

北陸新幹線 第4千曲川橋りょうの架設

Erection of the 4th Chikumagawa Bridge of the Hokuriku Shinkansen Line

下澤 誠二*¹ 越中 信雄*² 相澤 達也*³ 吉田 友和*⁴
 Seiji SHIMOZAWA Nobuo ETCHU Tatsuya AIZAWA Tomokazu YOSHIDA

Summary

This construction will erect a steel continuous 4-span composite box girder bridge to cross the Chikumagawa River of the Hokuriku Shinkansen Line. The construction required various techniques because we were unable to use heavy machinery for the piers near the flow of the Chikumagawa River. Therefore, we had to devise unique construction equipment and procedures such as using a special launching machine and a crane on it. In addition, the construction schedule was tight and all-section welding girders were assembled according to a strict schedule. This paper describes the all-section welding girders and installation.

キーワード：全断面溶接桁、特殊な手延べ機、手延べ機上クレーン

1. まえがき

本橋は、北陸新幹線建設工事の内、千曲川を渡河する鋼鉄道橋である（図-1、2）。水平継ぎ手を有する大型の全断面溶接桁を手延べ式送り出し工法により架設した工事であり、ここでは、鋼桁架設要領について報告する。

2. 橋梁諸元

形式：鋼4径間連続合成箱桁橋
 橋長：312m
 支間：87.5m+82.0m+76.0m+63.7m
 幅員：11.30m
 鋼重：2000t

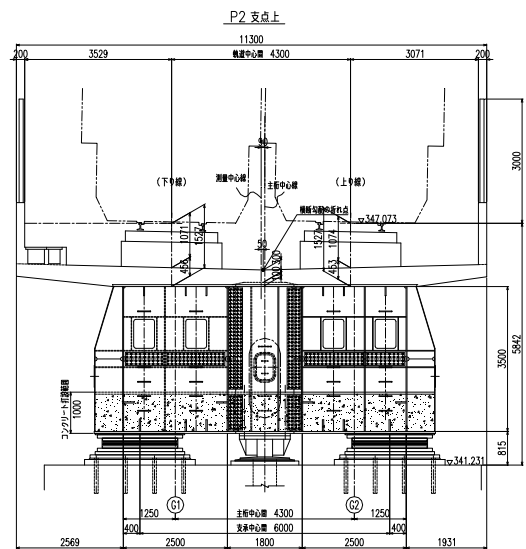


図-1 橋りょう断面図

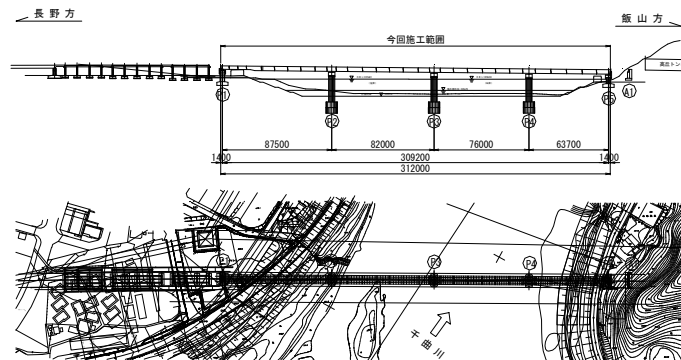


図-2 橋梁一般図

*¹橋梁事業本部 技術本部橋梁工事部東京工事グループ係長

*²橋梁事業本部 技術本部技術部次長

*³建設事業本部 建設工事本部工事部参事

*⁴建設事業本部 建設工事本部計画部計画グループ技師補



写真-1 架設状況

3.工法選定

本橋の特徴と施工に際しての主な条件は以下の通り。

(1) 橋体の特徴

- 1) 大型の連続2主桁橋である。(橋長312m)
- 2) 全断面溶接桁である。
- 3) ウェブに水平溶接継ぎ手がある。
- 4) 桁高が変化している。(下フランジ側で変化)

(2) 施工時現場の条件

- 1) 川幅の広い河川を渡河する橋梁で中間橋脚が流水部に設置されており重機が橋脚付近に配置できない。
- 2) 河川の水深が浅く、クレーン船は搬入不可。
- 3) 兩岸部に一般道があり、その上空での架設となる。
一般道の全面通行止めは行えない。
- 4) 終点側はトンネルであり、狭隘なスペースでの施工となる。
- 5) 近接して民家があり騒音対策必要。
- 6) 施工ヤード上空に高压電線がある。
- 7) 起点側の高架橋は完成している。
- 8) 規模が大きく長い工期が必要となり、通年型の工事となる。

現地条件から、作業ヤードとして使用できるのは、起点側の高架橋に近接したヤードと終点側P5橋脚際となり、狭小なヤードであった。

以上の条件によれば、次の3案の工法が考えられる。

- (1) 手延べ式送り出し架設工法
- (2) トラベラクレーン跳ね出し架設工法
- (3) ケーブルクレーン跳ね出し架設工法

(2)、(3) 案は、ともに全断面溶接桁の90m級の跳ねだしとなり、溶接継ぎ手の施工に難点がある。ベントを併用することも考えられるが、ベント基礎杭の施工方法に問題がある上、河川との調整に難点がある。このことから、河川流水部にはベント等の仮設支保工などを設けない事を前提とした、(1) 手延べ式送り出し架設工法となった(写真-1、図-3、4)。

4.施工要領

(1) 全体施工順序図

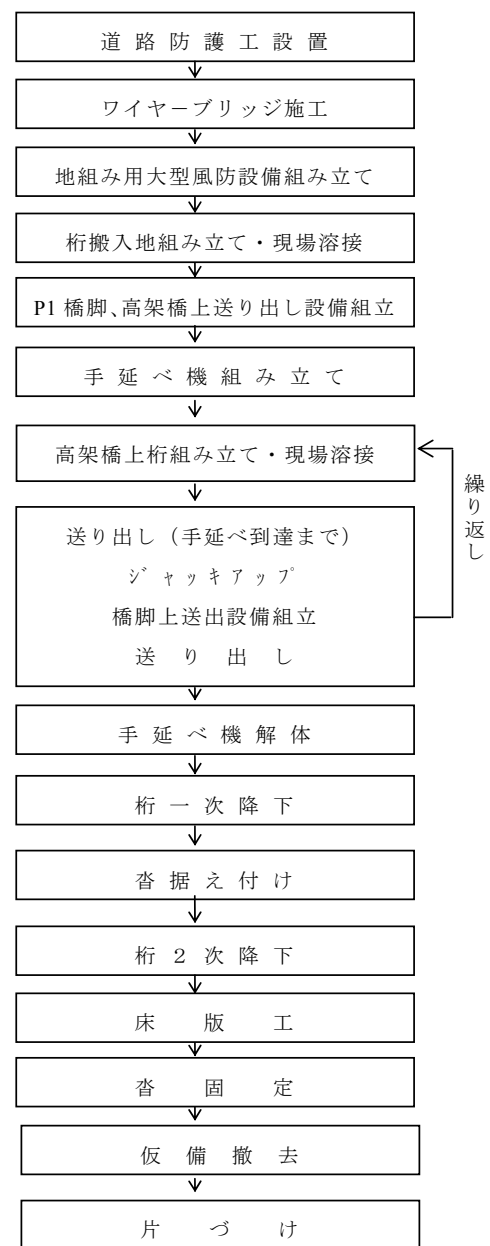
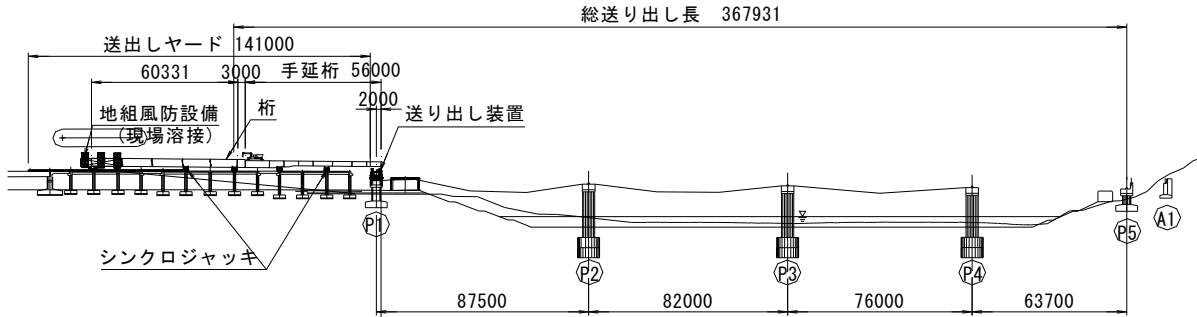
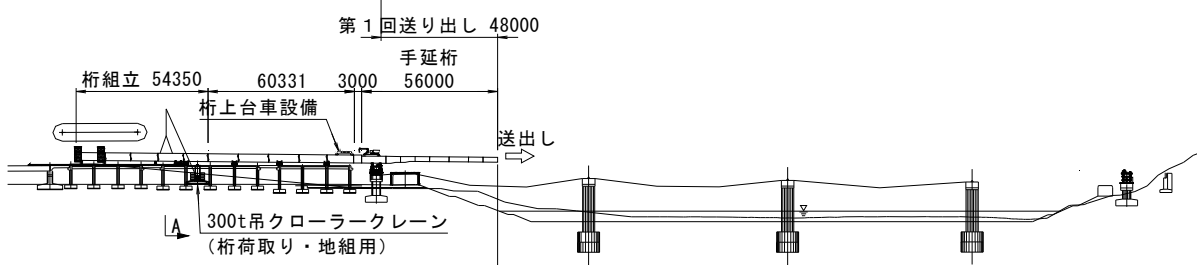


図-3 全体施工フローチャート

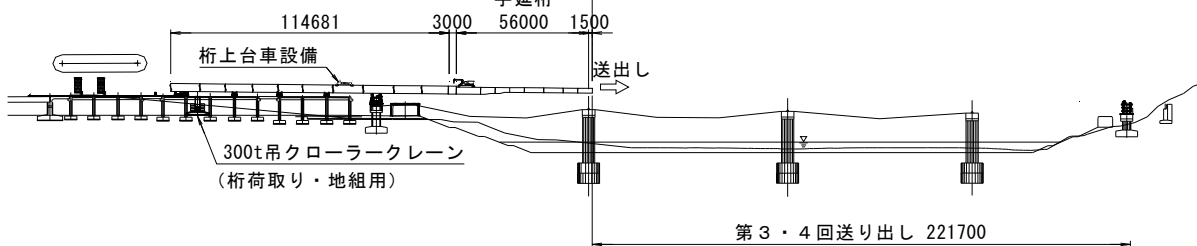
Step 1 手延桁・桁地組 (溶接、TCB本締め)



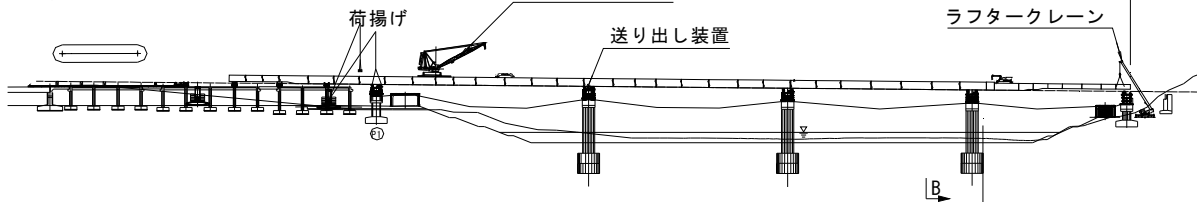
Step 2 第1回送出し・桁組立・中間橋脚機材搬入



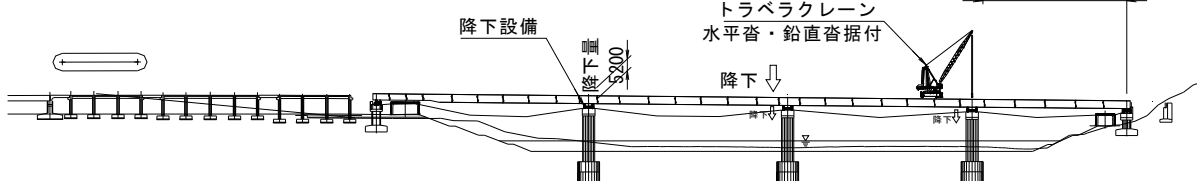
Step 3 第2回送出し



Step 4 第3・4回送出し・手延べ機解体



Step 6 第5回送出し・中間橋脚沓搬入・沓据付け・桁降下



Step 7 床版・橋面工

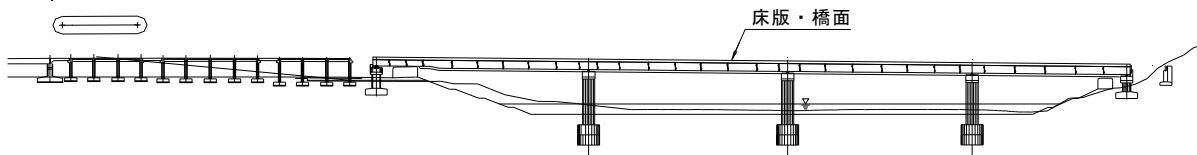


図-4 架設ステップ図

(2) 桁地組立て

本工事は、工程が非常に厳しく、桁を組み立てながら送り出しを行っていく工法上、工程短縮の大きな鍵を握っているのは、いかに早く地組立てを行い次の送り出しに備えるかにある。このため、天候に左右されずに溶接が行えるよう、風防設備を設置する必要がある。そこで、場内に長さ100m、幅20m、高さ6mのハウスを枠組み足場で組み立て、防音パネルで壁を作って大型の全天候型防音溶接風防設備とした。(写真-2、図-6) 搬入した桁材は、一旦ここに入れ、ウェブの水平継ぎ手溶接を実施した。これにより、本橋の現場溶接延長の大半を占める水平溶接を、事前に行っておくことができ、工程短縮に大きく寄与した。

水平継ぎ手溶接後、クローラークレーンで、高架橋上に搭載し、主桁断面継ぎ手の溶接を行った(写真-3)。ここでも、防音型風防設備を設けることとした。

高架橋上での桁組み立ての際、上空を横断する高压電線に配慮し施工した(図-5)。

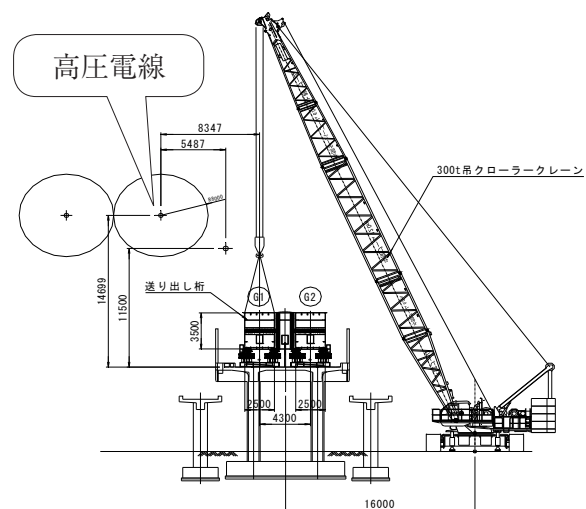


図-5 高架橋上桁組み立て状況



写真-2 大型風防設備



写真-3 高架橋上桁組み立て状況

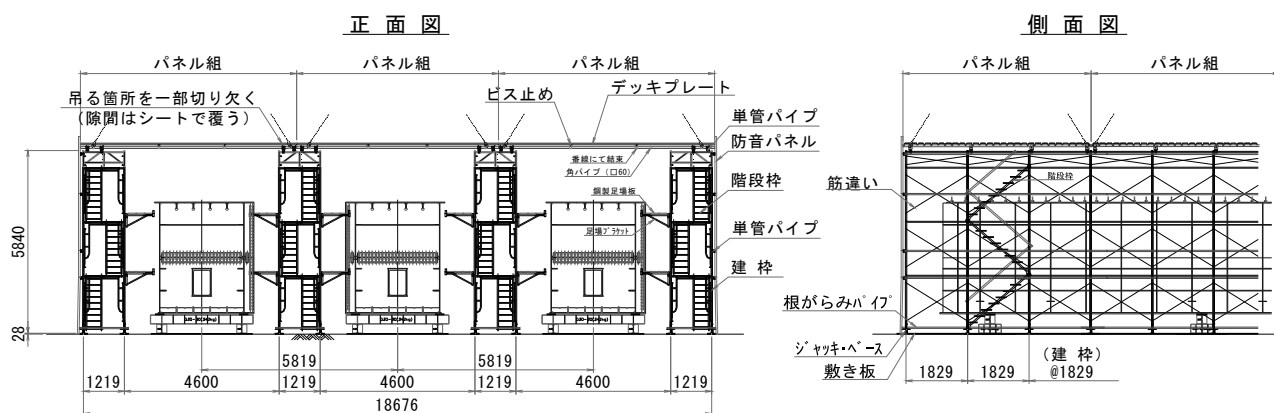


図-6 大型風防設備

(3) 桁送り出し作業

本橋の送り出しは、高架橋上に配置した履带式送り出し装置（シンクロジャッキ）と各橋脚上に配置した、送り出し装置にて送り出しを行った。本工事の送り出し作業の特徴は次の通りである。

＜送り出しの主な特徴＞

- 1) 組み立てヤード長が短いため、桁全体を一度に組めない。よって、1径間分程送り出してから桁を組み立て、再び送り出すことを繰り返して実施した。このため、作業が断続的となり工程が縮められない要因となった。
- 2) 最大全体重量で2600t程の大型の送り出しとなり、大きな推進力が必要となったため、各橋脚に配置した送り出し装置を推進力とした。
- 3) 手延べ下面に斜めになった段差があり送り出し装置で乗り越えることが必要である。
- 4) 到達側にトンネルがあり手延べを前方に突き出せないため、手延べを解体しながら送り出しを行う事が必要となった。



写真-4 手延べ機取り付け状況

本橋の手延べ機は、重機が橋脚付近に近づけない事に起因する問題点を解決するため、本来の目的の橋体橋渡しの他、中間橋脚上の送り出し設備を運搬する台車と小型クレーン軌条桁の役割を果たす架設桁の機能を持たしたものとなった（写真-4、図-7）。次にその特徴を記載する。

＜手延べ機の特徴＞

- 1) 最大跳ね出し88.5m（最大タワミ約3.0m）
- 2) 手延べ機受けベントを先端に吊っている。
- 3) 手延べ機先端に1mストロークのジャッキを配置した。
(手延べ先端ジャッキアップ効率を向上)
- 4) 手延べ機上面を水平かつ段差のない様にし、軌条を配置した。(中間橋脚上の送り出し設備を組み立てる台車と小型の手延べ機上クレーンが走行できるようにした。)

＜利点と課題点＞

- 1) 地上の重機無しでも送り出し装置の組み立てが出来た。
- 2) 手延べ先端たわみが約3.0m程あったにも関わらず迅速なジャッキアップが出来た。
- 3) 手延べ機付け根のみならず、先端部においても大きな断面が必要となった。
- 4) 通常の手延べに比べ全体として重い上、先端が重い為、桁補強が多く必要となった。
- 5) 手延べ機先端が、橋脚に到達したら吊り込んでいたベントを脚上に降ろし、そのベント上で手延べ機先端に取り付けられた1mストロークのジャッキにて、ジャッキアップレタワミをとることとした（写真-5、図-8）。

手延べ機の重量軽減と大きな断面力確保を両立させた為、手延べ機下面に段差が発生し送り出し作業時に大きな労力を必要とした。

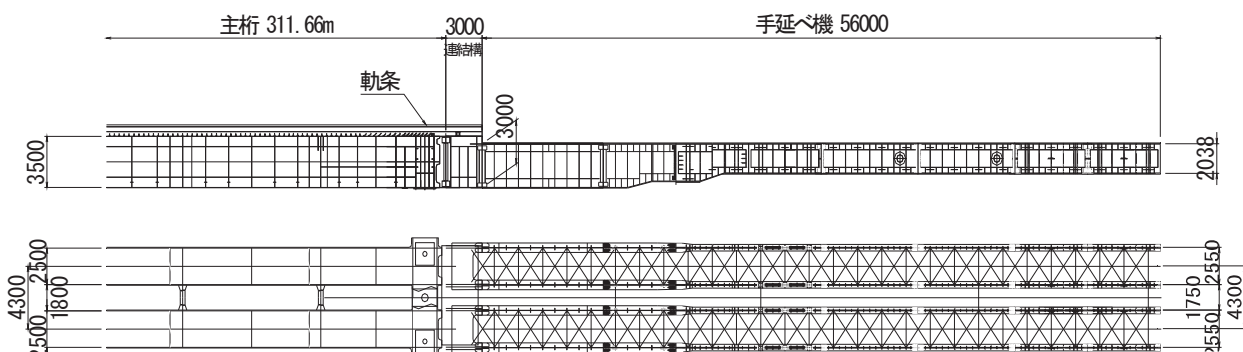


図-7 手延べ機一般図

手延べ機先端が橋脚に到達した後、手延べ上クレーンと台車（材料運搬用）を用いて、サンドルに組み替え、送り出し装置をセットした（写真-6～9、図-9）。



写真-5 手延べ機受けバント

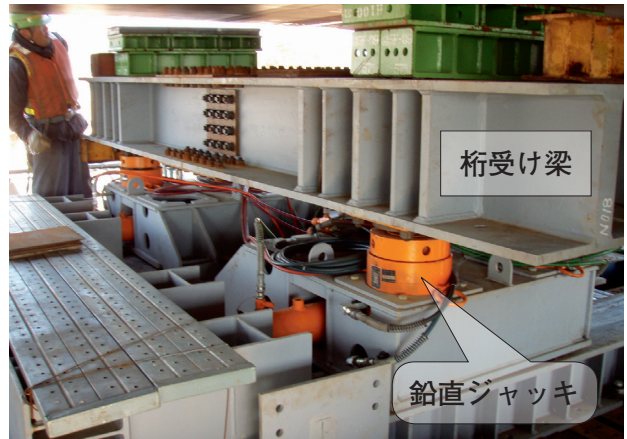


写真-6 橋脚上送り出し装置

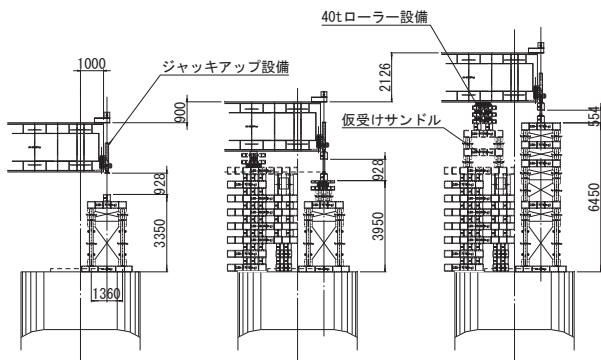


図-8 手延べ機先端ジャッキアップ要領



写真-7 高架橋上送り出し設備

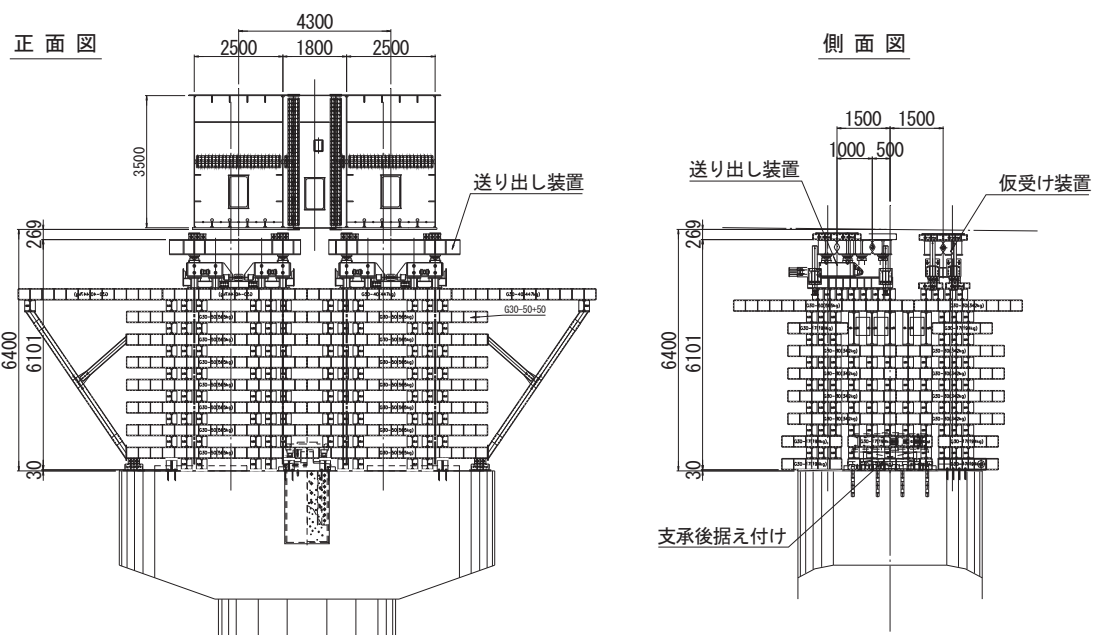


図-9 橋脚上送り出し設備



写真-8 手延べ機上クレーン設置状況



写真-9 手延べ機上クレーン作業状況

送り出し時の推進力は、各橋脚上に配置された、送り出し装置に組み込まれている水平ジャッキで得られるようにした。本送り出し装置は、推進用の水平ジャッキと反力調整が出来る鉛直ジャッキ及び進行方向調整用の調整ジャッキで構成され、送り出し作業時は、鉛直ジャッキによる反力管理を行うこととした。先に述べたように特殊手延べになっているため、跳ね出し時の発生断面力と鉛直反力が非常に大きく桁補強も大がかりとなった。

送り出し時最大鉛直反力 $R=10000\text{KN}$ (1橋脚当たり)

送り出し管理は、各桁受け点の反力を管理し、大きな支点強制変位が発生しないように、送り出し装置の反力を検出して1台のパソコンに情報を集約し管理することとした(図-10)。予め規定した反力値と規定範囲以上の差違が発生した場合は、送り出し作業を中断し、送り出し装置内の鉛直ジャッキを上下して、反力を調整し

て、桁に想定以上の応力が入らないように慎重に作業を行った。

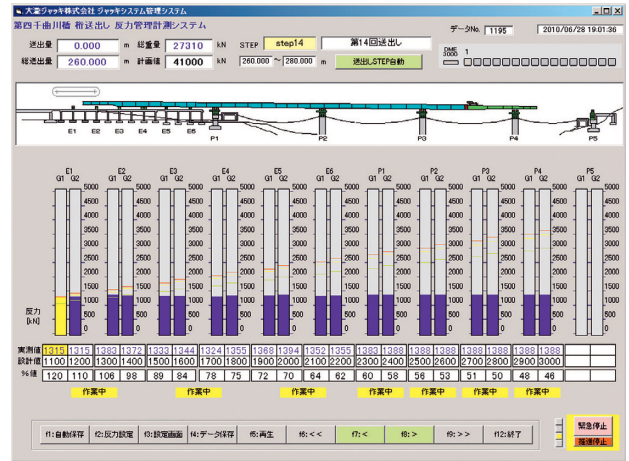


図-10 反力管理 (パソコン画面)

5. おわりに

今回の工事の内、手延べ送り出し作業として、脚上設備の施工方法に起因する課題点を解決するために、いくつかの特殊設備や特殊な手順を駆使して施工を行った。その影響で、通常の送り出しより、一回の送り出し作業にかかる作業時間も長く、作業手間も多くかかる施工方法となった。また、手延べ重心も先端側にあり全体としても重くなったため、桁補強も必要となった。今後、同様のケースがあった場合、このあたりを改善してよりよい施工が出来るようにしていく必要がある。

最後に、本工事の施工に当たり、ご指導いただいている、独) 鉄道建設・運輸施設整備支援機構鉄道建設本部設計技術部、同北陸新幹線建設局、同飯山鉄道建設所の方々に深く感謝し、紙上を借りてお礼申し上げますと共に、さらなるご指導を御願いたします。

2011.2.22 受付