

模型実験によるヘルスマニタリングに関する研究

金沢大学大学院自然科学研究科 学生会員○川中信介
 金沢大学工学部 正会員 池本敏和
 金沢大学大学院自然科学研究科 フェロー 北浦 勝
 金沢大学工学部 正会員 宮島昌克

1. まえがき

構造物は地震などの荷重を受けて損傷したときに、一般的にはその固有振動数が低下し、減衰が増加する。これらの特性を捉えることができれば構造物の劣化の程度を判定することができ、修繕、建て替えの判断に利用できる。この考えのもとに、建物に損傷が生じる前後において、建物の加速度記録から動特性の変化を捉えることを試みる。実在の構造物に適用していくためには、常時微動の測定による損傷の検出が望ましいが、現時点では難しい。そこで本研究では実在構造物への適用の前段階として、S造ラーメン構造の2自由度系の模型を用いて加振実験を行う。それにより得られた加速度記録より、各質点での動的定数を求め損傷階の検出を行う。

2. 実験概要

実験装置の概要を図1に示す。損傷検出の対象として鋼製のプレートによって構成された2層の模型を用い、振動台による加振実験を行う。柱部材の片側の1階部と2階部に切り欠きを与え(図1参照)、それぞれのケースについて不規則地震波の入力を行って各値を計測する。入力波形としては図2の波形を用いる。これは神戸海洋気象台で観測された阪神大震災での加速度記録で、最大加速度を $69 \text{ (cm/s}^2\text{)}$ にしてある。

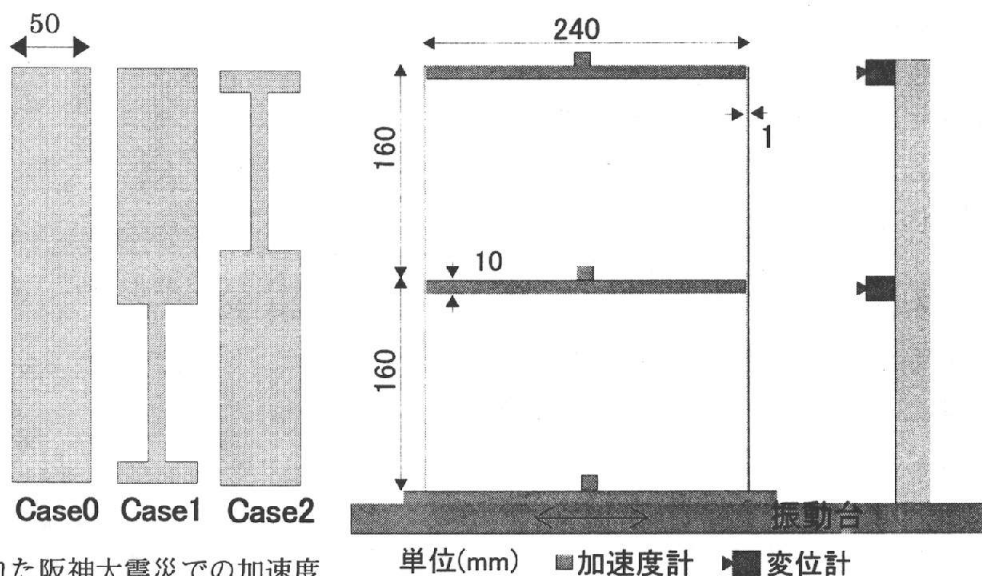


図1 実験概要図

3. 動特性評価法¹⁾

動特性評価の解析手順を図3に示す。まず、対象構造物を質点系モデルと仮定し、図2の加速度時刻歴を、モデルの地動加速度として入力する。次に、構造物のパラメータ(ここでは1F 剛性 $k_1(\text{tf/cm})$ 、2F 剛性 $k_2(\text{tf/cm})$ 、1次モードの減衰定数 h の3つ)を設定し、ウィルソンの θ 法の仮定に基づき直接積分による応答解析を行う。それにより、モデル最上部の質点における加速度時刻歴を計算する。この計算応答加速度波形と、実験で観測され

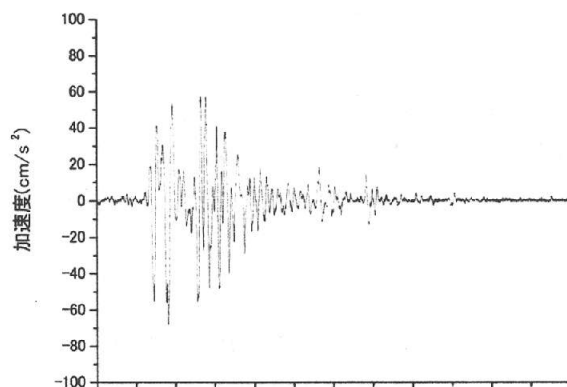


図2 入力加速度波形

た応答加速度波形をそれぞれウェーブレット変換し、スペクトルの誤差 2 乗和を評価関数として、得られた評価関数のなかで最小値を与えるパラメータを推定値とする。ここでパラメータが 3 つになるので最適化手法を用いて最適値を決定する。本研究では、計算方法が比較的容易で、未知数が少ないときには収束計算の安定性が高いという長所を持つシンプレックス法を用いる。

4.解析結果

逆解析により同定された動的定数を表 1 に示す。真値が未知であり、精度の基準が明確ではない。本研究では観測加速度記録をいくつかに分けて、それぞれの部分で同定を行い、同定値の平均と標準偏差より変動係数を求め、ばらつきの指標として、同定値の信頼度を評価した³⁾。その結果、剛性の変動係数は小さく、同定値としての信頼度は高い。一方、減衰定数の変動係数は剛性の変動係数に比べて 1 オーダーほど大きい値になり、同定値としての信頼度は低い。

損傷のない Case0 に比べて、1F に損傷のある Case1、2F に損傷のある Case2 とともに損傷のある階の剛性が著しく低下している。損傷のない階の剛性もある程度低下している。逆解析により、各階の剛性を求めることによって、損傷があり剛性低下している階の検出が、本模型においては可能であると考えられる。

5.まとめ

2 自由度模型において、不規則地震波による加振実験を行った。その入力と応答の加速度記録を用いて逆解析を行い、各階の剛性を求めることにより剛性低下している階の検出が可能であることを示した。また、剛性については高精度で同定できるが、減衰定数については精度に信頼度が低い。

今回は単純な S 造の 2 自由度ラーメンのモデルに極端な切り欠きを与えたが、実際の建築物にも適用できるか、本手法を適用してみる必要がある。

【参考文献】

1) 高島大知：ウェーブレット変換を用いた多自由度構造物の動特性評価、金沢大学平成 12 年度修士論文、2001.

2) 山本鎮男：ヘルスモニタリングー機械・プラント・建築・土木構造物・医療の健全性監視ー、共立出版、1999.

3) 近藤一平、濱本卓司：振動台実験のランダム応答データを用いた多層建築物の損傷検出、日本建築学会構造系論文集、第 473 号、pp.67-74、1995.

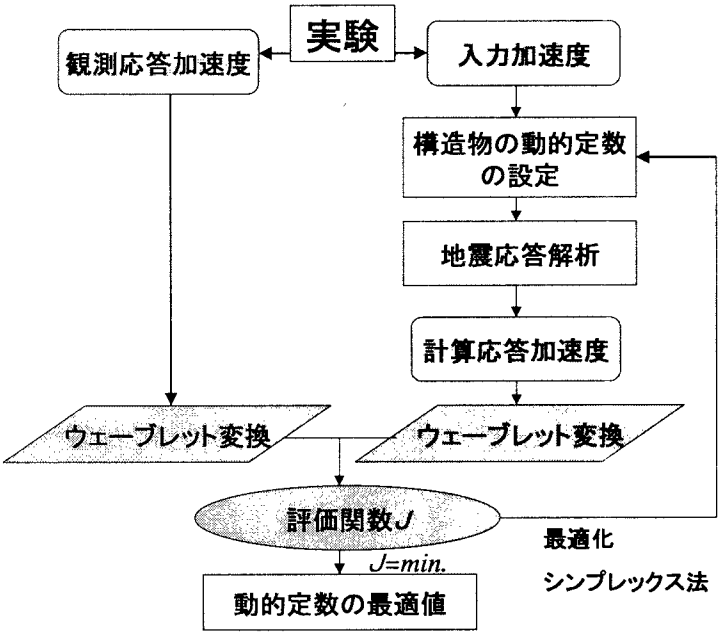


図 3 解析手順

表 1 解析結果 k_1, k_2 の単位：tf/cm

	k_1	k_2	h
Case0(非損傷)	9.26	9.26	0.003
Case1(1F損傷)	5.40	8.50	0.003
Case2(2F損傷)	8.80	6.10	0.003