

I - B 103

明石市の建物被害調査に基づいた地震動分布の推定

理化学研究所 地震防災フロンティア研究センター 正会員 小川 直樹  
 理化学研究所 地震防災フロンティア研究センター 正会員 山崎 文雄  
 東京大学 生産技術研究所 村尾 修

1. はじめに

兵庫県南部地震における建物被害の研究は、自治体による建物被害調査データ、建築研究所が GIS 化したデータなどに基づいて行われており、これらの研究は、ほとんどが甚大な被害を受けた神戸市以東の地域を対象としている。また、建築研究所データが、神戸市以東の被災地の大部分を同一の被害判定基準で調査結果に基づいているおり強震記録も多いことから、地震動分布の推定、建物被害関数の構築も、このデータに基づいたものが多い。しかし、この地震ではこれ以外の地域でも大きな被害を受けており、より広域の地震被害を評価することは重要と考えられる。筆者らは、これまでに明石市の建物被害データに基づいて構築したデータベースを用いて建物被害分析を行っている<sup>1)</sup>。本研究では、神戸市灘区の建物被害データに基づいて構築された建物被害関数を用いて、明石市の建物被害率から地震動分布を逆推定した。

2. 明石市の建物被害データベース

建物被害データベースは、固定資産税台帳の記載項目である建物の所在地、建築年、用途、主体構造、屋根構造、階数、被害程度を町丁目単位に集計したデータ、と代表的な地形を町丁目単位に割り当てた地形区分データから構成されている。建物被害は、市が被災証明書発行および固定資産税の減免措置を目的として行った現地調査に基づいたものであり、被害程度は、固定資産税の減免区分により全壊(10割減免)、半壊(5割減免)、一部損壊(1割減免)に3区分されている。ただし、一部損壊と被害なしは区別できないためその他として扱っている。

3. 地震動分布の推定方法

(1) 建物被害関数

建物被害関数を使用する際には、建物被害調査の性格により被害の判定基準が異なっているため、被害関数がどのような被害調査・基準に基づいているのかを把握する必要がある。村尾・山崎<sup>2)</sup>は、兵庫県南部地震で行われた建物被害調査方法について比較検討を行っており、これによると、明石市は神戸市と同じ基準で被害調査を行っていることが報告されている。また、既往の研究報告がされている建物被害関数は、大きく分けると建築研究所データに基づいて構築されたものと自治体の被害調査に基づいて構築されたものの2つに分類され、その多くは、建築研究所データに基づいたものである。自治体の被害調査に基づいたものとしては、村尾・山崎<sup>3)</sup>が、明石市と同一の調査基準で行なわれた神戸市灘区の被害データに基づいて被害関数を構築している。このことから、本研究では、最大速度( $PGV$ )に基づく被害関数(式1)を用いて地震動分布を逆推定することとした。これは、正規確率分布関数 $\Phi(x)$ を用いて、ある地震動 $x$ の時に被災ランク $R$ 以上の被害が発生する確率 $P_R(x)$ を求めるものである。ここで、係数 $\lambda$ 、 $\zeta$ は、 $\ln x$ の平均値および標準偏差であり、ここでは村尾・山崎<sup>3)</sup>が求めた神戸市灘区に対するもの(表1)を用いる。

$$P_R(PGV) = \Phi(\ln PGV - \lambda) / \zeta \quad (1)$$

(2) 推定方法

地震動は、木造建物については建築年代別、非木造建物については構造別(RC造、S造、軽量S造)に、全壊率および全半壊率に対して算出し、最終的には町丁目単位で平均したものを地震動分布図としてとりまとめた。地震動分布を推定するに当たり、建物被害データは町丁目単位に区分されているが、建物棟数が不十分、被害が少ないあるいは無い町丁目が存在することから、地形区分と震源断層からの距離を考慮して、使用する建物被害関数ごとに建物被害データを統合している。また、今回使用した被害関数は地震動として最大速度を対象としていることから、童・山崎<sup>4)</sup>による最大速度に対する計測震度 $I$ の推定式

表1 建物被害関数の回帰係数<sup>3)</sup>

		全壊		全半壊	
		$\lambda$	$\zeta$	$\lambda$	$\zeta$
木造	-S26	4.38	0.364	3.87	0.517
	S27-S36	4.43	0.364	3.94	0.517
	S37-S46	4.44	0.364	3.95	0.517
	S47-S56	4.73	0.378	4.25	0.395
	S57-	5.12	0.496	4.61	0.474
	全年代	4.51	0.410	4.07	0.514
RC造	全年代	5.50	0.705	4.99	0.716
S造	全年代	5.14	0.628	4.69	0.672
軽量S造	全年代	5.03	0.564	4.73	0.601

キーワード：兵庫県南部地震、建物被害、地震動、明石市、地理情報システム

連絡先：兵庫県三木市福井三木山 2465-1 Tel: 0794-83-6632 Fax: 0794-83-6695

(式2)を用いて震度分布を求めている。

$$I = 2.30 + 2.01 \log_{10}(PGV) \quad (2)$$

#### 4. 地震動分布の推定結果

図1に推定最大速度分布、図2に推定震度分布を示すとともに、図3に示す地形区分を比較した。明石市の地形は、市の東側に分布する明石川の氾濫堆積物と人工改変地からなる沖積低地が卓越している地域と、西側に分布する段丘が卓越している地域の2つに大きく分けられる。東側の沖積低地が卓越している地域での震度分布は、大部分が震度6弱で、人工改変地と低・中位段丘の一部で震度6強と推定された。また、西側の段丘が卓越している地域では、段丘の東寄りの部分が6弱であるが、大部分が震度5強と推定された。

この結果と藤本・翠川<sup>9)</sup>が各種の被害データに基づいて推定した震度6の分布と比較してみると、概ね一致している。東部の人工改変地の部分は、本研究では震度6強と推定されているが、この地域は、今回推定の対象とした木造建物、非木造建物(RC造、S造、軽量S造)、特に非木造において、明石市内でも比較的被害率の高い町丁目に該当していることから、震度6強と推定されてもおかしくない地域である。また、明石市で唯一の強震観測点であるJR西明石駅の強震記録と該当する町丁目の推定値を比較すると、JR西明石駅(PGV:46.8cm/s, 計測震度:5.8)に対し、推定値(PGV:44.2cm/s, 計測震度:5.6)でありほぼ一致していた。

#### 5. まとめ

本研究では、明石市の建物被害データをもとに構築した建物被害データベースと建物被害関数を用いて地震動分布を逆推定した。その結果、地形区分とも調和的に震度5強～震度6強(最大速度:20～80cm/s)の地震動分布が得られた。建物被害関数は、神戸市灘区の被害データに基づいて構築されたものであるものの、既往の地震動分布の報告、また明石市内の強震観測記録とも概ね一致しており、比較的精度の高い地震動分布が推定されたと考えられる。

#### 参考文献

- 1) 小川直樹, 山崎文雄: 兵庫県南部地震における明石市の建築物被害分析, 1998年地域安全学会論文報告集, pp.62-67, 1998.
- 2) 村尾修, 山崎文雄: 兵庫県南部地震における建物被害の自治体による調査法の比較検討, 日本建築学会計画系論文集, 第515号, pp.187-194, 1999.
- 3) 村尾修, 山崎文雄: 自治体データに基づく兵庫県南部地震の建物被害関数, 日本建築学会大会学術講演講演梗概集, 1999.
- 4) 童華南, 山崎文雄: 地震動強さ指標と新しい気象庁震度との対応関係, 生産研究, Vol. 48, No. 11, pp.31-34, 1996.
- 5) 藤本一雄, 翠川三郎: 被害分布から推定した兵庫県南部地震の震度分布とその解釈, 第2回都市直下地震災害総合シンポジウム論文集, pp.97-100, 1997.

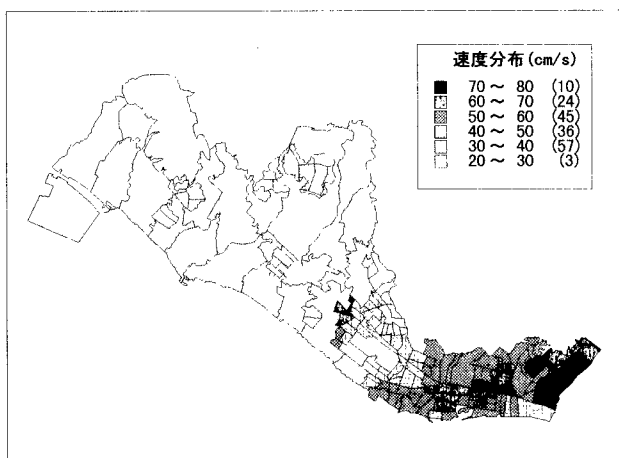


図1 推定最大速度分布

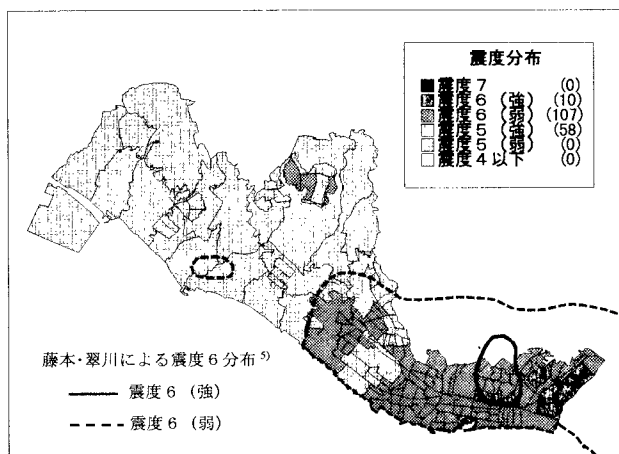


図2 推定震度分布

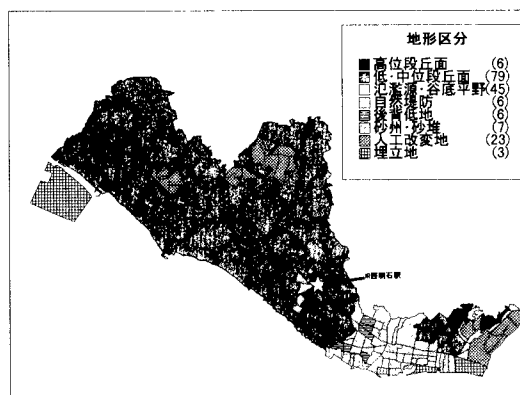


図3 地形区分