

## 地殻構造探査のためのパッシブサイスミックデータに対する地震波干渉法的リバースタイムマイグレーション

### Seismic interferometric reverse time migration to passive seismic data for subsurface structural survey

白石 和也<sup>1\*</sup>

Kazuya Shiraiishi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>(株)地球科学総合研究所

<sup>1</sup>JGI, Inc.

#### (1) 研究の目的

本講演では、自然地震観測記録や環境雑震動などのパッシブサイスミックデータを直接利用して、リバースタイムマイグレーションにより地殻構造を可視化する方法を示す。地震波干渉法は主にデータ領域において利用され、観測に用いた受振点間の仮想震源記録を合成した後に、波形解析やイメージングに用いられるのが一般的である。しかしここでは、地震波干渉法の概念をイメージング過程に導入することにより、パッシブデータを直接利用して実体波による地下の反射面や散乱体のイメージングを行うことを目的とする。工学的社会背景として主要な地下利用分野においてモニタリング調査と称する受動的なデータ収集を行う機会が増える中、パッシブサイスミックデータを有効活用する解析技術の開発は重要である。

#### (2) 背景となる技術体系

本手法の基礎となる主な技術は「リバースタイムマイグレーション (Reverse Time Migration, RTM)」と「地震波干渉法 (Seismic Interferometry, SI)」である。RTMは物理探査分野において近年の主要なイメージング技術の一つである。RTMは計算コストがかかるものの波動場の再現度が高いため、従来法では対処困難であった複雑な地下構造に対して効果を発揮している。反射法地震探査におけるRTMの原理は、発震点から震源波形を順伝播させた波動場と受振点から受振波形記録を逆伝播させた波動場について、同一時刻の相関を観測時間について積分すること(イメージングコンディション)により地下の反射面や散乱体を結像させることである。RTMのイメージング過程自体は、波動場モデリングツールがあれば比較的容易に実装可能である。

一方のSIは、制御震源記録のリデータミングやパッシブサイスミックデータからの信号抽出などを目的にその活用分野を広げつつある。データ領域でのSIの基本は、地中の震源で励起された地震波が地表の受振点Aへ到達した後、下方へ再伝播し地下の境界面で上方へと反射して別の受振点Bで観測される場合、両者の観測波形記録を相関処理することで点Aを震源として点Bへ伝播する地震波形記録を合成することである。

#### (3) SI-RTMの実装と数値シミュレーションによる検証

ここで提案するイメージング手法 (Seismic interferometric reverse time migration, SI-RTM) は、RTMによるイメージング過程にSIの概念を導入し、イメージ領域での干渉処理により地下構造を可視化する。SI-RTMでは、通常のRTMにおける順伝播させる震源波形と逆伝播させる観測記録の代わりに、信号を含む任意の時間窓について仮想発震点となる受振点から観測波形記録を順伝播させ受振点側からは観測波形記録を逆伝播させる。すると、データ領域で干渉処理により抽出されるフェーズを考えた場合、一度地表面から下方に伝播した地震波(順伝播波動場)とその波が境界面で反射して別の受振点で観測された波(逆伝播波動場)が反射点でイメージングコンディションを満足し、地下の反射面や散乱体が結像することになる。これは、速度モデルに基づく波動場外挿と地震波干渉処理をイメージ領域で同時に行っていることに相当する。

本研究では、2Dシミュレーションデータを用いてSI-RTMの検証を行った。弾性波動場の有限差分法モデリングにより、(a)近地自然地震観測記録と(b)実体波を主とする環境雑震動を想定した二種類のパッシブサイスミックデータを合成し、テストデータとした。音響波動場のもとで実装したSI-RTMを、それぞれのデータに適用してモデル構造の再現テストを行った。いずれの場合もモデルの再現性は高く、SI-RTMの妥当性を確認できた。

#### (4) SI-RTMの特徴と課題

本手法に期待される長所は、パッシブサイスミックデータの直接利用に加えて、震源に関わる諸情報が厳密にはわからない場合も利用できる点である。また、震源や観測点の分布が不均質かつ疎らなときに、データ領域における干渉処理結果ではフェーズの特定が困難で解析の難しいことが多いが、そのような場合にデータ領域(仮想震源記録)とイメージ領域(SI-RTM断面)の双方からのアプローチで解析精度の向上を期待できる。短所は、データ量や対象エリアのサイズによっては計算コストが莫大なこと、事前に速度モデルが必要な点である。後者については、従来法と本手法を組み合わせ速度モデルを構築していく枠組みを今後設計する。その他の技術的課題として、理論的な裏付けや成分記録への対応を行うとともに、実際のパッシブサイスミックデータの解析をする中で現実的な問題は順次解決される。

# Japan Geoscience Union Meeting 2013

(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SSS24-04

会場:303

時間:5月20日 09:45-10:00

キーワード: リバースタイムマイグレーション, 地震波干渉法, パッシブサイスミック, 反射法地震探査, 数値シミュレーション

Keywords: reverse time migration, seismic interferometry, passive seismic, reflection seismic survey, numerical simulation