

平成14年度技術発表会

論文集

平成15年2月14日

社団法人土木学会西部支部

躍動感あふれるコンクリートアーチ橋の設計と施工管理

株式会社 建設技術センター 武末博伸

1. はじめに

朧大橋は、“蛸と石橋の里”として親しまれている福岡県南部の八女郡上陽町に位置し、近隣都市である久留米市までの時間短縮を図ることを目的としたバイパス道路改良の中で建設した「鉄筋コンクリート固定アーチ橋」である。

当社は、上陽町役場並びに福岡県八女土木事務所から、本バイパスのルート選定業務（平成 6 年度・上陽町役場）、橋梁構造選定業務（平成 7 年度・上陽町役場）、橋梁詳細設計業務（平成 8 年度・福岡県八女土木事務所）、さらに、本建設工事の施工管理業務（平成 9 年度～平成 13 年度・福岡県八女土木事務所）という本橋に係わる一連の業務委託を受け行ったものである。

業務遂行においては、地域密着型を目指し、町の歴史、風土等を把握するため、祭やイベント並びにシンポジウム等への参加を積極的に行ってきた。その結果、後に詳述する「景観とコスト縮減・環境配慮の両立」が叶ったものと考えられる。

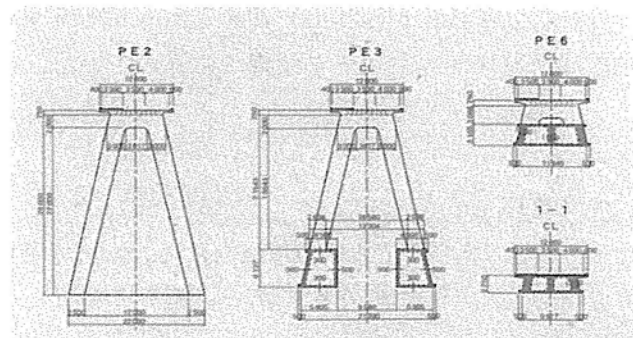
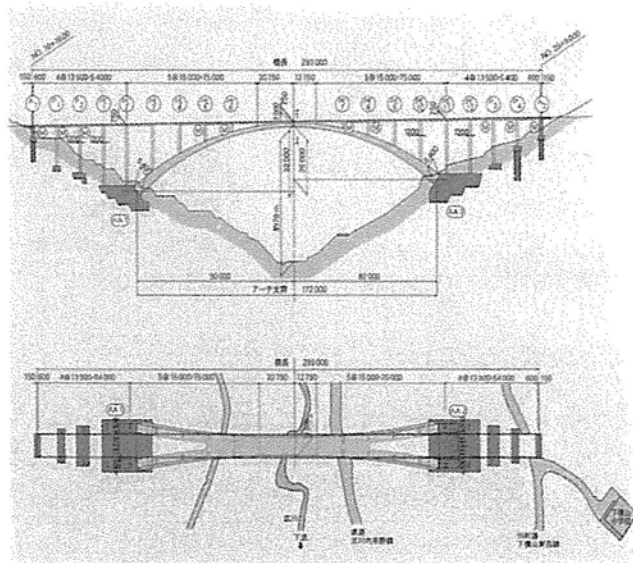
2. 構造デザインと施工管理の概要

橋種の選定から主要部材形状決定までは、「朧大橋検討委員会（篠原修東京大学教授他 15 名）」により、模型、CG 等を使用して繰り返し検討した。

検討テーマとして“躍動感＝立体感”を掲げ、図—1のようにアーチリブのスプリング部は平面的に拡幅、さらに二股に分岐、それに伴い鉛直材はπ字形にしている。

架設工法は、「メラン併用斜吊り張り出し工法」とし、コスト縮減と環境面に配慮するために次のことを盛り込んだ。

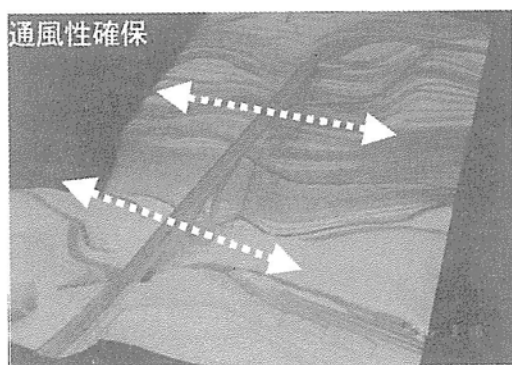
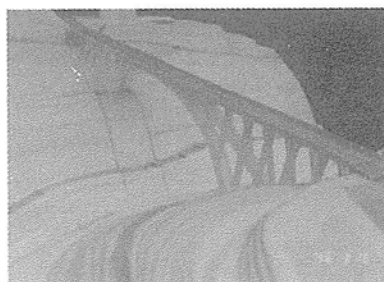
- ・アーチリブ分岐部施工に必要となる支保工材は、クラウン部に使用するメラン材を先行使用。
- ・斜吊り材の PC 鋼材は、アーチリブ併合後解体して補剛桁に使用。
- ・バックステイは一般的に行われている PC 構造ではなく情報化施工を行うことにより PC 鋼材のみで対応。



図—1 橋梁一般図

表—1 デザインテーマ

<p>過疎活性化を促すように、秘境奥八女観光地の玄関口として、さらに石橋の里上陽の歴史の一頁として永年に耐えるデザイン</p>
<p>“躍動感＝立体感”</p>



写真—1 ホワイト模型



アーチリブ：拡幅なし
鉛直材：壁式

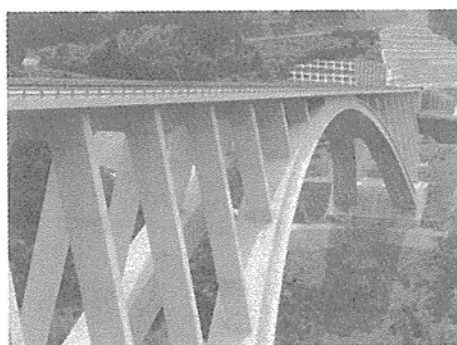
写真—2 一般的な事例

3. 構造デザイン

(1) デザインテーマ

福岡県南部の上陽町、星野村、黒木町、矢部村の4町村は、“秘境・奥八女観光地”として静かなブームをよんでおり、臙大橋はその玄関口にあたる。それらの町村は過疎化が進み、活性化の起爆剤が欲しい。

以上の地域情勢等を基本に、表—1に示すようなデザインテーマを決定した。



アーチリブ：拡幅分岐
鉛直材：π字形

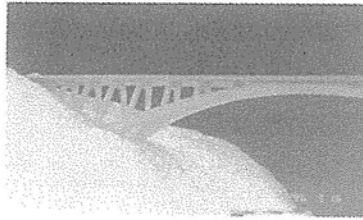
写真—3 臙大橋

(2) 通風性、視界の確保

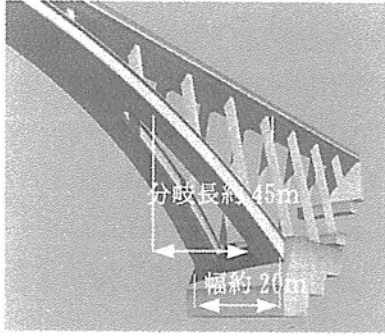
建設地は、上陽茶の栽培が盛んで、常に高価な商品を搬出している。茶の品質は通風状況に大きく影響をおよぼすことや、谷間の開放感を維持することを前提に、ホワイト模型により検討した（写真—1参照）。ホワイト模型は、谷間の状況が把握できるように作成し、周辺地形とのボリューム、バランス、また、現地通風状況を重ね合わせ、あらゆる通風角度においても対応できるように、極力桁下空間を確保するように努めた。

橋軸方向からの視界は、通常の壁式鉛直材の場合妨げられ、確保できないが、本橋はアーチリブが分岐していることや鉛直材をπ字形にしていることから、あらゆる角度から見ても視界が広がる（写真—2 および 写真—3 参照）。ファイバースコープにより実際の人間の目にあわせ、あらゆる角度から検討した結果を図—2、図—3 および写真—4 に示す。

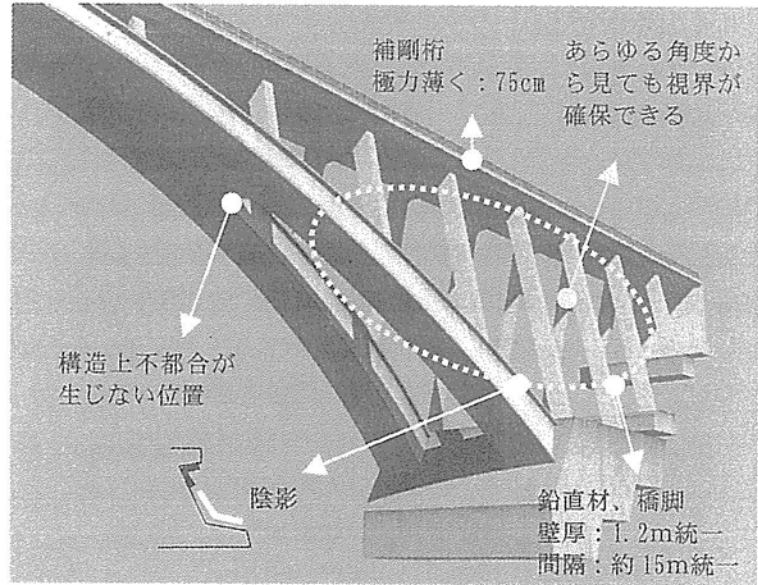
完成した臙大橋は写真—5に示す通りである。



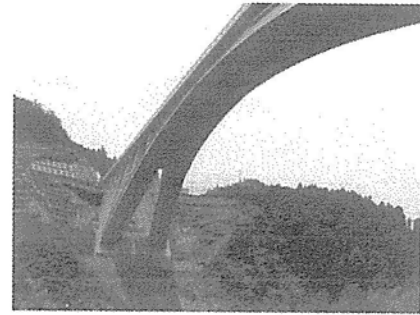
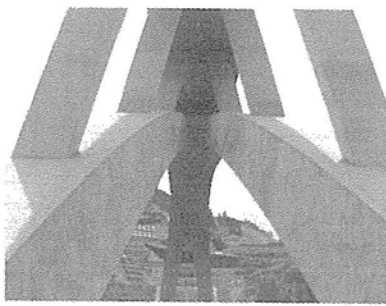
写真—4 ホワイト模型



図—2 基本寸法



図—3 検討結果



写真—5 完成した朧大橋

(3) 構造特性

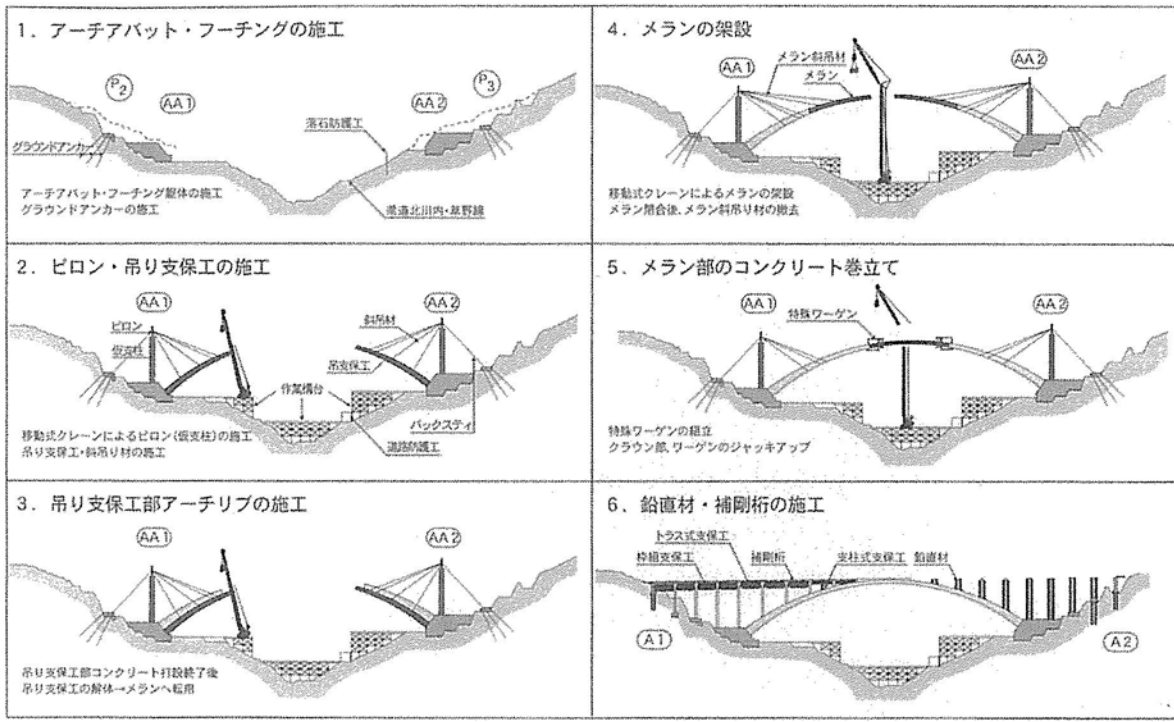
完成形の耐震設計は、限定した損傷にとどめることを目的に「時刻歴非線形動的解析」を実施した。その結果、アーチリブに優れたねじり剛性が確認された。

現時点では、弾性域におけるねじり挙動は明らかにされているとは言い難く、大地震時において、線形理論によるねじりモーメントの算出を行った場合、過大な補強量が必要になるものと考えられている。

日本道路協会・道路橋耐震設計に関する資料「RC アーチ橋」では、弾塑性時のねじり挙動は十分に明らかではないと断りながら、ねじり剛性を 1/10 にする算出方法を採用し、D19 程度の必要鉄筋量を算出している。

本橋では、二股構造という優れたねじり剛性のために、ねじり剛性を全断面有効と仮定した応答解析によっても、道路橋示方書で算出される必要鉄筋量をおおむね満足した (D19 から D22 に変更程度)。

4. 施工管理



図—4 架設方法手順

(1) 架設方法の特徴

架設方法の手順は図—4に示す通りであり、コスト縮減、環境への配慮を目的に、計画設計時点から下記の項目を盛り込んだ。

アーチリブ基部の二股分岐部には、斜吊り材を利用した吊り支保工を採用しており、この吊り支保工材として、アーチクラウン部に埋設されるメラン材を先行使用し、約 600 t の廃材発生を抑制した。さらに、斜吊り材およびバックステイは、アーチリブ併合後に撤去し、補剛桁の PC 鋼材として転用した。

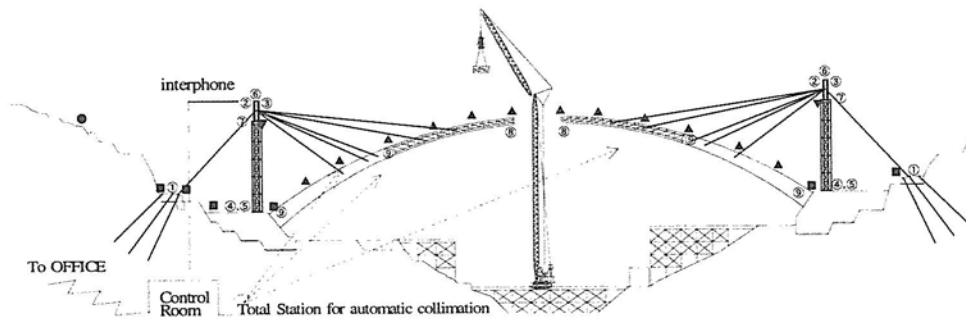
(2) 情報化施工

情報化施工を橋梁計画設計段階から盛り込むことにより、変位の小さい剛な施工から、ある程度の変位を許容する柔な施工方法の選択が可能となった。

これにより完成系では不必要となる架設材の廃材処理の不必要、さらに軽量化（高強度化）を積極的に図ることが可能となり、これが揚重設備軽減などの工費の縮減、解体撤去の容易さなどからの工程短縮にも大きく貢献できた。その代表例として、あとで述べるバックステイのコンクリート巻き立ての省略がある。

計測システムの概要を図—5 および 表—2 に示す。写真—6 の全自動で変位を計測出来る自動視準トータルステーションを中心とした本橋の計測システムは、施工全期を通してほぼ 24 時間のデータを収集、分析し、それを上げ越管理や斜材の緊張管理といった品質管理に直ちにフィールドバックする事に主眼をおいたものである。

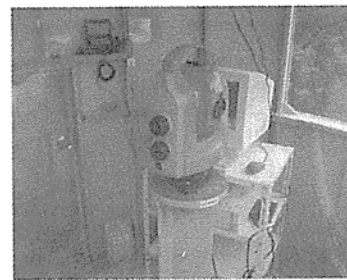
斜吊り材およびバックステイには、 $\Phi=32\text{mm}$ の PC 鋼棒 (SBPR930/1180) を使用し、許容荷重は温度変化等の変動荷重を除いて $0.5 P_u$ とし、補剛桁への転用に対する品質低下に配慮した。



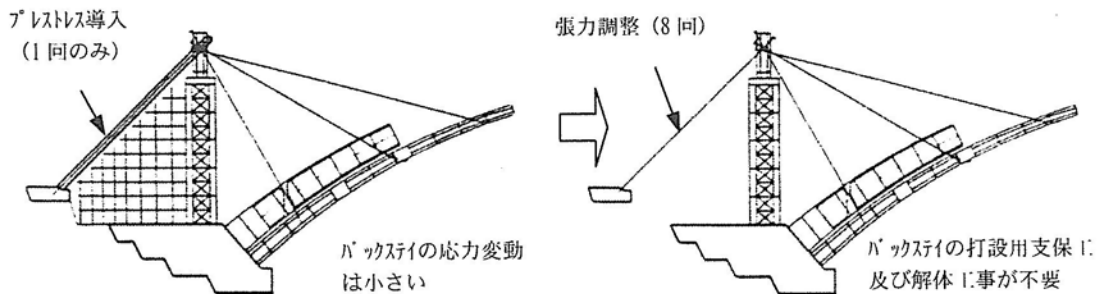
図—5 計測システム配置²⁾

表—2 計測器具一覧²⁾

	着目部材	計測項目	計測機器	台数
架設部材	グラウンドアンカー	張力	① 2 MN ロードセル	4
	斜吊り材	張力 温度	② 1 MN ロードセル 熱電対	24
	ボックスティ エンドポスト	張力	③ 1 MN ロードセル	20
(ピロン)	鋼製ベント支柱	変位	▽自動視準光波	4
		基部応力	④溶接型 Strain ゲージ	20
	基部アンカー	⑤ 500 kN ロードセル	6	
	傾斜	⑥傾斜計	2	
	基部応力	⑦溶接型 Strain ゲージ	36	
メラン	応力度 変位	⑧溶接型 Strain ゲージ	24	
		▲自動視準光波	6	
本設部材	アーチリブ	⑨有効応力計	12	
		⑩鉄筋計	12	
	変位	▲自動視準光波	6	
基礎	アーチバット等	変位	■自動視準光波	4
地山	地滑り	変位	●自動視準光波	5



写真—6 自動視準トータルステーション¹⁾



図—6 ボックスティ構造比較²⁾

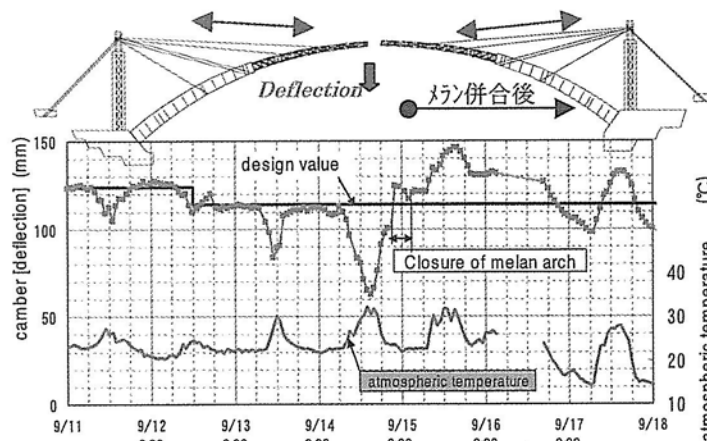
ボックスティは、従来エンドポストの変動が小さく施工管理が容易となる PC 構造（コンクリート巻き立て構造）が採用されているが、完成系では不必要な部材であるため、困難となる解体作業や産業廃棄物処理が必要となる。本橋では、解体が容易な PC 鋼棒のみのボックスティを採用していることにより、コンクリート巻き立てを省略することによって生じる煩雑さを、情報化施工の活用により回避できた（図—6 参照）。

ボックスティは、メラン併合直前の最大張力（約 310kN）に対して 88 本設置するが、最初全ての鋼棒を配置すると、施工初期（張出しが小さい場合）では、1 本当たりの張力が小さくサグが生じ施工が困難と考え、最低張力を設定し施工段階に応じて段階的に PC 鋼棒を追加した。

5. 成果の確認

(1) 施工

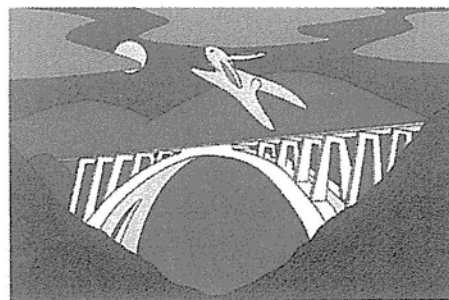
メラン併合前後における上げ越量と温度の関係を図—7 に示す。アーチリブの上げ越は、温度により大きく上下変動を繰り返すため、メラン最終ブロックの架設は、温度の変化が小さく、かつ計画高に極力近づく日時を選び高精度で行うことが出来たのも情報化施工の一つの成果である。



図—7 メラン併合前後における上げ越量と温度の関係（メラン先端）⁸⁾

(2) 構造デザイン

明治から大正にかけ、1世紀前の架橋技術の粋を集めて築かれた石造りアーチ橋の里に、現代の最先端の情報化施工とコンクリート技術を駆使した“躍動感あふれる長大コンクリートアーチ橋”が都市との交流の場として、そして新たなランドマークとして完成した。地域の人々は“朧”という地名や、橋名から図—8 に示すような「おぼろ月夜にウサギが跳ねる」イメージを創造し、石橋の子孫として、新たな観光のシンボルとしてのまちづくりに余念がなく、その活動を見てみると、朧大橋が確実に過疎活性化のトリガー（ひきがね）となり、永年にわたって可愛がられるものと確信した。



図—8 人々が想像したイメージ

6. おわりに

広義な意味でのデザインとは、単なるイメージの創出にとどまらず、建設する時代の社会情勢等を十分踏まえて総合的に行うことであり、その中で、朧大橋は「景観とコスト縮減・環境配慮の両立」に対して大きく寄与したものと考える。

最後に、朧大橋の計画・設計から施工管理までの一連の業務を行う機会を与えていただいた上陽町役場並びに福岡県八女土木事務所の方々、細部にわたり指導を賜った篠原修東京大学教授他検討委員の方々、設計の意図を十分組み入れ立派に完成された住友建設（株）・（株）富士ピー・エス共同企業体の方々、そして本建設工事に多大な理解と協力を頂いた地域の住民の方に、深く感謝の意を表す次第であります。

参考文献

- 1) 本村庄治, 武末博伸, 寺山守, 柴田雅俊: 朧大橋の設計と施工, コンクリート工学, Vol.38, No.7, pp46-50, 2000.7.
- 2) 本村庄治, 寺山守, 柴田雅俊, 玉置一清: 朧大橋における情報化施工. PC 技術協会, 第 10 回シンポジウム論文集, pp645-650, 2000.10.
- 3) 荻島清隆, 寺山守, 柴田雅俊, 玉置一清: 二股分岐アーチ橋を有する朧大橋の施工. PC 技術協会, 第 11 回シンポジウム論文集, pp825-830, 2001.10.
- 4) 谷口正弘, 橋原精治, 武末博伸, 寺山守, 玉置一清: 土木界タージュ, 過疎地に情報化施工. 橋梁&都市, PROJECT, p4-11, 2001.2.
- 5) 武末博伸: 躍動感あふれるコンクリートアーチ橋. Consultant, pp44-47, 2002.4.
- 6) プロジェクトだより. 日経コンストラクション, pp17, 2002.4.
- 7) 土木の風景. 日経コンストラクション, pp90-94, 2002.7.
- 8) S Motomura, H Takematsu, M. terayama, M. Shibata, K. tamaki: Design and construction of the Oboro concrete arch bridge. Fib congress 2002, pp97-98, 2002. 10.
- 9) 江崎秀博, 武末博伸, 寺山守, 柴田雅俊, 玉置一清: メラン併用工法におけるアーチリブ形状管理. フレストレストコンクリート, Vol.44, No.5, pp31-38, 2002.10.