

橋梁ヘルスマニタリングのための新しい損傷評価手法の検討

山口大学大学院 学生会員 ○礪田聡史

山口大学大学院 学生会員 工藤靖之

山口大学工学部 フェロー会員 宮本文穂

1. はじめに

近年、橋梁の維持管理の効率化を目的として、橋梁の構造ヘルスマニタリングシステム(SHM)が注目されている。SHMでは、センシング、信号処理、評価・診断など様々な技術が必要とされる。従来、構造物が劣化すると、その振動特性が変化することを利用した評価方法が一般的であった。しかし、固有振動数、減衰定数などは損傷位置及びその程度との関係が敏感とは言えず、各種損傷と振動特性との関係の精度の良い定量化が困難であった。そこで、大量のモニタリングデータを利用した既存構造物(部材)の新たな状態評価手法として、State Representation Methodology (SRM)を開発した¹⁾。SRMは、時間-周波数解析、特徴抽出、カーネル法、最適化問題、ヒストグラム表示等で構成されている。

本研究では、橋梁模型で得られた大量のモニタリングデータに SRM を適用し、橋梁ヘルスマニタリングにおける新たな損傷評価手法としての検討を行った。

2. インパクトハンマー試験について

加速度計を橋梁模型各位置(図-1)に設置し、インパクトハンマー衝撃加振による振動計測を行った。損傷パターンは、橋梁模型の主桁内に位置と程度(剛性低下)が既知な損傷を導入し、その組合せで実際の損傷を再現した。



図-1 橋梁模型と加速度計の配置

3. モニタリングデータへの SRM 適用結果

(1)FSWT による時間-周波数解析

SRM では、まず初めに Frequency Slice Wavelet Transform (FSWT)を用いて時間領域で表示された信号データを時間-周波数領域へ変換する。FSWT の一般式を以下に示す。

$$W(t, \omega, \lambda, \sigma) = \frac{1}{2\pi} \lambda \int_{-\infty}^{+\infty} \hat{f}(u) \hat{p}^* \left(\frac{u - \omega}{\sigma} \right) e^{iut} du \quad (1)$$

ここで、 $\hat{p}(\omega)$ は周波数スライス関数(FSF)である。

インパクトハンマー試験で計測された加速度データ及び FSWT による時間-周波数解析の結果例をそれぞれ図-2、図-3 に示す。

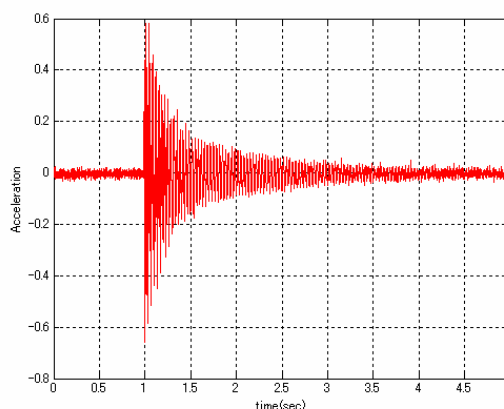


図-2 加速度データの例

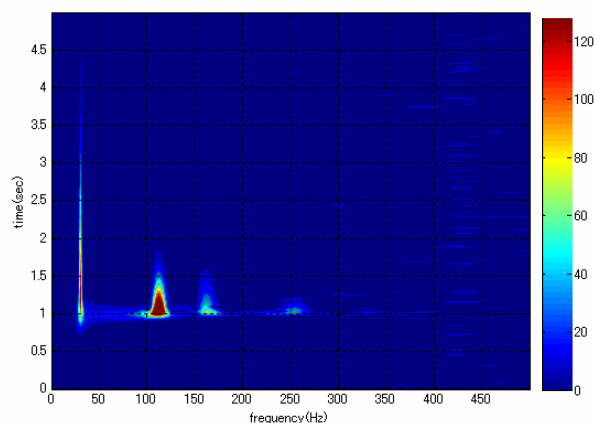


図-3 時間-周波数解析結果の例

(2) 特徴抽出

構造物の状態を評価するためには、構造物の特性を示すパラメータを抽出する必要がある。SRM では、振幅の包絡線 $x = Ae^{-\alpha t}$ の係数 α を求め、特徴量と

[1] Z.H.Yan & A.Miyamoto : State Representation Methodology(SRM) and Its Application to Bridge Condition Assessment , Lifetime Management Book No.9 , Yamaguchi University, 2009.8