

I-448 東京都区部の高密度な地盤振動特性を考慮した震度分布のシミュレーション (その2) 震度分布のシミュレーション

東京電力(株) 正 志村 聡 神奈川大学 正 荻本孝久
東京都立大学 正 国井隆弘

1. はじめに

地震による構造物の被害が、震源距離や地盤構造に基づく地震動の強さによって大きく左右されることは周知の通りである。このことから対象となる地域の地盤構造と共に、震源域の地震動の強さや震源特性の違いが大変重要になると考えられる。現在、特定の地域に対する地震動の強さの分布を地盤構造のみを用いて推定する地域地震危険度評価に関する調査研究が数多く行なわれている。一方、地震動特性は、上述のように震源特性によって異なると考えられるが、これを上記の危険度評価に組み込むことは大変困難である。すなわち、地震動特性は広域性を持ち、各々の地域(点)毎に上述した地盤の性質により著しく異なることが考えられるためであり、地震動の評価を分布が偏在し限定される強震計等の計器観測記録のみで行なうには不十分であろう。そこで本研究では、一つの試みとして主に震度分布に着目し、その高密度な評価方法として用いられているアンケートによる震度調査法を適用した実際の地震時の震度分布調査事例の結果を用いて、実地震の震度分布について、震源特性を考慮した断層震源モデルによるシミュレーションを行い両者の比較を試みた。

2. 震度分布の比較方法

1985年10月4日の千葉・茨城県境地震(M=6.1)を対象として、東京都23区に於いて行なわれた地震に関するアンケート調査結果を用いて震度分布を算定し、サイズミック・マイクロゾーニング・マップ(500m x 500m)を作成した。この算定された震度の値を基準とし、別途にパラメータを設定した断層震源モデルにより地震動のシミュレーションを行ない、得られた加速度・速度波形の最大値を震度に変換する事に震度分布によって、実際の上記地震の震度分布との比較を行った。この比較結果から、各々の地域による震度分布の差を明らかにし、震源特性・震源距離及び地盤特性の差異による地震動特性の考察を行った。

3. 断層震源モデル

断層震源モデルは比較のため2つのモデルを用いた。1つはHaskellモデルであり、このモデルは通常以下の式で算定されるスペクトルを用いて、地震動を算定する。

$$U_c(\omega) = R(\theta, \phi, r) \cdot \mu AD \cdot G(\omega) \cdot F(\omega, \tau_0) \cdot \omega \cdots (1)$$

ただし、 μ : 媒質の剛性率、 A : 断層面積、 D : 最終のずれ量、 $G(\omega)$: ずれの時間関数のスペクトル、 $F(\omega, \tau_0)$: 断層の長さ、割れ目の伝達速度、観測点とのなす角度 θ により決まる関数である。

もう一つのモデルは、断層面の不均一性をモデルに取入れた断層モデルとして、安芸等によって提案されたSpecific Barrierモデルである。基本的な円形の単一クラックから算定されるスペクトルは、震源から観測点までの距離を r とすれば、

$$G_0(\omega) = (F_s / (4\pi\beta r)) \cdot A(\omega) \cdots (2)$$

ただし、 β : 媒質のS波速度、 F_s : ダブル・カップルモデルのRadiation Pattern、 $A(\omega)$: 加速度波形のフーリエ変換である。上式を時間領域に変換し、各クラックからの寄与を時間領域で重ね合わせて全体の地震動を計算した。なお、実際の計算にあたっては、震源から基盤までの距離減衰 $Q(\omega)$ と基盤から地表面までの地盤構造による伝達関数 $H(\omega)$ を考慮することとした。

4. 震度の評価と比較

上記の断層震源モデルを用いたシミュレーション手法により算定される地震動の強さ(震度)は、最大加速度値(A_{max})および最大速度値(V_{max})で評価するものとし、1985年の千葉・茨城県境地震における震度の分布と比較するために、上記の A_{max} 、 V_{max} の値を震度に変換する。変換を行うに当たっては、次

式で与えられている河角(1943)および松村(1966)の式によった。

$$I = 2.0 (\log_{10} A_{\max} + 0.35) \quad \dots \dots \dots (3)$$

$$I = 2.0 (\log_{10} V_{\max} + 1.40) \quad \dots \dots \dots (4)$$

算定された震度分布の図を図-1, 2に示す。

5. まとめ

Haskell モデルによるシミュレーション結果（図-1）では、震度分布は全体的に23区の西部で震度が低く、特に北西部はその傾向が顕著である。東部は震度が高く、特に東南部の東京湾の湾岸は高い震度を示している。この結果による震度分布は傾向としては実際の震度分布（省略）と比較的良好に調和する。一方、Specific Barrier モデルを用いたシミュレーション結果（図-2）では、全体的に南西部で震度が低く、北東部で震度が高くなっている。これは、震源距離による影響を強く反映したものであろうと考えられる。また、実際の地震時に評価された震度とシミュレーション手法により評価された計算による震度を比較した結果を図-3, 4に示す。両モデルによる結果とも、同様に比較的良好な対応関係を示しているが、バラツキは Specific Barrier モデルによる結果の方が少ない結果となっている。以上の結果より実際の地震時の震度分布をある程度シミュレートすることができ、今後表層の地盤構造による危険度評価方法との関係について、より定量的な検討を行いたいと考えている。

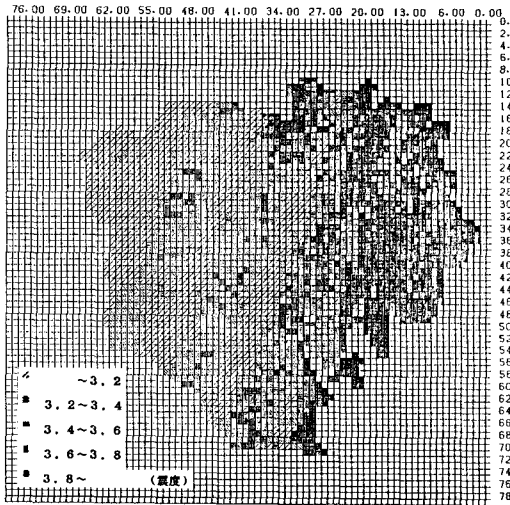


図-1 断層モデルによるSeismic Microzoning Map上での震度分布図
(Haskell Model Type-X 最大加速度変換)

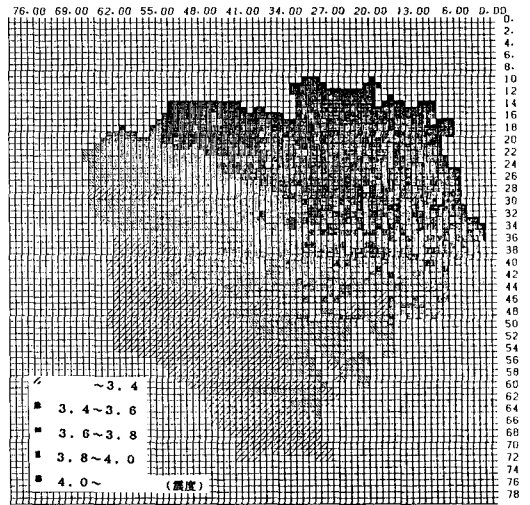


図-2 断層モデルによるSeismic Microzoning Map上での震度分布図
(Specific Barrier Model クラック21 最大加速度変換)

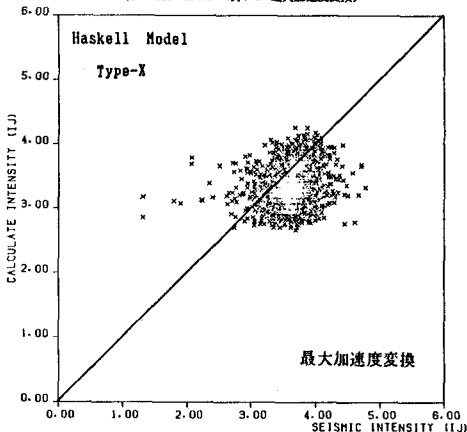


図-3 実測及び計算結果による震度の比較
(Haskell Model Type-X 最大加速度変換)

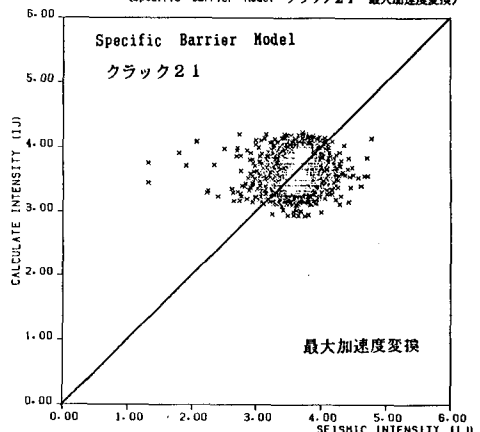


図-4 実測及び計算結果による震度の比較
(Specific Barrier Model クラック21 最大加速度変換)