

野広第1大橋（開断面箱桁橋）の送出し架設 Launching Erection of Nohiro Daiichi Ohashi Bridge (Open Section Box-girder Bridge)



加藤 徹*¹
Tohru KATO



今井 健太郎*²
Kentarou IMAI



田中 栄貴*³
Hideki TANAKA



森添 慎司*⁴
Shinji MORIZOE

要 旨

本工事は、災害時に代替道路がない一般国道9号の鹿足郡津和野町滝元～直地間における道路の防災と安全のさらなる向上を目的として整備された国土交通省中国地方整備局浜田河川国道事務所による一般国道9号直地防災事業の一環であり、津和野川を渡河する3径間連続合成開断面箱桁橋（床版形式:鋼・コンクリート合成床版）の新設工事である。架設工法は、本橋の特性と施工条件を勘案して、送出し架設とトラッククレーン架設の併用工法を採用し、出水期における河川区域のH.W.L.範囲内に仮設構造物を設置することなく施工を行った。本稿では、この3径間連続合成開断面箱桁橋の架設についての報告を行う。

キーワード：開断面箱桁橋，出水期施工，送出し架設

1. まえがき

本工事は、**図-1**、**表-1**に示す国土交通省中国地方整備局浜田河川国道事務所により整備された一般国道9号直地防災事業の一環であり、津和野川を渡河する3径間連続合成開断面箱桁橋（床版形式：鋼・コンクリート合成床版）の新設工事である。

直地防災事業は、災害時の代替道路がなく地形的にも斜面が急峻で落石や崩壊の恐れのある一般国道9号の鹿足郡津和野町滝元～直地間において、道路の防災と安全のさらなる向上を目的とし、当該箇所を迂回するルートを整備するものである。

本工事は架設は、津和野川の出水期に施工を行うため、河川区域のH.W.L.範囲内に仮設構造物を設置しないことが施工条件であった。そのため、架設工法は送出し工法を基本としたが、橋梁の平面線形が曲線（R=300.0）からクロソイド区間（A=125.0）を経て直線（R=∞）に変化する線形であることと、一般国道9号に近接した作業ヤードの制限を勘案して、曲線区間をトラッククレーンで架設する併用工法を採用した。また、本橋の床版形式は鋼・コンクリート合成床版であるが、送出し架設時の安全確保（鋼重低減による主桁の座屈防止）および鋼板パネル製作工程がクリティカルになることを

回避するため、鋼板パネルを主桁架設後に設置することとした。

本稿では、このような条件の下で施工した野広第1大橋の架設についての報告を行う。

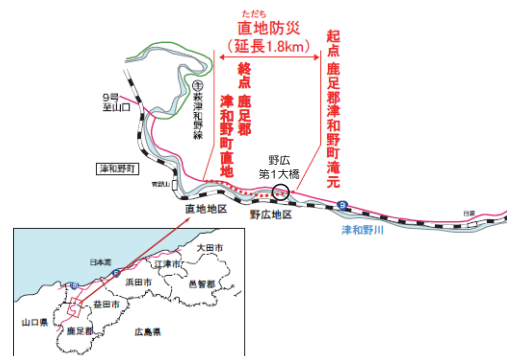


図-1 直地防災施工位置図

表-1 直地防災概要

起 点	島根県鹿足郡津和野町滝元
終 点	島根県鹿足郡津和野町直地
延 長	約1.8km
道 路 の 区 分	第3種 第2級
車 線 数	2車線
設 計 速 度	60km/h
経 過	平成11年度事業化 平成15年度用地着手 平成18年度工事着手 平成23年12月22日部分供用開始 平成25年 3月28日全線供用開始

*¹ 橋梁事業本部 橋梁工事本部橋梁工事部東京工事グループ 現場所長

*² 橋梁事業本部 橋梁工事本部橋梁工事部東京工事グループ

*³ 建設事業本部 建設工事本部工事部東京グループ

*⁴ 橋梁事業本部 技術本部技術部大阪計画グループ 係長

2. 工事概要

工事名：国道9号野広1号橋鋼上部工事

発注者：国土交通省 中国地方整備局
 浜田河川国道事務所

施工場所：鳥根県鹿足郡津和野町滝元～直地地内

工期：平成23年12月20日～平成24年10月31日

構造概要：3径間連続合成開断面箱桁橋

橋長 L=133.0m 鋼重 W=351.8t

床版形式：鋼・コンクリート合成床版（パワースラブ）

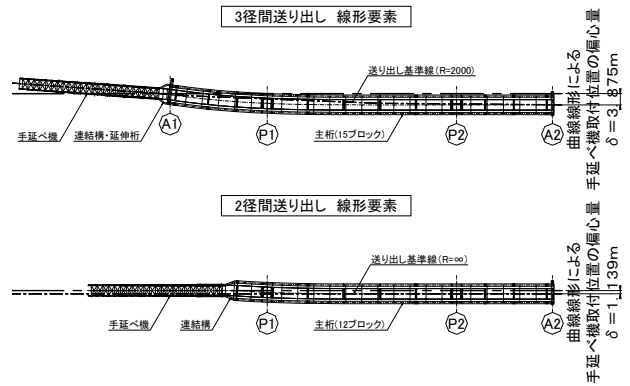


図-2 送出し線形比較図

3. 架設計画

(1) 架設工法の選定

本工事は、津和野川のH.W.L範囲内に仮設構造物が設置できない施工条件であるため、A2橋台背面を送出しヤードとして、終点から起点方向に送出し架設を行うことを基本とするが、図-2に示すように3径間（全橋）送出しを行う場合には、橋梁の平面線形（ $R=300.0 \sim R=\infty$ に変化）の影響による手延べ機取付位置の偏心（ $\delta=3.875m$ ）が生じることとなる。手延べ機の偏心は、主桁にねじりモーメントを作用させることとなり、ねじり剛性が低い開断面箱桁に対する座屈等の発生が懸念された。

そのため、手延べ機取付位置の偏心を約1/3（ $\delta=1.139m$ ）まで低減することができるP1橋脚～A2橋台間

の送出し架設（2径間送出し）完了後に曲線区間であるA1橋台～P1橋脚間をトラッククレーン架設で施工する併用工法を採用した（図-3）。

(2) 開断面箱桁のねじり剛性確保

主桁架設時における開断面箱桁のねじり剛性を確保するための対策として、ダイヤフラム取付箇所となる各格点間を結ぶ仮設上横構（ $L130 \times 130 \times 12$ ）ならびに格点間の中央付近に仮設ストラット（PC鋼棒 $\phi 22$ ）を配置した（写真-1）。

仮設上横構の設計は、主桁と床版コンクリートが合成する前の開断面箱桁が、設計上の有効板厚1mmの上フランジを持つ閉断面箱桁と同等のねじり剛性を有するように、トラス構造換算板厚（小松・西村：薄肉ばり理論

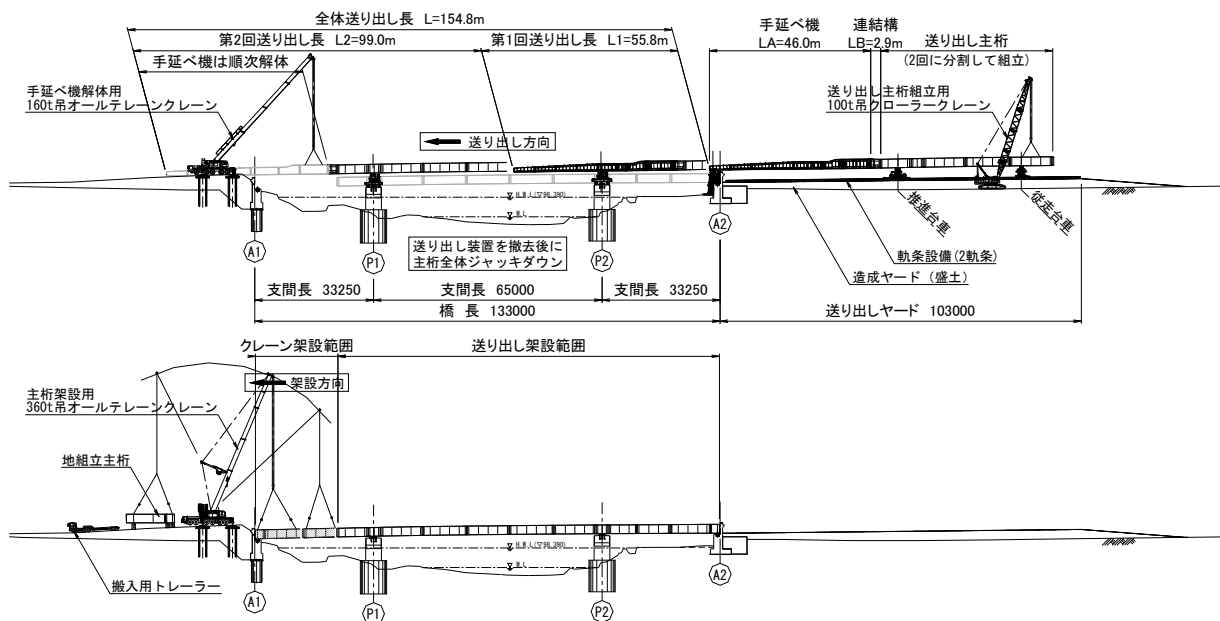


図-3 架設概要図

によるトラスの立体解析 土木学会論文集 第238号)により断面を決定した。

仮設ストラットは、格点間隔が最大5.6mと広がっているため、傾斜しているウェブの上縁が送り出し架設時に断面外側へ変形しないように拘束することを目的とし、上フランジ天端のネジ付きスタッドボルトに製作したガセットプレートを介して固定する構造とした。

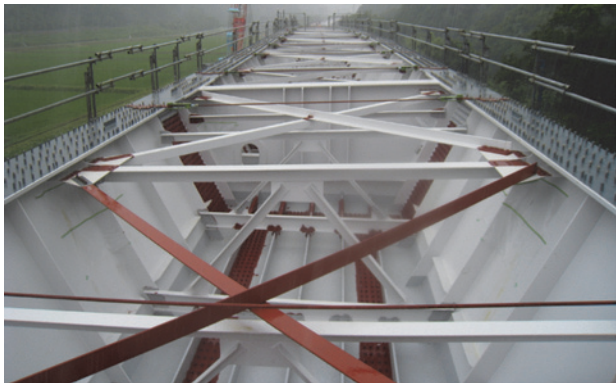


写真-1 仮設上横構・仮設ストラット

(3) 連結構の構造

手延べ機と主桁の取り合い部は、2主桁形式（鉛直ウェブ）の手延べ機を開断面箱桁（斜めウェブ）に連結することになる。そのため、連結構は主桁と同形状の断面内に上フランジおよびダイヤフラムを追加した閉断面となる横梁を設置し、その横梁に手延べ機連結用の仕口を設ける構造とした（写真-2）。

手延べ機に作用する曲げモーメントは、横梁のねじり剛性により抵抗し、主桁断面に伝達することとして設計を行った。



写真-2 連結構

4. 現場施工

(1) ヤード造成

A2橋台背面の送出しヤードは、写真-3に示すように現状地盤上に盛土を行うことで造成し、盛土の天端高さは軌条設備と台車設備の高さを考慮した上で、A2橋台パラペット上端と送出し部材下端との遊間が500mmとなるように設定した。

盛土の施工は、道路供用後に路体となる箇所であるため、道路土工として管理するとともに、平板載荷試験による支持力測定を実施し、送出し架設時に台車設備から作用する反力に対する安全性を確認した。

A1橋台背面ヤードは、手延べ機解体および主桁架設等のクレーン据付ヤードとして使用するため、進入・退出路となる一般国道9号の路面高に合わせるように盛土による造成を行った（写真-4）。

盛土施工箇所は、津和野川方向に急峻な斜面となっているため、クレーンアウトリガー設置箇所には支持杭（H400×400×13×21）を打設し、クレーン作業に必要な支持力を確保した。



写真-3 送出しヤード



写真-4 A1橋台背面ヤード

(2) 軌条設備

軌条設備は、敷鉄板基礎と軌条桁（H400×400×13×21）および37kgレールで構成し、軌条幅員5355mmの2軌条とし、左右の軌条桁を繋ぎ材（[200×90×8×13.5）で連結する構造とした（写真-5）。

軌条設備の組立時には、横断勾配がLEVELかつ縦断勾配が送出し基準勾配（起点方向に上り1.050%）に一致するように管理し、軌条桁の下面にライナープレートを挿入することで高さ調整を実施した。

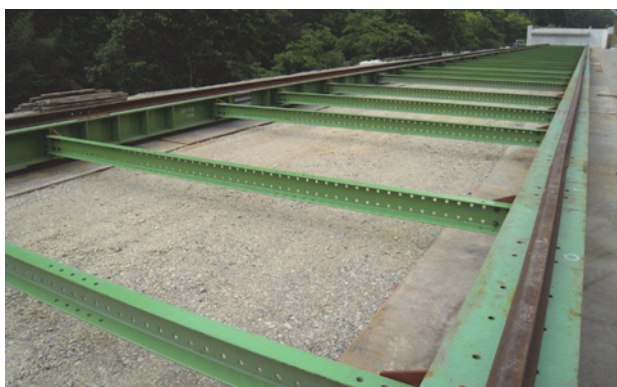


写真-5 軌条設備

(3) 台車設備

台車設備は、組立台車（3基）と推進台車（1基）および従走台車（1基）を配置し、手延べ機・主桁の組立ならびに送出し架設を実施した。

推進台車には、自走機能として油圧水平ジャッキ（Cap.押引196kN-1000st）とレールクランプ装置を設置し、安全対策として逸走防止用のレールクランプ装置を付加する構造とした（写真-6）。



写真-6 推進台車設備

(4) 主桁組立

本工事の主桁は、図-4に示すように断面的に3分割された部材を台車設備上で組み立てることになるため、

断面の形成が完了するまでの間は、台車上に設置した支持架台および強力サポート支保工を使用して、部材の支持ならびに転倒を防止する対策を施した（写真-7）。

実施工においては、組立の初期段階では部材の転倒を防止するための強力サポート支保工が有用であったが、組立が完了した主桁はダイヤフラムおよび仮設上横構により形状が保持されて変形が生じないため、後方に継ぎ足した部材を拘束する十分な強度を有しており、強力サポートは不要となった。

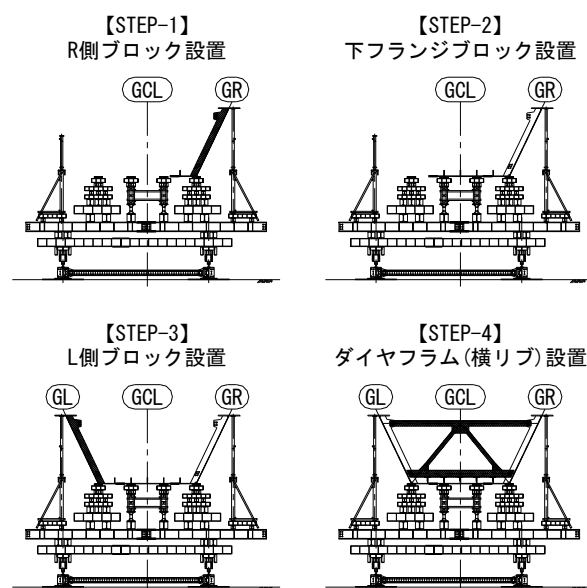


図-4 主桁組立ステップ図



写真-7 送出しヤードでの主桁組立

主桁の組立作業は、台車設備を使用した多点支持で行うこととし、台車設備の移動による支持点の受け替えを行いながら作業を進めた。

主桁の支持高さは、縦断勾配および製作キャンバーを考慮して管理を行ったが、上フランジ部には6箇所の現

場溶接継手が適用されており、溶接施工にともなう付加キャンバーが含まれているため、溶接完了後に支持高さを再調整する必要があった。

溶接施工は3箇所ずつ2回に分けて実施するため、各段階ごとに溶接完了後の上フランジ継手部の収縮にともなう回転量から相殺される付加キャンバー値を算出し、現場施工の進捗にあわせた段階キャンバー値を設定した。

溶接完了後の支持高さの再調整は、設定した段階キャンバー値を基準にして行い、出来形を管理した。

(5) 送出し装置

送出し装置は、キャタピラ式送出し装置（エンドレスローラー）やスライド式送出し装置が一般的であるが、本工事では主桁縦断勾配の変化（2.0%→0.5%）および製作キャンバーを考慮した送出し装置上での高さ調整量が約300mmとなり、エンドレスローラーが有する高さ調整量（200mm程度）では対応が困難となるため、後者の送出し装置（Cap.3048kN）を採用した（写真-8）。



写真-8 スライド式送出し装置

(6) 送出し架設

送出し作業は送り出しヤード長を考慮して、図-5に示すように2回に分割して行うこととし、手延べ機・連結構・主桁5ブロック（J3～J8部）の組立完了後に第1回送出し架設（L1=55.8m）を実施し、主桁7ブロック（J8～GE2部）の追加組立後に第2回送出し架設（L2=99.0m）を実施する手順とした（写真-9）。

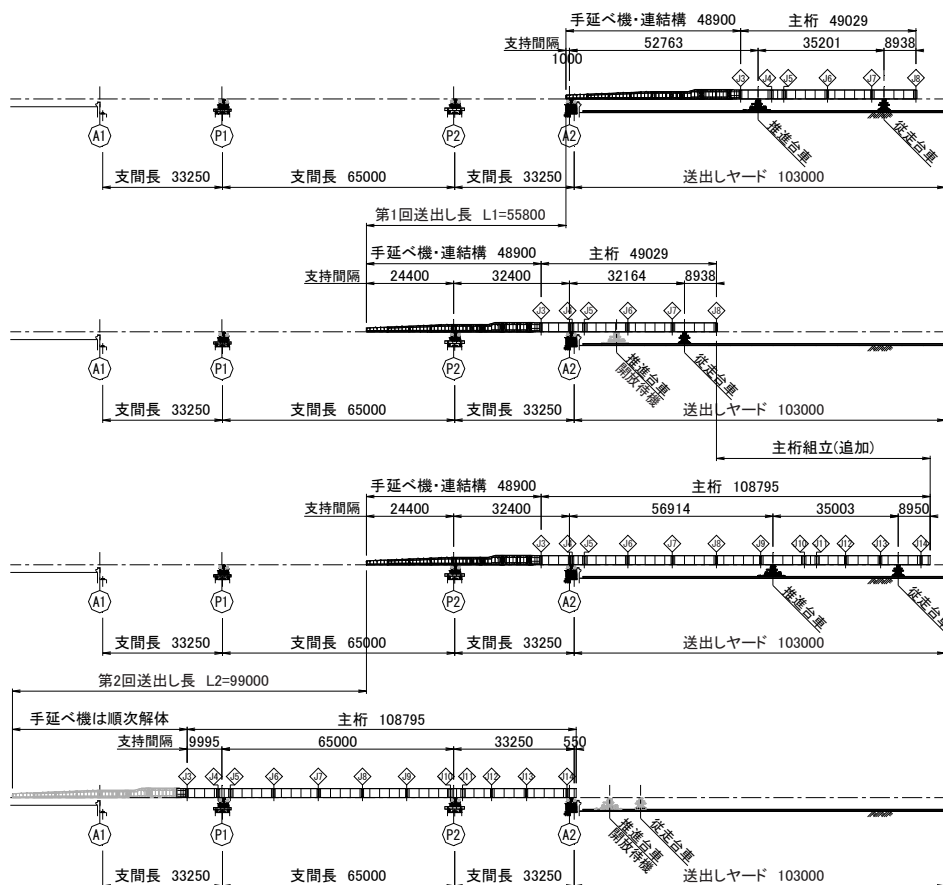


図-5 送出しステップ図



写真-9 送出し架設



写真-10 主桁降下前



写真-11 主桁降下後

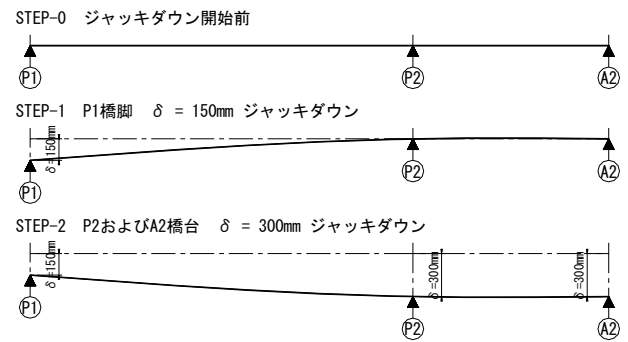
送出し時の平面基準線は、主桁中心のP2格点とS2格点を結ぶ直線の延長ラインとし、送出し部材は基準線に合わせて直線的に移動させた。主桁の平面線形は曲線有しているため、送出し時に支持点が橋軸直角方向に移動することになるが、送出し装置上に受梁を配置して、支持点の受け替えを行う方法で対処した。

送出し時の基準（縦断）勾配は、最大死荷重キャンバー位置（C11格点）を原点として、主桁縦断勾配の変化等による送出し装置上での高さ調整の範囲が最小となるように検討を行い、送出しの起点から終点（A2橋台からA1橋台）方向に上り1.050%に設定し、この基準勾配に合わせて送出し時の支持点高さを管理した。

(7) 主桁降下

主桁降下は、送出し装置の撤去および送出し設備に使用した受梁等をサンドル材（H150×150×7×10）を用いた降下用架台に組み替えた後に、約3.6mのジャッキダウンを実施した（写真-10, 11）。

ジャッキダウン作業は、強制変位を与えることによる主桁の座屈を防止するため、P1橋脚とP2橋脚の高低差が150mm以上とならないように、図-6に示す手順でジャッキダウン量を管理した。



※以後は「STEP-1・2」の手順で、
全てジャッキダウン量 $\delta = 300\text{mm}$ に設定して繰り返し作業を行う。

図-6 ジャッキダウン手順図

(8) トラッククレーン架設

A1橋台～P1橋脚間の主桁3ブロック（GE1～J3部）の架設は、造成したA1橋台背面ヤードに据え付けた360t吊オールテレーンクレーンにより施工を行った。

施工手順は、J2～J3部の地組立ブロック（開断面箱桁を形成）の張出架設を行い、GE1～J2部の地組立ブロック（橋軸方向に2ブロックを一体化）を架設することで、A1橋台に到達させる手順とした。

開断面箱桁の形状保持対策として、地組立時には部材の支持ならびに転倒を防止するための強力サポート支保工を使用し、架設時には玉掛け設備（ワイヤーの取付角度）から作用する主桁の面外（橋軸直角）方向の水平力に抵抗するための吊天秤（H350×350×12×19）を使用した（写真-12）。

主桁架設（支承据付）完了後、120t吊オールテレーンクレーンを使用して合成床版（鋼板パネル）設置し、架設作業を完了させた（写真-13）。

トラッククレーン架設時には、クレーン据付ヤードおよび部材搬入ヤードとして一般国道9号を使用する必要があったため、片側交互通行規制を実施して作業ヤードを確保した。



写真-12 主桁クレーン架設



写真-13 合成床版架設完了

5. あとがき

本工事は、平成24年4月より現場工事に着手し、送出し架設を主たる工法とする3径間連続合成開断面箱桁橋の架設工事を無災害で終え、平成24年10月31日に竣工を迎えることができました。

この工事を進めるにあたり、国土交通省中国地方整備局浜田河川国道事務所および益田国道維持出張所の方々に御指導を賜り、協力会社の方々に御協力を頂きました。ここに深く感謝致します。

201312.2 受付

グラビア写真説明

野広第1大橋

野広第1大橋は、一般国道9号直地（ただち）防災事業の新設バイパス区間において、津和野川を下流側で跨ぐ箇所に架設された3径間連続合成開断面箱桁橋（床版：鋼・コンクリート合成床版）です。

本橋は、中国地方整備局で初めて採用された開断面箱桁橋となり、鋼材には耐候性鋼材が使用されました。

架設工法は、送り出し架設とトラッククレーン架設の併用工法が採用され、無災害で竣工することが出来ました。

本橋を含む新設バイパス区間は平成25年3月28日に開通し、既に開通済みであった現道拡幅区間を含め、一般国道9号直地防災事業は完了しました。（興地 正浩）

庄和IC橋

本橋梁は外環道と国道16号とを南北につなぐ、国道4号東埼玉道路の終点、庄和ICの橋梁です。国道4号線が国道16号線を立体交差で跨ぐ部分の橋梁のため、架設時には国道16号線の通行止め及び規制が伴います。そこで、中央3ブロックは地組立てを行い、大ブロックで架設することで規制時間を短くし、交通への影響を最小限に抑えた架設が行われました。（熱海 晋）