

# 天翔大橋( 仮称 : 高松大橋 )の施工

～ 日本最大のRC固定アーチ橋 ～

Construction of the TENSHO Bridge

島津 孝一

Kouichi SHIMAZU

川田建設(株)九州支店工務課課長

古賀 尚幸

Naoyuki KOGA

川田建設(株)九州支店工務課係長

森脇 健次

Kenji MORIWAKI

川田建設(株)九州支店工務課

天翔大橋は、一級河川である五ヶ瀬川を跨ぐアーチ支間260m、ライズ比  $f = 1/8$ のRC固定アーチ橋である。架設方法として、トラス・メラン併用工法を採用した。論文では、本橋の特色であるアーチアバット、アーチリブの施工、メラン材の施工、ボックスティの施工、支保工材一括横取り装置の開発、情報化施工について述べる。

キーワード：RC固定アーチ橋，トラス・メラン併用工法

## 1. はじめに

拡大する貿易不均衡の是正やそれに伴う保護主義を抑制するため1993年12月15日にガット・ウルグアイ・ラウンドが制定された。その中の農業合意により、わが国も農産物の自由化を余儀なくされた。

したがって、政府はウルグアイ・ラウンド農業合意関連対策事業費を設け、農産物等の円滑な輸送を保障するための農業基盤整備を進めることとした。本橋は同事業の推進に伴い、宮崎県北部の中山間地域を結ぶ広域営農団地整備計画の一環として整備されたわが国でも最大級のRC固定アーチ橋である。

しかしながら、本橋が建設されることによって得られる利便性は農産物の円滑な輸送だけに止まらず、地域住民の活発な往来による生活・文化圏の共有や災害時の安全な通行網の確保等が期待される。

## 2. 工事概要

工事名：県営ふるさと農道緊急整備事業松の木地区

高松大橋( 仮称 ) 工事

場 所：宮崎県西臼杵郡日之影町

工 期：平成 8 年3月14日～平成12年 7 月 5 日

形 式：鉄筋コンクリート固定アーチ橋

橋 長：463.2 m



写真1 全景

支 間：260.0 m ( アーチ支間 )

2@19.0 + 18 + 9@19.0 + 82 + 8@19.0 ( 上床版 )

幅 員：6.25 m ( 車道 ) + 1.50 m ( 歩道 )

荷 重：A活荷重

工 法：トラス・メラン併用工法

施 主：宮崎県西臼杵支庁農政水産課

## 3. 工事の特徴

本橋工事における主な特徴として、以下の項目があげられる。

天翔大橋は、アーチスパンが260m、五ヶ瀬川水面から橋面までの高さが143mあり、コンクリート橋と

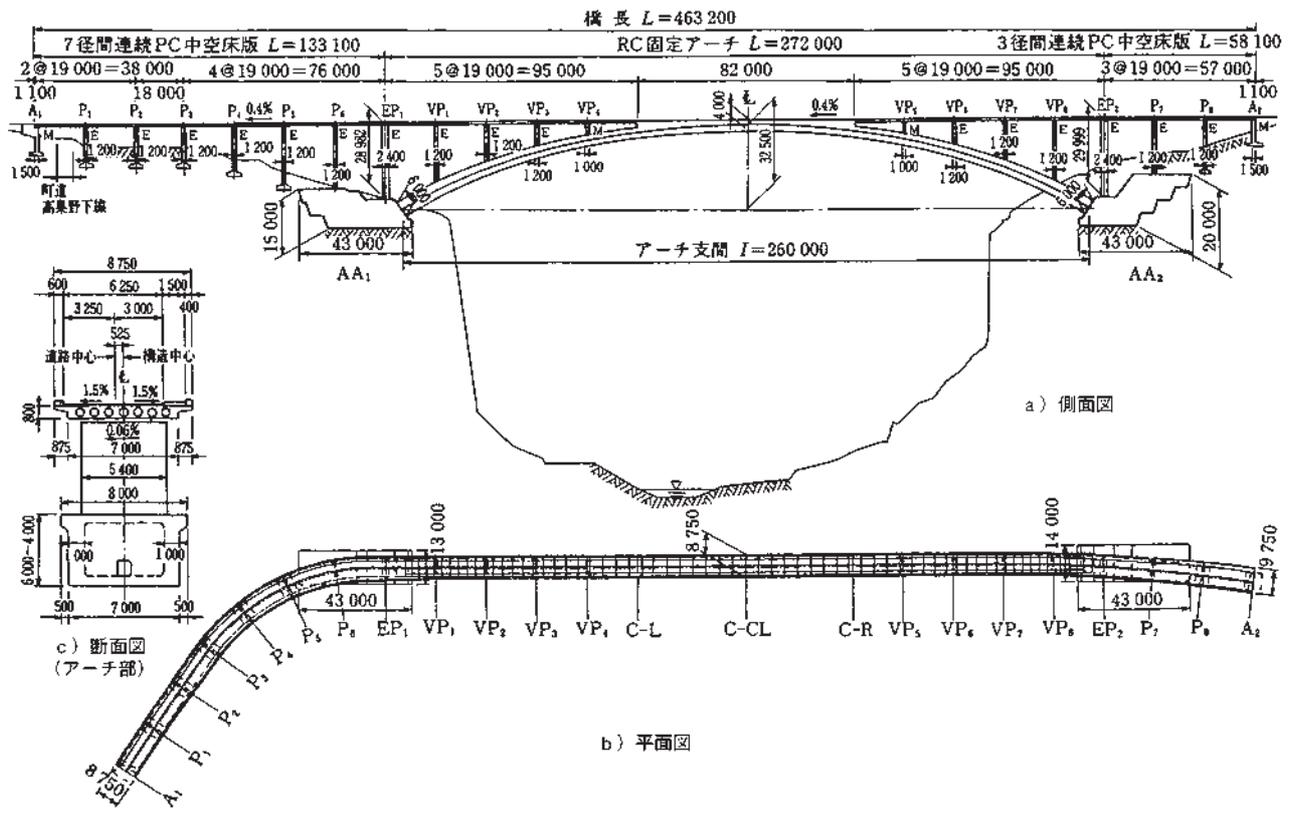


図1 全体一般図

表1 主要材料表

種別	使用箇所	仕様	単位	数量
コンクリート	アーチリブ・バックステイ	ck = 40N/mm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	6 093
	上床版	ck = 36N/mm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	1 888
	アーチアバット・エンドポスト・鉛直材	ck = 24N/mm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	14 511
鉄筋	アーチリブ・上床版・アーチアバット他	SD295	t	2 050
P C 鋼材	アーチリブ内PC鋼棒	1B32B2( SBPR930/1180 )	t	124
	アーチリブ外ケーブル	12S15.2( SBPR7B )	t	13
	バックステイケーブル	12S15.2( SBPR7B )	t	70
	斜吊材	7S15.2( SBPR7B )	t	60
	上床版主ケーブル	7S15.2( SBPR7B )	t	54
	床版後打ち部横締めケーブル	1S19.3( SBPR19 )	t	1
鉄骨	メラン鋼材	SS400 ~ SM570	t	393
	水平鋼材( エンドポスト柱頭部定着鋼材含む )	SS400 ~ SM490YB	t	519
	鉛直鋼材	SS400 ~ SM490YB	t	128

しては共に日本一の橋である。

アーチスパン/ライズ比が1/8と偏平であることに加えて、アーチスパンが大きいので、トラス・メラン工法が採用された(図2 施工手順図参照)。

耐震性能および車両の走行性向上を目的として、全橋梁区間(463.2m)に伸縮継手装置を設けないノージョイント化を図った。

アーチ区間の片張出し長が大きいので、施工中の温

度等によるたわみが大きくなり、迅速な測量とその解析が要求された。本工事では、トータルステーション(自動計測装置)を設置し、事務所とオンライン化することによって、瞬時に計測解析ができるように対応した。

前述の自動計測解析システムの採用により、施工中のたわみ管理精度が向上したため、張出架設時の転倒モーメント抵抗用グラウトアンカーを再検討した結果、廃止することとした。なお、これはJVによる施工VE提案が採用されたものである。

#### 4. 施工手順

施工手順を図2に基づいて説明する。

アーチアバット部の掘削完了後、アーチアバット躯体を構築した。

アーチアバット上にエンドポストを建ち上げバックステイを施工し、緊張力を導入して一体化した。併行して、アーチリングの起点となるスプリング部を場所打ち施工した。また、荷役設備として、ケーブルクレーン(15t吊り×2条)を設置した。

完成したスプリング上にトラベラー(移動作業車)を組み立て、1ブロック長3m~5mの張出し施工を行った。前方への転倒に対しては、鉛直材、水平材、斜吊材でトラスフレームを形成し、バックステイを介してアーチアバット自重から反力を取って抵抗させた。

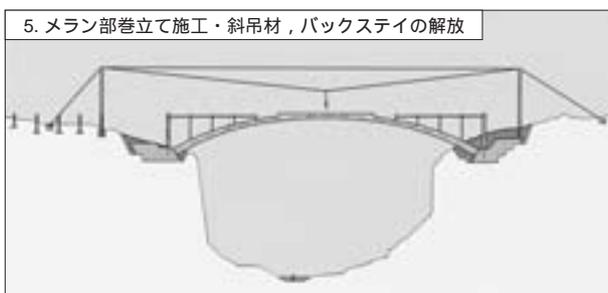
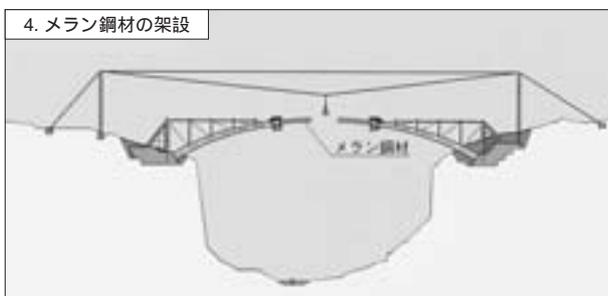


図2 施工手順図

両アーチアバットからアーチリングの約1/3の区間張出し施工を行った後、経済性と早期閉合による安定化を図るため、メラン材によるアーチ閉合を行った。次に、メラン部分をコンクリートで巻き立て、アーチリブを完成させた。

トラベラーを解体し、斜吊材、水平材、バックステイの解放を順次行った。

側径間下部工の施工と鉛直材のコンクリート巻き立てを行い、その上に補鋼桁（橋体）を場所打ち施工した。最後に、ケーブルクレーンの解体、橋面工の施工を行って、アーチ橋を完成させた。

## 5. 施工概要

次に本橋施工における概要について、施工上特徴のある部分を中心に報告する。

### (1) アーチアバットの施工

#### a) アーチアバットのコンクリート打ち継ぎ目処理

本橋は、シーズンには鮎が遡上してくる清流五ヶ瀬川に架橋するため、工事に伴う河川の汚染には特に注意が必要であった。

アーチアバットのコンクリート打設総量は、1基当たり約6 000 m<sup>3</sup>あり、これを20リフトに分割して施工する。

このため、打ち継ぎ面積は1回当たり300～400m<sup>2</sup>程度、総面積は6 250 m<sup>2</sup>になった。したがって、従来の遅延材を使ったレイタンス処理では、洗浄による大量の汚濁水が発生するため、河川の汚染が懸念された。

そこで、コンクリート打設直後に特殊合成樹脂（トライテックスCB-20）を散布してレイタンスの発生を抑え、表層部を高強度のポリマーコンクリートとする方法を採用した。本打ち継ぎ処理方法の実績は全国的にも例が少なく、九州においては皆無であったことから、使用に先立って以下の4種類の付着強度確認試験を行った。

打ち継ぎ面にトライテックスCB-20 0.3kg/m<sup>2</sup>を散布したもの（採用方法）

打ち継ぎ表面をハイウォッシャーにてレイタンス除



写真2 トライテックス散布状況

表2 試験結果

付着強度 (N/mm <sup>2</sup> )				
	1	2	3	平均
	1.06	1.06	1.12	1.08
	0.53	0.69	1.12	0.78
	0.75	0.81	0.62	0.73
	1.02	1.19	1.15	1.12

去したもの(従来方法)

打ち継ぎ面未処理のもの

打ち継ぎを設けず一体化したもの

結果としては、一体化コンクリート( )には及ばないまでも通常のレイタンス処理( )より付着強度は大きくなった(表2参照)。

実施工においては、トライテックスの使用により汚濁水の発生を抑えられたことに加えて、打ち継ぎ目処理の省力化を図ることができた。

## (2) アーチリブの施工

### a) 可変式トラベラーの採用

アーチリブは、トラベラー(片持ち架設用移動作業車)で1ブロックずつ張り出し施工する。ブロック長は3.0mから5.0mまで変化し、その勾配は30°から0°まで漸次変化するため、トラベラーの構造はこれらの変化に対応できる構造とした(図3参照)。

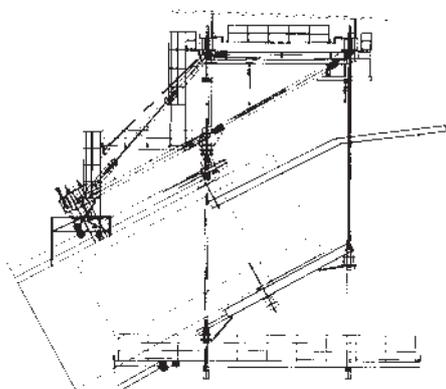


図3 新型トラベラー



写真3 前方支点用支持脊

また、前方支点部では、従来のコンクリート製台座に代えて転用可能な鋼製台座をピンによってリブ躯体に固定する方法を採用した。本方法により、リブ上面仕上げ精度の向上、コンクリート殻等の廃棄物の発生を抑えることができた。

### b) 電動締付けFABジャッキの開発

アーチリブ張出し施工時のPC鋼棒(φ32mm)の定着工法として、FAB工法を採用した。上床版(厚さ500~700mm)にはPC鋼棒と主鉄筋(D32mm)が125mmピッチで2段配置されているため、従来の手動ラチェットレンチで定着ナットを締め付ける作業が困難であった。

そのため、緊張スペースを小さくでき、定着ナット締付け作業の省力化が図られる電動締付けFABジャッキを開発した。また、伸び量の測定値をデジタル表示化し、施工管理の機械化を図った。

本ジャッキを使用することにより、緊張作業時の定着ナット締付け作業が遠隔操作できるようになり安全性も向上した。



写真4 電動FABジャッキ

## (3) バックステイの施工

### a) バックステイのだるま落とし解体

バックステイは、アーチ閉合までは片持ち張り出し荷重をアーチアバットに伝える命綱の役割を果たす。今回は、施工中の最大転倒モーメント発生時に必要となる張力(14000t)をあらかじめバックステイに導入する方法を採用した。したがって、躯体断面は、2.2m×5.8mとなり、コンクリートボリュームは、片側当たり約300m<sup>3</sup>となった。

バックステイはアーチ閉合後には不要となるため、解体撤去しなければならず、上方からの手研りによる解体作業では相当の手間を要すると予想された。

そこで、地上で躯体の根本を大型ブレーカーにより解体しては上部を順次降ろしていくだるま落としの方法を採った。

手順としては、エンドポストと繋がっている上端を研



写真5 バックステイの解体

って縁を切り、本体をPCネジコン（ $\phi 32\text{mm}$ ）を挿入して8台のセンターホールジャッキ（120t）で吊り下げた。次に、根本を大型ブレイカーで1ブロック（6m）ずつ斫り、順次次のブロックをジャッキで吊り降ろして斫る作業を繰り返して解体を完了した。

#### （4）補剛桁の施工

##### a) 支保工材一括横取り装置の開発

本橋の補剛桁の施工には、支柱式とブラケット式から成る梁式支保工を採用した。この工法の難点としては、支保工の組立時に比べ、解体時は、完成した躯体直下での作業となるため、クレーン等で直接解体部材を吊り上げることができなくなる。

したがって、人力では扱えないH鋼材等はクレーンやウィンチ等を使って躯体の外側まで引き出して吊り出す方法がもっぱら用いられてきた。

しかし、この方法では、H鋼材等の吊り位置（重心点）を確保することが難しく、部材の地切り時のゆれや、吊りワイヤへの衝撃などが懸念された。また、アーチリブ上に組んだ梁式支保工を解体する場合には、地上からの高さが100m以上の高所での解体となり、強風等の自然的条件も加味された場合、作業が困難であると判断された。

そこで、枕梁以上の支保工材を一括して横取りできる装置（図4）を開発して、高所での解体作業の安全性を

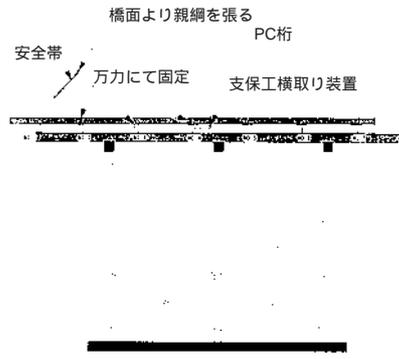


図5 主梁・横梁一括撤去

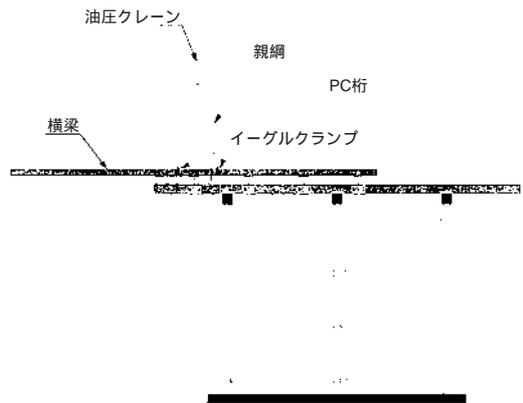


図6 横梁撤去

確保した。図5および図6に支保工解体の概要図を示す。

##### b) メラン材施工

本橋のメラン材の施工は、初めに張出し施工が完了したアーチリブ先端とメラン材基準ブロックをPC鋼棒（ $\phi 32\text{mm}$ ，64本）で剛結した後、標準ブロックを1ブロックずつ順次接合した。

メラン材は全長78.514mあり、基準ブロック3.007m $\times$ 2BL，標準ブロック5m $\times$ 14BL，閉合ブロック2.5m，最大重量：30t/ブロックで構成されている。構造形式としては斜材が引張り材となるプラットラス構造（閉合ブロックはフルウェブタイプ）とし、V形の対傾構を配置

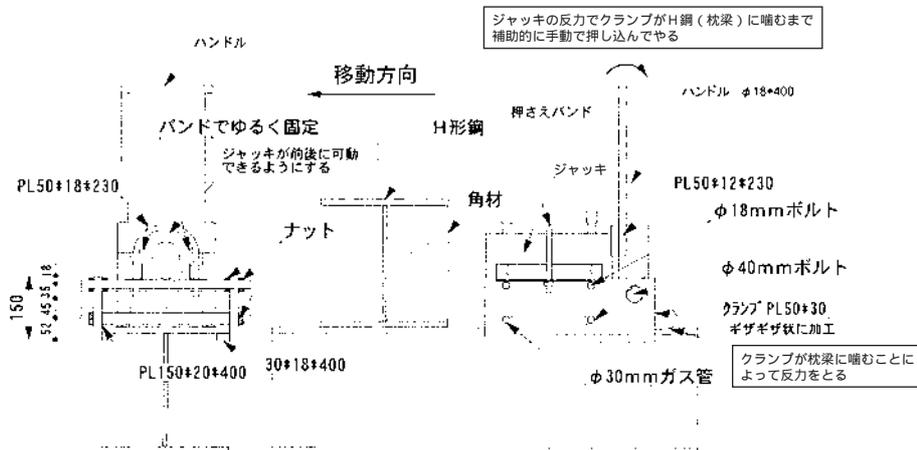


図4 支保工横取り装置



写真6 メラン鋼材の閉合

した。

架設工程は、架設当日、工場より入荷した1ブロック分の部材を地組みし、翌日に架設を完了するサイクルとした。また、ボルト孔径にはボルト径24mmに対してオーバーサイズの28.5mmを用いて地組形状の微調整を可能にし、測量用ターゲットを併用して組立精度の向上を図った。

閉合については、まず、第5ブロック架設後に未架設間の測量を行い、閉合ブロック（両端を15mmずつ切断可能）の切断長を決定した。次に、7ブロックまで順次架設し、切断加工していた閉合ブロックで仮閉合を行い、添接板の孔あけ寸法を決定して工場加工した。その添接板の製作が完了次第現場へ搬入し、本閉合を行った。

なお、閉合時間帯は温度変化の影響を受けにくい早朝とした。閉合誤差は平面方向に15mm、鉛直方向に20mmと許容誤差内であった。

#### (5) その他

##### a) 情報化施工

施工管理の最も重要な項目として、アーチリブのたわみ、および形状管理がある。長大アーチ橋の高さ管理は、測点が鉛直方向に大きく点在するため、レベル測量が困難である。

また、片持ち工法特有の自重や温度変化等によるターゲットの3次元方向の変動があるため、短時間に測量を行わないと正確なデータが得られない。

したがって、本橋では自動追尾型トータルステーションを用いた測量システムを新規に開発し導入した(図7)。

本システムの特徴は、光波距離計と連動しているパソコンに各測点の座標をインプットしておけば、日々変動している測点を定時的、自動的に探しだすことができる

こと、そして、その最新の情報（座標データ）をオンライン化された事務所のパソコンに自動的に伝達できることである。

もちろん、任意に知りたい測点にプリズムを設置することによって、その座標データも計測できる。

## 6. おわりに

本橋は、鉄筋コンクリートアーチ橋として国内最大級のアーチスパンを有することもさりながら、歩道照明の電源として、強風地帯という自然環境を利用した風力発電を行っている。高さ100mにも及ぶ柱状節理から成る雄大で荘厳な渓谷上に浮かぶ白亜の巨大アーチ橋と、橋上に回る風車は、単なる自然エネルギーの利用というだけでなく、山間地域の観光資源としても一役を期待されている。

一昨年の公募により21世紀への飛躍に願いを込めた「天翔大橋」と命名されたが、今後はこの名前で長く地域住民に親しまれていくことと思う。

本橋は1996年11月に着手して以来、3年8カ月、延べ労働時間33万時間を費やしたが、無事故無災害にて完成することができた。そのうえ、図らずも宮崎労働局から優良賞をいただいたことは慎に光栄である。

最後に、本工事の施工にあたり多大なるご協力とご指導をいただいた橋梁検討委員会や西臼杵支庁農政水産課の方々ならびに関係各位に厚くお礼を申し上げる。

#### 参考文献

- 1) 向野・稲森・岡田・大澤：高松大橋（仮称）の計画と設計，第8回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集，1998年10月，pp.481～486。
- 2) 松井・和田・赤峰・向野：トラス・メラン工法によるアーチ橋の計画と設計，プレストレストコンクリート，Vol.40，No.4，1998年11月，pp.22～28。
- 3) 松井・和田・赤峰・向野・岡田：高松大橋（仮称）の設計と施工，橋梁と基礎，Vol.33，No.1，1999年1月，pp.7～14。
- 4) 向野・大熊・綿村・水澤：長大コンクリートアーチ橋における測量，測量，Vol.49，No.5，1999年5月，pp.25～29。
- 5) 松井・原・上村・清野：天翔大橋の施工，コンクリート工学，Vol.38，No.7，2000年7月，pp.52～58。

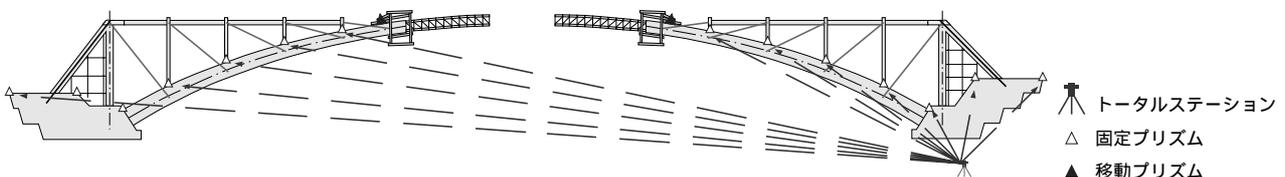


図7 トータルステーション