

断層破壊過程の影響を考慮した最大加速度のアテニュエーション

京都大学防災研究所 正員 土岐憲三 佐藤忠信

清野純史

三井物産

○ 斎藤太嘉志

1. まえがき 本研究では、重ね合わせの時間遅れを加味して小地震の震源スペクトルから大地震の理論的なパワースペクトルを求め、Kiureghian (1981)¹⁾の方法で地震基盤に入射する地震波の強さの期待値を推定した。さら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面での最大加速度の期待値を求めた。これまでに日本周辺で発生したマグニチュード7.0以上の18個の大地震の最大加速度アテニュエーション特性を誘導し、その最大加速度の地表面分布を再現するとともにその妥当性を検討した。

2. 断層の破壊過程を考慮した地震基盤における最大加速度の期待値

震源と観測点との関係を図-1に示す。大地震による地震基盤(Q点)の地震動 $U_1(t)$ は次式のように断層面上に発生する小地震 $U_s(t)$ の重ね合わせで表現できる。本研究では、重ね合わせは次式で表されるような入倉²⁾の修正モデルを用いた。

$$U_1(t) = \sum_{l=1}^{n_D \times n_L} \sum_{m=1}^{n_W} U_s(t-t_{1,m})$$

ここに n_W , n_L , n_D はそれぞれ幅方向、長さ方向そしてくい違い量に関する地震モーメントによって定まる重ね合わせの個数、

$t_{1,m}$ は地震動の伝播による時間遅れを表す。さらに、 $U_1(t)$ のフーリエスペクトル $U_1(f)$ は次式のように表される。

$$U_1(f) = \sum_{l=1}^{n^2} \sum_{m=1}^n U_s(f) \cdot e^{-2\pi f t_{1,m}} \quad (2)$$

また、 $U_1(t)$ のパワースペクトル $P_1(f)$ は、

$$P_1(f) = 2 \cdot \frac{1}{T} \cdot U_1(f) \cdot U_1^*(f) \quad (3)$$

で表される。但し、 T は継続時間であり、 $*$ は共役複素数を表している。

3. 地表面最大加速度 増幅度と内部減衰(Q値) 小林・翠川³⁾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次式のように定量的に定めている。

$$\begin{aligned} G_n &= 5.5 \quad (\text{第四紀層}) \\ &= 5.0 \quad (\text{第三紀-第四紀層}) \\ &= 4.0 \quad (\text{第四紀噴出物}) \\ &= 3.5 \quad (\text{第三紀層}) \\ &= 2.5 \quad (\text{先第三紀層}) \end{aligned} \quad (4)$$

本研究では上述の手法によって得られた増幅度 G_n を用いて、地表面の最大加速度 $A_{\max}(s, t)$ を以下のよう_に定めた。

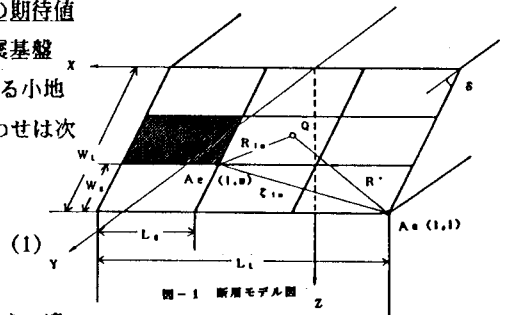


図-1 断層モデル図

$$A_{\max}(s, t) = G_A \times A_{\max}$$

(5)

また地盤の非弾性効果による内部減衰は次式で与えられる。⁴⁾

$$A(x) = A_0 \exp \left[- \frac{\omega x}{2 c Q} \right] \quad (6)$$

本研究で対象とした波はS波であり、減衰として取り扱う値はこのS波減衰 (Q_s) が望ましい。しかし、S波減衰よりもこの後に続くコーダ部分の減衰、即ちSコーダ波減衰 (Q_c) の方が求めやすいため、このため本研究ではこの値から減衰を考えることにした。 Q_c は一般に周波数に依存しており、関東、東海地方は図-2から以下の式を仮定した。

$$\log(Q_c^{-1}) = -0.6 \log(f) - 2.4 \quad (7)$$

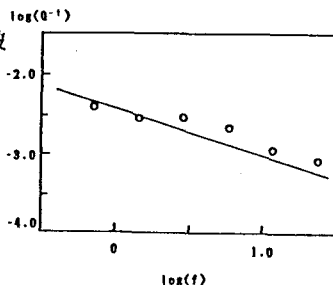
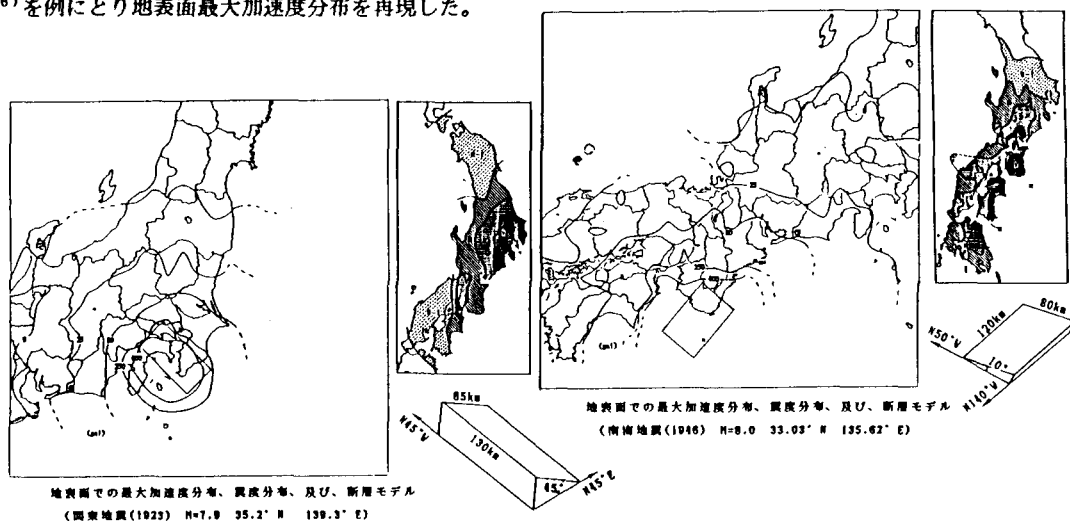


図-2 関東・東海地方におけるQ値

4. 最大加速度分布の再現 ここでは解析対象とした18の地震のうち 1923年9月1日の関東地震 ($M=7.9$)⁵⁾ と 1946年12月21日の南海地震 ($M=8.0$)⁶⁾

を例にとり地表面最大加速度分布を再現した。



5. 結論 地震のマグニチュードと最小限の断層パラメータを与えることによって、最大加速度を計算できる。伝播経路の影響を忠実に表すためのQ値、および表層の増幅特性を新たに導入することにより、地表面で得られた最大加速度分布は観測結果に基づいた震度分布をよく説明することができ、本手法の妥当性が確認できた。また、基本的にマグニチュードと断層モデルさえ整えば、観測データの少ない地震や古文書の記述のみからしか推測できない歴史的に古い地震の最大加速度分布が求まるので非常に有用な情報となり得る。

参考文献 1)kiureghian: Earthq. Eng. Struc. Dyn. Vol.9, 1981. 2)Irikura: Bull. Disas. Prev. Res. Inst., Vol.33, Part2, No.298, 1983. 3)翠川, 小林: 日本建築学会論文報告集, 第290号, 1980.4. 4)Aki: QUANTITATIVE SEISMOLOGY, Vol.1, 1980. 5)Ando: Bull. of the Geographical Surv. Inst., Ministry of Const., 49, 1971. 6) Kanamori: Physics of the Earth and Planetary Interiors, Vol.5, 1972.