

## 舞鶴市の橋梁を対象とした固有振動数による健全度評価の検討

舞鶴高専	正会員	○玉田	和也
舞鶴市		小島	善明
舞鶴市		西嶋	久勝

舞鶴市には現在、市の管理する橋長 2m以上の橋梁が約 900 橋存在し、そのうち橋長が 15m以上の橋梁が 161 橋ある。これらの橋梁に対し、予防保全の立場に立った点検と維持補修が必要であることは明らかであり、限られた予算を前提とした効率的な維持修繕計画の策定が急務となっている。しかしながら、これらの橋梁のほとんどは、図面も計算書も無いため、力学的な健全度を調査することは現在のところ困難な状況にある。

舞鶴市と舞鶴高専は共同でこれらの橋梁群の再現設計を行い、劣化・損傷に応じた残存耐荷性能の算出を行いつつある。また、橋梁台帳と地理情報システム (GIS) との結合、および「道路橋に関する基礎データ収集要領 (案)」による調査項目に加えて、既設橋梁の健全度を評価するための調査方法について研究・開発を進めている。ここでは、既設橋梁の健全度を固有振動数の計測によって評価する方法についての研究成果を報告する。

## 1. 目的

現在、「道路橋に関する基礎データ収集要領 (案)」による橋の健全度調査が全国で実施されている。この調査は目視調査が主体で、全国の橋梁を対象として実施することを前提とした調査方法として優れている。この調査の実施により、全ての橋梁の現状を確認できること、致命的な損傷がある橋を早期に発見できること、長寿命化計画の策定に必要な基礎データが取得できる等の効果がある。

一方、全国の調査が完了した後、長寿命化計画の実施段階における調査を視野に入れた場合、調査方法をさらに改善する必要があると考える。現在の調査は、目視調査が中心であるため、主観的な判断が調査結果に影響する可能性があるため、力学的な観点による客観的な評価も調査項目に追加するべきであろうと考えた。

本研究では、対象を地方公共団体、特に市町村が管理する橋梁とすることで、橋梁形式を単純桁橋に限定した。その上で、単純桁橋の健全度を評価するための力学的な指標として固有振動数に着目し、客観的な数値指標として健全度を表す手法の確立を目的とする。

## 2. 橋梁の固有振動数による健全度評価法

単純桁橋の固有振動数を健全度評価に用いるにあたり、2つの方法を考えた。

- ① **直接評価法**：理論式や既往の実測結果から提案されている予測式と実橋の固有振動数を比較する。
- ② **経年評価法**：同じ橋梁の固有振動数を長期間計測し、固有振動数の経年変化で評価する。

いずれにおいても、橋梁の固有振動数は、理論と実構造物では種々の乖離があり、予測値にも計測値にも少なからず不確定要素が含まれている。しかしながら、多くの橋梁のデータを数年毎に計測し蓄積することによって、明らかに傾向からズレている橋梁を判定することは可能である。また、データの蓄積が少ない間は、そのズレの原因を固有振動数の変動から推測することは困難であるが、異変が起きている橋梁を判別できれば詳細調査を行うことが出来る。

以上より、市町村が比較的簡単に多くの橋梁の固有振動数を計測できる手法を確立し、データを蓄積しながら上記の2つの方法による健全度評価法の精度を高めていく必要がある。

---

キーワード 健全度評価, 橋梁の長寿命化, 固有振動数, 無線 LAN 加速度計

連絡先 〒625-8511 京都府舞鶴市宇白屋 234 舞鶴高専 TEL 0773-62-8983 e-mail: tamada@maizuru-ct.ac.jp

### 3. 固有振動数の計測方法

本研究では、本体に加速度センサ、測定部、無線 LAN を内蔵したコンパクトな振動計(データマーク SU100)を使用した。この装置のデータ転送は無線 LAN を用いるので、ノートパソコンで簡単にデータを受信・保存できる。そのため、わずらわしいケーブルの配線がなく、電源を投入するだけですぐに測定を始めることができる。

対象とする橋梁には鋼橋とコンクリート橋(RC と PC)があり、常時微動や人力による加振を行ったが、コンクリート橋で振動を取ることができなかつた。そこで写真-1 に示す段差発生装置を自動車为载体越えることによって橋梁に強制振動を与える加振方法を採用した。



写真-1 固有振動数の計測

### 4. 固有振動数の予測式

桁橋の固有振動数の予測式として文献<sup>1)</sup>の経験式と、はりの曲げ振動方程式に係数を乗じた予測式を用いた。

$$F = 86.65L^{-0.8869} \quad \text{-----島田式}$$

$$F = \alpha \cdot \left( \frac{s^2 \pi}{2l^2} \sqrt{\frac{EIg}{wA}} \right) \quad \text{-----補正振動方程式}$$

ここで F は固有振動数「Hz」、L は支間長「m」、以下 s : 次数, E : ヤング係数, w : 単位体積重量, I : 剛度, A : 断面積を表す。

### 5. 測定結果

まずは、鋼とコンクリート各 5 橋を対象に実測を行った。実測結果を支間長で整理した結果を図-1 に示す。固有振動数を支間長の累乗関数で表す島田式と実測値は良い一致を見ている。振動方程式と実測値の比較について、図-2 に示すとおり、振動方程式で求まる振動数の 0.5 倍と実測値が良い相関を示している。また、鋼橋とコンクリート橋は固有振動数に関して区別する必要がないことも確認できた。

その一方で図-2 中の矢印で示す 2 橋は、データ数が少ないので信頼性は低い、何らかの不具合が発生している可能性がある。これは、健全度の直接評価法による評価の一例となるものと思われる。

今後は、支間長の分布範囲を考慮して計測する橋梁数を増やし、算定式の相関性や誤差範囲の精度を上げる予定である。

### 参考文献

- 1) 加藤雅史・島田静雄: 橋梁実測振動特性の統計解析, 土木学会論文集, 第 311 号, pp49-58, 1981. 7.

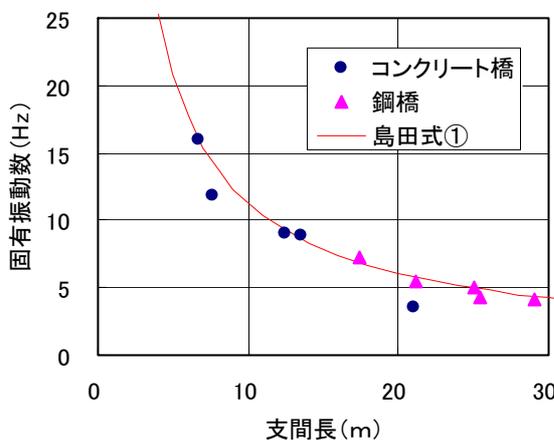


図-1 実測値と支間長の関係

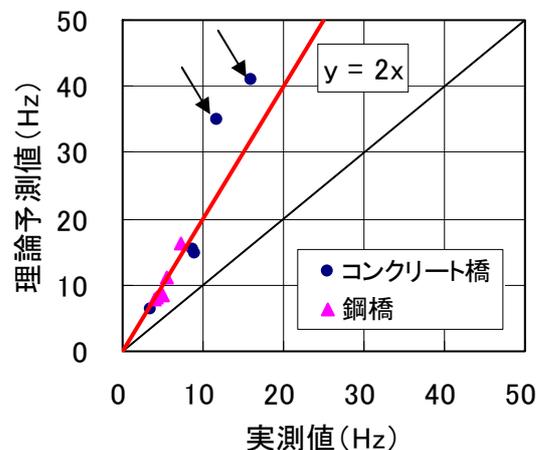


図-2 実測値と振動方程式の比較