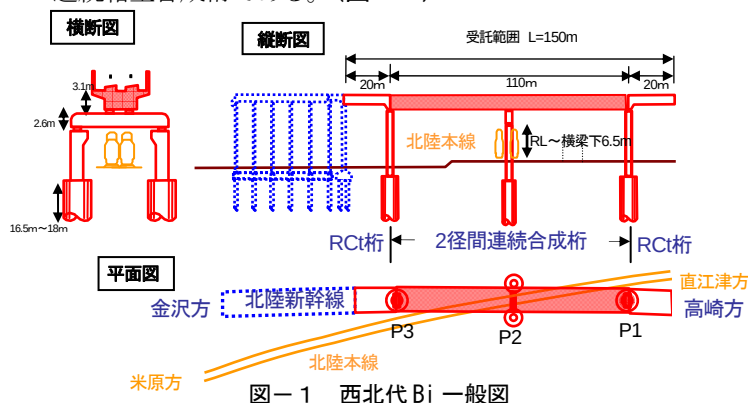


1. はじめに

北陸新幹線長野～金沢（白山総合車両基地）間（延長231km）は平成 26 年度末の完成を目指して、建設主体の独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構（以下、「鉄道・運輸機構」という）により鋭意建設が進められている。北陸新幹線西北代 Bi は、建設ルート中の北陸本線呉羽～富山間 241k100m 付近との交差部に位置しており、在来線の直上の施工となるため、鉄道・運輸機構との協定により当社が受託施工することとなった。本稿では、西北代 Bi における合成桁の送出し架設についての課題とその対策及び結果について報告する。

2. 構造概要

西北代 Bi は、北陸本線上を約 12° で交差する 2 径間連続箱型合成桁である。(図-1)



3. 桁架設の概要

(1) 架設ステップ

桁の架設は、送出し架設工法を採用したが、ヤードの広さの制約から、一括で主桁と手延べ桁 (L = 44 m、約 80t) の組立が出来ない。そのため主桁 110 m (約 700t) のうち 55 m の部分と手延べ桁を組立て、P3 橋脚から P2 橋脚まで先行して送出した後、残りの主桁 55 m を組立て P1 橋脚まで送出した。その後、手延べ桁を撤去、ジャッキダウンを行い、所定の位置に設置した (図-2)。

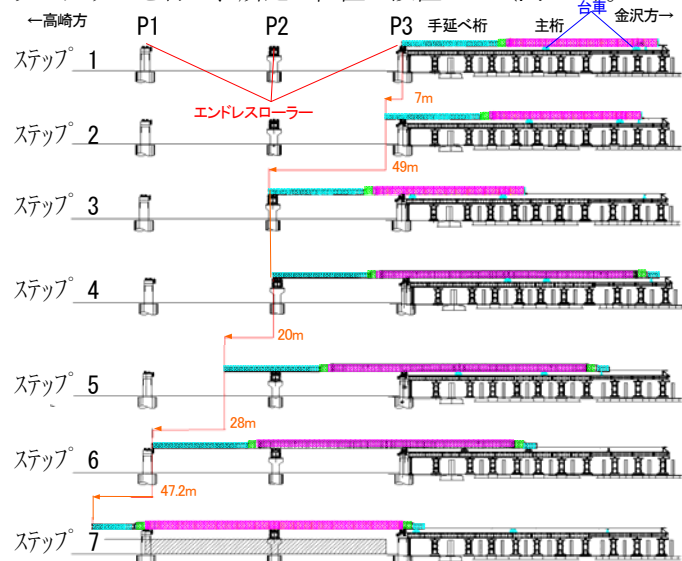


図-2 西北代Bi 送出しステップ図

(2) 送出し

送出しには、盛り替え作業が無くスムーズに送出しを行えると共に、常にどちらかのジャッキがケーブルを掴んでいるため緊急停止が必要な異常時にも速やかに停止することが可能であることから、ダブルツインジャッキを桁左右に各一台使用することとした。その仕組みは図-3に示すとおり、桁後方に取り付けられたダブルツインジャッキがステージ上に張られたケーブルを引っ張り、桁を押し出すように送り出すものであり、必要な推進力を送出し全荷重約800tに摩擦係数0.1を乗じた80tと算出し70t/台のジャッキを2台使用した。

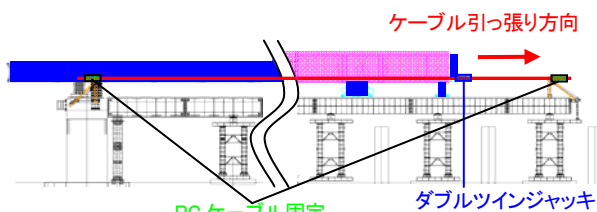


図-3 送出しの仕組み

(3) エンドレスローラーの構造

各橋脚上には、送出し中の桁キャンバーによる高さの変化に追従できる機能を持ったすべり装置の役割を担うエンドレスローラーを設置した。エンドレスローラーは鉛直耐力が 2500KN/台、鉛直方向のストロークが±150mm 橋軸直角方向のストロークが±100mm あり、送出し時の桁の方向修正が可能である。

4. 計画時及び架設時の課題

(1) 送出し時の桁断面力照査

ステップ5以降は桁の支点位置と支点高さの変化により断面力が大きく変動する。断面力が桁の断面耐力を超過すると桁の座屈に直結するため、計画時にステップの進捗に伴う断面力の変化を如何に正確に把握するかが課題であった。

(2) 送出し中の断面力管理

桁の支点位置が変わるステップ 5 以降は桁にかかる力が断面耐力以上にならないよう送出し中の断面力を如何にしてリアルタイムで管理するかが課題であった。

(3) 送出し速度

送出しは北陸本線上空での作業であるため、上下線同時に架空線を停電させなければならない。しかし、当該箇所での停電が可能な間合は約 120 分であり、一夜の施工量が制限されるなか、如何にして先述の架設ステップを安全に進捗させるかが課題であり、台車やジャッキ等に悪影響が出ない送出し速度の設定が求められた。

(4) 手延べ桁のたわみ管理

送出し中に、手延べ桁の一部に局所的に荷重が集中する等の理由により手延べ桁が想定以上にたわんだ場合、到達側の橋脚に手延べ桁がのらないだけでなく、最悪の場合架線を支障する可能性があることから、手延べ桁のたわみ管理を如何にして行うかが課題であった。

キーワード 鋼桁 送出し架設 手延べ エンドレスローラー 北陸新幹線 断面力管理

連絡先 西日本旅客鉄道(株) 大阪工事事務所 富山工事所、住所：富山市神通本町 1-1-19 駅西ビル 2F、電話：076-444-6956

(5) 橋軸直角方向の変位量管理及び位置調整

送出し時には、桁の橋軸直角方向へのズレに対する管理が必要となるが、管理方法とズレ発生時の調整方法を検討する必要があった。

5. 対策と結果

(1) 送出し時の桁断面力照査

架設計画時は詳細設計時の照査をもとに、手延べ桁の荷重等実際の条件でステップを 63 に分けて再計算し最大の断面力がかかる状態でも、手延べ桁及び本体桁の断面耐力を超えていないことを確認した。

(2) 送出し中の断面力管理

送出し中は、各橋脚上のエンドレスローラーの圧力計から得られる実反力と計画反力をリアルタイムで比較・管理した(写真-1)。管理値に関しては、各断面毎の部材の曲げ耐力を管理値とすることを検討したが、鋼桁の場合補強を行っている箇所と行っていない箇所で断面耐力が大きく変わることで、ならびに、エンドレスローラー上にどの部材が乗っているかミリ単位の把握が困難であったことから採用できなかった。そこで計画時に桁の断面耐力を超えないことを確認しているエンドレスローラーにかかる計画反力の 1.5 倍を管理値とすることにした。また、1.5 倍を超えないための管理方法として計画反力の 1.3 倍を超えた時点で当該箇所のエンドレスローラーの高さ調整により反力を下げることとした。



写真-1 反力管理画面

実際の送出しの場面においては、リース品である手延べ桁の磨耗や歪み、桁のキャンバー等による反力の変動により、1.3 倍を超えたタイミングで計画通りエンドレスローラーによる調整を実施、管理値内で架設を完了した。

(3) 送出し速度

設計計算上は送出し途中のどの段階で停止しようとする問題はないが、列車の運転士やお客様へ与える不安を出来るだけ排除するため、最も不安定に見えるであろう 1 回目の送出しについては一夜で手延べ桁を P2 橋脚まで送出すこととした。当日の作業内容を洗い出し、過去の送出し架設事例から各作業時間を計算し、送出し速度を平均 1.5m/分として、タイムスケジュールを作成した。そのうえで、施工前に試験送出しを実施しジャッキや台車等に問題ないことを確認した。

(4) 手延べ桁のたわみ管理

手延べ桁のたわみ管理については、送出し各ステップでの手延べ桁先端のたわみ量の計画値を計算し、1 次管理値を計画値から $\pm 175\text{mm}$ 、2 次管理値を $\pm 265\text{mm}$ として、実測値と計画値の差をリアルタイムで確認した。1

次管理値は P1 に手延べ桁の先端が到達した際に所定高さにジャッキアップできるジャッキのストロークから決定したものであり、2 次管理値については 1 次管理値を超えた場合でも、ステップ 6 の P2、P3 エンドレスローラーの高さ調整（主桁にかかる断面力が断面耐力を超過しない範囲）により P1 に到着させることが可能な最大変位量である。たわみ量の測定は、10m 進むごとかつ計画送出し量残り 5m から 1m ごとに実施した。その結果、たわみ量は 1 次管理値を超えることはあったが 2 次管理値までは超過しなかった。ステップ 6 の時点で最終的にはたわみ量が 222mm であり P2、P3 エンドレスローラーのジャッキアップ、ダウンにより調整した。実測値が 1 次管理値を超えた理由としては、手延べ桁、主桁の形状の誤差により各橋脚に計画した反力がかからず、反力とたわみの同時管理が困難であると判断し、重要度の高い反力管理を優先させたことから、送出し中 P2 エンドレスローラーを計画高さよりダウンさせ、P3 エンドレスローラーをアップさせたため手延べ桁先端が大きく下がったと考えられる。

(5) 橋軸直角方向の変位量管理及び位置調整

まず、架設前のレールの敷設精度管理として 2.5m 毎に軌間測定を行い、管理値を過去の送出しを参考に $\pm 20\text{mm}$ とした。架設時に桁が橋軸直角方向に変位した場合は送出しを一旦止めエンドレスローラーを使用して修正することとした。当初他工区で使用した横方向修正装置の設置を検討したが、今回は主桁に金属溶射を行っているため、桁が傷ついた場合、送出した後に補修が困難であることから採用しなかった。

送出し途中の変位量については、たわみ量を測定するタイミングに合わせて手延べ桁先端の位置を測定し、設計値との比較により管理した。管理値はエンドレスローラーで調整可能な最大変位量から、桁中心から左右 160mm とした。実際は、最大で 120mm と管理値を超えるような変位はなかった。

最終的な橋軸直角方向の桁位置調整は、各橋脚にあるエンドレスローラーを同時使用し調整を行い、所定の位置に桁を設置した。

6. おわりに

事前に課題を洗い出し、施工中を含めて各種対策を施すことにより無事架設を完了することができた。

最後に、工事にご理解ご協力を賜った地元の皆様、真摯に施工に取り組んで戴いた銭高組とその協力会社の皆様および関係各位に深く感謝を申し上げます。



写真-2 架設完了写真