

洗玉眼鏡橋壁面の膨らみについて

(株)溝田所計事務所 正会員 ○ 溝田一仁

原田 誠也

(株)溝田設計事務所 フェロー

溝田 豊実 名誉会員

水田 洋司

1. はじめに

近年、レーザ測量の利用に関して色々な角度からの検討がなされている。それらの中には構造物の形状データを点群データとして読み取り、コンピュータの解析データとして利用する方法や3DCADのデータ¹⁾として利用する方法等が提案されている。

本論文では、レーザ測量を構造物の経年に伴う形状変化の特定に利用することを検討した。対象の一例として洗玉眼鏡橋の壁面の膨らみを取り上げ、2017年と2021年にこの橋のレーザ測量を実施した。測量で得られた点群データから形状データを作成し、洗玉眼鏡橋壁面の膨らみについて比較検討した。まず、レーザ測量で得られた点群データから石造アーチ橋の任意位置における座標の設定方法について述べ、特定場所の座標値を比較することにより、経年に伴う壁面の膨らみについて検討したものである。

2. レーザ測量

写真-1に示す固定式レーザ測量機を用いて写真-2に示す洗玉眼鏡橋の形状を測量した。



写真-1 レーザ測量機



写真-2 洗玉眼鏡橋

(1) 洗玉眼鏡橋

写真-2に示す洗玉眼鏡橋は1893年石工橋本勘五郎・源平・為八によって八女市上陽町北川内に架設されている。石橋の左右に鞘石垣が設けられ、壁石は乱れ組の技法で積まれている。使用石材は阿蘇溶結凝灰岩である。洗玉眼鏡橋の諸元を表-1に示している。1961年3月まで道路橋として活用されており、現在は歩道橋として使用されている。1995年11月には上陽町文化財に指定されている。2012年7月の北部九州豪雨では、この橋が架かる星野川流域で浸水した

が、この橋には目立った損傷被害は見られなかった。しかしながら、時の経過に伴い随所に輪石の割れ・欠損、壁石の破損、壁面の膨らみ、路面の凹み等が見られる。本論文では壁面の膨らみについて検討した。

表-1 洗玉眼鏡橋の諸元

橋長(m)	幅員(m)	支間(m)
32.5m	5.0	22.5
拱矢(m)	拱厚(m)	輪石の数(個)
10.0	0.85	49

(2) レーザ測量機

使用したレーザ測量機の仕様を表-2示している。表中のレーザ測量機は測量時期で異なるが、得られる結果に影響はないと考えられる。洗玉眼鏡橋の形状測定のために、地上型レーザ測量機を写真-3の6ヶ所に設置し(2021年8月時)、3次元点群データを取得した。レーザの設置位置をトータルステーションで計測・座標化し、その座標を表-3に示している。計測した座標を基に点群データを結合し、解析処理を行った。これらのレーザ測量機では橋の全体形状を無数の点群データとして立体的に取得できる。

表-2 レーザ測量機の主な仕様

測量時期	2017年4月	2021年8月
機械名	Leica ScanStation P40	TOPCON GLS-2000
レーザ波長	1550nm	1064nm
距離精度	1.2mm+10ppm(標準偏差)	3.5mm@150m
解像度	2mm@50m	6.3mm@10m
スキャン速度	1,000,000点/秒	120,000点/秒
測定範囲	鉛直: 270°、水平: 360°	鉛直: 270°、水平: 360°

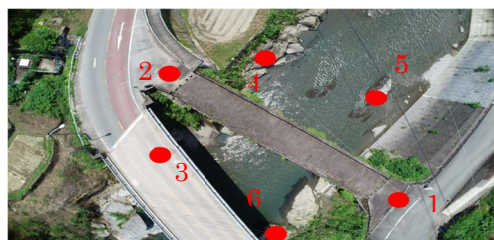


写真-3 機械設置位置

表-3 機械設置座標 (單位:m)

点名	X座標	Y座標	標高
1	26768.244	-32607.091	99.48
3	26744.447	-32594.670	88.41
2	26735.241	-32613.805	98.94
4	26745.185	-32626.470	88.48
5	26761.323	-32625.382	88.52
6	26758.503	-32592.772	88.50

(3) 洗玉眼鏡橋の点群データと位置座標

写真-4に洗玉眼鏡橋を測量した点群データの全体図を示す。写真は点描で表されており、各点はその位置の3次元情報を持っている。表-4、5の値はレーザ測量機で得られた点の位置情報の中で指定した点に一番近い点の値であり、基準点に対する相対的な点の凹凸を表わしている。表の横軸の値は右岸アーチ支点からの水平距離、縦軸は路面からの鉛直距離を表す。表-4は2017年4月の測定値、表-5は2021年8月の測定値である。いずれの表にも膨らみのないスパン中央部と膨らみ部付近の値を比較のために抽出している。

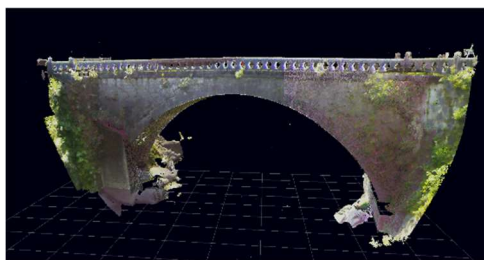


写真-4 計測した点群データ

表-4 2017 年 4 月の壁面凹凸 (単位: m)

[illegible]

表-5 2021 年 8 月の壁面凹凸 (単位: m)

[illegible]

3. 壁面の膨らみ

洗玉眼鏡橋の壁面は種々の大きさの石で構成されており、個々の石表面には凹凸が存在する。また、表面が破損して凹んでいる石もある。膨らみを比較するために、表面が破損している部分を避けた。表-4、5の抽出値を用いて右岸から 11.0m(スパン中央付近)と 21.0m 付近の壁面面外方向高さを求め、表-6 に示している。これらの値はスパン中央部と膨らみ部近傍のそ

れぞれ9箇所 の値を平均して得られた壁面の面外方向高さを示している。ただし、表-5 の抽出値 0.384 は特異値と考えられ、除外した。その結果、スパン中央部に対する膨らみ部の面外方向高さは、2017 年 4 月の計測では 11.8cm、2021 年 8 月の計測では 12.8cm が得られた。なお、この4年間で壁面破損部分に変化は見られなかった。

表-6 壁面の膨らみ (単位: cm)

位置 年月	11.0m(スパン中央部)	21.0m(凸部)	膨み	増加量
2017 年 4 月	44.1	55.9	11.8	1.0
2021 年 8 月	45.1	57.9	12.8	

4. 経年変化

計測では、洗玉眼鏡橋の壁面の膨らみが4月年間で1.0cm増加したことを確認した。洗玉眼鏡橋は県道52号線の星野川に架かる洗玉橋(鋼橋)と左岸で橋台部が近接しており、壁面の膨らみ原因は、文献2)で推論したように、橋台を通して洗玉橋から伝播する振動が原因と考えられる。今回の計測から0.25cm/年程度の壁面膨らみが進行していると推定される。今後も洗玉眼鏡橋のレーザ測量を実施し、壁面の膨らみを注視する必要がある。今回は比較検討しなかったが、路面の凹みについても壁面の膨らみ同様に継続して測量し、その関係についても検討する必要があると考えている。

5. おわりに

2017年4月と2021年8月の計測から得られた結果を以下に簡条書きで記す。

- (i) 壁面の破損は進行していない。
(ii) 壁面の膨らみ部では4年間に1.0cmの膨らみが計測された。

謝辭

2017年4月の計測では、(株)オービットの協力を得た。記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 渡邊 豊: UAV レーザとハンドヘルドレーザを併用した城郭計測(広島城)、The Journal of Survey 測量、p. 20-23、2021 年 9 月。
- 2) 水田・神門: 洗玉眼鏡橋上流側左岸の路面の凹みと壁石の凸に関する一考察、土木構造・材料論文集、第 33 号、pp. 67-73、2017 年 12 月。