

## I-450

## 断層破壊過程を考慮した最大加速度のアテニュエーション特性

京都大学防災研究所 清野純史

京都大学防災研究所 土岐憲三

京都大学防災研究所 佐藤忠信

1. まえがき 統計的な立場に立った地震動のアテニュエーションは、実地震記録を収集し、これを回帰分析することにより最大地動に関するアテニュエーション式を求めるものであった。しかしこの方法では、解析の対象とした観測記録の影響を強く受けるとともに近距離大地震の記録が少ないため、震央距離が短く、しかもマグニチュードの大きな地震に対して適用することができない。したがって、断層の広がりや問題となるような震源域では、このような回帰式にもとづく最大地動の推定は不適当であり、断層の破壊過程を考慮できるようなモデルを考え、確率論的な立場をもふまえて地震動を予測する必要がある。ここでは、断層の破壊過程の影響を考慮して大地震のパワースペクトルを求め、Kiureghian<sup>1)</sup>の方法を用いて地震基盤に入射する地震波の最大加速度の期待値を推定し、これに表層地盤による地震波の増幅度およびQ値で表される内部減衰を考慮することによって地表での最大地動の期待値を求める手法を提示する。さらに本手法の妥当性を検討するために、1923年の関東地震と1984年の長野県西部地震を例に取り、その最大加速度分布を再現する。

2. 断層破壊過程を考慮した大地震パワースペクトル 大地震による観測点での地震動は、断層面上に発生する小地震の時間的なずれを考慮することにより時間領域での重ね合わせで表現できる。これをフーリエ変換して共役複素数を乗ずると大地震のパワースペクトルが得られる<sup>2)</sup>。さらに、最大地動の期待値はこの大地震パワースペクトルの3つのスペクトルモーメントと継続時間とによって与えられる。

3. 地盤増幅度とQ値の導入<sup>3)</sup> 無限弾性体中のくい違い弾性論に基づくパワースペクトルの誘導はS波速度数kmの基盤に入射する地震動を想定しているが、地表で観測される波形は表層の影響を大きく受けるので地震波の増幅特性に及ぼす表層地盤の影響を考慮せねばならない。

小林・翠川<sup>4)</sup>は過去の震害例から地質条件と地盤の増幅度との関係を定性的に指摘するとともに、地質条件と最大加速度に対する地盤の増幅度との関係を以下のように定量的に定めている。すなわち、第四紀層は5.5、第三紀-第四紀層は5.0、第四紀噴出物は4.0、第三紀層は3.5、先第三紀層は2.5である。本研究では、地質条件から推定された上述の地盤の増幅度を2.で得られた入射波の最大加速度に乘じて地表面での最大加速度を求めた。

地震基盤から表層へ入射する地震波が震源から伝播してくる間に受ける減衰の影響も重要な問題である。ある振動数に対する波の空間的な減衰は次式で表される。

$$A(R, \omega) = A_0 \exp \left[ - \frac{\omega R_{1m}}{2cQ} \right] \quad (1)$$

ここに、AはQ値を導入する前のスペクトル振幅、 $R_{1m}$ は震源から観測点までの距離、cはS波の伝播速度である。

一般にQ値を与える式は周波数に依存しており、また、日本の各地方ごとにみても一様ではない。ここでは日本を北海道・東北地方、関東・東海地方、近畿地方、四国・九州地方の4つの地域に分け、各地域についてQ値の周波数依存式を求めてQ値の効果を取り入れた。

4. 実地震動のアテニュエーション特性の再現 断層パラメターの決定されている歴史地震の内、1923年の関東地震および1984年の長野県西部地震について最大加速度分布の再現を試みるとともに実観測記録との比較を行った。

図-1は関東地震の推定加速度分布を震度分布に対応するようにプロットしたもの、図-2は「日本地震

被害総覧」<sup>5)</sup>による気象庁発表の震度分布である。両図を比較してもわかるように、震度分布の対応は良好であり、震度VIに対応する領域の形状も良く再現できている。図-3は最大加速度と震央距離の関係を示したものである。震央距離の短い震源近傍で最大加速度のばらつきが大きくなっていることがわかる。これは、 $M$ 、 $\Delta$ の回帰式に基づく最大加速度の推定値では表し得ないような震源近傍の実際の最大加速度のばらつきを本モデルが表現していることを示している。同様に図-4、5、6は長野県西部地震に対するものである。推定した震度IVの領域と実観測の震度IVの領域<sup>6)</sup>は比較的良く対応している。図-6の最大加速度のばらつきが図-3に比べて小さいのは、断層の広がり小さいためである。

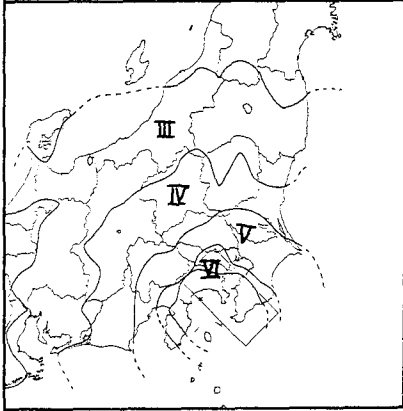


図-1 推定された震度分布  
(関東地震(1923),  $M=7.9$ )

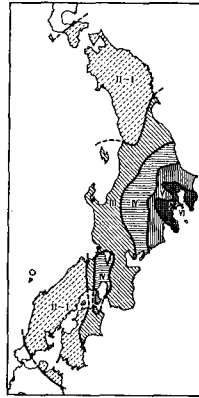


図-2 実際の震度分布<sup>5)</sup>

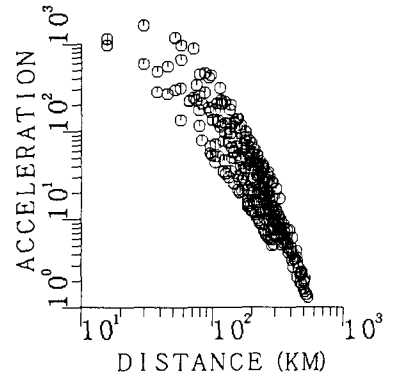


図-3 推定された最大加速度と  
震央距離の関係

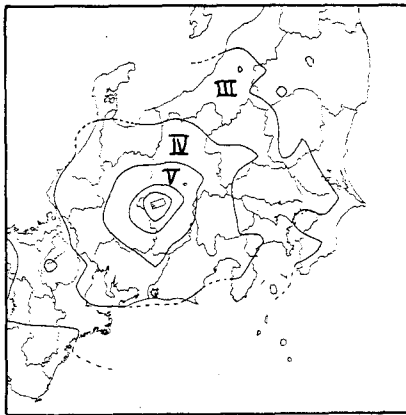


図-4 推定された震度分布  
(長野県西部地震(1984),  $M=6.4$ )

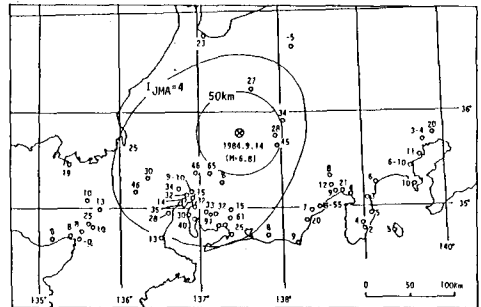


図-5 実際の震度分布<sup>6)</sup>

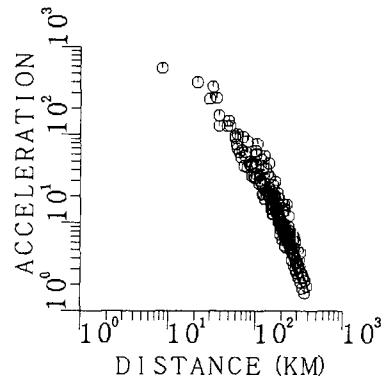


図-6 推定された最大加速度と  
震央距離の関係

参考文献 1) Kiureghian: Earthq. Eng. Struc. Dyn., Vol. 9, pp. 419-435, 1981. 2) 土岐・佐藤・清野: Proc. 7th Japan Earthq. Eng. Sym., pp. 541-546, 1986. 3) 土岐・佐藤・清野: 第22回土質工学研究発表会, 1987. 4) 翠川・小林: 日本建築学会論文報告集, 第290号, 1980. 5) 宇佐美: 日本被害地震総覧, 1975. 6) 日本建築学会東海支部: 1984年長野県西部地震被害報告, 1985.