

振動特性を利用した劣化コンクリート橋の健全性評価手法に関する基礎的研究

琉球大学大学院 学生会員 吉次優祐, 琉球大学 非会員 具志堅政泉
琉球大学 正会員 藍檀オメル, 富山潤

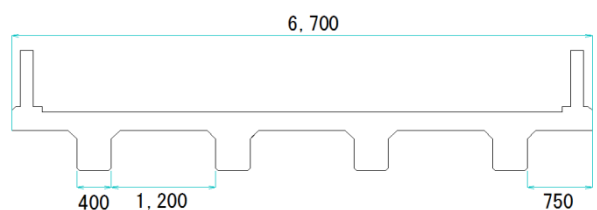
1. はじめに

高度経済成長期に建設された多くの社会基盤設備は高経年化しつつあり, それらの合理的かつ適切な維持管理が必要である. 維持管理を行うにあたって, 構造物の健全性を評価する必要がある. 本研究では, コンクリート橋を対象に, その振動特性を利用した健全評価手法の確立を目的としている.

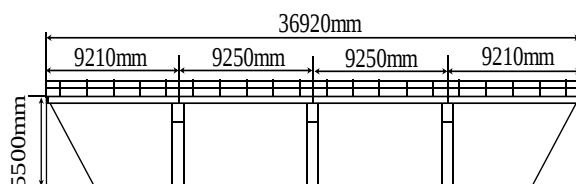
一般的に構造物が劣化すれば固有周波数が低下する傾向がある¹⁾. 本研究では, 塩害劣化したコンクリート橋に衝撃荷重を与え, 橋梁に生じた振動としてポータブル加速度計により加速度を測定した. その結果を用いて周波数解析(f : 固有周波数, T : 固有周期)を行い, 劣化したコンクリート橋の健全性評価に対する基礎的検証を行った.

2. 対象橋梁概要

今回研究対象とした橋梁は, 沖縄本島北部に位置する図 1 に示す 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. 建設から 50 年経過し, 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.



(a)断面図



(b)側面図

図 1 対象橋梁概略図

3. 実験概要

本研究では, 構造物の振動特性を求めるために, 砂袋(錘)をコンクリート桁の中央で自由落下させ,

衝撃荷重を与え(落下試験), 構造物に生じる加速度を測定し, その結果をもとに周波数解析を行った.

加速度計はスパンの両端, 中央(図 2: 青印)の三か所に設置した. 落下試験は 3 回行い, 落下高さは全て橋面から 70cm の位置とし, 重さは 30kg とした. 橋梁の健全性評価には, 建設初期の固有周波数, 固有周期が必要であるが, 対象橋梁については, それらが不明であるため, 有限要素法による動的解析(FEM 解析)から得られる固有周波数, 固有周期を健全時の値とし, 劣化橋梁の周波数解析結果と比較した. さらに, 去年の測定データとの比較も行った.

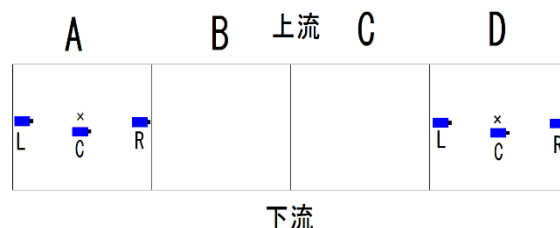


図 2 加速度計設置箇所(橋梁平面図)

4. 測定結果

ポータブル加速度計より得られた加速度を周波数解析した. 図 3, 4 に図 2 に示す地点 A, D 径間の 3 測定位置の計測結果(2015 年 7 月 17 日)のフーリエスペクトルを示す. また, 図 5 に昨年度(2014 年 12 月 25 日)の測定結果との比較を示す.

図 3 より地点 A での固有周波数が $f=34.3(\text{Hz})$, 固有周期が $T=1/f=0.029(\text{s})$ であることがわかる. また, 図 4 より地点 D での固有周波数が $f=37.5(\text{Hz})$, 固有周期 $T=0.027(\text{s})$ となった. これらの図から径間長が同じであるが, 振動特性がわずかに異なっていることが分かる. これは, 径間ごとに塩害環境が異なり, 劣化速度に差が生じることで, 劣化の程度が異なっていることが原因の一つであると考えられる.

図 5 は地点 D における昨年度のデータとの比較を行っており, この図から固有周波数の変化は確認できない. したがって, この一年間では大きな変状は表れなかったと考えられる. 今後も継続的な計測を行い, 固有周波数の変化を調査する予定である.

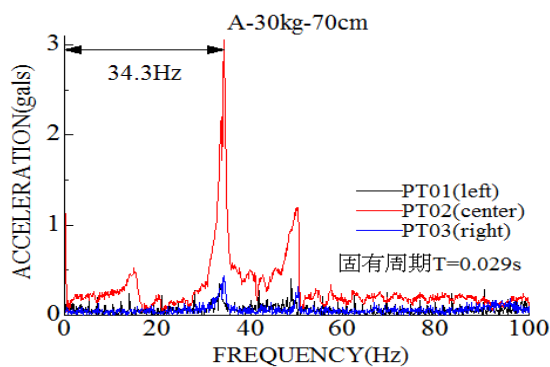


図3 フーリエスペクトル(地点A)

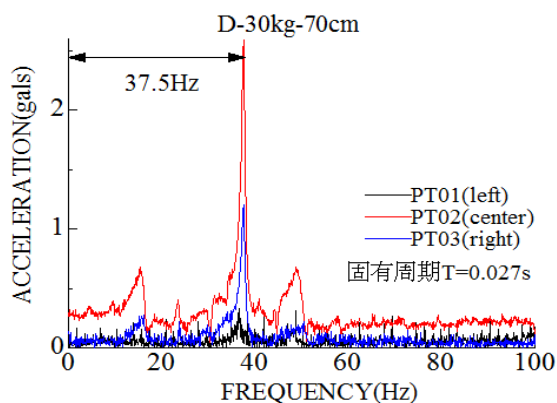


図4 フーリエスペクトル(D地点)

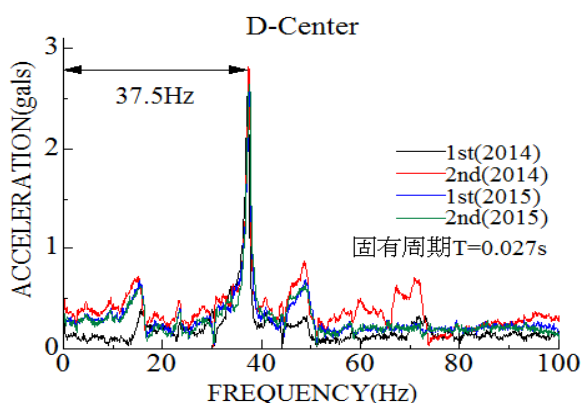


図5 昨年度の計測結果との比較

5. 有限要素解析による固有値解析

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)²⁾を用いて、健全な場合を想定した対象橋梁の固有な振動特性を求めた。

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、対象橋梁の支持条件を参考に両端を面拘束とした。

図の中央部に衝撃荷重を与え、動的解析を行い、図2で示した加速度計を設置した箇所の加速度のフーリエスペクトルを求めた。なお、コンクリートの材料特性は、当時の示方書を参考に決めている。図

7に結果を示す。図中の黒線がFEM 解析の結果、赤線が実測結果である。この図から健全な状態の固有周波数および固有周期はそれぞれ $f=45.5(\text{Hz})$, $T=0.022(\text{s})$ を得る。図7からわかるように実測による結果は、健全な状態に比べ固有周波数が低下していることが分かる。したがって、今回実施した落下試験の結果に基づく周波数解析とFEM による動的解析の結果の比較により既存の劣化したコンクリート橋の健全性評価が行える可能性が示された。

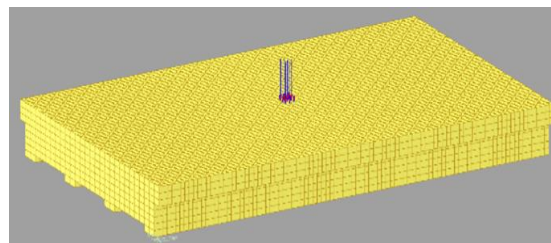


図6 解析モデル(六面体ソリッド要素)

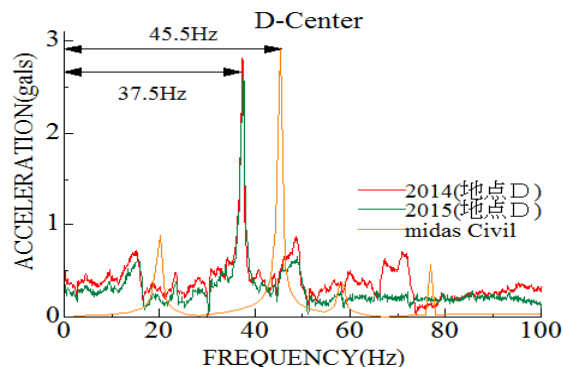


図7 FEM 解析と落下試験の比較

6. まとめ

本研究では、コンクリート橋を対象に、振動特性を利用した健全評価手法の確立を目的に、劣化橋梁の振動計測結果に基づく周波数解析およびFEM 解析による動的解析を行い、比較検討を行った。その結果、構造物の振動特性を利用した劣化構造物の健全度評価の可能性を示すことができた。

今後も継続的な測定を行い、振動特性による構造物の健全性評価の方法と評価指標の検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 加藤ら:PC 橋梁の破壊に伴う振動性情の変化に関する実験的研究, 土木学会論文集大 341 号, pp.113-118,1984.1
- 2) midas IT Japan: <http://jp.midasit.com/midasit/>