

氏 名	か 香 川 たか お 生
学 位 の 種 類	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	論 理 博 第 1440 号
学位授与の日付	平 成 16 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	Study on surface and buried earthquake source modeling and 3-D velocity structure estimation for high-precision evaluation of strong ground motion (高精度強震動予測のための地表断層と潜在断層地震の震源および3次元速度構造のモデル化に関する研究)

論文調査委員 (主 査) 教 授 入 倉 孝 次 郎 教 授 岡 田 篤 正 教 授 Jim Mori

論 文 内 容 の 要 旨

地震動は震源破壊によるその生成、地殻内の伝播、堆積地盤による増幅によって構成される。震源断層近傍における強震動予測精度の向上を図るためには、震源破壊モデルおよび堆積地盤構造モデルの合理的な設定が重要となる。

本論文における第1の研究では、従来同一に扱われていた震源断層による破壊が地表にまで及ぶ地震（地表断層地震）と及ばない地震（潜在断層地震）の震源破壊モデルを分けて考察をおこなっている。地表断層地震と潜在断層地震では観測される地震動の特性が異なり、地震被害に大きく影響する周期約1秒の地震動成分が潜在断層地震で平均的な特徴よりも大きく、潜在断層地震では小さいことが示されている。次に、その差の原因となっている断層破壊モデルの物理的パラメータについての考察がおこなわれ、両タイプの地震ではアスペリティ（地震直前まで固着しており地震時に大きな破壊とともに強い地震動を放射する）に特徴的な相違のあることが示されている。すなわち、地表断層地震には深さ5 kmよりも浅い、応力降下量の低い、破壊速度の小さいアスペリティが存在するが、潜在断層地震にはそのようなアスペリティは無く、5 kmよりも深い、応力降下量の高い、破壊速度の大きいアスペリティが特徴的である。その結果、地表断層地震と潜在断層地震の特徴を反映した震源断層破壊モデルが提案され、それらに基づく数値シミュレーションにより、観測記録に見られる地震動の特徴を再現し得ることが確認されている。

第2の研究では、利用できる地下構造情報の多寡に応じた精度で堆積盆地構造モデルを構築する手法を提案している。与えられた地下構造情報を、複数のスプライン関数を滑らかに結合した関数群で近似することを提案し、それを用いることにより実用的かつコンパクトな堆積地盤構造の3次元モデルが構築されることを示している。次に、大阪堆積盆地を例として、地下構造情報のうち主に常時微動アレー探査に着目することにより、地震波伝播速度および密度構造をモデル化することを提案している。これらのモデル化手法を大阪堆積盆地に適用して周期1秒よりも長周期帯域の3次元波動伝播の数値シミュレーションを実施することにより、中規模地震の観測記録を良好に再現できることが示された。また、与えられた地下構造情報から基盤岩に至る地震波伝播速度および密度構造の水平成層構造（1次元モデル）を、強震動予測に必要な周期帯域（0.1-10秒）において十分な精度でモデル化する手法を提案している。提案されたモデル化手法により、地下構造情報の多い大阪堆積盆地では十分な精度で、情報の少ない他の堆積盆地でも情報量に応じた精度で、強震動予測に用いる堆積地盤構造モデルを構築することができる。

本論文では、同じ規模であれば地表断層地震よりも潜在断層地震の方が特に地震被害に直結する周期1秒の帯域で地震動が大きくなることが示され、両タイプの地震に応じた震源破壊モデルを設定することによって、その地震動の違いが説明されることが示された。このような震源破壊モデルの違いを導入することにより、強震動予測の高精度化が図られることが期待される。また、情報の多寡に応じた地盤構造モデルの構築手法が提案された。この手法を用いることにより、任意の堆積盆地を情報の質・量に応じた精度でモデル化することができるようになり、強震動予測の精度向上、また適用範囲を拡張することができる。

論文審査の結果の要旨

本研究では、周期0.1–10秒の広帯域強震動予測の高精度化を図るため、震源破壊モデルおよび堆積地盤構造モデルの合理的な設定法を提案している。この周期帯域、特に周期1秒付近の強震動は地震時の構造物被害に密接に関係しているため、強震動予測の高精度化は地震災害の防御のためにも重要な課題である。

本研究は、2つの異なる方法で強震動予測の高精度化のための検討をおこなっている。

第1の方法では、震源断層による破壊が地表までに及ぶ地震（地表断層地震）と及ばない地震（潜在断層地震）を分けて震源破壊過程の考察をおこなっている。これらは従来同一に扱われていたが、分離して解析することにより、地震被害に大きく影響する周期約1秒の地震動成分が潜在断層地震で大きく、地表断層地震では小さいことが明らかとなった。また、その地震動の差異が、深さ5 kmよりも浅い、応力降下量の低い、破壊速度の小さいアスペリティの有無にあることが解明され、これらの特徴を反映した震源破壊モデルを構築することにより、それぞれの地震タイプに応じた強震動が再現されることが示された。

深さ5 kmよりも浅いアスペリティの有無が地表断層地震と潜在断層地震の地震動を左右することは、活断層情報から強震動予測のための震源破壊モデルを構築する際に参照すべき興味深い結果である。また、現在発展段階にある破壊の動力学的検討に際しての重要な課題を提供しており、浅いアスペリティの動力学的破壊仮定の解明が大いに期待される。

第2の方法では、地下構造情報の多寡に応じて、複数のスプライン関数を滑らかに結合した関数群で3次元堆積盆地構造を近似する手法、および地震波伝播速度・密度の1次元構造をモデル化する手法が示された。これらを大阪堆積盆地に適用し、従来の地質学的知見とも矛盾しない堆積盆地構造モデルが導かれている。得られた大阪堆積盆地構造モデルを用いて3次元波動伝播の数値シミュレーションを実施することにより、中規模地震の観測記録を良好に再現し得ることが明らかとなった。

得られた大阪堆積盆地構造モデルは標準モデルとして利用されており、強震動予測の実用化において大きな成果となっている。提案手法により、任意の堆積盆地構造を与えられた情報の質・量に応じてモデル化することができ、今後強震動予測の適用地域を拡大する際の方法論として大いに期待されるものである。

参考論文計7編は、大地震の震源破壊過程の推定、地盤構造探査およびそのモデル化、強震観測記録の解析、強震動予測手法の総合的検討などであり、いずれも広い周期帯域における強震動予測の高精度化に深く関わる重要な研究成果である。これは申請者が幅広い知見を有するとともに、継続的に研究を発展させる力があることを示している。

以上の理由により、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。