

道路情報板の振動特性に外的要因が与える影響

東京理科大学	学生員	○諏訪園真理
東京理科大学	学生員	三浦 陸
東京理科大学	正会員	佐伯 昌之
星和電機株式会社	非会員	松井 真吾
株式会社ネクスコ東日本エンジニアリング	非会員	川又 忠司

1. 研究背景と目的

限られた財政的・人的資源の中で、社会インフラを適切に維持管理するために、効率的で信頼性の高い点検が求められている。道路情報板もそのようなインフラの1つで、著者らは固有振動数をモニタリングすることで異常を検知するシステムの開発を目指している。

ところで、橋梁における長期モニタリングでは、部材温度によって振動特性に変動が生じることが指摘されている¹⁾。著者らの研究でも実際に振動特性の変動は見られたが、それがランダムな変動なのか、それとも外的要因による変動であるのかは明らかになっていない。

そこで本研究では、外的要因による変動の可能性を調査すべく、供用中の道路情報板から推定した固有振動数について、温度やモード振幅との関係性を調べることにした。

2. 現地フィールドデータ計測実験および解析結果

2021年4月13日から5月3日にかけて、現地フィールドデータ計測実験を行った。土工部3地点、橋梁部3地点を選定し、加速度応答を一週間連続で計測した。加速度センサを表示部先端（センサA）、支柱上部（センサB）、支柱下部（センサC）の3か所に固定し、それぞれ3成分（x軸：横断方向、y軸：縦断方向、z軸：鉛直方向）を計測した。サンプリング周波数は200 Hzである。加えて、支柱上部で温度も計測した。

この計測で得た加速度データにERA法を適用することで、道路情報板の振動モードを推定した。ERA法の計算方法について、概要は以前の検討²⁾と同様であるが、相関関数はセンサAのx、y軸の2成分について約5分のデータから計算し、このうちの最初の100個のデータにERA法を適用した。この計算によって、例えば縦断方向に振動する1次（面外1次）モードや、横断方向

に振動する2次（面内1次）モードを得た。

図1は、ある土工部の道路情報板の面外1次モードの固有振動数の時系列変化である。日変動が見られることから、温度によって固有振動数が変化していると考えられる。加えて、短い時間帯で固有振動数が大きく変動している箇所もあるが、これがランダムに発生しているのか、それとも外的要因が原因なのかは不明である。

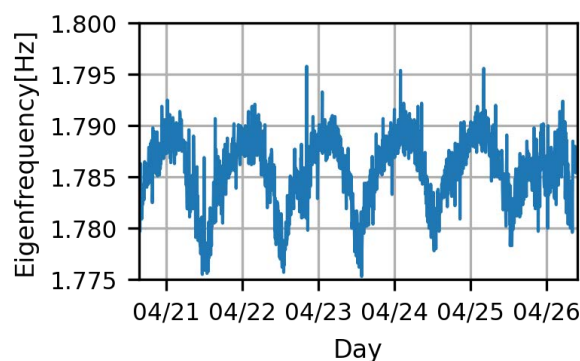


図1 ある土工部における固有振動数の時間推移
（面外1次モード）

3. 外的要因による固有振動数の変動の検討

実現場における道路情報板の固有振動数は、温度によって変動している可能性がある。そこで、温度と固有振動数、モード振幅と固有振動数の関係性を調べた。

図1と同じ土工部の地点の面外1次モードの固有振動数と温度、および固有振動数とモード振幅の関係を示したグラフが図2、図3である。上の図の縦軸は固有振動数を、横軸は温度またはモード振幅を表している。図中の黒線は、下の度数分布図における階級値ごとの固有振動数の平均を表している。下の図は階級ごとの頻度を表した度数分布図である。温度は5度ごとに、モード振幅は0.05 m/s²ごとに階級を設定している。左の

キーワード 道路情報板、固有振動数、温度、モード振幅
連絡先 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学創域理工学部社会基盤工学科 TEL 04-7124-1501

縦軸は度数を、右の横軸は相対累積度数を表している。

図2より、温度が低いほど固有振動数が高くなり、逆に温度が高いほど固有振動数が低くなる傾向が見られる。各計測地点での温度と固有振動数の相関係数は概ね -0.85 から -0.48 の値を取っており、場所によって相関の強さは違うが、温度と固有振動数は相関があると言える。ただし、ある土工部の地点では面外1次・面内1次モードでほぼ相関がなく、また別の土工部では面内1次モードで正の相関を示していた。従って、道路情報板の固有振動数の相関性は場所や振動モードによって性質が異なっている。

また図3では、モード振幅が小さいほど固有振動数が高くなり、逆にモード振幅が大きいほど固有振動数が低くなる傾向が見られる。各計測地点でのモード振幅と固有振動数の相関係数は概ね -0.63 から -0.20 の値を取っており、温度に比べるとやや弱い負の相関関係がある。しかし、ある土工部の地点においては面内1次モードで相関がほぼなかった。よってモード振幅への相関性も場所や振動モードによって異なると言える。

ところで、モード振幅は、外的要因、例えば自然風や大型車両による一時的な風によって変化する。そしてモード振幅が大きくなると、空気抵抗などによる減衰によって、固有振動数が低下する可能性がある。モード振幅と固有振動数の負の相関関係は、これに関係しているものと思われる。

4. まとめ

実際に供用中の道路情報板において、固有振動数は温度やモード振幅と相関があることが示された。今後は、温度やモード振幅を用いて推定結果を補正することで、固有振動数の推定における変動係数を低下させることができるかどうか検討していく予定である。

参考文献

- 1) 吉中正滋，他：長期モニタリングによる鋼鈑桁橋の固有振動特性に部材温度が与える影響，構造工学論文集 Vol.67A, pp.183-194, 2021.3
- 2) 諏訪園真理，他：異常検知を目的とした道路情報板の振動特性推定手法の検討，土木学会第77回年次学術講演会，2022，CS9-21

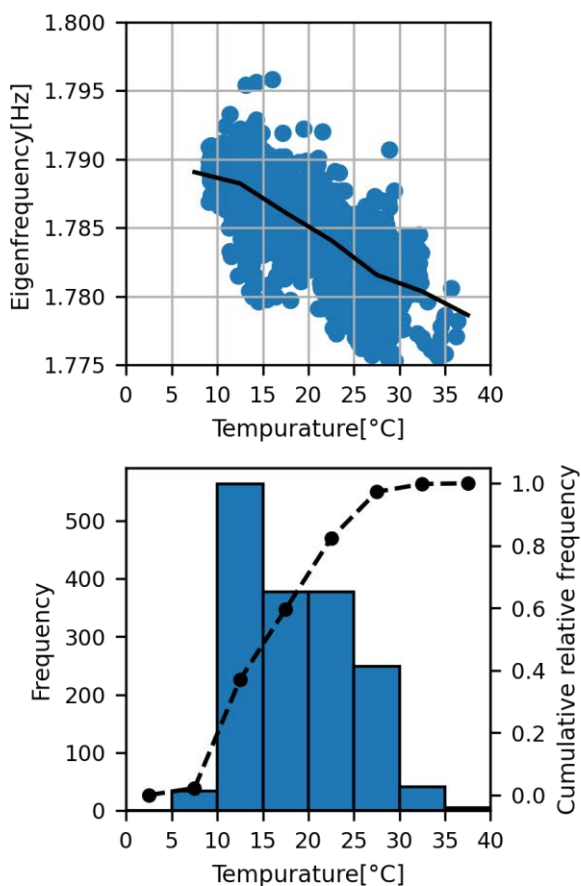


図2 ある土工部における固有振動数と温度の関係及び度数分布図

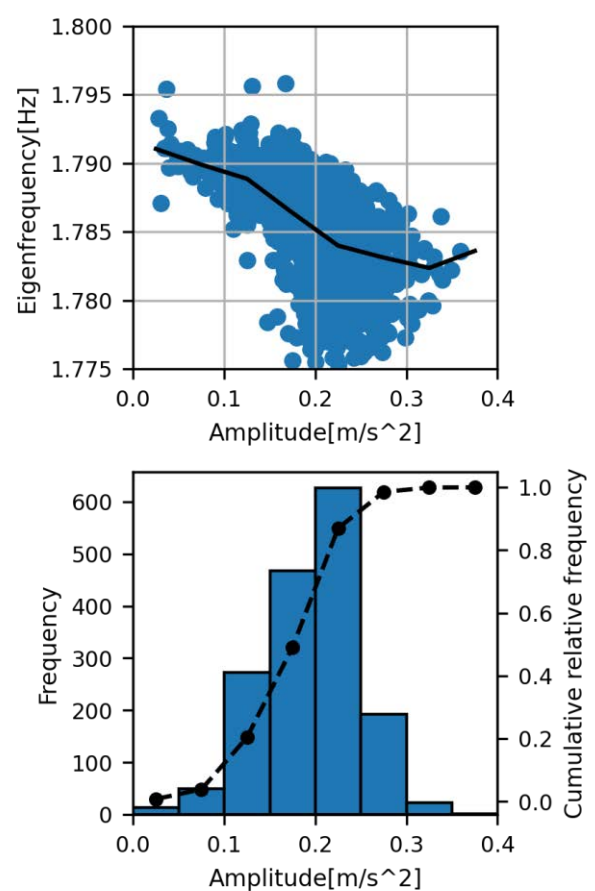


図3 ある土工部における固有振動数とモード振幅の関係及び度数分布図