

八千代Bi架設工事報告

A Report on the Erection Work of Yachiyo Bi



藤本 貴介*¹
Takayuki FUJIMOTO



濱井 功*²
Tsutomu HAMAI



森近 太治*³
Taichi MORICHIKA

要 旨

本工事は、九州新幹線 西九州ルート of 整備事業において、JR長崎本線 長崎駅～浦上駅間及び長崎駅東通りを跨ぐ3径間連続合成桁の架設工事である。

キーワード：超大型橋梁，送り出し架設

1. はじめに

九州新幹線 西九州ルート of 整備は、独立行政法人鉄道建設・運輸整備支援機構によって事業が進められているが、本橋梁はJR長崎本線を跨ぐため、架設工事は九州旅客鉄道株式会社（以下、JR九州）へ委託された。

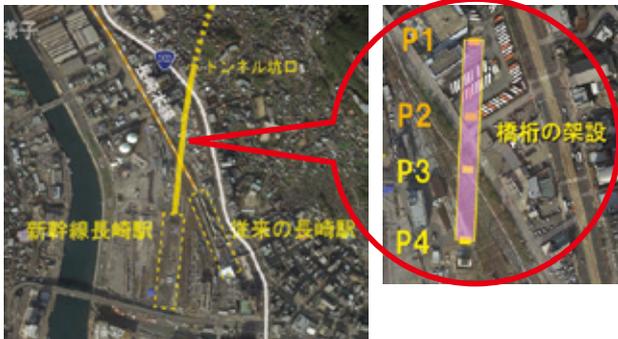


写真-1 現場位置

2. 工事概要

工 事 名：九州新幹線八千代Bi上部工架設他2
 企 業 者：九州旅客鉄道株式会社
 元 請 者：清水・三軌建設共同企業体
 工事場所：長崎県長崎市地内
 施工時期：平成30年8月20日～令和2年2月27日
 橋梁形式：3径間連続合成桁
 橋 長：194.0m
 支 間 長：72.5m + 55.0m + 63.3m
 幅 員：13.8m
 桁 重 量：約1620t



写真-2 第1回送出し状況

*¹ 工事本部橋梁工事部橋梁工事グループ現場所長

*² 関西支社関西工事・計画部関西計画グループサブリーダー

*³ 関西支社関西橋梁営業部福岡営業所（計画担当）主任

3. 架設概要

本橋は、JR長崎本線及び長崎市道上に位置しており、夜間線路閉鎖および道路通行規制を行う時間的制約から、送出し架設工法を採用した。

桁の地組立は、既設高架橋上で行う計画であったが、一度で橋長194m全長に渡っての地組が困難だった。そこで、地組立を2段階で行い、クレーンの作業範囲内で組み立てられる全長の半分を地組したのちに、送出し方向とは反対側に桁の縦取りを行い、残り半分の地組立を行った。

桁の地組立及び送出し・縦移動を行う上で、高架橋の耐力上の制限で、原則として高架橋の支柱上でしか、桁反力を支持できなかった。そこで、支柱上に送出し架台・送り出し設備（シンクロジャッキ）を設置し、高架橋の支柱でのみ桁を支持する構造とした。

送出し・縦取りの推進は、桁本体にスパイラルロープを固定したエンドレスキャリアで手繰り寄せる工法と、

駆動式シンクロジャッキを併用することで、必要な推進力を確保した。

また、送出し桁を直接シンクロジャッキで支持した場合、①クローラ幅が広く、下フランジ張出し部に過大な反力が作用すること、②添接部のボルトがシンクロジャッキのクローラ面に直に接するという問題が生じる。そこで、1) 腹板に荷重が伝達するように、かつ2) 添接ボルトの頭をかわすために、下フランジ下面に、PLを磁石で取り付けてシンクロジャッキ上を移動させた。

送出し架設は、架設時の反力を低減するために、手延機を用いることが一般的であるが、本工事の到達側のヤードは長崎県営バス駐車場の一部を使用しているため、手延機の解体ヤードが確保できず、手延機を用いない送出し架設を行った。

手延機を使用せず、橋体を直接張出すことによって、最大7,000kN/1webの反力が発生するため、6,000kNシンクロジャッキ×2台を縦列に配置し、12,000kN/web耐力の送出し装置とした。

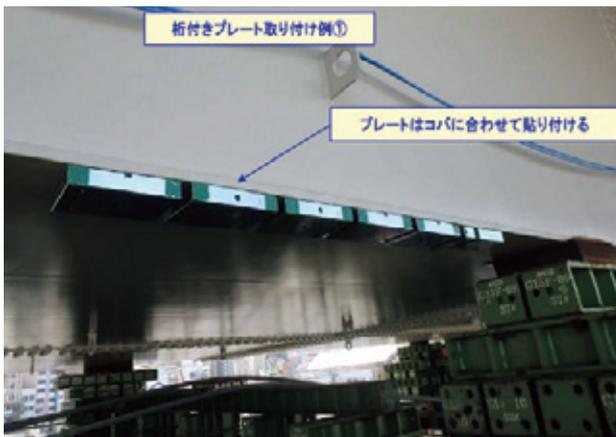


写真-3 桁付きプレート



写真-4 送出し架台



写真-5 駆動シンクロ

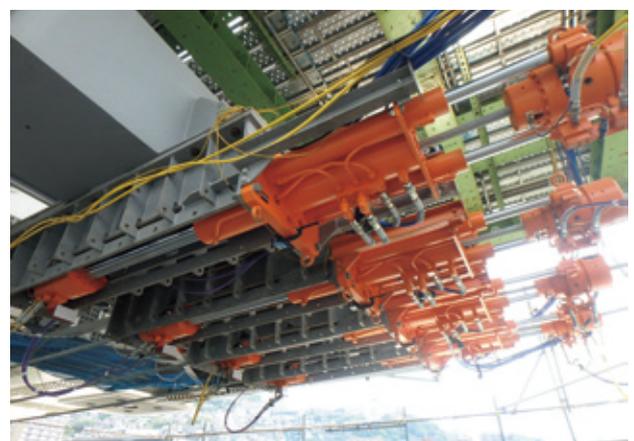


写真-6 エンドレスキャリア

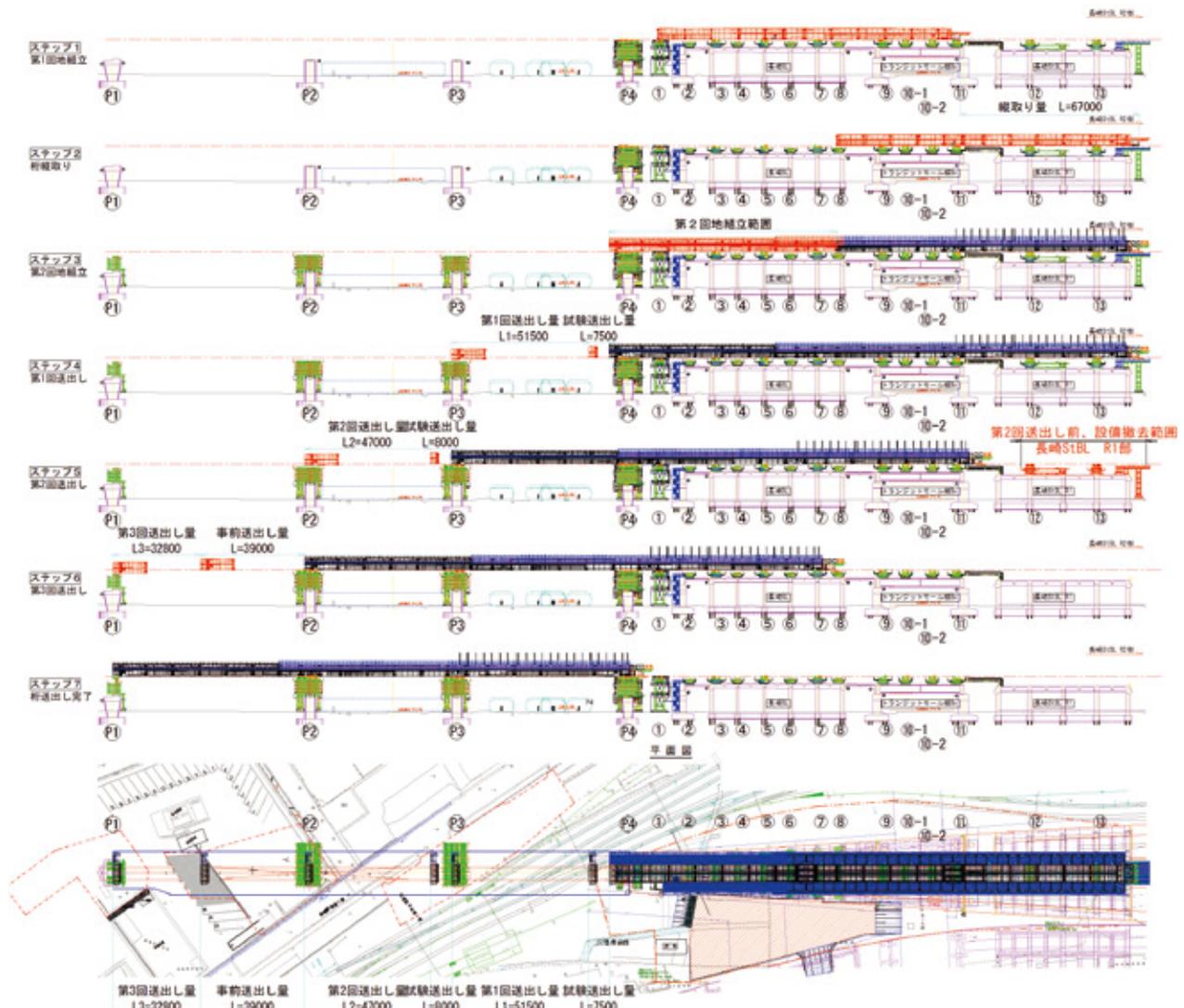


図-1 施工ステップ図



写真-7 縦取り設備

4. 送出し架設における課題及び対策

桁地組立時の後方への縦取りについて、当初1日だけの作業計画としていたが、実際には2日間の時間を要した。これは、縦取り時と同じ送出し設備を用いて、同等の距離の送出し作業が、夜間線路閉鎖時間内での施工が困難であることを証明していた。

そこで、縦取り時に時間を要した要因を分析するとともに、桁送出し前までに可能な対策を講じた。

(1) 縦取りに時間を要した要因

桁本体は左右対称の直線桁であったが、縦取り時の推進装置となるエンドレスキャリアおよび駆動シンクロジャッキを前方側に配置することで、横方向の拘束力の無い後方側に振られて、その結果送出し桁全体にズレが生じた。縦取り時は、ズレを抑制する設備を搭載していなかったため、桁のズレに合わせて各受点のシンクロジャッキ本体を移動させて縦取りを行っていたが、桁縦取りの進捗と共に桁のズレ量が大きくなり、予期せぬシンクロジャッキの位置調整が頻繁に発生した。このシンクロジャッキの位置調整作業に多大な時間を要したことが、作業時間を要することとなった大きな原因であった。

桁の送出し時において、全体重量・桁長、そして施工条件等が異なるものの、縦取り時と同様の事象が発生する事が予想された。

(2) 対策

(a) 桁本体の位置調整

縦取り時の実績を踏まえ、桁のズレは発生するものとして、桁本体の位置及び方向修正をこまめに行うことで、シンクロジャッキの大きな位置調整が発生しないように努めた。

また、桁位置の調整・管理する箇所を削減する目的で、実荷重における送出し時の構造解析を行い、桁耐力に問題ないことが確認できた箇所については、送出し時の受点（送出し設備）の配置の見直しを行った。

実際の送出し作業では、試験送出し時から桁ズレの傾向を確認するとともに、送出し時に反力を載荷しているシンクロジャッキの位置調整とともに、仮受用のシンクロジャッキの位置を荷重載荷していない状態で、いつでも仮受できるようにズレ量を予測しながら位置を調整しておくことによって、仮受・桁調整を迅速に行った。

(b) 駆動シンクロジャッキによる速度調整

1支点上の駆動シンクロジャッキは、左右の腹板に対

して個々に反力やストロークだけでなく、推進速度の管理がきるように配線・設置した。これにより、送出しを行っている最中の推進速度を調整することによって、左右の桁ズレの修正を行う計画だった。

(c) ガイド設備による桁ズレの抑制

桁下フランジ側面に、水平ジャッキで圧力および位置調整できるガイド設備を設置し、桁ズレの抑制を行った。ガイド設備は、全4箇所設置した。

(d) 桁位置の偏心

縦取り時に桁がズレる方向が同一方向だったため、桁送出し前に試験送出しを行い、桁ズレが生じる方向を把握するとともに、取ってその逆側に桁を偏心させ、送出し開始直後に桁を調整する回数が低減できるように計画した。

5. 結果と今後の改善点

上記で講じた対策だけでなく、送出し作業間合いの拡大化により、時間内にJR上の送出し作業を行うことができた。

ただし、対策毎に効果の有無があったため、その結果を報告する。

(1) 桁本体の位置調整

シンクロジャッキ本体の位置調整時間を短縮できただけでなく、桁本体のズレをこまめに修正する事により、桁を真っ直ぐに送り出すことができ、調整時間の大幅な短縮をすることができた。

送出し作業に限らず、重量鋼構造物の縦移動・横移動を行う際に桁の調整をしないことが重要だが、本橋に限ってはこまめな調整を行うことで、大規模な調整作業を行わずに済んだと言える。



写真一八 送出し状況

(2) 駆動シンクロジャッキによる速度調整

対策項目として、準備は行っていたが、受点が多く、反力の移り変わりが大きいため、反力管理を優先的にを行い、左右の速度差による方向修正は行わなかった。

(3) ガイド設備による桁ズレの抑制

ガイド設備は、水平力を計画反力の10%程度として必要な抵抗力を確保していたが、桁を送出ししている中で、桁が側面にズレようとする力を抑え込もうとしていたが、桁がガイド設備を送出し方向に持ち上げるような挙動を示した。ガイド設備と桁の接触面は摩擦抵抗の小さいナイロンPLを使用していたが、荷重をかけた場合の摩擦力が大きく、計画していた反力まで荷重がかからず、期待していた効果を確認できなかった。

本設備は、桁縦取り後に計画した緊急の設備だったため効果が得られなかったが、設備計画だけでなく、桁本体の補強等を工場製作時から計画することが必要と考えられる。



写真-9 ガイド設備

(d) 桁位置の偏心

桁送出し時の初動で、試験送出し時とは逆方向に桁がズレる挙動が確認された。想定とは逆側へのズレであったが、桁ズレに対して調整をするための設備を準備し、作業員に手順を周知していたため、以後の送出し・桁調整作業を円滑に行うことができた。

本橋のような超大型橋梁を、シンクロジャッキとエンドレスキャリアを併用する送出し架設を行う場合、桁ズレの抑制は困難であるため、桁位置調整の対策を講じ、シンクロジャッキの中心に真っ直ぐに荷重載荷するように送出し桁を安定させることが時間短縮に最も効果的であると言える。また、重量構造物の横方向のズレを抑制するには、堅固な設備と桁本体の耐力が必要なため、設計・工場製作段階から反映しておくことが重要である。

6. 反力管理

シンクロジャッキによる送出しは、送出しの進行により桁の受点が移動するため、シンクロジャッキ反力の変動とともに、各受点の板厚・材質により桁耐力値も変動する。

そこで、本工事では、送出し時の反力と桁耐力を包括的に一箇所で管理するため、集中制御を行った。

集中制御画面では、リアルタイムで計測した反力値とともに、計画反力値と管理値ラインを同時に表示させ、受点毎の桁耐力の余裕量を明瞭化し、反力調整を行いながら送出し作業を行った。

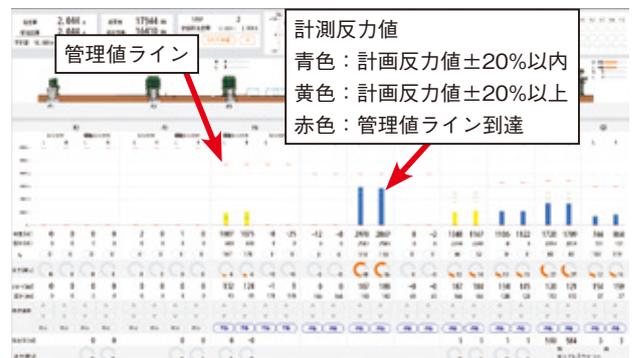


図-2 集中制御画面

7. 支承工

JRTTの桁は、死荷重を全て載荷した後に、支承で反力を支持することが通例で、油圧ジャッキによる仮支持状態で鋼桁架設後の施工（床版コンクリート工等）を行う方法が一般的である。

しかしながら、仮受ジャッキ存置期間の管理や費用が必要な他、温度変化による桁の伸縮や床版打設によるキャンバー変化等の桁の変状に対して追従できる範囲が限られる。本工事では、ジャッキ支持の代わりに、パット型ゴムを支承と桁の間に設置する事により、桁の変位をパット型ゴムに追従させ、支承本体には歪みを発生させない方法を採用した。ゴム製品なので、その都度製作するコストは必要だが、形状を□300×300に統一して製作することにより、コスト削減と品質の確保を図ることができる。



図-3 パット型ゴム

8. おわりに

近年、桁重量が増大してきており、台車設備を用いる以外の送出し架設工法が増えることが予想される。エンドレスローラーやエンドレスキャリーのようなワイヤー式送出し設備による送出しでは、ガイド的な設備を必ずしも構えることができないので、随時方向調整作業が発生することを念頭に置いておかなければならない。

また、JR上の送出し架設のように限られた時間内での架設作業を計画する場合、台車・ジャッキのような機械式の推進能力のみで送出し時間を決定する際には細心の注意が必要である。

本工事は、3径間の連続桁を、各スパン毎に計3回の送出しと1回の事前送出しを行った。実績を以下に記述する。

第1回送出し	16.0m/h
第2回送出し	21.7m/h
第3回事前送出し	19.5m/h
第3回送出し	21.8m/h

注意) 上記はシンクロの高さ調整に要した時間は含まない。

ジャッキの推進力が働き、桁が動いている時間だけに着目すると、 $v=16.0\text{m/h}$ を確保しているように思えるが、シンクロの高さ調整や送出し中の干渉物対策（本工事においてはシンクロ繋ぎ材が該当）等の時間を別途要している。

また本工事においては、シンクロを増台し縦列で配置する事で位置ずれ復旧に要する時間を短縮できたが、増台したシンクロ台数に対応する為に、非常に多くの作業員の協力が必要となった。以上を考慮すると、 $v=10.0\text{m/h}$ で計画を行う事が妥当と言える。今後の送出し計画に配慮したい。

謝辞

最後に本工事の施工を進めるにあたりご指導いただきました九州旅客鉄道株式会社、清水・三軌建設共同企業体の関係者の皆様に深く感謝します。また本報告書の作成にご協力いただいた各位にも誌面を借りて心よりお礼申し上げます。

2020.4.24 受付



写真-10 第1回送出し完了



写真-11 第3回送出し完了



写真-12 桁降下完了（JR上状況）



写真-13 桁降下完了（長崎市道上及びバスセンター上状況）