

テレビ挙動解析を用いた最大加速度推定方法の提案

神戸大学 学生会員 新谷 正樹
 神戸大学 フェロー 高田 至郎
 神戸大学 正会員 鎌田 泰子

1. 概要

地震計がない場所の地震動強度情報を知ることが地震後の対策にとって重要である。地震計で直接地震動を観測する以外の方法としてアンケート調査による推定方法がある¹⁾。しかし、国際的に汎用性のある地震動評価への適応性の観点からも、工学的な物理量として評価するには震度よりも最大加速度などの物理的な地震動強度指標が望まれる。そこで本研究では、計測震度と地震動特性の関係をj用いて、アンケートを用いた加速度推定法の提案を行った。この推定法は、テレビ挙動に関するアンケート回答から最大加速度を推定するものである。ここでは、テレビをモデル化した地震応答解析からテレビ地震応答と最大加速度との関係を導き出し、テレビ挙動に関するアンケート回答から最大加速度を推定する実験式を提案している。

2. テレビ地震応答解析

地震時のテレビ挙動を数値解析でシミュレートし、その結果を最大加速度推定の基礎資料にして推定を行う方法を提案する。室内のテレビの挙動をシミュレーションするために、DEM解析を用いてテレビのモデル化を行った。図-1に示すように床底面とテレビ台、テレビを模した要素である。これらの要素は、3次元の剛体要素でモデル化している。テレビのサイズは14型、21型、29型の3ケースを考慮した。テレビとテレビ台との接触条件はデコラ板として、著者らによる実験から最大静止摩擦係数0.27、動摩擦係数0.26の値を用いた。テレビ台と床との接触条件をそれぞれカーペットとデコラ板の2ケースでモデル化した。カーペットの係数は、最大静止摩擦係数0.55、動摩擦係数0.44、デコラ板で最大静止摩擦係数0.27、動摩擦係数0.26の値を採用している。建物条件を考慮するために、床剛体と地震動入力の荷重要素の間の床下バネに、2ケースの建物の固有周期特性をもつせん断バネを入れた。木造住宅の場合には0.3秒、鉄骨造(3階)の場合には0.2秒で固有周期を持つようにばね剛性を調整した。本解析では、最終的にアンケート回答(新潟県中越地震においてK-NET観測点の新潟・長岡で地域住民を対象に地震時のテレビ挙動アンケートを実施した。アンケート項目には、建物の構造形式、テレビのサイズ、設置台、設置状況、地震時の挙動などが含まれている)に結びつけるため、入力地震動の最大加速度とテレビとテレビ台との間の最大相対変位、最終相対変位について評価した。図2は解析結果の一例を示す。解析の結果、一般に最大加速度が大きくなればテレビ移動量は大きくなる。しかし、諸条件によってその応答は大きく影響を受ける。

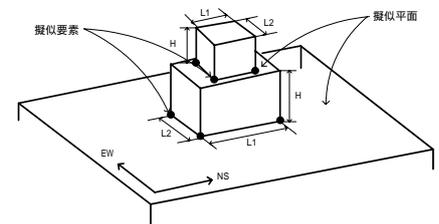


図-1 テレビモデル

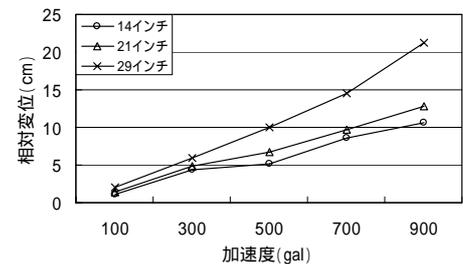


図-2 解析結果例

の固有周期特性をもつせん断バネを入れた。木造住宅の場合には0.3秒、鉄骨造(3階)の場合には0.2秒で固有周期を持つようにばね剛性を調整した。本解析では、最終的にアンケート回答(新潟県中越地震においてK-NET観測点の新潟・長岡で地域住民を対象に地震時のテレビ挙動アンケートを実施した。アンケート項目には、建物の構造形式、テレビのサイズ、設置台、設置状況、地震時の挙動などが含まれている)に結びつけるため、入力地震動の最大加速度とテレビとテレビ台との間の最大相対変位、最終相対変位について評価した。図2は解析結果の一例を示す。解析の結果、一般に最大加速度が大きくなればテレビ移動量は大きくなる。しかし、諸条件によってその応答は大きく影響を受ける。

3. 最大加速度推定式の構築

解析結果を用いて、テレビサイズなどの諸条件を考慮して、相対変位から最大加速度を推定するモデルを構築する。これには、量と質のデータを動揺に扱える数量化 類が便利である。そこで、条件になる項目をカテゴリータイプの説明因子とし、最大相対変位を数量タイプの説明因子として、これらの因子を合わせて目的変数となる最大加速度を予測するモデルを考える。以下に示すモデル式を構築し、解析結果をデータベース化して、数量化分析により係数を算出した。

キーワード DEM手法, テレビ挙動アンケート, 加速度推定

連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 神戸大学 新谷正樹 056t121n@y05.kobe-u.ac.jp

$$\log PGA = b \log D + C_1^* + C_2^* + C_3^* + C_4^* + e \quad (1)$$

ここで、PGA:最大加速度(gal)、D:最大相対変位(テレビ移動量)(cm)、 C_n^* :補正係数の対数値(=logCn) 補正係数に用いるカテゴリーは、テレビサイズ(14, 21, 29インチ)、建物形式(木造・鉄骨造)、摩擦条件(カーペット、デコラ板)、入力地震動特性(卓越周期0.2秒, 0.6秒程度)である。b:係数、e:残差。

基準となる補正係数の項目は、14インチテレビ、木造、カーペット、卓越周期0.2秒とした。数量化 類分析の結果、最大相対変位からの加速度推定式は、下記のように表せる。また、補正係数を表-1に示す。

$$PGA = 128.5D^{0.8} \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \quad (2)$$

数量化分析による解析データを用いて、式(2)から最大加速度を推定し、解析結果と比較すると図-3に示すように解析結果の最大加速度値と推定値はおおむね1対1の関係にあり、式(2)の推定式は解析結果を精度よく表わすことが示された。

4. 推定法の検証

提案する最大加速度推定式を用いて、テレビ挙動アンケートの回答から最大加速度の推定を行い、本推定式の精度検証を行う。テレビ挙動に関する質問の選択項目に与える最大変位を表-2に示すように設定した。K-NET長岡周辺のアンケート回答から最大加速度を推定した結果を表-3に示す。平均値は観測された最大加速度に近い値を示しているが、標準偏差が大きく、ばらつきが大きさが目立っている。これは、今回用いたテレビ挙動アンケートではテレビの移動量を5cm, 10cm、台から落下、と移動幅間隔を選択項目として設定していたため、詳細な挙動量を判定することができなかったことが原因に挙げられる。また、テレビ挙動アンケートの回答者には、修正震度アンケートの調査も同時に実施していた。著者らは従来の震度アンケートを利用して最大加速度を推定する方法をすでに提案しており²⁾、この値と加速度観測値とはよい相関があることが知られている。そこで、各回答者の震度アンケートによる最大加速度推定値とテレビ挙動アンケートによる最大加速度推定値とを比較すると、図-4の関係が得られた。震度アンケートによる最大加速度推定値は200~500gal程度に分散している一方で、テレビ挙動アンケートによる最大加速度推定値は、震度アンケートのばらつき以上に広範囲に分布している。震度アンケートによる推定では、いくつかの質問項目の回答によって値が平均化されるため、最終的な推定値の分布が小さくなるが、テレビ挙動アンケートでは、テレビの挙動に関する1回答がおおよその最大加速度を決定するためと考えられる。

4. 結論

サンプルデータの収集や詳細な選択項目の検討課題は残されているが、テレビ挙動の解析結果と試験的なアンケート回答を用いて、最大加速度を推定する方法を構築し、概ね加速度を推定することが確認できた。しかし、テレビ挙動アンケートによる最大加速度推定法は、これらの課題が解決されるまでは震度アンケートによる加速度推定法を併用して加速度推定することが望ましい。しかし、この推定法の精度を上げれば、家庭内のテレビ挙動をアンケートによって簡易的に最大加速度を推定することが期待できる。

参考文献

- 1) 気象庁：震度を知る - 基礎知識とその活用 - , ぎょうせい, 1996
- 2) 高田至郎, 鋤田泰子, 新谷正樹：アンケートによる加速度推定法の提案, 土木学会関西支部年次学術講演会, 2005

表-1 補正係数

条件	項目	補正係数
C ₁ : テレビサイズ	14インチ	1.0
	21インチ	0.8
	29インチ	0.6
C ₂ : 住宅形式	木造	1.0
	鉄骨造	1.0
C ₃ : 接触面	カーペット	1.0
	デコラ板	1.1
C ₄ : 入力地震動の卓越周期	0.2秒程度	1.0
	0.6秒程度	0.4

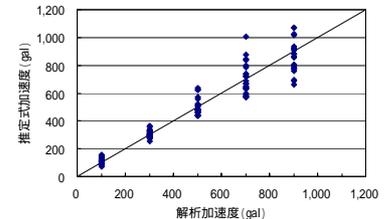


図-3 解析入力最大加速度と推定値の比較

表-2 アンケートカテゴリーと解析結果

カテゴリ	質問内容	最大相対変位
1	注意しなかった	~
2	動かなかった	0cm
3	5cm程度ずれた	5cm
4	10cm程度ずれた	10cm
5	台から落下した	10cm以上
6	転倒した	~

表-3 テレビ挙動アンケートの最大加速度推定値

回答数	18
平均最大加速度(gal)=	444
標準偏差(gal)	235
K-NET長岡最大加速度(gal)=	468
誤差(/)	1

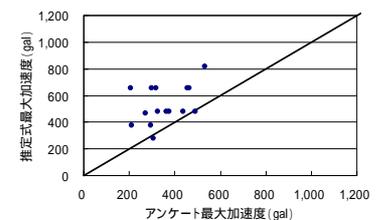


図-4 推定加速度の比較