

6. 超高層建築物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

東海地方においては、近い将来に発生が危惧される海溝型巨大地震（東海・東南海地震）によって、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。また、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、実建築物の固有周期は設計値と異なる。よって、実建築物の固有周期を測定によって把握することは非常に大事である。今回は、鉄骨造のある超高層建築物において常時微動測定を行うことが出来たので、常時微動測定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のモデルにおいても固有値解析を行い、最終的には、常時微動と合致するような検証モデルが決定できるかを検証した。

また、この建築物においては竣工時に常時微動測定を行っていたので、その結果より算定された固有周期をもとに比較を行った。

2 建物概要

対象建物は、地上26階、地下3階で高さが102.0m（基準階高 3.65m）、地下構造は直接基礎（支持地盤はGL-14.9m）の超高層建築物（1984年6月竣工）である。なお、地上部はS造で、地下部はRC造（一部S RC造）である。建物の基準階平面は約42.0m × 33.8mである。

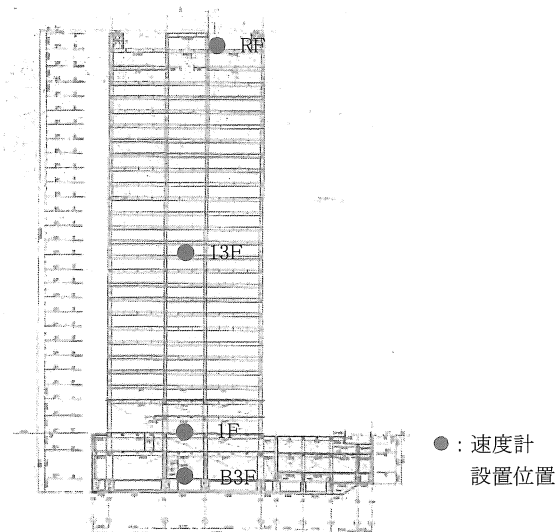


図1 建物概要および速度計設置位置

3 固有周期の算定

3-1 常時微動測定

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B3F、1F、13F、RF（平面的に中央部となる位置）に4組設置して同時測定を行った。なお、地震計の時刻はGPSで同期した。

常時微動による振動測定結果のうち、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。

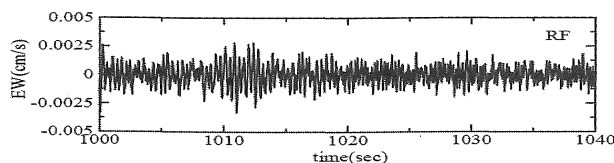


図2 波形例 (R階 EW方向)

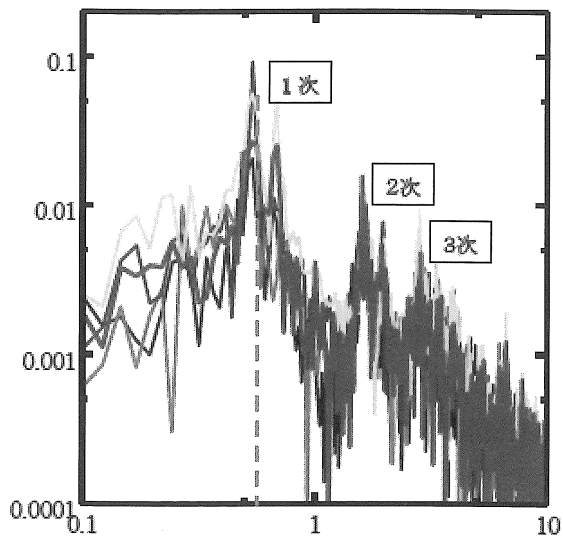


図3 フーリエ解析例 (NS 方向)

表1 常時微動測定による固有周期

	固有周期 (s)	
	EW 方向	NS 方向
1 次	2.18	1.86
2 次	0.68	0.63
3 次	0.38	0.35

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。モデル化は下記のように行った。

(1) 全体モデル

建物のうち主架構部材および2次部材をモデル化した3次元モデルであり、地下部もモデル化した。

(2) 上部モデル

基本モデルに対し、地上部のみをモデル化した。

(3) 検証モデル

上部モデルに対し、積載荷重を考慮せずにモデル化した。

表2 解析ケース

	モデル	地下	地上	積載荷重
1	全体	○	○	○
2	上部	×	○	○
3	検証	×	○	×

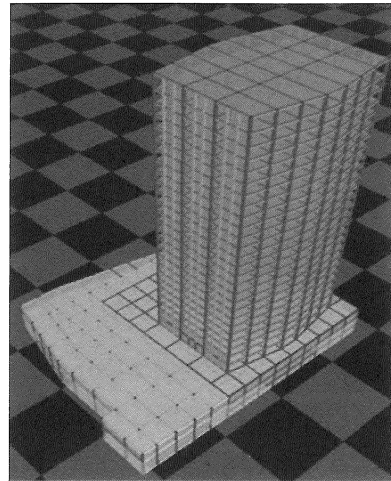


図4 全体モデル

各ケースにおける固有周期の比較結果を下記に示す。

表3 固有周期の比較

	ケース	固有周期	割合
0	常時微動(今回)	2.18	1.00
1	全体モデル	2.34	1.07
2	上部モデル	2.35	1.07
3	検証モデル	2.16	0.99
4	常時微動(竣工時)	1.82	0.83

4 考察

(1) 各解析結果の比較より

- ・全体モデルと上部モデルの固有周期においてほぼ差は生じなかった。
 - ← 地上部に対し地下部が広大であり、地下部の変形が非常に小さいためだと考える。
- ・積載荷重を考慮しない検証モデルの固有周期は上部モデルの固有周期より約1割程度小さくなった。
 - ← 上部モデルに対し検証モデルの総重量が約15%小さいためである。
- ・検証モデルの固有周期が常時微動の固有周期より小さくなった。
 - ← 解析において積載荷重の低減と二次部材等による剛性付加を行えば現状における性状を模擬可能と考える。

(2) 現在と竣工時の固有周期比較より

- ・経年変化により固有周期は長くなる。
 - ← 二次部材による剛性付与効果が小さくなったことと、積載荷重等の重量増加が考えられる。

5 まとめ

解析と常時微動との固有周期を一致させるためには、建物重量（主に積載荷重）及び建物剛性（躯体剛性を除けば主に二次部材の剛性付加）を適切に評価しないとイケないが、実際の建築物において適切に評価することは困難なので常時微動測定に依存しなければならない。しかし、全ての建物において随意に測定することは不可能なので、机上計算にて固有周期を算定可能であることが望ましい。よって、構造形式（RC造またはS造等）および経年変化等を指標にしたデータベースの作成が必要であると考え。運用方法によっては過去に遡っての類推も可能となり、設計値があれば任意の時点での類推も可能となるので、共振による被害を確実に回避可能となるであろう。（データベースの精度が確定するまでは常時微動による補正が必要であろう。）

謝辞

測定および発表の許可を与えてくださった御施主殿、測定を手伝ってくださった愛知工業大学の学生の野崎氏、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