

断層活動の再帰時間を考慮した地震危険度解析

京都大学工学部 正員 亀田 弘行

榊熊谷組 正員 ○相川 文宏

1. はじめに 地震危険度の評価は耐震工学上重要である。近年、地震の発生源として活断層が注目されデータが蓄積されつつあり、活断層データを用いた地震危険度解析がいくつか行われてきた（例えば、戸松ら¹⁾など）。しかし、これらの研究はすべて活断層上の地震発生がポアソン過程に従うとしているため、歴史上活動の記録されている断層（以下地震断層と呼ぶ）と地震発生が記録されていない断層（以下地質断層と呼ぶ）とを同等の危険率で評価することになり現実的とは言えない。そこで本研究では、断層活動の再帰時間と過去の地震記録を調べ、活断層上の地震発生が再生過程に従うとしたモデルによる地震危険度解析を試みた。また、アテニュエーション式まわりのばらつきによる危険度の変化も併せて検討した。

2. 再生過程モデルによる活断層上の地震発生確率 活断層データは「日本の活断層」²⁾に記載されたもののうち確実度がI, IIの断層の長さL, 平均変位速度 \bar{u} を用いた。 \bar{u} の与えられていない断層については各活動度における平均値をとって次のように与えた。

A級：3.3 (m/1000年), B級：0.32 (m/1000年), C級：0.053 (m/1000年)

また複数の断層で同時に活動すると考えられるものは一つにまとめて扱った。

Wesnousky ら³⁾によると断層上で発生する地震の再現期間は次式で表わされる。

$$T_r = M_0^m / \dot{M}_0 \quad \text{--- (1)}$$

ここに M_0^m , \dot{M}_0 はそれぞれこの断層上で発生する最大地震の地震モーメント, 地震モーメントの年間放出率でそれぞれ次式のように表わされる。

$$\log M_0^m = 23.2 + 2.18 \log L \quad \text{--- (2)}$$

$$\dot{M}_0 = \mu \bar{u} L B \quad \text{--- (3)}$$

ただし μ は剛性率, Bは断層の幅である。断層の幅Bは断層長さLより次式で与える。

$$\log B = 0.306 + 0.548 \log L \quad \text{--- (4)}$$

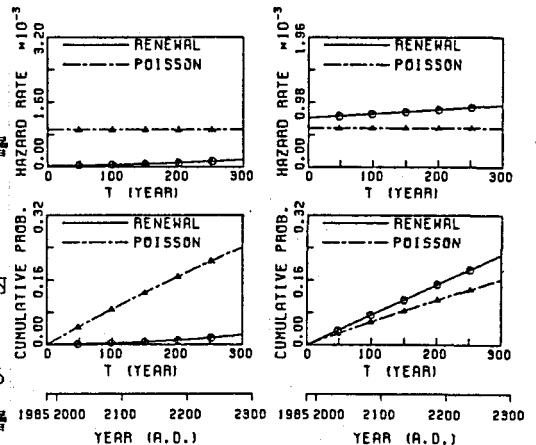
(2), (4)式はそれぞれ17個の内陸プレート内地震のデータを回帰分析して得たものである。表-1, 2に主な地震断層, 地質断層における地震発生の再現期間をそれぞれ示した。活断層上の地震発生の再帰時間 T_r は(1)式で与えられる T_r を平均値とする正規分布に従うと仮定

表-1 主な地震断層における地震発生の再現期間 T_r (年), 地震名, 地震発生年

断層名	活動度	T_r (年)	地震名	発生年
丹波断層	A	559	北伊豆地震	1930
石越断層	B	5638	伊豆半島沖地震	1974
深溝断層	C	35225	三河地震	1945
根尾谷断層	A	1090	根尾地震	1891

表-2 主な地質断層における地震発生の再現期間 T_r (年)

断層名	活動度	T_r (年)
立川断層	B	5471
跡津川断層	A	908
駒寺断層	A	618
中央構造線	A	1709



(a) 地震断層(根尾谷断層) (b) 地質断層(中央構造線)

図-1 危険率(上)と地震発生の累積確率(下)の時間的变化

すると、 T_r の確率密度関数は次式で表わされる。

$$f_{T_r}(tr) = \frac{1}{\sigma_{T_r}} \phi\left(\frac{tr - T_r}{\sigma_{T_r}}\right) \quad \text{--- (5)}$$

ここに σ_{T_r} は T_r の標準偏差で $\sigma_{T_r} = T_r/3$ と仮定した。これは海洋プレート間地震の再帰時間の変動係数が 0.27 であると指摘されている⁴⁾ ことが若干の根拠となっている。

将来活断層上で地震が発生する時刻を T_f とすると、これは次のように与えられる。

地震断層： $T_f = t_0 + T_r$ --- (6.a), 地質断層： $T_f = T_0 + T_r$ --- (6.b)

ただし、地震断層における t_0 は断層上で最後に地震の発生した年を表わす。地質断層における T_0 はその地震発生年を確率変数とし、ある範囲内で一様分布するものとした。その上限、下限は再帰時間とそのばらつき、および歴史地震データ等を調べて決定した。(5),(6.a),(6.b) 式より T_f の分布を求め、その結果、地震断層、地質断層のそれぞれについて将来のある期間における地震発生確率が求まる。図-1 に地震断層、地質断層のそれぞれにおける危険率、地震発生確率の時間的变化を示した。これらを見るとポアソン過程によると地震断層については危険度を過大評価し、地質断層については過小評価してしまうことがわかる。

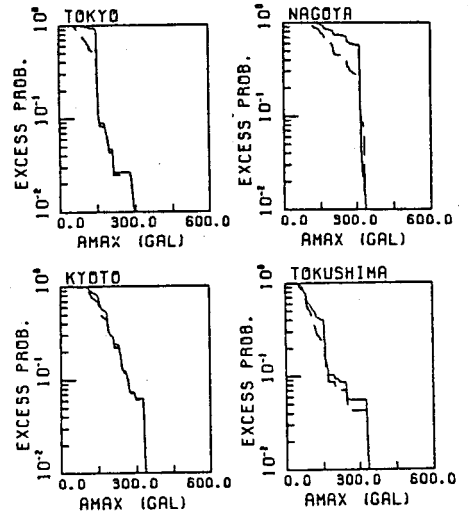


図-2 最大加速度の確率分布の再生過程モデルとポアソン過程モデルの比較
(— 再生過程, - - - ポアソン過程)

3. 解析結果 各都市において将来の75年間における最大加速度を超過する確率を再生過程によるモデルとポアソン過程によるモデルとで比較したものを図-2 に示す。図-2 を見ると再生過程による超過確率がポアソン過程による結果を全般的に上回っていることがわかる。これは活断層データの殆どが地質断層であるからである。次にアテニューエーション式まわりのばらつきによる危険度の変化を表わしたものを図-3 に示す。全般にばらつきの大きい方が危険度が高くなっているが、それらの差は、周辺に多数の活断層の存在する名古屋が中央構造線を除いて殆ど活断層の存在しない徳島に比べ、大きくなっていることからわかるように、周辺に存在する断層の総数に依存するものと思われる。

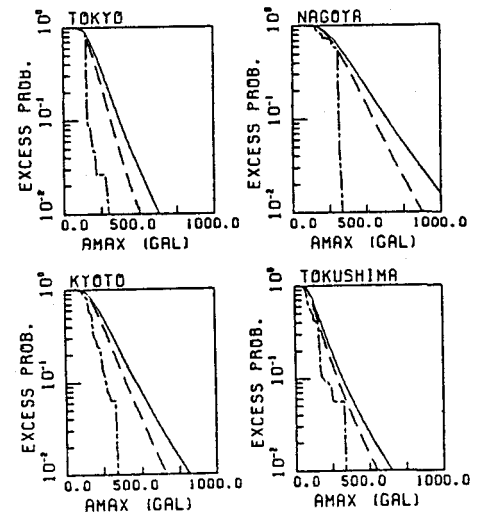


図-3 最大加速度の確率分布のばらつきによる比較
(アテニューエーション式まわりの変動係数 $\delta\sigma$:
— $\delta\sigma = 0.583$, - - - $\delta\sigma = 0.481$, - · - $\delta\sigma = 0$)

参考文献 1) 戸松・安田・片山：第17回地震工学研究発表会，pp.21-24. 2) 活断層研究会：「日本の活断層」 3) Wesnousky, Scholz, Shimazaki and Matsuda, J.G.R., Vol. 88, No. B11, 1983. 4) Wesnousky, Scholz, Shimazaki and Matsuda, B.S.S.A., Vol. 74, 1984.