地域メッシュ統計を利用した広域での非木造建築物群の震害予測

SEISMIC RISK MAPPING OF NON-WOODEN BUILDING IN LARGE AREA USING THE GRID-SQUARE STATISTICS

長谷川 浩一*, 翠 川 三 郎**

Kouichi HASEGAWA and Saburoh MIDORIKAWA

As the basis for seismic microzoning on damage of non-wooden buildings, the spatial distribution of the population of non-wooden buildings should be evaluated. In this study, a procedure to estimate the population of non-wooden buildings with different construction age is proposed using the Grid-square Statistics. The vulnerability functions for different construction age are proposed using the damage survey data in Kobe area during the 1995 Hyogo-ken Nanbu, Japan earthquake. The proposed vulnerability functions are applied at five strong-motion stations in Kobe where the main shock records are available. The estimated damage rates agree with the observations. To evaluate seismic risk of non-wooden buildings, the damage ratios are estimated from the peak ground velocity computed for a hypothetical earthquake and the proposed vulnerability functions. Then estimated populations of non-wooden buildings and the damage ratios are integrated to obtain the number of damaged buildings. This procedure is applied in Tokyo and Kanagawa prefectures, and the building damage maps in the area are shown.

Keywords : Seismic microzoning, Non-wooden building, Vulnerability function, The Grid-square Statistics, GIS

サイスマックマイクロゾーニング, 非木造建築物, 被害関数, 地域メッシュ統計, 地理情報システム

1. はじめに

地震により生じる各種構造物の被害を予測しておくことは地震被害想定と呼ばれ, 地域防災計画の基礎資料として重要な役割を果たしている。この地震被害想定は, 従来地方自治体によりそれぞれの行政区画に対して独立に行われてきた。しかし, 地震の被害は行政区画に関係なく生じるものであり, 首都圏などの大都市域では都市相互が非常に密接しているため, 地震発生時には相互の応援体制なども含めた総合的な地震防災対策が必要である。

地震被害想定の問題点として, 被害想定のための基礎データを整備するために多大な労力を要することや被害想定手法が自治体によって異なることが, 各自治体の防災担当者によって指摘されている¹⁾。また, 各自治体が整備した自然環境や都市環境の情報は限られており, 一般に公開されていない。このような現状では, 既存のデータベースを利用し, 行政区画を越えた広域の都市群を対象として統一的に地震被害想定を提案することが, 従来の地震被害想定を補うための解決策の一つと考えられる。

著者らは, 広域を対象とした地震被害想定手法として, 既存のデータベースを利用した木造建築物の震害予測手法を既に提案している²⁾³⁾。多くの業務地域を抱える大都市圏においては, 木造建築物の他に R C 造建築物などの非木造建築物が多く存在する。地震が日中に発生した場合は, オフィスなど非木造建築物での人的

被害, 物的被害, 活動停止による間接被害など多大な被害が発生することが予想されるため, 大都市圏で非木造建築物の被害予測を行っておくことは不可欠である。

非木造建築物の被害の程度は建築年代によって大きく差があることが, 兵庫県南部地震での被害調査結果から知られており⁴⁾, 震害予測の精度を高めるために, 建築年代を考慮することが重要と考えられる。本論文では, 非木造建築物群の建築年代別の棟数分布の推定手法および兵庫県南部地震の被害調査結果に基づいた Vulnerability Function(以下, 被害関数と呼ぶ)を提案し, 想定地震に対する非木造建築物の震害予測を行う手順を示す。

2. 建築年代別の非木造建築物棟数の推定

2.1 地域メッシュ統計および利用した建築物GISデータ

非木造建築物の棟数を推定するために, 既存のデータベースである地域メッシュ統計⁵⁾を利用する。総務庁統計局によって編集された地域メッシュ統計は, 国勢調査および事業所統計調査に基づいている。メッシュの大きさは基準地域メッシュ(約1km四方メッシュ)であり, 人口集中地区(D.I.D)では2分の1地域メッシュ(約500m四方メッシュ)である。国勢調査については昭和45年から5年おきのデータが, 事業所統計調査は昭和50年から約5年おきのデータがそれぞれ利用できる。

* 応用地質・GIS事業部 博士(工学)
(研究当時東京工業大学大学院)

** 東京工業大学大学院総合理工学研究科
人間環境システム専攻 教授・工博

GIS Business Division, Oyo Corporation, Dr. Eng.

Prof., Dept. of Built Environment, Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.

国勢調査は、人口、世帯、産業、職業、従業地・通学地、人口移動に関する調査項目からなるが、このうち、世帯についてのデータには、住宅の建て方別世帯数という項目が含まれている。昭和55年の調査では、一戸建、長屋建および共同住宅の3分類であり、昭和60年以降では、共同住宅はさらに階数別(1-2F, 3-5F, 6F-)に分かれている。共同住宅の3階建以上は、非木造が大半を占めると考えられ、これらの世帯数から棟数を推定できる可能性がある。

事業所統計調査は、事業所の事業活動の状態を調査し、事業所の産業、従業者規模などの基本的構造を地域別に調査したものである。調査項目のうち、事業所数や従業者数は、事業所建築物の棟数と関係があると思われる。また、開設時期別事業所数と開設当時の事業所数から、事業所の残存率が求められ、この値から事業所建築物の残存率を推定できる可能性がある。

推定される棟数がどの程度の精度を持っているのかを確認するために、実際の建築物GISデータを利用する。このデータは1989年における川崎市の建築物の形状データで、建築物一棟毎に属性データとして用途、構造、階数が含まれているが、建築年代の項目が含まれていない。そこで、現存する建築物棟数の推定結果との比較に利用する。建築年代別建築物棟数の推定結果の比較には、東京都および川崎市の統計資料⁶⁾⁷⁾から得られる、自治体全域での棟数の値を利用する。

2.2 現存する非木造建築物棟数の推定

非木造建築物は事業所建築物と中高層住宅が大半を占めると考えられるので、それぞれに対して現存する棟数の推定手法を示す。

2.2.1 中高層住宅棟数の推定

平成2年国勢調査⁸⁾のうちの住宅の建て方別世帯数には、共同住宅3-5階建、6階建以上が含まれている。これらの世帯数と昭和63年住宅統計調査⁹⁾の共同住宅3-5階建、6階建以上の棟数を首都圏の124の市区単位において比較した。この結果を図1(a), (b)に示す。いずれの場合もややばらつきがみられ、世帯数だけでは棟数を精度良く推定することができない。このばらつきは建物の規模の地域的な特徴を反映しているものと考えられる。

建築物の規模は様々な影響を受けることが考えられるが、商業・業務地域が発達した地域では広い敷地の取得が困難であるなどの理由から、共同住宅の規模は小さくなることが推測される。この地域特性を表す指標として居住人口に対する従業者数の比(以下、従業者数/人口と呼ぶ)の値を利用することとした。従業者数/人口の値は、商業・業務地域の占める割合が多い地域では大きな値をとり、住居系地域が多い地域では小さな値をとるものと考えられる。

そこで、従業者数/人口の値によって地域を分類したところ、棟数と世帯数の関係は図2のような線形の傾向がみられた。例えば、商業・業務地域に対応している従業者数/人口が1以上の地域では、他の地域より回帰係数が大きく、中高層住宅1棟の規模が小さいことがわかる。

川崎市の建築物GISデータを利用して2分の1地域メッシュ単位で世帯数と棟数との関係を調べたところ、6階建以上では市区単位での回帰式と同様の傾向を示したので、6階建以上では市

図1 首都圏市区単位での中高層共同住宅の世帯数と棟数の関係

(1) 3-5階建共同住宅の世帯数と棟数の関係

(2) 6階建以上共同住宅の世帯数と棟数の関係

図2 市区単位での中高層共同住宅の世帯数と棟数の関係

図3 2次産業従業者数と2次産業非木造建築物棟数の関係

図4 3次産業事業所数と3次産業非木造建築物棟数の関係

図5 現存する実際の非木造建築物棟数と推定棟数の比較
(a)中高層住宅, (b)事業所建築物

区単位での結果を利用する。しかし、3-5階建では市区単位での回帰式はやや過小評価となった。

これは、3-5階建住宅には共同住宅以外に店舗併用の一戸建住宅が多く含まれているためと思われる。平成5年住宅統計調査¹⁰⁾において、非木造で2階建以上の店舗併用一戸建住宅を3-5階建一戸建住宅とみなすと、3-5階建共同住宅に対する店舗併用一戸建住宅の割合は、首都圏では3-5階建共同住宅の0.36倍であることから、3-5階建共同住宅の回帰係数を1.36倍したものを3-5階建住宅の回帰式とすることとした。ただし、この倍率は地域によってやや異なり、例えば大阪府・兵庫県では1.6倍であるので、推定式(1)式を首都圏以外で利用する場合には注意を要する。

この場合の分類別の回帰式を(1)、(2)式に示す。ここで、 y_1 、 y_2 はそれぞれ住宅3-5階建、6階建以上の棟数、 x_1 、 x_2 はそれぞれ共同住宅3-5階建、6階建以上の世帯数、 r は従業員数/人口である。

$$y_1 = \begin{cases} 0.17x_1 & (1.0 \leq r) \\ 0.13x_1 & (0.5 \leq r < 1.0) \\ 0.087x_1 & (0.25 \leq r < 0.5) \\ 0.065x_1 & (r < 0.25) \end{cases} \quad \dots(1)$$

$$y_2 = \begin{cases} 0.044x_2 & (1.0 \leq r) \\ 0.022x_2 & (r < 1.0) \end{cases} \quad \dots(2)$$

2.2.2 事業所建築物棟数の推定

事業所建築物は、主に2次産業、3次産業の事業所が入居している。事業所建築物の形態は産業によって異なることが予想されるので、事業所建築物を2次産業と3次産業に分類する。

川崎市のGISデータを用いて、2次産業系の非木造建築物の棟数と、地域メッシュ統計の事業所数および従業員数との相関を2分の1地域メッシュ単位で検討したところ、2次産業の事業所数より従業員数との相関が比較的良かった。そこで、従業員数を利用することとしたが、ばらつきがそれほど小さいので、従業員数/人口で地域特性を考慮して検討したところ、図3(a)、(b)のような結果を得た。従業員数/人口が大きい分類(a)には、商業・業務地域または大規模工業地域が含まれており、前者では建築物の規模が小さく、後者では規模が比較的大きいと推測される。そ

のため、棟数と従業員数の間に非線形の関係が生じたものと考えられる。また、分類(b)は住宅地ないし商業・住宅混合地域であり、建築物の規模は小から中程度であると推測され、そのため、分類(a)と異なる関係が得られたものと考えられる。

3次産業系非木造建築物についても2次産業と同様の検討を行った。3次産業の場合には、事業所数との相関の方が比較的良かったので、3次産業事業所数をパラメータとして棟数の推定を行った。また、従業員数/人口による地域特性の分類も行ったが、相関はほとんど向上しなかった。この結果を図4に示す。

以上の結果得られた2分の1地域メッシュ単位での回帰式を棟数の推定式とし、(3)、(4)式に示す。ここで、 y_3 、 y_4 は推定される2次、3次産業系非木造建築物棟数、 x_3 、 x_4 は2次産業従業員数、3次産業事業所数、 r は従業員数/人口である。

$$y_3 = \begin{cases} 5x_3^{0.2} & (1.0 \leq r) \\ 0.8\sqrt{x_3} & (r < 1.0) \end{cases} \quad \dots(3)$$

$$y_4 = 1.5x_4^{0.7} \quad \dots(4)$$

2.2.3 非木造建築物の実際の棟数と推定値の比較

川崎市の平成元年での実際の非木造建築物棟数と、推定式(1)から(4)式を地域メッシュ統計のうち平成2年国勢調査および平成3年事業所統計調査に適用して得られた非木造建築物の推定棟数を比較した結果を図5に示す。両者は良い一致を示しており、提案した推定式の妥当性を示している。

2.3 1980年以前の非木造建築物棟数の推定

(1)から(4)の推定式を利用して、ある年代における非木造建築物棟数が推定できる。推定されたある年代での棟数に建築物の残存率を掛け合わせて、建築年代別の棟数の推定を行った。建築年代の区切りは、建築基準法の改正があった年である1980年とした。この年以降に建てられた非木造建築物は兵庫県南部地震において大きな被害は比較的軽微だったことが報告されている。同様に建築基準法の改正のあった1971年も年代の区分として重要であるが、昭和45年国勢調査には住宅の建て方別世帯数の項目がないことや、

事業所統計調査は昭和50年以降のものしか利用可能でないことから、1971年で区分を行えなかった。

2.3.1 1980年時点での非木造建築物棟数の推定

1980年時点での中高層住宅棟数推定のために地域メッシュ統計データを(1)、(2)式に適用する際、昭和55年国勢調査の共同住宅の世帯数は、階数別の分類となっていないので、昭和60年国勢調査での共同住宅の階数別の比率を昭和55年の共同住宅世帯数に乗じた値を昭和55年での世帯数として利用した。事業所棟数推定のためには、(3)、(4)式に、昭和56年事業所統計調査での従業者数、事業所数を適用した。

2.3.2 中高層住宅の残存率

著者らは以前に木造建築物の残存率の推定において、国勢調査の入居時期別人口のデータを利用した²⁾が、中高層共同住宅の建て替えは必ずしも人口の移動とは関係が無いと考えられるので、同様の手法を適用することは困難であると考えられる。そこで、住宅統計調査の東京都と神奈川県から得られる建築年代別住宅数を利用して推定した。

昭和63年、平成5年の住宅統計調査⁹⁾¹⁰⁾の中高層共同住宅の建築年代別住宅数を比較して経年別に5年間の残存率を計算した結果、経年が0～15年以上の住宅の各残存率はいずれも0.94前後の値であったので、1980年から1995年までの間の残存率はこれらの値を15年分乗じて得られた値0.84を利用する。

2.3.3 事業所建築物の残存率

事業所建築物が滅失する場合、その建築物に入居している事業所は他の地域へ転出するであろうことから、事業所が減少する割合により、事業所建築物の残存率を推定できる可能性がある。

そこで、事業所建築物の残存率の推定には、事業所統計調査の開設時期別事業所数を利用する。平成3年事業所統計調査での開設時期別事業所数は、開設時期が昭和30年、40年、50年、60年、平成2年を区切りにした各時期毎に事業所数が得られている。このうち開設時期が昭和59年以前の事業所数 N_1 と昭和56年事業所統計調査の事業所総数 N_2 を比較すると、 $J=N_1/N_2$ の値が1981年から1991年の間の近似的な事業所の残存率となる。

この事業所の残存率 J を利用して事業所建築物の残存率 R を推定する。 J と R の関係がどのようになっているのかを知るのに十分なデータが無いため、ここでは、事業所の転出率 $(1-J)$ のうち半分の割合が建築物の建て替えを伴い、事業所が残存する場合は建替えは行われないものと仮定して、事業所の残存率 J から事業所建築物の残存率 R を推定する式を(5)式のように考えた。

$$R = J + 0.5(1 - J) \quad \dots(5)$$

R は1981年から1991年の間の値であるので、1981年から1995年までの推定残存率 R_1 にするためには、 R を1.5乗する。(6)式に推定残存率 R_1 を示す。

$$R_1 = R^{1.5} \quad \dots(6)$$

2.3.4 1995年での1980年以前の非木造建築物棟数の推定

棟数推定式(1)式から(4)式を用いて、あるメッシュでの昭和55

表1 1980年以前の非木造建築物棟数と推定棟数の比較

行政区域	実際の棟数	推定棟数
川崎市	17,823	20,283
東京都	238,800	262,675

年当時の3-5階建、6階建以上の中高層共同住宅および2次、3次産業事業所建築物の推定値をそれぞれ y'_1, y'_2, y'_3, y'_4 とすると、1995年での1981年以前の非木造建築物棟数の推定値 Y' は、(7)式のように推定残存率と1980年当時の建築物棟数から計算される。

$$Y' = 0.84(y'_1 + y'_2) + R_1(y'_3 + y'_4) \quad \dots(7)$$

川崎市および東京都の全域での実際の棟数⁶⁾⁷⁾と推定棟数を比較した結果を表1に示す。ここでの実際の棟数は、いずれも軽量S造を除いた値である。川崎市、東京都ともに推定棟数は実際の棟数とおおむね一致している。東京都および神奈川県北部地域での1980年以前に建てられた非木造建築物の推定棟数の分布を図6に示す。

3. 非木造建築物の建築年代別被害関数の作成

非木造建築物の震害予測を行うためには、非木造建築物に対する被害関数が必要である。林・他¹¹⁾は、兵庫県南部地震での建設省建築研究所がとりまとめた被害調査¹²⁾(以下、被害調査Iと呼ぶ)の被災度基準に基づいて、3階建以上の中高層建築物の被害関数(以下、中高層被害関数と呼ぶ)を作成している。ただし、この中高層被害関数は建築年代別には与えられていない。

一方、中央区、灘区および東灘区で行われたコンクリート系建物の被害調査⁴⁾(以下、被害調査IIと呼ぶ)では建物の被害と建築年代が調査され、これに基づいた被害関数(以下、RC被害関数と

図6 東京都および神奈川県北部地域での1980年以前に建てられた非木造建築物の推定棟数の分布

呼ぶ)も提案されている¹³⁾。しかし、この調査の被害判定基準は被害調査Ⅰのものとは異なり、また調査された被災度は全半壊のみである。

本研究では、既に提案した木造建築物の被害予測手法との整合性を考えると、被害調査Ⅰの被害判定基準に基づく被害関数を用いることが望ましい。そこで、建築年代別のRC被害関数を利用して、被害調査Ⅰに基づく中高層被害関数を建築年代別にするための換算を行った。なお、ここで提案する被害関数は異なる調査結果をつなぎあわせて推定したもので、第一次近似的に作成されたものであり、より詳細なデータが利用できれば見直されるべきものであろう。

3.1 全年代の被害関数から建築年代別の被害関数への換算

RC被害関数では、1971年以前、1972から81年、1982年以降、および全年代に対して、最大地動速度と被害率が(8)式に示される標準正規分布関数で与えられている。

$$R(V) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{-\infty}^V e^{-\frac{(\log V' - \log V_0)^2}{2\sigma^2}} d(\log V') \quad \dots(8)$$

ここで、 $R(V)$ はある最大地動速度 V での被害率、 σ は標準偏差、 $\log V_0$ は被害率が50%になるときの最大地動速度の対数値である。

RC被害関数の各年代での式と全年代での式を適用範囲である最大速度50~150cm/sで比較すると、図7に示すように、ある地動速度 V での1971年以前の建物の被害率は最大地動速度0.8 V での全年代の被害率におおむね一致する。同様に、1972年から1981年の建築物の最大地動速度 V での被害率は、全年代の被害関数の0.9 V での被害率と、1982年以降の建築物の被害率は全年代の被害関数の1.2 V での被害率と、おおむね一致する。

そこで、ほぼ同じ被害率を与える最大地動速度の比を用いて、中高層被害関数を年代別のものにした。すなわち、全年代の中高層被害関数の V_0 を約0.8倍、約0.9倍、および1.2倍したものを、1971年以前、1972年から1981年および1982年以降の中高層被害関数のそれぞれの V_0 として与えることとした。このとき標準偏差は全年代での値に固定させている。

3.2 各被災度の建築年代別の被害関数

3.1で作成された各年代別被害関数への換算率を、中高層被害関数の全壊・大破率、中程度の損傷以上率、軽微な損傷以上率の各関数に適用した。被害調査Ⅰと被害調査Ⅱの各被災度定義には違いがある¹³⁾ので、この換算は被災度基準がほぼ等しいもの同士で行うべきであるが、RC被害関数のもととなる被害調査Ⅱは全半壊のみ調査されており他に利用できる資料がなかったため、全ての被災度基準に全半壊での換算率を適用することとした。

本論文での非木造建築物の棟数推定の際に、建築物データの制約を受けて建築年代の区切りを1981年のみとしたので、被害関数の建築年代の区切りも同様に1981年とする必要がある。1981年以前の被害関数のパラメータ V_0 は、1971年以前と1972-81年の関数の V_0 をそれぞれに対応する建築物の棟数の比率で加重平均した値とした。ここでは、建築年代別棟数を記した資料が見つからなかったため、平成5年住宅統計調査¹⁰⁾での非木造住宅の住宅数(世帯数とほぼ同数)の比率を利用した。これによると、東京都と神奈川県における非木造住宅の1970年以前の住宅数と1971-80年の住宅数

表2 非木造建築物の建築年代別被害関数のパラメータ

中高層建築物の被害関数 (林・他 ¹¹⁾ による)			換算後の建築年代別被害関数		
被災度	$\log V_0$	σ	年代	$\log V_0$	σ
全壊・大破	2.52	0.355	-1981	2.47	0.355
			1982-	2.60	0.355
中程度の 損傷以上	2.35	0.359	-1981	2.30	0.359
			1982-	2.43	0.359
軽微な 損傷以上	2.07	0.387	-1981	2.02	0.387
			1982-	2.15	0.387

図7 全年代の関数から各年代別の関数への換算の例

図8 作成された各年代別の被害関数(軽微な損傷以上)

の比はほぼ2:3であることより、この比を利用して平均値を求めた。この換算結果を表2に、作成された被害関数のうち軽微な損傷以上の関数を図8に示す。

3.3 強震観測点周辺地域での被害率と推定値との比較

作成された非木造建築物の被害関数の妥当性を確認するため、神戸市内の強震観測点のうち地表面ないしそれに準ずる地点での強震記録が得られている地点周辺での、調査結果Ⅰでの被害率と推定値との比較を行った。比較に利用した観測点は、本山第一小学校¹⁴⁾、葺合¹⁵⁾、鷹取¹⁵⁾、NTT神戸¹⁶⁾の4地点とした。これらの観測点の位置は、震度7の地域ないしその周辺に分布している。被害率の算出に用いた地域は、強震観測点から海岸線に平行な方向に約300mずつ、その直交方向に約100mずつの範囲とした。

強震観測点周辺での建築年代1981年以前と1982年以降の棟数比は、被害調査IIの結果を利用して、本山第一小学校では、灘・東灘区でのRC造建築物の比率1:1、葺合、NTT神戸および鷹取では、中央区での比率7:3とした。鷹取は長田区にあるが建築年代比を示す適当な資料がみつからなかったため、中央区の比率で代用した。

以上より、各強震観測地点での最大地動速度と非木造建築物の被害関数から各被害率を算出し、建築年代比率で加重平均した推定被害率と実際の被害率との比較を行った。各被害程度において、多少のばらつきはあるものの両者はおおむね良い一致を示し、提案した被害関数の妥当性を示している。各被害程度での比較結果を図9に示す。

4. 非木造建築物群の震害予測

以上の結果を用いて想定地震に対する非木造建築物群の震害予測を行った。想定地震として、横浜港の直下で震源深さ20km、マグニチュード7の点震源を仮定し、2分の1地域メッシュ単位での増幅度データと岩盤での最大速度振幅を乗じて地表面での最大地動速度を計算した³⁾。最大地動速度の最大値は75cm/sであった。

この最大地動速度分布と各建築年代での非木造建築物の被害関数および各建築年代での非木造建築物棟数を用いて、2分の1地域メッシュ単位での建築年代別非木造建築物の震害予測を行った。東京都および神奈川県北部地域での軽微な損傷以上を受ける非木造建築物棟数の分布を図10に示す。木造建築物の被害の分布と異なる傾向を示しており、非木造建築物が多く存在する都心部で被害が大きくなることがわかる。推定を行った地域全体で軽微な損傷の被害を受ける棟総数は約1.4万棟であり、木造建築物の被害棟数約5万棟³⁾と比べてかなり少なくなっている。これは、存在する非木造建築物の棟数が木造建築物に比べ少ないことと、同じ地震動強さに対して非木造の被害関数が木造の被害関数より被害率を小さく算出するためである。また、全壊・大破および中程度の被害を受ける棟総数は、それぞれ約150棟および約1000棟であった。ただし、ここでの震害評価には液状化の影響は考慮されていない。

5. 結論

本論文では、地域メッシュ統計を利用して非木造建築物棟数を推定し、非木造建築物の建築年代別の被害関数を作成し、非木造建築物の震害予測を行う手順を示した。以下にその結果を示す。

- (1) 地域メッシュ統計のうち国勢調査および事業所統計調査に関するデータを利用して、建築年代別の非木造建築物の棟数を推定した。
- (2) 既往の非木造建築物の被害関数から非木造建築物の建築年代別の被害関数を作成した。強震観測点4地点での最大地動速度と本論文で提案した被害関数を用いて被害率を算出し、強震観測点付近の実際の被害率と比較したところ、おおむね良い一致を示した。
- (3) 地域メッシュ統計から建築年代別の非木造建築物棟数を推定する手法、国土数値情報から最大地動速度を推定する手法および非木造建築物の建築年代別被害関数を利用して、簡便に

(a) 全壊または大破害

(b) 中程度の損傷以上

(c) 軽微な損傷以上

図9 強震観測点付近での実際の被害率と推定値の比較

非木造建築物群の震害を予測する手順を示した。

なお、ここで提案した非木造建築物棟数を推定する手法は、首都圏のデータに基づいて経験的に導いたものであることから、首都圏以外の地域に適用する際には、何らかの実データとの比較により、その適用性を確認した上で利用することが望ましい。

謝辞

本研究では、建築学会近畿支部都市計画部会、日本都市計画学

図10 東京都および神奈川県北部地域における想定地震で被害を受ける非木造建築物の推定棟数の分布

会関西支部および兵庫県都市住宅部計画課が建築物の被災度を調査しそれを建設省建築研究所がまとめた被害調査結果と建築学会近畿支部鉄筋コンクリート構造部会が調査した被害調査結果を利用させていただきました。また、本研究で用いた強震記録は、関西地震観測研究協議会、大阪ガス、鉄道総合技術研究所、N T T、積水ハウスにより観測されたものです。記して感謝いたします。

- 15) 日本建築学会兵庫県南部地震特別研究委員会：1995年兵庫県南部地震強震記録資料集，日本建築学会，1996。
- 16) 奥田賢持，赤木久真，土肥博，二宮利文，翠川三郎，松岡昌志：兵庫県南部地震におけるN T T建物の地震記録について（その3）一常時微動による神戸駅前ビルの震動特性及び地表面波の推定一，日本建築学会大会学術講演梗概集 B-2，pp.547-548，1996。

（1998年9月7日原稿受理，1999年1月28日採用決定）

参考文献

- 1) 伊藤豊治：地震被害予測システムの現状及び今後のあり方，地域安全学会論文報告集，pp.62-65，1997。
- 2) 長谷川浩一，翠川三郎：地域メッシュ統計を利用した木造建築物群の震害予測ーその1 建築年代別木造建築物群の推定ー，日本建築学会構造系論文報告集，No.497，pp.75-80，1997。
- 3) 長谷川浩一，翠川三郎，松岡昌志：地域メッシュ統計を利用した木造建築物群の震害予測ーその2 建築年代別木造建築物の被害関数の作成と震害予測例ー，日本建築学会構造系論文報告集，No.505，pp.53-59，1998。
- 4) 日本建築学会近畿支部鉄筋コンクリート構造部会：1995年兵庫県南部地震コンクリート系建物被害調査報告書，1996。
- 5) 総務庁統計局：地域メッシュ統計の概要，財団法人日本統計協会，1994。
- 6) 東京都：第47回東京都統計年鑑，1996。
- 7) 川崎市：川崎市地震被害想定調査報告書，1997。
- 8) 総務庁統計局：平成2年国勢調査報告都道府県編，財団法人日本統計協会，1992。
- 9) 総務庁統計局：昭和63年住宅統計調査報告都道府県編，財団法人日本統計協会，1990。
- 10) 総務庁統計局：平成5年住宅統計調査報告都道府県編，財団法人日本統計協会，1995。
- 11) 林康裕，宮腰淳一，田村和夫，渡辺宏一：兵庫県南部地震の建築物被害に基づく地震動強さの評価，第1回都市直下地震災害総合シンポジウム講演集，pp.89-92，1996。
- 12) 建設省建築研究所：平成7年兵庫県南部地震被害調査最終報告書，1996。
- 13) 宮越淳一，林康裕，田村和夫：1995年兵庫県南部地震の建物被害データに基づく被害関数の構築，日本建築学会大会学術講演梗概集，B-2，pp.111-112，1997。
- 14) T.Kagawa, K.Irikura and I.Yokoi:Restoring Clipped Records of Near Field Strong Ground Motion during the 1995 Hyogo-ken Nanbu(Kobe), Japan Earthquake, Journal of Natural Disaster Science, Vol.18, No.1, pp.43-57, 1996。