

東洋建設(株) 正会員 黒木隆宏
 京都大学工学部 正会員 杉戸真太
 京都大学工学部 正会員 亀田弘行

1. はじめに

想定された地震規模、震央距離および地盤条件における非定常地震動を統計的に予測するモデル¹⁾が提案されているが、データの得られていない大規模かつ近距離での地震動予測には直接用いることができない。そこで、文献2), 3)では大規模な断層を小規模な断層の重ね合わせとして捉え、文献1)のモデルを用いて1次元的な震源分割モデルによる地震動予測モデルを提案した。本報では、断層近傍での地震動特性をよりの確に表現するため、断層を2次元的に扱うモデルに拡張した結果を示す。

2. 断層モデル

図-1のように着目する大規模断層を正方形な小規模断層になるように分割し、その小規模断層の中心にマグニチュードが5に相当する点震源を設置する。そこで、文献1)の統計的予測モデルから小規模断層破壊による着目地点での各振動数の非定常スペクトルが得られ、非定常スペクトルを断層破壊および波動伝播による時間遅れを考慮して重ね合わせることで大規模断層破壊による非定常スペクトルを求め、それより地震動を得る。ところで、断層を分割する数、すなわち、非定常スペクトルの重ね合わせ個数 N_q はわが国で得られた強震記録のうち、地震モーメントが算出されているものの48成分を用い、文献1)で得られるマグニチュードが5に相当する地震動の非定常スペクトルの平方根と各強震記録の非定常スペクトルの平方根の面積比として計算する。すなわち、

$$N_q = \int_{f_{g_1}}^{f_{g_2}} C(f) \cdot d(\log_{10} f) / (\log_{10} f_{g_1} - \log_{10} f_{g_2}) \quad \text{----- (1)}$$

$$\text{ここに、} C(f) = \int_0^{t_0} \sqrt{G_x(t, 2\pi f)} dt / \int_0^{t_0} \sqrt{G_x^*(t, 2\pi f)} dt$$

ただし、 G_x , G_x^* はそれぞれ実記録とマグニチュードが5に相当する地震動の非定常スペクトル、 t_0 は実記録が記録されている時間の長さ、 f_{g_1} , f_{g_2} は振動数の上限および下限である。また、重ね合わせ個数を決める際に対象とする振動数領域は、一般にスペクトル強度が1~2 Hz

付近で比較的大きい値をとることから、 $f_{g_1} = 2.59 \text{ Hz}$, $f_{g_2} = 0.55 \text{ Hz}$ とした。このようにして得られた重ね合わせ個数を地震モーメント M_0 (dyne·cm) について回帰分析し、次式を得た(図-2)。

$$\hat{N}_q = -6.917 \times M_0^{0.277} \quad \text{----- (2)}$$

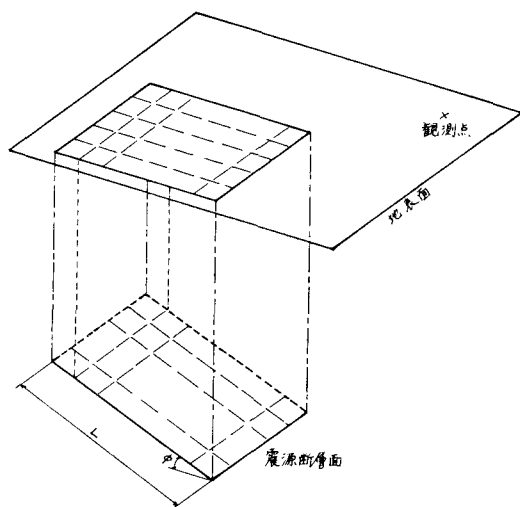


図-1 断層モデル

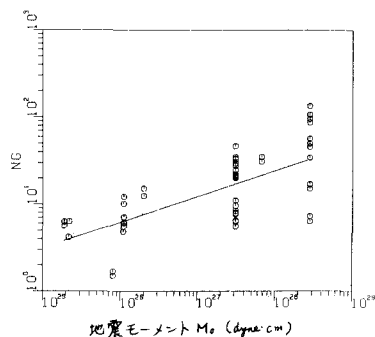


図-2 地震モーメントと重ね合わせ個数との関係

3. 断層近傍における地震動パラメータのアテニュエーション特性

2. で述べた断層モデルを用いて1968年十勝沖地震クラスの大規模断層の破壊による地震動を求めた。ここでは地震モーメントは $2.8 \times 10^{28} \text{ dyne}\cdot\text{cm}$ とし、断層の大きさは重ね合わせ個数との関係から $140 \times 100 \text{ km}$ とした。また、破壊のパターンとしては、断層の端の一系列の小規模断層が一斉に破壊し、長さ方向に進行していくパターン（ユニラテラル・線破壊）、断層の中央から破壊が始まり、同心円状にまわりに広がっていくパターン（バイラテラル・点破壊）の2とおりについて計算した。地震動の強度を表すパラメータのうち、最大加速度、最大速度および90%の継続時間ととりあげ、その断層近傍におけるアテニュエーション特性について考察した。断層と着目地点との距離として数種検討した中で、断層の中心からの距離 d_c がよくアテニュエーション特性を表わしており、また、文献4)でも従来よく用いられた震央距離よりも「震源までの距離」としてよりの確であると指摘されているので、本報では d_c についてのみ図-3に示した。なお、図中、☆印は着目地点が破壊の進行方向と同じ側に位置する場合、○印は破壊の進行方向と反対側に位置する場合であり、実線は $d_c > 50 \text{ km}$ の範囲でのそれぞれの回帰直線である。また、破線は文献5)で提案された震央域を考慮したアテニュエーション式を示している。継続時間は着目地点の位置によってはっきり分かれていて、○印の方が☆印より長い。最大加速度、最大速度は、断層近傍においては着目地点の位置による差はあまりなく同程度の値をとっているが、断層から離れると、☆印の方が○印より大きい値をとっている。このように、着目地点が破壊の進行方向に対してどのような位置にあるかということによって値は大きく異なっている。従って、地震動予測においては断層の破壊形態および破壊の進行方向に対する着目地点の位置というものが重要なパラメータであり、考慮する必要がある。

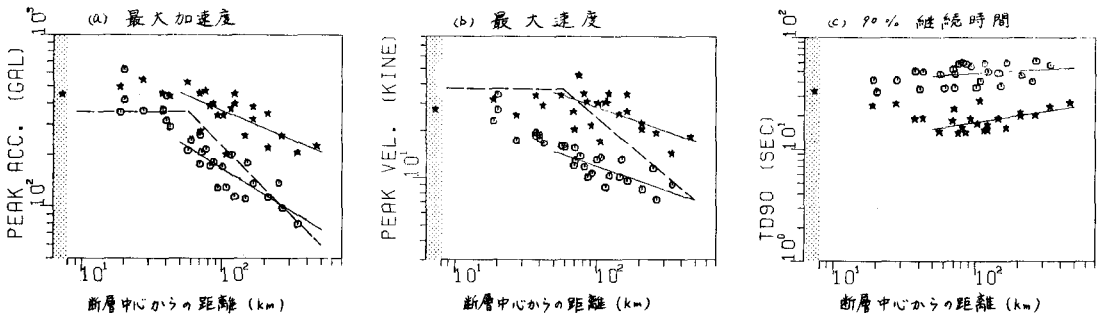


図-3 (1) 断層近傍における地震動パラメータのアテニュエーション特性（ユニラテラル・線破壊）

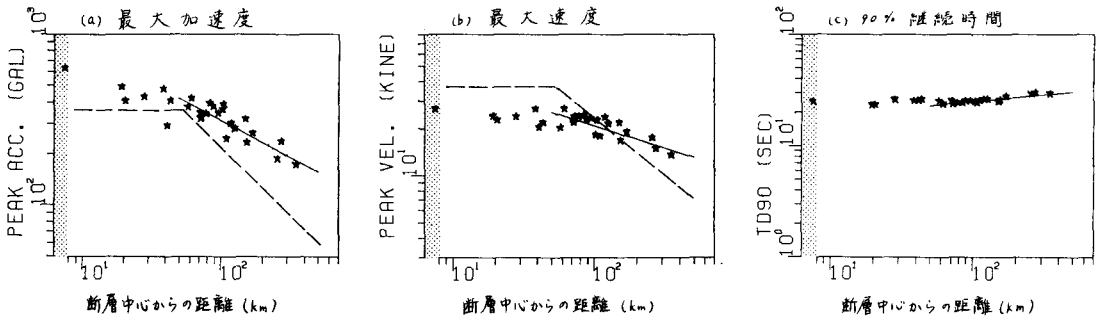


図-3 (2) 断層近傍における地震動パラメータのアテニュエーション特性（バイラテラル・点破壊）

- 参考文献 1) Kameda, Sugito, Asamura, TWCEE, Vol. 2, pp. 295-302. 2) 大沢・亀田・杉戸：土木学会第35回年次学術講演概要集(I-190), 昭55.9, pp. 376-377. 3) 奥村・後藤・杉戸：土木学会37回年次学術講演概要集(I-339), 昭57.10, pp. 677-678. 4) 亀田・恒川：昭和58年度土木学会関西支部年次学術講演会講演集, 昭58.5. 5) Kameda, Sugito, Goto, 3rd International Earthquake Microzonation Conference, Seattle, 1982, 6, Vol. 3, pp. 1463-1474.