

長期モニタリングデータに基づく建物の固有振動特性の季節変化と振幅依存性

東北大学災害科学国際研究所 ○源栄正人、大野晋、王欣

1. はじめに

筆者らは、構造ヘルスマニタリング機能を有する地域版早期地震警報システムの開発展開を行ってきており、これまでに 16 観測点（13 箇所は建物内 3 点）として建物内に高感度地震計を設置し微動から強震まで観測可能なリアルタイム地震観測網を展開している²⁾。

本報告では、次世代リアルタイム地震防災のための基礎情報として、これまで蓄積された長期モニタリングデータから 3.11 東日本大震災以前から観測を行っている建物を中心に、建物の固有振動特性の季節変化と振幅依存性について検討した結果について報告する。

2. リアルタイム地震観測網の展開と観測データの利活用

図 1 は、筆者らがこれまでに展開してきたリアルタイム地震観測網を示したものである。観測データを活用した高精度リアルタイム地震動予測法の検討と建物の即時振動予測・損傷度評価手法の検討を行っている。

建物内 3 点観測の 13 建物は構造種別では、RC 造、S 造、RC 造で PcaPa 外付けフレーム、基礎構造は直接基礎と杭基礎、耐震構造と免震構造の建物で構成されている。

本報告では、3.11 東日本大震災以前から観測を行っている建物として 3.11 東日本大震災以前から観測を行っている牡鹿総合支所（RC 造 3 階建て、直接基礎）における長期モニタリングデータに基づき、震災前後における建物の固有振動数の季節変化と大中小地震データを用いた振幅依存性を示すとともに、構造種別による固有振動数の振幅依存性についての検討事例を示す。

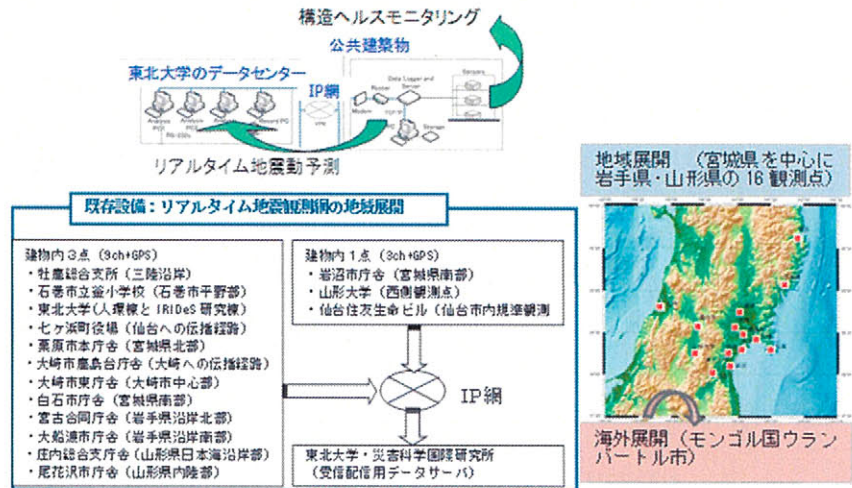


図 1 リアルタイム地震観測網の展開

3. 被災建物における震災前後の固有振動数の季節変化と振幅依存性

図 2 は、牡鹿総合支所における長期モニタリング（2007 年 7 月～2016 年 10 月）に基づく微動レベルの長辺方向の 1 次固有振動数の変化を示したものであり、3.11 大震災における最上階の観測記録（最大加速度 853 ガル）とともに、3.11 の前後については、時間を引き延ばした図、および季節変化に伴う日平均気温も比較のために示している。この図より分かることは、3.11 の東日本大震災により固有振動数が約 20% 低下（剛性低下率で 40%）していること、震災後は気温の変化に対する剛性の変化が約 13% であり、震災前の変化約 6% に比べて大きくなっていること、震災後は気温の増大に伴い、固有振動数も増大（剛性が増大）していることが分かる。震災前の季節変化は変化量は小さいが震災後と逆の傾向を示し、気温の増大と共に固有振動数が減少している。

図 3 は、牡鹿総合支所における①震災前、②震災後耐震改修前、および③耐震改修後における 1 次固有振動数の振幅依存性を長辺方向ばかりでなく短辺方向についてもしたものである。図中には微動レベルの値を示している。この図より、振幅の増大に伴い固有振動数の低下が顕著であること、震災後は固有振動数が低下しているものの勾配はほぼ同程度であること、および耐震補強による剛性回復に伴い固有振動数の増加と勾配の低下が見取れる。

4. 構造種別による建物の固有振動数の振幅依存性

図 4 は、構造種別による 1 次固有振動数の振幅依存性を示したものであり、白石市庁舎（RC 造+PcaPa 外付けフレーム補強）、大崎市鹿島台庁舎（S 造）、および大船渡市庁舎（RC 造）における振幅依存性を比較して示したものである。この図より、S 造では RC 造に比べて振幅依存性が小さいこと、PcaPa 外付けフレーム補強建物では振幅依存性がほとんど見られないことが分かる。

参考文献

- 1) 源栄正人他、構造ヘルスマニタリングと緊急地震速報の連動による早期地震情報統合システムの開発、日本建築学会技術報告集 第 14 巻 第 28 号, 669-674, 2008 年 10 月
- 2) Motosaka M. et al., Development of Regional Earthquake Early Warning System with Structural Health Monitoring Function Toward Real-time Earthquake Information Navigation, 2015 Annual Meeting of Seismological Society of America, 2015 年 (Invited lecture)

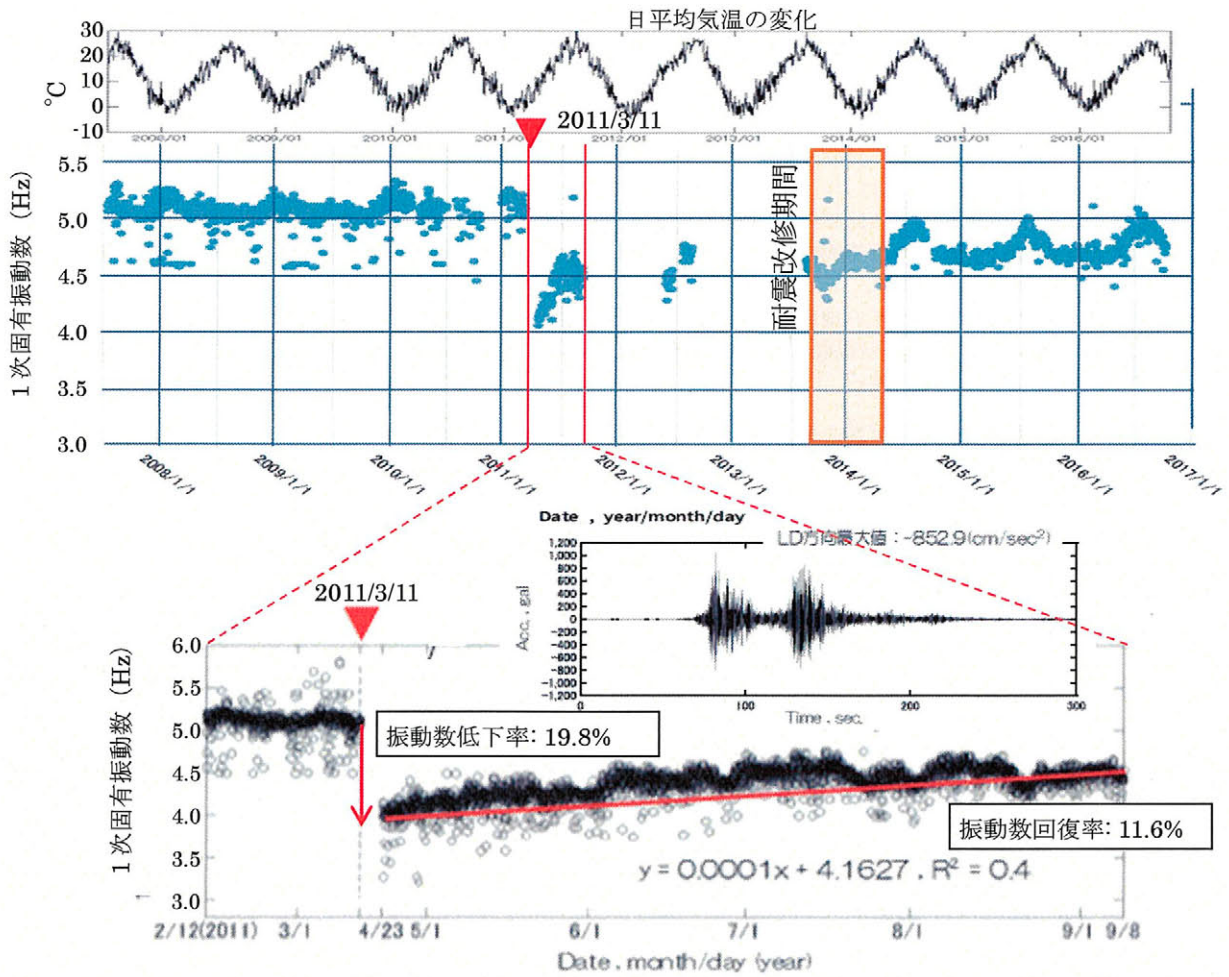


図2 牡鹿総合支所における1次固有振動数の長期モニタリング

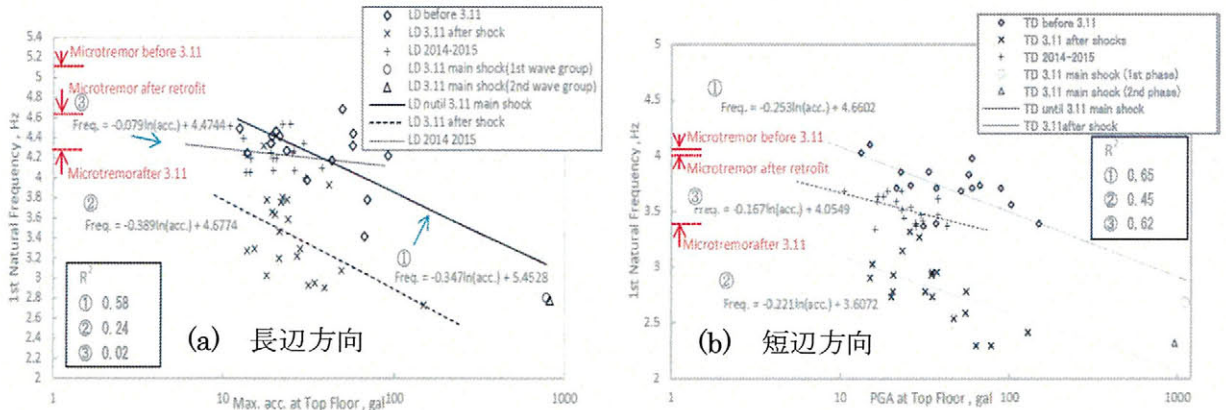


図3 牡鹿総合支所における1次固有振動数の振幅依存性

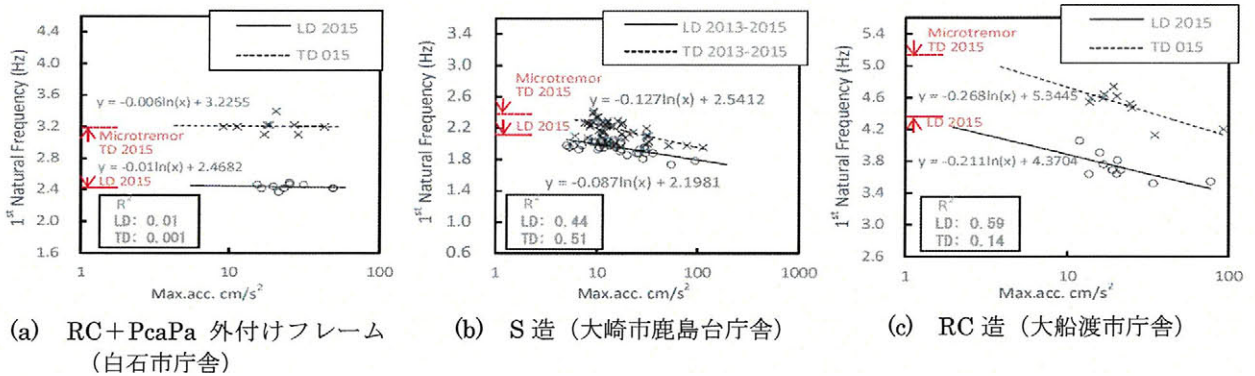


図4 構造種別による1次固有振動数の振幅依存性の比較