

論文審査の結果の要旨

氏名 アフニマル

盆地構造は地震による揺れに大きな影響を与えるので、三次元的な盆地構造の解明は地殻構造分野の主要なテーマの一つであるだけでなく、強震動地震学にとっても重要な研究対象となっている。しかし、堆積盆地では都市が発達しているなどの制約により、屈折法などの地震探査手法を稠密に適用することは事実上困難になっている。本論文は屈折法探査だけでなく重力探査を組み合わせることによりこの課題に取り組み、さらに得られた手法を関東平野や大阪平野などの実際の盆地構造に適用を行ったものである。

本論文は「Joint Inversion of Refraction and Gravity Data for 3-D Basin Structures (屈折法・重力データ同時インバージョンによる三次元盆地構造の研究)」と題し、全7章で以下のよう構成されている。

第1章では全体的な導入部として、三次元地下構造探査におけるインバージョン解析を歴史的に概観し、これまで主に用いられてきた屈折法地震探査の問題点を屈折波伝播の物理的制約、及び人工震源を用いることなどによる経済的制約の面から述べている。そして、これら問題点を克服する方法として、大規模な探査実験を要しない重力探査のデータの導入と、屈折法データと併せた同時インバージョンを行う手法の可能性を示唆し、この手法を関東平野や大阪平野の三次元盆地構造に適用するという本論文の目的と方向性が示されている。

その後まず第2章では、同時インバージョンの前提となる地下構造モデルを示し、成層構造及びその層境界面と層内物理定数に対するラグランジュ補間を提案している。このモデルにおける屈折波走時及び重力異常を理論的に計算する方法を定式化し、さらに得られた理論値を観測された値にマッチングさせるインバージョンの定式化が示されている。その中でも、こうした地下構造モデルでは屈折波の走時計算が従来の手法では困難になる可能性が高かったが、アイコナル方程式の差分解法に新たな演算子を定義することで解決をはかっている。

続いて第3章では、第2章で述べられた手法の検証が行われている。盆地構造を仮定して屈折波走時と重力異常を理論的に計算し、その結果に乱数誤差を加えたものを合成された観測データとする。これに対して同時インバージョン、及び屈折波走時あるいは重力異常それぞれ単独のインバージョンを行い、それらの結果が相互に比較されている。屈折波走時単独のインバージョンでは波線がほとんど通らない盆地底部全体の復元が悪く、重力異常単独のインバージョンでは盆地の最深部が復元されない。これらに対して同時インバー

ジョンでは、仮定された盆地構造がほぼ正しい形で復元された。

提案された手法は第4章で実際のデータに適用されている。大阪平野及びその周辺で得られた屈折波走時と重力異常のデータを用いて同時インバージョンを行った。実データに適用するにあたり、重要度の高い部分では細かい補間を行い、反射法探査結果や基盤露頭域の地形などが事前情報として導入された。その結果、得られた盆地構造モデルはこの地域の地質構造をよく反映したものになっており、たとえば復元された境界面の急峻部は既知の活断層によく一致している。

続く第5章では関東平野で同時インバージョンが行われた。この地域は比較的豊富なデータがあるため、現実的な複数境界面が想定され、それらの形状がインバージョンにより決定された。また、地質学的に予想されていた基盤速度（密度）の地域差に基づき、その分布も同時に決定されている。得られた結果は大局的に既存のモデルに一致しており、その上でより詳細な境界面形状や速度分布が復元されている。新たに盆地の最深点が従来より北側に見い出され、南西部の基盤深度は深くなった。

この三次元盆地構造モデルを元に、第6章では1998年5月の伊豆半島東方沖地震による地震動が差分法によりシミュレーションされている。関東平野内の強震観測点でシミュレーションされた地震動の理論波形と、そこでの実際の観測波形が比較され、盆地構造モデルの妥当性が検証された。

最後に第7章では、本論文で得られた三次元盆地構造の解析手法と、それを関東平野や大阪平野へ適用した結果がまとめられている。

以上のように本論文は堆積盆地の三次元構造解析において、地震探査データと重力探査データの併合処理という見地から新しい解析手法を提案し、合成データ・実データの両面からその妥当性を検証した。また、関東平野・大阪平野における実データの解析では、従来にない詳細な境界面形状や基盤速度分布を明らかにし、正確な盆地最深点を見出すなど、地球惑星科学にもたらす意義は大きい。

なお、本論文第2-4章は瀬戸一氏と中川康一氏との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析及び検証を行ったもので、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。