

常時微動測定による構造物における固有周期の測定方法の評価

八戸工業高等専門学校 建設環境工学科 学生会員 大沢 光司
 八戸工業高等専門学校 建設環境工学科 正会員 杉田 尚男

1. はじめに

地震によって構造物が倒壊することがある。これは構造物の固有周期と地震動の周期が一致し、共振するためである。従って構造物の固有周期を知ることは防災の上では大切なことである常時微動測定を実施し、測定記録より求めた建物の固有周期の変化から耐震補強による効果を確認した。また、構造計算による層剛性と常時微動測定から推定した層剛性とを対比し、耐震性能の向上効果を微動測定によってどの程度推定できるか検証した。

2. 固有周期とは？

構造物の揺れやすい周期のこと。固有周期と地震動の周期が一致することで共振(自身の持つ周期と同じ周期の振動を外部から与えられることで振動の幅が大きくなる現象)が起き、構造物が振動に耐え切れなくなり、破壊される。このことを共振破壊という。

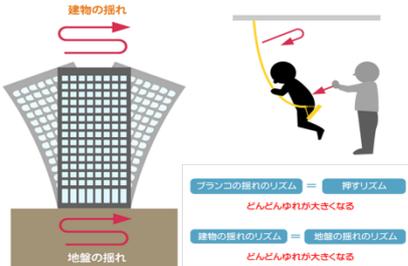


図1 共振のメカニズム

3. 解析手順

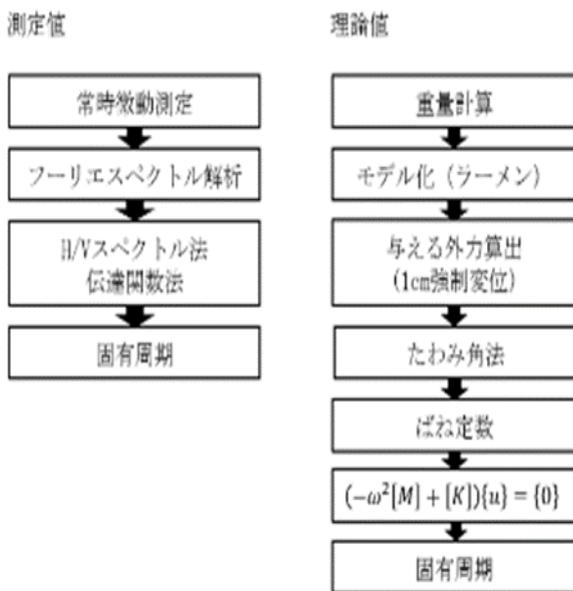


図2. 解析のフローチャート

図2に示すように、解析を行った。

(1) 測定値



図3. 八戸高専の学寮

- ・構造：RC造4階建て（高さ12.35m）
- ・1F-2F,3F,4F, 屋上とセットで測定
- ・計測1回につき300秒（3セット）
- ・振動が起きないように

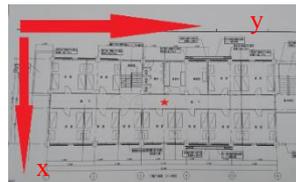


図4. 加速度計の設置位置

- ・長辺をy方向
- ・短辺をx方向
- ・星印を設置位置とする。



図5. 専攻科棟

- ・構造：RC造3階建て（高さ16.4m）
- ・加速度計（屋上のみ測定）
- ・微動計（1F屋上をセットで測定）
- ・1回200秒で測定

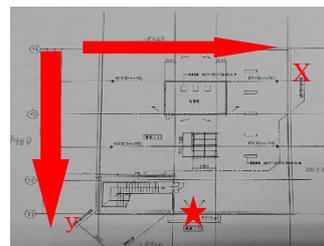


図6. 微動計の設置位置

- ・長辺をy方向
- ・短辺をx方向
- ・星印を設置位置とする

(2) 理論値

表1. 各層の重量[t]

	八戸高専の学寮	専攻科棟
1層	503.22	769.31
2層	292.49	513.43
3層	284.88	651.04
4層	271.02	
合計	1351.61	1933.78

Key Words：固有周期、常時微動測定、共振

連絡先：〒039-1104 青森県八戸市田面木字上野平16-1 TEL・FAX：0178-(27)-7313

・モデル化

大梁、柱を使い、多層ラーメンとした。

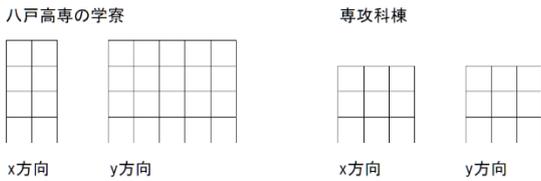


図 9. 解析モデル

たわみ角法を使用し、曲げモーメントを算出する。
曲げモーメントからばね定数を算出する。

$$(-\omega^2[M] + [K])\{u\} = \{0\}$$

ω :固有角振動数(rad/s)

M:質量マトリックス(kg)

K:ばね定数マトリックス(N/m)

上式を利用し、固有角振動数を算出する。固有角振動数から固有周期を算出する。

4.結果

本来は、八戸高専の学寮を理論値と加速度計の結果と微動計の結果を比較する予定だったが、微動計の用意が間に合わなかったため、八戸高専の学寮は理論値と加速度計の結果を比較することにした。また、地震のゆれの影響は長辺方向のほうが受けやすいので、y方向を計算した。測定値では、去年は人の出入りを完全に制限をすることは出来なかったが今年は無人行うことが出来た。

表 1.八戸高専の学寮の固有周期 [s]

	測定値				理論値	
	H29		H30		たわみ角法 y方向(中央)	
	x方向	y方向	x方向	y方向		
1層	0.1153	0.0768	0.0319	0.0266	四次	0.3115
2層	0.3455	0.3227	0.0321	0.0636	三次	0.4533
3層	0.0526	0.035	0.118	0.0316	二次	0.5715
4層	0.0652	0.0395	0.0374	0.0780	一次	0.6900

次に、専攻科棟の固有周期について示す。専攻科棟の加速度計の結果と微動計の結果については、木村萌氏のデータを使用し、理論値と比較する。

表 2.専攻科棟の固有周期

測定値	x方向(中央)		y方向(中央)	
	加速度計	0.129	0.156	
	微動計	0.120	0.203	
理論値		1.066	1.396	

5.考察

理論値と実験値には1桁のズレが生じていることがわかった。この原因として挙げられるのは、重量の推定にあると考えられる。重量の推定の仕方は図面から体積を算出し、鉄筋コンクリートの単位体積重量を乗じて算出している。しかし、鉄筋コンクリートの単位体積重量は、鉄筋の入り具合等で変化したり、建具の素材の比重も元素配合で変化したりするので、図面では分かりにくい要素があり、正確な重量とは言い難い。

そこで、各層の重量を変えて、専攻科棟 x 方向(中央)の理論値を推定したデータをここに示す。

表 3.重量を変化したときの固有周期 [s]

重量[t]	固有周期	重量[t]	固有周期
微動計	0.203	500	0.962
推定重量/10	0.337	600	1.053
100	0.430	推定重量	1.066
200	0.608	700	1.138
300	0.745	800	1.216
400	0.860		

*左上から総重量が軽い順に並んでいる。

このデータから推定重量が重い可能性が考えられる。その他の原因として、地震によって固有周期が変化した可能性も考えられる。また、八戸高専の学寮の場合、補強鉄骨の影響も考えられる。専攻科棟の場合、渡り廊下の影響もあるため、ズレが生じたのだと考えられる。

6.まとめ

理論値と測定値の間に1桁の差があることが分かった。その中に、耐震補強の影響が含まれていて、より正確に推定するには、重量を正確に求める必要がある。その結果、常時微動測定によって耐震補強の効果を評価できるようになると考えられる。

7.参考文献

- 1)建物の固有周期について考える <http://www.structure.jp>
- 2)報告 東北地方太平洋沖地震における RC 造建物の耐震補強効果の検証 http://data.jci-net.or.jp/data_pdf/34/
- 3)木村萌:常時微動測定に基づく構造物と地盤の振動特性の推定,土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集