

不等沈下により支点移動が生じた既設アーチ橋における付加応力軽減策について

大阪市建設局 正会員 土井 清樹 正会員 ○入谷琢哉 中野進也 日高健
エム・エム ブリッジ株式会社 正会員 山内誉史

1. 目的 堂島大橋（市道堂島十三線（あみだ池筋））は、1927 年（昭和 2 年）に建設された一級河川 堂島川に架かる橋長 75.8m の 2 ヒンジアーチ橋である。本橋においては、地下水の汲み上げによる地盤沈下の影響で橋全体が不等沈下することでアーチリブに支点移動が生じるとともに、床版や床組等の老朽化が進んでいた。また、桁下高が低くなることで、航行上のボトルネックにもなっていた。

一方で、点検結果から、下部工や上部工のアーチリブは比較的健全な状態であったことから、大阪市として損傷が著しい床版や床組の取替え等を行うことで長寿命化を図ることとしたが、その際、不等沈下により支点移動が生じたアーチリブの内部応力である付加応力の軽減が課題であった。

本稿は、堂島大橋で実施した、アーチリブに生じた付加応力軽減策の設計施工について報告するものである。

2. 工事概要 アーチリブに生じた付加応力軽減策については、様々な手法が考えられ、また本橋では工事中の道路交通や舟運への影響の低減も図っていく必要があった。このため、工事の実施にあたっては、総合評価落札方式における設計・施工一括発注（高度技術提案型（Ⅱ型））¹⁾を採用することとした。工事は、2020 年度末を工期として 2017 年 3 月に契約し、車両通行止めを行った上で、①既設高欄、床版の撤去、②アーチリブに生じた付加応力の軽減、③床組みの取替、④鋼床版設置、⑤吊材の取替、⑥橋面整備の順で行う計画としており、2018 年度末時点で④の鋼床版設置まで完了している。以下、アーチリブに生じた付加応力軽減策について述べる。



図-1 堂島大橋の長寿命化対策

3. アーチリブの現況について アーチリブに生じた付加応力軽減の設計施工にあたり、アーチ形状を詳細計測した結果、支点移動により竣工図と比較してアーチ支間が下流側主構で 152mm，上流側主構で 193mm 広がっていることを確認した。これを解析にて再現したところ、アーチリブには大きな付加応力が作用していることが判明し、RC 床版から鋼床版に床組みを取替え、死荷重軽減を図ったとしても活荷重に対して許容値を超過するため、アーチリブをジャッキアップして支承ピンを交換することにより、支点移動を解消し、付加応力の軽減を図ることとした。しかし、竣工時点の出来形記録が残されていないことから、正確な支点移動量が把握できない状況であった。そこで、鋼材表面に対して井形状に溝を切り、その際のひずみ変化を計測する切断法²⁾（図-3）により現状のアーチリブ内部応力を計測し、その結果より推定される支点移動量を参考に詳細設計を実施することとした。なお、計測結果より、測量結果の 80%程度の支点移動量と推測された（図-4）。切断法により計測された内部応力には、鋼板製造時などの残留応力も含まれるため、計測結果には誤差が含まれている。そこで切断法を補完するため、支承ピン取替え前に仮ジャッキアップを実施し、その際に計測された反力から支点移動量を精査し、最終的なジャッキアップ量を決定することとした。

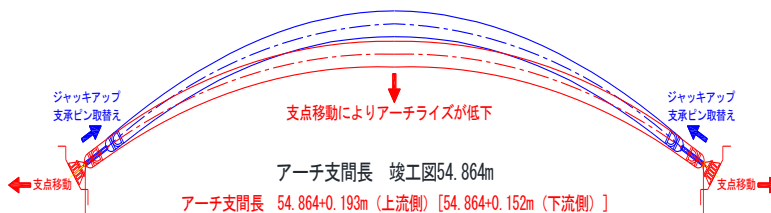


図-2 不等沈下によるアーチリブの支点移動

キーワード 橋梁の長寿命化対策、高齢化、アーチ橋、設計・施工一括

連絡先 〒559-0034 大阪市住之江区南港北1丁目14番16号 大阪市建設局道路部橋梁課 TEL06-6615-6822



図-3 切断法

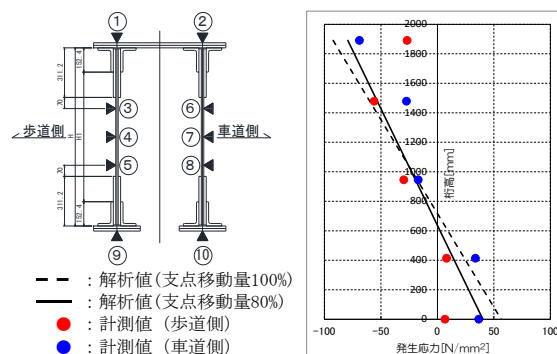


図-4 内部応力計測結果

4. アーチリブのジャッキアップおよび支承ピンの取替えについて

まず、ジャッキアップ量を決定するため仮ジャッキアップを実施したが、ジャッキアップは橋台側とアーチ側にジャッキ受けブラケットを、ブラケット間にジャッキを設置して実施した。竣工時から年数がかなり経過しており、腐食によるアーチピンと上下沓との固着を懸念したが、上沓とピンは異音もなくスムーズに分離した。また、ピン表面および上下沓の摺動面の腐食も殆どなく、健全であった。なお、ジャッキアップにより支承ピンが上下沓から分離した直後から、アーチ軸線方向反力に加え、アーチが元の形状に戻ろうとするために発生するアーチ軸線直角方向の反力も計測されたため、ジャッキは橋軸直角方向にも設置することとした。

計測された反力値は、測量結果の80%程度の支点移動量として算出した反力値に近い結果となり、切断法による計測結果と傾向が一致することが確認できた。この結果を踏まえ、ジャッキアップ量は1支承あたりアーチ軸線方向に85mmと決定し、ジャッキアップ後の形状に合わせるようにアーチ支承ピン形状を決定した。

アーチリブのジャッキアップは、支承ピンの製作完了を待って実施した。アーチ支承は下沓・ピン・上沓が分離可能な構造となっているため、ジャッキアップ後に既設ピンを撤去し、新たに製作した小判型のピン(図-5)に取り替えることでアーチリブの支点移動を解消し、付加応力の軽減を図った。支承ピンの取替えは、温度変化の影響が少ない夜間に実施し、反力管理を実施しながら慎重に施工を進めた。実際の反力管理結果を図-6に示すが、アーチ軸線方向および軸線直角方向反力ともほぼ設計値どおりに作業が進行したことがわかる。

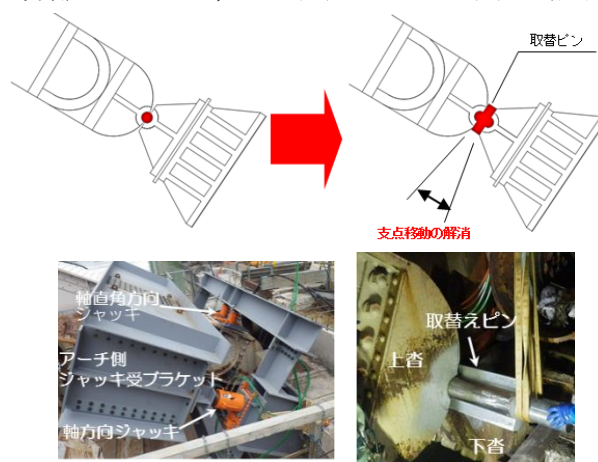


図-5 支承ピン取替による支点移動の解消

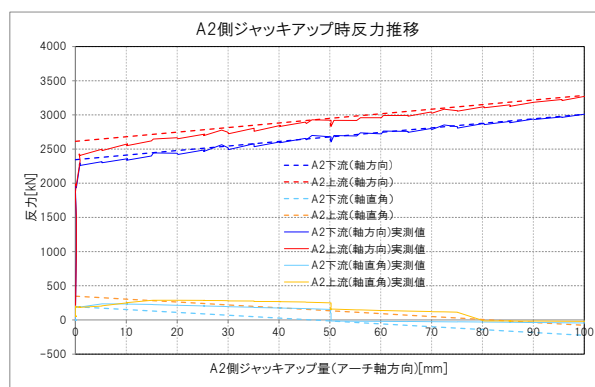


図-6 ジャッキアップ時反力推移

5. おわりに

不等沈下により支点移動が生じた既設アーチ橋における付加応力軽減策として、ジャッキアップによりアーチ支承ピンを取り替える施工は、前例のないものであったが、切断法および仮ジャッキアップによる内部応力の推定結果を踏まえた施工計画により、ほぼ設計値どおりにジャッキアップを完了させることができた。今後、吊材を切断したのち、新たな吊材と床組を接合することとなるが、引き続き、アーチリブの応力状態等を各々の施工段階で適切に把握しながら、その影響に対応した設計・施工を進めることで、工事の完成を目指していく。

参考文献

- 1) 大阪市公共工事総合評価方式試行ガイドライン 2014年3月改定
- 2) 宮入宮人, 松本正: 切込式残留応力測定法(グナート法)についての二, 三の検討, 鉄道技術研究報告, No. 292, 1962. 4