

I-383

ARMAモデルによる建物の動特性同定

鹿島建設(株) 正会員 相沢 旬
 武蔵工業大学 正会員 丸山 収
 武蔵工業大学 正会員 星谷 勝

1. はじめに

本研究では、実観測データに対して比較的安定した同定結果を得るパラメータ同定手法について検討している。ここで対象とするのは、線形多自由度系にモデル化される既存RC構造物である。ここでは、PIらによる2段階同定手法(文献(1))を採用している。この手法は、構造系の基本運動方程式を多変量ARMAモデルに表現し、はじめに観測データの時系列からARMAモデルの係数行列を同定する。次に、係数行列と構造系の動特性を結ぶ関係式を解くことで、間接的に動特性を同定する手法である。本研究は、PIらの手法を常時微動観測記録に適用し、ARMAモデルの係数同定に際し、効率良くデータ処理を行うためにカルマンフィルタによる逐次処理法を用いるという点に改良を加えている。

2. 常時微動計測

測定対象建物は、武蔵工業大学の8号館である(図-1)。この建物は、鉄筋コンクリート4階建の校舎である。また、基礎は木杭に支持されたフーチング基礎である。計測には、サホ型加速度変換器を4台用いている。そして、サホ型加速度変換器から得られる加速度に比例したデータは、30Hzのローパスフィルタを介し増幅器を通して、ディジタルレコーダに収録する。計測位置は、各階廊下の中央とし、計測方向は短辺方向とする。本研究では、1階床上の記録を入力波形とする。加速度変換器は、入力波形である1階に固定し、残りの3台を用いて各階の応答の時系列波形を同時刻にサンプリングする。

図-2は測定データの1サンプル波形である。図-2において、(a)は入力波形、(b)、(c)および(d)はそれぞれ3階、4階および5階の速度応答波形である。なお測定データは、時間刻み0.01(sec)、継続時間20(sec)としてサンプリングしている。

3. 動特性の同定

今回の計測では、図-2と同様な観測データが15組得られている。次に、それら15組の観測データに対して、ARMAモデルの係数行列の同定を行いARMAモデルの構造を決定し、同定された係数行列の固有値解析を行い、固有振動数および減衰定数の同定をしている(図-3、図-4)。ここで、ARモデルの係数行列同定の際に用いるEK-WGI法および同定のための定式化については、それぞれ文献3および文献2に委ねる。

図-3において、(a)は1次固有振動数の同定結果であり、(b)は1次減衰定数の同定結果である。同様に、2次の動特性の同定結果を図-4に示す。ここで、2次の動特性の同定結果は1次と比較すると不安定なものとなっている。

本研究では実観測データを対象としているので、数値シミュ

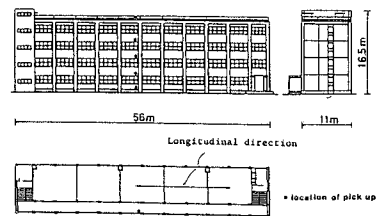


図-1. 測定対象構造物

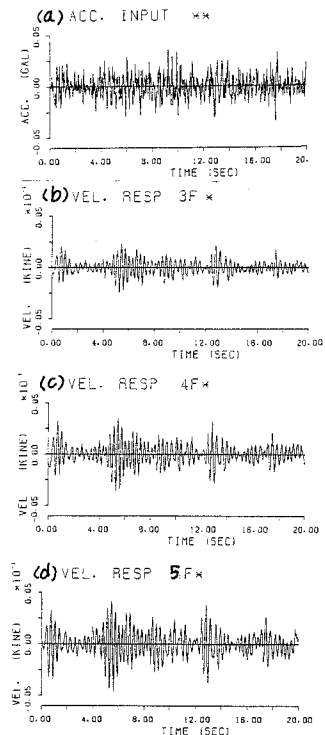


図-2. 観測データのサンプル

レーションの様に同定結果の精度を明確に確認することは困難である。そこで一般的なスペクトル解析法から得られる情報と比較することにより同定結果の検討を行う。

図-5に観測データの1サンプル波形から求められた入力のパワースペクトルおよび例えば1階と5階の伝達関数を示す。伝達関数は、3.0Hz前後の成分のみ卓越していることがわかる。これらのスペクトルはHammingウィンドウを1回施している。図-5の伝達関数において、明確に2次と認められるような成分は確認されない。入力波形の用い方についての検討も必要であるが、入力波形が構造系の1次固有振動数付近の卓越成分を有していること、構造系が十分に加振されていないことなどが2次以上の動特性の同定を困難にしているものと思われる。

また本手法による1次の動特性の同定結果について、固有振動数の同定結果は、伝達関数(図-5)が示すピーク振動数との比較により妥当な値と思われる。

一般にスペクトル解析法により減衰定数を求めると、スミージングの掛け方により恣意的に変動するので、定量的な評価が困難となる。しかしながら、本研究で得られた同定結果の収束性から判断して、本手法によると常時微動記録を用いても基本振動モードの減衰定数については、時系列波形から定量的に求められるものと思われる。

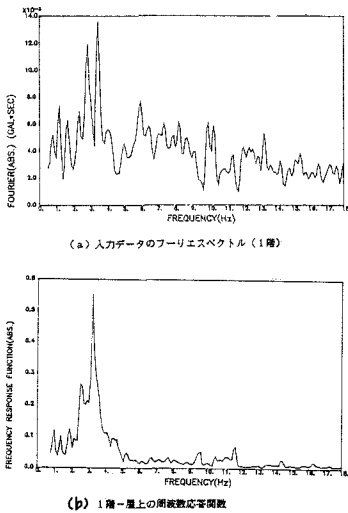


図-5. 伝達関数

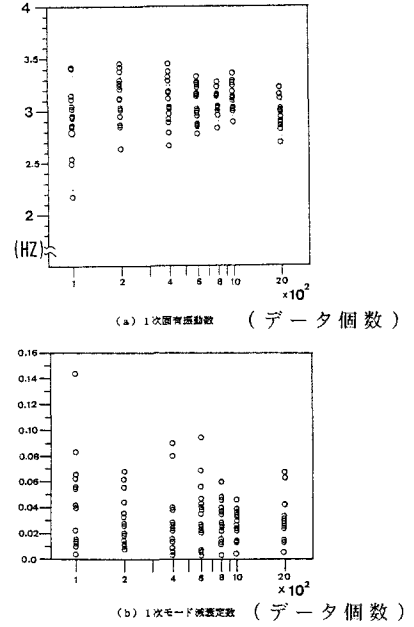


図-3. 同定結果 (1次)

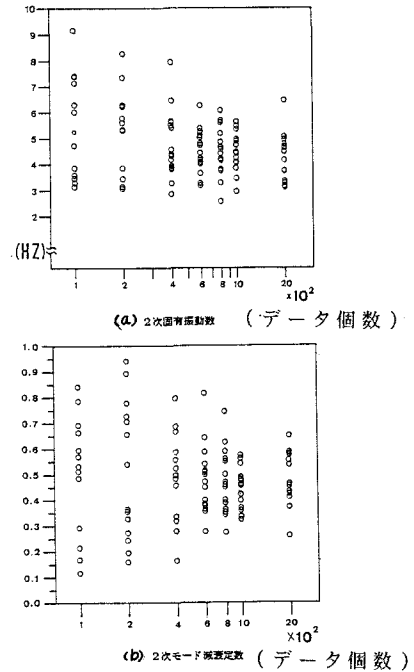


図-4. 同定結果 (2次)

最後に、本研究は、相沢が常時微動記録の整理を、丸山が数値解析を、星谷が全体の指導をしている。
参考文献: (1) PI, Y.L. and Mickleborough, N.C., Time Domain Modal Identification of a Linear Vibrating Structure, UCICIV Report No.R-249, The University of New South Wales, April 1988
(2) 丸山、相沢、星谷、ARMAモデルによる既存構造物の動特性の同定、土論集(投稿中)、(3) Hoshiya, M., Application of the Extended Kalman Filter to Stochastic Structural Dynamics-Progress in Theory and Applications, Elsevier Applied Science, pp.103-124, 1988