

5 層せん断モデルによる振動特性の同定

日本大学大学院理工学研究科土木工学科 学生会員 アブドラ・アブリカム
 日本大学大学院理工学研究科土木工学科 学生会員 清水 貴寛
 日本大学理工学部土木工学科 正会員 塩尻 弘雄

1. はじめに

構造物は経年劣化とともに偶発的な地震や暴風などにより損傷し、これに伴い、剛性低下が起こると考えられる。そこで、本実験では、構造物の劣化を振動変化から予測する手法の検討のため、簡明なモデル化として5層せん断モデルを用いて、Sweep 加振や自由振動、ランダム加振、地震波加振などの加振方法を実施し、それぞれについてFFT 法やERA 法などの解析方法から、固有パラメータ、伝達関数を求め、劣化箇所の同定を試みる。

2. 実験方法

1) 対象構造物

実験対象モデルは5層せん断モデルであり、その材質は各層を形成するマスは26cm×38cm×7cmのアルミであり、板バネは0.5cm×40cm×5cmの形状の鉄用い、接合部は銅製のワッシャー・ボルト・ナットを使用する。

3. 計測方法

1) センサーの配置と計測システム

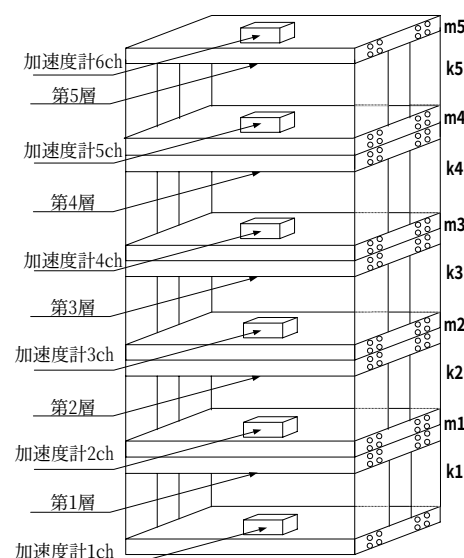
今回の実験に使われている計測器は、水平方向の加速度計を使用する。計測点はモデルの地面から5層までの各層に計6chを設置し計測する。また、計測システムは、抵抗版を通して加速度計を加速度用アンプに接続され、増幅される。そして、サンプリング間隔は0.01秒に設定する。（図－2計測システム、点線内はパソコンで処理）

2) 静的試験

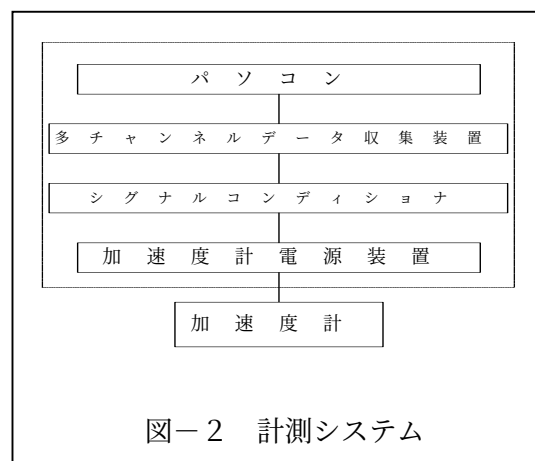
FFT 法やERA 法などデータ処理をする際に、静的実験によりバネ定数Kを求めた。5層せん断モデルの1層目から5層目の各層に取り付けられたフックにそれぞれ重りを滑車により水平力として加え、変位をダイヤルゲージで測定する。

3) 動的試験

人力で静的に初期変位（4kg）を与えて、これを各層ごとに急激に解放することによって起きる自由振動加振や、振動時に振動数を連続的に変え計測していくSweep 加振、エルセントロ地震波を用いた加振、ランダム波加振、以上の4種類で行う。ここで、ランダム加振とSweep 加振の上限の周波数は共に25Hzであり、計測時間もともに10分程度である。



図－1 5層せん断モデル



図－2 計測システム

ランダム加振、ERA、FFT、同定

日本大学大学院理工学研究科（〒101-8303 千代田区神田駿河台1-8, Tel&Fax03-3259-0876）

4. 解析方法

1) モードパラメータの計算

実験で得られたデータにFFT法、ERA法を適用した。Sweep加振では、伝達関数を計算し、Markovパラメータを求めてERA法に適用し、ランダム加振データからRD（Random Decrement）法で自由振動波形を求めERA法に適用した。結果の1例を表－1に示す。

2) 剛性係数の同定

同定方法としては、拡張カルマンフィルタを用いた¹⁾。観測値としては、（1）固有振動数。（2）固有モード。（3）伝達関数を用いるものとし、case1では（1）のみ、case2では（1）と（2）、case3では（3）のみ、case4では（1）、（2）、（3）すべて用いて同定を行った。

5. 解析結果

1) モードパラメータ結果

表－1 モードパラメータの比較

加振名	自由振動	Sweep		ランダム	
解析方法	ERA	FFT	ERA	FFT	ERA
1次	2.947	2.756	2.804	2.799	2.893
2次	8.248	8.250	8.282	8.250	8.329
3次	13.052	13.003	13.045	13.003	13.044
4次	16.574	16.490	16.526	16.447	16.536
5次	18.552	18.493	18.682	18.493	18.373

単位：Hz

2) 剛性係数の同定結果

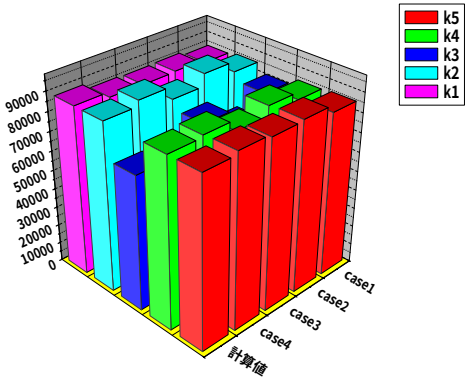
結果を図－3に示す。固有振動数のみを用いると、計算値からとからの差が生じるが、固有モードを用いることで局所的な剛性変化を良好に同定でき、伝達関数を併用することでとくに精度が向上する。

6. まとめ

5層せん断モデルに対して、剛性同定を試み、良好な結果を得た。

参考文献：

1) Hiroo Shiojiri, Kouichi Tanaka, Kenji Kitajima. “Effect of Retrofitting of Reinforced Concrete Building” Proc. of the Civil and Environmental Engineering Conference. Vol.3, 11-18(1999.11)



図－3 同定剛性係数の比較