

# 橋梁のモニタリングシステムの構築

建設システム工学科 玉田和也

## 1. はじめに

高度経済成長期に建設された多数の橋梁は、建設後数十年を経過し、劣化事例が多くなっている。今後、高度経済成長期の橋梁群の供用年数が増えるにつれ、この傾向はますます顕著になると考えられる。一方、橋梁の8割近くは保全・維持管理のための予算措置の厳しい市町村道に建設された中小橋梁である。したがって、合理的かつ効率的な保全・維持管理を行うことが重要である。

そこで、橋梁長寿命化を目標とした舞鶴市の既設橋梁の健全度評価に必要な橋梁モニタリングシステムの構築を行うことを目的とする。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。

## 2. 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。

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。

## 3. 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。

## 4. 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った。そこで写真-1に示す段差発生装置を自動車が乗り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

### 5. 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 $\alpha$ を乗じた予測式を用いた。

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

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

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。

### 6. 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.

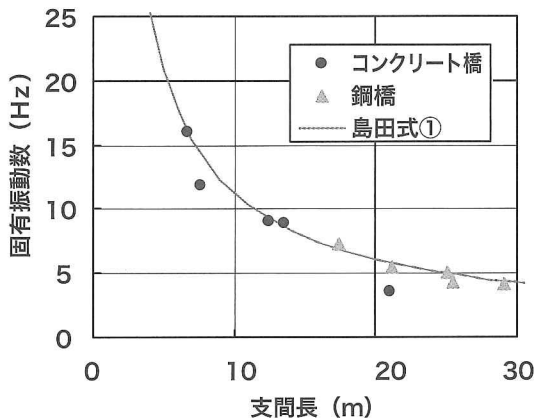


図-1 実測値と支間長の関係

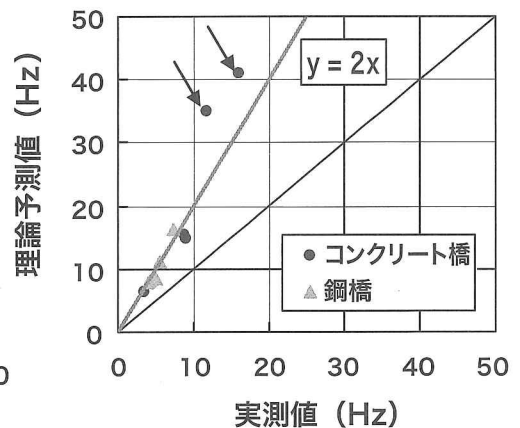


図-2 実測値と振動方程式の比較

- 2) 玉田和也・小島善明・西嶋久勝：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，土木学会第64回年次学術講演会概要集，I-104, pp207-208, 2009. 9. 4.