

## 振動計測による橋梁健全度評価効率化のための指標と長寿命化補修

(株)コサカ技研 正会員 鳩祐行, 鈴木拓也  
八戸工業大学 正会員 長谷川明

### 1.はじめに

青森県では、供用中の橋梁を維持管理する手法である「橋梁アセットマネジメントシステム」が導入されており、更新・維持管理費用を抑え、長寿命化を検討するために定期点検を行っている。しかし、定期点検は各橋梁の多数の部材ごとに目視点検を行っているため、作業の効率化が望まれている。

そこで、本研究は橋梁の固有振動数に着目し、定期点検の結果と固有振動数の関係について調査した。また、過去4年間に渡って行ってきた実橋振動実験について、代表的な橋梁の固有振動数の変化も併せて報告する。

### 2.振動計測による健全度評価のための指標の検討

#### 2.1 支間長と固有振動数の関係

振動実験は青森県にある鋼橋 84 橋, PC 橋 21 橋の計 105 橋で実施した。計測した各橋梁の支間長と固有振動数の関係を図 1 に示す。図の近似関数から、支間長:  $L$  と固有振動数:  $f$  には反比例の相関があることが分かる。また、近似値から支間長と固有振動数を乗じた一定値を式(1)に示したように  $FS$  値と呼ぶこととする。さらに、点検調書から健全度が 5 と評価された全橋梁の  $FS$  平均値は 104 であった。

$$FS = f \times L \dots (1)$$

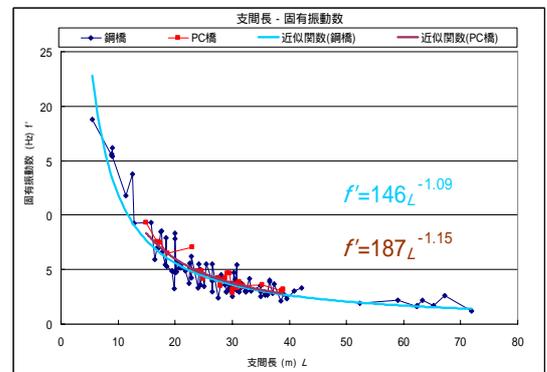


図1 支間長と固有振動数

#### 2.2 劣化による振動数の変化について

橋梁の材料劣化や構造劣化などで、固有振動数が変化することに注目すると、振動実験から得られた固有振動数  $f'$  は、健全な橋梁の固有振動数  $f_0$  に対し、材料劣化による変化係数  $C_m$  (一般に  $<1$ )、構造劣化による変化係数  $C_s$  (一般に  $>1$ ) が存在し、これらを用いると式(2)の関係で示すことができると考える。

$$f' = f_0 \times C_m \times C_s \dots (2)$$

ここで、材料劣化は主に主桁、横桁および床版、構造劣化は支承の健全度と関わりが深いと考え、材料劣化があまり進行していない  $S_m$  (主桁、横桁および床版の健全度の平均値) が 4 以上の橋梁の  $S_s$  (支承の健全度) と構造劣化があまり進行していない  $S_s$  が 4 以上の  $S_m$  の橋梁データ (固有振動数と支間長) から、 $FS$  値と 2 つの健全度について調べたものを図 2 に示す。ここでは、 $S_m$  及び  $S_s$  を 4.0 ~ 4.4、4.5 ~ 4.9、5 の 3 つに分け、それぞれの平均値を用いるものとする。この図から構造劣化による  $C_s$  及び  $S_s$ , 材料劣化による  $C_m$  及び  $S_m$  を求める式が成り立つ。主桁等が健全で  $C_m=1$  になる場合の  $C_s$  及び  $S_s$  について考えると、式(2)の変形と図 2 での近似値を代入すると、式(3)、(4)のようになる。

$$C_s = f' / f_0 \dots (3) \quad f' = 490 S_s^{-1.00} / L \dots (4)$$

また、式(3)に式(4)と前述した  $FS$  の平均値 104 を用いると、式(5)が求まり、式(4)から式(6)となる。

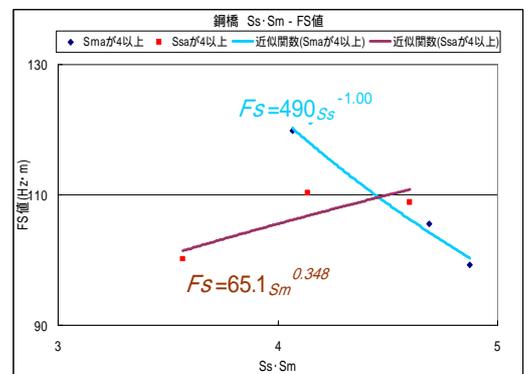


図2  $S_s$ ,  $S_m$ の健全度と $FS$ 値

キーワード：橋梁健全度、橋梁振動、長寿命化補修

連絡先 〒039-1103 青森県八戸市大字長苗代字上碓田 56 番地 2 TEL:0178-27-3444

$$C_s = 490S_s^{-1.00} / 104 = 4.71 / S_s \dots (5) \quad S_s = 490 / (f \times L) \dots (6)$$

これにより振動数と支間長から支承の健全度  $S_s$  と構造劣化の変化係数  $C_s$  を推定することができる。同様に材料劣化による  $C_m$  および  $S_m$  においても上式のように求めることで、材料劣化の変化係数を推定することができる。

### 3.振動計測と長寿命化補修

対象橋梁の中で新井田橋、松森橋、高瀬橋の3橋は、過去4年間に渡り計測を行っている。各橋梁概要を表1に示す。平成16年に対する各年の固有振動数は図3のようになる。竣工年の比較的新しい新井田橋の固有振動数には、大きな変化は見られなかった。竣工から52年が経過した高瀬橋については、橋齢と共に固有振動数が約1.5%(年)程度低下する傾向にあり、桁の剛性低下、支承部の損傷等の材料劣化および構造劣化が発生している可能性が考えられることから、引き続き経過観察が必要であると思われる。

また、写真1に示した松森橋については、平成19年の測定結果が、それまでの計測値から振動数が高くなっている。これは、写真2、3に示したように、平成18年の長寿命化補修工事（沓座モルタルの再構築、支承取り付けボルトの再設置、伸縮装置取り替え等）により、異常振動が取り除かれ、失われていた支承機能が改善されたためと考えられる。松森橋の支承形式は線支承とよばれる上沓（平面）と下沓（円筒形）で構成され、円と平面の線接触により桁の伸縮およびたわみによる回転変位を吸収する形式であることから、補修工事によって改善された支承としての機能回復は、橋梁アセットマネジメントが有効に機能しているものと考えられる。同時に、橋面舗装の撤去・復旧、伸縮装置非排水化工事も同時に行われており、橋梁全体の剛性が多少、上昇しているものとする。よって、計測した振動数は橋梁の健全度を反映しており、今後のアセットマネジメントの効率化に役立つものとする。

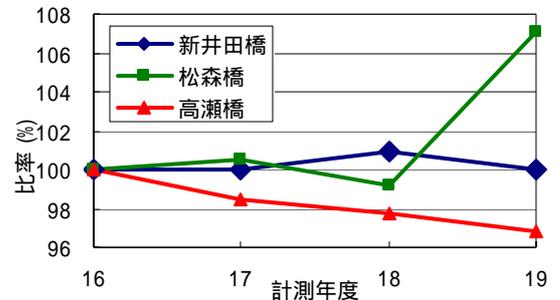


図3 固有振動数の変化



写真1 松森橋



写真2 補修前の支承



写真3 補修後の支承

表1 橋梁概要

橋名	新井田橋	松森橋	高瀬橋
竣工	平成13年3月	昭和49年3月	昭和31年4月
橋齢	7年	34年	52年
橋種	3径間連続非合成鋼桁橋	単純鋼桁橋	4径間単純下路式鋼桁橋
橋長	93.723m	31.000m	86.000m
幅員	4.0m+9.0m+4.0m	7.0m	5.5m
支承	ゴム支承	線支承	線支承

### 4.まとめと課題

本研究で述べた結果については、データ数が限られていること、橋梁形式を考慮していない課題がある。今後、これらを継続的に調査する必要がある。

本研究では青森県、関係機関からの協力を得た。ここにお礼申し上げます。また、平成19年度八戸工業大学大学院修了生、太田圭祐氏ほかの協力を得ている。ここに記して感謝いたします。