

論文審査の結果の要旨

氏名 関根秀太郎

本論文は6章からなり、第1章は地震波の減衰構造研究の背景、第2章は研究に用いたデータについての記載、第3章は減衰構造推定の方法の定式化、第4章は本研究によって得られた日本列島の3次元減衰構造、第5章は減衰構造モデルを用いた地震動シミュレーションについて論じ、第6章で全体をまとめている。

日本列島全域の地殻と上部マントルには、地震波速度分布に3次元的な大規模不均質構造が存在することが、近年の高品質で大量の地震波データを用いた研究によって明らかにされている。地震波速度は、地球内部を構成する媒質の弾性的性質を表しているが、一方、地震波の減衰構造は、媒質の非弾性的性質や散乱による減衰の効果を評価する上で重要である。しかし、日本列島全体の詳細なQ構造は、これまでに得られたことがなく、近年集積しつつある高品位の大量なデータを、高性能な計算機を用いて解析することによって始めて得られる成果である。

本論文では、まず、日本全体で記録された高品位の地震波振幅データを解析する手法を開発し、その手法を実際のデータに適用し、トモグラフィー解析を行って日本列島下の3次元減衰構造を、Q値を指標として求めた。その結果、(1)地震波速度など弾性的性質と異なる側面から地殻やスラブの構造、例えば、沈み込む海洋プレートや火山の深部構造等が明らかになり、(2)現実的な地震動シミュレーションに欠かせない情報としての減衰構造モデルが提出された。

本論文では、気象庁の地震月報(1994年1月～2000年12月)の上下動最大振幅データのうち、P波あるいはS波の到着時刻から2秒以内に読み取られたものを用い、周期の情報から5Hz(周期0.1～0.3s)と2Hz(0.4～0.6s)を中心とした振幅データを選択した。5Hzの場合、P波の振幅データは2,328地震から、S波振幅データは3,236地震から得られた。観測点総数は947点であった。

本論文では、振幅データから3次元減衰構造をトモグラフィー法によって求

める手法を定式化し、計算機コードを新たに開発した。ある周期での地動振幅 A_{ij} は震源の効果 S_i 、観測点近傍での増幅 G_j 、幾何減衰 $1/R_{ij}$ と Q 値の効果の畳み込みであるとし、それらの対数をとったものを観測方程式とした。ただし、振幅データは大きな観測誤差が予想されるので初期値 ($Q=500$, 太平洋スラブ 1500) を与えた逐次的な最小二乗法で解いた。 R_{ij} や T_k の計算は吉位・他 (2001) の三次元 V_p , V_s 構造において *Koketsu and Sekine (1998)* の方法で波線追跡を行った。

新たに開発した手法により、以下のような日本列島の 3 次元地震波減衰構造 (Q_p 及び、 Q_s) が得られた。まず、東北日本の火山フロントに沿った領域に低 Q 値が、その東側に、高 Q の領域が、特に Q_s である。また、関東地方におけるフィリピン海スラブ上面の深さ 40km 付近には、*Kamiya and Kobayashi (2000)* の低速度領域と同じような位置に低 Q_s 領域が現れた。一方、西南日本におけるフィリピン海プレートの沈み込みに伴う高 Q 値は、特に Q_p で明瞭で、微小地震活動から得られているスラブ上面とよく似た形状を示している。

以上の研究によって求められた 3 次元減衰構造モデルを用いて、地震動シミュレーションを行った。例えば、茨城県の海岸線付近、深さ約 110km で発生した地震では、観測された振幅値が火山フロントの東側では大きな距離でも振幅があまり減衰しないのに対し、火山フロントの西側では同じ距離でも東側に比べて大きく減衰している。このような振幅の分布の特徴を、求められた三次元 Q 構造を用いた地震動シミュレーションで再現できることを確かめた。

以上の結果は日本列島の地震波減衰構造と、減衰構造を考慮した強震動予測研究について新しい知見を与えた。

なお、本論文の第 3 章と、第 4 章は、瀬戸内海と共同研究であるが、論文提出者が主体となって解析および論証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士 (理学) の学位を授与できると認める。