

I - B 489

自治体の被災度調査結果を用いた西宮市の地震動分布の再推定

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1月17日に発生した兵庫県南部地震は、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、地震動強さの面的な分布を推定することが重要である。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⁾などからの推定が行われている。筆者らも、強震観測記録とその周辺の低層独立住宅被害データとを用いて、阪神地域の地震動分布を推定した³⁾。今後、この地震動分布をもとに詳細な建物被害関数を構築していく予定である。しかし、地震動分布推定の際に用いた建物被害調査結果⁴⁾には建物の建築年代などの情報が含まれていないために、地震動分布には建築年代分布の影響が含まれていると考えられる。また、建物数不足のために地震動が推定されていない地域も存在する。そのため、詳細な建物被害関数の構築の際には、他の建物被害調査結果を用いて地震動分布を再推定することが必要である。そこで本研究では、西宮市が行った建物被災度調査結果を用いて、西宮市に関する地震動分布の再推定を行った。

2. 西宮市の地震動分布の再推定

西宮市に関する地震動分布の再推定は、次のような方法で行った。まず、文献4による西宮市の地震動分布と西宮市が行った建物被災度調査結果(以下、市データ)を用いて、木造建物の建築年代ごとの被害関数を求める。この被害関数と市データより、各年代ごとの推定地震動を計算し、それらを結合することで地震動の再推定値を決定し、地震動分布を求める。ここで、再推定に使う被害関数として木造建物の建築年代ごとのものを用いた理由は、木造建物は棟数が多く被害の状況をよく表している⁵⁾からである。

(1) 木造建物の建築年代ごとの被害関数

木造建物の年代ごとの被害関数を図1に示す推定地震動分布と市データを用いて、次のような方法で求めた。まず、市データは町丁目単位であるため、建物棟数が不十分であったり、被害の少ない町丁目があるなど、町丁目によってその棟数にばらつきがあるので、地震動指標の大きさと並び替えた上で、十分な棟数が得られるよう、棟数に応じて被害データを統合し、被害関数の構築を行った。ここでは、区分数30、区分棟数は年代によって異なるが300~510棟である。ここで、ある地震動 x の時に被害率 R 以上が発生する確率 $P(x)$ 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、

$$P(x) = \Phi((\ln x - \lambda) / \zeta) \quad (x = PGA, PGV, SI)$$

$$P(x) = \Phi((1 - \lambda) / \zeta)$$

となる。ここで λ , ζ は、 $\ln x$, 1 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。図2に

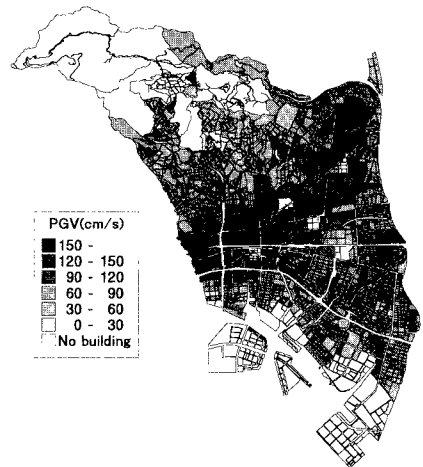


図1 文献4による西宮市の推定地震動分布(最大速度)

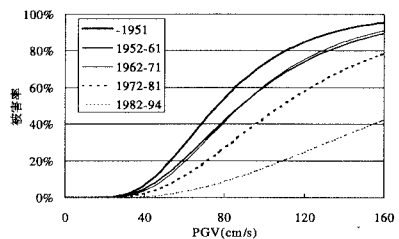


図2 木造建築年代別被害関数(全壊率-最大速度)

キーワード：兵庫県南部地震 西宮市 地震動再推定 被害関数 建築年代

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

建築年代別の最大速度の関する建物被害関数のうち、全壊に対するものを示す。この図を見ると、建築年代の早い建物ほど小さい地震動で被害が発生し始め、被害率は地震動の範囲によらず大きい。しかし 1952-61 と 1962-71 はほぼ重なってしまっており、大きな違いが見られない。以上の結果は西宮市の木造建物の被害分析結果と整合している⁷⁾。

（２）西宮市における地震動分布の再推定

上で求めた木造建物の建築年代ごとの被害関数と市データを用いて、各町丁目について、それぞれの建築年代（5区分）ごとの被害関数（全壊率と全半壊率）から地震動を推定する。その際、各年代ごとに建物の全棟数が15棟未満の町丁目については、地盤分類を考慮した上で15棟以上となるように周辺の町丁目と統合する。さらに全壊率と全半壊率がともに0%または100%となる地域は、地震動が0または著しく高い数値となるため、同様の方法で統合する。このようにして得られた10通りの推定地震動を比較検討し組み合わせ、最終的な推定地震動を決定した。図3に再推定した西宮市の地震動分布を示す。新たに市の北部地域の地震動が推定され、南部地域は海岸沿いの埋め立て地域を除く全域の地震動が推定されている。図4は、再推定前後の推定地震動（最大速度）をそれぞれ30cm/sごとにランク分けし、西宮市の木造建物の建築年代ごとの棟数率を比較したものである。この図を見ると、150cm/s以上における1951年以前の建物の比率が20%ほど下がるなど、PGV各ランクの建築年代による影響が除かれていると思われる。なお、30cm/s以下のPGVについては1982年以降の建物が半数以上を占めているが、この範囲の地震動は新たに推定された北部地域でのみ得られており、この地域が新興住宅地域である影響が出ているものと思われる。

3. まとめ

強震記録と低層独立住宅被害データとを用いて推定した地震動分布を、兵庫県南部地震についての詳細な建物被害関数の構築に用いるために、西宮市が行った建物被災度調査結果を使って西宮市に関して再推定を行った。その結果、地域ごとに建物の建築年代の分布が異なることからの影響を取り除くことができ、精度の高い地震動を推定することが出来た。この地震動分布と詳細な建物被害データを用いることにより、建物の詳細な情報を含む被害関数を構築することが可能であろう。

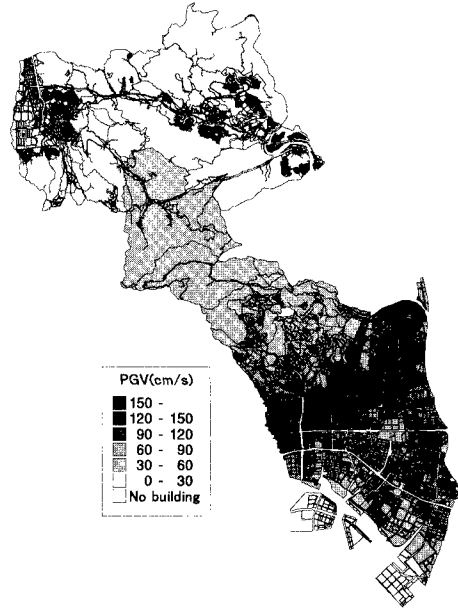


図3 再推定した西宮市の地震動分布（最大速度）

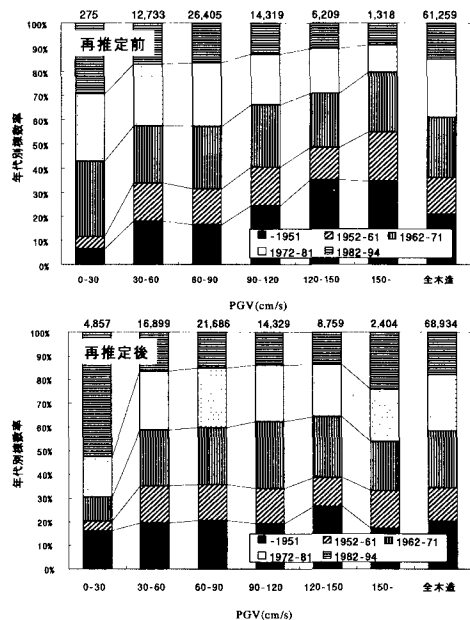


図4 PGVのランク別建築年代別棟数率

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) 山口直也, 山崎文雄(1999): 1995年兵庫県南部地震の建物被害率による地震動分布の推定, 土木学会論文集, No.612/I-46, 325-336.
- 5) 建設省建築研究所(1996): 平成7年兵庫県南部地震被害調査最終報告書.
- 6) 山口直也, 山崎文雄(1997): 兵庫県南部地震の被害分析—その7 GISを用いた西宮市の建物被害分析—生産研究 49 巻 11 号, 7-10.
- 7) 山口直也, 山崎文雄(1997): 兵庫県南部地震の被害分析—その4 西宮市における建築物被害のマクロ分析—, 生産研究 49 巻 7 号, 28-31.