

琉球大学大学院 学生会員 松浦葵, 琉球大学 非会員 吉次優祐, 平田淳貴
琉球大学 正会員 富山潤, 藍檀オメル, 渡嘉敷直彦

1. はじめに

沖縄県は亜熱帯海洋性気候で高温多湿な地域である。また、海に囲まれた島嶼であるため構造物にとって、過酷な塩害環境といえる。したがって、劣化した構造物の非破壊手法を用いた健全度評価法を確立させる必要がある。

今回研究対象とした橋梁は名護市呉我に位置する1962年(昭和36年)に竣工された4径間RC単純T桁橋(4連桁)である。図-1に橋梁一般図を示す。対象橋梁は造られて50年が経過し、現状としては塩害劣化による損傷が激しいため通行止めの対応が取られている。

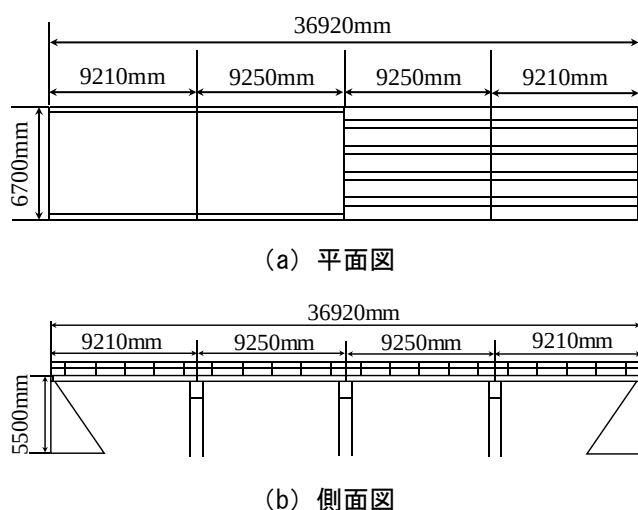


図-1 橋梁一般図

2. 研究の目的

橋の振動特性を知ることで、橋の健全度や劣化状況の評価できることが知られている¹⁾。この手法を用いて、構造物が持つ振動特性である固有周波数 f と固有周期 T の継続的な変化を計測することで、構造物の健全度の評価が可能となる。一般的に構造物が劣化すれば固有周波数が低下する傾向がある²⁾。

本研究では、衝撃波を利用した構造物の振動特性の計測方法を確立し、構造物の健全度評価法を模索することを目的とする。構造物の振動特性は衝撃波による構造物の加速度を測定し、得られた加速度に、周波数解析を行い、健全度評価の基礎的検証を行った。本来なら初期値として健全な状態の振動特性が既知でなけ

ればならないが、それが不明であることから、健全な場合の橋梁の固有周波数、固有周期の推定値として対象橋梁の有限要素解析(FEM解析)を行い、劣化橋梁の結果と比較した。

3. 実験概要

衝撃荷重は、手動式クレーンにより後述する重さを有する砂袋を1径間の主桁中央で自由落下させることで与えた。加速度計は桁の両端および主桁下面に設置した(図-2参照)。落下試験は5回行い、落下高さは全て地面から100cmの位置とし、砂袋の重さは20kg(1回目)、30kg(2, 3回目)、40kg(4, 5回目)と変更し測定を行った。

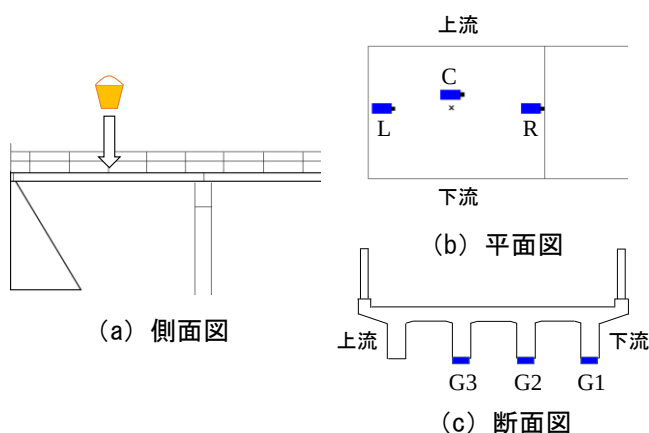


図-2 砂袋落下位置および加速度計設置位置

4. 測定結果

加速度計を用いた測定を行い、今回は3回目の両端(L, R), 1~5回目の右端(L), 3回目の全6箇所の結果をそれぞれ重ね合わせて図-3, 4, 5に示したフーリエスペクトルから、対象橋梁のもつ固有周波数、固有周期を求めた。その結果より、すべてのケースおよび位置で固有周波数 $f=33.0\text{Hz}$ (固有周期 $T=0.030\text{s}$)と、同程度の数値となることが分かった。また、図-3のグラフにおいてLとRでグラフの形が異なるのは左右で境界条件や劣化状況が異なることが原因であると考えられる。しかし、図-4より、自由落下させる砂袋の重さが異なっても、弾性域であれば対象橋梁の振動特性はほとんど変化しないことが分かる。さらに図-5より主桁

下面においても同様の振動特性を得ることができた。

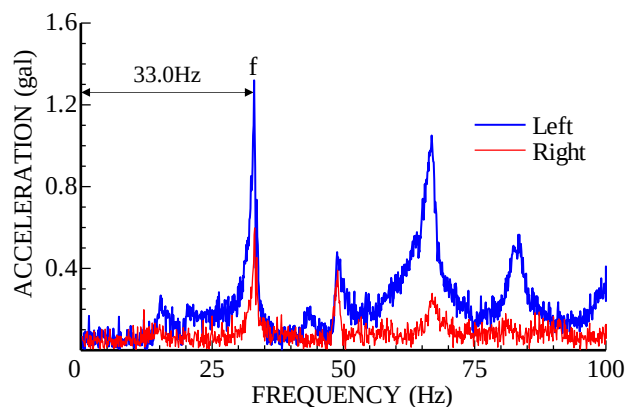


図-3 フーリエスペクトル 3 回目 (30 kg)

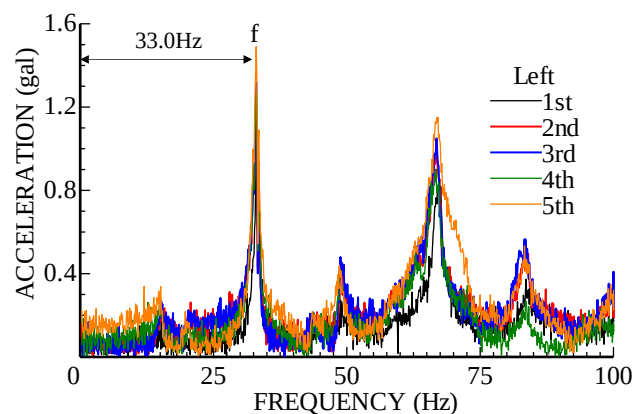


図-4 フーリエスペクトル 5 回分 (L)

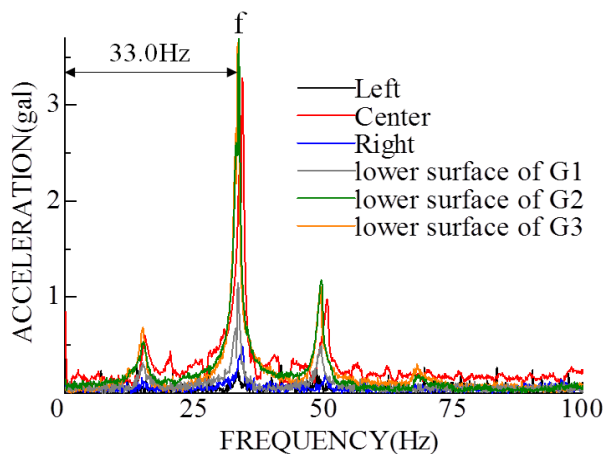


図-5 フーリエスペクトル 6 箇所 (30 kg)

5. 有限要素解析

対象橋梁が健全な場合の振動特性が不明であるため、FEM 解析ソフト(midas Civil)を用いて、健全な場合を想定した対象橋梁が持つ振動特性を求めた。図-6 は対象橋梁の 1 径間をモデル化したものである。境界条件は、対象橋梁の劣化した支持条件を参考に両端を面拘束とした。

図-6 の中央部に衝撃荷重を与え、固有値解析を行い、図-2 で示した加速度計を設置した箇所 (L, R) での

フーリエスペクトルのグラフを求めた。なお、材料特性は、コンクリートの建設当時の標準的な値を用いている。図-7 に結果を示す。図中の実線が FEM 解析である。比較のため、実測値も示している。この図から固有周波数 $f=58.6\text{Hz}$ (固有周期 $T=0.017\text{s}$) となる。図-7 より、劣化した対象橋梁と健全なモデルを比較すると劣化した対象橋梁の方が固有周波数は低下して、固有周期は長くなる。これは塩害劣化により断面が欠損し、曲げ剛性が低下しているためだと予想される。この結果から、健全構造物を表現した数値解析(FEM 解析)と劣化した実構造物の実測値を比較することで、健全性評価が可能であると考えられる。

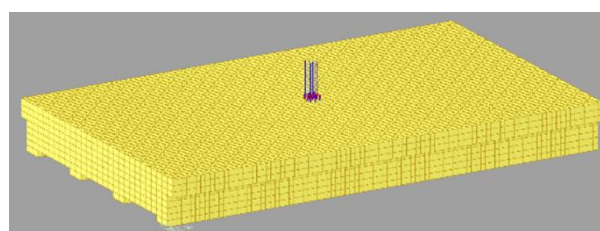


図-6 解析モデル

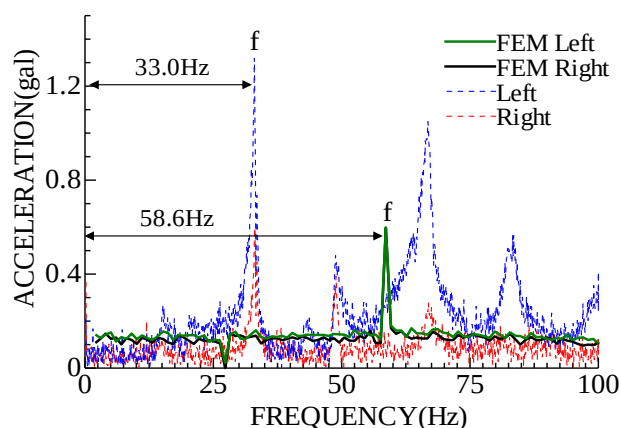


図-7 モデルと劣化橋梁の比較

6. まとめ

本研究では、劣化した橋梁の周波数解析と健全を想定した FEM 解析を行い、両結果より健全性評価法の可能性が示された。これらの精度を高めるために、今後、継続的に劣化橋梁の振動特性を測定していき、固有周期と劣化の程度の関係性を明らかにする予定である。

参考文献

- 1) 固有振動数を用いた構造物の健全度診断：
http://park5.wakwak.com/~noudokyou/H23_314.pdf
- 2) 大西弘志, 岡田裕昭, 内田慎哉, 鎌田敏郎: 道路橋 RC 床版における疲労劣化と振動特性の関係に関する基礎的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.29, No.3, pp.1693-1698, 2007