

I-366 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

住友信託銀行	正員	浅田 克佳
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

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¹⁾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2)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 以上である地震が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 より大きな地震が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 である地震が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 $M_o=\mu B L u$ であり、このとき剛性率 μ は 5×10^{11} (dyn/cm²)、 $B=L/2$ 、 u は平均変位速度である。地震モーメント M_o は、文献2)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 $T=M_o/M_o$ 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の地震が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、 $g(m)=10^{a-b(m-M_{min})}$ として、地域内の1年あたりの地震モーメント放出量Eは(1)式より

$$E=\int_{M_{min}}^{M_{max}} \left[\left\{ b \log_{10} 10 \cdot 10^{a-b(m-M_{min})} + 10^{a-b(M_{max}-M_{min})} \right\} \cdot U(m) \right] dm \quad \text{-----(2)} \quad \text{となる。}$$

(2)式において、 $U(m)$ はマグニチュードmの地震モーメントを表す関数である。 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地震により放出される地震モーメントの1年あたりの総和である。対象とする地域での各断層の大きさや平均変位速度が与えられると式(2)の左辺のEがえられる。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。ここでは、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し発生位置も地域内でランダムであるとした。解析の対象地域は文献2)の地域7（中部北陸地域）を選びそのほぼ中央点（東経137.5度、北緯36.0度）での地震動強度を考える。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の再現期間内での最大値の期待値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 / 1-4, 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，昭和59年4月

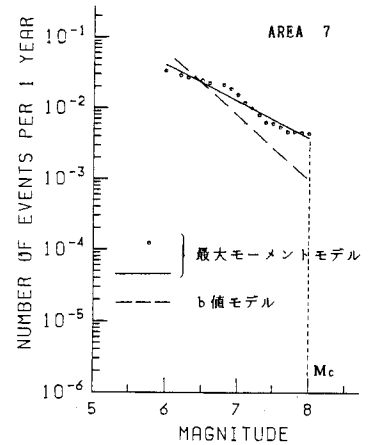
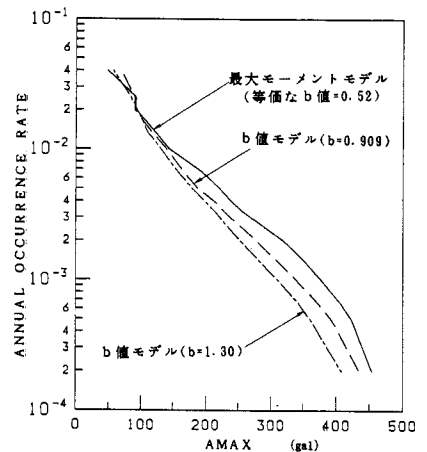
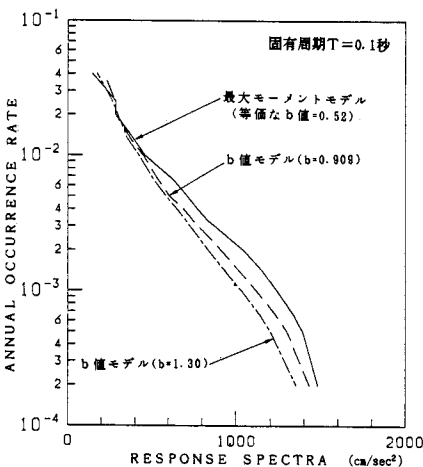


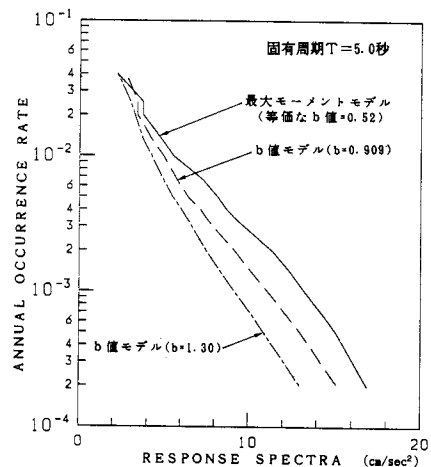
図-1 マグニチュードに対する地震発生頻度分布



(a) 最大加速度



(b) 応答スペクトル (T=0.1秒)



(c) 応答スペクトル (T=5.0秒)

図-2 最大加速度、応答スペクトルのハザード曲線