

断層の形状を考慮した地震動のアテニュエーション特性について

京大工学部 ○杉戸真太・亀田弘行，熊谷組 相川文宏，京大大学院 高山 聡

1. はじめに

活断層研究会¹⁾による「日本の活断層」は、活断層データに基づく地震危険度解析を行う上できわめて貴重な資料である。このようなデータに基づいて線震源として与えられる地震断層に対する最大地動の分布を推定する場合、断層の一方向への広がりを考慮することが重要である。従来より提案されてきた最大地動の推定式（マグニチュード M ，震央距離 Δ ，より最大地動を推定する式）に立脚しつつも線震源としての断層の形状を考慮した地震動の推定法について検討した。

2. 線震源として与えられる断層に対する地震動強度分布のモデル

ある有限の広がりをもつ震源断層に対する地震動の強度の分布は、震央を中心とする円よりはむしろ断層の破壊方向や断層の形状に応じたものとなることは、過去の震害例からも明らかである。線震源として与えられる断層に対する地震動強度の分布を、断層の走向を長軸の一部とする楕円と仮定し、この楕円を確定するパラメータの決定法を検討した。

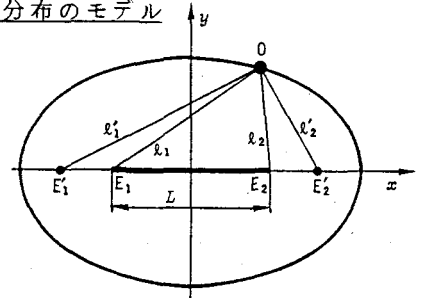


図-1 断層周辺での地震動分布モデル

断層の破壊方向が地震動強度の分布に影響を与えることは明らかであるが、一般の活断層等でその破壊方向まで推定することは難しいため、ここでは断層両端から破壊する2つのパターンの平均的な強度分布を推定するモデルとした。図-1に示すように、長さ L の断層の端点 E_1 、 E_2 から距離 l_1 、 l_2 離れた着目地点 O における最大地動は、断層を β 倍だけ延長（もしくは縮小）した点 E'_1 、 E'_2 を焦点とする楕円上で等しいと仮定する。さらに、マグニチュード M ，震央距離 Δ より最大地動を推定する経験式に基づいて点 O での最大地動を推定する場合に、その等価な震央距離 Δ_e を以下の条件を満足するように決める。すなわち、点 O を通る楕円の面積と半径 Δ_e の円の面積を等しくする。以下に工学的基盤面での最大加速度 A ，最大速度 V の推定式^{2a)}を用いた場合の上記のモデルを示す。

(i) $l'_1 + l'_2 \geq 2a_0$ の場合

$$\bar{A} = 111 \times 10^{0.534M} / (\Delta_e + 30)^{1.857} \quad (1)$$

$$\bar{V} = 2.21 \times 10^{0.545M} / (\Delta_e + 30)^{1.636} \quad (2)$$

(ii) $l'_1 + l'_2 < 2a_0$ の場合 (震央域^{a)}, $M \geq 6.0$)

$$\bar{A} = 99.6 \times 10^{0.0846M} \quad (3)$$

$$\bar{V} = 2.01 \times 10^{0.194M} \quad (4)$$

ただし、

$$\Delta_e = \frac{\sqrt{l'_1 + l'_2}}{2} \sqrt{(l'_1 + l'_2)^2 + (BL)^2} \quad l'_1 = \sqrt{l_1^2 + \left(\frac{\beta-1}{2}L\right)^2} + \frac{\beta-1}{2}(l_1^2 + L^2 - l_2^2), \quad l'_2 = \sqrt{l_2^2 + \left(\frac{\beta-1}{2}L\right)^2} + \frac{\beta-1}{2}(l_2^2 + L^2 - l_1^2)$$

$$a_0 = \sqrt{\left\{\left(\frac{BL}{2}\right)^2 + \left(\frac{BL}{2}\right)^4 + 4\Delta_0^4\right\}/2}, \quad (a_0: \text{長軸の半径}), \quad \Delta_0 = 1.06 \times 10^{0.242M} \quad -30$$

3. 大規模地震動の予測モデル^{2,3,5}によるパラメータ β の決定

文献 2), 3) で提案した EMP-IIB モデル (断層の広がりや破壊方向を考慮した工学的基盤面での非定常地震動予測モデル) を用いて、線震源として与えられる断層周辺での最大地動の分布を求め、先に示したモデルにおけるパラメータ β の最適値について検討した。

図-2 に、断層長さ(a) $L=20\text{ km}$ 、および (b) $L=80\text{ km}$ の場合の最大加速度の分布の一例を示した。図中の数値は、断層の 2 つの典型的な破壊 (case 1, 2) の場合の相乗平均である。各断層の地震モーメント M_0 は、(a) $M_0 = 3.0 \times 10^{26}$ 、(b) $M_0 = 1.0 \times 10^{28}$ dyn cm であり、これより $M=6$ の地震に相当する非定常スペクトルの重ね合わせ個数は、(a) $n_G=6$ 、(b) $n_G=29$ となる。

断層長さ $L=10\sim 80\text{ km}$ 、破壊速度 $V_r=2.0\sim 2.5\text{ km/sec}$ としてシミュレーションを行い、とくに断層近傍での最大地動分布を最も良く表現できる β の値を検討した。

表-1 には各最大加速度のレベルに対して楕円形状より試算した補正係数 β の値を示した。断層長さが長く最大加速度のレベルが大きいところで β による楕円形状が大きく影響を受けることより、とくにこのような条件下で最大加速度の分布を的確に表現する値として $\beta=1.6$ を得た。図-2 における破線は $\beta=1.6$ とした場合の式(1),(3)による値を示している。図-3 には、 $L=60\text{ km}$ ($M=7.9$ と仮定) の場合の最大加速度の分布を示した。

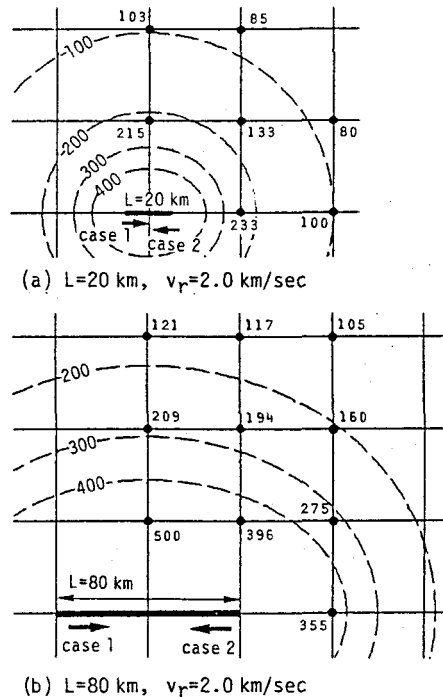


図-2 EMP-IIB モデルによる地震動分布と式(1),(3)による推定値との比較

表-1 各最大加速度レベルにおいて試算される補正係数 β

A_{max} (cm/sec^2)	$L=20\text{ km}$	$L=60\text{ km}$	$L=80\text{ km}$
200	1.74	2.38	1.99
300	1.85	1.95	1.65
400		1.67	1.42

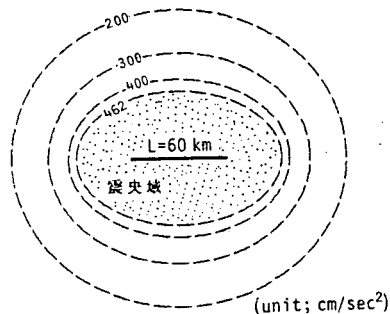


図-3 断層周辺での地震動のアテニュエーション

- 参考文献: 1) 活断層研究会; 「日本の活断層-分布図と資料」, 東京大学出版会, 1981.
2) Kameda, Sugito, Conference on Structural Analysis and Design of Nuclear Power Plants, Port Alegre-RS Oct., 1984. 3) 後藤・杉戸・亀田・斉藤・大滝, 京大防災研年報 27 号, B-2, April, 1984. 4) Kameda, Sugito, Goto, 3rd Int. Microz. Conf. Vol. III, 1982.
5) Sugito, Kameda, submitted for publication in Proc. of JSCE, No. 362/I-2, Oct., 1985.