

浅茅パールブリッジの設計・施工

Design and Construction of the ASOU PEARL Bridge

田中 設雄

Setsuo TANAKA

川田建設㈱大阪支店技術部設計課課長

古俣 貞雄

Sadao KOMATA

川田建設㈱富山支店工事部工事課工事長

福永 清司

Seiji FUKUNAGA

川田建設㈱九州支店工事部工事課係長

田中 孝幸

Takayuki TANAKA

川田建設㈱九州支店工事部設計課

棚田 稔

Minoru TANADA

川田建設㈱プレキャスト事業部那須工場長

(前・九州支店工事部工事部長)

The reinforced concrete arch Asou Pearl Bridge links Tsushima-hontou, Nagasaki Prefecture, to Shimayama-jima Island in the Bay of Asou. The outstanding aesthetic appearance of the 124m bridge blends in beautifully with the natural scenic environment of the Iki-Tsushima National Park that it spans.

With ribs constructed by the Melan system it has an arch span of 96m and an arch rise of 14m. The Melan material was erected with a floating crane using the slanting suspension method of erection. The concrete buildup was divided into eight blocks. The construction sequence was examined in the design phase with the goal of reducing the weight of the Melan steel material.

The bridge was completed without incidence even though each phase underwent thorough examinations, during extremely difficult construction conditions.

This report highlights the features of the bridge, its design and constructions.

Key words: arch bridge, Melan system, slanting suspension erection, Tsushima, Shimayama-jima Island

1. まえがき

浅茅パールブリッジは、長崎県の対馬本島と浅茅湾に浮かぶ島山島を結ぶ橋長124 mの上路式鉄筋コンクリート固定アーチ橋である（写真1）。

架橋地点は、壹岐・対馬国定公園内にあり、リアス式海岸に囲まれ、湾内では真珠母貝の養殖が行われている風光明媚な地域である。しかしながら、この地区では道路網の整備が遅れ、島山島への交通手段は海路のみであった。浅茅パールブリッジの完成は、農業を主とする地域産業の発展に大きく寄与するものである。

また、地元関係者により構成された橋梁審議会のもと

景観についても検討され、ランドマークとしても周辺地域の自然環境に調和したアーチ橋である。

本報告は、浅茅パールブリッジの計画・設計および施工について概要を述べるものである。

2. 工事概要

工事名：島山地区島山長大橋工事

（浅茅パールブリッジ）

工事場所：長崎県下県郡美津島町狭瀬戸

発注者：長崎県対馬支庁耕地課

工期：平成4年12月17日～平成6年9月7日

施工者：川田建設・早田組建設工事共同企業体

構造形式：上路式鉄筋コンクリート固定アーチ橋

橋格：2等橋 (TL-14)

橋長：124.0 m

支間：アーチスパン 96.0 m

アーチライズ 14.0 m

幅員構成：4.75 m(車道), 1.5 m(歩道)

平面曲線：直線 ($R=\infty$)

勾配：縦断 +2 %～-2 %, 橫断 ±2 %

架設工法：メラン工法

全体一般図を図1, 主要材料表を表1に示す。

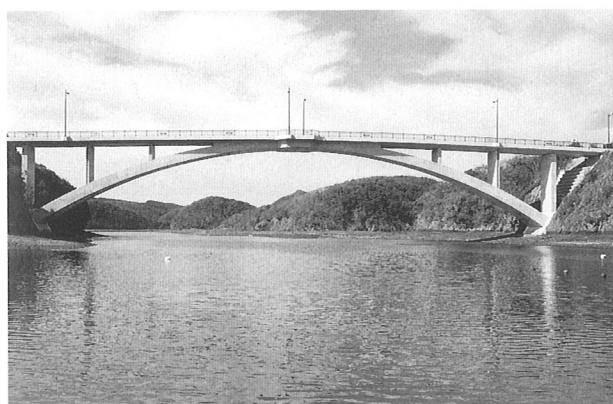


写真1 浅茅パールブリッジ完成写真

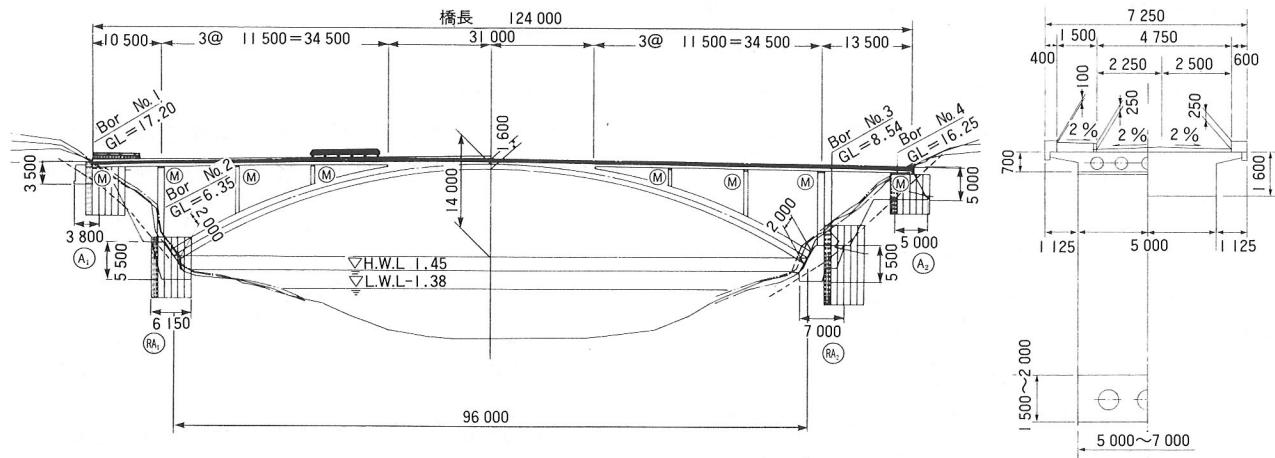


図1 全体一般図

表1 上部工主要材料

項目	種別	単位	数量
コンクリート	$\sigma_{ck}=300 \text{kgf/cm}^2$	m^3	1 032
	$\sigma_{ck}=240 \text{kgf/cm}^2$	m^3	389
型枠		m^3	2 419
円筒型枠	$\varnothing 650 \text{mm}$	m	72
	$\varnothing 400 \text{mm}$	m	144
鉄筋	SD295A	t	154
メラン材	主構	t	144
	対傾構	t	2
	上・下横構	t	14
	その他	t	3
	合計	t	163

3. 構造概要

(1) アーチリブ

アーチリブは自重が軽減でき、施工性の良い中空断面とした。アーチ曲線には、高次曲線やハイパボリック曲線等があるが、構造特性・施工性および美観について検討した結果、単円($R=89 \text{m}$)とした。側面形状についても構造性に美観的な配慮を加え、部材高を1.5 m~2.0 mに変化させた。直角方向部材幅は、クラウン部では補剛桁主版幅と同じ5.0 mであるが、スプリンキング部では面外方向地震時の検討により7.0 mとし変化させた。また、クラウン部でアーチリブと補剛桁を一体化し、スレンダーな構造とした。

(2) 補剛桁

補剛桁は美観を考慮し桁高を低くするため、支間11.5 m~13.15 mの鉄筋コンクリート中空床版とした。

(3) 支柱

幅員が狭いため支柱は壁式とした。エンドポストについては、メラン材架設時に斜吊り支柱として使用するため、架設荷重に耐え得るように部材厚を決定した。

(4) 下部工

下部工は支持地盤が岩盤であるため直接基礎とした。A1・A2橋台については、メラン材架設時のアンカーブロックとし、完成系よりも厳しい状態にある架設時の安定計算により形状を決定した。

(5) メラン材

アーチ橋においては、アーチリブの架設工法が橋梁全体の施工性や経済性に大きな影響を与えるため、十分な検討が必要である。

現地の地形条件等をふまえて検討した結果、架橋地点が海上であるため、架設工法については先に架設した鋼製アーチ(メラン)を利用した型枠支保工を用い、順次コンクリートを巻き立ててアーチリブを完成させるメラン工法とした。

メラン材はI断面4主構とし、部材寸法は鋼重を軽減するため、スプリンキング部・クラウン部など各主要点で断面変化させた。また、上・下横構を配置し、面外方向の地震荷重・風荷重に対しても安全となる構造とした。両端支承部は、架設時の高さ調整をするためピン構造とした。また、完成時のたわみ量に対する上越しは、メラン材製作時にキャンバーをつけ調整した(図2, 3)。

4. 設計概要

設計フローチャートを図4に示す。

本橋は架設時の各段階において構造系が順次変化するため、各段階で断面力を算出し応力解析を行った。断面力は平面骨組解析により算出した。また、架設時と完成時で構造系が変化する場合に生じる、コンクリートのクリープによる不静定2次力についても考慮した。

アーチリブのコンクリート打設量は、約1 000 m^3 と一括打設は困難であるため、ブロック打設とした。アーチリブのコンクリート荷重は、ブロック荷重としてメラン材に部分的に載荷された場合、メラン材全体に1度に載荷

された場合に比べ、スプリング部・クラウン部で曲げモーメントが大きくなる。よって、メラン材の断面は、ブロックの施工順序に大きく影響される。メラン材の断面を小さくして鋼重の軽減を図り、経済的な工法とするため、ブロック割は以下により決定した。

- ① 作業性により1回の打設量を決定する。
- ② メラン材主要点で曲げモーメントの影響線を求める。
- ③ 影響線から、ブロック荷重による曲げモーメントが順次打ち消されるようにブロック割りする。

検討の結果ブロック打設順序は、スプリング部側からと、クラウン部側からとを交互に打設し巻き立てるこことした。また、コンクリート打設が順次進むにつれ、軸力が増加し、メラン材が座屈に対して危険な状態となる。このため、アーチリブ巻き立ては2段階に分け、全断面のうち約1/3断面を上記要領にて先に巻き立て、メラン材とコンクリートとの合成断面とした後、同様の順序で全断面巻き立てとした。

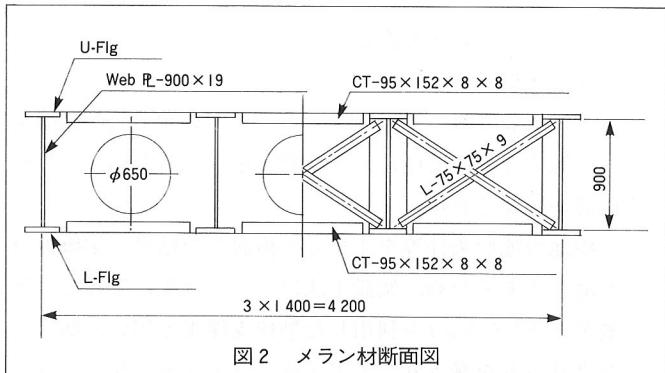


図2 メラン材断面図

5. 施工

(1) 施工概要

本橋は、対馬本島と離島である島山島を海上を跨いで結んでいる。このため島山島側への陸路が無く、資機材

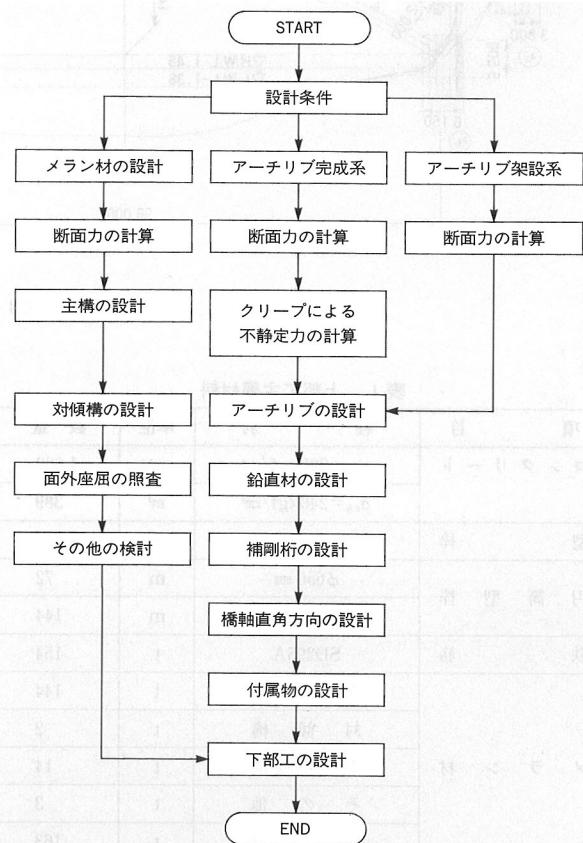


図4 設計フローチャート

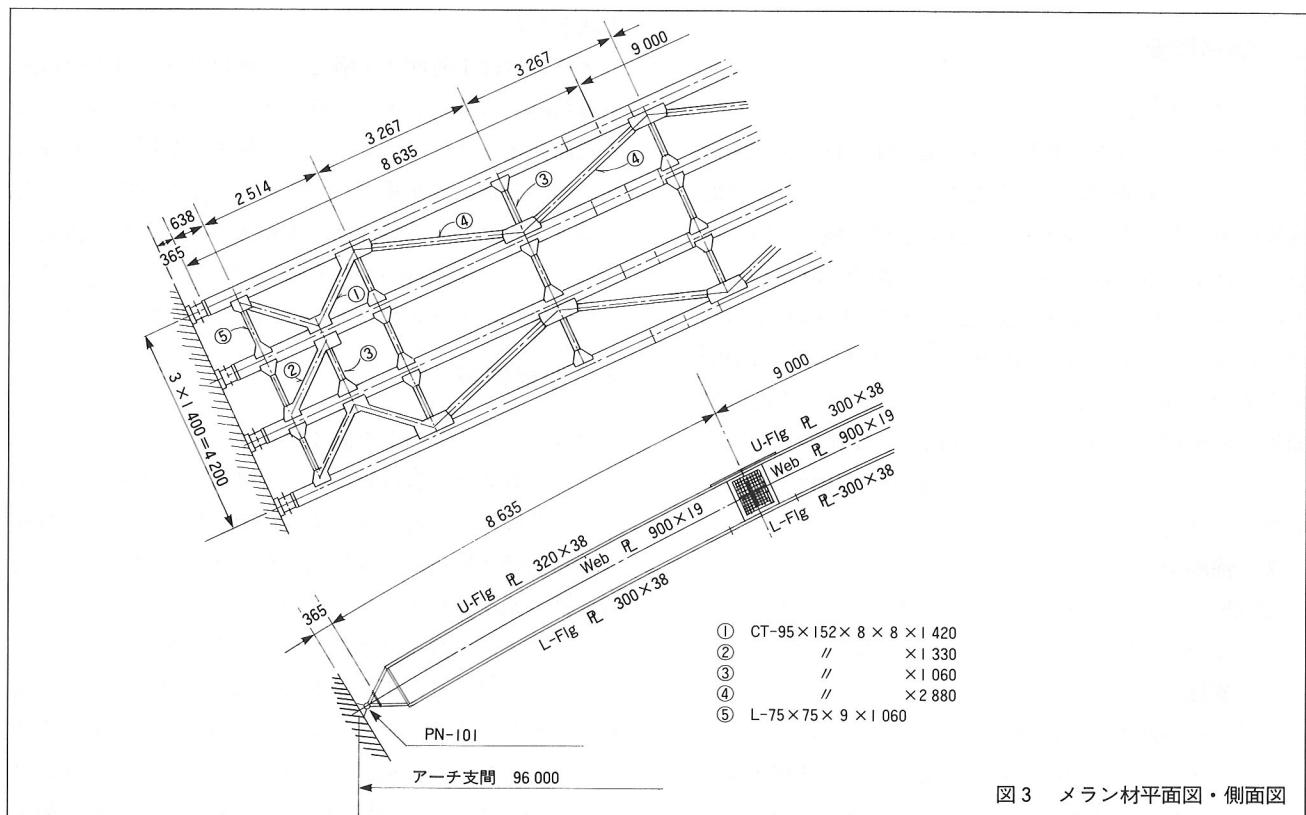


図3 メラン材平面図・側面図

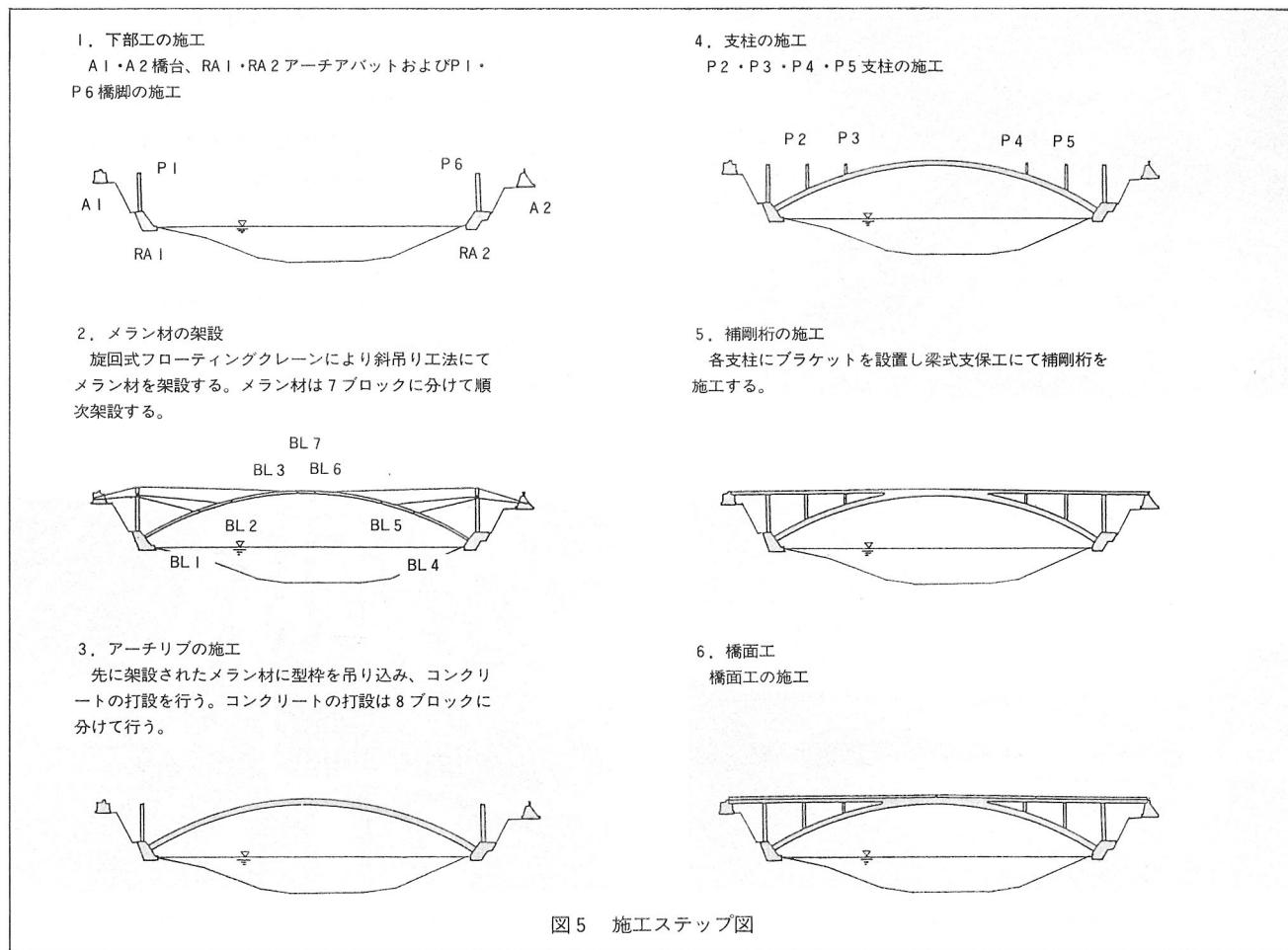


図5 施工ステップ図

搬入をはじめほとんどの作業が海上作業となり、非常に厳しい条件下にあった。ケーブルクレーン等の大規模仮設備は、海上輸送や組立に要する手間から経済性に劣り、また作業性も悪く、全体の工期にも影響すると考えられたため使用しなかった。結果としては、先に閉合させたメラン材やフローティングクレーン・台船等を有効に使うことにより作業性を向上させ経済的な施工ができた。また、各施工段階で検討を行い、これに対する計測・管理を行うことにより、作業の安全性を確認することができた。施工ステップを図5に示す。

(2) 下部工

下部工の施工において、周辺海域の環境保護・資機材搬入および掘削土の処理が問題となった。アーチアバットは海岸線沿いにあるため、掘削土の流出防止の目的で土留工を設けた。アーチアバット前面を囲うようにH形鋼を建て込み、横矢板にて締め切りをし、さらに汚濁水の流出防止のためシルトフェンスを設置した。また、掘削土の一部を土留工内に埋めて整地し作業場とした。島山島へは陸路がないため重機の搬入はフローティングクレーンにて行った。コンクリート・鉄筋・型枠等の資材搬入は対馬本島側から運搬船にて行い、両岸の作業場にラフタークレーンを据え付けて積込みおよび取卸しを行った。島山島側には現場付近に土捨て場を造成し、掘削

土を処理した。

(3) メラン材の架設

メラン材は、架橋地点付近の樽ヶ浜港まで海上輸送して水切りした後、全部材を7ブロックに分けて仮組みした。1ブロックの最大部材長は20mであり最大部材重量は32tであった。仮組みされた部材を、旋回式フローティングクレーン(吊り能力85t)にて現地まで海上輸送し、斜吊り工法を併用して海上から架設した(写真2, 3)。

斜吊り材には、SEEEケーブルF130Kを使用した。メラン材は4主構すべてに吊り金具を取り付け、H形鋼を吊り梁として2本の斜吊り材と接続した。固定側には緊張

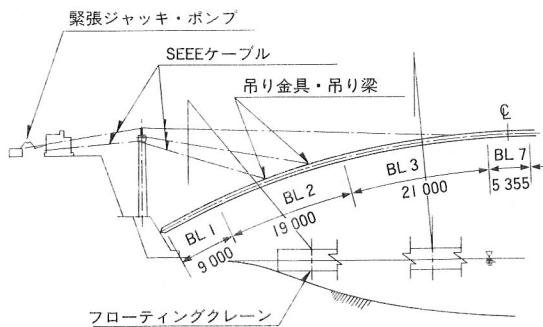


図6 メラン材架設要領

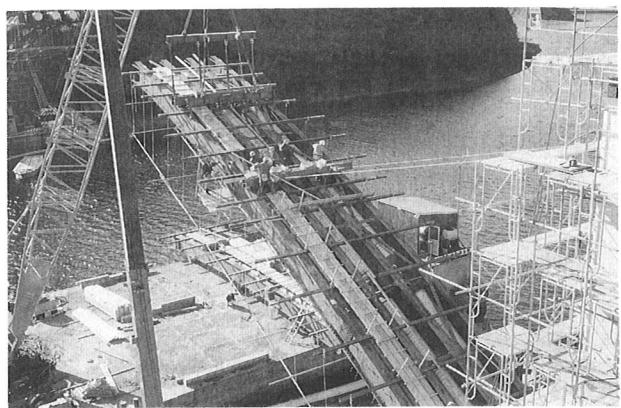


写真2 メラン材の架設

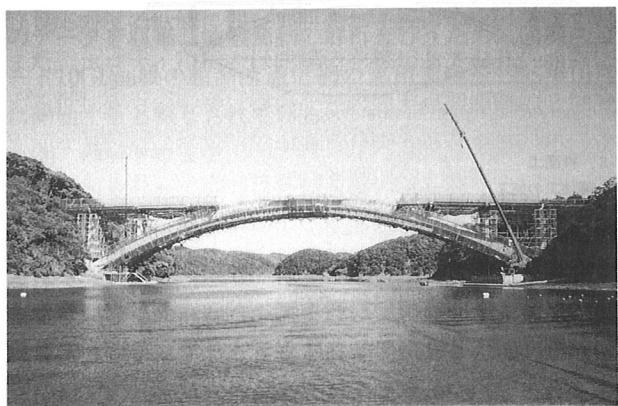


写真3 メラン材架設完了時

ジャッキ・ポンプを設置し、高さ調整を行った。また、ポンプの圧力計より斜材張力を測定し、左右の張力バランスが大きく違っていないこと、およびアンカーブロックとなる橋台に作用する水平力が過大になっていないことをチェックした(図6)。

(4) アーチリブの施工

アーチリブのコンクリート施工は、8ブロック分割とし、メラン材から型枠を吊り込んだ(図7)。ただし、第1ブロックとなるスプリング部は、アーチアバット前面に設けた支柱式支保工により打設した。

コンクリート打設においては、設計で計画された打設順序に従い、アーチリブの右岸側と左岸側が左右均等な

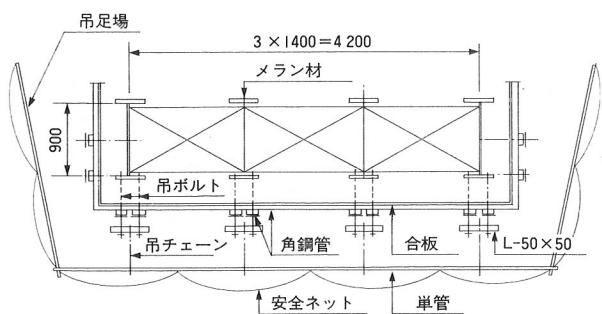


図7 アーチリブ型枠図

載荷状態となるように行った。島山島側のコンクリート打設は陸路が無いため、対馬本島側にポンプ車を配置し、メラン材上を島山島側のアーチアバット部まで配管して行った。アーチリブの施工状況を写真4～6に示す。

また、コンクリート巻き立て時にひずみゲージによるメラン材の応力測定を行った。各ステップでの応力変動は、設計値とほぼ一致した傾向となり、コンクリートの打設が計画どおりに行われていることが確認できた。

(5) 支柱および補剛桁の施工

アーチリブの施工完了後、両側より対称に支柱の施工を行った。

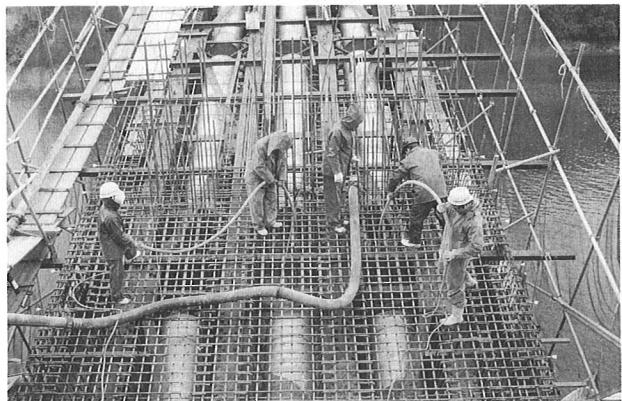


写真4 アーチリブコンクリート打設

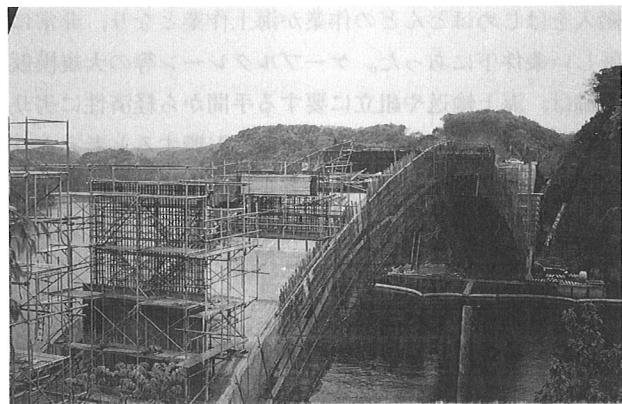


写真5 アーチリブブロック施工

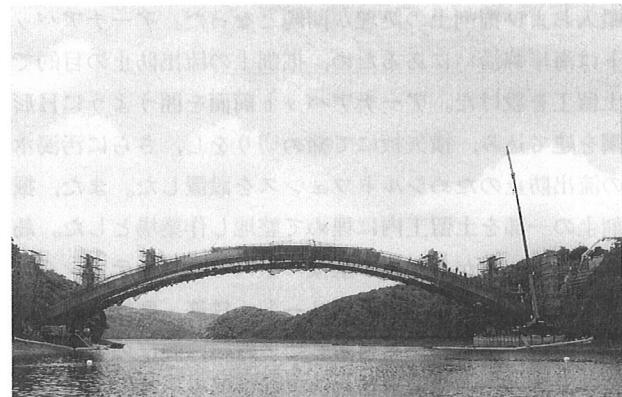


写真6 アーチリブ巻き立て完了時

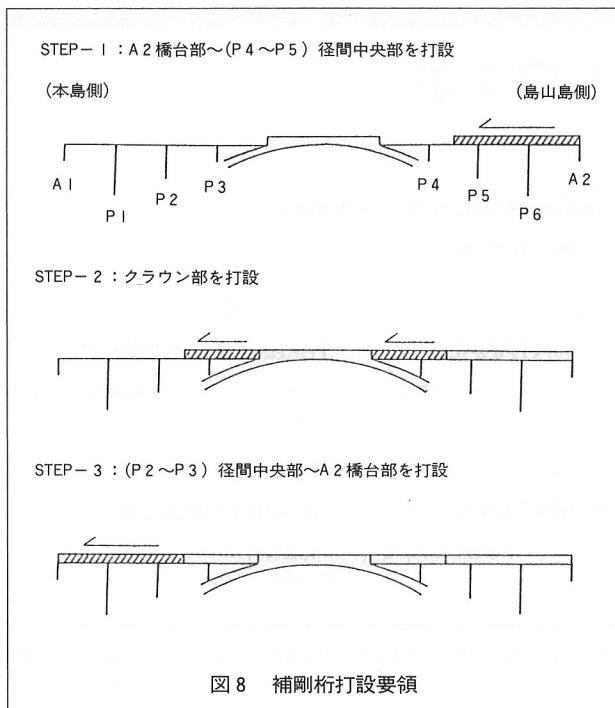


写真7 補剛桁支保工

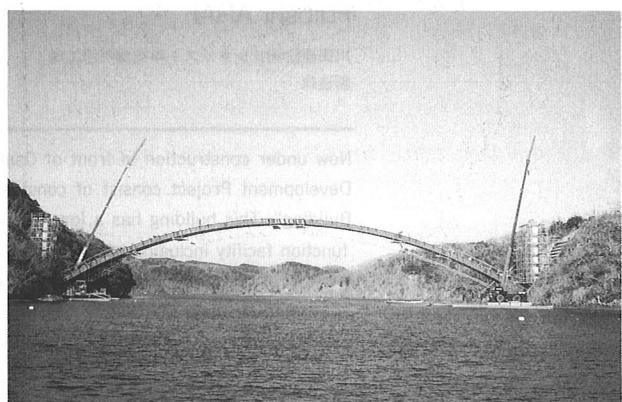


写真8 補剛桁施工時

補剛桁の施工は支柱にブラケットを取り付け、梁式支保工を用いて行った。H形鋼梁は台船にて海上輸送し、アーチアバット前面に据え付けたラフタークレーンにて設置した(写真7, 8)。また、コンクリート打設は対馬本島側よりポンプ車2台で行った。打設手順は、アーチリブがコンクリート荷重により左右不均等な載荷状態とならないよう決定した(図8)。

(6) 橋面工および付属物

本橋を対馬の観光名所の1つにするとの配慮から、美観が重視された。アーチ中央部には浅茅湾を一望できるバルコニーを設置し、歩道を含めタイル張りとした。歩道部高欄は波をイメージした縦格子とし、さらにデザインパネルを取り付けた。親柱は真珠貝をイメージしたデザインが採用された。排水管が橋体から露出しないように、支柱側面の排水管用の切欠きに縦引きした。また、アーチアバットの掘削面は緑化ブロック積みとし復旧した。

6. あとがき

アーチ橋は構造性に優れ長スパンへの適用が可能であるとともに、美観にも優れた形式であるが、アーチリブの施工方法の選定が重要な問題である。計画段階から現地調査を十分に行い、架橋地点の施工条件に適した工法を選定することが経済的、かつ安全な施工につながるといえる。

浅茅パールブリッジは、厳しい施工条件のなか特殊工法にもかかわらず、無事故で工事を完了することができ、平成6年11月に開通した。今後は地域住民の生活道とし

て大きな役割を果たすとともに、永く愛される橋となることを願う次第である。

最後に、多大なご指導と助言を賜った対馬支庁耕地課の皆様、および関係者各位に心から感謝の意を表します。