

新ロアリング工法を用いたアーチ橋（亀山城橋）の施工

三井住友建設㈱ 九州支店 土木部 正会員 ○渡邊 明
 宮崎県 西臼杵支庁 農政水産課 星原慎也
 三井住友建設㈱ 土木統括部 土木技術部 正会員 川浦順一
 三井住友建設㈱ 九州支店 土木部 正会員 越智大三

1. まえがき

亀山城橋（図-1）は宮崎県西臼杵郡高千穂町岩戸～三田井に至る、県営広域営農団地農道整備事業の一環として、五ヶ瀬川支流岩戸川に架橋されるRC固定アーチ橋であり、新ロアリング工法により架設したものである（写真-1）。

今回の新ロアリング工法は、ロアリング精度や施工効率、また、経済性の向上を図るため、特徴として下記の3項目に着目し、開発・施工を行った。

- ①ロアリング支承の改善
- ②初期ロアリング時に押出しジャッキ装置を用いることによる設備の簡素化、ならびにロアリング時のジャッキ圧力などを総合的に管理する情報化施工
- ③アーチリブ施工における昇降式足場設備の採用

本報告では、この新ロアリング工法の施工概要を述べるとともに、アーチリブのロアリング架設時に収集した各種の計測結果について報告する。

2. 工事概要

2-1 工事概要

工 事 名：平成12年度広域営農団地農道整備事業
 西臼杵2期地区1工区亀山城橋工事
 発 注 者：宮崎県(西臼杵支庁)
 架 橋 位 置：宮崎県西臼杵郡高千穂町大字岩戸～三田井
 工 期：平成13年 3月13日～平成15年 7月31日

2-2 橋梁諸元

橋 格：第3種第4級 A活荷重
 橋 長：135.0m
 アーチ支間：105.0m
 有効幅員：6.25～7.25m(車道)+2.0m(歩道)
 縦断勾配：3.0%

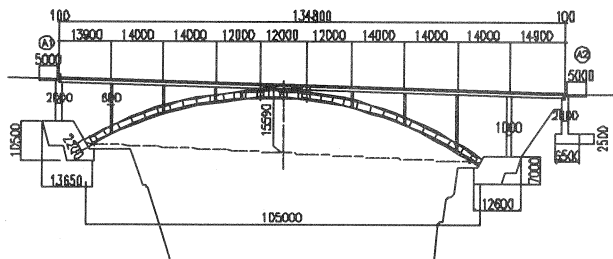


図-1 亀山城橋一般図

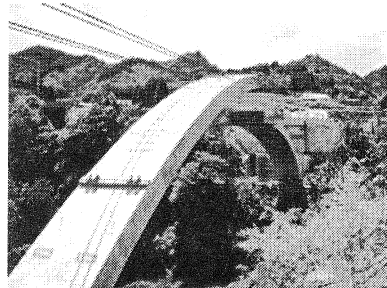


写真-1 ロアリング架設状況

3. ロアリング支承の設計と据付

本橋でのロアリング支承の特徴を以下に述べる。

- ① ロアリング架設中、アーチリブの回転に伴い支承反力の作用方向が変化する（アーチリブ製作時：鉛

直反力 $V=8284\text{kN}$ 、水平反力 $H=0.0\text{kN}$ 、ロアリング完了時： $V=7958\text{kN}$ 、 $H=12828\text{kN}$ ）。このため、下沓の形状をアーチリブ軸線に対し直交する傾斜面と水平面を有する形状とした（図-2）。傾斜面は、アーチの軸力を効率的に支持する形状となり、支承の小型化・軽量化が図れ、水平面は施工性と設置精度の向上を容易にしている。

② 支承の左右の据付誤差が 1mm 発生するとロアリング完了時、アーチリブ先端では平面誤差が 11mm 発生する。このため、通常、左右独立である支承を1本のピンにて一体化し、支承2基の回転軸線を完全に一致させることによる設置精度の向上を図った（写真-2）。

4. アーチリブの施工と移動式足場

移動足場は、アーチリブの角度変化に対応出来るよう、柱材と足場材の連結部をピン構造で行い、作業足場を常にレベルに保った。昇降装置として昇降用鋼棒とフェールセーフ鋼棒（異形PC鋼棒 $\phi 32\text{mm}$ ）を各々4本、センターホールジャッキ4台を使用し、足場の移動上昇を行った（写真-3、図-3）。

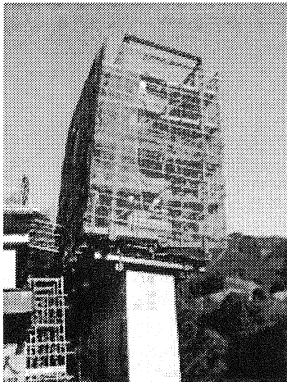


写真-3 移動足場全景

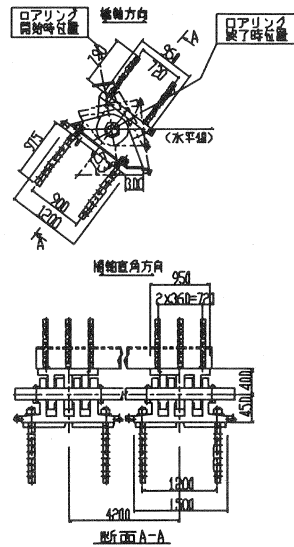


図-2 ロアリング支承形状図

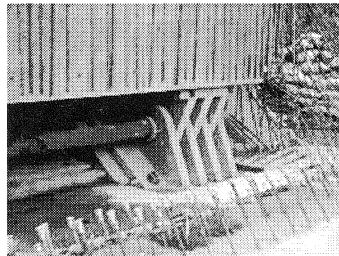


写真-2 ロアリング支承据付け

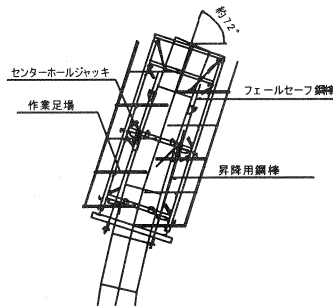


図-3 移動足場側面図

5. ロアリング施工と張力管理

5-1 ロアリング要領

ロアリング工法の特徴として、ロアリング初期段階はアーチリブの重心が回転支点の鉛直線上にあり、その状態ではロアリングケーブルに張力が作用しない。この状況下においては、ケーブルサグの影響による見かけのヤング係数の低下や定着部でのクサビの抜落ちの危険性が考えられ、構造的に不安定になる恐れがある。このため本橋は、初期段階に使用するロアリングケーブルの本数を減じ、押出しジャッキによ

りアーチリブを押すことでロアリングケーブルに張力を与えながらロアリングを行った。また、ロアリングが進みケーブル張力が上昇した後は、アーチリブを支持するロアリングケーブルを送り出す操作により、アーチリブを回転降下させることができる。ここで、ロアリングケーブル張力の上昇に合わせて、ケーブル本数を当初の2本から4本に増して行った。

今回のロアリング施工は、初期段階に押し出しジャッキを併用し設備の簡素化を図り、張力、変位等の計測管理により、ロアリング精度の向上、及び、安全にアーチリブをロアリングしたことが特徴である。

5-2 ロアリング作業手順

① 1次ロアリング

初期ロアリング状態における、押し出しジャッキを併用する作業を1次ロアリングとした(図-4)ロアリングケーブル最低導入張力は、素線1本当たり最低9.8kNを導入すれば十分安全であることを確認し、ロアリングケーブル(27S15.2)×2本の合計張力588kNを管理下限値と設定した。

押し出しジャッキ圧力は、アーチリブのひびわれ幅の制限値0.005Cと、橋台(反力部)の鉄筋応力度が $\sigma_s = 225\text{N}/\text{mm}^2$ 以下を限界値とした。この結果、押し出しジャッキの管理上限値は2353kNと設定した。

② 2、3次ロアリング

12°を超えると自重による張力が588kNを上回るため押し出しジャッキが必要なく、アーチリブ自重のみのロアリングが可能となる。12°から40°までを27S15.2×2本で2次ロアリング、40°から張力が最大になる最終角度(A1側:75.174° A2側:70.272°)までを、27S15.2×4本による3次ロアリングとして行った(図-5)。

1次ロアリング (5~12°)
 ○71127'ケ-ブ'×2本+押し出しジャッキによるロアリング
 (71-1st-7PC鋼棒使用)

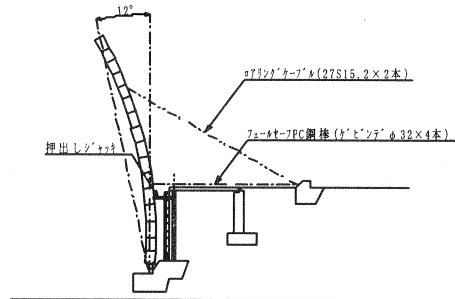


図-4 1次ロアリング要領図

2次~3次ロアリング (12°~最終)
 2次:71127' (12°~40°):○71127'ケ-ブ'×2本による○71127'
 3次:71127' (40°~最終):○71127'ケ-ブ'×4本による○71127'

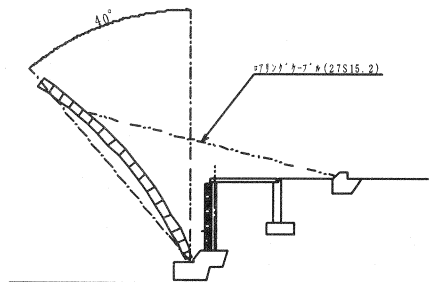


図-5 2、3次ロアリング要領図

5-3 ロアリング設備

1) 押し出しジャッキ設備

初期段階の押し出し装置(写真-4)は1961kN油圧ジャッキ2台(1セット)を用い、2セット組立、各セット毎に盛替えて押し出した。また、ロアリング中の安全性確保のためフェールセーフPC鋼棒を配置した。

2) ロアリングジャッキシステム

ロアリングケーブルは、労働安全衛生規則のジャッキ式つり上げ機械の規定に従い、容量を0.4Puとして27S15.2を4本使用した。また、ロアリングジャッキシステム(写真-5)はVSLジャッキLE6-31(ジャッキ能力4903kN,最大ストローク300mm)及び油圧ユニット4組を用いた。また、4台のジャッキは左右それぞれ2台を同油圧系統に設定した。システム管理として中央制御室を設け、ジャッキ専用の制御モニターにより遠隔操作した。これは油圧ジャッキの上昇・下降や緊急停止等の基本的な動作だけでなく、各種計測情報を基に、ジャッキのストローク量や左右ジャッキの作動速度を調整するといった制御を行った。こ

れにより、ジャッキストロークを1～26cm単位で設定し、また左右のジャッキストローク差を数mm単位で調整を行った。

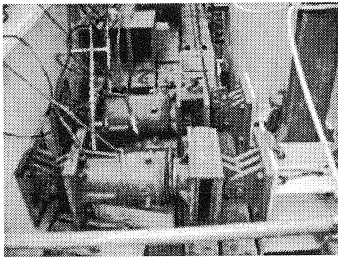


写真-4 押し出しジャッキ

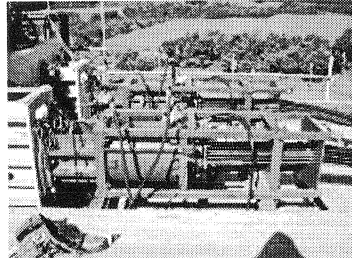


写真-5 ロアリングジャッキ

5-4 ロアリング施工結果

1次ロアリング当初は、ロアリングジャッキ圧（ケーブル張力）が低く、ロアリングジャッキのストロークを1cmから始め、ジャッキ圧を確認しながら徐々にストローク量を増やし、最終的には1ストローク8.0cmでロアリングを行った。2次ロアリングの初期段階はケーブル張力が低く、1次ロアリングと同様に小さいストロークでロアリングを行ったが、それ以降の2次、3次ロアリングはジャッキ圧も上昇し安定しており、26cmのフルストロークのロアリングを行った。計測結果として、1次ロアリング中の押し出しジャッキ、ロアリングジャッキ圧は設定した限界値内、2次、3次ロアリングのジャッキ圧力は設計値との差が1～4%であった（図-6）。また、ロアリング量26cm(2cm×13ステップ)の場合の1サイクルの所要時間は約5分20秒であった。ロアリング支承の回転は極めてスムーズであり、回転部の応力を随時測定した結果は、応力変化はなく、ロアリング終了時の左右アーチリブの直角方向の誤差は、A1側で6mm、A2側で1mmであり極めて高い精度でロアリング施工が完了した。

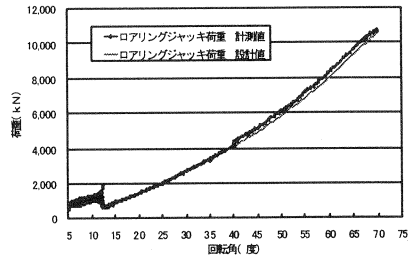


図-6 2, 3次ロアリング荷重-回転角図

6. まとめ

以上、亀山城橋におけるアーチ橋のロアリング架設について報告した。新ロアリング工法を用いた本橋の施工方法は、アーチリブをロアリング架設することによる利点を生かしつつ、高い精度のロアリング施工ができ、また、設備の改善によって経済的にも有利な架設方法であると考えられる。

最後に、当該工事の施工にあたり、ご助言、ご指導を頂いた関係各位に厚く感謝の意を表するとともに、本報告が、今後のアーチ橋架設技術発展の一助になれば幸いである。

【参考文献】

- 1) 住友式ロアリング工法の開発と実施 (野田、越智、渡邊、川浦、中村) : 住友建設技報 NO.121(2003-1)
- 2) 新しいシステムを用いたアーチ橋のロアリング施工-宮崎県・亀山城橋工事- : 土木施工 2003.7 VOL.44 No.7

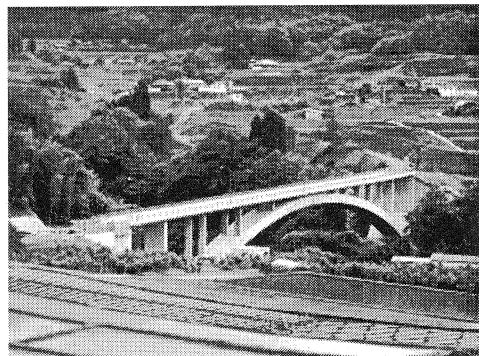


写真-6 2003.6.1全景