

環境雑音を利用した建造物診断モニタリングとその評価

Evaluation of results for structural health monitoring using environmental noise

A-5

真島 祐樹 高橋 義典

Yuki MAJIMA and Yoshinori TAKAHASHI

東京都立産業技術高等専門学校

Tokyo Metropolitan Collage of Industrial Technology

1. まえがき

従来の機械診断では、対象物を診断用インパルスハンマで叩く若しくは加振機により試験信号を与え、他の場所に設置した加速度ピックアップで観測される伝達特性を解析する手法が研究されてきた[1]。しかし、インパルスハンマや加振機を用いる従来の診断手法では、観測を実施したときにしか建造物の状態を把握することが出来ない。迅速な対応が求められる災害時等では従来の診断手法よりも即応性の高い手法が必要であると考えられる。そこで雑音振動から共振周波数を分析して、建造物の状態をモニタリングする手法が研究されてきている[2]。本報告では加振実験を実施しモニタリング手法による共振周波数の推定結果の評価について論じる。

2. 建造物の共振周波数のモニタリング手法

累積調波分析 (CHA: Cumulative Harmonic Analysis) は入力信号を 1 サンプル毎に DFT によるスペクトル分析を行い時系列に従ってスペクトルの同相加算していくことで伝達系の調波構造を分析する手法であり雑音のスペクトルに埋もれた定常的な調波成分の解析に適していることが知られている[3]。信号 $x(m)$ の CHA は、

$$CHA(n, z^{-1}) = \sum_{m=0}^n (m+1)x(m)z^{-m}$$

で定義される。ここで n は波形のサンプル数、 $z^{-1} = e^{-i\Omega}$ 、 Ω は角周波数である。観測される雑音振動を設定した窓長で切り出し、CHA によって累積スペクトルを求める。この累積スペクトルから主要なピーク周波数を選択する。これを 1 時間毎に行い、ピーク周波数のヒストグラムを作成し、ヒストグラムの最大値より共振周波数を推定する。東京都立産業技術高等専門学校荒川キャンパスの本館北ウイング屋上に加速度ピックアップとデータレコーダを設置し、診断モニタリングを実施した結果、建造物の長辺方向、短辺方向それぞれの共振周波数は 2.3Hz、2.7Hz と推定された[4]。

3. 建造物に対する加振実験

本報告では東京都立産業技術高等専門学校荒川キャンパス北ウイング 8F にある実験室の柱に対して加振を行った。Fig. 1 に加振を行う実験装置を示す。試験信号として 20kg の錘を柱(校舎の短辺方向)に衝突させ屋上にある観測機で建造物の振動の観測を行った。加振は 13 時から 16 時の間に計 5 回行った。Fig. 1 の柱の加速度ピックアップは加振時刻を記録する目的で設置された。

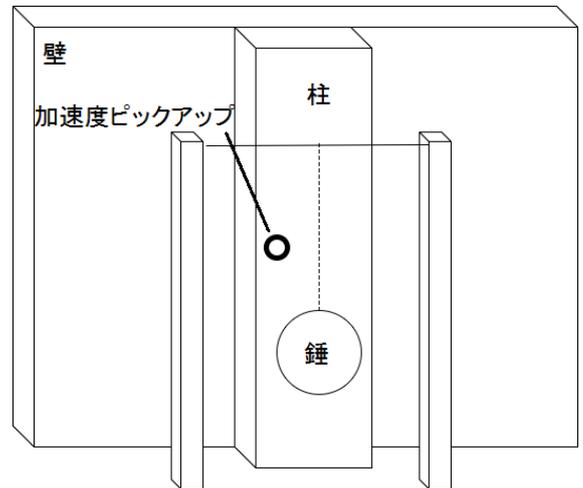


Fig. 1 建造物への加振装置

4. 加振実験に基づくモニタリング結果の評価

Title. 1 加振振動のスペクトルピークの周波数[Hz]

No	1	2	3	4	5	平均
長辺	1.97	1.84	2.20	3.16	1.47	2.13
短辺	2.82	3.00	3.05	2.49	2.30	2.73

Title. 1 に各加振によって得られた振動のスペクトルピークの周波数を示す。周波数の平均値は、長辺方向で 2.73Hz、短辺方向で 2.13Hz となった。これを共振周波数の真値として、過去のモニタリング実験の結果[4]を評価したところ、相対誤差は長辺方向が $\pm 7.4\%$ 、短辺方向が $\pm 1.1\%$ となる。

5. あとがき

本報告では、環境雑音を用いた建造物の診断モニタリング手法の評価を試みた。建造物への加振実験を実施して得られた建造物の共振周波数の真値と、過去のモニタリング実験の結果を比較したところ、過去のモニタリング実験の相対誤差は概ね $\pm 10\%$ 以内に収まっていることが確認できた。

参考文献

- [1]R. Lyon, J. of Acoust. Soc. Am., 79(4), 1223-1229, 1983
- [2]Y. Takahashi, et al., Advances in Acoust. and Vib., doi:10.1155/2012/327135, 2012
- [3]Y. Takahashi, et al., J. Audio Eng. Soc., 54 (7/8), 620-629, 2006
- [4]Y. Takahashi, J. Acoust. Soc. Am., 140, 2958, 2016