

I - B 280

兵庫県南部地震の建物被害による地震動強さの面分布推定

東京大学大学院 学生員 山口 直也

東京大学生産技術研究所 正会員 山崎 文雄

1. はじめに

1995 年兵庫県南部地震は、阪神・淡路地域に甚大な被害をもたらした。この地域での建物の被害を評価するためには、地震動の強さの面的な分布を推定することが重要である。しかしこの地震では、被害の激しかった地域で強震記録がほとんど得られておらず、観測値のみからの分布推定は困難である。兵庫県南部地震の被災地域における地震動強さ分布の推定に関しては、これまでに、墓石の転倒率¹⁾や建築物の被害率^{2),3)}、いくつかの被害データを組み合わせて⁴⁾の推定が行われているが、本研究では、これらの研究と同様に兵庫県南部地震の被災地域における建物被害と地震動の強さの関係を調べ、地震動強さに対する低層建物の被害推定式を構築し、建物被害率による地震動強さの面的な分布の推定を行う。

2. 低層建物の被害推定式

本研究では被害推定式を構築するための強震記録⁵⁾として、17 地点の記録を使用している。図 1 に本研究で地震動分布を推定している範囲内での強震記録が得られた点を示す。また建物被害のデータは、地震動分布の推定範囲で統一された評価基準を用いて被災度調査を行っている、震災復興都市づくり特別委員会⁶⁾の調査結果を建設省建築研究所が数値化したデータ⁷⁾（以下、建研データ）と、そのデータの範囲外の強震記録に対する被害データとして自治体の調査結果^{8),9)}を使っている。

低層建物の被害推定式の構築は、図 2 の流れに従って行った。建物被害の計算範囲は、建研データによる場合は、対象地震計のある町丁目を中心とした、その地域の被害状況をよく表すような町丁目単位の範囲、自治体データの場合は、地震計がある市ならびに区（大阪市について）とした。木造建物の被害は建物全体の被害の傾向をよく表しているの、木造建物について考えることによって一般的な結果が導けるものと考えられる。しかし、建研データは構造種別が不明なので、低層建物の独立住宅を木造建物と仮定し、これの被害率を求めた。自治体データの場合は、被害が出ているのは木造建物とし、自治体の住宅総数に建研データの全建物数に対する低層・独立住宅の比率をかけたものを、自治体における木造建物総数として被害率を求めた。ここで、出てきた被害率は自治体における判定基準による値なので、これを建研データ相当の値に換算する必要がある。芦屋市について建研データと自治体データによる建物被害率を比較した結果より、

- ・ 建研データの全壊率＝自治体の全壊率×0.5
 - ・ 建研データの半壊以上の割合＝自治体の全壊率
 - ・ 建研データの一部損壊以上の割合＝自治体の半壊以上の割合
- と定義し換算した。

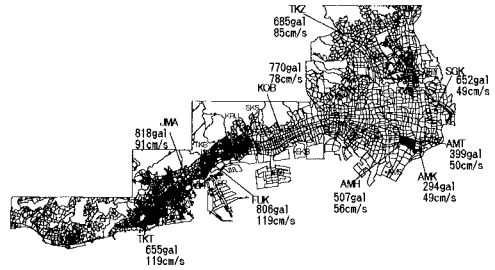


図 1 解析に用いた地震記録の観測位置

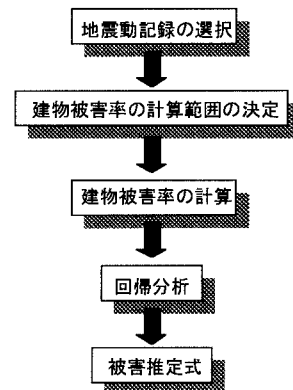


図 2 被害推定式の構築の流れ

キーワード：兵庫県南部地震 地震動強さ 建物被害 低層建物 被害推定式

連絡先：〒106-8558 東京都港区六本木 7-22-1 TEL:03-3402-6231 (Ext:2537) FAX:03-3408-2666

被害推定式は、ある地震動 x の時に全壊、半壊以上、一部損壊以上の各被害が発生する確率 $P(x)$ は、標準正規分布の累積確率 $\Phi(x)$ を用いて、対数正規分布（ x が計測震度の場合は正規分布）で表せると仮定した。すなわち、

$$P(x) = \Phi((\ln x - \lambda) / \xi) \quad (x = \text{PGA}, \text{PGV}, \text{SI}) \quad P(x) = \Phi((I - \lambda) / \xi)$$

となる。ここで λ , ξ は、 $\ln x$, I それぞれの平均および標準偏差であり、確率紙を用いた最小二乗法により求めた。表 1 にそれぞれの λ , ξ の値、全壊、半壊以上、一部損壊以上の各被害率に対する被害推定式を図 3（最大速度）、図 4（計測震度）に示す。

3. 兵庫県南部地震における地震動分布

前章で求めた被害推定式と建研データを用いて阪神地域の地震動強さの面的な分布の推定を行う。町丁目単位（神戸市域は大字単位）で、低層独立住宅数が 10 棟以上の地域について全壊、半壊以上、一部損壊以上の各比率を計算し被害推定式に代入することによって、各地震動の指標について 3 つの推定値が得られる。この 3 つの値を町丁目ごとに比較検討することにより、建物被害率によって次のように 3 つの推定値を組み合わせて、その町丁目に対する推定地震動の値を得ることとする。

Case1：全壊及び半壊以上 $\neq 0$ の時、一部損壊以上の値を用いる。

Case2：全壊 $= 0$ 、半壊以上 $\neq 0$ の時、半壊以上と一部損壊以上の値の平均を用いる。

Case3：全壊 $\neq 0$ の時、全壊と半壊以上の値の平均を用いる。

このようにして推定した地震動強さの面分布のうち、最大速度に関するものを図 5 に示す。これを見ると気象庁発表の震度 7 の帯にあたる地域で最大速度が大きくなっており、また、推定値と観測値を比較したところ、比較的よく対応していることから、全体的な分布をよく表すことが出来ていると思われる。

4. まとめ

地震による建物などの被害を評価するためには被災地域における地震動強さの面的な分布が必要だが、強震記録が不足している場合の推定法として、建物被害率による逆推定法を検討した。兵庫県南部地震について建物の被害推定式を構築し、地震動強さの面的な分布の推定を行った結果、建物が少ない地域や建物被害率の大きい地域の推定値の取り扱いなど今後の課題となるべき、もあるが、全体的な分布を把握するのに有効であると思われる。

表 1 低層建物の被害推定式の係数

Rank	PGA (cm/s ²)		PGV (cm/s)		SI (cm/s)		JMA Intensity	
	λ	ξ	λ	ξ	λ	ξ	λ	ξ
全壊	7.22	0.509	4.95	0.427	5.18	0.459	6.74	0.401
半壊以上	6.82	0.427	4.65	0.381	4.83	0.399	6.44	0.350
一部損壊以上	6.50	0.430	4.34	0.357	4.49	0.397	6.14	0.360

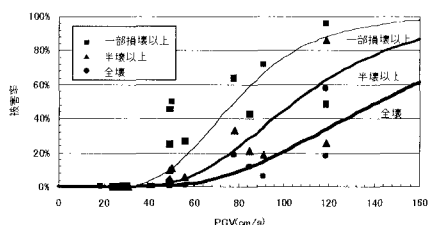


図 4 低層独立住宅の被害推定式（最大速度）

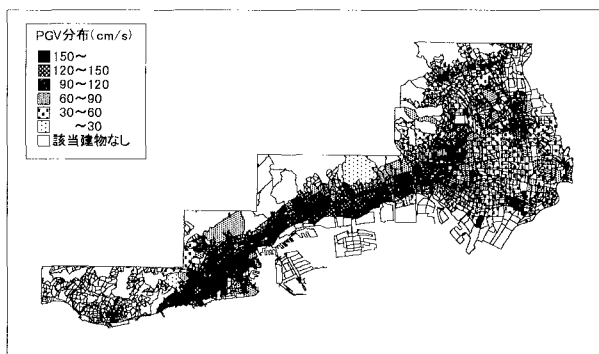


図 5 低層独立住宅被害から推定された最大速度分布

参考文献：1) 翠川三郎，藤本一雄（1996）：墓石の転倒調査

から推定した兵庫県南部地震の際の神戸市およびその周辺での震度分布，日本建築学会構造系論文報告集，第 490 号，111-118.

2) 林康裕，宮腰淳一，田村和夫，川瀬博（1997）：1995 年兵庫県南部地震の低層建物被害率に基づく最大地動速度の推定，日本建築学会構造系論文報告集，第 494 号，59-66.

3) 林康裕，宮腰淳一，田村和夫（1997）：1995 年兵庫県南部地震の建物被害に基づく最大地動速度分布に関する考察，日本建築学会構造系論文報告集，第 502 号，61-68.

4) 藤本一雄，翠川三郎（1997）：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，97-100.

5) 日本建築学会近畿支部耐震構造研究部会（1996）：1995 年兵庫県南部地震強震記録資料集.

6) 震災復興都市づくり特別委員会（1995）：阪神・淡路大震災被害実態緊急調査被災地別建物分布状況図集.