

鋼製アーチリブ（Φ1400）の 一括リフトアップ架設

森井慶行¹・長沼清²・藤田雅弘³・友永翔太⁴

¹正会員 工修 大成建設株式会社 関東支店土木部（〒330-0854 さいたま市大宮区桜木町1-10-16）
²正会員 工修 大成建設株式会社 関東支店土木部（〒330-0854 さいたま市大宮区桜木町1-10-16）
³正会員 工学 大成建設株式会社 関東支店土木部（〒330-0854 さいたま市大宮区桜木町1-10-16）
⁴正会員 工修 大成建設株式会社 関東支店土木部（〒330-0854 さいたま市大宮区桜木町1-10-16）

J R 第三吾妻川橋梁は、名湯草津温泉に程近い群馬県長野原町に建設中の、3 径間連続中路固定形式の鋼・コンクリート複合構造アーチ橋（橋長203m、アーチスパン180m）であり、計画中の八ツ場ダムにより水没する J R 吾妻線の機能補償のため建設が進んでいる岩島・長野原草津口間約10.4 k m のうち、長野原草津口駅に最も近い場所に位置する。本橋の施工は、出水期には河川内に栈橋・支保工を残置しないことを前提として計画し、非出水期の間に栈橋上で鋼製アーチリブを製作（地組・現場溶接）し、リフトアップにより所定位置まで総重量約8500kNを一括架設する方法を採用した。本工法の採用にあたっては、「アーチタイ」と称する仮設材を設置した。このアーチタイは、地組時・リフトアップ時、及びコンクリート主桁構築時における鋼製アーチリブの形状保持に加えて、アーチスパン中央から両側へ向けて主桁を構築するための移動作業車荷重及び主桁コンクリート自重を支持する役割も担った。このように、第三吾妻川橋梁の施工方法は、アーチタイによる補助のもと、鋼製アーチリブを一括架設した後コンクリート主桁を張出架設するという、過去に例を見ないものである。本稿では、本橋施工上の最大の特色でもある、仮設栈橋上で組み立てた鋼製アーチリブの一括リフトアップ架設について報告する。

キーワード：複合アーチ橋，鋼製アーチリブ，リフトアップ

1. はじめに

第三吾妻川橋梁は、名湯草津温泉に程近い群馬県長野原町に建設中の、3 径間連続中路固定形式の鋼・コンクリート複合構造アーチ橋（橋長203m、アーチスパン180m）であり、計画中の八ツ場ダムにより水没する J R 吾妻線の機能補償のため建設が進んでいる岩島・長野原草津口間約10.4 k m のうち、長野原草津口駅に最も近い場所に位置する。

第三吾妻川橋梁は、併走する道路橋の「めがね橋」

との景観上の調和を考慮したデザインが採用されている。（図-1）

工事：吾妻線岩島・長野原間付替

件名 第三吾妻川B他新設工事

場所：群馬県吾妻郡長野原町横壁～長野原

工期：2005年12月14日～2010年2月25日（予定）

発注者：東日本旅客鉄道株式会社上信越工事事務所

施工者：大成建設・東鉄工業・佐藤工業共同企業体

橋種：鋼・コンクリート複合アーチ橋

形式：3径間連続中路固定式バスケットハンドルアーチ橋

寸法：橋長203m、アーチスパン180m



図-1 第三吾妻川橋梁完成予想図

2. 施工概要

平成10年に施工された道路橋「めがね橋」は、支柱式支保工による工事中、10月の台風による吾妻川の異常出水により、ベントの一部が倒壊するという事故が発生した。

この事故の経験を踏まえ、第三吾妻川橋梁の施工計画においては、「出水期は河川上に栈橋、支保工を残置しない」ことを前提として、アーチリブを非出水期に栈橋上で組立後、リフトアップによる一括架設する工法を採用した。

本論においては、まず、このリフトアップ工法を取り入れた、全工程にわたる施工手順について示す。写真-1は、河川内に設置した仮設栈橋上にて、アーチリブを組立てている状況写真である。第三吾妻川橋梁のアーチ部分は、鉄筋コンクリートとコンクリートを充填したφ1,400の鋼管により構成された複合アーチ橋であり、アーチリブを2段階でリフトアップするものである。

図-2～図-8に施工手順を示す。

(1) アーチリブ+アーチタイ組立 (図-2)

アーチリブは、河川上の仮設栈橋上において一括地組みをする。アーチリブのみでは自立しないため、アーチタイと称する仮設材により形状保持をする。

(2) アーチリブ+アーチタイリフトアップ

1回目 (図-3)

地組みをした「アーチリブ+アーチタイ」は、仮設備を含めて約8,000kNの重量となるが、これらをリフトアップ設備により約12.3m持ち上げる。リフトアップ完了後、本設の斜材、鉛直材の接続、吊ケーブルの設置、その他仮設材の設置を行う。

(3) アーチリブ+アーチタイリフトアップ

2回目 (図-4)

2回目のリフトアップ時の重量は、約8,500kNとなり、これを約13.5m持ち上げる。

リフトアップ完了後、RC部材であるアーチ基部とアーチリブを接続する。アーチリブ接続後、地組用栈橋の撤去を行う。(1)～(3)までの作業を一湯水期のうちに施工することにより、「出水期は河川上に栈橋、支保工を残さない」という前提条件をクリアすることができる。

(4) 移動作業車による補剛桁の施工 (図-5)

河川上の補剛桁は8ブロックに分割し、2台の移動作業車により中央部から行う。移動作業車は、アーチタイ主縦梁に設置したレールに吊り下げられる形で設置される。補剛桁は、アーチリブからの鉛直材、斜材、吊ケーブルにより吊られた構造となる。



写真-1 アーチリブ・タイ組立状況

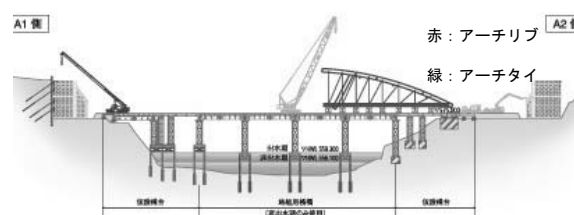


図-2 アーチリブ+アーチタイ組立

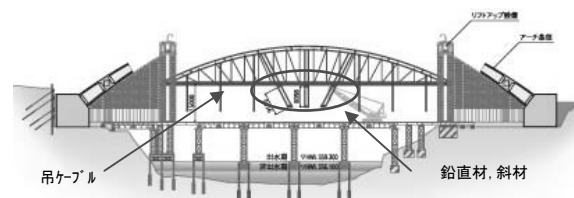


図-3 アーチリブ+アーチタイ
リフトアップ1回目

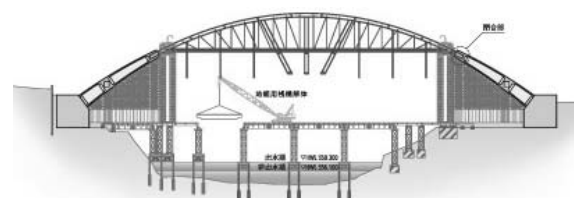


図-4 アーチリブ+アーチタイ
リフトアップ2回目

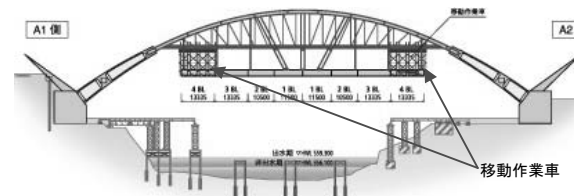


図-5 移動作業車による補剛桁の施工

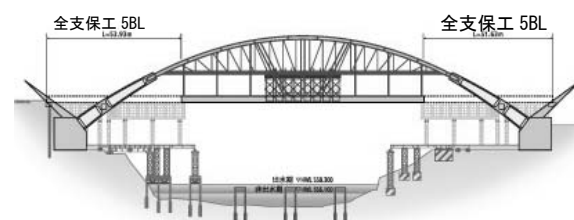


図-6 全支保工による補剛桁の施工

(5) 全支保工による補剛桁の施工 (図-6)

異常出水時においても、水没の危険性が無い河岸部は、全支保工により補剛桁を施工する。

これにより、吾妻川の異常出水に対して本設構造物が流出する危険性が無くなる。

(6) アーチタイの撤去 (図-7)

補剛桁の施工が完了した時点でアーチタイの役割終わる為、アーチタイを橋面上から撤去する。これで、アーチ橋としての構造系での完成となる。

(7) 完成 (図-8)

アーチタイ撤去後、アーチリブの現場塗装、橋面工を実施し、アーチ橋は最終的な完成となる。

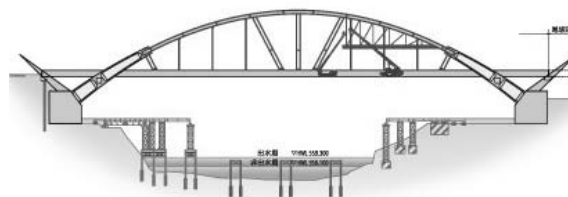


図-7 アーチタイの撤去



図-8 完成

3. リフトアップ設備

(1) リフトアップ装置

アーチリブ+アーチタイ及び仮設備のリフトアップは、総荷重約8,500kNに対して両端の吊り点4箇所にて吊り上げる。使用する吊材は、「V S L 移動工法 設計・施工指針」に基づき、JIS G 3536(PC鋼より線15.2B種×22本)を選定した。リフトアップは、吊点の4箇所それぞれに配置したリフトアップ装置を使用して行う。設備に供する機器は ジャッキが内包されたリフトアップ装置、油圧ポンプ及び載荷桁(リフトアップステージ)等で構成される。図-9及び写真-2参照。各吊点のうち、橋軸直角方向の2箇所(両端の2個)は、リフトアップ装置が連動して作動するようにした。

リフトアップタワーは、図-10及び写真-3に示すように、鋼製支柱(W2.0m×L2.0m×H36.0m)を片側4本配置した構造である。なお、リフトアップタワーはアーチリブのリフトアップ完了後も、アーチリブとアーチ基部が結合するまでのアーチリブの仮支持架台を兼ねている。

(2) リフトアップ所要時間

リフトアップ装置の1行程あたりの所要時間4.4分程度、リフトアップ量は、300mmである。連続的にリフトアップを行えば、12.3mリフトアップするのに要する時間は約3時間程度であるが、実際には、計測及び点検を行いながらの作業となったので、1回のリフトアップの作業で6時間以上の時間を要した。これは、リフトアップ作業が正確に実施されているか、異常な荷重が作用していないか、仮設橋

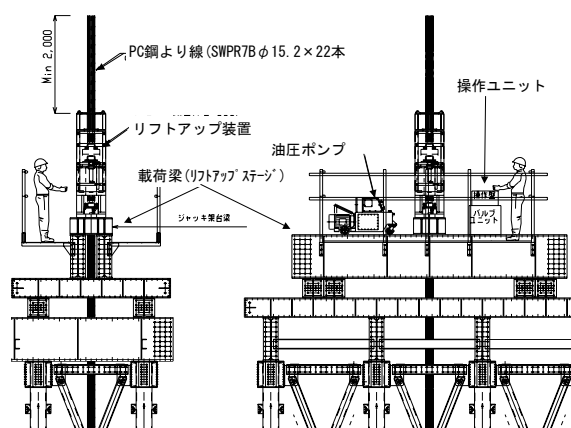


図-9 リフトアップ装置図



写真-2 リフトアップ装置

及び、リフトアップタワーが偏心、沈下等を起こしていないかを確認する各種計測・確認作業に時間を要した為である。

4. 実施工

(1) 準備工（ジャッキダウン工）

リフトアップ作業の前に準備工として、ジャッキダウン工を行う。ジャッキダウン工とは、仮設栈橋上で多点支持の状態では組立られたアーチリブ・タイを両端で支持した形状に近づけるために、各支持点において500kN油圧ジャッキを複数台使用して約10mmづつ降下させる作業である。組立られたアーチリブ・タイは、以降の施工ステップにおいて想定される変形を見越したキャンバーを持った状態で組立られている。そのため組立られた状態から直接両端を吊上げると、両端から徐々に支持点との縁が切れてゆき、地切り直前には両端と中央の支点だけで支持される形状となり、大きな荷重が中央に作用することになる。そのためキャンバー分を降下させることで中央部分に偏っていた荷重を全体に振り分けた。

表-1のよにジャッキダウンにより、荷重が分散するとともに、両端の吊り支点にも約1,600kNづつ荷重が移った事が確認できた（荷重の差が3,200kN減少し、両端のリフトアップタワー側に移行した）。

(2) 地切り工

ジャッキダウンが完了した時点ではアーチリブ・タイはまだ多点支持の状態であるが、両端をリフトアップと同様に少し吊上げることで支持点との縁を切る。これが地切り作業である。

この作業の目的は、アーチリブ・タイの形状変化を完了させること、仮設栈橋・リフトアップタワーの弾性短縮及び吊鋼線の伸びを発生させることで、仮設備全体の安定を図ることである。

図-11は、ジャッキダウン前の状態からジャッキダウン後、地切り後（2点支持状態）へ移行した時のアーチタイの変位量を示したものである。図中には、3次元弾性骨組み解析により求めた変位量も示している。ジャッキダウンにより、アーチリブ、アーチタイの荷重が両端の吊点に移行し、大半の変形が生じた事が分かる。また、地切り完了後（完全な両端2点支持状態）でのアーチタイの変形量は、解析結果と同程度の結果が得られた。

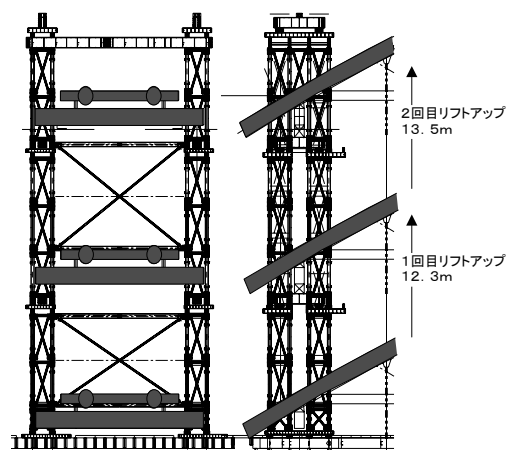


図-10 リフトアップタワー図



写真-3 リフトアップタワー状況写真

表-1 各支持点の荷重の変位(単位: kN)

支 点 No.	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	B-7	B-8	B-9	計
施 工 前	上流	470	529	666	647	980	843	657	657	6,086
	下流	568	470	666	647	1,176	578	715	637	6,065
	平均	519	500	666	647	1,078	711	686	647	6,077
施 工 後	上流	294	265	284	255	255	265	412	206	2,863
	下流	353	255	245	294	372	88	431	294	2,734
	平均	324	260	265	275	314	177	422	250	2,802
差	上流	-176	-264	-382	-392	-725	-578	-245	-451	-3,223
	下流	-215	-215	-421	-353	-804	-490	-284	-343	-3,331
	平均	-195	-240	-401	-372	-764	-534	-264	-397	-3,275

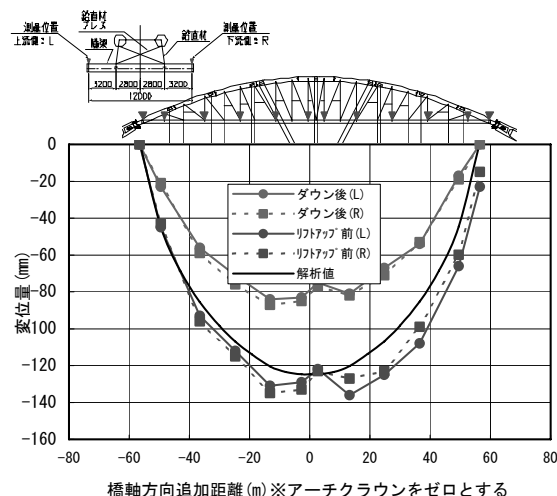


図-11 ジャッキダウンから地切りまでの変位図

(3) リフトアップエ

リフトアップ工とは、両端支持の状態アーチリブ、アーチタイを吊上げる作業で、リフトアップタワー頂部に設置した5000kNのセンターホールジャッキとPC鋼線（22S15.2）を4組使用した。

リフトアップは2回に分けて行い、1回目完了後、本設の斜材・鉛直材の接続及び吊りケーブルの設置、その他仮設材の設置を行った。吊上げ重量及び高さは1回目が約8,000kN、12.3 m、2回目が約8,500kN、13.5mであった。

前述の地切り工が完了した段階でセンターホールジャッキ側へ全荷重が移行しているため、リフトアップ作業時には、構造物の変形、応力の増減は終了



写真-5 第1回リフトアップ前状況写真



写真-6 第1回リフトアップ完了写真



写真-7 第2回リフトアップ完了写真

している。リフトアップ作業時に、リフトアップタワー、アーチリブ、アーチタイの構造全体の転倒、崩壊、部材の座屈などが生じた場合、その前兆をいち早く捉える為、変位、応力を計測し、モニタリングをおこなった。また、4箇所のリフトアップ量をレーザー変位計で計測し、油圧装置の圧力をモニタリングする事により、作業中に異常が発生していないことを確認して作業を行った。

写真-5にリフトアップ前の状況を、写真6～写真-7は1回目及び2回目のリフトアップ完了の状況を示す。

(4) 計測結果

アーチリブ、アーチタイに設置した応力計（ひずみ計により測定）の結果より、地切り時に部材応力の増減が発生した。その発生した応力は、当初計画値よりも小さい値を示す結果となった。リフトアップ中も継続して計測を行ったが、目立った応力の変化は認められなかった。

リフトアップタワーの頭部にターゲットを設置し、橋軸方向、橋軸直角方向のタワーの変位を観測したが、橋軸方向で20mm程度、橋軸直角方向で10mm程度の変位が生じた。リフトアップタワーの高さは、36mあるので、0.032度程度の傾きが生じた事とな

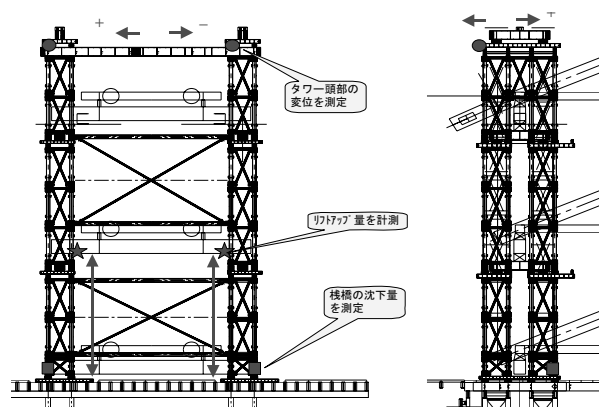


図-12 リフトアップ時の変位観測概念図

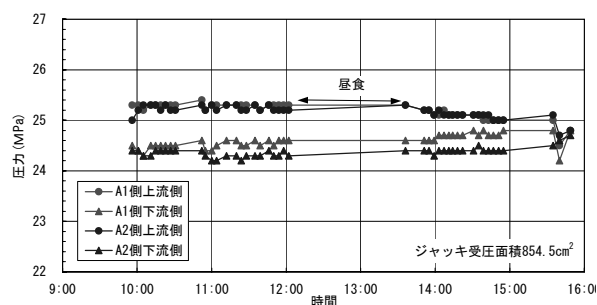


図-13 リフトアップジャッキ作用圧力の経緯

るが、特に問題にはならなかった。

リフトアップタワーの脚部の沈下量を測定したが、まったく沈下しなかった。

リフトアップジャッキに作用している油圧装置の圧力計の値を図-13に示す。橋軸直角方向で若干の圧力差が認められる。荷重に換算すると、約60kN程度であり、誤差の程度であると考えられる。

4基のリフトアップ装置の圧力の合計から換算したリフトアップ装置に作用している荷重は、約8,500kNであり、予定の荷重と一致する結果となった。

レーザー変位計を用いて、リフトアップ量を計測した結果、4基のリフトアップ装置の1回のジャッキストロークに固有差があるため、リフトアップ量が異なった。リフトアップ10回程度に1回、全体のリ

フトアップ量の高さ調整を行った。

5. まとめ

天候にも恵まれ、今回、無事にアーチリブを非出水期にリフトアップ工法により一括架設することが出来た。ジャッキダウンからリフトアップ作業に至るまでの応力、変位量を確認した結果、所定の範囲で作業が終了する事ができた。

今後、補剛桁の施工、最終的にはアーチタイの解体作業、アーチリブの塗装作業を控えているが、第三吾妻川橋りょうの計画から施工に至るまで多くの方々のご指導を頂いたことに対して感謝する次第である。