

経験的グリーンテンソルを用いた微小地震のモーメントテンソルインバージョン Moment tensor inversion using empirical Green's tensor derivatives

伊藤 喜宏 [1], 岡田 知己 [2], 松澤 暢 [2], 伊東 明彦 [3], 海野 徳仁 [1], 長谷川 昭 [2]

Yoshihiro Ito [1], Tomomi Okada [1], Toru Matsuzawa [2], Akihiko Ito [3], Norihito Umino [1], Akira Hasegawa [4]

[1] 東北大・予知セ, [2] 東北大・理・予知セ, [3] 宇都宮大・教育

[1] RCPEV, Tohoku Univ., [2] RCPEVE, Tohoku Univ., [3] Utsunomiya Univ., [4] RCPEV, Graduate School of Sci., Tohoku Univ.

地震波形を用いたインバージョンを行う場合、いかに現実の地下構造を反映したグリーン関数を計算するかが重要な問題となる。これに対し、本研究では、地下の構造を仮定する必要のない経験的グリーンテンソルを求めることにより、短周期地震計で観測された波形を用いて、微小地震のモーメントテンソル解をインバージョン法で推定した。得られたメカニズム解は、P波初動の押し引き分布を満足し、経験的グリーンテンソルから合成した理論波形は観測波形を良く再現することがわかった。

1. はじめに

モーメントテンソルインバージョンにより震源のモーメントテンソル解を推定する場合、いかに実際の構造を反映したグリーン関数を計算するかが重要になる。短周期地震計を用いた微小地震の観測で得られた波形を用いる場合、これまでの解析に用いられてきたnear-field termや表面波のような震源の情報を含んだ長周期成分は期待できない。また、短周期成分を用いて解析するために、数ヘルツの波まで説明する地下の構造を仮定することは現実的でない。一方で、地下の構造を仮定せず、モーメントテンソルが既知である地震の波形を経験的グリーン関数として、経験的グリーンテンソルを求める方法がPlicka and Zahradnik(1998)により示された。そこで本研究では、この方法により計算された経験的グリーンテンソルを、短周期地震計で観測された微小地震のモーメントテンソルインバージョンに応用したので報告する。

2. データおよび解析

解析には1998年8月3日に福島県西郷村で発生したM4.9の地震の臨時余震観測[伊藤・他(1998)]の固有周期2 Hzの地震計により得られた三成分速度記録のデータを使用した。

経験的グリーンテンソルを求める方法はPlicka and Zahradnik(1998)の方法を用いた。この方法では、注目する地震群の震源の広がり、注目する波長および震央距離に比べて十分小さい条件下で、個々の地震のグリーン関数が等しいという仮定にもとづき、モーメントテンソルMが既知である複数の地震の観測波形Dより $D = MG$ の逆問題を解くことで経験的グリーンテンソルGを求める。

本研究では臨時観測点および東北大学の定常観測点のP波初動押し引き分布からメカニズム解を推定できる地震を選び出し、上記の方法で経験的グリーンテンソルを計算した。この経験的グリーンテンソルを用いてKikuchi and Kanamori(1991)のインバージョン法によりモーメントテンソル解を求めた。

3. 結果および議論

はじめに、得られた経験的グリーンテンソルの妥当性を確かめるために、それを求めるのに用いた地震波形に対して、インバージョンを行い、メカニズム解が再現されるか調べた。その結果、仮定したメカニズム解とほぼ同じ解がインバージョンにより求められることが確認できた。

つぎに、P波初動の押し引き分布からでは解が推定できなかった地震に対して、先に求めた経験的グリーンテンソルを用いてインバージョンを行ったところ、押し引き分布および観測波形を十分説明する解が得られた。本解析により求められた余震のメカニズム解は本震のメカニズム解[海野・他(1998)]と調和的な東西圧縮の逆断層タイプの解だけでなく、横ずれ成分を多く含む解も存在することが分かった。

また、解析に用いる時間幅をS波到達の前からSコーダ部分を含む範囲にすることで、安定した解が得られることが分かった。これにより、P波部分を分離することで、震源位置の違いでS-P時間が違うことによる影響を取り除くことができた。また、S波到達直前に見られるSP変換波およびS波コーダに含まれるソースの情報も計算に取り入れることで少数の観測点のデータから解を得ることができた。一般に短周期地震波形を用いる場合、S波のコーダ部分まで説明できるような理論波形を合成することは困難である。本研究で用いた手法は、堆積層の上に設置された観測点で見られるような、Sコーダ部分が長く続く波形に対しても地下構造の仮定なしに、震源の情報が抽出できるため、今後多くの観測データに適用することができる手法であると考えられる。

参考文献

伊藤・他, 1998, 日本地震学講演予稿集, B44.

Kikuchi and Kanamori, 1991, B.S.S.A., 81, 2335-2350.

Plicka and Zahradnik, 1998, GJI, 132, 471-478.

海野・他, 1998, 日本地震学会講演予稿集, P169.