

# ロアリング工法によるアーチ橋の施工 - 三貫目大橋 -

岩田 洋一\*1・田辺 和夫\*2・落合 勝\*3・廣瀬 茂\*4

## 1. はじめに

三貫目大橋は、佐渡島の西方真野湾を臨む海岸段丘に位置しており、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、佐渡郡真野町は、新潟県内唯一の五重塔がある「妙宣寺」や、承久の乱で流された順徳上皇の火葬塚である「真野御陵」など、数多くの史跡や文化を有する町として知られ、観光客が絶えることなく訪れている。

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、それぞれ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。本橋はロアリング工法によって施工されたアーチ橋としては、国内で3番目の橋であり、アーチ支間も過去最大の90mである。

そこで、本稿ではこのロアリング工法によるアーチリングの架設を中心に施工の概要を報告するものである。

## 2. 工事概要

本橋の工事概要を以下に示す。また、主要材料を表-1

表-1 主要材料

	規格・仕様	単位	上部工	下部工	ロアリング工
コンクリート	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$	m <sup>3</sup>	527	—	—
	$\sigma_{ck}=24\text{N/mm}^2$	m <sup>3</sup>	620	161	—
	$\sigma_{ck}=21\text{N/mm}^2$	m <sup>3</sup>	—	1 120	402
鉄筋	SD295A	tf	257	55	10
P C 鋼材	SWPR7B 24S15.2	tf	—	—	19
	SWPR7B 12S15.2	tf	—	—	7
ロアリング用回転支承		基	—	—	4
アースアンカー	SEEE F270	本	—	—	20

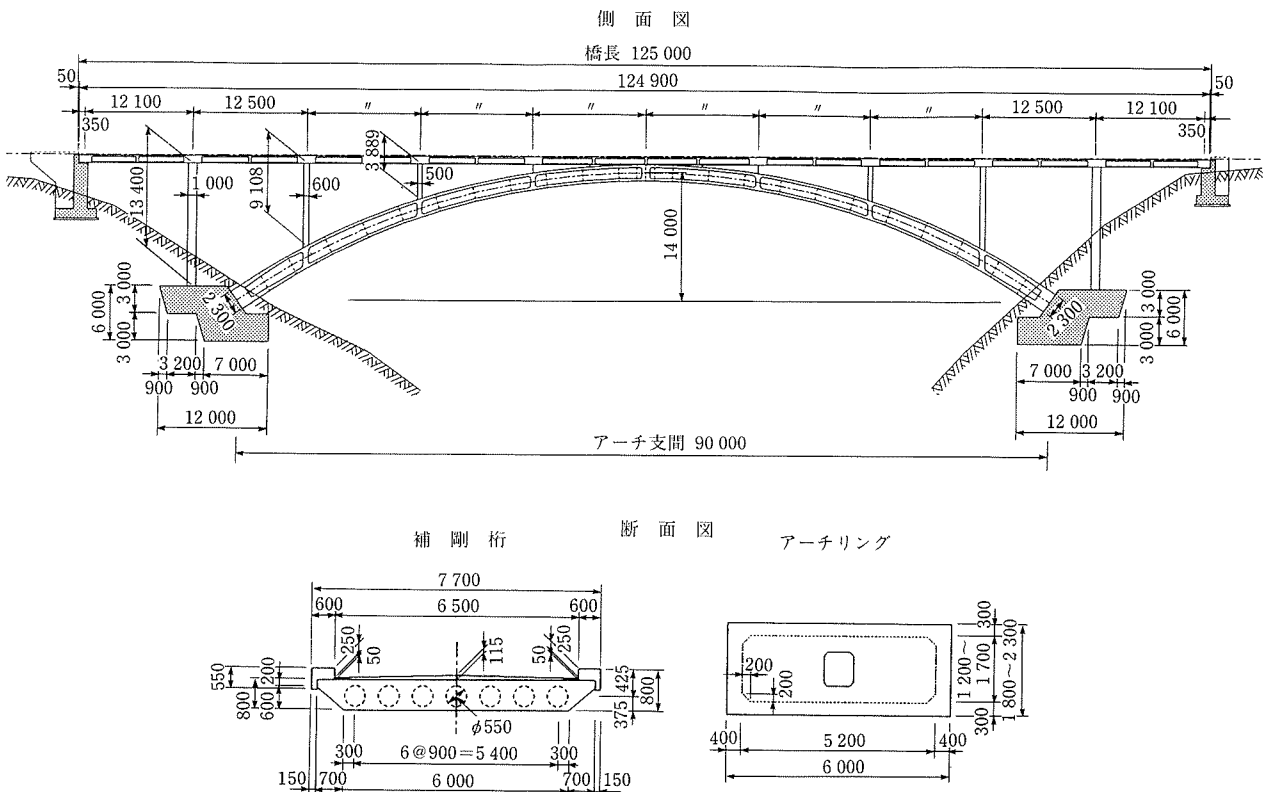


図-1 構造一般図

\*1 Youichi IWATA: 新潟県農地部 佐渡農地事務所 所長  
 \*2 Kazuo TANABE: オリエンタル建設(株) 三貫目大橋工事作業所 所長  
 \*3 Masaru OCHIAI: オリエンタル建設(株) 本社 技術部  
 \*4 Shigeru HIROSE: オリエンタル建設(株) 東京支店 工事部

◆ 工事報告 ◆

に、構造一般図を図-1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アーチ橋（逆ローゼタイプ）

架設工法： ロアリング工法

荷重： B活荷重（雪荷重 $W=100\text{kgf/m}^2$ ）

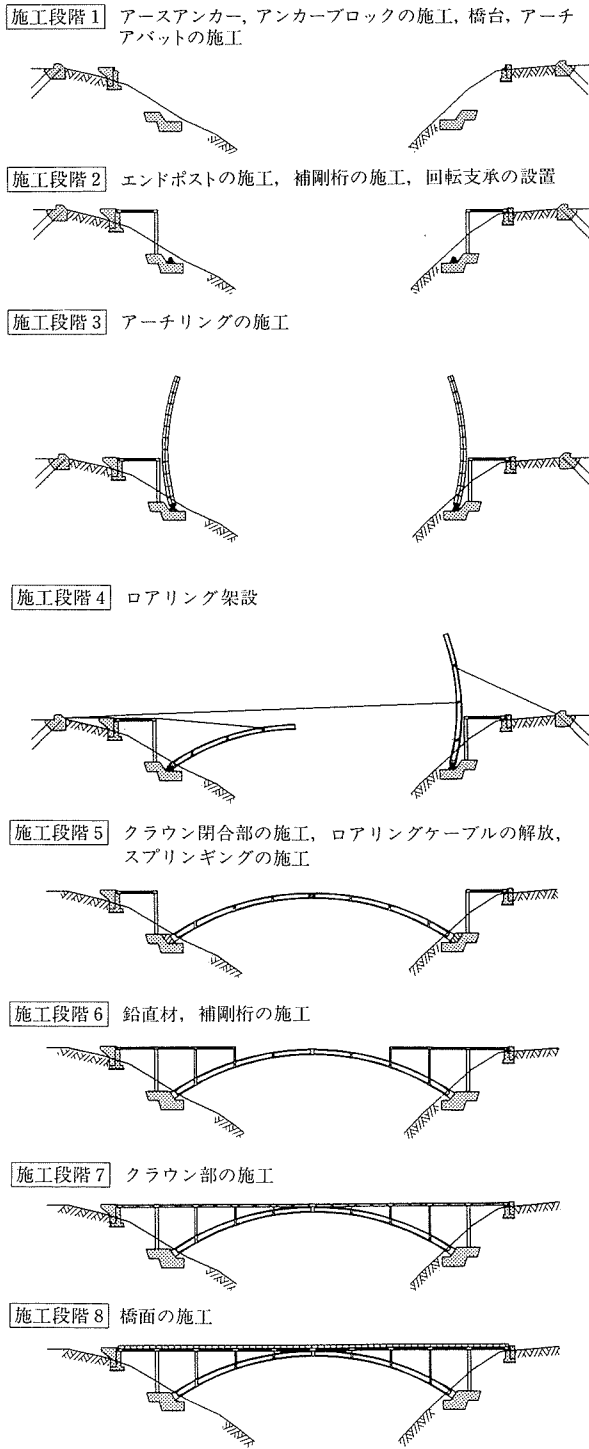


図-2 施工順序

橋長： 125.000m

アーチ支間： 90.000m

有効幅員： 6.500m

3. 施工概要

本橋の施工順序を大別したものを図-2に示す。

アーチリングの施工において、過去2橋のロアリング工法によるアーチ橋では、その周囲を全支保工足場を組み立てて施工を行っていた。しかし、本橋ではアーチリングの規模が大きいため、全支保工足場では開口部が大きくなることや、アーチアバット付近に支保工を組むスペースがないことなどから自走式昇降足場（クライミングステージ）を用いてアーチリングを施工した。

4. アーチリングの施工

アーチリングの施工手順を図-3に示し、以下にその説明をする。

4.1 1～3ブロックまでの施工

アーチリングの施工に先立ち、ロアリング用回転支承の設

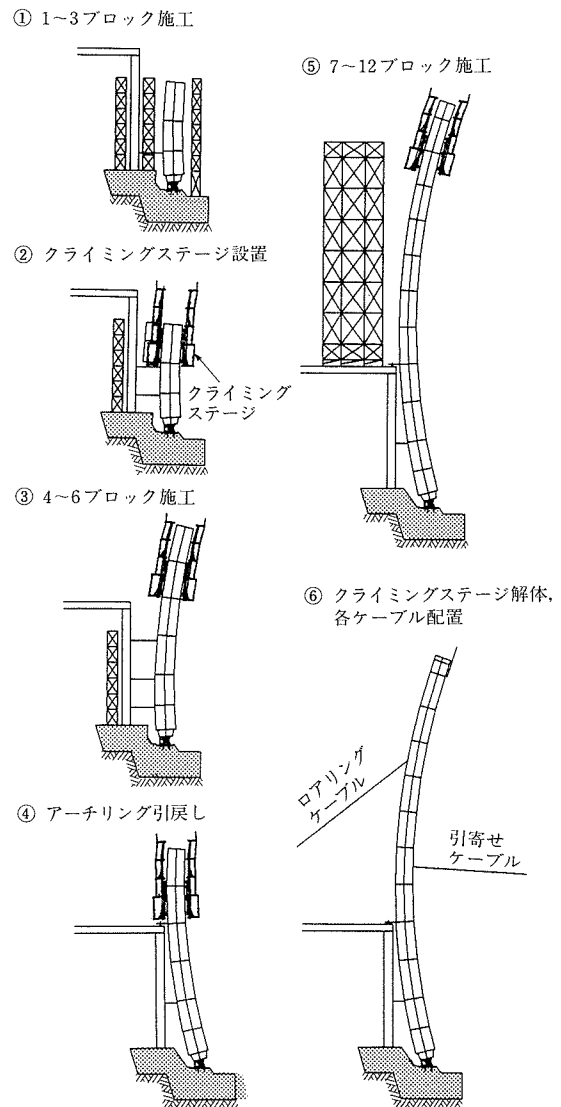


図-3 アーチリングの施工手順

置を行った。この回転支承は、アーチリング施工の基準になることや、ロアリング架設時の架設精度に大きな影響を及ぼす。このために、設置誤差を極めて小さくなるように、その設置には細心の注意を必要とした。その後、支柱およびビティ枠を組み立てて、アーチリングの施工を行った。

#### 4.2 クライミングステージの設置

3ブロックの施工終了後、クライミングステージを製作し、写真-1に示すようにアーチリングに取り付けた。

クライミングステージは、アーチリングの上下面に取り付けた4本のレールに沿って移動する。また、その移動は4本のクライミングフレームにそれぞれ取り付けた、最大ストローク量750mm、揚力10tfの油圧ジャッキを使用して行う。このジャッキの操作は1台の電動油圧ポンプユニットで集中管理して行うものであり、その1サイクルあたりの移動量は400mm、要する時間は約4分であった。

#### 4.3 4～6ブロックの施工

4ブロック以降のアーチリングの施工は、このクライミングステージを使用して行った。アーチリングの施工順序は、クライミングステージ移動→内足場設置→鉄筋組立て→型枠組立て→コンクリート打設→脱型・仕上げ→クライミングレール取付け、の順に行い、標準部における施工日数は約10日であった。

#### 4.4 アーチリングの引戻し

6ブロックの施工終了後、アーチリングを補剛桁側へ引き戻す作業を行った。この理由として、6ブロックまでのアーチリングの施工は、クライミングステージの大きさとエンドポスト・アーチリング間のスペースの関係上、前方(谷側)へ傾斜させて施工を行ったためである。6ブロックの施

工が終了したことにより、クライミングステージが補剛桁およびエンドポストと干渉しなくなったことで、これ以降のアーチリングの製作は、正規の鉛直施工時位置で行った。なお、引戻しによる移動量は、補剛桁上の水平距離で約3m、回転角度で約9度であった。引戻し前後の状況を写真-2に示す。

#### 4.5 7～12ブロックの施工

7ブロック以降のアーチリングの施工は、写真-3に示すように、補剛桁上に昇降設備を設置し、クライミングステージへの移動通路を確保してから行った。また、鉄筋や型枠などの荷上げに使用する重機は、45tトラッククレーンから50tハイタワークレーンに変更した。

#### 4.6 クライミングステージの解体

12ブロック施工終了後、閉合部の資材等を設置し、クライミングステージを降下させた。1ブロックずつ降下させ、



写真-1 クライミングステージの設置



写真-2 アーチリングの引戻し

同時にクライミングレールを取り外した。途中9ブロック部でロアリングケーブルを、6ブロック部で引寄せケーブルを配置しながら降下し、補剛桁上までクライミングステージを降下させて解体した。なお、補剛桁側のクライミングレールは、ロアリング終了後の通路に利用するため、そのまま取り付けておいた。

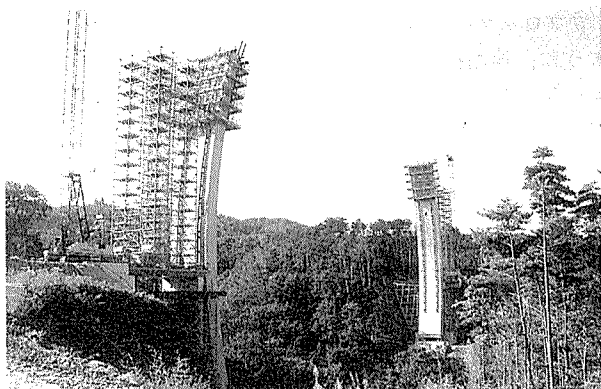


写真-3 アーチリング施工状況

## 5. ロアリング架設

### 5.1 ロアリングジャッキシステム

ロアリングジャッキはフレシネーH800ジャッキを改良し、ケーブルの送出しを可能としたジャッキであり(写真-4)、この前後に組み込まれたリリースジャッキによって、ケーブルのクランプ・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。メインジャッキの容量は800tで最大ストロークが300mmである。また、ケーブルの送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台のジャッキ・ポンプを集中管理し、同調した4本の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。全自動操作の場合、1サイクルあたりのロアリングケーブル送出し量は約200mmであり、要する時間は約6分であった。

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写真-5に示すようなFF定着具と呼ばれる装置を取り付けることで、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もっており、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。

### 5.2 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ーブルであり、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

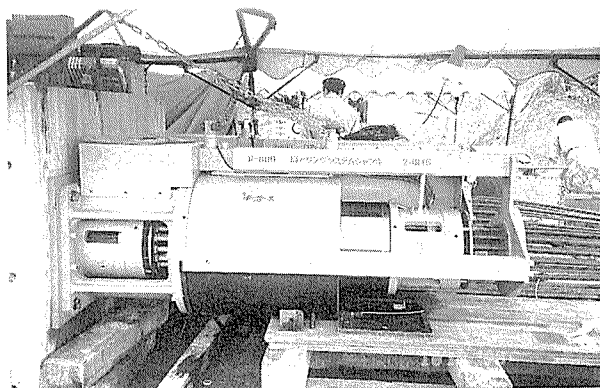


写真-4 ロアリングジャッキ

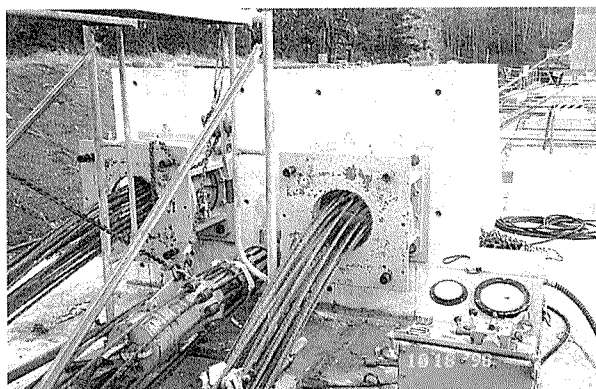


写真-5 FF定着具

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し行う。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本ずつA1～A2間に配置した。また、ロアリングケーブル、引寄せケーブルとも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い、さらにロアリングケーブルには、途中で配列用リングを設けてケーブルが絡み合うのを防いだ。

### 5.3 ロアリング架設

ロアリング架設要領図を図-4に示し、各段階ごとの施工内容を以下に示す。

#### (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の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、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、4本のロアリングケーブルのうち、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シネージャッキ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り、この状態を基本釣合い状態という。

#### (2) 1次ロアリング

1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てロアリングを行うものである。基本釣合い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1次回転を起こす。さら

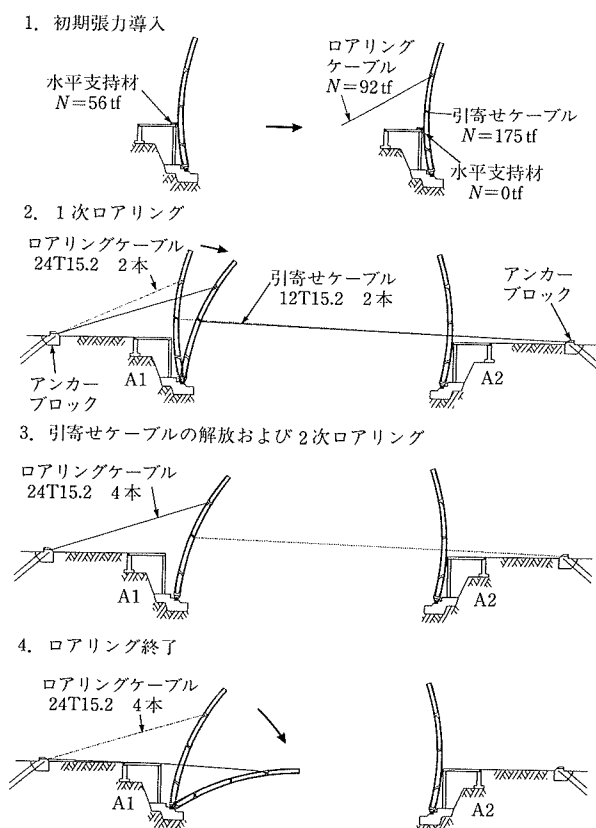


図-4 ロアリング架設要領図

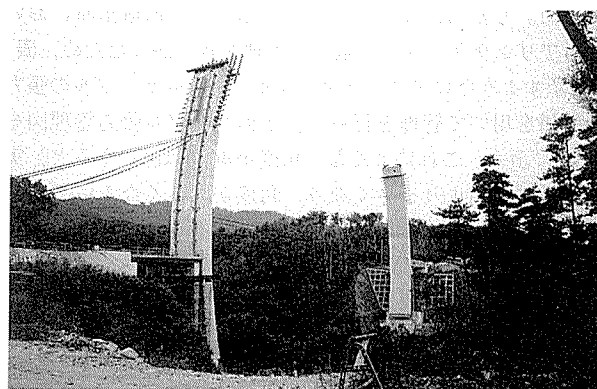


写真-6 1次ロアリング

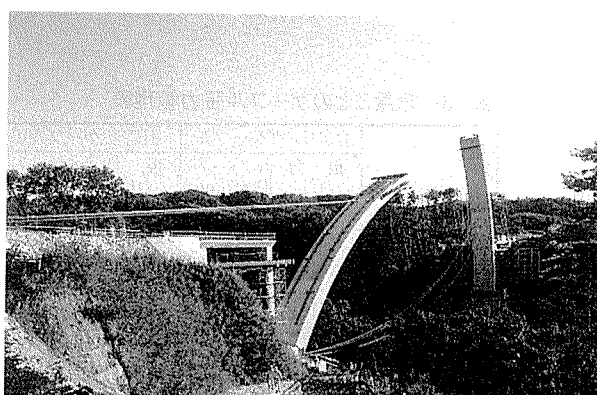


写真-7 2次ロアリング

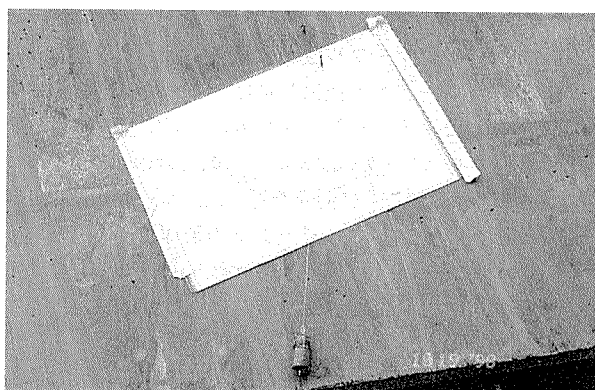


写真-8 角度測定用分度器

にローリングケーブルの張力を解放すると2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、1次ロアリングは写真-6に示すように、使用するローリングケーブルは4本のうち2本のみである。

(3) 引寄せケーブルの解放および2次ロアリング

1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。

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、ローリングケーブルの送出しのみで回転制御をする。この2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。2次ロアリングは写真-7に示すように、4本のロー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。写真-8に示すような分度器を用いて角度測定を行い、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。

なお、ローリング架設はA1側のアーチリングから行い、A1側のロアリング終了後、A2側のロアリングを行った。

5.4 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、

表-2 ロアリング架設の管理項目

測定項目	測定器具	測定時期
ローリングケーブル張力	マンメーター	随時
ローリングケーブル拔出し量	スチールテープ	アーチリング角度5度ごと
アーチリング回転角度	分度器	随時
アーチリング天端位置	光波計	随時
アンカーブロック変位測定	トランシット	アーチリング角度5度ごと
引寄せケーブルの張力	マンメーター	随時

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、ローリング架設時には表-2に示すような項目について架設管理を行った。

(1) ロアリングケーブル張力

ロー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ごとのポンプマンメーターで管理を

行った。しかし、マンノメーターの精度上、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-3に示すようなロアリングケーブルと引寄せケーブルの張力の関係を用いて管理を行った。そのケーブル張力管理図を図-5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

などが挙げられる。さらに、ロアリング最終値においては補剛桁先端(丸鋼を設置)と接していることや、同時に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。

表-3 角度ごとのケーブル張力管理表

		ロアリングケーブル		引寄せケーブル	
		張力 (tf)	マンノメーター (kgf/cm <sup>2</sup> )	張力 (tf)	マンノメーター (kgf/cm <sup>2</sup> )
ロアリング開始前	水平材撤去時	91	36	175	205
	引寄せ緊張時	109	43	200	235
	ロアリング解放時	80	31	158	185
角度=5度	引寄せ緊張時	132	52	200	235
	ロアリング解放時	80	31	125	147
角度=10度	引寄せ緊張時	175	69	200	235
	ロアリング解放時	80	31	69	81
角度=15度	引寄せ緊張時	219	86	200	235
	ロアリング解放時	102	40	43	50

(2) ロアリングケーブル拔出量

ロアリングケーブルの拔出量は、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ケーブルのうちの外側の2ケーブルであり、回転角度5度ごとに測定を行った。ケーブル拔出量管理図を図-6に示す。アーチリングの製作角度の初期値が0度でないため、5度を基準として比較をした。これによると、実測値は計算値と比較しておおむね一致している。

(3) アーチリング回転角度

アーチリングの回転角度は、アーチリングの根元に取り付けた分度器を目視することで行った。1度ごとに角度を読み取り、5度ごとに各架設管理項目の測定を行った。

(4) 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度前後で切替えを行った。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。

(5) 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度ごとに測定を行った。また、A2側の1次ロアリングの際には、A1側のアンカーブロックには、A1側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が作用するため、A2側の1次ロアリング中にもA1側の変位を測定した。これら測

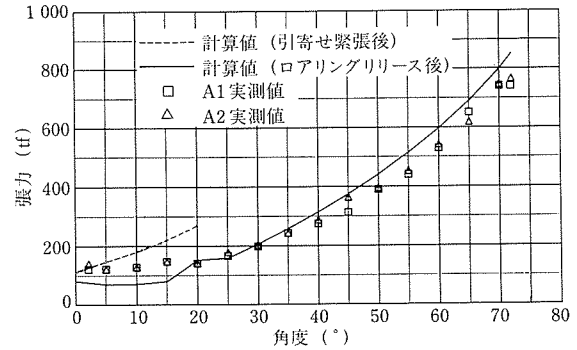


図-5 ケーブル張力管理図

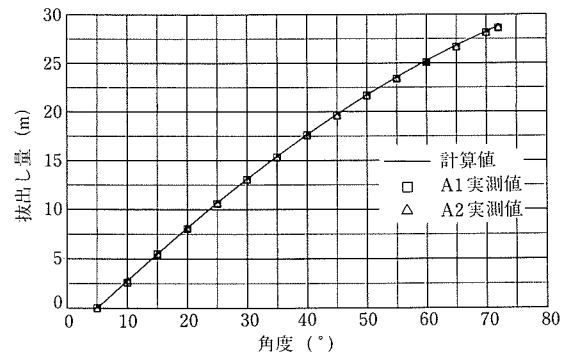


図-6 ケーブル拔出量管理図

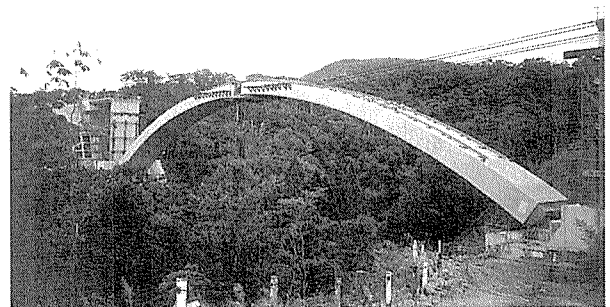


写真-9 ロアリング終了後のアーチリング

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。

(6) 引寄せケーブル張力

引寄せケーブルの張力管理は、ポンプマンノメーターにて行った。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リリース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。また、最大張力はアーチリングの耐力によって決定し、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る。なお、最大張力は200 tfに設定し、最小張力は角度ごとによって異なり、表-3に示す範囲内で張力の調整を行った。

6. おわりに

今回の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。そして、クライミングステージを用いてアーチリングの施工を行ったことから、今後更な

る長大化への可能性を見出すことができたと言える。

なお、本橋は平成10年12月現在、閉合部・スプリングの施工が終了し、鉛直材および補剛桁を施工中であり、無災害のもと順調に進んでいる。

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誌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) 吉田, 蔵園ほか: ロアリング工法によるアーチリブの架設, プレストレストコンクリート, Vol.34, No.4, pp.24~32, 1992
- 2) 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, pp.345~350, 1998.10

【1999年1月7日受付】

#### ◀ 刊行物案内 ▶

## 新しいPC技術の動向

—— 第27回PC技術講習会 ——

(平成11年2月)

頒布価格: 5 000円 (送料 500円)

社団法人 プレストレストコンクリート技術協会