

構造物の振動特性推定

日本大学理工学部土木工学科 アブドラ・アブリカム
 日本大学理工学部土木工学科 三浦 一浩
 日本大学理工学部土木工学科 正会員 塩尻 弘雄

日本大学理工学部土木工学科 李春吉
 日本大学理工学部土木工学科 小林 義和

1. はじめに

既存構造物の耐震補強においては、まず、対象とする構造物の保有耐力とともにその動的特性を把握する事がのぞまれている。また、補強に伴う動的挙動の変化の把握も重要である。動的挙動は、構造物に質量、剛性ととともに、減衰や、地盤との相互作用等の要因が関連して、建物の設計図、各部材の配筋等のみから評価することが困難で、信頼し得る構造・地盤データなどに基づく詳細な数値解析、もしくは実測によるほかない。ここでは、観測結果に基づく動特性の評価法について検討する。

2. 研究方法

(1) データ解析の流れ

構造物の性能評価は、一般に振動計測結果と数値モデルに基づく解析結果の比較により行われる。性能評価の流れを図示すると、図1のフローチャートようになる。ここでは、計測結果から動特性を求めるための手法として以下の方法について検討した。

(a) 高速フーリエ変換(FFT)法。(b) AR法。(c) ERA(Eigensystem Realization Algorithm)法。(d) ARMA法。

3. 数値モデルによる検討

FFT、AR、ERA を既知のデータに適用して適用性を検討した。図2

図1 構造物性能評価の枠組み

のような建物モデルにランダム波を加え、時間増分 $\Delta t = 0.01$ 秒で計算した各層の応答加速度をデータとして、動特性の推定を行った。

なお、

$M_1 = 1.0t, M_2 = 2.0t, M_3 = 1.0t, k_1 = k_2 = k_3 = 1580KN/cm, c_1 = c_2 = c_3 = 2.0KN \cdot s/cm$
 としてのランダム波を三階を加え、(白色ガウス雑音) データ数 10000 で計算した。

各方法で解析した結果を表—1 に示す。

表—1 固有振動数

解析方法	f 1 (Hz)	f 2 (Hz)	f 3 (Hz)
理論値	2.41	7.49	9.91
ERA	2.41	7.49	9.91
AR	2.41	7.51	9.95

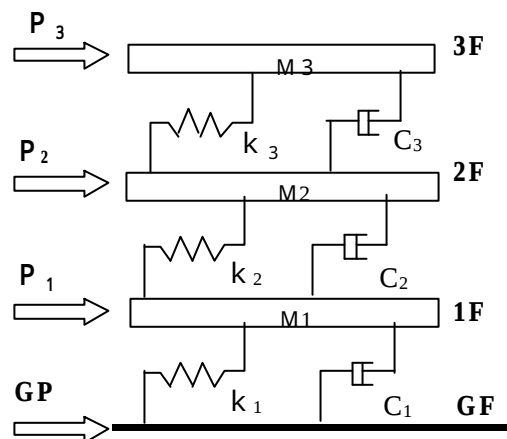
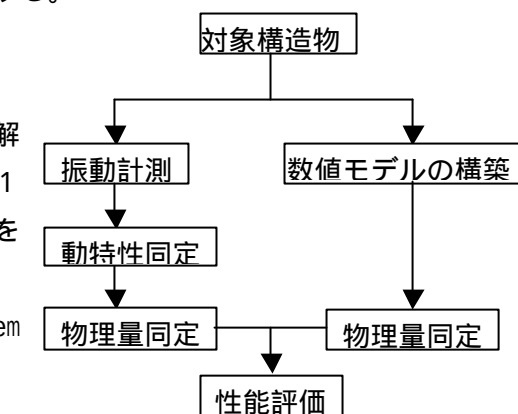


図2 モデル図

ERA 法と AR モデルは理論値とほぼ同じ同定結果を得ることが出来た。ERA 法は精度が高いが、まず RD 法により自由振動波形を求める必要があり手間がかかる。AR 法はランダム応答データをそのまま扱え、精度もそれほど悪くない。

FFT 法、AR 法、ERA 法、ARMA 法、数値モデル

日本大学理工学部（〒101 - 8303 千代田区神田駿河台 1 - 8, Tel&Fax03-3259-0876）

4．実験による振動特性確認

(1) 常時微動計測

常時微動測定は、常時存在している外界の微動による構造物の振動を計測するもので、建物を対象としたときは、基盤からの入力特性が不明確でも建物のそれに対する応答が得られれば、応答倍率などを検討することにより、ノイズレベルの高い場合でも構造物の振動特性をある程度把握することが可能である。

今回計測の対象とする船橋校舎は、昭和43年に建築された4階建ての鉄筋コンクリート構造である（図3参照）。

計測は、速度計で多点同時計測（12点36成分）を行った。速度計の設置位置を図4に記す。図の が計測点を示しており、各点で上下方向・水平方向（南北・東西方向）の3方向を同時に計測した。速度計が上下8台（8成分）水平8台（8成分）しかなかったため、6ケース（屋上3点、3階3点、1階3点、西側3点、中央3点、東側3点）に分けて計測した。各ケースとも30Hzのローパスフィルターをとおり、サンプリング間隔10msecで10分間計測を行った

(2) 結果

FFT法、ARモデル、ARMAモデルによるモード定数を表2に記し、FFT法、ARモデルにより算出した屋上NS方向の速度のパワースペクトルを図5に記す。ほぼ同程度の値が得られるが、データ処理方法により多少の差が見られる。

表2 モード定数

	解析方法	f1 (Hz)	減衰比	f2(Hz)	減衰比
EW	FFT	3.191	0.090	9.375	0.002
	AR	3.238	0.083	9.375	0.002
	ARMA	3.382	0.125	8.585	0.090
NS	FFT	3.171	0.031	9.375	0.003
	AR	3.153	0.070	9.375	0.002
	ARMA	3.064	0.070	9.379	0.023

（f1:1次固有振動数、f2:2次固有振動数）

5．まとめ

理論データの解析と実験データ解析の結果で、FFT方法、AR方法、ARMA方法とERA方法の有効性を確認できた。解析方法により多少の差があり、これについては、さらに検討が必要である。

参考文献

- 1) アブドラ・アブリカム、塩尻弘雄：振動実験とデータ解析に関する研究、日本大学理工学研究科修士論文 2001年
- 2) 三浦一浩、塩尻弘雄：常時微動観測による船橋校舎8号館の振動特性確認、日本大学理工学研究科修士論文 2001年

