

# コンクリート工学



CONCRETE JOURNAL



# おぼろ 隴大橋の設計と施工

本村庄治\*1・武末博伸\*2・寺山 守\*3・柴田雅俊\*4

## 1. はじめに

隴大橋は、『ホテルと石橋の里』として親しまれている福岡県南部の八女郡上陽町の北の玄関口に位置し、近隣都市である久留米市までの時間短縮を図るため、一級町道下横山東西線の改良計画の中で整備されている RC 固定アーチ橋である。

## 2. 計画設計概要

### 2.1 橋りょう概要

アーチリブは、クラウン部からスプリング部にかけて平面的に曲線で拡幅し、さらにスプリングまでの 45 m の区間は二股に分岐した特徴がある構造形式を有している。

架橋地点の地形は広川溪谷と称する V 字谷で、河床から橋面までの高さは約 70 m である。

完成予想図を図-1 に、構造一般図を図-2 に、主要数量を表-1 に示す。工事概要は下記のとおりである。

路線名：一級町道下横山東西線

施工箇所：福岡県八女郡上陽町大字下横山字隴

橋名：隴大橋

活荷重：B 活荷重

構造形式：RC 固定アーチ

橋長：293.0 m

アーチ支間：172.0 m

有効幅員：車道部 7.5 m 歩道部 3.5 m

架設工法：メラン併用斜吊り張出し工法

### 2.2 地形・地質概要

アーチリブ支持地盤の地質は、三郡変成岩類のうち砂質片岩および緑色片岩が分布しており、岩級区分は風化の小さいところで CM 級である。

### 2.3 橋りょう形式の選定

橋りょう形式の選定にあたって、地形地質条件より一般的な 13 橋種を一次選定し、地域住民等に広くアンケート調査を実施するなどして、下記の 3 橋種に絞った。

①RC 固定アーチ橋 ②PC ラーメン橋 ③鋼アーチ橋

最終選定では、景観に配慮することはもとより、経済性・構造的性・施工性・維持管理等の観点から、「RC 固定アーチ橋」に決定した。なお、最終選定から主要部材形状の決定作業においては、「隴大橋検討委員会（東京大学・篠原 修教授ほか 15 名）」を設置し、模型および CG 等を使用した検討を実施した。特にアーチリブ・鉛直材の形状については、機能面の他に景観面の要望も高いことから、『躍動感』をテーマに検討を重ね、図-2 のようにアーチリブスプリング部は二股に分岐、それに伴い鉛直材は逆 V 字形に決定した。

### 2.4 上部工の設計

#### 2.4.1 設計フロー

本橋の設計フローを図-3.1 に示す。

完成系の設計には、二股に分岐するアーチリブ、逆 V 字形の鉛直材の影響を考慮するため図-4 に示す 3 次元



図-1 完成予想模型

表-1 主要数量

	仕様	数量	仕様箇所
コンクリート	$\sigma_{ck}=40 \text{ N/mm}^2$	5 601 m <sup>3</sup>	アーチリブ、補剛げた
	$\sigma_{ck}=30 \text{ N/mm}^2$	1 395 m <sup>3</sup>	鉛直材
	$\sigma_{ck}=24 \text{ N/mm}^2$	12 242 m <sup>3</sup>	アーチバット
鉄筋	SD 345	1 120 t	アーチ上部工
		485 t	アーチアバット
P C 鋼棒	SBPR 930/1180	51 t	補剛げた
		51 t	アーチリブ
メラン材	SM 400~570	603 t	アーチリブ

\*1 もとむら・しょうじ/福岡県八女土木事務所

\*2 たけまつ・ひろのぶ/橋建設技術センター 技術第一部 部長

\*3 てらやま・まもる/住友・富士ビー・エス共同企業体 隴大橋作業所 所長

\*4 しばた・まさとし/住友・富士ビー・エス共同企業体 隴大橋作業所 工事主任

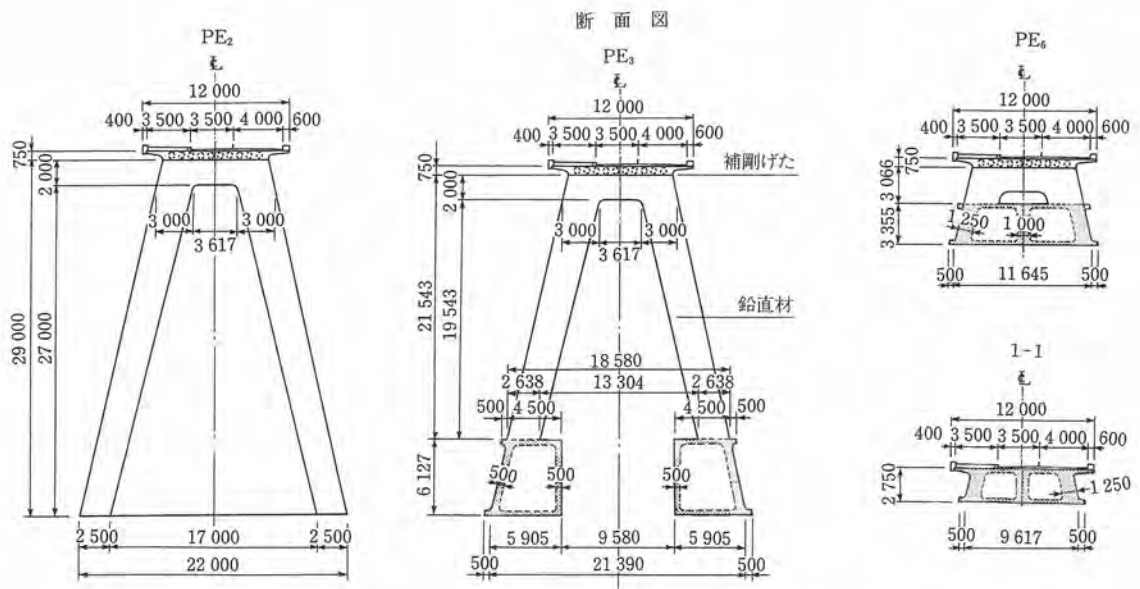
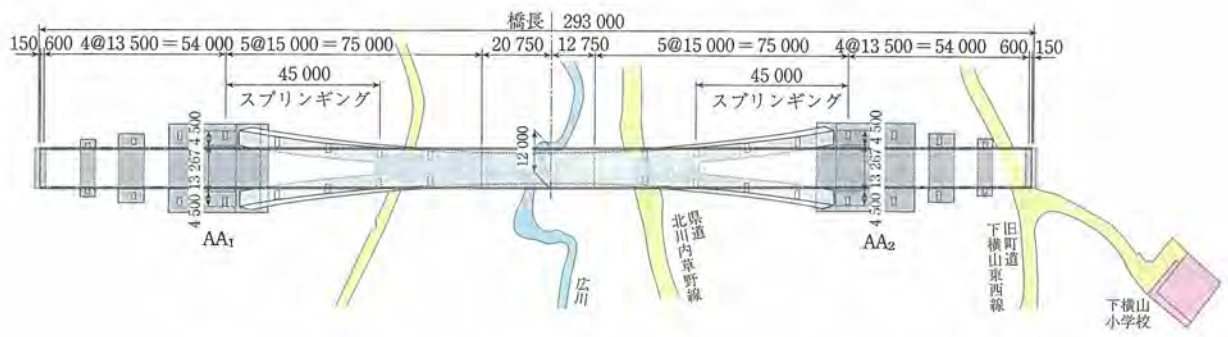
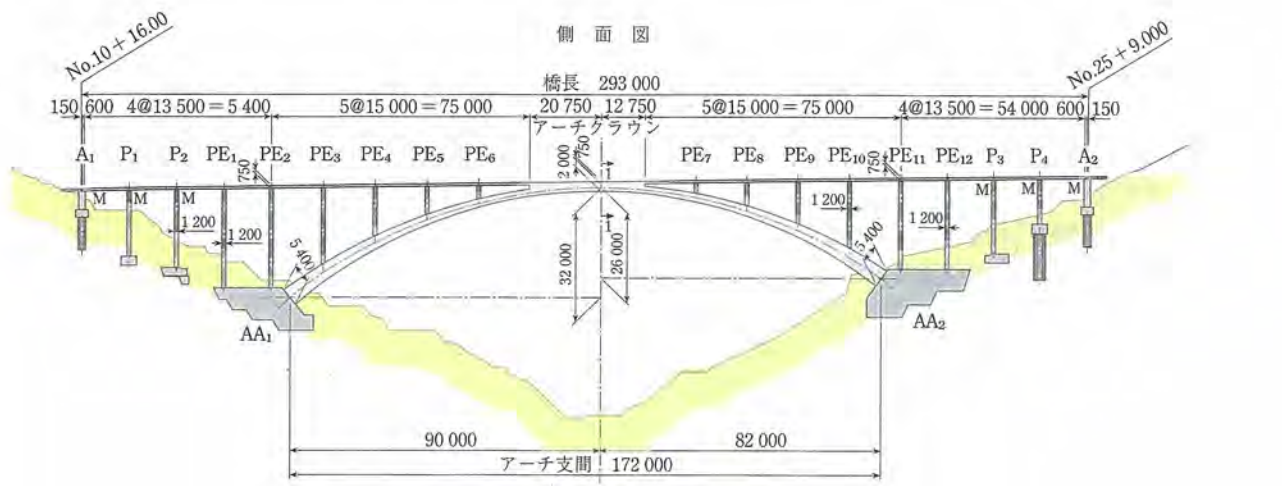


図-2 構造一般図

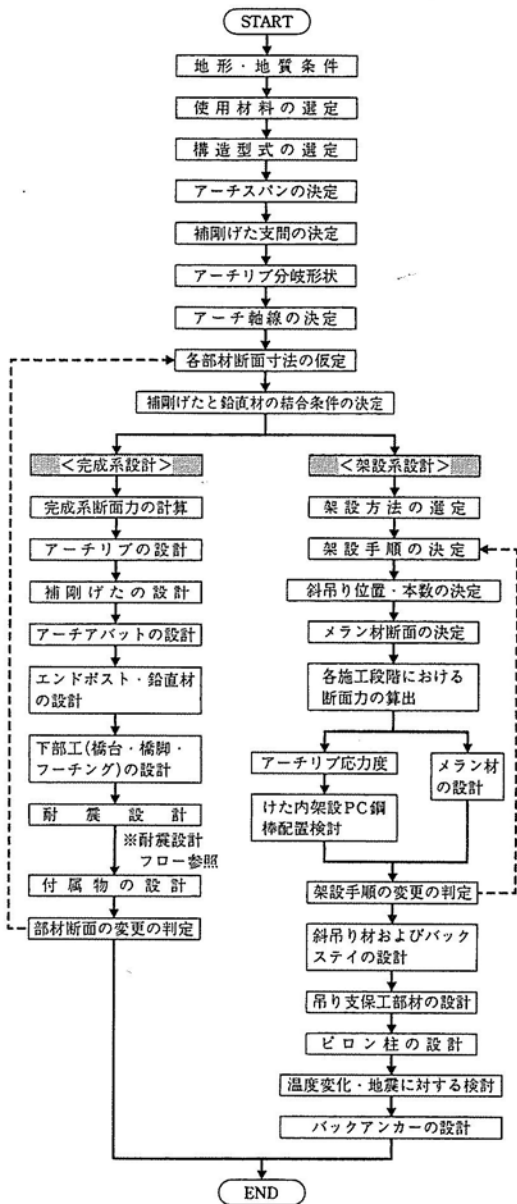


図-3.1 設計フロー

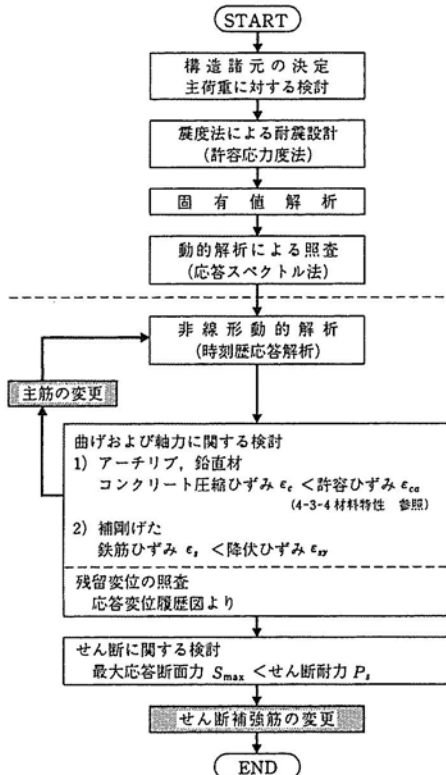


図-3.2 耐震設計フロー

設計荷重  
死荷重, 活荷重, 架設時荷重など  
震度法レベル地震  
供用期間中に発生する確率が高い中規模地震(0.2G程度)

地震時の挙動が複雑な橋に対しては、動的解析に基づいて設計を行う。  
① 振動モードが震度法と異なる  
② 主たる振動モードが2つ以上

保耐法レベル地震  
供用期間中に発生する確率が低い大規模地震(1~2G程度)  
タイプI: プレート型  
タイプII: 直下型

一致命的な被害を防止する。  
1) 複数箇所形成される塑性ヒンジのうち、二つが終局に達するときを終局とする。  
2) PC上部構造は初降伏に達してはならない。

一限定された損傷にとどめる。

一脆性的な被害を防止する。

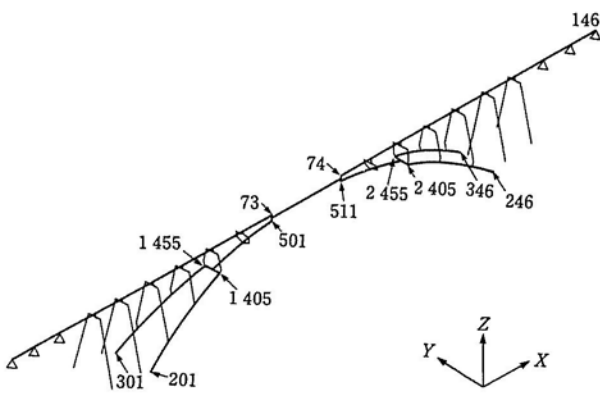


図-4 完成系の解析モデル

骨組モデルを用いている。架設系においては、アーチリブは、ひび割れを許さないPC部材として設計しているが、本橋では、斜吊り材、バックステイおよび後述する

鋼製エンドポスト、吊支保工材の温度変化に特に留意して、アーチリブの応力照査を行っている。

#### 2.4.2 耐震設計

完成系の耐震設計は、橋の重要度が高い「B種の橋」として、供用期間中に発生する確率は低い大きな強度を持つ地震動(1~2G程度)に対して、限定され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。耐震設計フローを図-3.2に示す。

解析は、軸力変動の影響を考慮できる「ファイバーモデル」で行い、曲げに対する検討は、塑性ヒンジ領域(引張鉄筋降伏部材)のコンクリート圧縮縁ひずみが終局ひずみに達していないこと、想定される塑性領域以外の箇所に塑性ヒンジが生じていないことを確認した(図-5参照)。

せん断に対する検討は、部材の最大応答せん断力がせん断耐力以下になるよう設計した。

タイプII 地震時

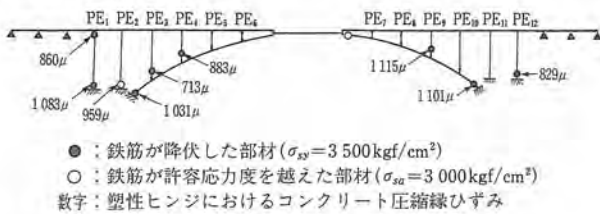


図-5 塑性ヒンジ生成箇所

補剛げについてはPC部材としているために、鉄筋の降伏を認めない部材として設計した。

### 2.5 架設工法の特徴

施工手順を図-6に示す。本橋の施工には、コストの縮減を目的に下記の計画を盛り込んでいる。

- 二股分岐のアーチリブの吊り支保工材として、メラン鋼材を先行使用し鋼材重量を低減する（二股分岐部はワーゲン施工が困難・急峻な地形上吊り支保工が最適）。
- 斜吊り材・バックステーはアーチリブ併合後、補剛げたのPC鋼棒として転用する。
- バックステーは環境面（産業廃棄物の発生抑制）も配慮し、PC構造ではなく、PC鋼棒のみで対応する（情報化施工の必要性大）。

## 3. 施工

### 3.1 ピロン柱の施工

斜吊り工法の場合、通常、本設の鉛直材をエンドポストとして使用し、その上にピロン柱を固定し斜吊り材を

配置するのが一般的である。その場合、エンドポストは他の鉛直材より壁厚を増し架設中に作用する軸力に抵抗させている。本橋の場合、景観設計上逆V字形で壁厚を統一したため、エンドポストのかわりに作業性が良く、汎用性のある大型ベント支柱（仮支柱）を採用し、その上に解体の容易な工場製作の鋼製ピロン柱を採用し組立てた。

### 3.2 吊り支保工の施工

吊り支保工としては、中央部で使用するメラン鋼材（3主構）を分岐したアーチリブ基部に合わせて2主構2列で計画を行った。そのため、中央部の縦断線形に合わせて製作したメラン鋼材を基部の線形に合わせるとともに4主構の一体化により支保工全体の安定を図る目的で、中間部2箇所（片側当たり）に横ばりを配置した。

組立は揚重設備の制約上（隣接して小学校があるためケーブルクレーンが使用不可。移動式クレーンの使用）ブロックではなく単材にて架設を行った。なお、メラン鋼材は吊り支保工としての架設から、メランとしてアーチリブの閉合でコンクリート中に埋設されるまでの約2年間大気中に暴露されるため、錆止め処置を施した。塗料の選定に当たっては、コンクリートに対する付着・安全性を考慮した結果、有機ジンクリッチプライマーを採用することとし、工場にてプラスト処理後塗装を行った。

吊り支保工施工中の状況を写真-1に示す。

### 3.3 斜吊り材およびバックステーの施工

斜吊り材およびバックステーとしては、PC鋼棒（SBPR 930/1180）を使用しているが、PC鋼棒はアーチリブ施工完了後補剛げたに転用使用するため、メラン

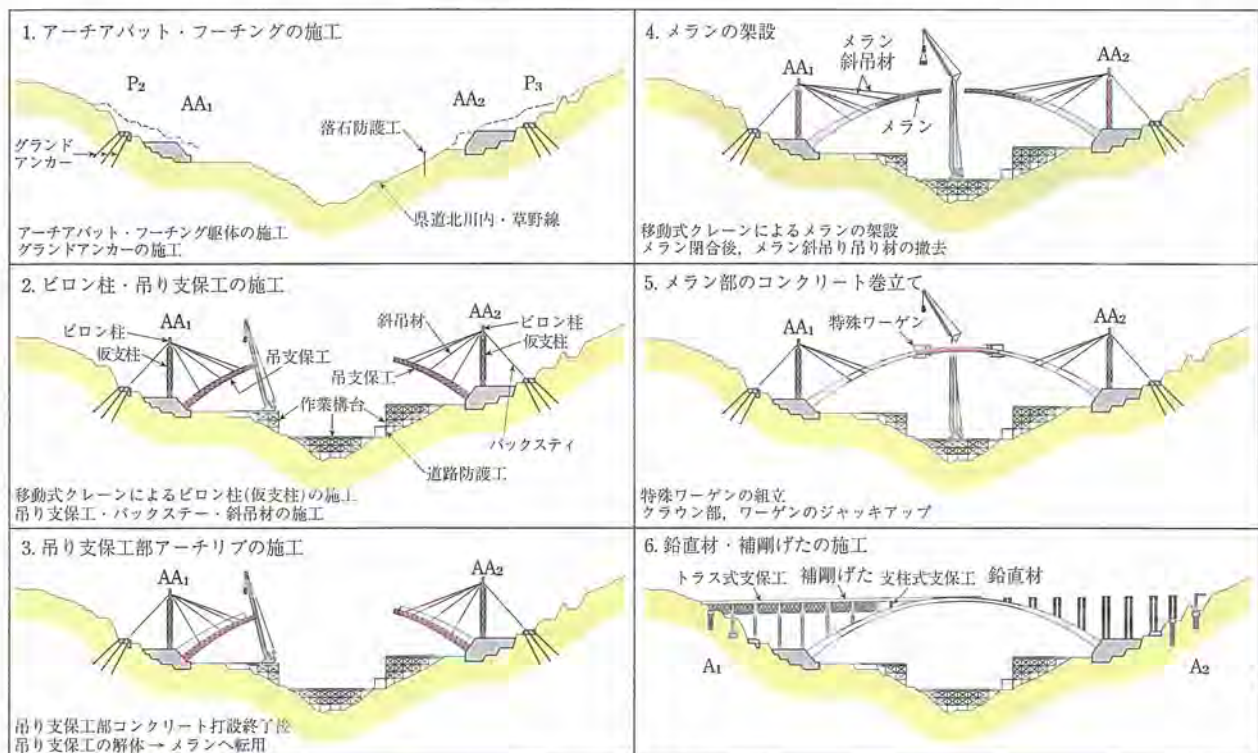


図-6 施工順序

鋼材と同様にプラスト処理後ジンクリッチプライマーにて塗装を行った。

架設はPC鋼棒に有害な変形を与え無いように移動式クレーンの相吊りにて、1本ずつ慎重に行った。なお、架設に当たっては吊り支保工部分のアーチリブコンクリートのブロック施工の進捗に合わせて、ピロン柱前後の荷重バランスを取りながら段階的に増設していった。

また、日照による急激な温度変化によりPC鋼棒が伸縮した場合、アーチリブコンクリートや仮支柱・ピロン柱に曲げ応力や変形等の悪影響を及ぼすため、架設前に断熱材を巻付け保護を行った。断熱材としては事前に材質の比較検討および屋外試験を実施した結果、ポリエチレン製の厚さ10mmを採用することとした。表-2に材質の比較検討結果、図-7に屋外試験結果を示す。

斜吊り材の緊張には、ディビダークジャッキ(70t型)を4台使用した。緊張管理は斜吊り材のブロックごとに配置されたピロン柱の定着ばりにロードセルを設置し、後述の自動計測に接続することで、1本ごとの張力管理・全体の形状管理および安全管理を総合的に判断して行った。なお本橋の仮支柱・ピロン柱は前述のとおり鋼製の上、バックステーもPC鋼棒のみの柔構造であるため、緊張に先立ちピロン柱の曲げ剛性試験を行い、緊張計算に反映させた。

### 3.4 アーチリブの施工

アーチリブ軸線長は約185m、コンクリート量は

4064m<sup>3</sup>である。そのうち、基部の吊り支保工施工部は起点側約49m・終点側約48mである。打設ブロック数は各々7ブロックで、スプリングの1ブロック・2股分岐部が一体となる6ブロックおよび中央のメランを固定するアンカーフレームを埋め込む7ブロックは無垢断面、その他のブロックは2主げた1ボックス断面が2列での施工を行っている。また、ボックス断面では下スラブ・ウェブを先行し、上スラブを後打ちする施工方法を採用している。

アーチリブコンクリートは早強セメントを使用し、配合は高性能AE減水剤を使用し40-18-20としている。配合の決定に際し、過去のアーチ橋の施工例を調査するとともに、本橋の特性(部材厚の薄さ、鉄筋・PCの配置およびプラントからの運搬時間等)を考慮し、試験練りを行った。なお、スプリングについてはマスコンとなるため、普通セメントに変更して施工を行った。施工中の状況を写真-2に示す。

### 3.5 計測管理

本橋では、吊り支保工架設からアーチリブ閉合に至るまで逐次変化する構造系の挙動や温度変化によって生じる部材の応力・変形をリアルタイムに監視できる全自動計測システムを導入した。実測データと設計値を迅速かつ総合的に分析することにより、安全性の確保と施工管理へのフィードバックを行いながら施工を進めている。図-8に計測内容および写真-3に自動計測システムおよ



写真-1 吊り支保工施工状況

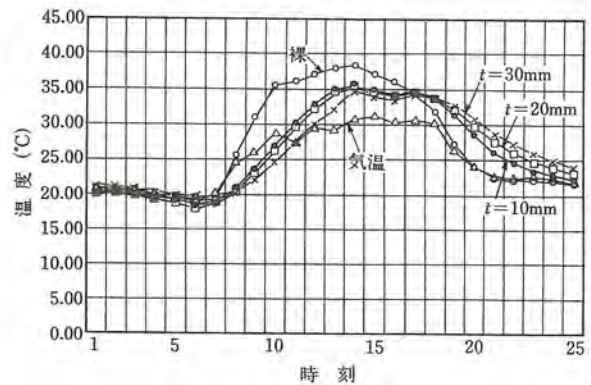


図-7 断熱材屋外試験結果

表-2 各種断熱材の比較

	単位	ポリエチレン	ウレタン	軟質塩ビ	ポリスチレン
みかけ密度	g/cm <sup>3</sup>	0.033	0.019	0.073	0.030
引張強さ	kPa	314	127	324	196
使用可能温度	℃	80	125	70	70
熱伝導率	W/m・k	0.031	0.035	0.037	0.038
吸水性	—	極小	大	中	小
耐候性 (紫外線劣化)	—	大 8ヵ月程度で 表面が劣化	小 1~3ヵ月で 完全に劣化	中 収縮が大	中 8ヵ月で厚さが半減
評価		○	×	△	△

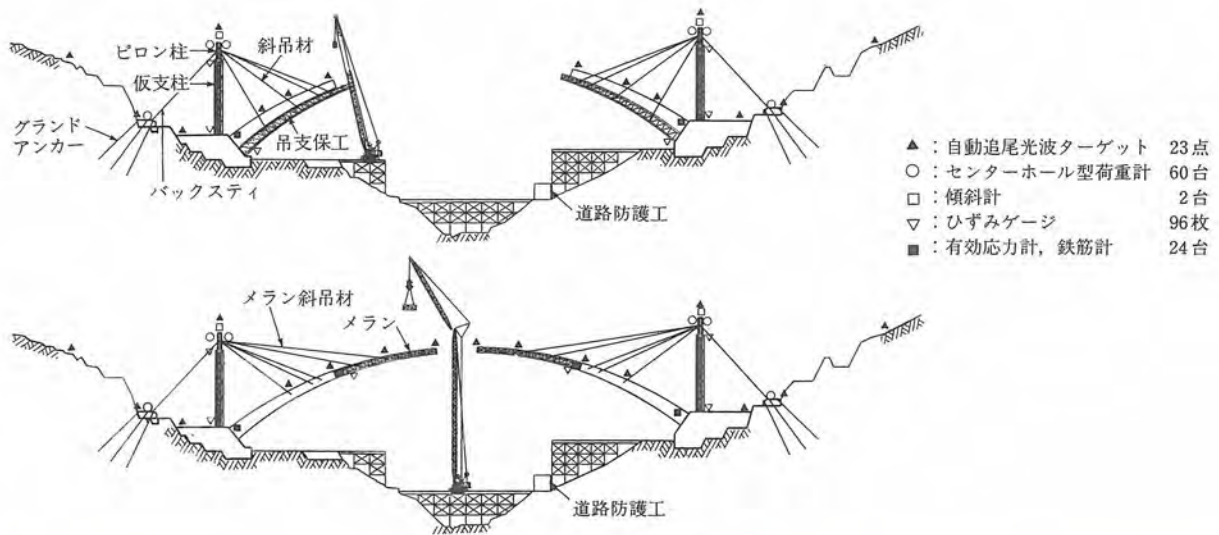


図-8 計測内容



写真-3 自動計測システム



写真-2 アーチリブ施工状況

び自動追尾システムの配置を表す。

#### 4. おわりに

以上、朧大橋の設計と施工について述べてきた。本橋は完成すると、周辺環境との調和を保ちつつ躍動感あふれる姿を現わすことになるだろう。今後は、そのデザインに恥じる事のない美しいアーチ橋の完成に向けて、施工管理・安全管理に大いに努力していきたい。

本橋の施工工程は、現在、アーチリブの起点側は吊り支保工上が完成しメランを組み立て中であり、終点側は吊り支保工解体中である。秋にはメラン閉合、来春にはアーチリブの閉合予定である。

最後に、本橋の計画および設計に当たりご指導、ご助言頂いた篠原 修教授を座長とする朧大橋検討委員会並びに関係各位に対し、深く感謝の意を表す次第である。