

I-419

震源特性の簡単なインバージョンと強震動応答スペクトル予測

東北工業大学 正員 神山 真

1. まえがき

地震動スペクトルは大別して震源特性、伝播経路、観測点近傍の局所的地盤構造の三要因の影響を受けることが知られている。著者らは、これら三要因を整合的に考慮した応答スペクトル予測法を提案した¹⁾。著者らの方法は大地震を点震源モデルで近似して、さらに前震・余震といった中小地震の実測スペクトルをグリーン関数と見做しながら大地震のスペクトルを簡易的に予測するものであった。一方、大地震は本質的には断層に起因することから、点震源モデルには自ずと限界があると考えられる。本文は点震源モデルに基づく応答スペクトル予測の改良法を論ずるとともに、このような方法により震源特性が簡単にインバージョン可能であることを示したものである。

2. 点震源モデルにおける応答スペクトル予測法の改良

いま、図1に示すように大地震 m とそれに関連した中小地震 e を考えると式(1)が成立する¹⁾。

$$F_m(\omega) = F_e(\omega) \{R_m(\omega) \cdot S_m(\omega)\} / \{R_e(\omega) \cdot S_e(\omega)\} \quad \text{----- (1)}$$

ここに、 $F(\omega)$:地表でのスペクトル、 $R(\omega)$:伝播経路による周波数応答関数、 $S(\omega)$:震源スペクトル、 ω :円振動数。

式(1)は右辺第二項のスペクトル比が何らかの方法で知れば、中小地震のスペクトル $F_e(\omega)$ を実測することにより大地震のスペクトル $F_m(\omega)$ が予測可能であることを示したものである。著者らは式(1)の右辺第二項におけるスペクトル比を強震記録の統計解析から合理的に求める方法を提案した¹⁾。一方、式(1)は大地震の地震波放射が一点でなされることを仮定して導かれたものである。いわば、点震源に基づくものである。ところが、大地震は断層に起因することが知られている。従って、式(1)の予測法をより合理的にするためには断層モデルに調和させる工夫が必要である。図2は一樣矩形断層モデルで地震断層を模式的に示したものである。図2のような断層モデルによると地震動は断層のくい違い量などのパラメータ、radiation pattern、断層伝播によるdirectivityなど種々の要因の影響を受けることになる。一方、断層モデルと点震源モデルとの等価性を考えると、断層破壊パターンを取り込んだ形で地震動スペクトルを点震源モデルで表現することが可能である。このような等価性を考慮すると、式(1)は断層モデルの断層くい違い量、断層面積などは既に取り込んだ形になっている。従って、式(1)に加える必要があるのは断層のradiation patternとdirectivityである。ここで、radiation patternの影響がdirectivityに比し、小さいことを考慮すると、式(1)は一樣断層モデルと調和した形で次のように与えられる。

$$F_m(\omega) = F_e(\omega) \cdot \frac{R_m(\omega) \cdot S_m(\omega)}{R_e(\omega) \cdot S_e(\omega)} \cdot \frac{1}{1 - v \cdot \cos(\theta)/c} \quad \text{----- (2)}$$

ここに、 v :断層破壊の伝播速度、 c :地震波速度、 θ :断層破壊の伝播方向と観測点のなす方位角

3. 本手法の適用例

ここでは、本手法を1968年十勝沖地震に適用した例を示す。図3は同地震に対する気象庁発表の本震震源および代表的余震の震源(e_1, e_2)を示したものである。図3では、これらの地震により強震記録の得られた観測

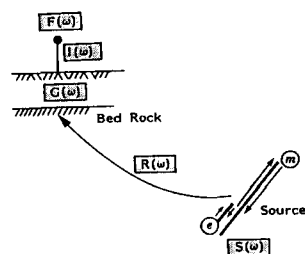


図1 地盤震動の模式図

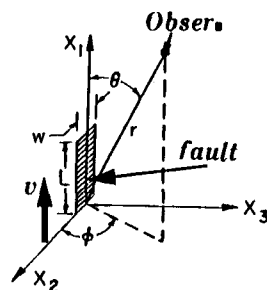


図2 一樣断層モデル

点および金森²⁾により推定された断層も併せて示されている。いま、気象庁発表の本震震源を点震源モデルの中心とみなして、式(1)により応答スペクトルを予測して、実測スペクトルと比較して示したのが図4である。明らかに大きな違いがみられる。そこで、式(2)の改良モデルで本震の断層破壊中心と断層破壊方向を最適化の方法を用いてインバージョンして、その結果得られた予測スペクトルと実測スペクトルを比較したのが図5である。また、このように最適に決められた断層破壊中心と破壊伝播方向が図3に示されている（太字の+および矢印）。図5をみると、予測スペクトルは実測のそれと良く一致していることがわかる。さらに、ここで推定された本震断層の破壊中心と破壊方向は菊地ら³⁾が長周期地震記録を用いて導いた断層モデルと良く調和している。

4. むすび

本手法は簡単な方法にも拘らず、応答スペクトル予測の精度向上が見込まれるとともに、震源特性のインバージョンが可能であることが示された。

（文献）1) Proc. of 7th Japan Earthq. Engi. Symp., 2) Bull. Seim. Soc. Am. 65, 3) Phys. Earth. Planet. Interiors. 37

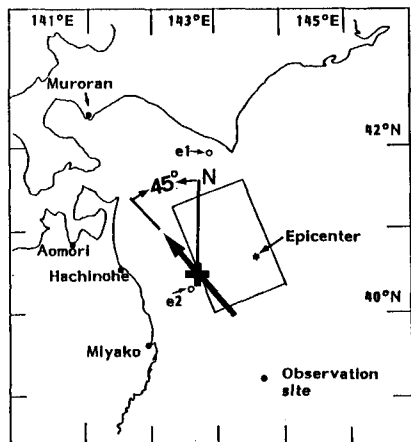


図3 1968年十勝沖地震の震源、観測点

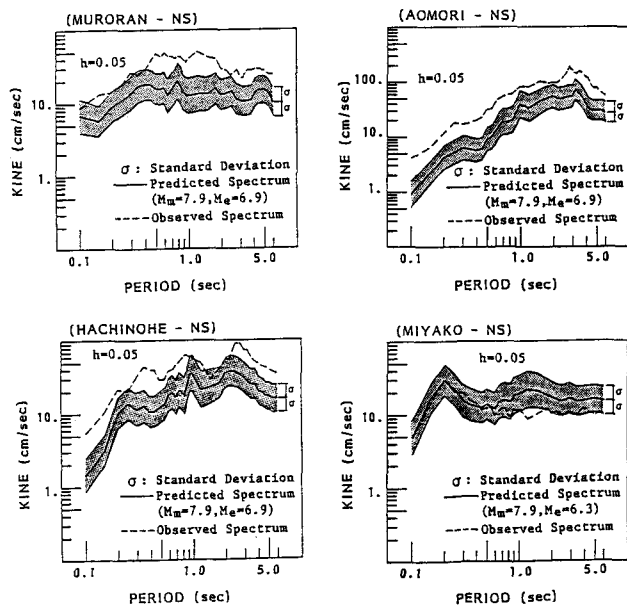


図4 点震源モデルによる応答スペクトルの比較

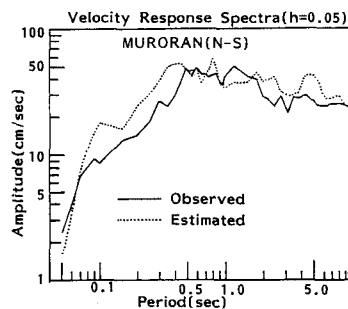


図5 (1)

改良震源モデルによる応答スペクトルの比較

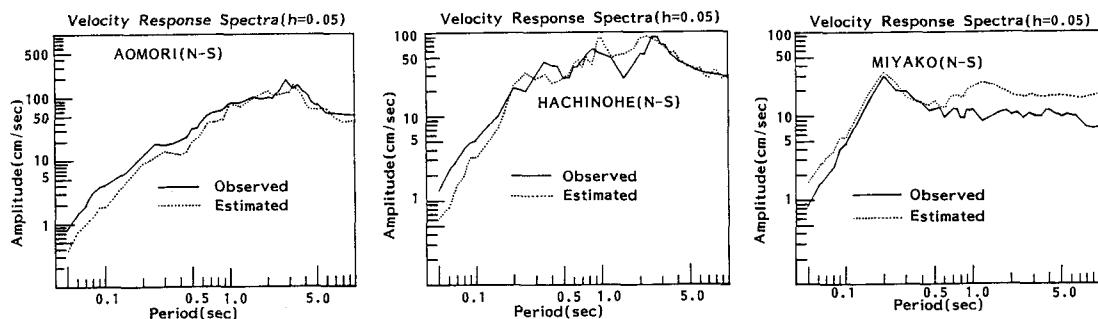


図5 (2) 改良震源モデルによる応答スペクトルの比較