

(158) **ロアリング工法によるアーチリングの架設と管理** ～三貫目大橋の施工～

オリエンタル建設(株)

田辺 和夫

同 上 正会員 大信田秀治

同 上 正会員 ○落合 勝

同 上 廣瀬 茂

1. はじめに

三貫目大橋は、佐渡ヶ島の西方に位置する真野町に建設されたコンクリートアーチ橋であり、佐渡の玄関両津市と小佐渡地方を結ぶ一般農道整備事業として計画されたものである。この事業は、農業交通と流通の合理化を図る目的で計画された路線であり、本橋はその中枢を担っている。また、本橋の架設地周辺は、山岳地帯および急激な渓谷となっており、地形的な制約があること、周囲の景観に調和すること、そして経済性および施工性に優れていることなどからロアリング工法によるアーチ橋が選定された。

ロアリング工法は、アーチリングを支間中央で2分割したものを、各々のアーチアバット上で鉛直方向に製作し、前方に回転させて中央で閉合する工法である。また、OKK式ロアリング工法は、大型架設機材(特殊アーム)の代わりに引寄せケーブルを用いることで、アーチ規模に関係なく経済的にロアリング架設を可能にした工法である。以下にOKK式ロアリング工法の特長を挙げる。

- ・地形条件に左右されない。
- ・アーチリング施工時はアーチリングと固定支持材、ロアリング架設時にはアーチリングとケーブルのみのシンプルな構造のため、挙動が明快で施工管理しやすい。
- ・大型架設機材を必要としない。
- ・橋台付近における作業がほとんどのため、作業が安全で省力化が図れる。

本橋はOKK式ロアリング工法によって施工されたアーチ橋としては、過去最大のアーチ支間90mを有している。アーチリングの施工に自走式昇降足場(クライミングステージ)を使用したのも本橋の特徴である。

そこで、本文ではOKK式ロアリング工法によるアーチリングの架設を報告するものである。なお、アーチリングの施工などについては文献[1]を参考にさせていただきたい。

2. 工事概要

本橋の工事概要を以下に示す。

工 事 名：県営一般道農道整備事業真野西部地区(三貫目大橋)

工事場所：新潟県佐渡郡真野町大字東大須～西大須

工 期：自 平成 8年12月20日

至 平成11年 8月31日

構造形式：RC固定アーチ橋(逆ローゼタイプ)

基礎形式：直接基礎

架設工法：ロアリング工法

荷 重：B活荷重(雪荷重  $w=100\text{kgf/m}^2$ )

橋 長：125.000m

アチ支間：90.000m

有効幅員：6.500m

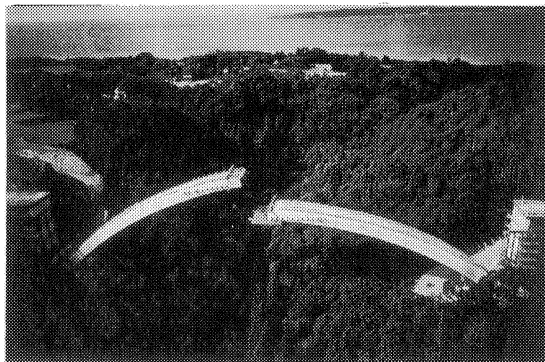


写真-1 ロアリング架設中の本橋

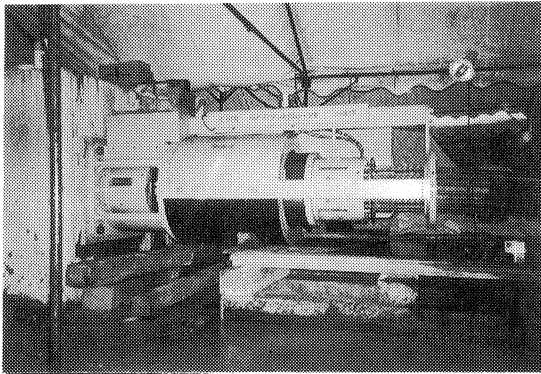


写真-2 ロアリングジャッキ

### 3. ロアリング架設

本橋の施工順序を図-1に示す。なお、施工段階4のロアリング架設について以下に詳細を示す。

#### 3.1 ロアリングシステム

ロアリングシステムは、ロアリングジャッキ、全自動油圧ユニットおよび電動ポンプによって形成されている。ロアリングジャッキは、フレシネーH800ジャッキにリリースジャッキを組み込み、ケーブルの送り出しを可能としたジャッキである(写真-2)。この前後に組み込まれたリリースジャッキのクランプ・アンクランプを繰り返し行い、同時にメインジャッキのストローク調整を行うことでケーブルが送り出される。なお、メインジャッキの容量は800tf、最大ストロークが300mmである。また、ケーブルの送り出し装置は全自動油圧ユニットとなっており、これを用いて4台の油圧ポンプを集中管理し、連動した4台のロアリングジャッキから、ロアリングケーブルを自動的に送り出すことが可能である。

また、A1側のロアリング終了後にこのシステムをA2側に運搬・設置しなければならない。このために、A1側ではロアリングジャッキ前面にFF定着具と呼ばれる装置を取付けることで、ロアリング終了後にロアリングジャッキの撤去を可能にした。このFF定着具は、ロアリングシステムジャッキ前方に組み込まれたリリースジャッキと同様な機能を持っており、A1側のロアリングケーブルは、このFF定着具によってアンカーブロックに固定される。

#### 3.2 ケーブルの配置

ロアリングケーブルは、アーチリングとその後方にあるアンカーブロックに配置するケーブルであり、24T15.2を4本使用する。引寄せケーブルは、アーチリングと対岸にあるアンカーブロックに配置するケ

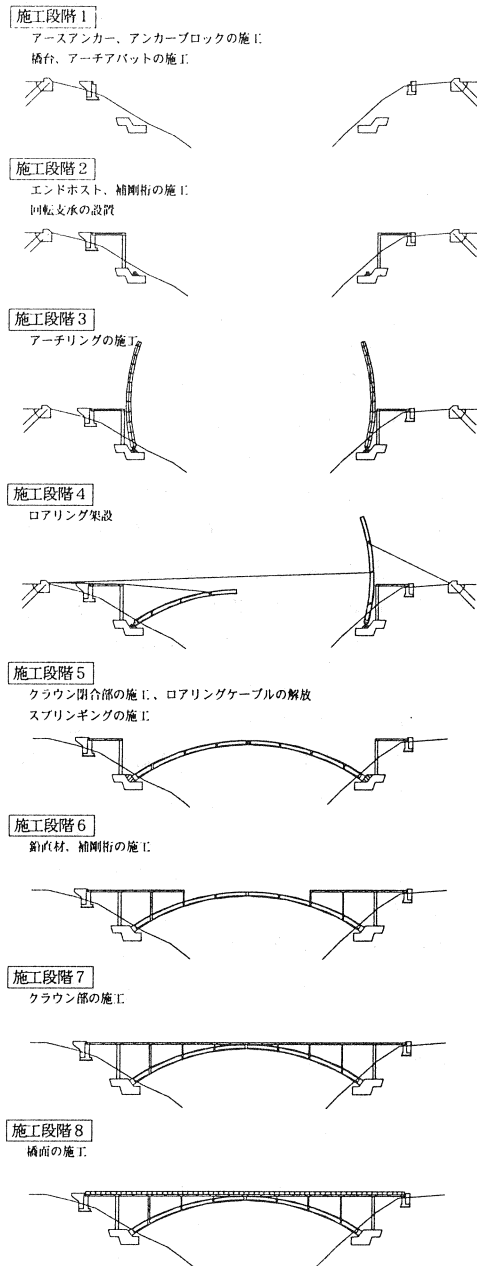


図-1 施工順序

ープルであり、12T15.2を2本使用する。ロアリングケーブルの配置は、コイルから取り出したPC鋼より線をアーチリング側の定着具から挿入し、アンカーブロック後方までの所定の長さ分配置した後にアーチリング内の定着具後方で切断する。これを所定の本数分繰り返す。引寄せケーブルの配置は、あらかじめA1～A2間に配置しておいた仮ワイヤーを利用し、電動ウィンチを2台使用して1本づつA1～A2間に配置した。また、ロアリングケーブル、引寄せケーブル共に配置途中で絡み合う可能性があるため、あらかじめ定着具に番号を付けてから配置を行

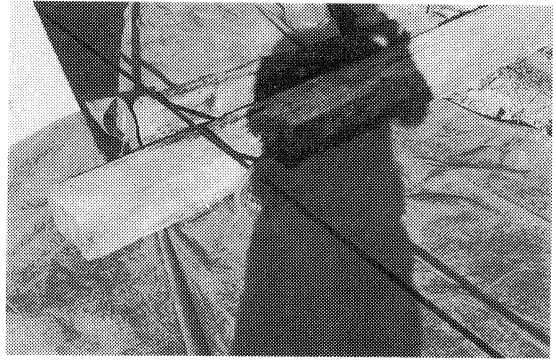


写真-3 配列用リング

い、さらにロアリングケーブルには、写真-3に示すような配列用リングを途中に設けてケーブルが絡み合うのを防いだ。

### 3. 3 ロアリング架設

ロアリング架設要領図を図-2に示し、各段階ごとの内容を以下に示す。

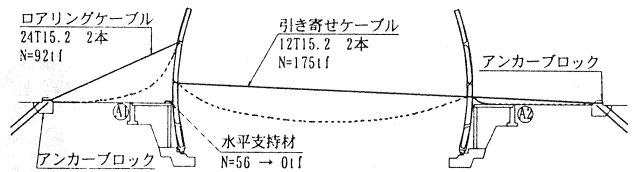
#### (1)ケーブルの初期張力導入

ロアリングケーブルおよび引寄せケーブル緊張前のアーチリングは、水平支持材によって支持されており、水平支持材には常時56tfの軸力が作用している。ケーブルの初期張力は、この水平支持材の軸力を0にし、水平支持材を撤去できるように設定した。ロアリングケーブルの導入張力が92tfと小さいことから、サグによる見かけの剛性が小さくならないように、4本のロアリングケーブルの内、外側の2本のみを使用して初期張力を導入した。また、引寄せケーブルの緊張に用いたジャッキはフレッシュャッキ SF-M型である。初期張力を導入したアーチリングは、外力に対して安定した状態である。

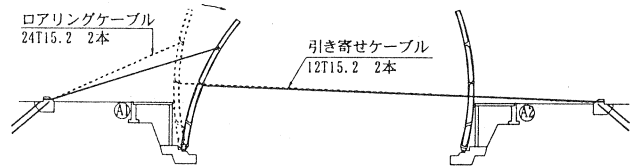
#### (2)一次ロアリング

一次ロアリングはロアリングケーブルと引寄せケーブルを操作し

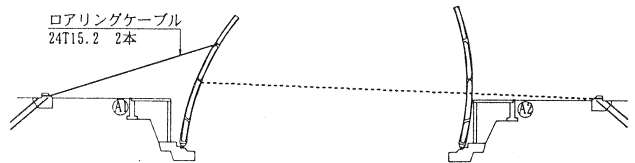
#### 1. 初期張力導入



#### 2. 一次ロアリング



#### 3. 引寄せケーブルの解放および二次ロアリング



#### 4. ロアリング終了

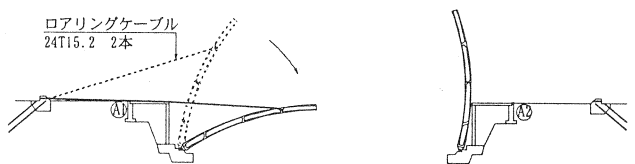


図-2 ロアリング架設要領図

てロアリングを行うものである。初期状態から引寄せケーブルの張力を増加させるとロアリングケーブルの張力も増加し、アーチリングは一次回転を起こす。さらにロアリングケーブルの張力を解放すると二次回転を起こす。これらの操作をアーチリングが外力に対して自重のみで安定する状態(リリース地点:回転角度約15度)まで繰り返し行う。なお、一次ロアリング時のロアリングケーブルに作用する張力が小さいため、使用するロアリングケーブルは4本の内、外側の2本のみである(写真-4)。

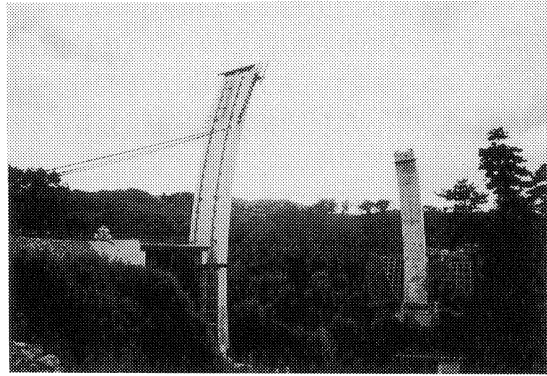


写真-4 一次ロアリング

(3)引寄せケーブルの解放および二次ロアリング  
一次ロアリング終了後、引寄せケーブルは不要となるため張力を解放する。実際は、引寄せジャッキを作動させずに引き続きロアリングを行うことで、引寄せケーブルの張力を解放した。

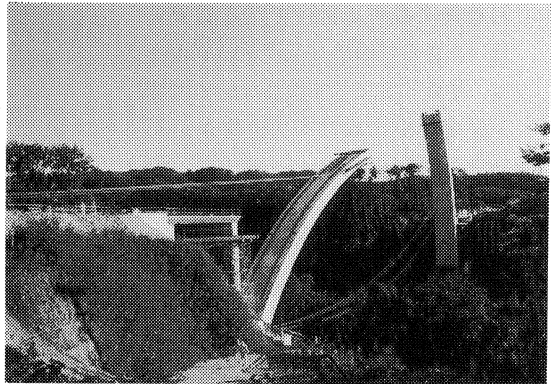


写真-5 二次ロアリング

リリース地点以降は、アーチリングの自重のみで前方へ回転するので、ロアリングケーブルの送り出しのみで回転制御をする。この二次ロアリングを繰り返し行い、所定の位置まで回転降下させる。なお、二次ロアリングは写真-5に示すように、4本のロアリングケーブルを用いて行った。

(4)ロアリング終了

ロアリングの終了は、アーチリング角度が約72度となる位置である。アーチリングの根元に設置した分度器を目視することで角度測定を行い、最終的にアーチリングの天端高さを光波計で測定・確認してロアリング架設を終了した。

4. 架設管理

ロアリング架設するアーチリングは、アーチアバット部の回転支承およびロアリング・引寄せ各ケーブルで支持された構造であり、各ケーブルの張力調整によりアーチリングを安定状態にしながらか架設しなければならない。また、反力台となるアンカーブロックの挙動に対しても注意を払わなければならない。

そこで、ロアリング架設時には以下に示すような項目について架設管理を行った。

4. 1 各ケーブル張力

ロアリングケーブルの張力は、基本的に全自動油圧ユニットの各ジャッキ毎のポンプマンメータで管理を行った。しかし、マンメータの精度上、低荷重時においてロアリングケーブルの張力の管理が難しかったため、表-2に示すようなロアリングケーブルと引寄せケーブル

表-2 角度毎の張力管理表

引き寄せ ケーブル張力 (tf)	ロアリングケーブル張力 (tf)			
	アーチリング角度 (°)			
	~5	5~10	10~15	15~
40	0	21	59	100
60	14	35	74	115
80	27	49	88	130
100	41	63	103	145
120	55	77	117	159
140	68	90	132	174
160	82	104	146	189
180	95	118	161	204
200	109	132	175	219

ルの張力の関係を利用して、引寄せケーブルの張力を測定することでロアリングケーブルの張力管理を行った。そのロアリングケーブル張力管理結果を図-3に示す。これによると、角度が40度以降になると、実測値は計算値より小さくなり、角度が大きくなるごとにこの傾向は強まる。この理由として、

- 1) ジャッキ内部の摩擦損失。
  - 2) アーチリングの角度が変化したことにより、アーチリング内のダクトとPC鋼材に生じた摩擦の影響。
- 等があげられる。さらに、ロアリング最終値においては、ロアリングケーブルが補剛桁先端(丸鋼を設置)と接していることや、角度変化していることによる張力の減少も影響していると考えられる。

引寄せケーブルの張力管理は、ポンプマンメータにて行った。管理方法としては、引寄せケーブル緊張時には最大値を、ロアリングケーブル送り出し時には最小値をそれぞれ設定し、その範囲内にて張力調整を行った。最大張力はアーチリングの耐力によって決定した値200tfに設定し、最小値はアーチリングの外力に対する安定性によって決定され、角度ごとに表-3に示すような範囲で張力の調整を行った。

#### 4. 2 ロアリングケーブル抜け出し量

ロアリングケーブルの抜け出し量は、アンカーブロック前面を基準にして、スチールテープを用いて測定を行った。測定したケーブルは全4ケーブルの内の外側の2ケーブルであり、回転角度5度毎に測定を行った。実測値はほぼ計算値通りであった。

#### 4. 3 アーチリング天端位置

アーチリングの天端位置の測定は、プリズムをA1、A2それぞれのアーチリング先端に取り付け、光波計にて測定した。アーチリングは約72度回転するため、プリズムは初期用および最終用とに分けて同一箇所にて2個取り付け、30度前後で切り換えを行った。なお、ロアリング架設は光波計によりアーチリング天端高さを最終確認して終了した。

#### 4. 4 アンカーブロック変位

アンカーブロックの変位量はロアリングジャッキとの接地面を基準に、トランシットを用いて回転角度5度毎に測定を行った。また、A2側の一次ロアリングの際には、A1側アンカーブロックには、A1側のロアリングケーブル張力およびA2側の引寄せケーブル張力の両方が作用する。このため、A2側の一次ロアリング中においても、既に終了したA1側のアンカーブロックの変位を測定した。これら測定の結果、アンカーブロックに異常な挙動は見られず、変位も生じなかった。

### 5. 架設後作業

#### 5. 1 閉合工

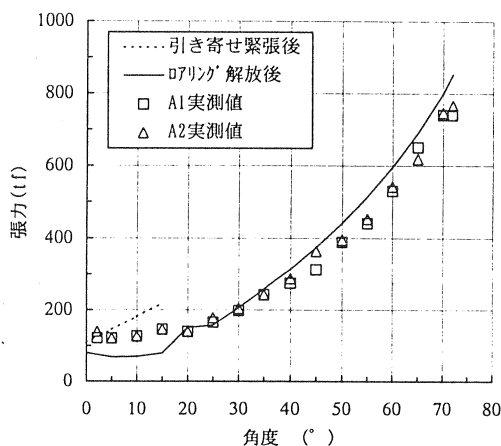


図-3 張力管理結果

表-3 角度毎の張力管理表

		ロアリングケーブル張力 (tf)	引寄せケーブル張力 (tf)
ロアリング開始前	水平材撤去時	91	175
	引寄せ緊張時	109	200
	ロアリング解放時	80	158
角度=5°	引寄せ緊張時	132	200
	ロアリング解放時	80	125
角度=10°	引寄せ緊張時	175	200
	ロアリング解放時	80	69
角度=15°	引寄せ緊張時	219	200
	ロアリング解放時	102	43

閉合部の支保工となるH鋼や異形PC鋼棒などの仮設部材は、あらかじめ最終12ブロックに取り付けておいた。また、鉄筋・型枠などの閉合材料は、最終12ブロックのアーチリング中空部に仮置きしておいた。ロアリング架設終了後に図-4に示す支保工組み立てを行った。その後、各々のアーチリング先端のH鋼をガセットプレートで接続し、鉄筋組立および型枠組立後にコンクリートを打設した。

### 5. 2 ロアリングケーブルの解放

閉合部のコンクリートが所定の強度に達した後、ロアリングケーブルの解放を行った。A1側のロアリングケーブルはFF定着具、A2側のロアリングケーブルはロアリングジャッキによってそれぞれ定着されているため、A2側はロアリングジャッキを作動させ、架設時と同様にロアリングケーブルを送り出し、ケーブルの張力を解放した。A1側は、シングルストランドジャッキを2台使用して、左右の張力バランスが崩れないように、左右1本づつストランドを解放した。

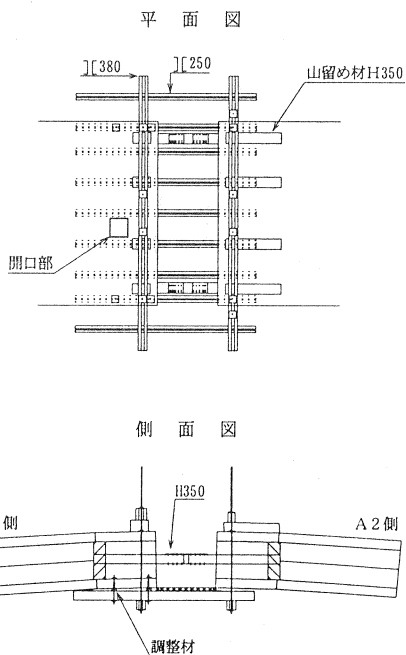


図-4 閉合部支保工

### 6. おわりに

ロアリングケーブルの解放終了後、鉛直材、補剛桁および橋面工の施工が6月末日をもって終了した(写真-6, 7参照)。

今回、アーチリングの施工はクライミングステージを用いて行い、ロアリング架設では、初めて4台のロアリングジャッキの連動を試みた。このようなことから、ロアリング工法の更なる長大化への可能性を見出すことができたといえる。

また、A2側のロアリング架設中に、'98年では全国に最も大きな被害をもたらした台風11号が佐渡ヶ島西方を通過していった。架設作業は台風一過後に再開したが、台風による強風でも、アーチリングを含めた構造物およびロアリングケーブルなどの架設材に異常はなく、架設作業は無事終了したことも付け加えて記しておく。

最後に、本橋の施工に関して多大なご指導、ご協力をいただいた関係諸氏に紙面をお借りして深く感謝の意を表す次第である。

### 【参考文献】

- [1] 岩田、田辺ほか:ロアリング工法によるアーチ橋(三貫目大橋)の施工,第8回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集,1998,pp.345~350

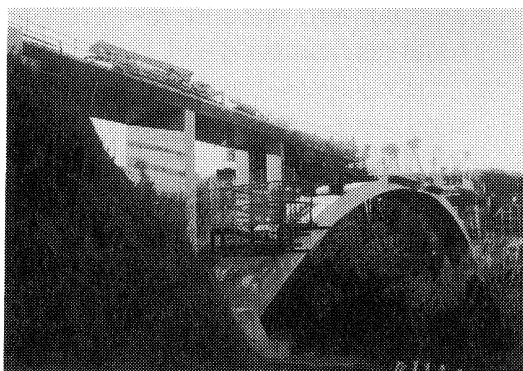


写真-6 鉛直材・補剛桁の施工状況

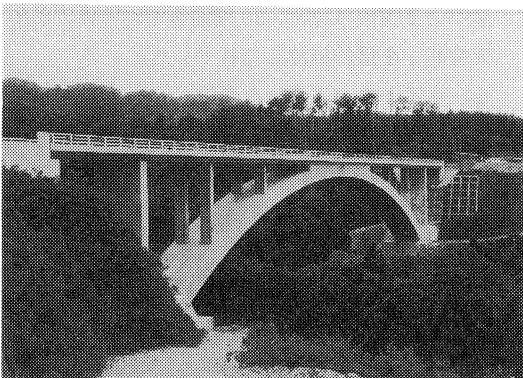


写真-7 完成後の本橋