

健全度評価効率化のための橋梁振動実験と定期点検

八戸工業大学大学院 学生会員 ○太田 圭祐・五日市 怜・長谷川 明
(株) コサカ技研 正 会 員 鳩 祐行

1.はじめに

現在日本は、国や地方の財政の悪化により建設投資は減少の一途を辿っていることから限られた社会資本を維持する試みが始まっている。こうした背景を受け、青森県では橋梁にアセットマネジメントの導入が進められている。橋梁アセットマネジメントでは、更新・維持管理費用を抑えるために、橋梁の長寿命化を検討するとともに、安全性確認のための定期点検を行っている。しかし、この定期点検では各橋梁の多数の部材ごとに目視点検を行っているので、作業の効率化が課題となっている。そこで本研究では振動と劣化の関係を利用し、実橋振動実験と青森県で実施された橋梁の定期点検の結果から、橋梁の健全度を評価できるか検討する。

2.構造物の劣化と振動

橋梁劣化には大きく分けて2つあり、コンクリートや鉄筋の腐食や凍結融解作用による劣化などの材料自身の劣化と、この材料劣化の進行に伴う支承部の腐食による機能損失などの構造的な劣化が挙げられる。このような劣化が発生すれば、橋梁の固有振動数に変化が起これと考えられる。なぜなら、材料劣化では、断面損失などによる剛性低下が発生し振動数が低下する。一方、構造的な機能劣化によって、単純支承が固定支承になるなどの構造劣化が発生すると、振動数は増大すると考えられる。すなわち、固有振動数 P は材料劣化での変化係数 $f_m < 1$ 及び構造劣化(支承部)の変化係数 $f_s > 1$ を用いると次式(1)が与えられると考えられる。

$$P' = P \times f_m \times f_s \dots\dots\dots(1)$$

3.実験概要

本研究で対象とした橋梁は、八戸県土整備事務所、十和田県土整備事務所、むつ県土整備事務所及び八戸市庁で管理する鋼橋 80 橋、PC 橋 20 橋を対象とした。図 1 に橋梁位置、図中の・印は橋梁位置を示す。交通量の多い所では大型一般車両を用い、交通量の少ない所では約 16kN の実験車両を用い走行実験を行った。また、解析条件は加速度計のサンプリング間隔を 0.01 秒、データ数を 4096 個で解析を行った。

4.実験結果

支間長—固有振動数の関係を図 2 に示し、図中の◆印・■印はそれぞれ鋼橋・PC 橋、近似関数の実線・破線をそれぞれ鋼橋・PC 橋で示す。支間長と固有振動数は大きな相関があり、支間長がながくなると固有振動数は鋼橋、PC 橋ともに低下していることが分かる。この図の近似値から固有振動数と支間長は反比例していることが示されている。すなわち、固有振動数 f_i に支間長 L_i を乗じたものは、次のように一定値となっていると考えられる。

$$C_i = f_i \times L_i \dots\dots\dots(2)$$

5.定期点検

5.1 定期点検の概要

定期点検は青森県が独自で行っており、橋梁の健全度評価をして安全性及び補修を行うことを目的としている。それは各橋梁の各部材ごとに評価をし、評価項目は約 20 項目ある。項目ごとに劣化機構、要素合計数、要素ごとの健全度及び要素健全度の平均が記載されており、劣化機構としては防食機能劣化

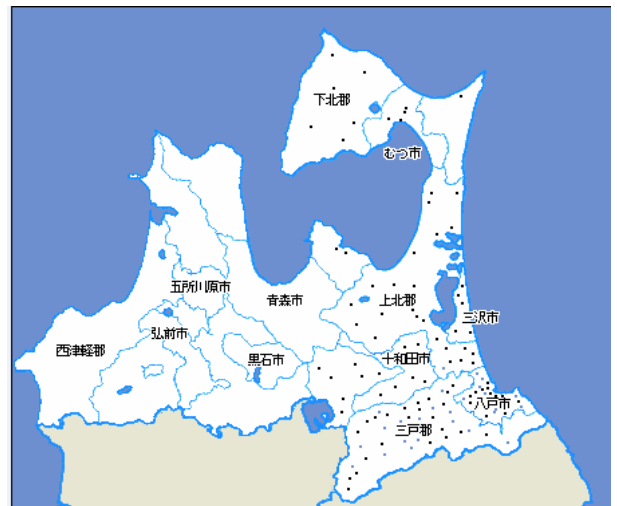


図 1. 橋梁位置図

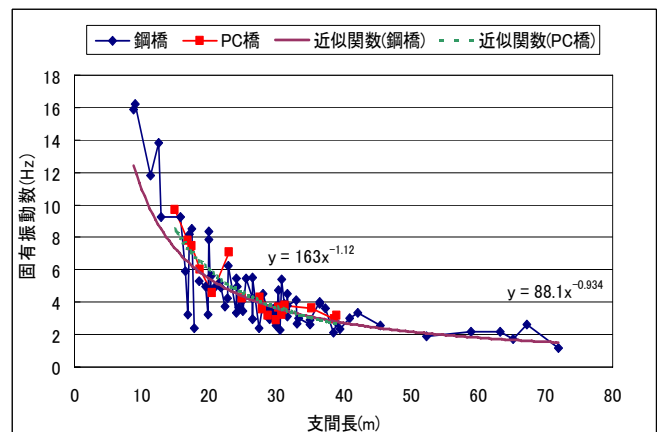


図 2. 支間長—固有振動数

キーワード：橋梁アセットマネジメント、定期点検、実橋振動実験、健全度評価

連絡先：青森県八戸市大字妙字大開 88-1 TEL 0178-25-3111 FAX 0178-25-0722

腐食, 中性化, 疲労及び経年劣化が記載されている。
また健全度評価はそれぞれ5段階で評価されている。

5.2 定期点検による健全度評価

橋梁の健全度評価をするために平均健全度で表した。ここで平均健全度とは、振動実験を行った径間の主桁・横桁・床版・支承の4項目の健全度を単純平均したものとした。橋齢-平均健全度の関係を図3に示す。鋼橋は橋齢が増加するにしたがって平均健全度が減少するが、PC橋は橋齢が増加しても平均健全度はあまり減少しない。そして鋼橋とPC橋ともに橋齢が増加するにしたがって近似曲線から大きなばらつきが見られ、このばらつきは鋼橋の方が大きい。

海からの距離(塩害の影響)-平均健全度の関係を図4に示す。橋梁の健全度と塩害には強い影響あり、それには橋齢が関係していると考えられることから、橋齢を1~9年, 10~19年, 20~29年, 30~39年, 40~49年及び50~59年と分けて調べた。これからすべての近似関数(40~49年を除く)が海から離れるにしたがって平均健全度が増加しているということがわかる。また橋齢が増加するにしたがって平均健全度は減少する。

6. 定期点検による健全度評価と橋梁振動実験

固有振動数-平均健全度の関係を図5示す。鋼橋は固有振動数が高くなると平均健全度が低下するが、PC橋は固有振動数がことなっても平均健全度はほぼ変わらない。しかし、図2から固有振動数は支間長にほぼ反比例(大きな相関)しているので支間長を考慮しなければならない。

そこで固有振動数×支間長-平均健全度の関係を図6示す。支間長を考慮するために固有振動数に支間長を乗じ調査をした。この図から鋼橋及びPC橋は固有振動数×支間長が110~120Hz・m前後に集中している。また、式(2)より固有振動数に支間長を乗じた値は一定値となることから、一定値 α は上限値 α_L と下限値 α_U の間にある。式(3)はこの一定値の関係を表した。この式から $\alpha < \alpha_U$ の橋梁は構造劣化、 $\alpha_L < \alpha$ の橋梁は材料劣化の可能性があると考えられる。

$$\alpha_L < \alpha < \alpha_U \cdots \cdots (3)$$

7. おわりに

本研究により橋齢と健全度評価及び海からの距離(塩害の影響)と平均健全度の傾向を明確に出来た。固有振動数と健全度評価の関係については予備的情報ではあるが得られた。今後も効率的な健全度手法の検討が必要である。本研究を行うにあたり青森県県土整備部の協力を得た。ここに記して謝意を表する。

【参考文献】

- 1) 五日市 怜・長谷川 明・鳩 祐行・太田 圭祐：振動実験と定期点検による橋梁の健全度評価，鋼構造年次論文報告書，第14巻，pp191-197，2006.11

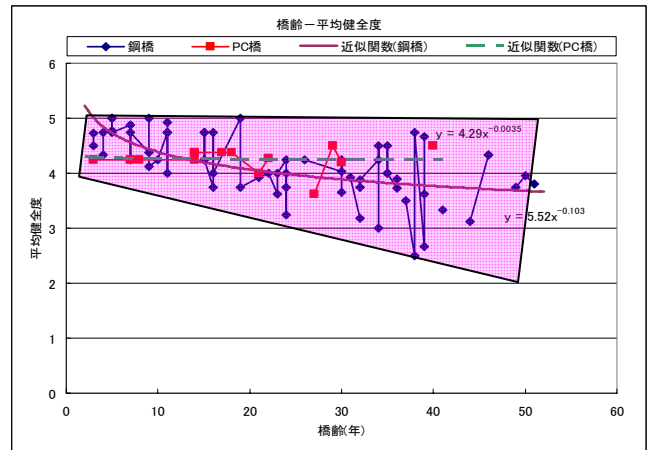


図3. 橋齢-平均健全度

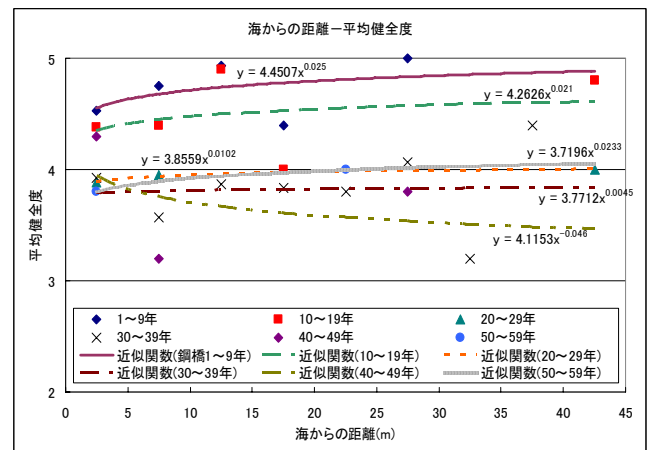


図4. 海からの距離-平均健全度

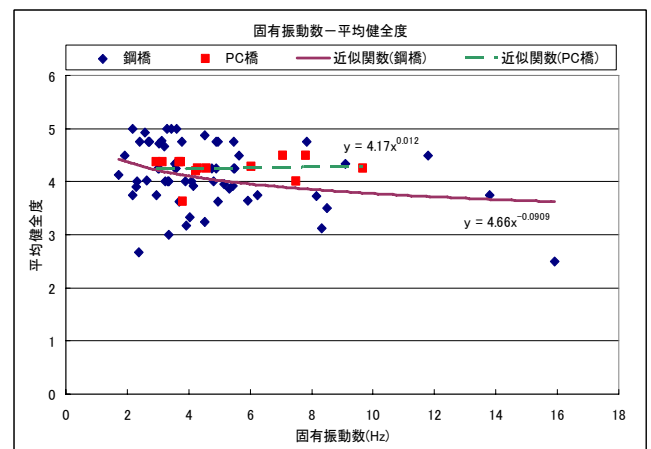


図5. 固有振動数-平均健全度

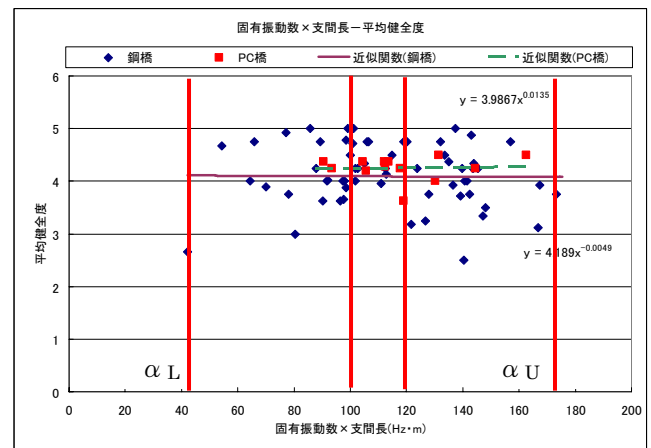


図6. 固有振動数×支間長-平均健全度