

コンクリートアーチ橋のメラン併用斜吊り張出し架設 —町道日生頭島線頭島大橋(仮称)の建設—

伊藤稔明・杉田興平・荒巻武文

頭島大橋は、瀬戸内海に位置する岡山県和気郡日生町の鹿久居島～頭島を結ぶアーチ支間 218 m のアーチ橋である。本橋の特徴は、軽量化を図るためアーチリングに高強度コンクリート ($\sigma_{ck}=50 \text{ N/mm}^2$) を使用し、かつ、補剛桁を鋼少数鉄桁とした複合構造を採用している。

本橋のアーチリング架設工法は、メラン併用斜吊り張出し工法を採用した。斜吊り張出し部は、斜吊り材を分散配置方式とし、メラン部は、現場条件から 1,300 t フローティングクレーン船によるメラン材一括架設とした。本報文では、本橋の施工概要とアーチリングのメラン併用斜吊り張出し工法について報告する。

キーワード：複合アーチ橋，斜吊り張出し架設，メラン一括架設，起重機船

1. はじめに

日生町は、岡山県東南部に位置し、小高い山々を背に湾を描く本土と、瀬戸内海に浮かぶ大小 13 の島々からなる港町である。

町道日生頭島線は、日生町本土から鹿久居島を經由し日生諸島の中心となる頭島を結ぶ全長約 4.6 km の町道である(図-1)。

頭島大橋は、町道日生頭島線の鹿久居島と頭島を結

ぶ全長 300 m、アーチ支間 218 m のアーチ橋である。構造形式は、地形地質形状からアーチライズ比が 8.0 と非常に偏平なアーチ形状となるため、構造的、経済性から補剛桁を鋼 2 主桁構造とし、アーチリングと鉛直材を RC 構造とした複合アーチ橋とした。

本橋の架設工法は、アーチ支間および地形・地質状況ならびに架橋場所からメラン併用斜吊り張出し工法を採用した。斜吊り張出し部は、斜吊り材を分散配置方式とし、メラン部は、海洋架橋という現場条件から 1,300 t フローティングクレーン船(FC 船)によるメラン材一括架設とした。本報文では、アーチリングの施工に採用したメラン併用斜吊り張出し架設について検討した、施工内容に関して報告する。

2. 橋梁概要

本橋の工事概要を以下に示す。また、図-2 に橋梁一般図を示す。

- ・路線名：町道日生頭島線
- ・道路規格：第 3 種第 4 級
- ・設計速度：40 km/h
- ・設計荷重：A 活荷重
- ・構造形式：(上部工) 上路式固定アーチ橋
(下部工) 逆 T 式橋台，重力式橋台
(基礎工) 直接基礎
- ・橋長：300 m
- ・アーチ支間：218 m
- ・幅員：有効幅員 6.5 m

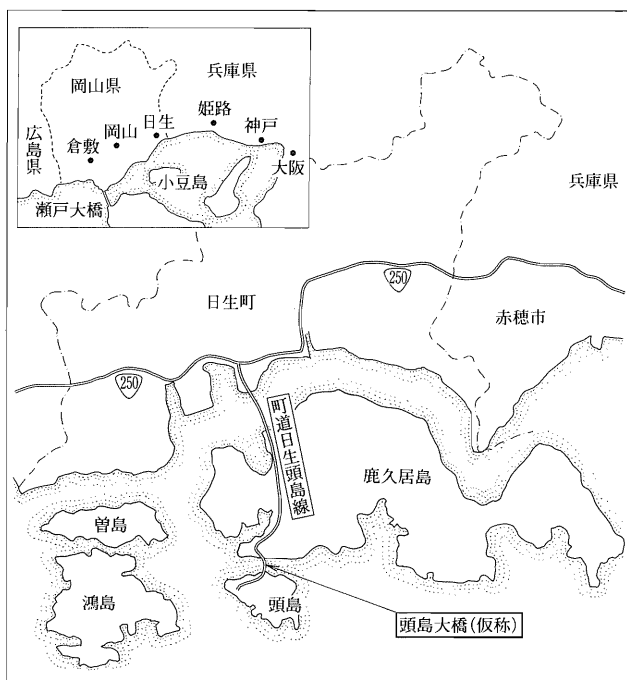


図-1 位置図

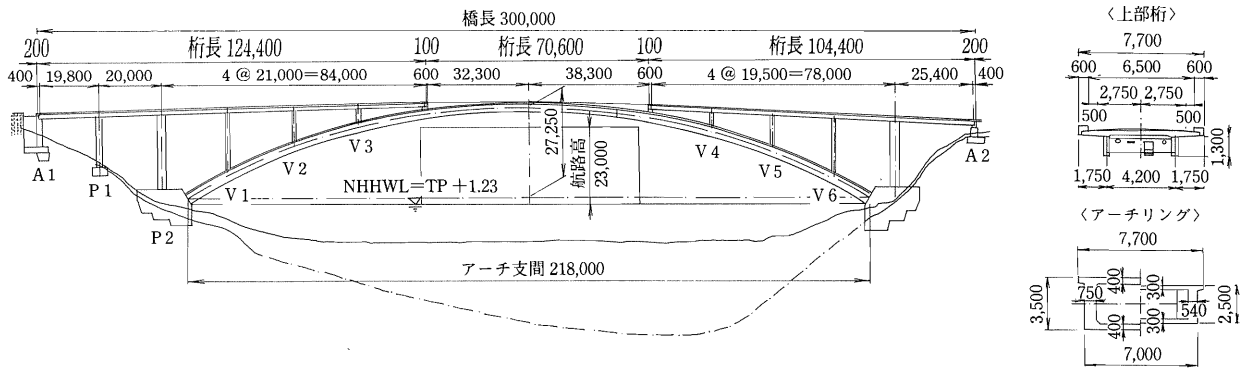


図-2 橋梁一般図

3. 全体施工要領

長大アーチ橋においては、架設工法の選定が重要な課題である。本橋のアーチリングの架設工法は、立地条件、構造的、安全性、経済性からスプリング部より斜吊り張出し工法により施工を行った後、アーチ中央部を鋼製の補強材で閉合するメラン併用法を採用した。メラン材は、メラン長 130.4 m、メラン重量 387 t の鋼 2 主桁箱桁構造で、メラン併用法としては最大規模となる。

メラン材を長くしたことにより、早期に安定したアーチ構造が得られるとともにアーチ連結までに必要な斜吊り材およびアンカー力を大幅に低減できる。

全体の施工要領を図-3 に示す。メラン材の架設に大型の FC 船を使用することが特徴となっている。

4. 斜吊り張出し架設

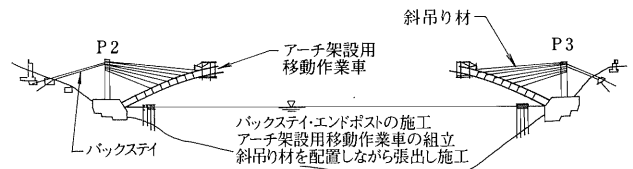
架設計画は、斜吊り張出し架設の標準的な架設方法であるエンドポスト上に架設ピロンを設置し、フォアステイは集中配置方式、バックステイは PC 構造としていた。しかし、仮設材の数量が多く施工効率が劣り、かつ、仮設材の撤去作業が施工場所から煩雑となり、撤去作業の安全性の確保が難しい。以上からこれらの問題点の改善を図るため、斜吊り張出し架設工法を検討した。

(1) フォアステイ構造

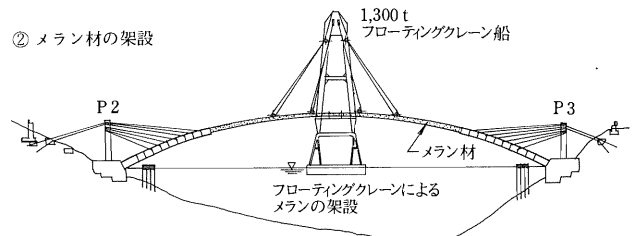
RC アーチ橋に使用されるフォアステイ構造は、斜吊り材が移動作業車や推進装置と干渉するため、2~3 ブロック施工して移動作業車を前進させてから斜吊り材を架設、緊張する例が一般的である。

本橋では、架設材の効率を図るため、全ブロック斜吊り材を架設、緊張しながら張出し架設する分散配置

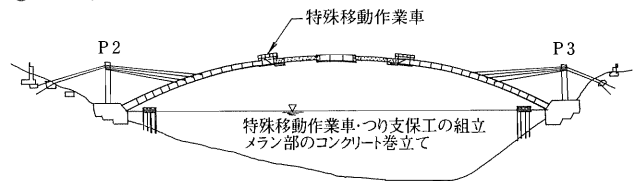
① 斜吊り材張出し架設



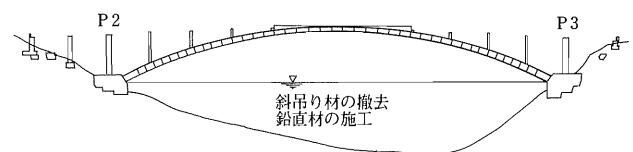
② メラン材の架設



③ メラン部コンクリート巻立て



④ 鉛直材構築、クラウン部施工



⑤ 上部桁および橋面工施工

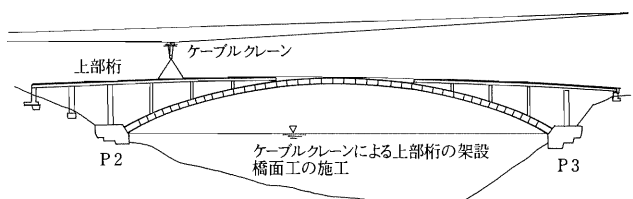
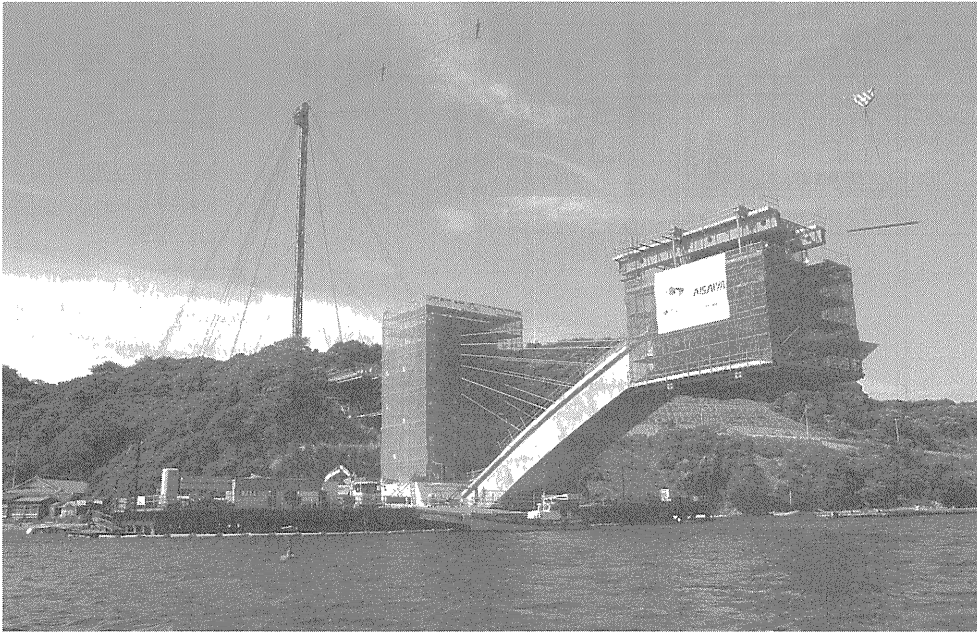


図-3 全体施工要領

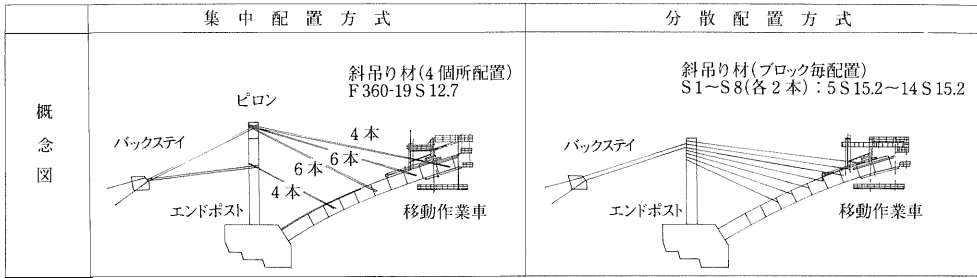
方式を採用した(写真-1)。

分散配置方式の採用により、改善された内容を下記に示す。

- ① 斜吊り材本数が多段となるため、最適な架設時



写真—1 斜吊り張出し架設



図—4 斜吊り方式の比較 (概念図)

張力の設定によりアーチリングの応力改善が図れ、アーチリング桁内のPC鋼材が大幅に低減できた。

- ② 全ブロックに斜吊り材を配置するため、容量の小さい外ケーブルシステムにできた。
- ③ アーチリングの応力改善ができたことにより、エンドポスト上の架設用ピロン柱の設置が不要となった。

斜吊り材を分散配置方式とすることにより、ピロン、斜吊り材、桁内鋼材の仮設材料は、集中配置方式に比較して約2分の1となった。

図—4に本橋で比較検討した、斜吊り方式を示す。ただし、斜吊り方式を分散配置方式にすることにより次のような影響が生じた。

- ① アーチリングの施工に必要な移動作業車の斜吊り材分散配置方式に適合した構造への改良。
- ② 多段配置に伴い緊張管理本数の増加。

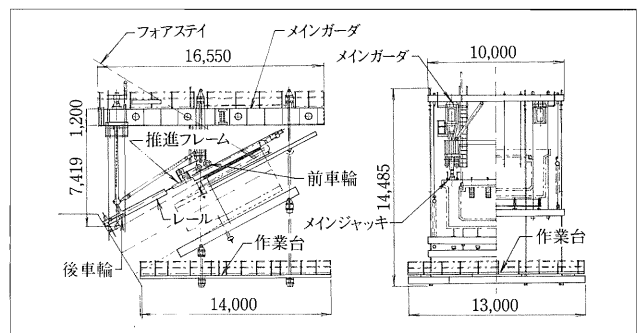
(2) 移動作業車の構造

斜吊り張出し部に使用した移動作業車は、大型2主鋼ガーダを主部材とし、アーチリングの施工性を考慮

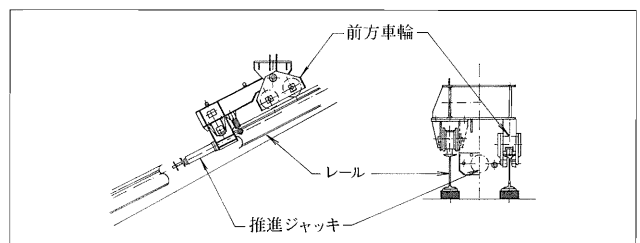
した構造とした(図—5)。主な特徴を以下に示す。

- ① 油圧ジャッキの推進装置をレールとレールの間に設置し、斜吊り材と推進装置が干渉しない構造とした(図—6)。
- ② 推進装置は、センターホールジャッキ2台(揚量50t、ストローク510mm)からなり、総重量146tある移動作業車を最大角度30°で移動させる構造とした。
- ③ 毎回変化するアーチリブの勾配に対して、後方支柱の長さを調整してガーダを水平に保つことが可能な構造とした。
- ④ メインジャッキおよびアンカジャッキの受け台にサンド式アーチ台座を用いた(図—7)。

- ⑤ アーチリング上に平坦なスペースがないため、メインガーダ上部に作業台を設置して資材の搬入および資材置き場を確保した。



図—5 斜吊り張出し部移動作業車



図—6 推進装置の構造

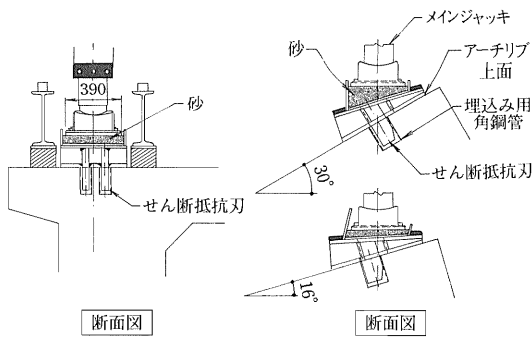


図-7 サンド式アーチ台座

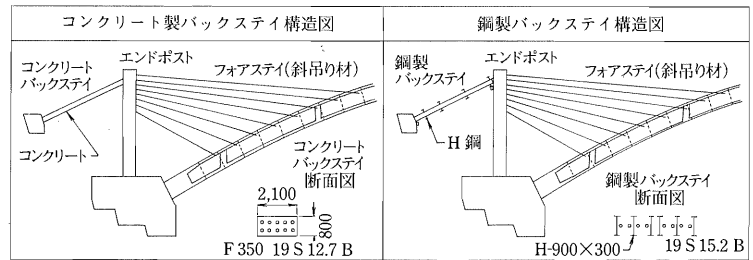


図-8 ボックスステイ構造比較

(3) ボックスステイ構造

ボックスステイは、斜吊り張出し施工時において、エンドポストに生じる水平力をグラウンドアンカーに伝達させるための重要な架設構造部材である。計画では、ボックスステイは、PC構造としていた。この理由は、あらかじめボックスステイに生じる引張り力を圧縮力として導入しておくことにより、架設途中での張力調整が不要であること、ボックスステイが高い剛性を有するため、架設中のエンドポストの変形が抑制できるメリットがあるからである。

しかし、施工場所での設置・撤去作業の施工性および安全性の確保から構造について検討した。

PC構造のボックスステイと同様の考え方で使用できる構造として鋼構造によるボックスステイ構造を採用した。

構造は、6本のH鋼をエンドポストとアンカーブロック間に配置し、PC構造と同様に19S15.2のPCケーブル8本を緊張することによりH鋼に圧縮力を導入する構造とした。この結果、改善された内容を以下に示す。

- ① PC構造に比べ、自重の軽い鋼部材を使用したため支保工が簡素化。
- ② 各部材重量の軽量化により、運搬および撤去が容易。
- ③ PC構造に比べ、工期が短縮。
- ④ H鋼を利用するため、産業廃棄物の発生が消滅(コンクリートがら)。

図-8に本橋で比較検討したボックスステイ構造を示す。ただし、PC鋼材の温度対策および防錆対策としてフォアステイと同じ亜鉛めっき処理したPC鋼材を使用した。

4. メラン架設

メラン材の架設は、現場条件から1,300t FC船による一括架設とした。

また、メラン材の一括架設の架設精度は、メラン材の応力度およびコンクリートの応力度、アーチリングの出来形等に大きく影響するため、アーチリングの形状管理においてメランの架設精度は重要な課題である。

(1) コンクリートアーチリングとメラン材の結合構造

コンクリートアーチリングとメラン材の結合構造は、ピン構造としていた。しかし、施工誤差(アーチリングの施工誤差、メラン材の製作誤差、メラン材据付け誤差および計算誤差)をピン構造で吸収するには、メラン材の規模から考えて精度確保が難しく現地作業が効率的でないと判断した。

架設手順から施工誤差を現地で調整できるゲルバーヒンジ構造を採用することとした(図-9)。

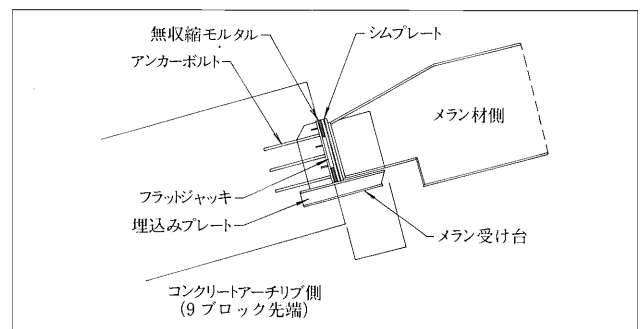


図-9 ゲルバーヒンジ構造

構造形式は、コンクリートアーチリング側にアンカーボルトと埋込みプレートを埋込んで固定し、埋込みプレートと一体化したメラン受け台をメラン側に張出した構造である。また、FC船により吊上げたメラン材の横方向の移動を制御するためにゲルバーヒンジ支承の中央側にガイドプレートを装着した。

架設精度の確保するためのシステムは、コンクリートとメラン材の接合面にシムプレートを配置し、シムプレートの抜き差しにより全体形状を確保するシステムとした。また、フラットジャッキは、軸力を管理する目的と、シムプレートの補助機能として設置した。

なお、メラン材架設完了後、シムプレートとコンクリートアーチリングの隙間（フラットジャッキ周辺）は、無収縮モルタルで間詰めを行った。

(2) 架設手順および管理方法

1,300 t FC 船によるメラン一括架設の架設手順および管理方法を以下に示す。

架設開始前に次に示すデータと現地計測データから、必要となるシムプレートの設置を行う。

- ① メラン材製作時の形状は、仮組立て検査により確認し、メラン材全長と外気温の関係でメラン材の線膨張係数を算出する。
- ② FC 船による吊上げ荷重毎のメラン材の変形形状とコンクリートアーチリング先端に作用する軸力を算出する。

架設現場での管理と調整を以下に示す（図-10）。

- ① アーチリングのコンクリートとメラン材が接触

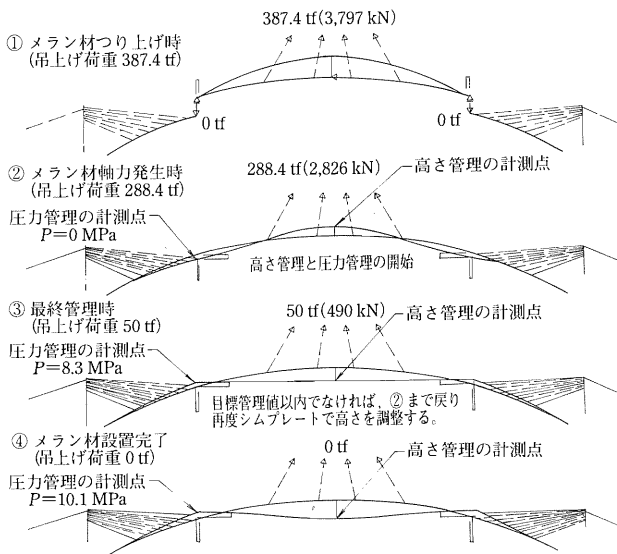


図-10 吊り荷重とメラン材変形形状の関係

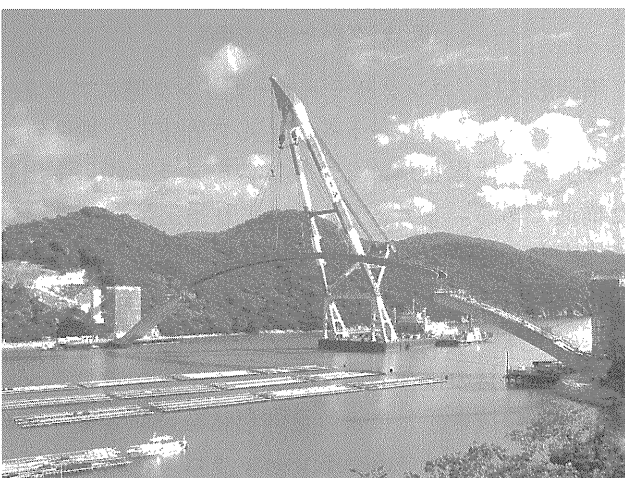


写真-2 メラン架設時全景

した時点（コンクリートに軸力が発生した時点）にメラン中央部の高さを確認し、設計値に対する補正をシムプレートの抜き差しで調整する。

- ② FC 船の吊上げ荷重が①の状態から 50 t 減じる毎にメラン中央高さとアーチリングコンクリートに作用する軸力を測定し、設計値と実測値を比較する。
- ③ FC 船の吊上げ荷重が 50 t 時点でメラン中央高さが計画値と誤差が大きい場合は、再度 FC 船で吊上げてシムプレートの調整を行う。
- ④ ①～③を繰返して目標計画値に調整し、FC 船の吊上げ荷重をすべてアーチリングに移行させる。上記手順で架設を実施した（写真-2）。

(3) 架設管理結果

メラン材一括架設のメラン材の高さ（中央、コンクリートブロック先端）の計測結果を表-1に示す。

表-1 メラン材の形状管理

計測点	P2側 9bl先端	メラン材中央		P3側 9bl先端
		東側	西側	
設計値 (m)	23.368	31.227	31.227	23.252
実測値 (m)	23.343	31.271	31.270	23.225
差分 (m)	-0.025	0.044	0.043	-0.027

架設完了直後のメラン材中央高さは計画に対して +44 mm，メラン材中央の東側と西側の差は 1 mm であった。また、フラットジャッキに作用する軸力変動を図-11に示す。フラットジャッキに作用する内力と外力が完全に一致する領域（FC 船の吊上げ荷重 150~0 tf）の軸力誤差は最大約 8% であった。

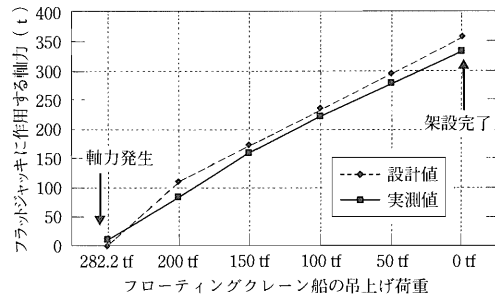


図-11 メラン材一括架設時の軸力管理

メラン材の架設管理は、FC 船の一括架設およびグローバルヒンジ支承の採用で、短時間に所定の架設精度を得ることができた。

(4) メラン巻立て部の施工

メラン架設後のアーチリングの施工は、メラン上に

メラン巻立て用の移動作業車を組立て、順次コンクリートを巻立てた。また、メラン材に発生する応力を低減するため、アーチクラウン部の3ブロックは、吊り支保工により応力低減時期に施工を行った。

(a) メラン巻立て用移動作業車の構造

メラン巻立て用移動作業車は、2本のH鋼を主部材とし、メラン部のアーチリングの施工性を考慮した構造とした(図-12)。

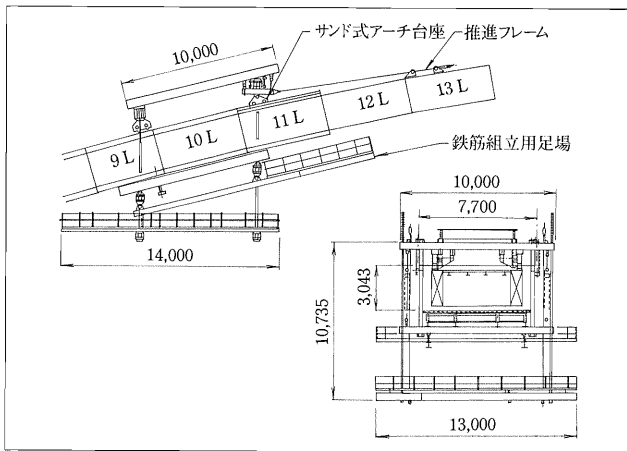


図-12 メラン巻立て用移動作業車

主な特徴を以下に示す。

- ① アーチリングおよびメランから反力をとる4点支持構造。
- ② メラン巻立て施工部では、メラン材が既に架設されており、メラン材と側枠の間隔が狭いので、メラン移動前にウェブと下スラブ鉄筋を組立てる必要から、図-12に示すように鉄筋組立て用足場を移動車の前方に設置した。
- ③ メラン材に推進フレームを取付け、前方から牽引する構造とした。
- ④ メインジャッキ受け台は、サンド式アーチ台座を使用した。

6. ま と め

頭島大橋のアーチリングの施工は、平成14年1月からスプリング部の施工を開始し、平成14年9月23日に1,300t FC船によりメラン一括架設を実施し、メラン部のコンクリート巻立てが平成15年3月末に終了した。

今回、アーチリングの施工に採用した、メラン併用斜吊り張出し架設は、現場条件から施工性の確保、品質確保および経済性から検討工夫を加えたものであり、今後建設されるアーチ橋の架設計画に参考になるもの

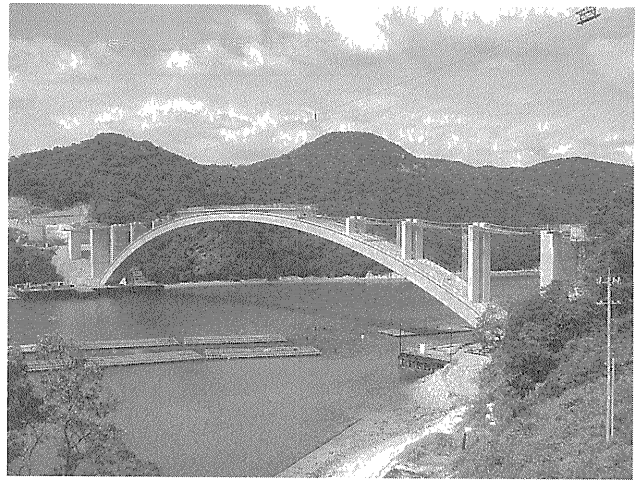


写真-3 頭島大橋全景

と考える。現在、鉛直材、クラウン部床版の施工を実施している(写真-3)。

頭島大橋の今後の予定は、平成15年9月下旬から補剛桁の架設を開始し、床版、橋面工と工事を進め、平成16年秋に完成する予定である。

最後に、本橋の計画に際し、貴重なご意見、ご指導を賜った頭島大橋形式検討委員会委員の方々をはじめとする関係各位に深く感謝する次第である。 **JCMA**

《参考文献》

- 1) 水島, 杉田, 淵本, 山脇: 複合アーチ橋頭島大橋の計画と設計, 橋梁と基礎, 2000年10月
- 2) 杉田, 山脇, 荒巻, 中村, 保明: 頭島大橋の設計と施工, 第11回PCシンポジウム論文集, 2001年11月
- 3) 伊藤, 杉田, 荒巻, 中村: 頭島大橋の施工, 橋梁と基礎, 2002年9月

【筆者紹介】



伊藤 稔明(いとう としあき)
財団法人岡山県開発公社
建設部
参事



杉田 興平(すぎた こうへい)
財団法人岡山県開発公社
建設部
開発第二課
課長補佐



荒巻 武文(あらまき たけふみ)
三井住友建設株式会社・アイサワ工業株式会社
建設工事共同企業体
所長