

振動特性の環境依存性に着目した温度と振動数の定量的分析

長崎大学 学生会員 ○清水誠人 長崎大学大学院 正会員 西川貴文
 長崎大学大学院 正会員 中村聖三 長崎大学大学院 正会員 奥松俊博

1. はじめに

振動特性の変化に着目して橋梁等構造物の健全性を評価する手法の一つとして振動モニタリングの研究が近年、盛んに行われている。振動特性の変化は、部材の損傷、腐食や老朽化などによる剛性の低下によるものだけではなく、強風や交通荷重などの供用環境における外力や温度変化の影響も受ける。一般に、微小な損傷による振動特性の変化は小さいため、供用環境の影響を定量化することができれば、微小な損傷を振動モニタリングによって検知できる期待が高まる。

2. 目的と分析方法

本研究では、橋体の温度変化と振動特性の相関関係を定量的に明らかにすることを目的としている。橋体温度の振動特性への影響について、対象橋梁で計測した加速度応答を強風時応答、常時微動及び交通振動に分けて、構造同定手法を用いて推定した振動特性と橋体温度の変化の関係性に関して分析を行う。具体的には、30分毎に10分間の計測加速度から振動数を推定し、各モードの振動数と橋体温度の相関分析を行った。風速値は、橋上に設置された通行管理用の風向・風速計の観測記録より取得し、本研究では10分間平均風速10m/s以上を強風とした。

3. 対象橋梁と計測概要

本研究の対象橋梁は、長崎県南西部に位置する多径間径間連続鋼箱桁橋の伊王島大橋(橋長876m, 総幅員8m)である。図1に示すようにその主橋梁部である3径間連続鋼箱桁部の最大支間長248mの桁にサーミスタ温度計と加速度計を設置し、2016年8月から計測を開始した。

4. 構造同定手法の検討

精緻な振動特性の推定を行うために構造同定手法の検討を行った。先行研究¹⁾により低振動数域に主要なモードが認められているため、カットオフ周波数を10HzとしてLow-Passフィルタを観測応答に適用し、確率的部分空間法(SSI)を用いて振動数の推定を行った。推定結果の例を図2に示す。図中の赤点は1つが30秒間の応答から推定された振動数を示している。図2より、推定された振動モードを低域から第一～四推定モードとし、各モードに

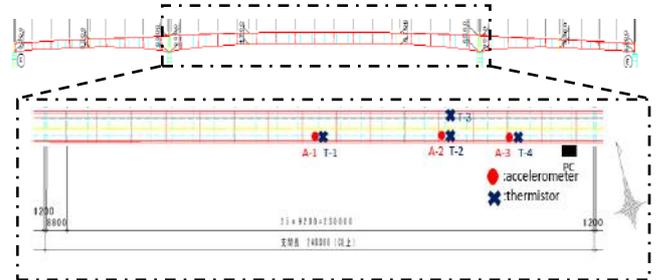


図1 計測機器の設置位置(側面図と平面図)

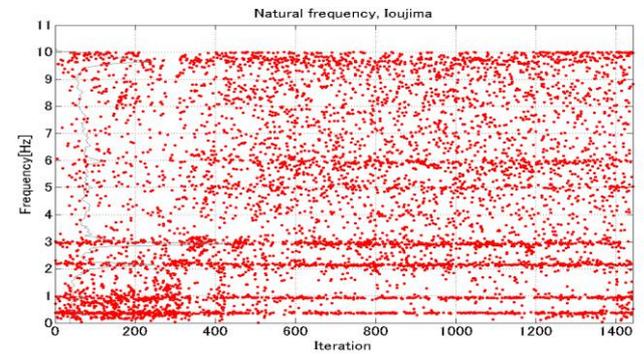
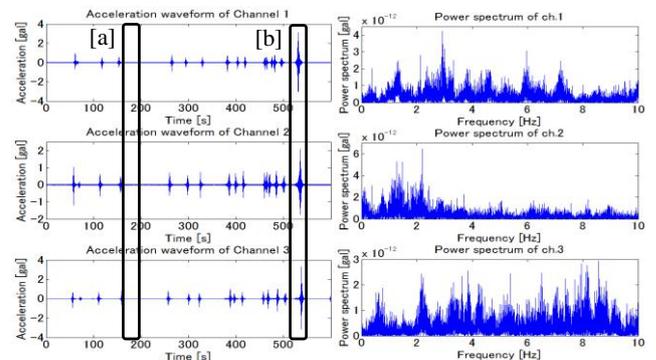


図2 振動数の推定結果(24時間)



i) 加速度波形 ii) パワースペクトル

図3 10分間の全ての応答の例

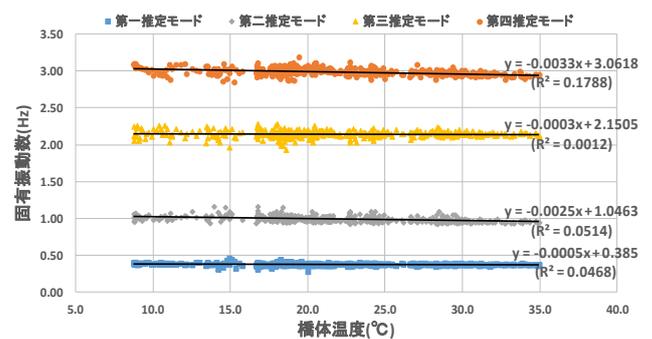


図4 温度変化に対する各推定モードの固有振動数分布

ついて橋体温度と振動数の相関分析を行った。

5. 橋体温度と固有振動数の相関分析

(1) 全ての応答を用いた分析

まず、強風時応答、常時微動及び交通振動など全ての応答を含む計測加速度を用いて橋体温度と振動数の相関分析を行った。加速度波形と周波数分布の例を図3に示す。また、図4に橋体温度に対する各推定モードの固有振動数の分布を示す。図4より、いずれの推定モードにおいても橋体温度が高くなると固有振動数が低くなる負の相関がみられ、高次の推定モードの方が温度変化に応じてより変化の勾配が大きいことが分かる。次に、振動応答を常時微動と交通振動に分けて、同様の分析を行った。なお、強風は本稿執筆時点までの計測期間中に観測されていない。

(2) 常時微動

常時微動の加速度波形と周波数分布図の例を図5に示す。また、図6に橋体温度に対する各推定モードの固有振動数の分布を示す。図6では、いずれの推定モードにおいても橋体温度と振動数の間には負の相関がみられた。これは、常時微動が全ての応答中の多くを占めているために、図4と同様の傾向を示したと考えられる。

(3) 交通振動

本研究では、最大加速度の片振幅が 1.0m/s^2 を超える一連の応答を交通振動とみなして抽出し、振動数を推定した。加速度波形と周波数分布の例を図7に示す。図7ii)より、交通振動では高域にもピークが表れており、図3ii)と同様の傾向を示している。図8に橋体温度に対する各推定モードの固有振動数の分布を示す。第一推定モードの振動数と橋体温度には正の相関がみられた。しかし、図3ii)と図5ii)でピークが表れている低次の振動成分が顕著ではないため、十分な数の推定値が得られていない。さらなる検討が必要と思われる。

6. まとめ

本研究では、橋梁の振動を常時微動と交通振動に分けて、対象橋梁の振動特性の環境依存性に着目した橋体温度と振動数の相関分析を行った。その結果、3つの分析において相関関係が明らかになった。全ての応答と常時微動では、いずれの推定モードにおいても橋体温度と振動数に負の相関がみられた。しかし、交通振動の分析では、高次の推定モードで負の相関がみられ、低次では、振動数が十分に推定されない傾向にあった。今後も計測を継続し、より信頼性の高いデータの収集と詳細な分析を進める。

【参考文献】1)杉山ほか：伊王島大橋(仮称)の耐風安定性検討について、土木学会第60回年次学術講演会、I-294、pp.585-586、2004。

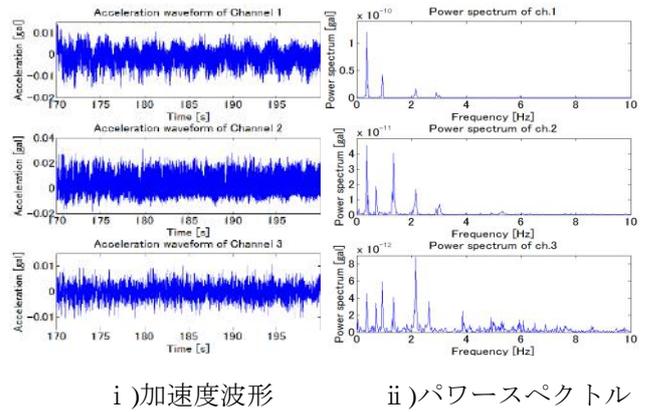


図5 常時微動30秒間の例(図3の区間[a]波形)

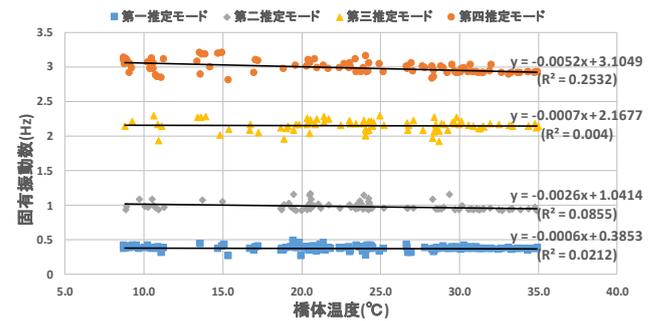


図6 温度変化に対する各推定モードの固有振動数分布

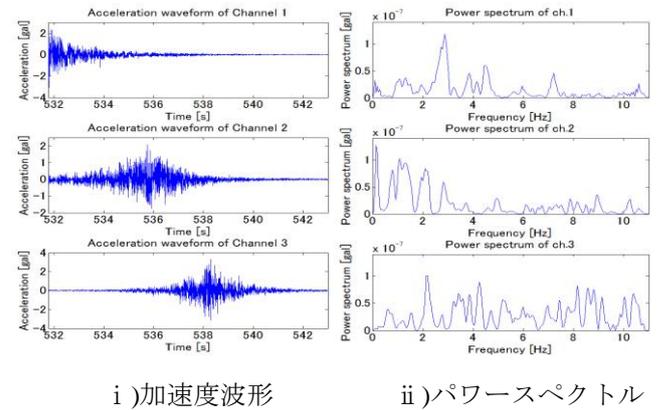


図7 交通振動の例(図3の区間[b]波形)

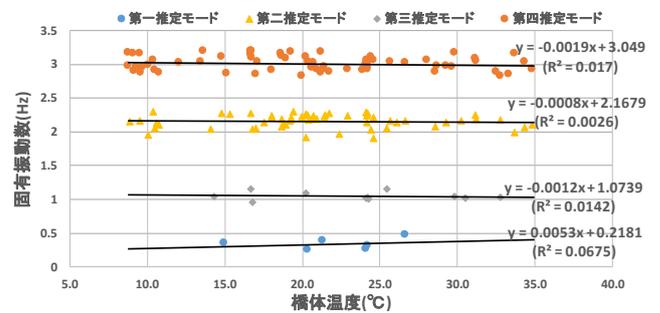


図8 温度変化に対する各推定モードの固有振動数分布