

# 林崎橋送出し架設工事

## Launching Erection Work of Hayashisaki Bridge



岡崎 拓也\*<sup>1</sup>  
Takuya OKAZAKI



小松 篤史\*<sup>2</sup>  
Atsushi KOMATSU

### 要旨

国道2号線は都市の骨格を形成し、第二神明道路や国道175号、250号と共に他地域とのネットワークを形成する広域幹線道路である。しかしながら兵庫県明石市立石一丁目から和坂までの区間のみ2車線で慢性的な交通渋滞が発生していることから、円滑な交通を確保するため、当該区間の4車線道路拡幅整備を進めている。

本工事では、拡幅事業区間のうち、JR山陽本線神戸線明石～西明石間の線路上空を横断する跨線道路橋を、手延式送出し工法にて架設する工事である。本稿では架設工事に関わる施工について報告する。

キーワード：送出し架設，横取り

### 1. はじめに

本橋は、国道2号線に隣接しJR山陽本線の明石～西明石間と交差する部分に位置する跨線道路橋である。

JR上での施工となるため、兵庫県との協定より西日本旅客鉄道株式会社へ委託され発注となった工事である。

架設工法は、線路上空での上下4線オールクリア線閉内作業とし、作業時間が約30分程度しか確保できない条件であったため、手延機と自走台車設備を用いた送出し工法を採用した。

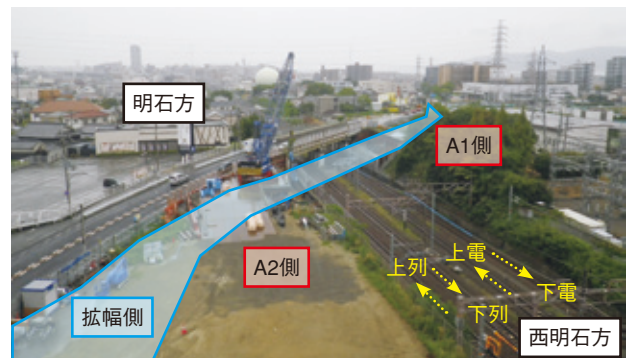


写真-1 工事位置



図-1 施工位置



図-2 完成イメージ

\*<sup>1</sup> 関西支社関西工事・計画部関西工事グループ現場所長

\*<sup>2</sup> 関西支社関西工事・計画部関西計画グループ主任

## 2. 工事概要

工 事 名：林崎こ線橋下り線架設工事

工事場所：兵庫県明石市和坂地内

施工時期：平成30年2月～平成30年10月

企 業 者：西日本旅客鉄道株式会社 近畿統括本部  
神戸土木技術センター

元 請 者：大鉄工業株式会社 土木支店

橋梁形式：単純鋼床版2主桁桁橋

橋 長：47.600m

桁 長：47.400m

支 間 長：44.600m

幅 員：12.650m

鋼 重：約270t

斜 角：39°03'51" (A1)、36°00'43" (A2)

## 3. 本工事の特徴

②JR山陽本線を跨ぐ橋梁である。

②鉄道営業線上空で短時間の架設となるため、送出しによる施工を行う。

③本桁は支点位置が斜角で、縦横断勾配を有した構造のため、支点反力差がアンバランスである。

④JR4線全てが線路閉鎖且つ停電間合いとなる作業時間内で送出しおよび桁降下を行う（表-1）。

表-1 作業時間区分表

	【平日・土曜】	【日曜】
4線線閉時間	2:52~3:31 (39分)	2:45~3:36 (51分)
作業時間	2:57~3:26 (29分)	2:50~3:31 (41分)

以上を踏まえた施工計画・現場施工を行った。

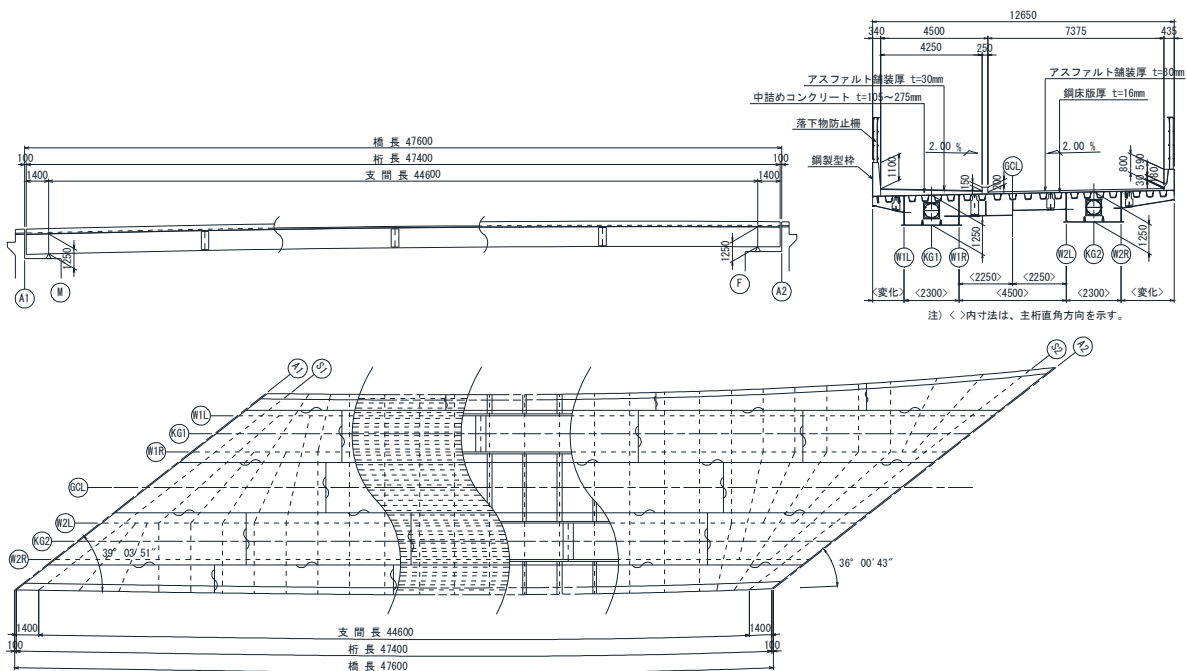


図-3 構造一般図



写真-2 送出し施工前



写真-3 送出し到達後



写真-4 桁架設完了

#### 4. 架設方法

本工事の架設方法は、手延べ機と自走台車設備を用いた送出し工法を採用とした。隣接する国道2号線からの離隔確保のため、1.0mシフトした位置での送出しとし、送出し完了後に1.0mの横取りと約3.1mの桁降下を行った。

施工順序は以下の通りである。

- |                        |                                |
|------------------------|--------------------------------|
| ①軌条設備、台車設備組立           | ⑨第4回送出し (L=5.8m)、手延機解体 (2ブロック) |
| ②A1橋台上盛替え設備組立          | ⑩第5回送出し (L=5.7m)               |
| ③A2橋台上送出し設備組立          | ⑪第6回送出し (L=6.4m)、手延機解体 (2ブロック) |
| ④主桁、鋼床版、鋼製型枠組立         | ⑫第7回送出し (L=7.1m)               |
| ⑤手延機、連結構 (前方・後方)、後方桁組立 | ⑬第8回送出し (L=5.7m)               |
| ⑥第1回送出し (L=41.4m)      | ⑭手延機解体 (2ブロック)、前後連結構・後部桁解体     |
| ⑦第2回送出し (L=6.0m)       | ⑮桁横取り (L=1.0m)                 |
| ⑧第3回送出し (L=6.1m)       | ⑯桁降下 ( $\delta=3.1m$ )         |

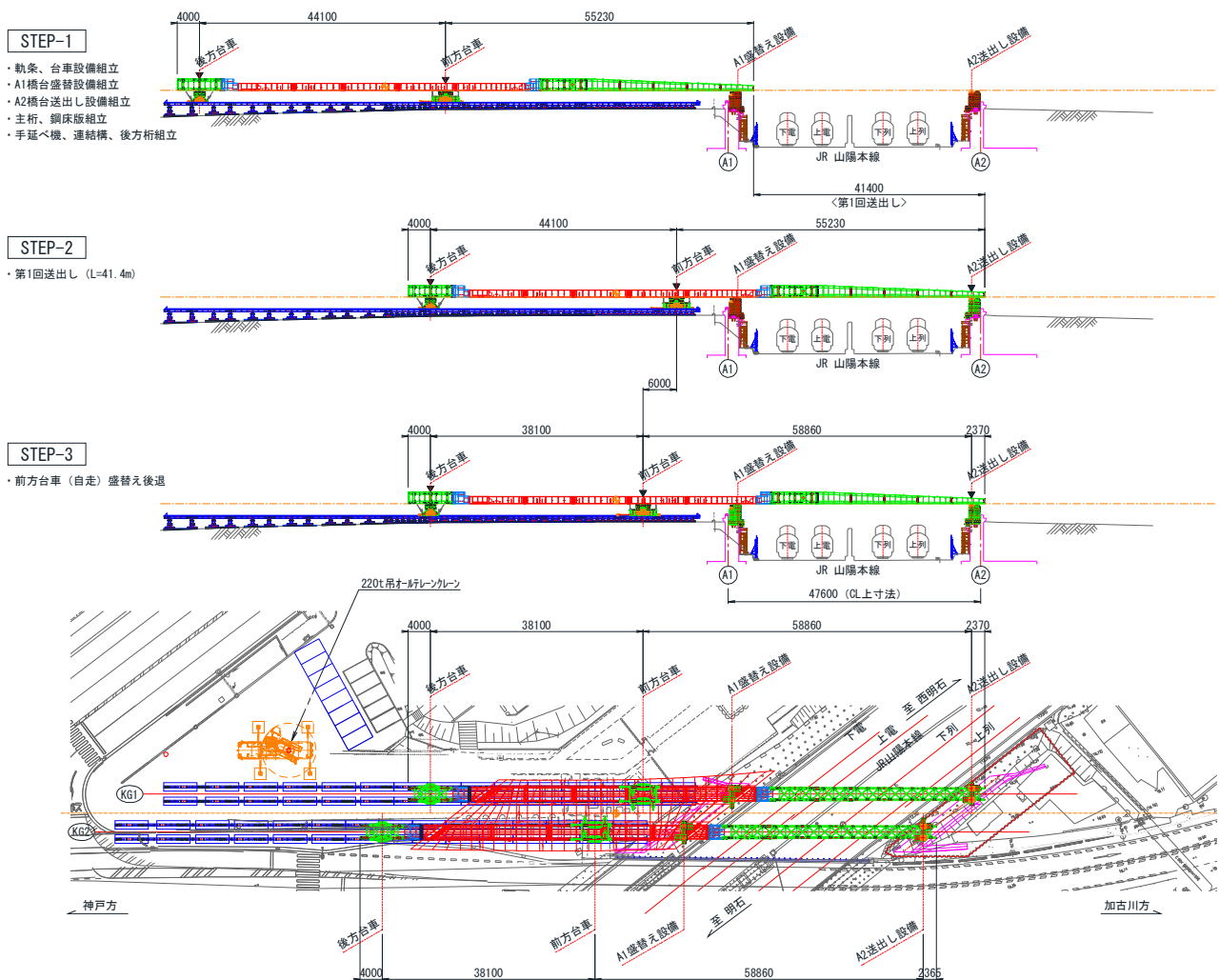


図-4 送出しステップ図 (その1)

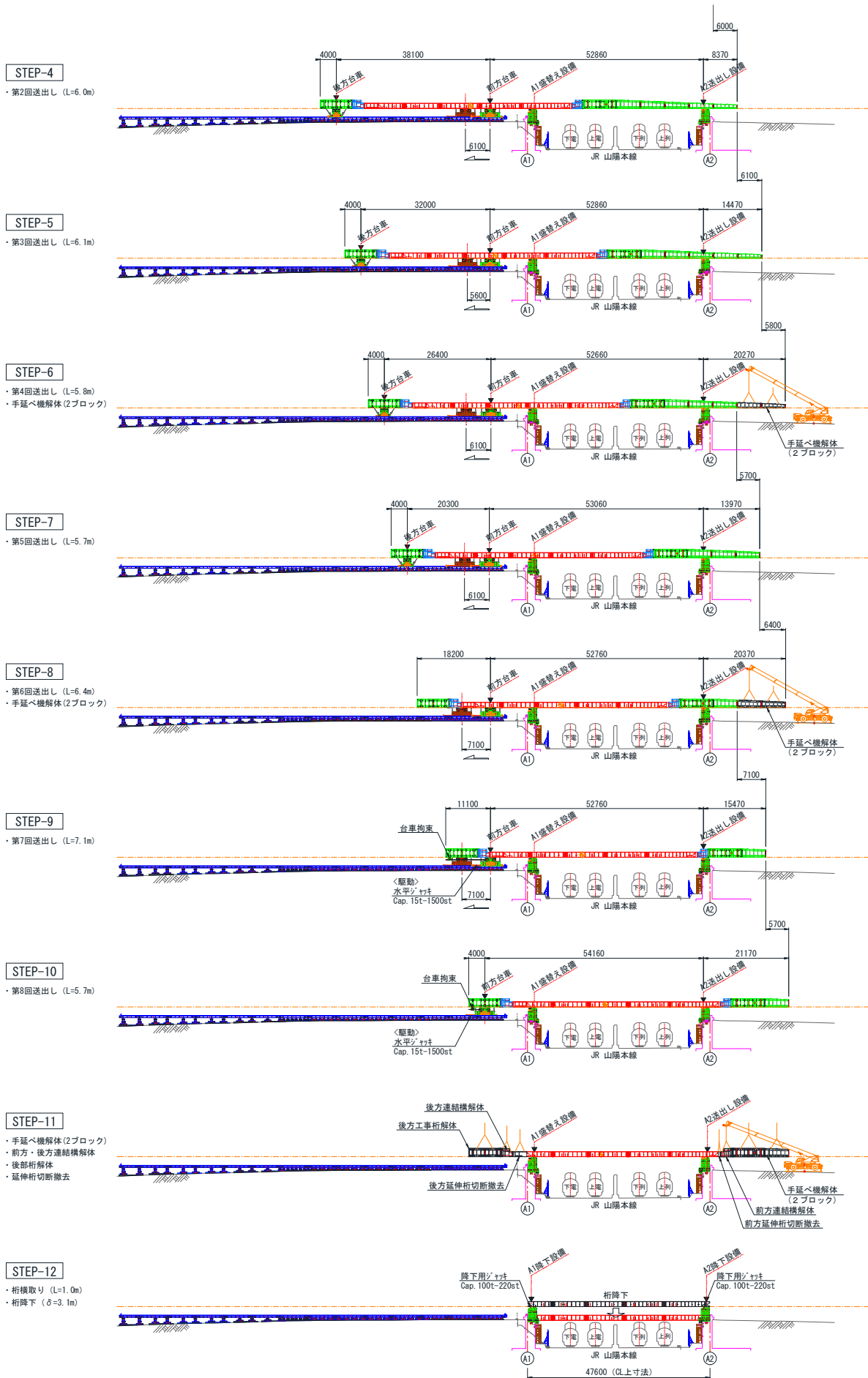


図-5 送出しステップ図 (その2)

### (1) 軌条設備

送しヤードとなるA1橋台背面は、横断勾配と縦断勾配が大きかったため、あらかじめ砕石上に鉄筋コンクリート基礎でLevel調整を行い、その上に敷鉄板基礎と枕梁、軌条桁および37kgレールで構成された、延長95.5m×4軌条の構造物を設置した。ヤード後方部ではベント材で高さを合わせて組み立て、前方台車が走行する区間は、枕梁を密に配置した支持構造とした。



写真-5 鉄筋コンクリート基礎



写真-6 軌条設備



写真-7 軌条受けベント設備

### (2) 手延機、主桁組立

手延機および主桁組立は、220t吊油圧クレーンを使用して行った。送し施工ヤードは狭隘で、少しでも拡幅してもらおうよう協議を行い、大型重機の据付位置は上空架空線に影響しない位置で、手延機および主桁の部材を軌条設備の後方から取り込み、地組台車を使用して縦送りしながら組立を行った。



写真-8 主桁組立

### (3) 橋台上設備

発進側のA1橋台上設備は、台車盛替え時の仮受設備とし、到達側のA2橋台上設備は、シンクロジャッキを配置した。

主桁の支点が斜角であることから、橋台平面も斜めになっており、設備の配置幅を確保するため、各橋台前面に拡幅ブラケットを設置した。

拡幅ブラケットは、事前に埋め込んでおいた埋め込みアンカー（フォームコネクター）と取り合う構造とし、アンカー位置は実測した後に製作反映させることで、施工誤差を無くすことができた。



写真-9 橋台上設備

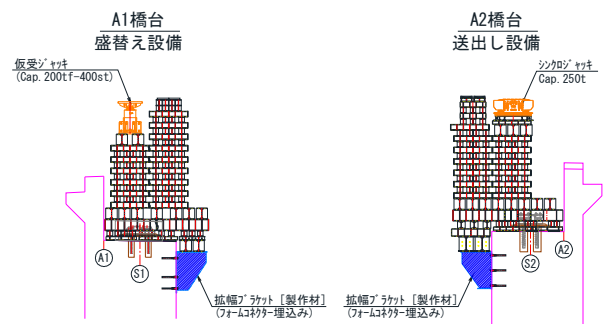


図-6 橋台上設備図

#### (4) 主桁送出し

送出し作業はJR山陽本線の4線オールクリア線路閉鎖および停電間合いの約30分で施工しなければならない。

第1回送出しは手延機先端がA2橋台に到達するまで41.4mあるため、自走台車と従走台車による送出しとした。  
(所要時間：41.4m ÷ 1.67m/分 ≒ 25分)



写真-10 前方自走台車

#### 1) 送出し時の不測の事態時対応

短時間での送出し架設において、緊急時の対策が求められるが、本施工においては自走台車の機械トラブルによる対応が求められた。

対応策として予備動力である水平ジャッキを自走台車に取り付けておき、万が一の故障で自走困難になった場合でも、水平ジャッキに切り替えて作業を続行するのが一般的である。しかし今回の第1回時の送出し量を水平ジャッキの移動速度では押し切ることも引き戻すことも作業時間内では困難であったため、実際の送出し能力は駆動モーター4台で十分であったが、予備の駆動モーターを更に倍追加し、合計8台設置することで、送出し中の機械トラブル時による対応処置とした。

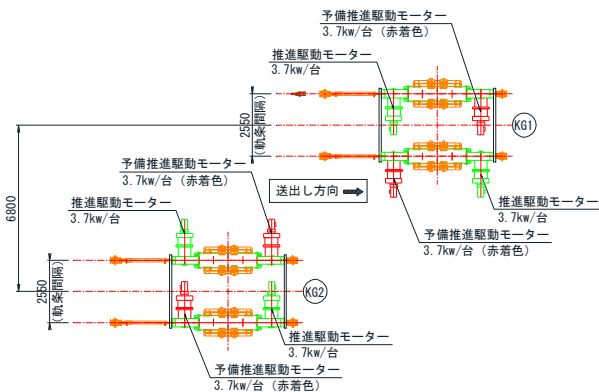


図-7 駆動モーター配置図

#### 2) 手延機先端たわみ処理

手延式送出し工法では手延機のとわみ処理が発生し、鉄道上の作業時間が制約された工事においては作業工程に大きく影響する。

手延機がA2橋台に到達した後に手延機先端をジャッキアップすると制約された鉄道上での作業時間を大きく超えてしまう。

本工事においては、第1回送出し時に前方台車と後方台車の張出し2点支持状態にし、手延機先端では大きなたわみが発生することから、そのたわみ処理方法として、前方台車でジャッキアップ、後方台車でジャッキダウンを行い、手延機先端部を事前に上げ越した状態で送出しすることで、手延機到達後の手延機応力導入作業をスムーズに行えた。

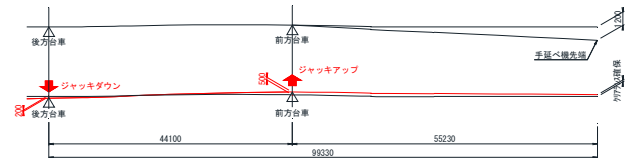


図-8 たわみ処理概要図

#### 3) 到達後の方向位置修正

第2回目以降の送出しは、A2橋台上のシンクロジャッキおよび軌条設備上の自走台車と従走台車により6.0mずつ繰り返し送出しを行った。

今回手延機のとわみ量が左右で異なり、主構間の繋ぎ材も設置することができなかったことから、手延機が左右自由に動く結果となり、横方向の修正頻度が多かった。

手延機の角レール50mmをシンクロジャッキのローラー幅300mmで受ける際、手延機の横方向の許容偏心ずれ量を50mm～100mm以内として管理した。



写真-11 シンクロジャッキ

#### 4) 水平ジャッキによる送出し

第7回目以降の送出しになると、自走台車上の桁反力の低減により、摩擦抵抗不足にて車輪が空回り（空転）することから、台車に取り付けておいた水平ジャッキを駆動力として切り替え、台車設備と送出し桁（後方桁）をPC鋼棒とセンターホールジャッキとで拘束し、水平ジャッキによる送出しとした。（送出し能力：0.4m/分）



写真-12 台車と後方桁とを拘束

#### (5) 送出し時の計測管理

##### 1) 反力管理

送出し時は支点の変動により設計反力を超過する場合がありますため、反力計測・管理を行った。

各支点に設置されたジャッキに圧力変換器を取り付けて、それを計測室に設置したパソコンにより反力値を監視および調整を行った。

各送出しステップにおいて、設計値に対して設けた管理上限値（設計値×1.2）を超えた場合は、計測室からの遠隔ジャッキストローク操作による反力調整にて、厳密な荷重管理を行った。

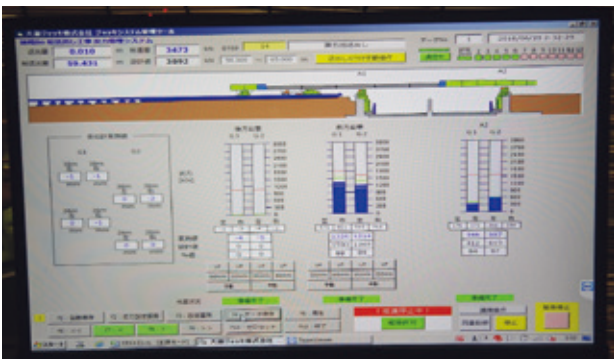


写真-13 計測画面

（計測室の他、自走台車操作箇所にも当画面を設置した）

#### 2) 沈下量計測

近年、橋梁架設における地盤沈下による安全対策が求められていることから、本工事においても送出し時の軌条設備の沈下による作業中止の判断を行う上で、軌条設備の不等沈下を計測、監視する必要があった。

##### (a) 沈下の測定方法

第1回送出し時による前方台車走行範囲の内、線閉作業内での引き戻し可能ポイントであるL=26m地点と、手延機到達1m手前であるL=39m地点での沈下量計測を行った。

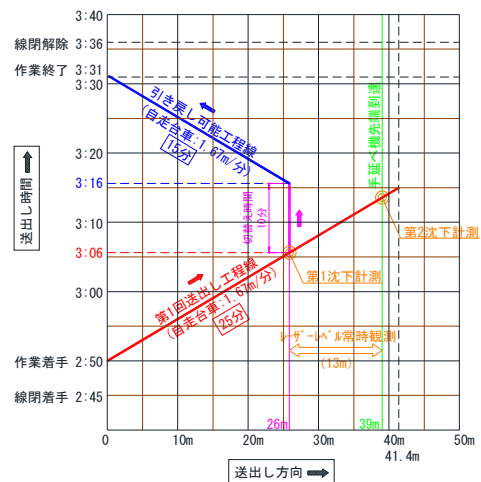


図-9 送出し工程図

測定方法はリニア式変位計を用いて指定ポイントの部分計測を行い、計測結果は計測室に設置したパソコンを通してリアルタイムで監視できるようにした。



写真-14 リニア式変位計

##### (b) 沈下量の管理値

変位計での計測では、送出し前測定、送出し移動時測定、送出し移動完了後測定の手順で行い、沈下量の管理値と管理値を超えた場合の対応策を①継続、②一時中断、③作業中止の3段階に分けて管理した。

## (6) 桁降下

送出し完了後、桁を据え付けるために約3.1m以上のサンドル桁降下を行った。

送出し時と同様に線路上の線閉作業時間が短いことと、降下時の支点反力差が、鋭角部と鈍角部とで非常に偏りが大きかったため、降下時の荷重制御システムとしてタッチパネル式デジタル表示器（デジカジプラス）の荷重管理を使用し、4点同時（ジャッキ8点支持）に鉛直油圧ジャッキを用いて1サイクル150mmずつ桁降下を行った。

デジカジプラスにより、全支点のストローク量を許容偏差内に制御しながら集中管理することで、大きな偏荷重も無く安定した状態で降下作業を無事行えることができた。

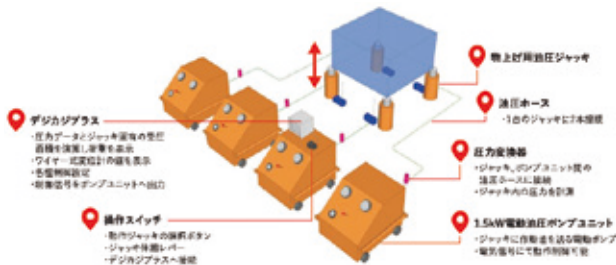


図-10 デジカジプラスによる荷重制御システム

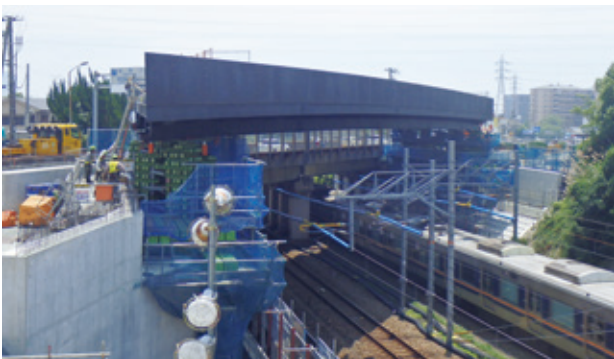


写真-15 桁降下全景



写真-16 桁降下ジャッキ

## (7) 支承接付け

前述の通り、本桁は支点位置が斜角で、縦横断勾配を有した構造のため、支点反力の偏りが大きく、また鋼桁架設完了段階では1日の温度変化の中で支承の浮き沈みが発生した。

支承固定ステップとして、鋼桁架設完了後に、桁移動量の計測を行い、荷重の重たい支承2箇所を先行で固定し、荷重が軽い支承箇所は、床版・壁高欄打設後の支点反力が増えた状態のときに固定を行った。

## 5. おわりに

本工事は、JR山陽本線上での作業時間が非常に短い中で送出し工事であった。

更に今回の桁は、縦横断勾配と斜角形状を有していることから支点反力差が大きく、反力管理を行う上では組立から送出し、桁据付けまでに緻密な高さ管理や荷重管理が求められた。

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西日本旅客鉄道株式会社、大鉄工業株式会社の関係者の皆様に深く感謝し、誌面を借りて心よりお礼申し上げます。

2020.5.18 受付