

常時微動の長期継続観測を通じた構造物の振動特性変動の検出

宮城大学 正会員 ○上島 照幸
 ピーエスジー 佐藤 和敬
 電力中央研究所 金澤 健司

1. はじめに

常時微動観測に基づく既設構造物の振動特性評価は、比較的簡易に高頻度で実施できるという利点を有することから、構造健全性診断への応用が期待されている¹⁾。その場合、振動観測に基づく構造物の構造健全性診断を実用化するためには、構造物の振動特性に損傷とは無関係な変動がどの程度含まれているかを知ることが必要である。本学では、鉄筋コンクリート構造物を対象として、その通常使用状態における振動特性の長期間にわたる変動を把握・評価することを目的として、常時微動の長期継続観測を行ってきた。また併せ、振動特性の地震時変動の検出を行うことを目的として、強震動についても長期間にわたって観測を行ってきた。

ここでは、紙面の関係から2006年9月から2008年9月までの約2年間にわたる常時微動観測データを主として用い、観測対象構造物の振動特性変動を検出した結果を報告する。

2. 観測対象構造物概要と解析法

観測対象構造物は、宮城大学食産業学部南研究棟(仙台市太白区、北緯140°48′、東経38°13′)であり、一部鉄骨造の4階建て鉄筋コンクリート(RC造)構造物である(2005年12月竣工)。対象構造物の概略を図-1に示す。微動・強震動の長期連続観測を同研究棟4階429研究室(図-1中、“観測点No.0”)において実施している。竣工後約8ヶ月を経た2006年9月に観測を開始し、2009年3月末現在も継続実施中である。観測量は、強震動から常時微動レベルまでのそれぞれ水平2方向の加速度と上下方向加速度である。

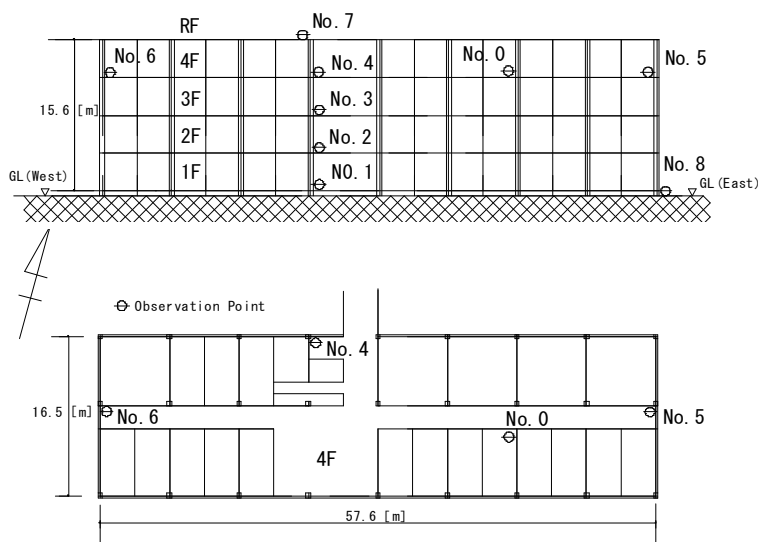


図-1 観測対象構造物 (上) 断面図 (下) 4F 平面図

全観測記録を重複しないように5分ごとの小サンプルデータに分割した後、各小サンプルデータに対して、ARMAモデルによる振動モード同定法(以下、ARMA法)²⁾を適用して、対象構造物の振動特性を同定した。日変動をより明確に把握するために、日変動の影響を除去せず、スパイクノイズを除去できるよう窓幅60分の移動平均によるフィルタを、季節変動、経年変動については、日変動およびスパイクノイズの影響を除去するために窓幅1日の移動平均によるフィルタを適用した。また、各振動特性変動と気象条件との相関を確認するため仙台市気象庁観測点の気象観測データを用いた。

3. 解析結果と考察

(1). ある時間断面において同定された対象構造物の振動特性を表-1に示す。最大振幅値との比が0.1以上のピークを与える振動数を固有振動数として採用したところ、NS方向で3次まで、EW方向で2次までのモードが同定された。

表-1 振動特性同定結果

No	次数	固有振動数[Hz]	減衰定数[%]
1	NS-1次	2.507	0.258
2	NS-2次	2.821	1.179
3	NS-3次	3.362	1.223
4	EW-1次	2.735	1.803
5	EW-2次	2.943	1.839

キーワード 固有振動数, 常時微動, 長期継続観測, 鉄筋コンクリート構造物, 振動特性変動

連絡先 〒982-0215 仙台市太白区旗立 2-2-1 宮城大学食産業学部環境システム学科 TEL:022-245-1421

(2). 固有振動数 (f_j) の日変動の一例を図-2 に示す。 f_j は (一見) 大気温と相関を持ちつつ日変動しており, 一定の周期で変動している (正月休暇時などには殆ど日変動を示さない. このことは大気温との相関ではないことを示す). 対象構造物内外の温度差が影響している可能性がある³⁾. 図-2 には2006 年 9 月 15 日から同年 10 月 2 日までの NS 方向 1 次固有振動数, 図-3 にはその応答振幅値の経時変動をそれぞれ示す.

図-4 には同時期の仙台市

の気象庁観測点における大気温の経時変動を示す.

(3). f_j の季節変動については, NS 方向では大気温の高い夏の時期に上昇する傾向がみられた. EW 方向では大気温の変動とほぼ同じ変動が見られ, 夏の時期に上昇し, 冬の時期に低下する傾向があり, 大気温との相関が認められた (図-5~7). (4). f_j の経年変動については明確には確認できなかったが, 時間の経過につれて低下する傾向が見られるモードもあった. 図-5 には 2006 年 9 月から 2008 年 9 月までの NS 方向 1 次固有振動数, 図-6 には同時期の EW 方向 1 次固有振動数, 図-7 には同時期の仙台市の気象庁観測点における大気温の経時変動をそれぞれ示す.

4. まとめ 固有振動数の日変動などで検出されたその一日あたり変化量は, 「 f_j の地震時変動」(別途報告予定) などにて検出された変化量と比して無視出来ない量に達しており, 構造健全性診断の観点からは, 通常使用状態での変動としてその除去を図る必要があるものと考える.

引用文献

1) 山本鎮男:ヘルスモニタリングー機械・プラント・建築・土木構造物・医療の健全性監視, 共立出版, 1999. 2) 金澤健司, 平田和太:クロススペクトル推定法による多自由度系構造物の振動モード同定, 日本建築学会構造系論文集, 第 529 号, pp. 89-96, 2000 年 3 月. 3) 金澤健司:コンクリート系建物の固有振動数の日変動メカニズムの解明, 日本建築学会構造系論文集, 第 612 号, pp. 63-71, 2007 年 2 月.

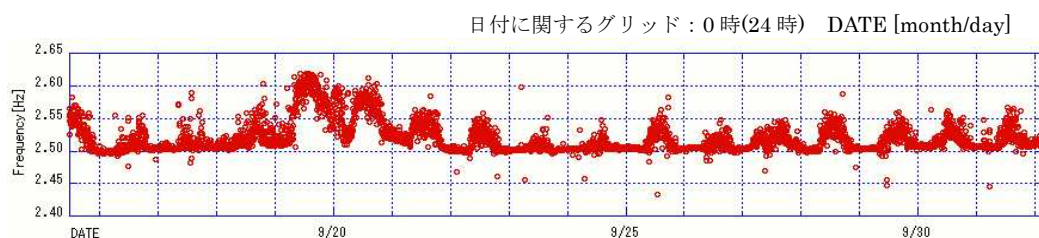


図-2 NS 方向 1 次固有振動

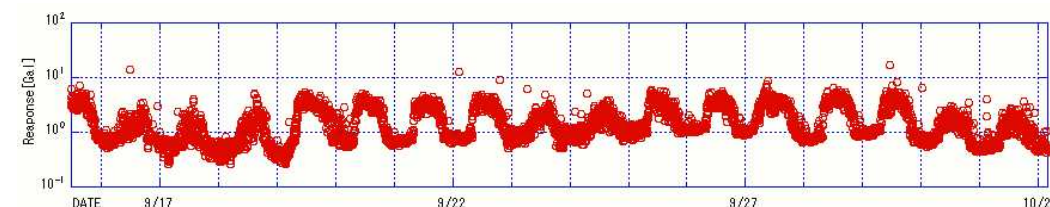


図-3 NS 方向応答振幅の RMS 値

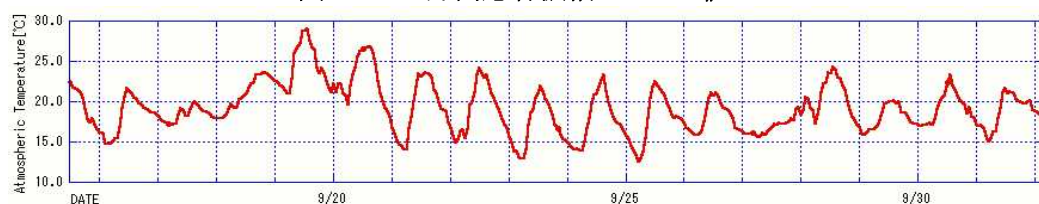


図-4 大気温 (仙台市における気象庁観測点)



図-5 NS 方向 1 次固有振動数(窓幅 1 日のフィルタ適用後)

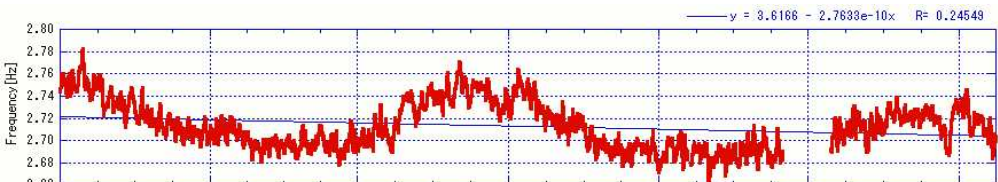


図-6 EW 方向 1 次固有振動数(窓幅 1 日のフィルタ適用)

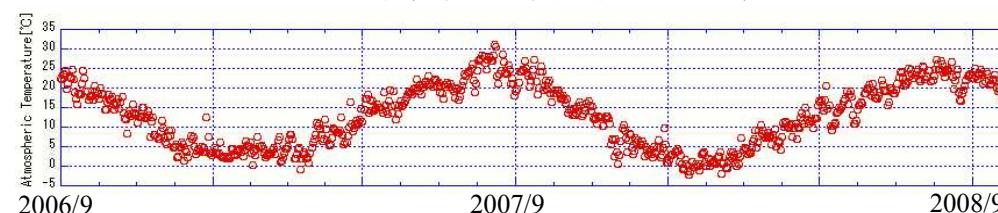


図-7 大気温 (仙台市における気象庁観測点)