

5 高層住宅の固有周期における常時微動測定と設計値との差分に関する研究

田頭庄三・正木和明・入倉孝次郎・倉橋奨

1. はじめに

東海地方で近い将来発生が危惧される海溝型巨大地震（東海・東南海地震）においては、長周期成分（周期約2～10秒）を持つ地震動が起きると指摘されている。高層建築物は2秒以上の固有周期を持つことから、共振により被害が増大する恐れがある。設計においては共振を回避しているが、実建物の固有周期は設計値通りではない。よって、実建物の固有周期を測定によって把握することは非常に重要である。そこで、ある高層住宅において常時微動計測を行うことが出来たので、常時微動計測と解析との固有周期の差分を確認し、差分原因を検証するために原因項目を選別して各項目を反映した固有値解析を行い、常時微動値を説明できる最適モデルを決定しようと試みた。また、各原因項目の影響度が検証できるように、ケース毎に固有値解析を行った。

2. 建物概要

対象建物は、地上20階、地下1階で高さが64.38m（基準階高 2.95m）、地下構造は杭基礎（支持地盤はGL-25m）のRC高層建築物（2006年9月竣工）である。建物の平面は約16m×35mである。ただし、6階までは5戸であるが、7階より上部は4戸となる。

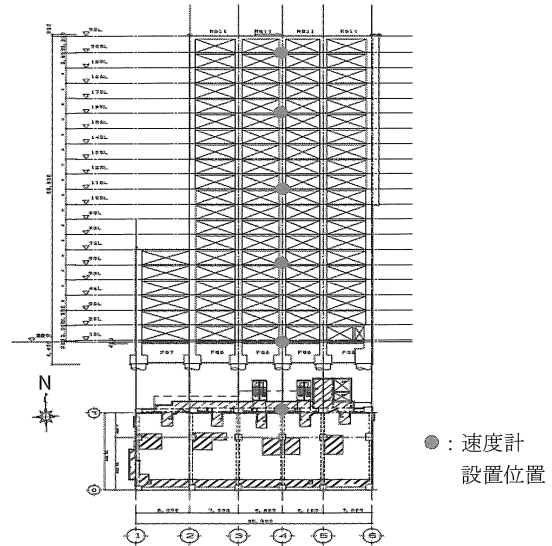


図1 建物概要および速度計設置位置

3. 固有周期の算定

3.1 常時微動計測

測定器機としては、固有周期1秒を5秒まで引き延ばした速度型地震計3台（水平方向2成分、上下方向の3成分）からなる測定機器を1F、6F、11F、16F、20階の廊下（平面的に中央部となる位置）と地表に6組設置して同時計測を行った。なお、地震計の時刻はGPSで同期した。

常時微動による振動計測結果のうち、代表的な波形例を図2に示す。また、各階においてフーリエ変換した結果を図3に示し、固有周期を表1に示す。解析方法としては、各階とも40.96秒を5セット計算し、その平均を0.1Hzで平滑化してプロットした。

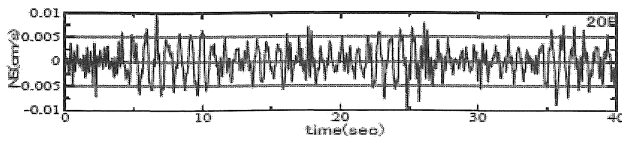


図2 波形例(20階 NS方向)

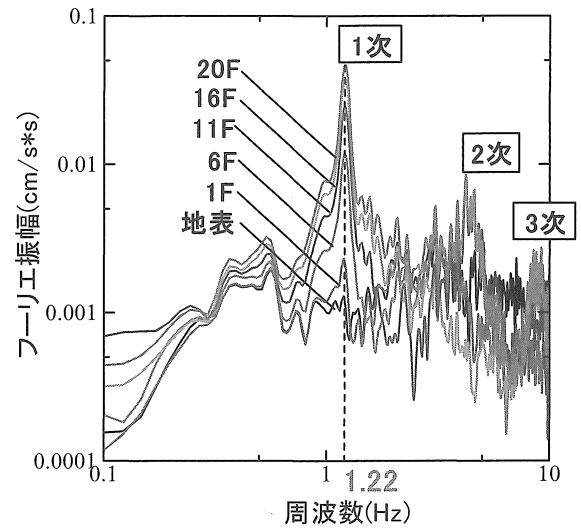


図3 フーリエ解析例(NS方向)

表1 常時微動計測による固有周期

	固有周期 (s)	
	NS 方向	EW 方向
1次	0.84	0.76
2次	0.24	0.46
3次	0.11	0.25

3.2 設計固有周期

解析のステップはモデル作成、応力解析、断面算定、保有耐力算定および固有値解析である。手順としては主架構のみの基本モデル、常時微動計測との差分を検証するために建物の実状を個別に考慮した比較モデルおよび常時微動と検証するための検証モデルの順に解析を行った。

(1) 基本モデル

建物のうち主架構部材および2次部材を再現した3次元モデルであり、固有値解析結果を表3に示す。

(2) 比較モデル

基本モデルに対し実建物の剛性および重量を再考慮したモデルで、各影響度を判別するために個別に固有値解析を行った。固有値解析結果を表3に示す。

ケース11 : 耐震スリットの剛性を考慮したモデル

ケース12 : ELV部を付加したモデル

ケース13 : 建物の実コンクリート強度を考慮したモデル

ケース14 : 現状の積載荷重(LL)を再考慮したモデル。

表2 モデル概要

ケース		柱・梁・床	壁			スリット	ELV	Fc (加算値)	積載 荷重	備考
		重量	重量	剛性	開口					
基本	10	○	○	○	○	○	×	0	○	
比較	11	○	○	○	○	×	×	0	○	
	12	○	○	○	○	○	○	0	○	
	13	○	○	○	○	○	×	+6	○	
	14	○	○	○	○	○	×	0	×	
検証	20	○	○	○	○	×	○	+6	×	

(3) 検証モデル

最終的には比較モデルの全てを考慮した検証モデルであり、固有値解析結果を表3に示す。

表3 固有周期一覧

		固有周期(s)					
		NS 方向			EW 方向		
		1 次	2 次	3 次	1 次	2 次	3 次
常時微動		0.82 (1.00)	0.24 (1.00)	0.11 (1.00)	0.78 (1.00)	0.45 (1.00)	0.23 (1.00)
基本	10	1.04 (1.27)	0.41 (1.74)	0.26 (2.31)	1.08 (1.39)	0.40 (0.88)	0.25 (1.06)
比較	11	0.95 (0.91)	0.38 (0.92)	0.24 (0.93)	1.05 (0.97)	0.39 (0.97)	0.24 (0.97)
	12	0.97 (0.93)	0.38 (0.92)	0.24 (0.92)	1.07 (0.99)	0.40 (1.00)	0.25 (1.00)
	13	1.01 (0.97)	0.40 (0.97)	0.25 (0.97)	1.04 (0.97)	0.39 (0.97)	0.24 (0.97)
	14	1.01 (0.97)	0.40 (0.97)	0.25 (0.97)	1.05 (0.97)	0.39 (0.97)	0.24 (0.97)
検証	20	0.86 (1.05)	0.34 (1.43)	0.22 (1.92)	0.97 (1.25)	0.36 (0.80)	0.23 (0.97)

注:かっこ内の数字は常時微動に対する割合を意味する。

4. まとめ

実建物の剛性および重量を再評価して常時微動と解析による固有周期の合致を試みたが、常時微動および解析等の方針等により誤差が生じたので完全な合致には至らなかった。しかし、傾向的なことは検証できたと考えるので、今後はサンプル数を増やすと共に経時変化等を考慮した合理的な推測方法を確立したいと考える。

謝辞

計測および発表の許可を与えてくださった御施主殿および工事長、計測を手伝ってくださった愛知工業大学の学生(江川氏および本田氏)、また、今回の論文を書くにあたり助言およびご指導等を頂いた先生方に厚く御礼申し上げます。