

鋼上路式ローゼ橋（三念沢橋梁）の架設工事

Erection Work of Steel Upper Deck Type Lohse Bridge (Sannenzawa Bridge)



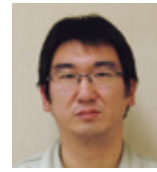
今井 健太郎*¹
Kentaro IMAI



下澤 誠二*¹
Seiji SHIMOZAWA



小林 和史*²
Kazushi KOBAYASHI



藤田 学*³
Gaku FUJITA

要旨

三念沢橋梁は、県営農道整備事業として事業最後の橋で、山間部に架かる鋼上路式ローゼ橋である。山間部であるため架設工法は、ケーブルエクシジョン斜吊工法を採用した。また、猛禽類の営巣・繁殖により2月中旬～8月中旬は現場休止期間を設けられている。他の期間についても、施工時の騒音や振動を削減できる施工計画を立案した。

本工事では、三念沢橋梁の架設工事について報告する。

キーワード：ケーブルクレーン、猛禽類、地盤改良

1. はじめに

三念沢橋梁は、長野県豊野町石地区に位置する橋長109mの鋼上路式ローゼ橋（耐候性鋼材裸仕様）であり、上水内北部広域農道整備事業の一環として北信五岳道路豊野ラインの三念沢上に架設を行う工事である。

同路線は農作物を輸送する基幹農道としての役割を担うべく20年前に開始した事業であり、地域住民や農業者から早期開通が望まれる事業終盤の道路橋工事である。

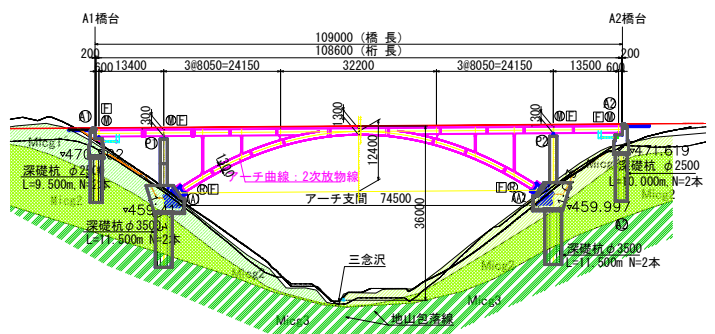


図-1 橋梁一般図

2. 工事概要

- (1) 工事名：平成25年度県営農道整備事業
上水内北部2期地区三念沢橋梁上部工事
- (2) 発注者：長野県 長野地方事務所 農地整備課
- (3) 工事場所：長野県長野市豊野町大字石
- (4) 工期：平成26年3月14日～平成29年3月6日
- (5) 橋梁形式：鋼上路式ローゼ橋（耐候性鋼材裸仕様）
- (6) 橋長：109.0m
- (7) 支間長：80.5m（アーチリブ支間長：74.5m）

3. 架設方法

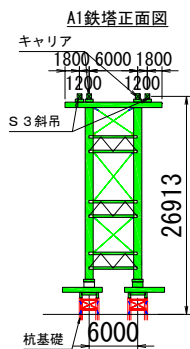
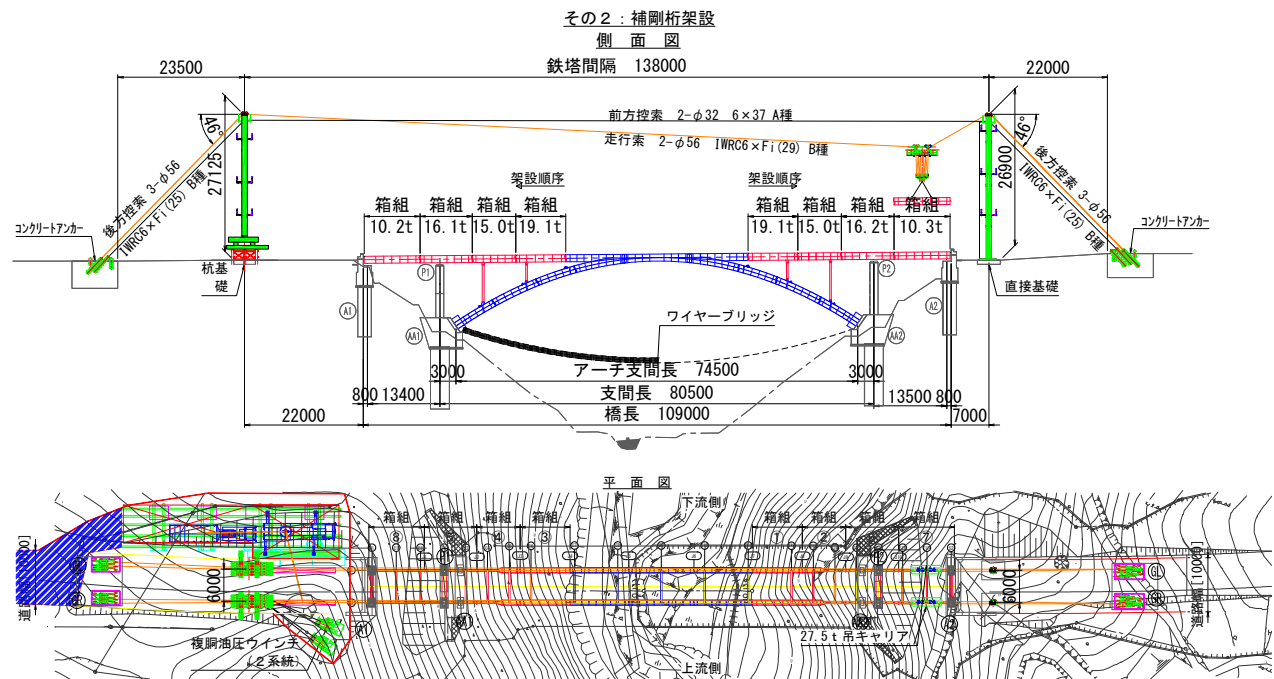
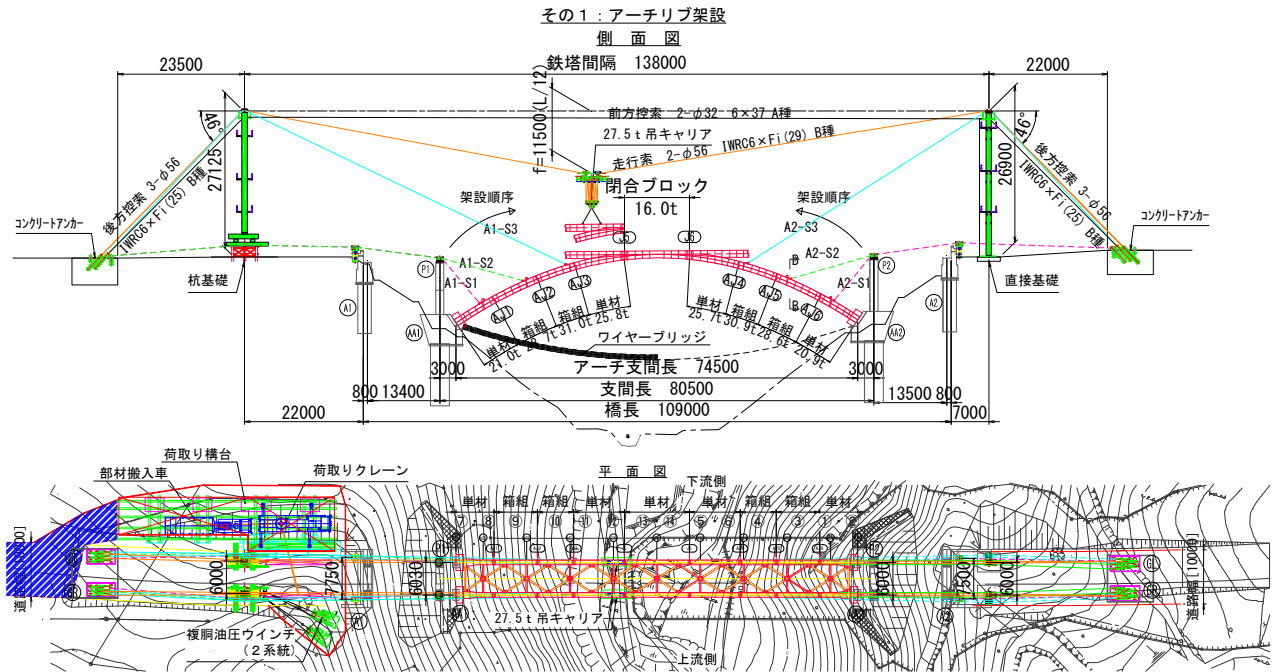
本工事の架橋位置周辺は、自然豊かな渓谷間に架かる橋梁で、桁下を通る三念沢は蛍の繁殖地であるため、沢周辺を工事用道路としての使用が出来ないことから、桁下までは重機の搬入が不可能であった。

兩岸の橋台背面のヤードは計画道路幅程しかなく大型クレーンによる架設も不可能である為、ケーブルエクシジョン斜吊工法で施工を行った。

*¹ 工事本部橋梁工事部橋梁工事グループ現場所長

*² 計画本部計画部橋梁計画グループ副主任

*³ 千葉工場製造部製造グループ副主任



斜吊索種別

名称	ワイヤー断面	張力
A1-S1	1-φ50 (IWRC6×Fi (29) JIS B種)	527.2kN
A1-S2	1-φ50 (IWRC6×Fi (29) JIS B種)	611.0kN
A1-S3	2-φ50 (IWRC6×Fi (29) JIS B種)	805.1kN
A2-S1	1-φ50 (IWRC6×Fi (29) JIS B種)	531.1kN
A2-S2	2-φ38 (6×37 JIS A種)	466.6kN
A2-S3	2-φ50 (IWRC6×Fi (29) JIS B種)	750.6kN

ケーブルクレーン仕様

名称	ワイヤー断面	張力
走行索	2-φ56 (IWRC6×Fi (29) JIS B種)	1174.2kN
巻き上げ索	1-φ20 (6×Fi (29) JIS B種)	46.5kN
横行索	1-φ20 (6×37 JIS A種)	32.9kN

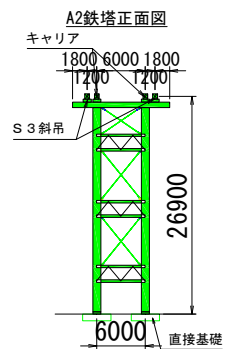


図-2 架設一般図

4. 現場における問題点

(1) 架設時の部材出来形精度の確保について

本橋のようなケーブルエレクトロン斜吊工法では、現場での精度管理が部材の出来形に大きな影響を与える。部材製作工場における局部形状（単部材）および全体形状（全部材による仮組立形状）における出来形精度の確保が求められた。

(2) 架設起点となるアーチ基部の精度確保について

鋼製アンカーフレームの製作とその組立を含めた現場据付工事は、下部工工事の施工範囲であった。アーチ基部は橋体形状の起点であり、架設完成時の精度に大きな影響を与える為、下部、上部工の情報共有を密に行い据付精度を確保する必要があった。

(3) 鉄塔設備の高さ制限について

計画当初、発注通りの鉄塔高さでケーブルクレーン用と斜吊り用鉄塔を兼用する計画としたが、両側の1段目斜吊り索（S1斜吊り索）は、手前の橋脚に干渉するため、鉄塔長を延長して干渉を回避する必要があったが、猛禽類の営巣・繁殖地の影響で、鉄塔の高さに制限があり対応策の必要があった。

鉄塔頂部からアーチ基部付近を吊る1段、2段目の斜吊り索（S1、S2斜吊り索）は桁荷取り時にクレーン等と干渉する恐れがあった。また吊キヤリア（走行索）と同一線上となり架設時に干渉するため、回避する必要があった。

(4) A1側鉄塔基礎直下の地盤改良について

鉄塔基礎部の地質は、事前調査の結果より、両岸側ともに地表面の地耐力が計画値より小さいことが判明し、鉄塔の直接基礎を設置するためには、支持層までの地盤改良の必要があった。A1側は、斜面であることに加え地層には地下水の水みちもあることから、改良を行っても円弧すべりや沈下の可能性があった為、対応策の必要があった。

(5) 架設時の問題点について

本工事のA1側ヤードは、桁を搬入する架設起点となることから、荷卸し用のクレーンを設置する計画としていた。クレーンアウトリガー反力に対しても、上記の(4)項で記述した通り必要地耐力が確保できない為、反力を分散させる対応策の必要があった。

A1側の3段目の斜吊り索（S3斜吊り索）を張った後の隅角桁、落とし込み桁の架設は、斜吊り索と干渉する為、架設の際に対応策の必要があった。

本工事付近は、猛禽類の繁殖地であり、営巣時期を避けた架設時期にも、施工時の騒音や振動に対する対応策の必要があった。

(6) 工期短縮について

本工事では、猛禽類の営巣・繁殖により2月中旬～8月中旬は現場休止期間を設けており、1期の架設期間が半年間程しかなかった。当初は、2期施工で考えられていたが、発注者から早期開通の為、工期短縮が求められていた。

5. 工夫・改善点と結果

先の問題点に対して、下記の対応策を実施し結果を得た。

(1) アーチ部材の倒立一体仮組立の実施

現場架設工事に先立ち、部材製作工場においてアーチ部材を反転させた倒立一体仮組立を実施し、現場架設時に求められる部材の出来形精度を確保した。（写真-1）

従来の上路アーチ橋の仮組立は、高さ方向への立地確保が困難なことから、部材全体を横倒しの状態で、平面的に仮組立を行うことが一般的とされている。本工事では高い精度で工場製作を行う必要があったことから、倒立一体仮組立を採用した。加えて、製作誤差を吸収するため、工場調整桁を設け、部材長の微調整を実施した。

現場では事前に架設ステップ解析を行って桁架設時の桁変形量を算出し、トータルステーションを用いた3次元座標計測で鋼桁の形状管理を行ったことで、精度の高い出来形管理が出来た。



写真-1 アーチ部材の倒立一体仮組立

(2) アンカーフレーム組立補助治具の採用

当工事で必要とする鋼製アンカーフレームの据付精度

を確保するため、下記の対応策を実施した。

1) アンカーフレーム組立補助治具

下部工によるアンカーフレーム据付工事では、アンカーボルト上部におけるボルト相互の中心間隔を固定する治具は計画されていなかった。アーチ部材の架設起点となる基部の据付精度を確保するため、当工事にてアンカーボルト間隔保持材の提案、計画を検討し、下部工工事で製作反映した、本設備を用いてアンカーボルト位置とその相互間隔の出来形を調整することで、10mm以内の精度を確保できた。(写真-2)

2) 下部工と上部工共同での据付精度管理

アンカーフレーム据付工事における精度管理は、下部工任せ（単独施工）とはせず、据付作業の各ステップの要所において、当工事も加わり下部工と共同で精度管理（ダブルチェック等）を行うことで、所定の据付精度を確保した。(写真-3)



写真-2 アンカーボルト間隔保持材



写真-3 上部工アンカーボルト据え付け後計測状況

(3) 橋台および橋脚を利用した斜吊り索の設置

当初の架設計画では、架設部材を支持する斜吊り索の全てを、鉄塔設備頂部に固定する方法を採用する予定であったが、橋脚に干渉することや鉄塔の高さに制限があり、架設時の安全性も考慮した設備計画の検討が必要であった。

全3段の斜吊り索の内、1段、2段目の斜吊り索（S1、S2斜吊り索）を橋台頂部および橋脚頂部に専用の斜吊り索支持設備を設置し、鉄塔の高さ制限による橋台、橋脚とのワイヤ干渉に対する問題点を回避することが出来た。(図-3、4) (写真-4)

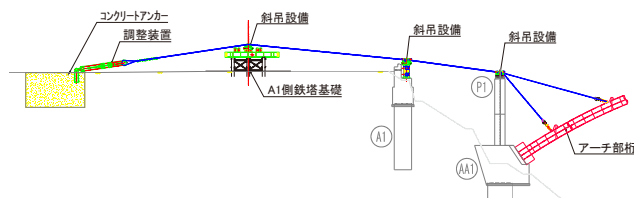


図-3 A1側アーチ部材の斜吊り設備配置図

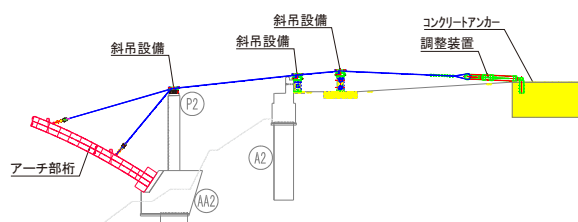


図-4 A2側アーチ部材の斜吊り設備配置図



写真-4 アーチ部材の斜吊り設備

斜吊り索を低い位置で行った為、ケーブルアンカー（コンクリート製）に作用する力の内、鉛直力（浮き上がり）は減少するものの、ケーブルが水平に近くなることで、水平力は増加する。本点に十分留意の上、ケーブルアンカーの安定照査等を実施し、発注当初よりアンカー形状が増大したが、施工性も上がり高所の作業を減らすことで安全も確保することができた。

(4) A1側鉄塔設備基礎への杭基礎の採用

当初計画時、A1橋台側鉄塔基礎はコンクリート直接基礎を採用していたが、地質調査の結果により地盤形状、地層の関係上、地盤改良では安全に支持できない為、コンクリート直接基礎からH形鋼による杭基礎に変更した。これにより支持地盤まで確実に打ち込み・支持することで、地耐力不足による鉄塔基礎の改善を行い安全性を確保することが出来た。(図-5) (写真-5、6)

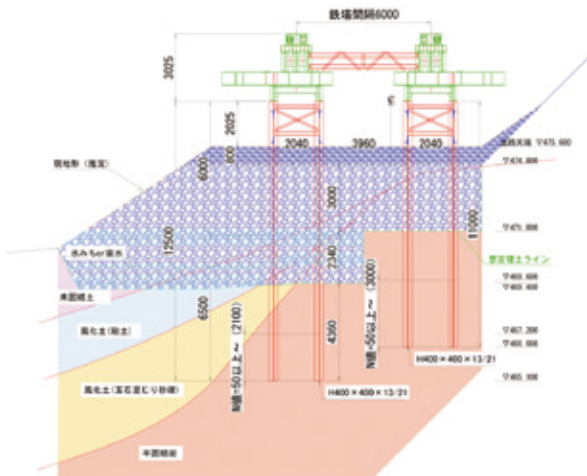


図-5 A1側鉄塔杭基礎と地層状況



写真-5 A1側杭基礎



写真-6 A2側コンクリート直接基礎

(5) ケーブルクレーンによる架設

1) 荷卸しクレーン用の架設構台設置

クレーンのアウトリガー反力に対して、鉄塔基礎同様に地耐力不足や沈下の可能性があることから、架設起点のA1側鉄塔脇に仮設構台を設置し、アウトリガーの反力を分散することで安全に施工することが出来た。また、鉄塔脇にクレーンを設置することで、ケーブルクレーンによる荷卸し等の作業を減らし施工性を向上することが出来た。(写真-7)



写真-7 A1側仮設構台

2) アーチ桁隅角部の相吊り架設

アーチ桁隅角部は部材高さがあり桁架設時に斜吊り索に干渉する為、相吊りで中央にシフトさせて斜吊り索との離隔を確保することで、回避出来た。(写真-8)



写真-8 隅角部相吊り架設

3) 施工時の騒音、振動対策

施工前に猛禽類の専門家に相談、打合せを行った。その際、猛禽類は、低音より高音に対して敏感であると報告を受けた為、添接作業時は従来のピン打ちでは甲高い

音が発生するので、油圧によるピン挿入で施工を行い、甲高い騒音の低減をした。

杭基礎の施工時にパイプロ方式では、振動が大きい為、振動の少ないアースオーガ掘削工法で施工し振動の低減をした。(写真-9)



写真-9 A1側杭基礎施工 (ALEX工法)

(6) 工期短縮

発注当初より発注者から早期開通に向けた、工期短縮を求められていたが、本工事は猛禽類の繁殖地で、現場休止期間があり、計画着手時から工程短縮を視野に入れた検討が必要であった。

工期短縮の為、下記の対応策を行った。

1) 下部工工事による設備関係の施工

下部工工事による道路造成時に、ケーブルクレーンのコンクリートアンカーブロックや鉄塔基礎を下部工工事で同時施工に変更することで、2か月ほど工程短縮となった。下部工工事でスムーズに施工を行えるよう、基礎等の検討と施工手順等を発注者、下部工工事ともに情報共有を密に行いながら実施をした。(写真-10、11)



写真-10 A1側コンクリートアンカー施工



写真-11 A2側コンクリート基礎部地盤改良施工

2) 架設工法の変更

本工事の床版には、鋼コンクリート合成床版が採用されており、発注時はケーブルクレーンの設備解体・撤去後に、移動式クレーンによる合成床版鋼製パネル（以下、鋼製パネル）の架設計画となっていた。工程短縮の為、移動式クレーンによる架設を取りやめ、桁架設後のケーブルクレーンによる架設に変更し(写真-12)、鋼製パネル架設後の作業（添接等）とケーブルクレーン設備の解体・撤去作業を並行作業とすることで、現場工程の短縮を図ることが出来た。



写真-12 合成床版鋼製パネル架設状況

6. おわりに

農産物流通の合理化と地域交通の利便性を図るため早期開通が望まれていた広域農道であり、三念沢橋では、耐震性の観点から、①上部工の負反力対策としてアーチ基部はコンクリートで剛結、②橋軸直角方向の変形を抑制するため中間支点上の橋脚はRCを採用、③橋軸方向の変形を拘束するためアーチと補剛桁の一体化、などの構

造的な配慮を行っており、本構造の確実な構築に向け、安全性や施工性に配慮した各種の対策案を講じることで、現場の問題点を解決した。

本橋は各種対応策の結果、鋼桁架設期間を1年8ヶ月まで短縮した工事であったが、現地施工期間中は幸い、雨、風、地震の影響もほとんど受けず、無事故で無事に平成28年11月に竣工を迎えることができ、その後、晴天の中、地元の人たちが待ちに待った本橋の開通式が盛大に行われた。

本報告が今後の同種工事の参考になれば幸いである。

最後に本工事の施工に当たりご指導頂きました長野県長野地方事務所 農地整備課の方々に深謝し誌上を借りて御礼申し上げます。

2018.3.26 受付



写真-13 地元高校生による床版上の作図



写真-14 三念沢橋梁開通（全景）