

## ワルミ大橋の概要

銭高・竹中土木・國場共同企業体 正会員 ○梶川 晋  
 沖縄県北部土木事務所 道路整備班 班長 佐久本 典英  
 沖縄県北部土木事務所 同班 主任技師 米須 清彦  
 銭高・竹中土木・國場共同企業体 正会員 秋山 博

### 1. はじめに

ワルミ大橋は、なきじんそん今帰仁村仲宗根からうんでんばる名護市運天原に至る一般県道やがじ屋我地仲宗根線の道路新設事業の一環として、沖縄本島北部に位置する本部半島と屋我地島を連絡する海峡横断橋である。

架橋地点は、貴重動植物が生育する沖縄海岸国定公園内であつ鳥獣保護区に指定されている急峻な沿岸であるうえ、水深が深く2,000DWT（積載トン）の貨物船を対象船舶とする航路に位置づけられている。橋種の選定では、周辺の自然環境との調和、屋我地航路の確保から中間橋脚を設ける必要のない上路式RC固定アーチ橋を選定している。補剛桁には、ポストテンション方式PC中空床版を採用している。以下では、ワルミ大橋の上部工施工にあたりその概要について報告する。

### 2. 工事概要

本橋の特徴として、アーチリブの施工に合成鋼管巻立て工法を採用している。この工法は、薄肉角形鋼管を斜吊り材によって架設したあと、鋼管内をコンクリートで充填し合成構造とすることで剛性を高めた上で移動作業車を用いて順次コンクリートを巻立て、アーチリブを形成する施工方法である。本工法は、鋼管架設により施工の早い段階でアーチリブを閉合するため施工中の安全性が高く、鋼管にコンクリートを充填して合成構造とすることで、架設鋼材を従来工法より減ずることが可能となるという特徴を有する。また、アーチ支間 210m は、本工法で架設するRCアーチ橋としてはわが国で最長となる。

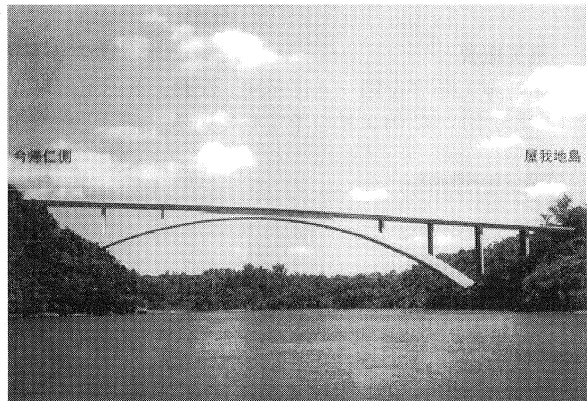


図-1 ワルミ大橋完成予想図

本橋の架橋位置周辺の地質は、沖縄県固有の琉球石灰岩が浅い位置に広く分布しており、兩岸のアーチアバットは、N値が50以上の強固な岩盤に支持されている。

以下に本橋の全体一般図、断面図を図-2、図-3に、橋梁諸元および使用材料を表-1に示す。

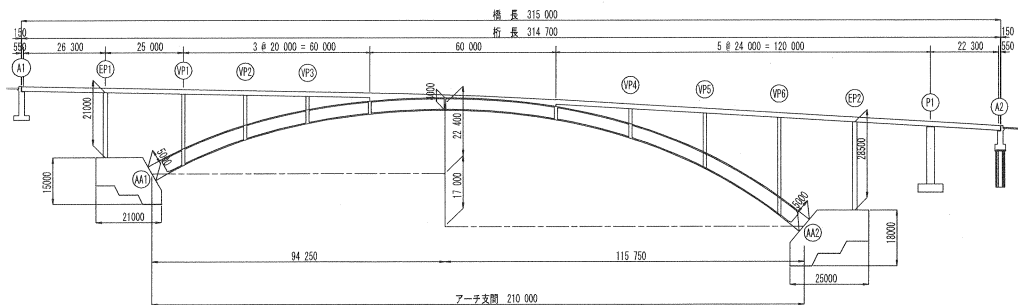


図-2 全体一般図

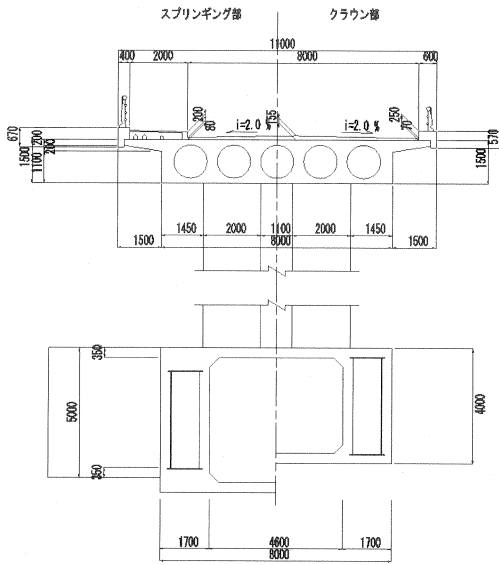


図-3 断面図

表-1 橋梁諸元および使用材料

道路規格	第3種第2級 設計速度V=50km/h
活荷重	B活荷重
構造形式	PC補剛桁を有する上路式RC固定アーチ橋
橋長	315.000m
桁長	314.700m
アーチ支間	210.000m
アーチライズ	22.400m (AA1側), 39.400m (AA2側)
ライズスパン比	8.415 (AA1側), 5.876 (AA2側)
支間長	313.6m (26.3+25.0+3@20.0+60.0+5@24.0+22.3)
幅員	10.0m (車道3.25×2, 歩道2.0m, 他路肩)
平面線形	R=∞~A=250
縦断勾配	→2.0% VCL=50.0m →6.0%
横断勾配	←2.0% 2.0%→
コンクリート	アーチリブ: 40N/mm <sup>2</sup> , 補剛桁: 36N/mm <sup>2</sup> 鉛直材: 40N/mm <sup>2</sup> , 充填コンクリート: 40N/mm <sup>2</sup>
PC鋼材	SWPR7BL 9S15.2 (エポキシ樹脂被覆)
鉄筋	SD345 (エポキシ樹脂被覆)
鋼管	SM490Y, SM400

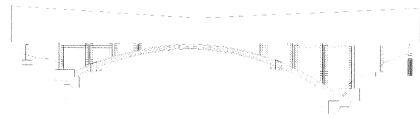
### 3. 施工概要

本橋の施工順序を図-4に示す。なお、下部工は平成19年2月に完成し、上部工の工期は平成18年12月~平成22年3月を予定している。

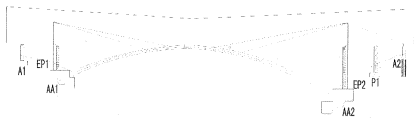
①基礎・下部・補剛桁の施工



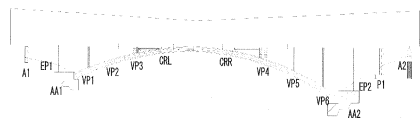
⑤補剛桁の施工



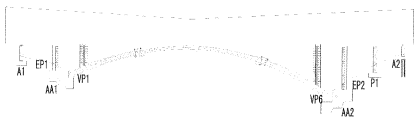
②鋼管の架設



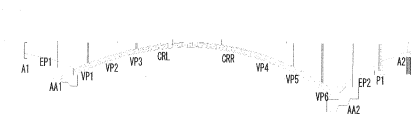
⑥補剛桁の施工



③鋼管充填コンクリート打設および合成鋼管巻立て



⑦クラウン部の施工



④合成鋼管巻立ておよび鉛直材の施工



⑧橋面工の施工



図-4 施工順序

### 3. 風観測に基づく架設時風荷重の設定

本橋の架橋地点は、台風などの強風に見まわれることが多く、架設計画にあたり風観測により設計風速を推定する必要があった。そこで、架橋地点付近に観測点を新たに設け風向・風速についてデータを収集し、近傍の気象官署（名護測候所、アメダス金武）との地点間相関解析を行った。

この結果から設計風速を 45m/s とし、架設時風荷重の荷重強度を風上側で 3.8kN/m<sup>2</sup>（標準：3.0kN/m<sup>2</sup>）風下側で 1.9kN/m<sup>2</sup>（標準：1.5kN/m<sup>2</sup>）として設定した。

### 4. 高耐久化に向けた塩害対策

本橋の塩害対策は、架橋位置が道路橋示方書Ⅲ（以下、道示Ⅲ）における塩害の影響地域として海上部および海岸線から 100m 以内に該当するため、影響が著しい「S」に区分される。従って、最小かぶり 70mm を確保し、併せて塗装鉄筋の使用又はコンクリート塗装と併用する必要がある。本橋では、コンクリートかぶりを補剛桁・鉛直材で 70mm 以上、アーチリブで 95mm としている。鉄筋にはエポキシ樹脂塗装鉄筋を用い、PC補剛桁に使用する PC 鋼材にはエポキシ樹脂塗装 PC 鋼より線、シースにはポリエチレンシースを採用し、徹底した施工管理のもとグラウト注入を行うこととしている。

### 5. エポキシ樹脂塗装鋼より線用の PC 鋼材接続具の開発

本橋の PC 補剛桁は、エポキシ樹脂塗装 PC 鋼より線を用いて分割施工を行うため、エポキシ樹脂塗装 PC 鋼より線に対応した新たな接続具を開発する必要があった。

開発にあたり、SWPR7BL 12S 12.7 と SWPR7BL 9S15.2 を比較検討した結果、ストランド本数が少ないため接続具寸法をコンパクトにでき、現場での組立作業が容易な 9S15.2 のマルチ定着タイプの接続具を採用した。

本システムは初めて採用されるシステムであり、定着性能を確認するため、PC 鋼より線を破断まで緊張し、定着効率、接続具の移動量およびひずみを測定する試験を実施した。接続システムを図-5、試験実施状況を写真-1、試験結果を表-2 に示す。

表-2 の試験結果から定着効率は規格値(95%以上)を満足しており、接続具の移動量は約 1mm、ひずみの最大値は 852μ で弾性範囲内であり、定着性能の健全性を確認することができた。

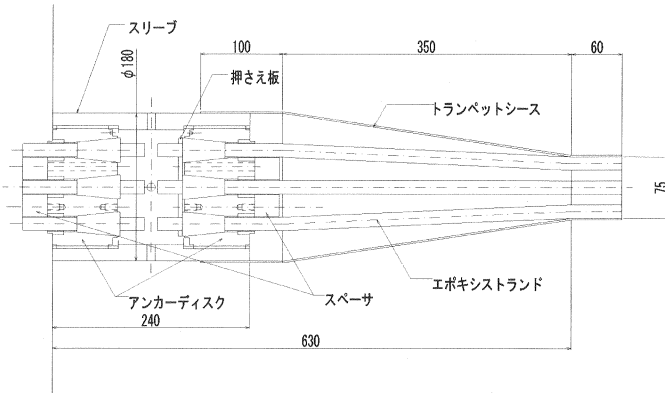


図-5 接続システム

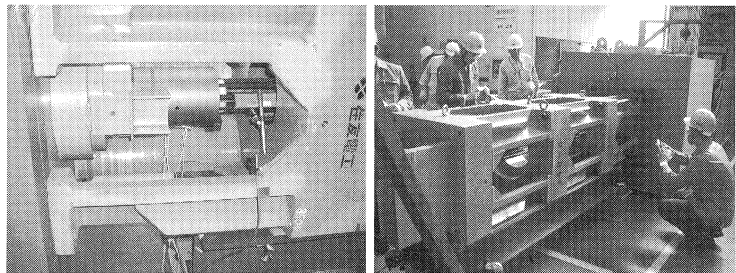


写真-1 試験実施状況

表-2 試験結果

試験項目	結果	備考
破断荷重	2335.4kN	(土木学会規格値：2331.6kN)
定着効率確認試験	99.4%	(土木学会規格値：95%以上)
移動量	約1mm	
ひずみ	最大852μ (弾性範囲内)	

### 6. 幾何学的非線形性の影響の解析

本橋のアーチリブの細長比は、約54となっている。道示Ⅲでは、細長比が35以上となる場合、幾何学的非線形性解析によりアーチ軸線移動の影響を考慮した断面力を評価することを推奨している。本橋の完成系では、コンクリート巻立てによりアーチリブの剛性が高くなるため、施工時において最も剛性が低い鋼管架設時から鋼管内のコンクリート充填までの施工ステップにおいて幾何学的非線形解析を行い、線形解析の変位量および断面力を比較して幾何学的非線形性の影響を検討した。

なお、鋼管内のコンクリート充填は図-6に示すように3回に分けて行うため、非線形解析でも施工ステップを反映させて逐次解析を行った。図-7に変位量、図-8に断面力の解析結果を示す。

変位の解析結果から、非線形解析の最大変位量は-249.7mm、線形解析では、-230.5mmとなり、非線形解析と線形解析の差が最大で8%程度となった。また、断面力を比較すると軸力、曲げモーメントの非線形解析と線形解析の最大値の差はそれぞれ1%、6%程度となり、許容応力度の範囲内に収まっていることを確認した。

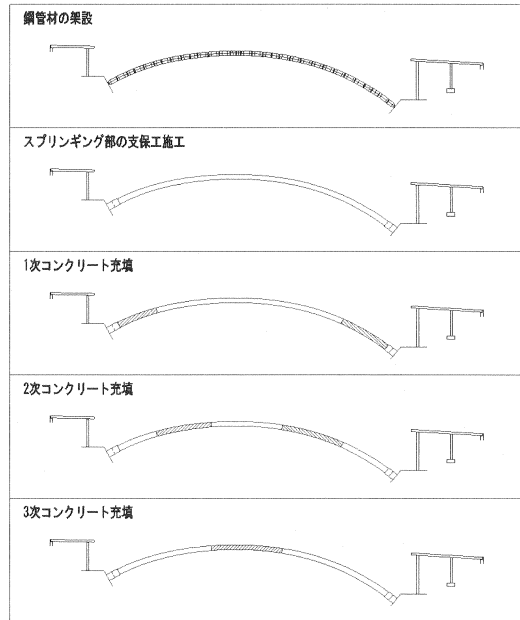


図-6 施工ステップ

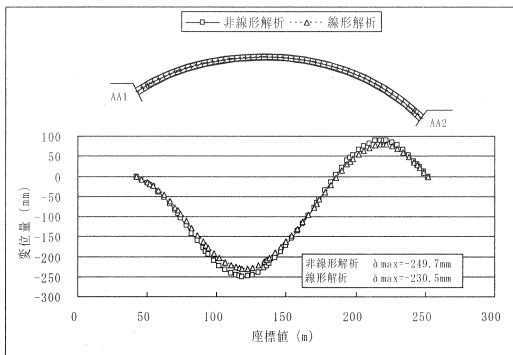


図-7 変位図

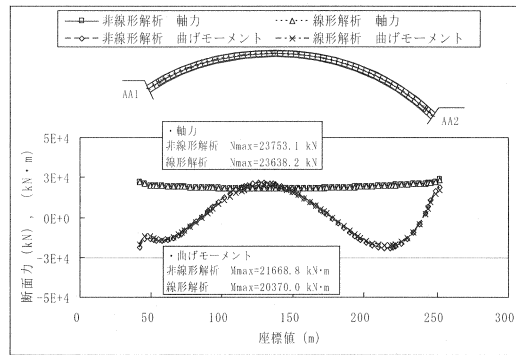


図-8 断面力図

### 7. まとめ

ワルミ大橋の特徴を整理すると以下のことが挙げられる。

- (1) 国定公園内での海上橋で琉球石灰岩を支持層とするコンクリート長大アーチ橋
- (2) 事前調査による設計風速の設定
- (3) かぶり、およびエポキシ樹脂塗装鋼材による塩害対策
- (4) エポキシ被覆樹脂塗装鋼より線用のPC鋼材接続具の開発
- (5) 合成鋼管アーチ施工段階における幾何学的非線形性の影響の照査

上部工施工は、2007年4月に着手した。今後、施工に関して別途、機会を改めて報告したい。

### 謝辞

本報告執筆にあたりご協力頂いた建設技術研究所・中央建設コンサルタント共同企業体の松永昭吾技師、嶋田紀昭技師および住友電工スチールワイヤー株式会社星野技師に記して謝意を表します。