

氏 名	すずき 木 亘
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 3256 号
学位授与の日付	平 成 20 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	理 学 研 究 科 地 球 惑 星 科 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	Estimation of Broadband Source Process Based on Strong Motion Modeling (強震記録モデリングに基づく広帯域震源過程の推定に関する研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 岩 田 知 孝 教 授 平 原 和 朗 教 授 Mori, James, J.

論 文 内 容 の 要 旨

震源断層からの広帯域強震動放射過程の解明は、震源の物理の理解を進め、強震動予測のための震源のモデル化手法の発展に寄与する重要な課題である。本論文では大地震時の断層破壊過程と広帯域強震動生成の関係を明らかにするために、二種類の解析により、広帯域強震動（0.1-10Hz）放射過程の推定が行われた。

一つ目の解析では、同一地域で繰り返し発生する地震の広帯域強震動放射に関わる震源過程を調べるために、2005年宮城沖の地震（M7.2）の震源モデルが推定された。観測強震記録の分析から、二つの強震動生成領域と初期破壊の存在が予想されたため、P波部の初動と第一主要動より、震源位置及び発震時に対する一つ目の強震動生成領域の破壊開始の位置と時刻が推定された。続いて経験的グリーン関数法を用いたS波部の広帯域強震波形シミュレーションにより、二つの強震動生成領域の面積、ライズタイム、破壊伝播方向、二つ目の強震動生成領域の位置が推定された。推定された強震動生成領域は低周波数波形インバージョンから推定されたすべりの大きい領域に対応しており、広帯域強震動が主としてすべりの大きい領域から生成されていることが示された。同様な手法により求められた1978年宮城県沖地震の震源モデルとの比較が行われ、1978年と2005年の地震の強震動生成領域が重ならないことが示された。本地震の結果及び既往の研究結果より、海溝型プレート境界地震の強震動生成領域の面積は同規模の内陸地殻内地震より系統的に小さいことが分かった。これらの結果から、プレート境界地震の震源モデルとして、破壊領域全体の中にアスぺリティが存在し、更にアスぺリティの内部に強震動生成を担う領域があるモデルの可能性が指摘された。

二つ目の解析では、広帯域強震動の、より詳細な放射過程を明らかにするために、波形合成手法、モデルパラメーター、一致度評価を周波数帯域ごとに統一的に取り扱う新しい震源インバージョン手法が開発され、2000年鳥取県西部地震（M7.3）へ適用された。記録一致度評価にはウェーブレット係数が導入され、周波数ごとの地震波の特徴に応じた評価を可能とした。広帯域強震波形合成には、低周波数帯域を理論波形で、高周波数帯域を小地震記録で構築したハイブリッドグリーン関数が導入された。更に段階的に細かいパラメーター分布を推定していくマルチスケール手法を用いることにより、複雑な破壊伝播過程を抽出することを可能とした。1 Hz以下の低周波数帯域の解析からは、破壊開始点の南東から上部にかけて放射強度の強い領域（アスぺリティ）が広がることが示された。1-2 Hzの帯域についてはアスぺリティの主破壊開始の領域で放射が強く、2-4 Hzの地震波はアスぺリティ破壊が終わる端部で強く放射されたという結果が得られた。1-4 Hzの地震波の放射がアスぺリティの内部や周縁の領域に局在化している可能性が指摘できる。

本論文による上記の二つの震源過程の解析により、広帯域強震動が主としてすべりの大きい領域から生成されていることが示され、中でも高周波数強震動はその中の局在化した領域から生成されている可能性が指摘された。周波数帯域ごとに行われた強震動生成過程の分析により、断層破壊の成長過程に関する知見を得た。

論文審査の結果の要旨

広帯域強震動から震源過程を明らかにすることは、詳細な震源過程の不均質性や、地震被害に関わる地震波の成因を解明する上で必要不可欠である。本論文では大地震時の震源断層面上での広帯域強震動生成過程の解明を目的として、広帯域強震記録のモデリングに基づいて震源過程が推定され、その特性の評価が行われた。本論文では二つのM7クラスの地震について、その解析条件に応じて二つの手法を適用し、広帯域強震動生成過程を推定している。

一つ目の解析では、2005年宮城県沖の地震について広帯域強震記録を説明する複数の強震動生成領域からなる震源モデルが推定され、広帯域強震動放射の観点から1978年宮城県沖地震と震源過程の比較が行われた。この研究において重要となる強震動生成領域の位置の決定について、P波初動と主破壊相の情報を用いることにより、位置推定精度の高度化が図られた。2005年と1978年の宮城県沖地震の震源モデルの比較から、二つの地震の強震動生成領域は一致していないことが示された。低周波数波形インバージョンからは二つの地震のアスぺリティ領域が重なっていることが示されており、本研究の結果はアスぺリティ内部の広帯域強震動生成に関わる領域が二つの地震で異なることを意味するもので、プレート境界地震が繰り返して発生するメカニズムを考える上で重要な知見を与えている。

二つ目の解析では、周波数帯域ごとの震源過程を連続的に推定し、詳細な広帯域強震動の放射過程を調べるために、新しい震源インバージョン手法が開発された。本手法は、ウェーブレット係数による記録一致度評価を高周波数帯域にまで拡張した点、理論的及び経験的グリーン関数を組み合わせたハイブリッドグリーン関数を震源インバージョンに導入した点が新しい。これにより周波数帯域ごとの地震波放射過程の統一的な推定を可能とした。またパラメーター推定に関してマルチスケール手法を導入し、断層面上の破壊時刻と広帯域強震動放射強度分布が安定に求められるように工夫をしている。本手法が2000年鳥取県西部地震に適用され、1 Hz以下の低周波数地震波放射の強いアスぺリティ領域が破壊開始点の南東から上部に広がるという結果を得た。また1-2 Hzの地震波は南東のアスぺリティの破壊開始の領域で放射が強く、2-4 Hzの地震波は同アスぺリティの破壊が終わる領域で放射が強かったという結果を得た。これらの結果は周波数帯域ごとの地震波の放射がアスぺリティの破壊の成長と終息に関連している可能性を示している。

本論文による二つの研究結果はそれぞれ解析手法が異なるが、大地震の震源過程が幾つかの空間的スケールの異なる不均質性に特徴付けられ、それにより周波数帯域ごとの強震動が生成されているという可能性を示している。

参考論文計9篇は、広帯域強震記録を用いた震源モデルの推定、将来想定される地震の強震動予測など大地震時の強震動生成と震源破壊過程の推定に関わる重要な研究成果をまとめたものである。これは申請者に継続的に研究を積み重ねて発展させていき、その成果をまとめていく力があることを示している。

よって、本論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。また、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。