

(23) ロアリング工法による鯛之川橋の施工

オリエンタル建設(株) 福岡支店 工事部 正会員 ○田原 文夫
 鹿児島県熊毛支庁屋久島土地改良出張所 松下 道夫
 // 前田 章
 アジアプランニング(株) 村上 潤也

1. まえがき

屋久島は、鹿児島県南方の黒潮洋上に浮かぶ日本で7番目に大きな島で、周囲105km、南北28km、東西24kmのおよそ円形に近い形をなしている。樹齢7000年を越す縄文杉が生きる原生林をはじめ、海岸線の亜熱帯性植物から高山性植物までが連続的に植性する豊かな植物相。ヤクザル、ヤクシカの固有種をはじめ、天然記念物に指定されている鳥類、3000種を越えると予想されている昆虫などの動物相。これらの比類なき大自然が多く残っており、このほど世界遺産条約の候補地として、ユニセフに推薦されることになった。

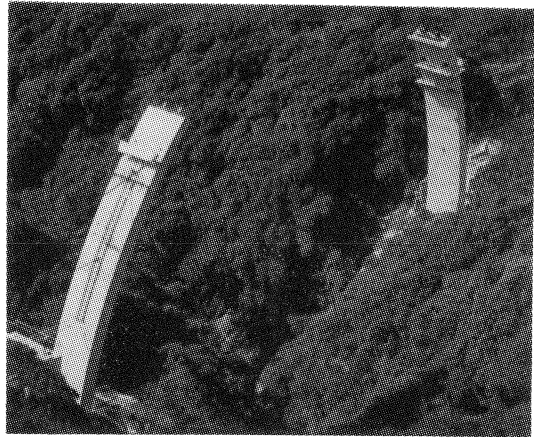


写真-1 ロアリング架設

鯛之川橋は、この島の南南東に位置する鯛之川の河口から約1km上流に建設されている農免農道のRCアーチ橋である。橋の近くには観光の名所、千尋滝など風光明媚な所が多数あり、これらの景観に調和し、しかも環境にやさしく経済的な橋梁形式として支保工を用いないアーチタイプが選定された。

アーチ橋の施工方法としてセントル工法、トラス工法なども考えられたが、これらの工法よりも海上運搬の資機材を少なくでき、経済的であるとの考えで、ロアリング工法が採用された。ロアリング工法とは、中央部分で2つに分割したコンクリート製のアーチリブをそれぞれ両岸で鉛直に製作しておき、下端のヒンジ沓を中心として、上端部から支えているPCケーブルを緩め出すことによってアーチリブを回転降下させ、中央でドッキングしてアーチリングを形成する施工方法である。本橋は、ロアリング工法で施工された橋としては、新潟県の内の倉橋について国内で2番目の橋となるが、全自動運転が可能なロアリングシステムジャッキの導入により、さらに作業効率の改善が図られた。ここでは、このロアリングシステムを紹介するとともに、アーチリブの架設を中心に鯛之川橋の施工概要について報告する。

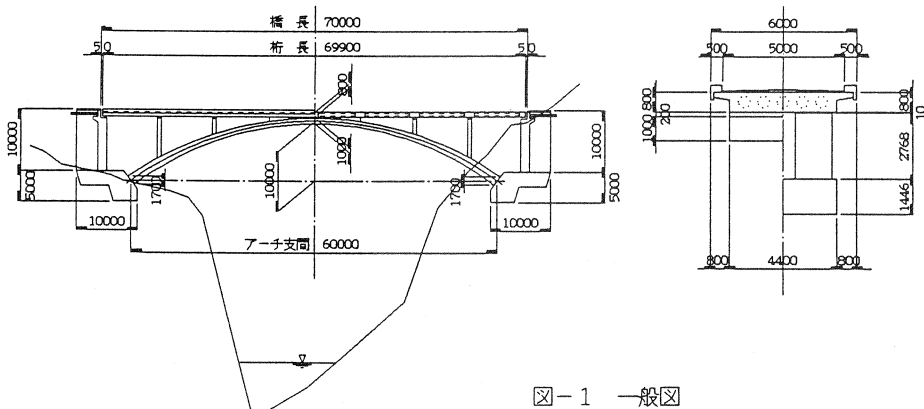


図-1 一般図

2. 橋梁緒元

構造形式：上路式RC固定アーチ

橋 格：2等橋

橋 長：70.00m

有効幅員：5.0m

アーチ支間：60.00m

ラ イ ズ： $f=10.00\text{m}$

アーチ軸線：円曲線 $R=50\text{m}$

設計震度： $K_h=0.13$

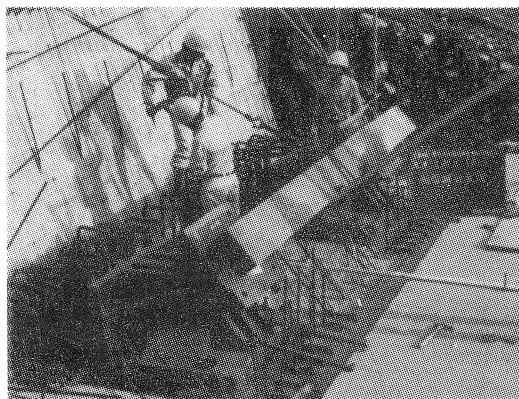


写真-2 回転支承の設置

3. アンカーおよびアーチリブの製作

3.1 アンカー

緩め出すPCケーブルをロアリングケーブルと称しているが、このロアリングケーブルの張力は、アンカーブロックを介してロックアンカーによって負担させた。ロアリングケーブルの最大張力600tfに対し、ロックアンカーには $10\phi 12.7$ を8ケーブル用いた。また、アンカーブロックは、ロアリングケーブルとロックアンカーをそれぞれ定着させる役目を果たすものであり、橋台後方に設置されるが、取付道路を封鎖することになり資機材の搬入の邪魔になる。そこで形状を凹形とし中央部に搬入路を確保した。

3.2 回転支承

回転支承は、鉛直に製作したアーチリブを所定の位置までスムーズに回転させるとともに、鉛直方向から水平方向へと移行する反力を、アバットに確実に伝達する必要がある。本橋では約400tfの回転支承を片側に2基設置した。設置誤差は閉合位置で十倍以上にも増幅されるため、据え付け精度は1mm以下が目標となる。このため、下沓をL形として水平に据え付けられるようにし、さらに、2基の沓をH形鋼で結合して回転軸の一致を図り、実際に回転させて確認をとりながら据え付けた。

3.3 アーチリブの製作

アーチリブの製作は、2.5mずつ12ブロックに分けて場所打ち施工し、ブロック継目の鉄筋は機械式継手を用いて施工性を上げた。周囲に四角支柱で支保工を組立て、天端に設置した吊装置(2.8tf)で資材の荷揚げおよび移動式足場の吊り上げを行った。また、これらの組立にはトラッククレーンを用いた。

一方、アーチリブには、緩め出すためのロアリングケーブルと、対岸から引き寄せするための引寄せケーブルの2種類の架設ケーブルをセットする必要がある。これらのケーブルは回転するにつれ角度が変化するため、定着体にトランペット形の鋼製ダクトを取り付けてケーブルの角変化に対応させた。また、引寄せケーブルは、対岸のアンカーブロックで緊張するため、鉛直に製作してある対岸のアーチリブを貫通しなければならない。この位置は架設順序によって異なるので、どちらのアーチリブを先行させるかを決めてから箱抜きを設けた。

また、ケーブルの定着位置は、架設時に生じる応力が設計時よりも大きくなる場合があるため注意を要する。本橋では、ロアリングケーブルを上から2ブロック目、引寄せケーブルを3ブロック目に配置して架設時の応力を抑えた。

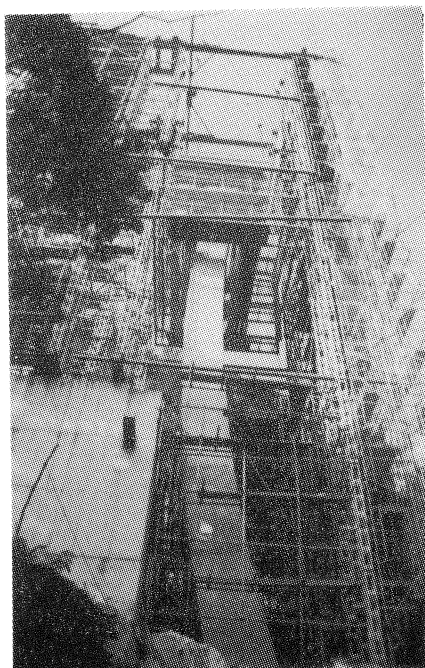


写真-3 アーチリブの製作

4. ロアリング架設

4.1 架設ケーブルの配置

架設ケーブルは、アンカーブロック後方で、所定本数分を切断しケーブル単位で仮置きした。まず、引寄せケーブル(12φ15.2)を1ケーブルにまとめ、ウィンチを使用して対岸のアーチリブ定着体まで引き出し、て配置した。次に、ロアリングケーブル(24φ15.2)2本の配置は、アンカーブロック後部にすでにセットしてあるジャッキに素線を1本づつ通し、アーチリブ上端の定着体までベビーウィンチで引き上げて行った。素線を1本づつ挿入したのは、1ケーブル24本の素線が、鋼製ダクト内およびその出口で絡み合わないよう順序よく配列する必要があったためである。

4.2 架設ケーブルのサグ取り

ロアリングケーブルのサグ取りは、まず、ケーブル全体のサグをロアリングジャッキ(H-800型)を緊張することで行った。素線1本ごとの不揃いの調整は、シングルジャッキ(1H15-200型)で行う予定であったが、サグの不揃いから判断される張力のばらつきが小さかったため、とくに必要はなかった。一方、引寄せケーブルについては、対岸のアンカーブロックに設置した引寄せジャッキ(SF-M型)でケーブル全体を緊張することで行った。素線1本ごとの不揃いについては、同ジャッキで1本ごとの緊張が可能であるため、サグのばらつきを確認しながら調整した。

4.3 初期バランス状態

アーチリブは、下端の回転支承とアバット天端の転倒防止材で支えられて、アバット側への回転を止められているが、ロアリングを行うのに先だて、転倒防止材を撤去し、ケーブルだけで支えられたバランス状態を作る必要がある。このため、若干の張力をロアリングケーブルに与えつつ引寄せケーブルを緊張し、双方のケーブルが張り合った状態を保ちながら、転倒防止材が撤去できる初期のバランス状態を作った。この状態で各ケーブルの初期緊張力は、引寄せケーブル70tf、ロアリングケーブル37tfであり、風荷重($W=300\text{kgf/m}^2$)、地震荷重($K_h=0.1$)が作用しても安定した状態とした。

4.4 1次ロアリング

引寄せケーブルとロアリングケーブル双方を用いて、バランスをとりながら回転降させる方法(1次ロアリングと呼ぶ)で、回転角 $0\sim 20^\circ$ までの間の作業を行った。まず、引寄せケーブルの張力が170tfとなるまで緊張し、次に、左右2台のロアリングジャッキを緩めて、引寄せケーブル張力が70~170tfの範囲に入るように管理した。この作業は、それぞれのジャッキが対岸にあるため、連絡を密にとる必要がある。本橋では、トランシーバー、インターホンを用いて、常時、引寄せケーブルの張力を監視することとし、双方のジャッキを同時に作動させ、緩めながら緊張する方法をとり、作業時間の短縮を図った。

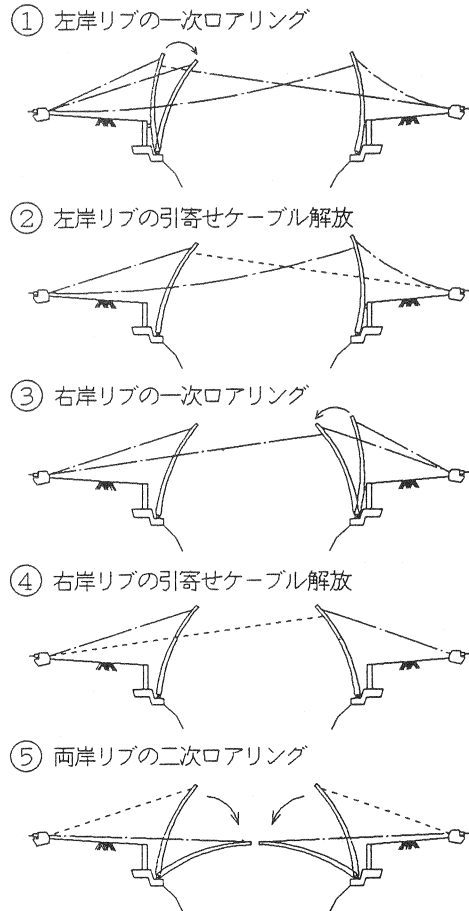


図-2 ロアリング架設手順図

4.5 2次ロアリング

回転角が 20° 以上になると、引寄せケーブルを撤去しても安定している。したがって、最終角度 71° までは、ロアリングケーブルのみを緩め出すだけでよい。この方法を2次ロアリングと呼ぶが、ジャッキの標準ストロークが200mmであるため、約80回繰り返して16mケーブルを緩め出すことになる。2次ロアリングでは、回転角に応じて張力が増加し、 20° ~ 71° で70~560tfになる。これらの作業は、操作性、安全性を向上させるために、とくに改良されたロアリングシステムジャッキを用いた。

このシステムは、ロアリングジャッキ(H-800型)、油圧ポンプ(LLEP型)、全自動油圧コントロールユニットからなっており、800tfの連続緩め出し能力を持つ。ロアリング架設以外にも、重量物の連続吊り下げなどにも適用性は十分にある。ストロークを戻してケーブルを緩め出すという通常とは逆の動作が可能なので、ジャッキの前後に装着したオートチャックが、確実に掴み換えられるように工夫されている。さらには、2台のジャッキのストロークを連動させる制御や、異常時の緊急停止機能などを備えたコントロールユニットは、全自動運転を可能にしたものである。

2次ロアリングは、1次ロアリングの終わった両方のアーチリブを、片側先行で同時に行い、最終的にアーチリブの天端の高さと位置をチェックすることにより終了した。

4.6 中央閉合

ロアリング架設終了後の誤差は、片側が下流側に5mm、もう一方が上流側に10mmであったが、いずれも基準値の ± 30 mm以内であった。連結作業はまず、あらかじめ取り付けておいた吊り足場を完成させ、アーチリブ先端に埋め込んでおいたH形鋼に、添接板をボルト止めすることにより仮連結し、型枠鉄筋組立後、場所打ちを行って閉合した。ロアリングケーブルは、コンクリート硬化後に、緩め作業を行って解放し、各ジャッキ類とともに撤去した。

5. あとがき

本橋梁は、当初の計画通り約3日間でロアリング架設を無事終了した。現在、2期工事として鉛直材・補剛桁・橋面工事に着手し、鋭意施工中である。最後に、FKKをはじめと多くの方々のご尽力に対し、紙面をかりて謝意を表します。

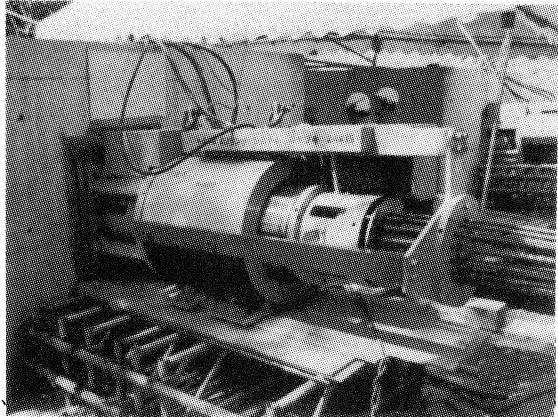


写真-4 ロアリングジャッキ

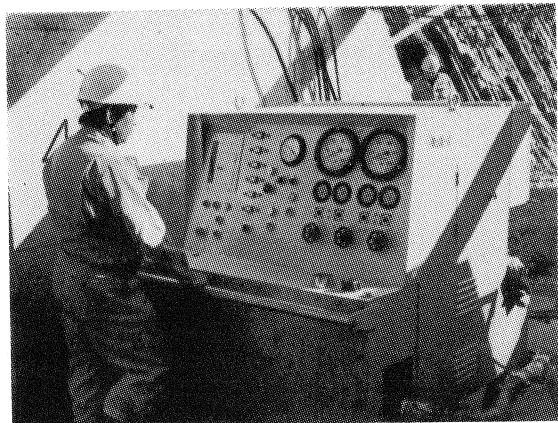


写真-5 全自動油圧コントロールユニット

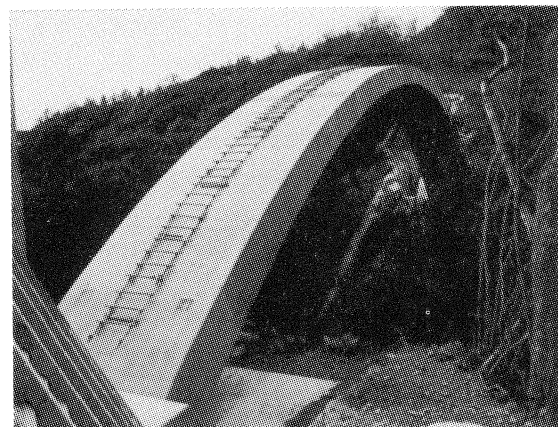


写真-6 アーチリブ閉合