

## 断層モデルを用いた広帯域地震動の一評価手法と相模トラフにおける地震動の予測

九州大学建設都市工学科 フェロー 大塚 久哲

1. はじめに 断層モデルを用いた地震動予測手法により、震源パラメータを種々変動させたときの地震動を数多く発生させ、予想される地震動の大きさと震源パラメータの影響の度合を検討した。

2. 広帯域地震動の推定手法 広帯域の時刻歴波形を推定するためにハイブリッド法を用いた。この方法は、地震動を長周期帯域と短周期帯域に分けて計算した後にその両者を合成し時刻歴波形を求める方法である(Somerville他、1996)。長周期帯域においては理論的グリーン関数を用いた標準的な波形計算方法を用いている。短周期帯域においては、経験的震源時間関数と、地震波振幅の方位特性を無視して計算されたグリーン関数を用いて、半経験的に地震動を作成する。ここでは、1985年メキシコ地震(Mw8.0)の際のMw6.8の余震によるCaleta deCampos(震央距離32km)で得られた加速度波形から求められた経験的震源時間関数を用いた。

## 3. 相模トラフの将来の地震動の推定 3.1 断層震源モデル

(1) 震源特性およびサイト特性 相模トラフの将来の地震動による東京湾口部のサイトA(図1)の地震動を推定する。断層面の幾何学的形状は、表1に示すように一義的に定めた。サイト特性は既往の研究による値を用いた。(2) 破壊伝播速度の設定 1923年関東地震の断層面のある深さ位置におけるs波速度の平均値は3.7km/sであることから、その0.8倍である3km/sを破壊伝播速度の中央値とした。破壊伝播速度の(中央値±標準偏差)の値を2.5km/s、3.5km/sとした。中央値の重みを0.45、変動値の重みを0.275とした。(3) 立ち上がり時間の設定 立ち上がり時間は断層面上のある位置における滑りの継続時間を表す。シミュレーションに用いた関東地震とサブイベントの立ち上がり時間の組み合わせと、重みを表2に示す。(4) 滑り分布モデルの作成 将来の相模トラフ地震を想定して8つの滑り分布モデルを作成した。各モデルに対して1/8の重みを採用した。(5) 震源位置(破壊開始点)の選定 断層走行に沿って等間隔に4箇所と深さ方向に2箇所の計8箇所の震源を仮定した。(6) 変動パラメータのまとめとケース数 上述のように8つの滑り分布モデル、8箇所の震源位置、3つの破壊伝播速度、5つの立ち上がり時間の変動を組み合わせた、 $8 \times 8 \times 3 \times 5 = 960$ ケースについてシミュレーションを行い、時刻歴波形を生成した。

## 3.2 計算結果 (1) 各パラメータの変動を考慮した応答スペクトルの中央値および標準偏差

計算された時刻歴波形のNS成分とEW成分の応答スペクトル間で系統的な相違が小さいことがわかったので、水平2成分の応答スペクトルの平均をとって結果を表示する。前述の各パラメータ値に割り当てられた重みを用いて、全セットに対する応答スペクトルの中央値および標準偏差を計算した。その結果を図2に示す。この図に示された標準偏差は全部のパラメータの変動による応答スペクトルのばらつきを表している。

## (2) 応答スペクトルの震源パラメータへの依存性(パラメトリック標準偏差)

変動を考えた4個の震源パラメータは、滑り分布、震源位置、破壊伝播速度、および立ち上がり時間である。それぞれのパラメータの変動に伴う応答スペクトルの標準偏差の自然対数をとったものを、図3に周期の関数として示す。この図から、立ち上がり時間、破壊伝播速度、震源位置、滑り分布モデルの順にその変動が応答スペクトルのばらつきに影響を及ぼすことがわかる。図3には異なるパラメータ間に相関がないと仮定して個々のパラメータの変動に関する標準偏差をすべて合成(自乗和の平方根)することによって求めた標準偏差も示す。合成された標準偏差はシミュレーションの全セットから求めた標準偏差(グローバル標準偏差)よりも小さい。このことはパラメータの影響に関して何らかの相関があることを示している。

(3) 平滑化スペクトルの作成 平滑化スペクトルは960ケースのシミュレーションから得られた応答スペクトルの平均値を滑らかなカーブで表現したものである。平滑化に関しては、当該サイトで実際に生じると予

想される平均的な地震動特性を反映していないと考えられるスペクトルのピークおよび谷を除外した。その結果を図4に示す。平滑化スペクトルの標準偏差はAbrahamson他(1990)の方法に従い2種類の不確定性(各種震源パラメータの不確定性と、モデリング自体の不確定性)による影響を考慮して作成した。

4. あとがき 本検討結果によって、本研究で用いた手法は、今後増加が予想される断層近傍における地震動評価に対して工学的に十分実用的な地震動を与えることができると考えている

参考文献 1)Somerville, P.G. et al: Estimation of strong motion time histories experienced by steel buildings during 1994 Northridge earthquake, Proc. of the 11th W.C.E.E., Acapulco, Mexico, June,1996.

表1 破壊モデルパラメータ

走向 N70° W 傾斜角 25° NE
長さ 130km 幅 70km
深さ 2.0-31.6km
地震モーメント $7.8 \times 10^{27}$ dyne-cm

表2 仮定された立ち上がり時間の分布

主要動の立ち上がり時間	サブイベントの立ち上がり時間	重み
4.0 (中央値-標準偏差)	1.5 (中央値)	.1375
6.0 (中央値)	1.0 (中央値-標準偏差)	.1375
6.0 (中央値)	1.5 (中央値)	.45
6.0 (中央値)	2.0 (中央値+標準偏差)	.1375
8.0 (中央値+標準偏差)	1.5 (中央値)	.1375

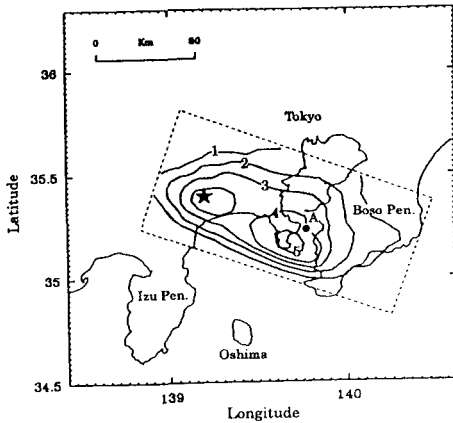


図1 1923年関東地震の断層モデルとサイトA

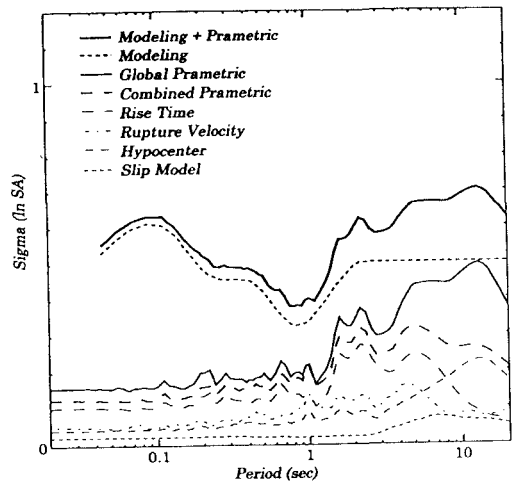


図3 応答スペクトルの標準偏差

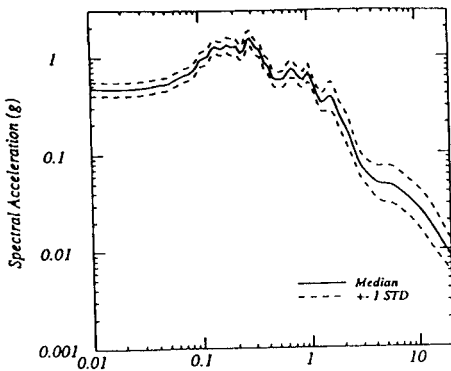


図2 全ての震源パラメータの変動を考慮した場合の応答スペクトルの中央値と標準偏差

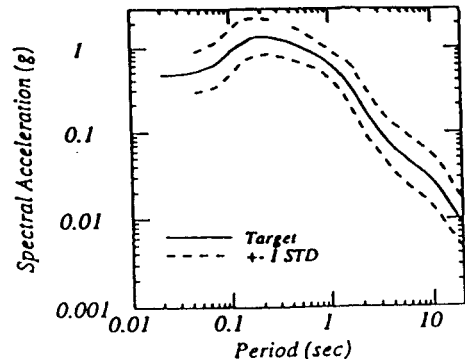


図4 平滑化された応答スペクトルの中央値とその標準偏差