

測定誤差を考慮した石橋の再現シミュレーションについて

鹿児島大学工学部情報工学科 学生会員 坪内 雄祐
 鹿児島大学工学部情報工学科 正会員 二宮 公紀

1. はじめに

前年著者らは石造りアーチ橋である矢櫃橋(やびつばし: Photo 1、右にスパン 5.2m の大きな親アーチ、左にスパン 2.5m の子アーチ、1852 年架設)の子アーチの輪石の測量を行い、その歪な形状について考察した[1]。Fig.1 からわかるようにアーチ輪石は建造後移動したと見られるような並びの悪さを示している。この並びを整えたとしても元々その形状は単一の円弧ではなく、2 つの円弧として造られた可能性があることを指摘した。その原因として、先に建設された石造りアーチ橋である永久橋架設(撤去)の残石を使用して造られた[2]ため石材に十分な余裕がなく、已むを得ず取られた処置であったのではないかとの可能性も示した。



Photo 1 (下流より撮影)

前年の報告は、測量自体に測定誤差はないものとして得た結論であったが、実際は若干の測定誤差が含まれていると見なければならぬ。誤差発生の原因としては風化や何かがしかの要因(工事中、補修時の破損等)によるアーチ輪石の表面と奥行き形状の違い、さらには石そのものの形状の歪さなどが挙げられる。

本研究では、測定誤差を考慮した場合に、矢櫃橋の子アーチの形状にどのような影響が現れるかをシミュレーションし、その影響の度合いを考察した。

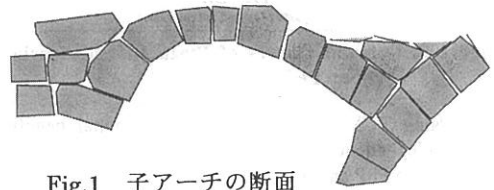


Fig.1 子アーチの断面

2. 子アーチ輪石の状態

Fig.1 に示された子アーチを構成する石のうちの幾つかを検討対象から外した図が Fig.2 である。

Fig.2 に見られるように、石①と⑨は円弧の中心側にずれているが(Photo 2, 3 参照)、本来このような形で架設されたとは考えにくい。この形状になった可能性としては石①が何かがしかの要因で中心側にずれ、その影響で石⑨も中心側にずれた可能性も考えられる。

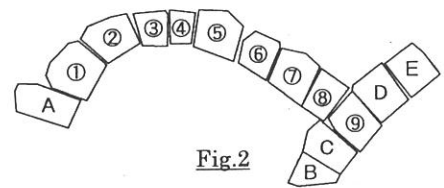


Fig.2

また石⑤~⑦はアーチ輪石に使用される石としては不適切な形状として描画されている。アーチ輪石の断面側の表面上は Fig.2 に示された形に近いが、奥行き側では変わっている可能性のある石となっている。これらの石の形状は測定誤差として形を再考して取り扱う必要がある。

3. 誤差許容範囲の確定

矢櫃橋の子アーチの底面からの写真を Photo 4 に示す。矢櫃橋は鹿児島市の甲突川に架設されていた西田橋のように石に磨きをかけるなどの手間は見られない(縁取りが底

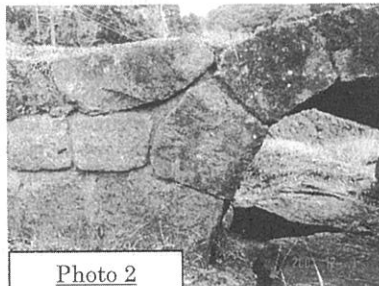


Photo 2

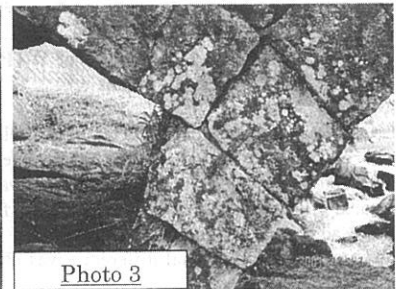
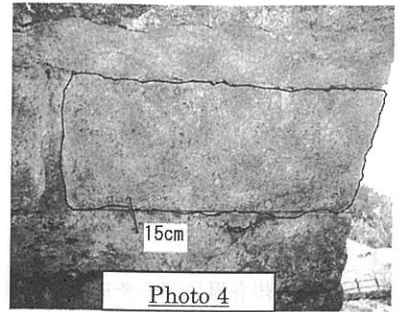


Photo 3

面の石⑤の形状)。石は荒削り状態で構築されている。そのためアーチを形作る基本線が決定されにくい。測定誤差は、これが要因の1つとなっている。ここでは、石⑤の底面の形状測定により、基本線 (Photo 4の直線) からの振れ幅が最大2cmであったため、これを誤差許容範囲とした。



4. シミュレーション

シミュレーションの対象として処理される石を親アーチの一部と子アーチの輪石のみとした。これにより Fig.2 に示された石 B は対象から外れているが、アーチ形状を想定する処理には影響のないものである。

Fig.2 の①～⑨の石は建造後移動した可能性の高いもので、A～C、Eは動いていないと思われる石である。また、Dは⑨が動くことによって動いている可能性があるが、ここではその量は少ないものとして移動しないものとして取り扱う。

(1) 石①～④の半径一定の場合

石①～④で作られる円弧の半径を 1.41m とし、石⑤～⑨により作られた円弧の半径は、3.58～5.61m の間でシミュレーションを行った。Fig.3 に石⑤～⑨による半径 5.61m の結果を示す。この半径を設定した形状が最もアーチ輪石を有効に使用した結果となった。

(2) 石⑤～⑨の半径一定の場合

石⑤～⑨で作られる円弧の半径を 3.58m とし、石①～④により作られた円弧の半径は、1.04～1.30m の間でシミュレーションを行った。Fig.4 に石①～④による半径 1.09m の結果を示す。アーチ輪石の円弧形状は Fig.3 より滑らかとなった。

(3) 石⑥に測定誤差があった場合

上記(2)の条件に石⑥の測定誤差を追加してシミュレーションした結果が Fig.5 に示されている。誤差量としては石⑥の右下隅の接線左方向に 2cm と設定している。Fig.4 とほとんど変わらない図となったが、石⑦より石⑧がより影響を受け、若干右側に倒れる形となった。

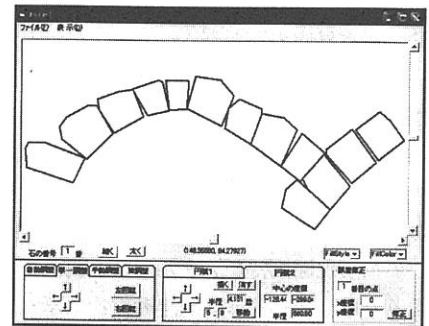


Fig.3

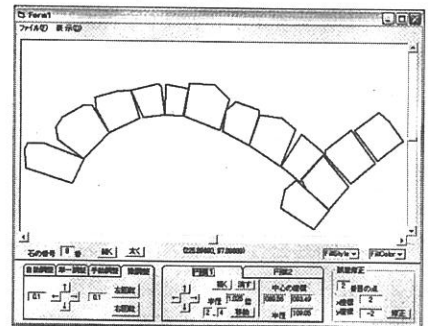


Fig.4

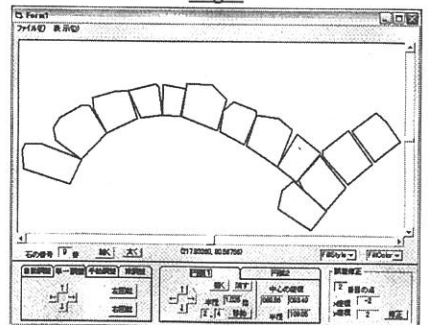


Fig.5

5. まとめ

シミュレーションの前提としてアーチの想定半径接線方向に輪石が乗るとしたため、若干の石の並びが不ぞろいとなっている。次のステップとして、半径方向に対する調整を行える修正機能を本システムに追加して行く必要がある。

参考文献

- [1] 二宮公紀、愛甲頼和：実測値データから想定した矢櫃橋アーチ部の歪み補正について、土木学会西部支部、I-84、pp.A-168-169、2002/3
- [2] 知覧町郷土誌編さん委員会：知覧町郷土誌、1982、780P.