

タイバック工法を用いたアーチ橋の架設

日本橋梁建設土木施工管理技士会

川田工業株式会社

現場代理人

福嶋 貴生[○]

Takao Fukushima

監理技術者

渡部 直人

Naohito Watanabe

1. はじめに

一般国道168号は和歌山県新宮市と大阪府枚方市を結ぶ主要幹線道路であり、その一部が位置する奈良県五條市大塔町では、交通の利便性と安全性の向上を目的として『国道168号辻堂バイパス』の建設が進められている。本橋はこのバイパスの一部にあたる上路アーチ橋である。

アーチ橋の架設はケーブルエレクション斜吊り工法が一般的であるが、施工ヤードが狭隘であることからスパンドレルブレースドアーチ橋の構造特性を活かしたタイバック工法によって架設を行った。

本稿では国内でも施工実績の少ない架設工法で施工した本橋の精度向上・品質向上・安全対策について述べる。



図-1 架設状況

工事概要

- (1) 工事名：一般国道168号地域連携推進事業
(国道改築) (その2)
- (2) 発注者：奈良県
- (3) 工事場所：奈良県五條市大塔町辻堂地内
- (4) 工期：平成23年3月18日～
平成26年10月31日
- (5) 橋梁形式：鋼4径間連続スパンドレル
ブレースドアーチ橋
- (6) 橋長：162.0m

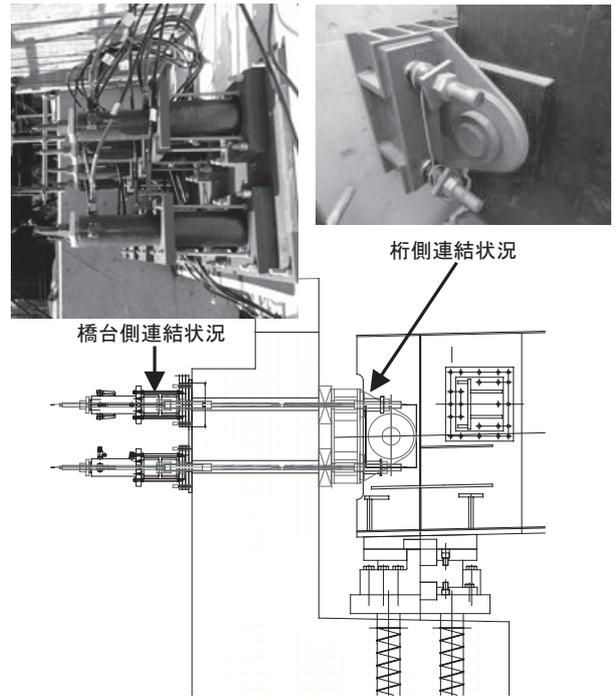


図-2 タイバック設備

2. 現場における問題点・課題

本橋の施工にあたり下記の問題点・課題があった。

(1) 出来形精度確保

一般的に用いられる斜吊り工法は、アーチリブを部材ごとに斜吊り索で保持しながら架設を行うため、斜吊り索の張力調整により各々の部材の標高調整は容易に行える。一方、本工法は桁端部をタイバック設備で橋台と固定し、順次張り出し架設を行うので、標高調整ができるのは先端部材のみに限定され、全体の形状調整ができないため、出来形精度の確保が困難であった。また、閉合直前において先端部の部材は相対的に垂れ下がった状態になることを考慮する必要があった。加えて、本橋はアーチリブや補剛桁、縦桁、横桁、支柱、横構、斜材等から構成される部材数の多い複雑な形状であるため、製作誤差や現場での組立誤差が累積し、全体の出来形精度が低下する懸念があった。

(2) グラウンドアンカーの耐力確保

本橋の架設に用いたケーブルクレーンは最大吊り重量が55.8tにも及ぶため、それを支持するグラウンドアンカーは非常に重要であった。グラウンドアンカーの入線方向は通常、山の斜面に直角とするが、A1橋台側のアンカーは山の斜面にほぼ平行に入線させる必要があったため、アンカー体となる地盤の影響円錐の範囲を正確に求める必要があった。

(3) 出来形計画値の算出とタイバック張力管理

架設途中の出来形の計画値は、タイバック設備の引き込み量や温度変化に大きく影響するため、日々変化する気象条件やタイバック張力に即した計画値の算出が不可欠であった。タイバック設備に設けるA1側、A2側それぞれ16本のPCケーブルの張力に著しい不均等が生じていないことや、架設中の鋼桁に過大な応力が生じていないことを確認しながら架設を進めていく必要があった。

3. 問題点・課題に対する対応策と適用結果

先の問題点・課題に対し下記の対応策を実施した。

(1) 製作キャンバーの精度向上と製作誤差の累積防止

架設途中で部材の標高調整ができないことから、完成時の出来形精度を確保するためには、工場製作時における精度向上は必須事項と考えられた。そこで、製作キャンバーを実剛度、実荷重にてモデル化し、現場での架設ステップ（全体で4つの架設系）を考慮した3次元立体骨組解析で算出した。特にタイバック架設において、先端部材以外の個々の部材の高さ調整ができないことを考慮し、閉合直前においては桁先端が垂れ下がった状態

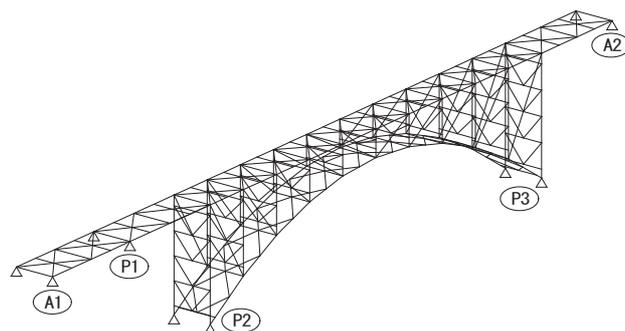


図-3 立体骨組みモデル図

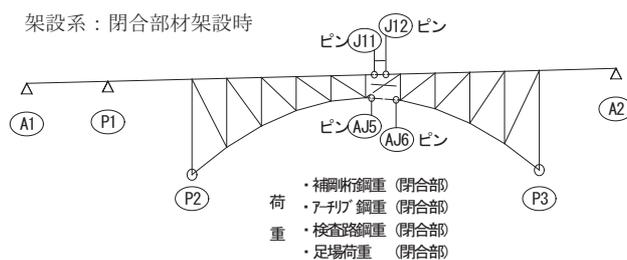


図-4 キャンバー解析時の架設ステップの1例

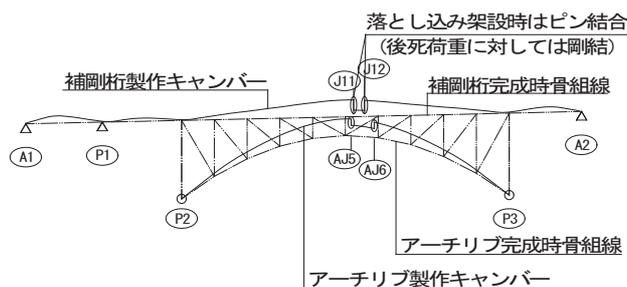


図-5 製作キャンバーのイメージ



図-6 立体仮組立

で最終部材を落とし込み・閉合できるようにキャンバーを設定した。その結果、架設完了時の桁標高の誤差は最大21mmであり、一般的な斜吊り工法と比較しても遜色ない結果であった。

また、タイバック架設は橋台をアンカーとして順次張り出していく架設工のため、張り出した個々の部材の標高調整を行うことは困難であり、架設完了時における出来形精度を確保させるためには、工場製作段階において精度の高い鋼桁の製作が必要であった。一般的に、本橋のようなアーチ桁の仮組立は側面方向・断面方向・平面方向と複数回に分け重複仮組を行うが、全ての部材を同時に仮組立しないために、それぞれの面材の製作誤差が現地での架設時に蓄積されてしまう。そこで図-6のようにアーチを逆さにして一体で仮組立を行い、重複仮組による製作誤差の蓄積を防いだ。

(2) グラウンドアンカーの品質保証

本橋の架設に用いるケーブルクレーン（30t吊2系統、15t吊2系統）のアンカーは、隣接工区との作業スペースの関係からコンクリートアンカーを用いることが不可能であったため、グラウンドアンカーを用いた。グラウンドアンカーはアンカー体を形成する土量によりその耐力が決定されるが、前に述べたように、本橋ではアンカーの入線方向と地山の斜面（法面）の方向が平行に近い状態であり、アンカー体を形成する土量の算定が非常に困難であったため、ノンプリズム式のトータルステーションを用いてアンカー設置箇所山の断面を詳細に計測し、計画に反映した。その結果、品質保証試験においても十分な耐力が得られていることが確認できた。

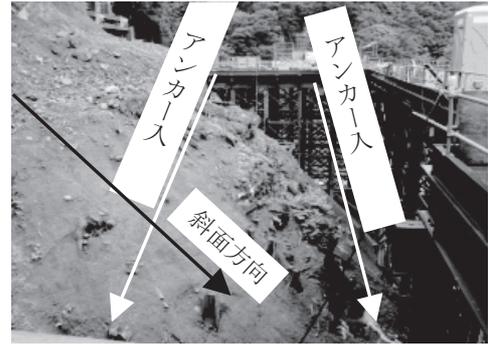


図-7 グラウンドアンカー定着箇所



図-8 ノンプリズムトータルステーションを用いた測量状況

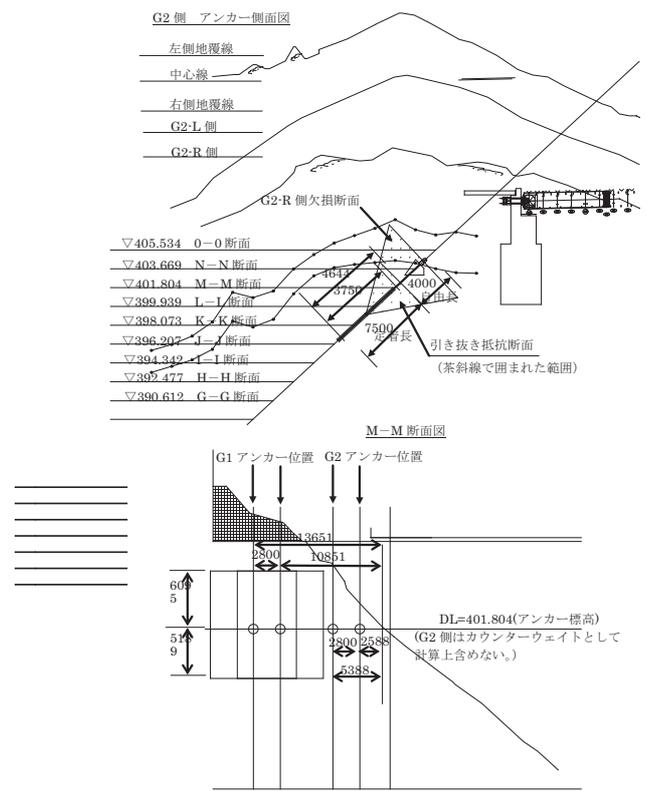


図-9 測量結果を用いたアンカー計画図 (上：側面図 下：断面図)

(3) タイバック引き込み量と桁温変化に対する対応およびケーブルに作用する張力の管理

問題点・課題で述べたように、本工法はタイバック設備の張力や桁温の変化により桁先端が変位し計画値が変化するため、現状に即した計画値を瞬時に算出する必要があった。計画値の算出に当たっては桁温度や引き込み量を集中的に管理し、その時々条件に合う計画値を瞬時に算出するシステムを構築し、架設ステップ毎に3次元の座標管理を行いながら架設を進めた。その結果、架設完了後の出来形標高についても図-12に示すような結果となり、規格値の50%以内の良好な出来形であった。PC鋼線はセンターホールジャッキにて張力を調整する構造となっており、張力の測定はジャッキの油圧ゲージにて行うことも可能であったが、油圧ゲージのばらつきが大きく、鋼線の微妙な引き込み量で桁先端の標高が変化する本工法には適さないと判断し、張力測定の精度を高めるため、図-10に示すようにPC鋼線のナット部にロードセルを設置して張力を管理した。ロードセルによって計測されたデータは、図-11に示すように計測室で集中管理を行った。

タイバック工法を用いた架設において反力や鋼桁に生じるひずみが設計値と合致しているかを確認することは架設を安全に進めていくうえで重要であったため、鋼桁に生じるひずみを計測するゲージを取り付け、図-11のパソコンにて常時監視を行いながら架設を進めた。結果、架設中の張



図-10 ロードセルとひずみゲージ



図-11 集中管理システムとモニター画面

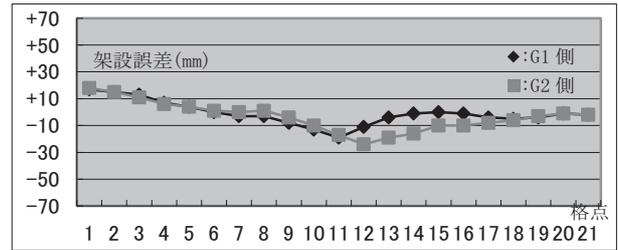


図-12 架設完了後の出来形標高誤差 (mm)
(規格値：±73mm 最大誤差21mm)

	A1側		A2側	
	G1	G2	G1	G2
設計値	2201KN	2189KN	1578KN	1576KN
実測値	2160KN	1998KN	1524KN	1530KN
誤差	-41KN	-191KN	-54KN	-46KN
誤差割合	-2%	-9%	-3%	-3%

図-13 閉合直前の水平反力

力はおおむね解析通りに推移し、閉合直前の張力の誤差は図-13に示すように10%以内であったことから、安全に架設作業を進めることができた。また、橋台をアンカー代わりに架設する本工法では、橋台の異常な変位が無いことが架設を安全に進める上の大前提であるため、架設ステップごとにトータルステーションを用いて計測しながら架設を進めたが、橋台の異常な変位は確認されず安全に架設を進めることができた。

4. おわりに

本橋は2013年1月より現場工事に着手し2014年2月6日に無事閉合した。タイバック工法という国内でも数少ない架設工法で架橋された本橋の事例が今後の工事の参考になれば幸いである。

最後に本工事の施工にあたり奈良県土木マネジメント部、奈良県五條土木事務所の関係各位に適切な助言、ご協力を頂き無事故で完工することができました。ここに深く感謝の意を表します。



図-14 閉合状況