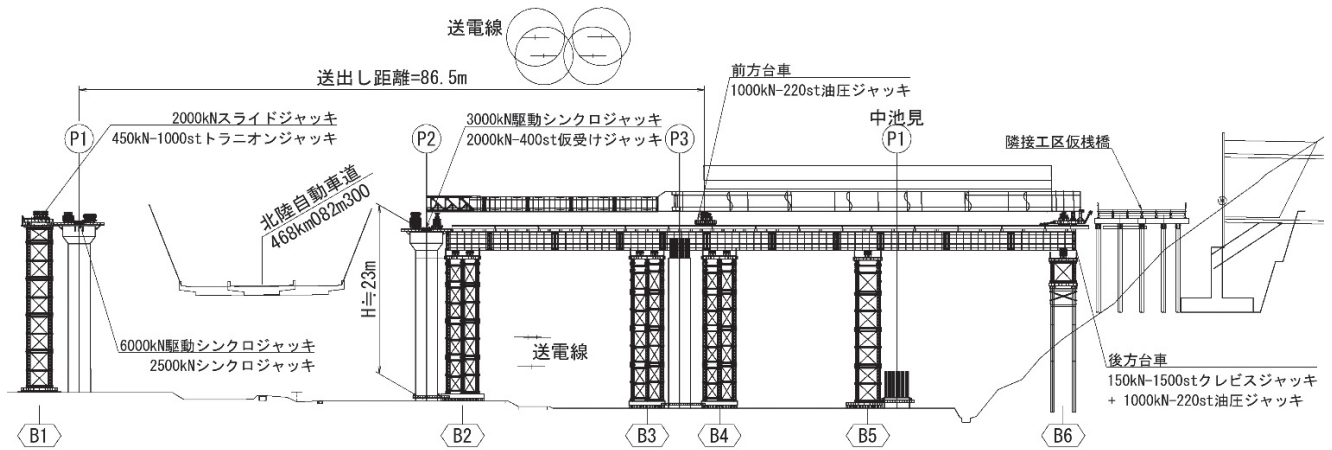


図-2 送出し架設計画図

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 仮設構造物の安全対策

図-2 に送出し架設計画図を示す。本工事は作業構台を構築し、その上に軌条設備を設けて送出し架設を行う架設計画であった。これらの設備のうち、倒壊した場合に北陸自動車道に影響があるものとしてB1～B6のベントが該当した。なお、北陸自動車道に直接影響のあるものはB1、B2であるが、軌条桁でB2～6まで連結しているためB1～6が該当範囲となった。

道路協議より、倒壊に対する設計水平力は完成系のレベル2 設計水平震度の100%とされていたため、必要耐力を確保する下記の検討を行った。

①ベント耐力の確保

設計水平力は大規模地震を想定されていたため、鋼材の許容応力度を見直すことにした。一般的に地震時の許容応力度の割増は1.5であるが、本工事では降伏点（許容応力度の割増1.7）とした。また、通常のベント柱本数では必要耐力を確保することができないため、ベント本数を増やし、かつ水平力に対して全ベント柱が有効に抵抗できるように各ベント柱に水平力が伝達できる構造とした。

②必要地耐力の確保

ヤードの引渡時期から送出し施工までの期間がなかったため、ベント基礎部の地盤改良やコンクリート基礎、杭基礎への変更はできなかった。そ

のため、現地の地耐力を平板載荷試験にて事前に確認し、必要地耐力を確保する受圧面積となる基礎梁を鋼材で構築した。さらに、鋼材で構築したベント基礎に作用する力が地盤へ均等に分布するようにベント基礎と地盤との間に無収縮モルタルを注入する構造とした。

③転倒に対する安全性の確保

ベント高さが30m程度であったため、通常のベント構造では転倒に対する安全性を確保できなかった。そのため、②で設けたベント基礎梁上にカウンターウェイトを設けることで安全性を確保した。なお、カウンターウェイトは施工効率を考慮し、図-3 に示すノッチタンクを採用した。さらに、フェールセーフとしてベント頂部と下部工をワイヤーと鋼材で連結する構造とした。

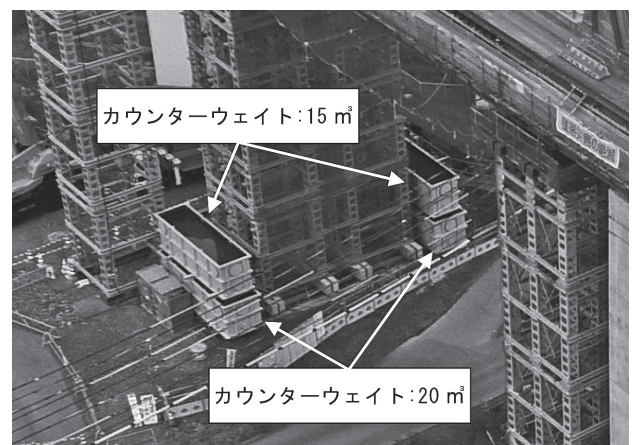


図-3 転倒防止対策

④滑動に対する安全性の確保

ベント直上に送出し桁がある場合は、鉛直反力

が十分にあるため、滑動に対して十分な抵抗力を確保できるが、これを除く期間は鉛直反力が不足し、抵抗力を確保することができなかった。そのため、ベント基礎と下部工を鋼製部材で固定することとした。これにより、滑動に対する安全性を確保することができた。

(2) 仮設構造物の常時計測

ベント設置後から送出し架設完了までの期間は、仮設構造物の傾斜および水平度を計測する目的で三次元計測管理システム「ダムシス」を設置した。当該システムは許容変位量を設定すると、許容値を超過時に警報アラームが携帯端末に送信される仕組みである。表-1に傾斜の許容変位量を示す。アラームは計測値が各基準値を超過した際に発信されるよう設定した。また、本工事では、B1～B6ベントを計測対象構造物とした。

表-1 傾斜許容変位量

注意レベル	対策	基準値
注意レベルⅠ	継続して常時計測を実施する	$\delta \leq 1/400$
注意レベルⅡ	ベントの点検を行い転倒の恐れがないか確認する。注意レベルⅢに達した場合の対策を検討する。	$1/400 < \delta \leq 1/285$
注意レベルⅢ	ベントの点検を行い、傾き抑制の対策を講じる。	$1/285 < \delta \leq 1/200$

(3) 架設途中の桁の支持状態と固定方法

本工事では送出し架設および桁降下時に、作業の影響が及ぶ範囲（北陸自動車道）を通行止めとする計画であった。送出し架設時の通行止め解放条件は、手延べ機ではなく桁本体がP1橋脚に到達した上で、橋脚と桁の固定を完了することであった。そのため、1夜間で86.5mの送出し作業を完了する必要がある。送出し架設時の水平力に対する照査は、下記のとおり行った。

①送出し架設中

手延べ機が到達するまでは強風時に対して照査を行った。手延べ機および桁に作用する水平力を前方台車、後方台車で支持されたモデルとして考え、台車と送出し桁の固縛方法について検討し、必要なラッシング計画を立案した。

②手延べ機到達時

手延べ機がP1橋脚に到達した状態のレベル2地震動に対する照査を行った。この際もベントの検討と同様、鋼材の照査耐力は降伏点とした。水平力に抵抗するため、P1、P2橋脚上にレベル2地震動に対して安全性を確保した仮設の変位制限装置を設けた。また、手延べ機本体の水平力に対する安全性も確保した。ここで設けた仮設の変位制限装置は桁降下作業まで残置し、送出し完了から桁降下完了までの落橋防止対策とした。さらに、ベントの常時計測で用いたダムシスを送出し桁にも適用し、送出し完了から桁降下完了までの期間、常時計測を行った。

(4) 交通規制日程内での確実な施工

送出し架設および桁降下作業に伴う北陸自動車道の通行止め規制は20時～翌朝6時までであり、実際の作業時間はそのうち7時間程度であった。また、規制日数は送出し架設、桁降下を合わせて3日間と定められていた。これらの交通規制日程、作業時間を順守するため下記項目の検討を行った。特に送出し架設は桁降下に比べ、不測の事態が発生する危険性が高かったため、入念に検討した。

①推進装置

短時間における送出し作業であったため、推進速度の速い推進装置を選定する必要があった。一般的には自走台車やエンドレスキャリアを用いた工法が最も推進速度が速いが、機械トラブルが発生した場合、交換が容易に行える汎用性の高い水平ジャッキをメインの推進装置として採用した。また、後方台車の前後に配置することにより推進速度向上を図った。

②予備推進装置

推進装置が故障する可能性があったため前述したように予備を準備できる推進装置を選定したが、不測の事態に備え複数の推進装置を配置し推進装置の1つが故障しても送出しを行えるよう計画した。推進装置の組合せとして、平時は水平

ジャッキ+駆動シンクロジャッキの組合せとして
 いるが、(a)水平ジャッキが故障した場合は予備
 ジャッキとの交換もしくは前後に2台を配置して
 いるため1台のみの稼働、(b)駆動シンクロジャ
 ッキが故障した場合はB1ベントに配置した水平
 ジャッキへ推進力の移行と複数系統の推進計画と
 した。

③ノーリターンポイント

通行止め規制解除時間を厳守するため、ノーリ
 ターンポイントの検討を行った。規制の解除可能
 な条件として、北陸自動車道の俯角を侵さない状
 態（送出し距離7.6m以下）、送出し完了（送出し
 距離86.5m）の2パターンが考えられた。そこで、
 上記2パターンにおけるノーリターンポイントを
 設定した。ノーリターンポイントを図-4に示す。
 図中の凡例は下記内容である。

パターン①：標準施工

パターン②：主の駆動装置が故障し補助駆動装置
 で送出し完了

パターン③：主の駆動装置が故障し補助駆動装置
 で引き戻す

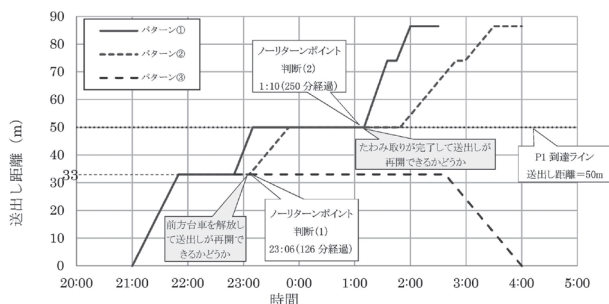


図-4 ノーリターンポイント

④たわみ取り方法

送出し架設において、手延べ先端のP1橋脚到
 達直前のたわみ量は、解析結果より373mmであっ
 た。P1橋脚に設置した駆動シンクロジャッキの
 鉛直ジャッキストロークが450mmと大きいため、
 このストロークを利用してたわみの調整を行う計
 画とした。これにより、たわみ調整のための盛替
 え時間を短縮することができた。

以上の検討結果を反映した施工により、約5時
 間で86.5mの送出しを完了し、桁の位置調整まで

を終えることができた。図-5に送出し完了写真
 を示す。



図-5 送出し完了写真

4. おわりに

本工事のしゅん功時の全景を図-6に示す。本
 工事では、北陸自動車道を跨ぐ送出し架設および
 降下作業において、地域住民や迂回道路利用者か
 らの苦情もなく、交通規制予定日程とおりに架設
 を完了することができた。また、工期内にしゅん
 功することができ、隣接工区へ引き継ぐ事ができ
 た。北陸新幹線の金沢-敦賀間の開通は2023年度
 末を予定されている。

最後に、本工事においてご指導を賜りました鉄
 道建設・運輸施設整備支援機構北陸新幹線建設局
 敦賀鉄道建設所の方々や打合せにて工事の円滑な
 施工にご協力いただいた関係各署に御礼を申し上
 げます。



図-6 完成写真