

建設省 土木研究所 正員 上田 治
同 上 ○正員 羽立 隆幸
日本技術開発(株) 正員 渡辺 和洋

1 まえがき

地震災害の軽減を図るには、予想される震害の程度とその分布についてあらかじめ推定しておくことが必要であり、地域防災計画の策定にあたって、それらは当然考慮に入れておくべき事項であろう。

震害の推定を行なう際の重要な要素としては、ある与えられた地点の震害の大きさとその地点におけるある一定期間内の設定された震害の程度を超過する確率であろうと考え、本報告では既往地震災害記録を解析して得られた震害率の減衰方程式を用いて震害の程度と確率統計的に評価し得る方法と示すものである。なお、解析手法としては対象とする地震の取扱い方法の違いにより手法Ⅰと手法Ⅱの2つに大別する。

2 対象とする震害率の減衰方程式

算定の対象とする震害率は既往の研究¹⁾²⁾において求められている住家震害率および公共資産損害率とする。これらの減衰方程式の一般形は(1)式で表わされ、これはMilne & Davenport(1969)³⁾の提案した修正Mercalli震度階の(2)式に示す距離減衰方程式と式の形式としては調和的である。

$$D = \bar{r} \cdot 10^{aM + bM\Delta + c\Delta} \dots\dots\dots (1)$$

ここに D: 震害率(Ratio)

M: 地震のマグニチュード

Δ : 震央距離(km)

$\bar{r}, a, b, c$: 地盤の状況により定まる係数

表-1 震害率の各係数

区 分		$\bar{r}$	a	b	c
住家 震害率	地盤Ⅰ地域	4.09×10^{-6}	0.625	0.025	-0.272
	地盤Ⅱ地域	1.37×10^{-6}	0.576	0.026	-0.248
公共資産 損害率	地盤Ⅰ地域	2.9×10^{-7}	0.62	—	-0.0028
	地盤Ⅱ地域	1.9×10^{-6}	0.62	—	-0.0028

(注) 地盤Ⅰ地域: 表層層・中層層等
地盤Ⅱ地域: 中層層

$$I_M = \bar{r} \cdot \exp(aM + bM\Delta + c\Delta) \dots\dots\dots (2)$$

ここに I_M : 修正Mercalli震度階

$\bar{r}, a, b, c$: 地盤の状況により定まる係数

3 基本的考え方

震害率は前項の減衰方程式で示したように地震のマグニチュードや対象地点までの震央距離および地盤条件の関数として表現できる。このうち地震の諸元に対する取扱い方法の違いにより次の2つの方法が提案し得る。すなわち、手法Ⅰでは震害率を求めようとする対象地域に対して影響を及ぼすであろう既往の被害地震の諸元を点震源としてとらえて確定論的に取扱うものあり、手法Ⅱでは地震の発生をある仮定した任意の面震源内に考え、位置的には全くランダムに、マグニチュードと発生頻度との関係はよく知られているGutenberg-Richterの公式によるものとし、また時間的にはpoisson過程としてとらえることにより震害率の危険度解析(Risk Analysis)を行なうものである。

対象地域およびその地盤条件の設定に当たっては、データセットの均質性・普適性を考慮して対象地域を行政管理庁告示の地域メッシュにモデル化して取扱うこととした。地盤条件設定のための基礎資料としては建設省国土地理院が作成した国土数値情報の表層地質・地形分類・土壌ファイル(KS-156)のうち地形情報を用いて行なうこととした。KS-156のファイルは「基準地域メッシュ(約1km×1km)」単位に卓越表示による分類がなされており、必要に応じてメッシュの統合が可能である。

4 方法の概要

(手法Ⅰ): 本手法は対象地点の位置、地盤状況などの条件とその地点に影響を及ぼすであろう既往の被害地震のマグニチュードおよび点震源としての震央位置などの地震に関する諸元を入力として与え、表-1に示す震

害率の減衰方程式を用いて対象地点の被害率を対象地震毎に求め、被害率の頻度分布よりその超過確率を導くものである。図-1に手法Iの概略フローを示す。このうち対象地点の位置および地盤種別についてはKS-156のファイルより対象地域の抽出を行ない、当該メッシュ単位に卓越した地盤種別をそのメッシュの地盤条件としてデータを定め、位置については各メッシュの中央の緯度経度によって表わすこととする。また、対象とする被害地震に関するマグニチュード、震央位置については文献(4)による諸元を採用することとする。なお、計算された被害率の頻度分布から超過確率を求める方法としては相対度数の累積値を用いて次式により算出する。

$$P_E(x) = 1.0 - F(x=x) \quad (3)$$

ここに $F(x=x)$: 被害率 x までの相対度数の総和

(手法II) : 本手法の計算手順は図-2に示すとおりである。基本的な解析の考え方はCornell⁵⁾やMcGuire⁶⁾によって提案されたものを適用することとした。すなわち対象地域を7年間に被害率 D 以上を越える確率は任意の面震源域内での地震の発生をPoisson過程として表わすと次式で表わされる。

$$P_E(D>d) \cong 1 - e^{-\lambda t} \quad (4)$$

$$\lambda = \sum_{d=1}^{\infty} \lambda_d \cdot g_i(d) \quad (5)$$

$$g_i(d) = \int_{m_{ul}}^{m_{ul}} \int_{r_{ul}}^{r_{ul}} P(D>d | m, r) \cdot f_r(r) \cdot f_m(m) dr dm \quad (6)$$

ここに m_{ul} : マグニチュードの上限度

m_{ll} : 耐震工学上意味のある下限度(通常 $m_{ll} = 5 \sim 6$)

r_{ul}, r_{ll} : 対象地域から面震源域の最遠点、最近点までの距離

$f_m(m)$: マグニチュードの確率密度関数

$f_r(r)$: 距離

λ : 任意の震源域の番号

λ_d : λ における年間平均地震発生回数

これらの各変数のうち λ_d および $f_m(m)$ は、Gutenberg-Richterの関係式から求むることができる。また $f_r(r)$ については面震源領域を細分化することにより数値積分の手法を用いて求められる。(したがって、上述述べた各メッシュ毎に $P_E(D>d)$ を算定できる。

以上 2つの手法により推定被害率および超過確率のMicrozoningが比較的容易に実行することが可能となる。

- (参考文献) 1) 土研資料オ1018号、福井文彦の伊豆半島沖地震における被害の分布に関する調査解析、昭和51年3月
- 2) 土研資料オ1297号、地震による資産別損害の分布性状に関する調査解析、昭和53年1月
- 3) Milne & Davenport: Distribution of Earthquake Risk in Canada S.S.A.B. Vol 59, NO.2 1969
- 4) 宇佐美龍夫: 資料 日本被害地震総覧、東京大学出版会
- 5) Cornell, C.A.: Probabilistic Analysis of Damage to Structures under Seismic Loads, 1971
- 6) McGuire, R.K.: Fortran Computer Program for Seismic Risk Analysis, 1976

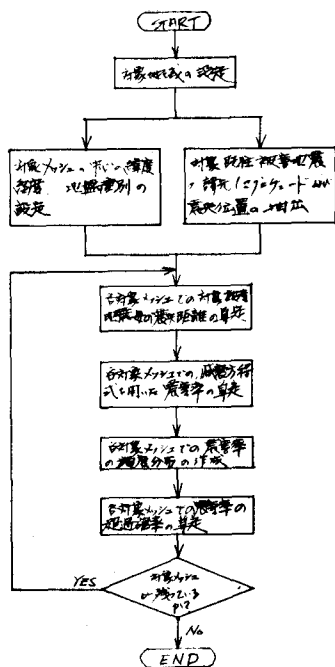


図-1 手法Iの概略フロー

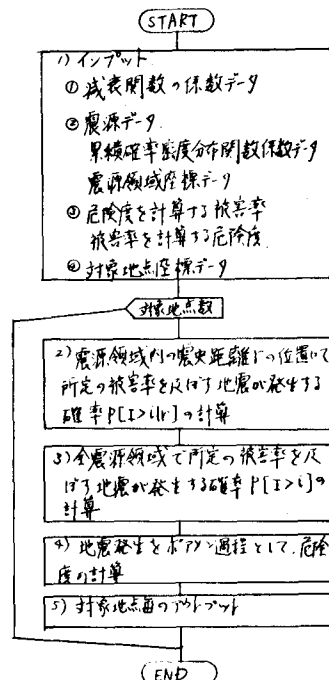


図-2 手法IIの概略フロー