

交通荷重による石造橋(袋橋)の動的挙動による安全性照査

長崎大学大学院 学生会員 ○堀川聖太 長崎市道路公園部 非会員 岩永 洋
 長崎大学工学部 フェロー 岡林隆敏 長崎大学工学部 学生会員 石橋直樹

1. はじめに

長崎市には多くの歴史的橋梁が存在する．これらの橋梁は老朽化とともに交通量の増加により，損傷・劣化が進行している．そこで本研究では，車両通行による袋橋の現況調査を実施した．目視点検によれば，石材の割れや変形が発生しており，損傷が進行していることが分かる状況になっている．袋橋の車両交通による安全性を照査するために，袋橋の車両通行時の振動波形および振動特性の検出，また輪石目地部の開閉量調査を実施した．長崎市指定文化財である袋橋の将来の保存を考えると車両交通止めが望まれるが，このような視点から交通振動による安全照査を行ったものである．

2. 対象橋梁

対象橋梁は写真 - 1 に示す袋橋である．1655 年頃に架設された，橋長 17.3m，径間 16.7m，幅員 4.35m の石造アーチ橋である．4t の車両重量規制はあるが交通量は多く，車両走行により損傷・劣化がさらに進行する可能性がある．そこで，車両走行時の振動計測および輪石の開閉量計測を実施し，現時点での健全度について調査した．

3. 実験概要

計測項目は，橋梁路床部の鉛直方向振動および輪石部目地開閉量である．計測は 2005 年 2 月と 2005 年 8 月の計 2 回実施した．振動数推定は 2 月と 8 月，目地開閉量測定は 2 月のみ実施した．図 - 1 に袋橋側面図及びセンサー設置状況を示す．以下に計測概要を示す．

(1) 振動計測実験

振動計測は速度計および加速度計を設置し，4t トラックによる走行試験と連続計測を実施した．連続計測においては，支間中央部に設置した加速度計より得られたデータを用いて，振動数を推定した．

構造同定手法として AR モデルと ERA 法¹⁾を用いた 振動特性推定プログラムは仮想計測器ソフトウェア LabVIEW で作成した．また，振動特性推定システムを図 - 2 に示す．

(2) 輪石部目地開閉量計測実験

今回の計測では，動的載荷と静的載荷を行った．動的載荷では車両走行($v=30\text{km/h}$ 程度)で生じる輪石部目地開閉量を計測した．静的載荷では，試験車両を橋梁の 1/4 点，1/2 点，3/4 点に静止させた時に生じる目地の開閉量を計測した．

5. 実験結果・考察

(1) 振動計測実験(2005 年 2 月計測)

トラック走行試験

図 - 3 に示すのは，トラック走行試験により得られた各チャンネルにおける加速度応答波形と，その時のパワースペクトル密度関数である．中央部では 200gal 程度の加速度が発生していることが確認できた．これは，一般の橋梁における加速度が 100~200gal 程度であることを考えると，老朽化した石造橋に対し，大

キーワード：袋橋振動実験，車両通行，安全性照査，維持管理

連絡先：〒852-8521 長崎市文教町 1-14 長崎大学工学部社会開発工学科 TEL 095-819-2627



写真 - 1 袋橋全景

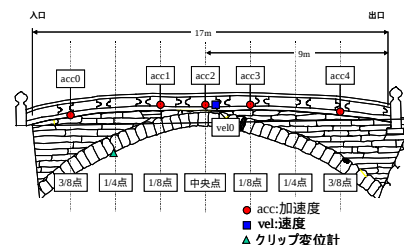


図 - 1 センサー設置状況

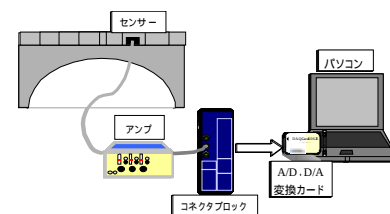


図 - 2 振動特性推定システム

きな力が作用していると推測される．またパワースペクトルより，各チャンネル共に 10Hz 付近で振動している事を確認した．

連続計測

図 - 4 に示すのは，得られた加速度応答波形より推定された振動数の軌跡である．トラック走行試験と同様，10Hz 付近で振動していることが確認できた．

(2) 振動計測実験(2005 年 8 月計測)

トラック走行試験

図 - 5 に示すのは，トラック走行試験により得られた各チャンネルにおける加速度応答波形と，パワースペクトル密度関数である．パワースペクトルより，各チャンネル共に 10Hz～11Hz 付近にピークが発生しているが，明確なピークを形成していない．これは，路面の凹凸による車両の振動などの影響であると考えられる．

連続計測

図 - 6 に加速度応答波形より推定した振動数推定軌跡を示す．トラック走行試験と同様，11Hz 付近で振動している事を確認した．

4t 車両による走行試験から，袋橋に対して大きな力が作用し，その結果著しい振動が生じている事が分かった．これより経時的な損傷を与えていると考えられる．これらの事から，袋橋は経時的な振動特性の変化が見られた事から今後，経時的にモニタリングしていく事が必要と考えられる．

(3) 輪石部目地開閉量計測

動的載荷

図 - 7 は動的載荷における目地開閉量を示したものである．車両が進入すると計測点(1/4 点)のある輪石は下側に变形する．その結果，圧縮側となる輪石の下縁の隙間が広がる．また，車両が 3/4 点に移動すると輪石は上側に变形し，輪石の下縁の隙間が閉じていることを確認した．最大 0.02mm 程度の輪石の開閉が確認できた．

静的載荷

図 - 8 は静的載荷における目地開閉量を示したものである．車両を 1/4 点に停止させると輪石の目地は開く．次に，車両を 1/2 点に停止させると目地は元の状態に戻り，車両を 3/4 点に移動させると目地は閉じている．最大 0.015mm 程度の輪石の開閉が確認できた．

6. まとめ

本論文をまとめると以下ようになる．

- (1)現在の袋橋は車両走行により振動が発生していると考えられる．
- (2)車両の走行による橋梁振動のスペクトルのピークは幅をもっており，通常の橋梁のように明確な単一のピークになっていない．
- (3)石材は個々の弾力的な変形ではなく，石材が動き目地部が開閉している事が確認できた．

車両重量規制は袋橋の安全性を考慮し，平成 17 年 9 月より 4t から 2t に変更された．しかしながら今後も継続的なモニタリングが必要と考えられる．

【参考文献】1)Jer-Nan Juang:Applied System Identification,PrenticeHall,1993,11

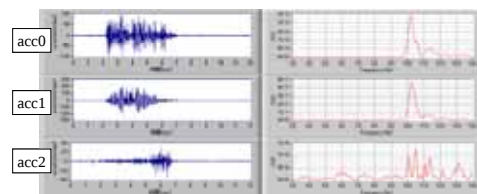


図 - 3 加速度計振動データ(2 月)

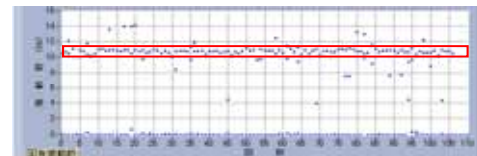


図 - 4 振動数推定軌跡(2 月)

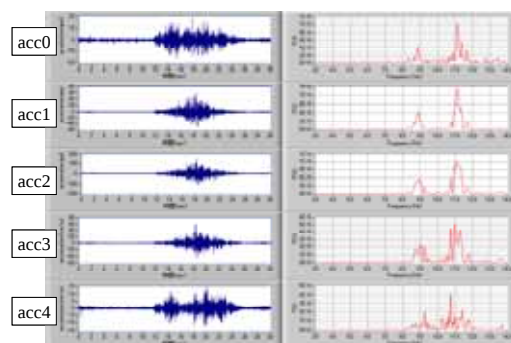


図 - 5 加速度計振動データ(8 月)



図 - 6 振動数推定軌跡(8 月)

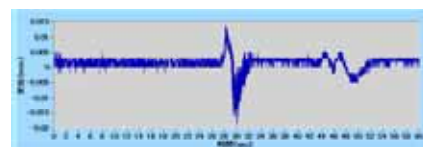


図 - 7 目地開閉量(静的載荷)

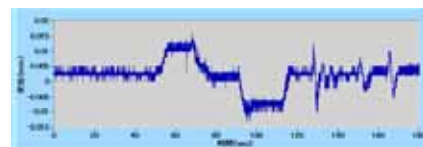


図 - 8 目地開閉量(動的載荷)