

## 地震危険度解析における地震発生 モデルの取扱いについて

京都大学工学部            正員    杉戸 真太  
京都大学防災研究所    正員    亀田 弘行  
京都大学工学部        学正員 ○浅田 克佳

1. はじめに 活断層データを用いて地震危険度解析を行う場合、活断層から発生する地震の規模と発生頻度の関係をモデル化する必要があるが、このモデルとしては、b値モデルと最大モーメントモデル<sup>1)</sup>が知られている。本研究では、対象地域における地震モーメントの放出量に着目して任意のb値に対する等価な地震発生率を求める方法を提案し、各断層で起こりうる最大級の地震のみが発生するとした最大モーメントモデルとb値モデルにより得られる地震動パラメータの違いを検討した。

2. 地震発生率の算定 (1)最大モーメントモデル 本研究では文献<sup>2)</sup>で用いられている活断層データを用いて以下の手順により地震発生率を求める。まず、1個の活断層から発生する地震は断層全体の破壊によるものと仮定し、断層長Lを与えることによって、その断層から発生する地震のマグニチュードを決定する。このとき、断層から発生する地震のマグニチュードの上限値を $M_c=7.8$ とした。地震の規模がマグニチュードの上限値  $M_c$ 以上である地震を発生することになる断層については、もとの断層と変化後の断層の地震モーメント放出率が等しいと考え、マグニチュードの上限値  $M_c$ より大きな地震を発生することになる断層を、地震の規模がマグニチュードの上限値  $M_c$ である地震を発生することになる断層に変換した。次に地震の発生頻度は最大モーメントモデルにより、長さL、幅Bの断層において地震モーメント放出率 $\dot{M}_0 = \mu B L u$ であり、このとき剛性率 $\mu$ は $5 \times 10^{11}$  (dyn/cm<sup>2</sup>)、 $B=L/2$ 、 $u$ は平均変位速度である。地震モーメント $M_0$ は、文献<sup>2)</sup>によるマグニチュードと地震モーメントの関係式を用いた。これよりこの断層における地震の再現期間は $T=M_0/\dot{M}_0$ として求められる。これで1個の断層から発生する地震のマグニチュードとその発生間隔が与えられたので、その断層から発生する地震がモデル化されたことになる。次に、地震発生率は、上記のようにして求めた各断層の再現期間の逆数を各断層における年間地震発生率とし、同じマグニチュードMの地震を発生する断層の年間地震発生率の総和をその地域におけるそのマグニチュードMの年間地震発生率とする。こうしてまとめられたデータを回帰分析して地震発生率を求めた。

(2)b値モデル 本研究ではb値モデルによる地震発生率を求めるにあたり、各断層における地震モーメントの放出量の総和、すなわちその地域内の全地震モーメントの放出量が両モデルにおいて等しいと考えた。以下に地震発生率の算定方法を示す。ある地域で発生するマグニチュードがm以上の地震の数がマグニチュードの関数 $g(m)$ と表せるとある関数 $f(m)$ により次式が成立する。

$$g(m) - g(M_{\max}) = \int_m^{M_{\max}} f(m) dm, \quad f(m) = -g'(m) \quad \text{----- (1)}$$

ここで、地域内の全地震モーメントの放出量をEとすると、Eは(1)式より

$$E = \int_{M_{\min}}^{M_{\max}} \left[ \{ f(m) + g(M_{\max}) \} \cdot F(m) \right] dm \quad \text{----- (2)} \quad \text{となる。}$$

(2)式において、未知数はaとbであり、 $M_{\max}$ は地域ごとに与えられるマグニチュードの上限値、 $M_{\min}$ は6.0である。そして、Eは各断層において発生する最大マグニチュードに対する地震モーメン

トの総和であり、マグニチュードと地震モーメントの関係より求まる。従って、いま(2)式における $b$ 値を与えてやれば $a$ が求まりそれよりその地域での地震発生率が $10^a$ として求まる。本研究では、この $b$ として文献2)の歴史地震データによる $b$ 値とさらに大きな値として $b=1.30$ の場合も検討した。図1に地震発生頻度分布を示す。

3. シミュレーションと地震危険度解析 シミュレーションモデルは、文献2)に従い、地震の発生が時間軸上でランダムであると発生位置も地域内でランダムであるとした。解析の対象地点として 東経137.5度、北緯36.0度の地点を選んだ。そして、文献3)による工学的基盤面におけるアテニュエーション式を用い、再現期間を変化させて地震動パラメータを求めハザード曲線を描いた(図2参照)。これらの図を見ると、年平均発生率が0.01から0.02まで、すなわち従来の地震危険度解析で主に対象とされてきた再現期間が50年から100年の間では、地震動パラメータの値のモデルによる差はほとんど見られないのがわかる。しかし、活断層からの地震の発生間隔を考えるとモデルによる差が大きくなっていくことがわかる。

参考文献

- 1) S. G. Wesnousky, C. H. Scholz, K. Simazaki and T. Matuda : "Integration of Geological Seismological Data for the Analysis of Seismic Hazard: A Case Study of Japan". Bulletin of the seismological Society of America, Vol. 74, No. 2, pp. 687-708, April 1984.
- 2) 亀田弘行・奥村俊彦：活断層データと歴史地震データを組み合わせた地震危険度解析，土木学会論文集，第362号/I-4, pp. 407-415, 1985.
- 3) 後藤尚男・杉戸真太・亀田弘行・斉藤宏・大滝健：工学的基盤における地震動予測モデル，京都大学防災研究所年報第27号B-2別刷 昭和59年4月

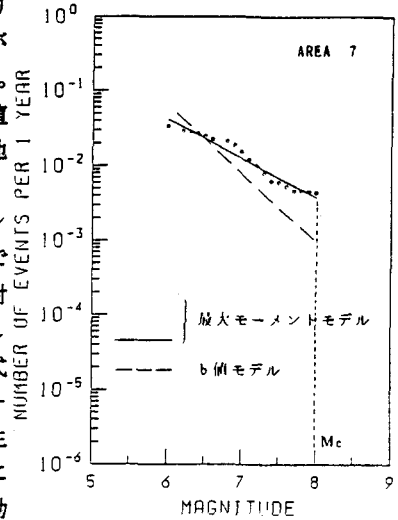
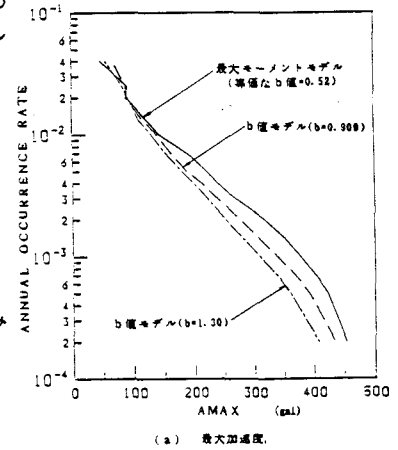
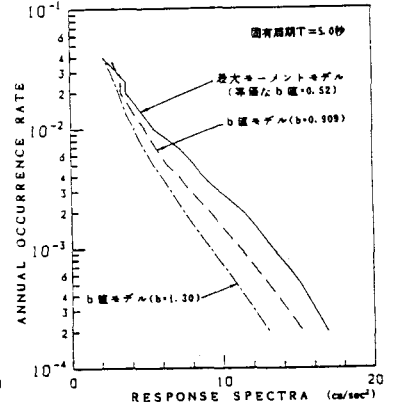
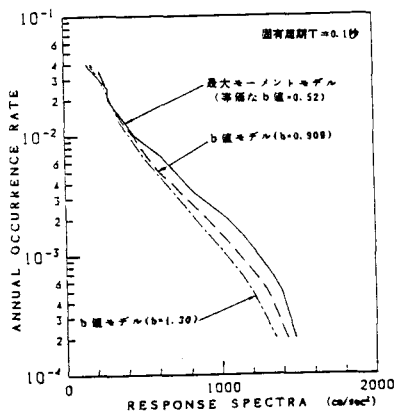


図1 マグニチュードに対する地震発生頻度分布



(a) 最大加速度



(b) 加速度応答スペクトル

図2 ハザード曲線