

地震で被災した鴨籠橋の車両載荷試験による補修効果の検討

(株)建設プロジェクトセンター ○正員 中村建太朗
 熊本大学 フェロー 山尾 敏孝
 (株)建設プロジェクトセンター 正員 筒井 光男
 (株)建設プロジェクトセンター 正員 佐々木憲幸

1. はじめに

熊本県宇城市にある鴨籠橋(石橋)は新旧の石橋で構成されているが、旧石橋の輪石の一部にたわみがあり耐力に不安があることから、2008年に車両載荷試験を行い耐力の確認がなされた^{1),2)}。しかし、2016年4月の熊本地震により壁石の孕みだし、輪石の大きなすき間発生や沈下など大きな損傷が発生したため、2020年に災害復旧工事により補修を実施した。補修工事では、旧石橋の輪石積直しによる改善と中詰材の改良及び橋面防水を兼ねてコンクリート版設置等を実施した。本報告では、補修・復旧後に鴨籠橋を市道として用いる際の安全性を確認・検証するため、2008年と同様な車両載荷試験を実施し、前回試験の結果と比較することにより耐力及び補修効果を確認したものである。

2. 補修工事の内容

補修の基本方針は、文化財保護法・災害復旧関連法に基づき、原型復旧としている。輪石より上部の解体を行い輪石洗浄を行った結果、昭和期に拡幅された新橋の損傷は軽微であったが、明治期に創建された旧橋は石材の損傷が多数ありアーチ変形も著しかった。そこで、旧橋の輪石のみ解体・積直しを行ない、新旧の石橋を一つの構造体として組み立てていく必要があるため、中詰材として割石等を用いて丁寧に調整して積み直した。橋面工では、輪石に作用する荷重を分散する事が延命化に繋がるため、舗装の下にRC床版(T=20cm)を設置した³⁾。

3. 車両載荷試験の概要

(1) 載荷試験の目的と実施内容

2008年と同様に20ton車両(10ton車両に10ton満載して合計20ton)による車両載荷試験を実施した。試験内容は、車両を静的載荷して変位挙動を求める静的載荷試験と車両走行させて加速度を測定し、卓越する振動数を求める動的載荷試験を行い、補修した石橋の耐力性能の特性を明らかにした。

(2) 載荷試験方法と測定位置

静的載荷試験は、20ton車両を新旧の石橋のL/4点、L/2点および3L/4点の位置に停めて載荷した。動的載荷試験は、20ton車両を路面の中央部分を15km/hと25km/hの速度で走向させ、L/4点、L/2点および3L/4点での鉛直変位及び加速度をそれぞれ測定した。試験車両は、図1に示す20ton車両を用いて、測定位置に車両の輪荷重を静的に作用させた。なお、試験車両の軸荷重は、試験実施前に測定した結果、前輪39.2kNと後輪156.8kNであった。測定位置は、図2(b)に示すL/4点、L/2点および3L/4点に対応する路面位置とし、上流側に位置する新石橋をNo. 1, No. 3, No. 5, 下流側の旧石橋をNo. 2, No. 4, No. 6と設定した。



写真1 載荷試験の状況

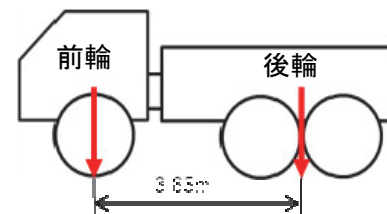


図1 試験車の荷重位置

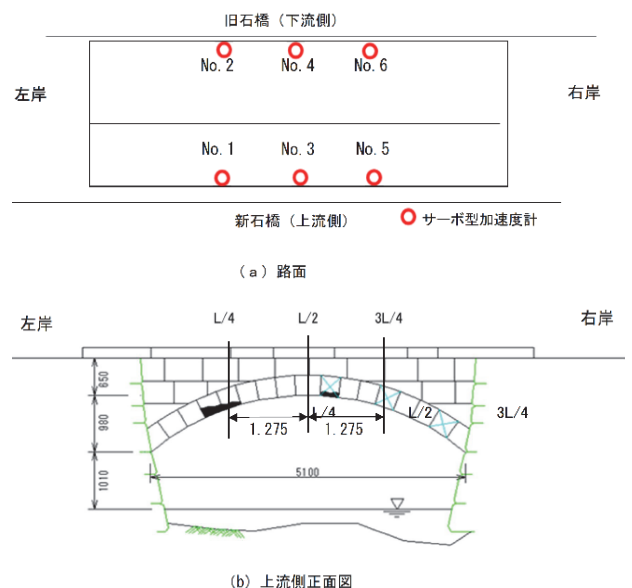


図2 測定位置

4. 载荷試験の結果と考察

(1) 試験結果

20ton 車両の後輪荷重を静的に L/2 点に作用させた時の垂直変位量を図 3 に示した. 2008 年の载荷試験では, 最大鉛直変位は新橋で 2.3mm, 旧橋で 2.9mm であったが, 補修後の 2021 年の载荷試験では最大鉛直変位は両橋とも 0.1mm であった. また, 動的载荷試験の車両走行結果の一例を図 4 及び図 5(a, b) に示しているが, 2008 年の走行試験では 3mm 程度であったものが, 2021 年の走行試験での最大鉛直変位は新橋で 0.29mm, 旧橋では 0.36mm となり, 静的载荷時よりも大きくなった. しかし, 2008 年の結果に比較すると 1/10 程度に抑えられている. これは石橋に RC 床版を設置したことで剛性が大きくなったことや輪石の積み直しと中詰調整をしたことも考えられる. 走行载荷により得られた卓越振動数(加速度応答波形のスペクトルを FFT 解析して求めた)は新石橋と旧石橋で差はほとんどなく, 9Hz ~18Hz の間であるがかなりバラツキがあることが分かった. 2008 年で得られた固有振動数は約 10.9Hz (新石橋), 10.3Hz (旧石橋) と比較すると, 同等か多少大きくなっている程度であり, 今回の補修が影響したのか明確にできなかった.

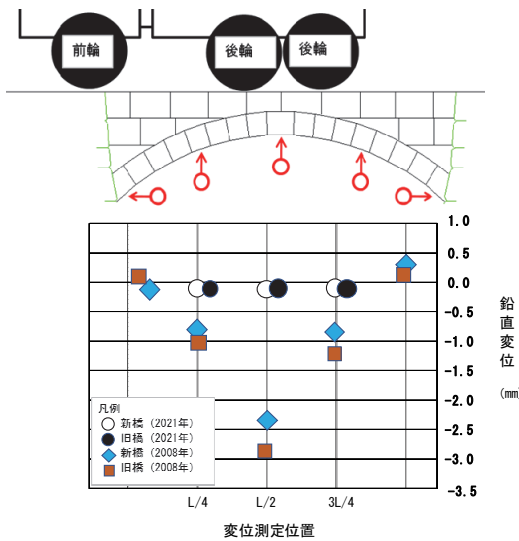


図 3 後輪荷重を L/2 点载荷時の鉛直変位

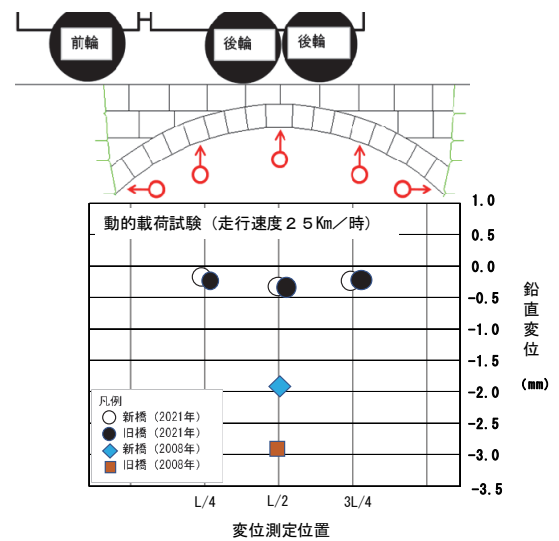
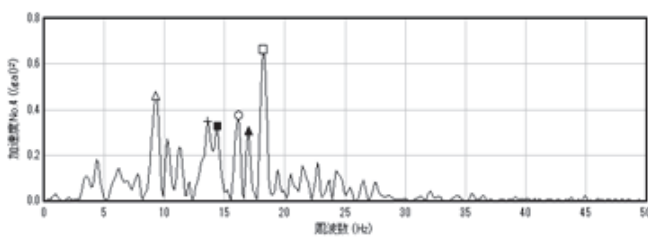
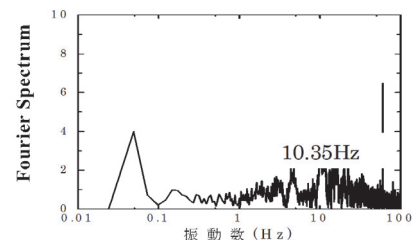


図 4 走行試験による最大鉛直変位



a) 2021 年データ



b) 2008 年データ

図 5 走行試験による旧石橋の動的特性

(2) 結果のまとめ

走行試験による動的载荷での最大鉛直変位は 0.36mm で, 静的载荷の最大変位と比較すると多少大きくなっているのは, RC 床版を設置したことにより車両走行時に振動変状が大きくなったことが影響したと思われる. しかし, 鉛直変位そのものは非常に小さいことから, 石橋の補修の結果剛性が増しており, 変位挙動や耐荷力の面から構造特性が大幅に改善されていると思われる. 通常は 5 トン未満の車両が利用する機会が多いことから今後の利用に対して補修が適切であったと考えられる. しかしながら, 本石橋は, 文化財であることや人的に感ずる振動や家屋に影響する振動もあり, 今後の維持管理において, 通行荷重の制限や石橋の前後にハンプの設置などを検討する方が良いと思われる.

参考文献

- 1) 工藤輝彦, 山尾敏孝 他: 車両荷重を用いた実石橋..., 土木学会西部支部..., 2009. 3
- 2) KABSE 九州橋梁・構造工学研究会: 石橋の維持管理に対する健全度診断と点検要領, 2010. 6
- 3) 鴨籠橋災害復旧工事工事報告書: (株)尾上建設, 2021. 5