

東京都立大学 学生員 ○森川誠司
東京都立大学 正会員 国井隆弘

1. はじめに

実在の建造物の振動性状を調べる手段として、常時微動の測定による方法がある。この方法は、起振機による強制振動試験などの従来の方法に比し極めて簡便な準備でできるという利点がある。本報告でも常時微動測定による建造物の振動性状解析について述べる。対象となる建造物として鉄骨鉄筋コンクリート構造の建物（地上6階・地下1階）を取り上げ、建物の長手水平方向の振動に注目し、常時微動測定の解析結果と建物の設計図から推定できる理論的振動性状との比較を行なう。

2. 測定および振動モデル

建物はfig-1に示される通り、途中で折れ曲がっている。折れ曲がり部分はヒンジでゆるくながれてはいるが、微かな振動では、両側の建物は相互に影響し合えないと考えられる。本報告では、図のX-Y区間の建物の長手水平方向の振動について考えることにした。入手し得る微動計は3台に限られたため、1階と屋上に常に微動計を設置し、残る1台で2階から6階までを1階ずつカバーする方法で3か所同時に微動を測定した。fig-1のA点が微動計設置箇所であり、各階とも同位置である。

振動モデルとしては、建物を直列6質点系モデルに置換しく（fig-2）、1階の微動波形を常に入力と考え、その上層階の微動波形を入力に対する応答として解析を進めた。

3. 振動性状解析

微動測定による観測波形をバンド・パス・フィルターによってアナログデータのままで、1.78Hzから1/3オクターブずつの帯域に分解するという方法で解析を行なった。各振動数帯域に分解された波形のうち、前後の帯域の振幅や波形・位相を考慮して各次の固有振動波形と見なせるものをピックアップした（fig-3～fig-5参照）。固有振動数は、各次の固有振動波形の内特に振幅の大きい区間数か所の平均値をとり、固有モードは、最も振幅の大きい階を基準として、その他の階との振幅比の平均値をとり、かつ位相を確認して決定する。減衰定数は、1階の波形の振幅が非常に小さくなり、かつ上層階が自由減衰振動をしていると見なせる区間を数か所ピックアップして、そのピーク振幅比の平均値から減衰定数を推定する。また理論値とする固有振動数及び固有モードは、建物の設計図から柱・梁・床などの断面形状・部材寸法を読み取り、各層の質量と剛性を算出して固有値計算により求めた。

4. 結果

上層階で測定された微動の未処理波形はすべて2Hz付近の振動数が卓越しており、これが1次振動と考えられる。バンド・パス・フィルターによって、1.78Hz～2.24Hzの帯域の成分を取り出し、その振動数

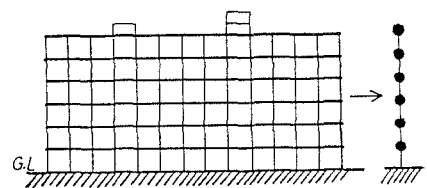
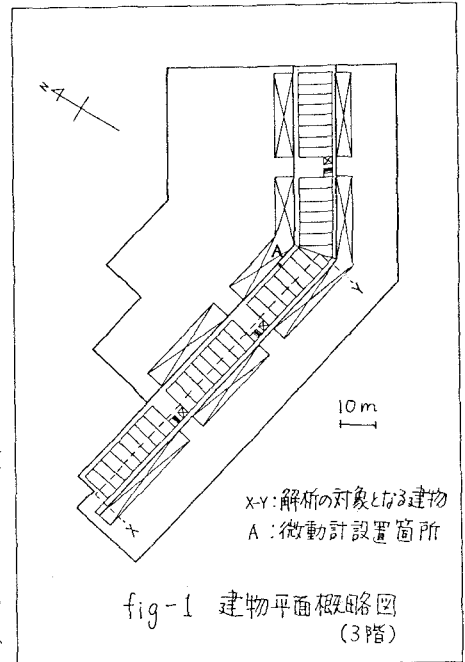


fig-2 振動モデル

の平均をとると2.04 Hzであり、各階の位相も1次の固有モード形に適合しているのを、これを1次振動数としたく(fig-3)。次に5.6 Hz～7.1 Hzの帯域で一定の振動数の正弦波状の波形が得られ、その振動数は6.52 Hzであった。各階の位相も2次の固有モード形に適合しており、前後の帯域の振幅よりも大きいので、これを2次振動と見なしたく(fig-4)。また8.9 Hz～11.2 Hzの帯域においても、前後の帯域よりも振幅が大きく一定の振動数を持つ波形が得られた。しかし位相にバラツキがあり、振幅比も一定でなかったのを、特に1階の波形に対して共振していると考えられる区間をピックアップし、振動数を求めると10.14 Hzであった。この区間では位相も3次固有モード形と適合しているのをこれを3次振動と見なしたく(fig-5)。4次以上の振動は判別が不可能であった。fig-6に以上の結果と先に求められた理論値との比較を示す。また、減衰定数は表-1に示す。

fig-6から1次振動に関しては、固有振動数・固有モードともに良い一致を示しているのがわかる。2次以上では、固有モード形は比較的良く一致しているが、1次と2次の固有モードの直交性が悪く、この点に問題がある。また、固有振動数は、2次・3次ともに測定値が理論値よりも高くなっている。この理由として、建物に対する種々の拘束(折曲部分などのヒンジ・2階との隣接建物の渡り廊下など)が2次以上の振動により大きく影響を及ぼしているからではないかと考えられる。

5. まとめ
常時微動測定による構造物の振動性状解析において、従来のフーリエスペクトルからの推定法にかわって、バンドパス・フィルタを用いた解析でも低次の振動性状なら比較的良く把握できることがわかった。したがって、この方法を用いれば、常時微動測定と同時に、その構造物の振動性状の推定が可能となるであろう。

1次	2次	3次
0.061	0.031	0.029

表-1 減衰定数

文献 小坪他「常時微動測定による構造物の振動性状解析」工本学会論文報告集, 1974年2月。

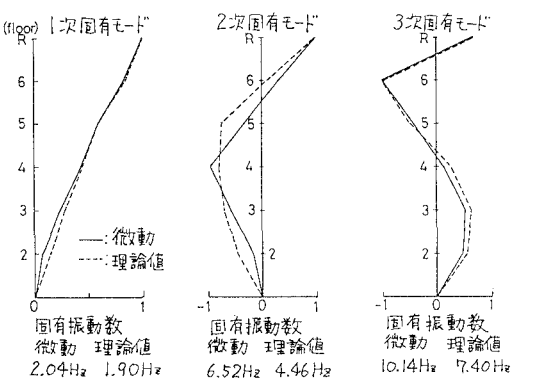
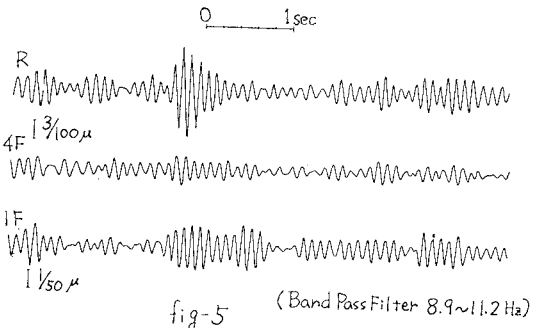
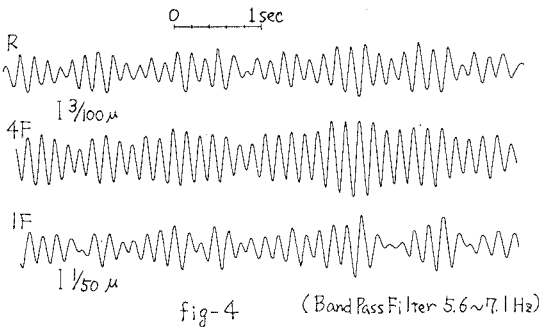
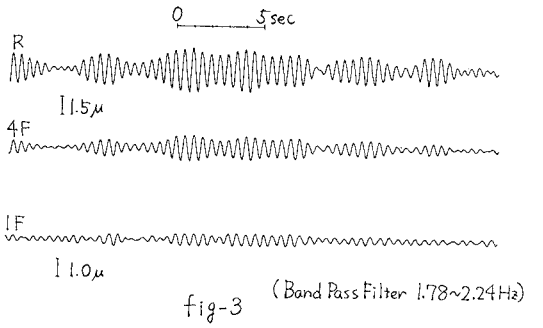


fig-6 固有振動数と固有モード