

移動走行荷重を用いた橋梁の損傷度評価に関する基礎的研究

山口大学大学院 学生会員 ○友廣 郁也
山口大学 正会員 渡邊 学歩
構造計画研究所 正会員 矢部 明人

1. はじめに

現在、全国には橋長 15m 以上の橋梁に限っても 15 万橋もの橋梁が建設されている。そのうちの 4 万橋が建設から 50 年が経過しようとしているため、それらの橋梁に関しては維持管理が急務である。逼迫する財政状況と国民の公共事業投資への厳しい監視の目もあり、財源の確保が難しい状況にある。財源の確保を始めとした制約条件の中で効率よく維持管理を行うためには、予防保全による橋梁の長寿命化を図ることが求められている。本研究では移動走行荷重を用いた構造解析による損傷検知手法の開発に関する基礎的研究を行う。

2. 解析対象橋梁の概要

対象構造物は、山口県玖珂郡和木町と広島県大竹市を結ぶ、国道二号線の小瀬川の河口付近に架橋された栄橋を対象とした。栄橋の側面図を図-1 に示す。上部構造は上下 2 車線の 5 主桁を有する RCT 桁橋であり、合計 7 基のラーメン橋脚によって支持されている。なお、中間部には複数のゲルバーヒンジ構造を有している。ゲルバーを用いた橋梁は止水対策が行われていても、施工不良等によってヒンジ部から水が浸入し、損傷・劣化が進展するために、維持管理の対象となる事が多い。また、2006 年にカナダのデラコンコルド橋がゲルバーヒンジ部の損傷によって掛け違い部から上部構造が崩落し、落橋したという被害事例もあることから、複数のゲルバーヒンジを有する栄橋を対象構造物に選定した。栄橋は図-1 に示したように 8 径間連続の高架橋であるが対称性を有していることから、中央部の三径間だけ取り出し図-2 に示すようにはり要素でモデル化した。部材の剛性については設計時の断面諸元を参考に算出している。

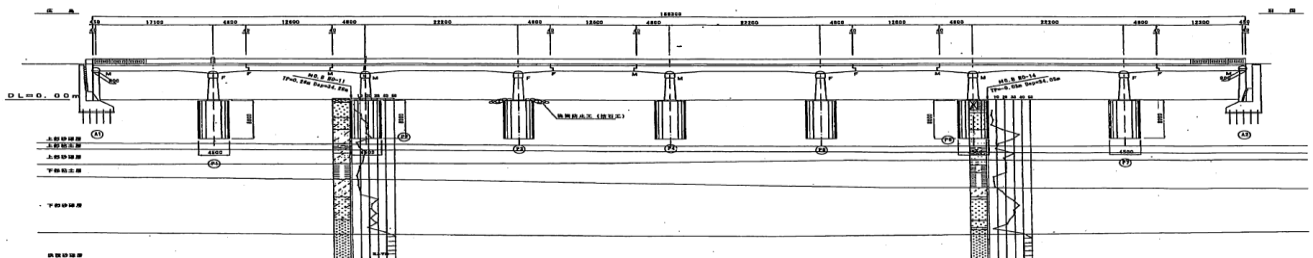


図-1 栄橋側面図

3. 上部構造に与える影響因子のモデル化

本研究では損傷および路面の凹凸が上部構造に与える影響について検討する事を目的に実橋梁構造物を対象にして、車輛走行実験の再現解析を行った。移動走行荷重による振動解析においては構造物と車輛の相互作用を考慮することのできる構造解析ソフト DALIA((株)構造計画研究所)を用いた。上部構造に与える影響因子として桁の損傷と路面の凹凸について検討する。

実際の構造部材には、何らかの損傷および劣化が存在する。鉄筋コンクリート部材の損傷および劣化は、かぶりコンクリートの剥落、軸方向鉄筋の露出および腐食、コアコンクリートの剥離等によって進展し、剛性劣化や塑性変形の増大に影響を及ぼす。ここでは、部材の損傷を剛性の低下としてモデル化した。ある程度損傷および劣化が進展すると、弾性領域内であっても剛性が著しく低下する。既往の研究¹⁾を参考に剛性を初期剛性の 1/3 に低減させた。なお、損傷を仮定する部材は桁中央点を挟む 2 部材(2m 区間)とした。

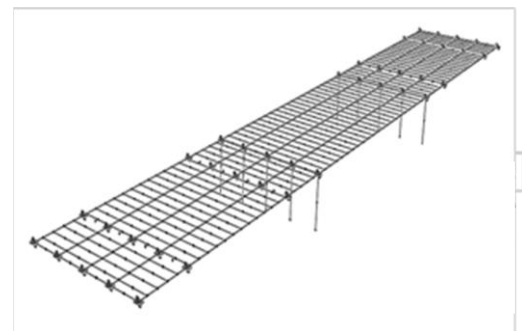
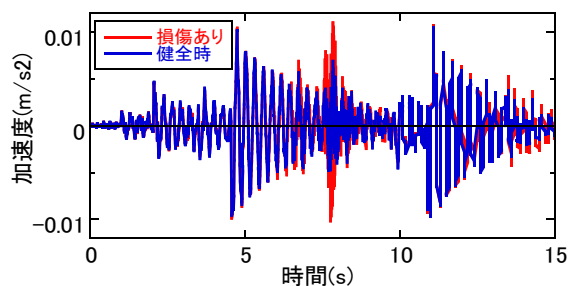
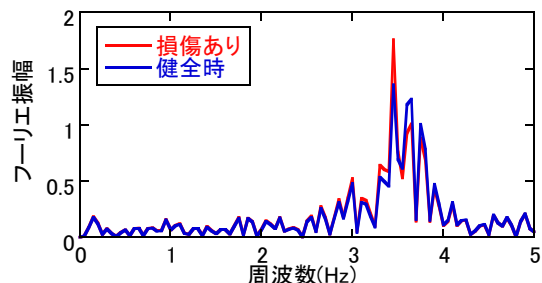


図-2 解析モデル

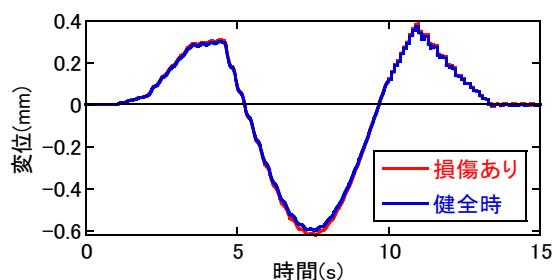


(a) 桁の加速度

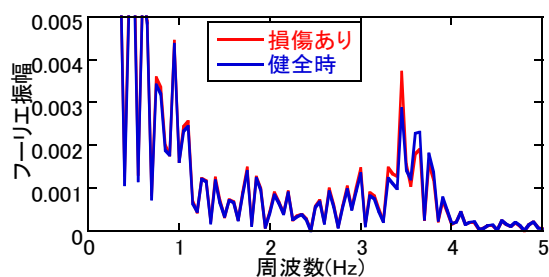


(b) 振動特性

図-3 第2径間中央部の桁の加速度とフーリエスペクトル



(a) 桁の変位



(b) 振動特性

図-4 第2径間中央部の桁の変位とフーリエスペクトル

4. 損傷および路面凹凸が上部構造に与える影響

図-3 には桁の加速度の時刻歴とそのフーリエスペクトルを示す。損傷を考慮する事で車輛が損傷している部材上を通過する際に加速度が増大している。一方、同図の(b)に示したフーリエスペクトルにおいては桁の鉛直一次モードの振動数3.5Hz 付近でフーリエ振幅が大きくなっているが固有振動数のシフトは見られない。これは損傷部位が限定的である事に起因する。また、図-4 には桁の変位とそのフーリエスペクトルを示している。桁の変位に関しても車輛が損傷している部材上を通過する際に変位が増大している。同図の(b)に示したフーリエスペクトルでは加速度の場合と同様に、桁の鉛直一次モードの振動数3.5Hz 付近でフーリエ振幅が大きくなっているが健全時と損傷を考慮した場合の固有振動数の変化は見られない。

走行車両により検知した車輛の車軸位置での加速度および鉛直方向変位を図-5 および図-6 に示す。橋脚頂部を通過する4秒および11秒付近で大きな加速度が観測されており、これは図-3(a)に示した桁の応答加速度にも表れているが車輛の鉛直方向加速度は、車輛の振動により桁の加速度の2倍程度の応答が生じている。一方、車軸位置での変位は約0.6mm となっており、図-4(a)に示した桁の変位とほぼ同程度となっている。

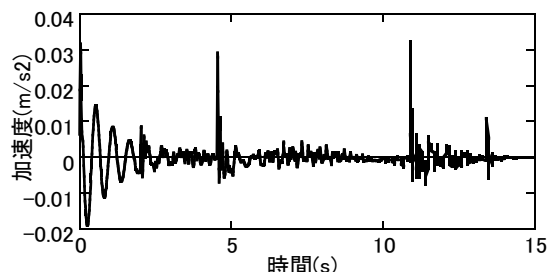


図-5 走行車両により検知した桁の加速度

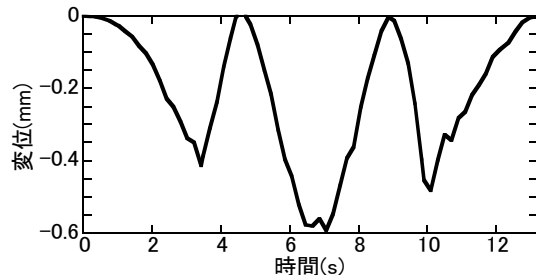


図-6 走行車両により検知した桁のたわみ

5. 結論

損傷領域が限定されると、部材の損傷に伴う剛性低下が著しくとも全体としての剛性はほとんど変化しない。このため、走行車両を用いた加速度や変位のモニタリングを行っても固有振動数のシフトなどは観測することはできない。振動数領域で観測結果を整理・評価するのではなく、時間領域で橋梁の応答を測定する手法の方が損傷度評価がしやすい。また、走行車両自身の鉛直方向変位は桁の変位とほぼ同程度であることから、移動走行車両を用いた損傷度評価の有効性を確認した。

参考文献

- 1) 横沢篤, 加藤絵万, 横田弘, 下村匠: 供用40年が経過したRC 栈橋上部工の劣化と構造性能, コンクリート工学年次論文集, Vol.27, No.2, pp1591-1596, 2005.