

地震波干渉法による1891年濃尾地震断層系におけるレイリー波群速度の推定 Estimation of Rayleigh wave group velocity in the 1891 Nobi earthquake fault system using seismic interferometry

佐藤 浩章^{1*}, 栗山 雅之¹, 青柳 恭平¹, 芝 良昭¹, 東 貞成¹

Hiroaki Sato^{1*}, Masayuki Kuriyama¹, Yasuhira Aoyagi¹, Yoshiaki Shiba¹, Sadanori Higashi¹

¹ 電力中央研究所

¹ CRIEPI

はじめに

1891年濃尾地震(M8.0)では、震源域において北西-南東方向に80kmにわたり複数の断層が連動破壊したことが地震後の調査により明らかとなっている。活断層群の連動性に関連する指標を抽出する上で、この地震の震源域における速度構造を明らかにすることは重要と考えられることから、我々はこれまで北部での稠密微小地震観測によるトモグラフィ解析などを実施してきた[例えば、青柳・阿部(2010)]。しかしながら、地震波トモグラフィは、微小地震活動が活発な地域では有効であるが、静穏な地域では適用が難しく、連動性指標の抽出法を一般化する際の課題でもある。近年、サイスミシティに左右されない常時微動の相互相関関数を長期間スタックすることによりグリーン関数を抽出する地震波干渉法が注目され、活断層帯を含む地域での群速度トモグラフィが実施されている[例えば、Shapiro et al.(2005)]。本研究では、本手法に着目し、濃尾地震断層系全体を囲むように常時微動の連続観測を約3か月にわたり実施し、地震波干渉法を適用してグリーン関数の抽出とレイリー波群速度の推定を試みた。

常時微動観測

常時微動観測は、2010年8月から11月上旬までの約3ヵ月間実施した。観測点は濃尾地震断層系全体(温見~根尾谷~岐阜-一宮)を取り囲むように、10kmから20kmの観測点間隔を目安として19台の地震計を設置した。観測システムは、地震計は動コイル型の加速度計(ミットヨ製 JEP-6A3)、データロガーはDATAMARK-LS7000XT(白山工業製)を用い、太陽電池パネルにより電源供給バッテリーを充電する独立型観測システムである。記録は200Hzサンプリングで収録し、地震計間の記録の同期はデータロガー付属のGPSによる絶対時刻を用いて行った。

地震波干渉法によるグリーン関数の抽出

本稿では、地震波トモグラフィを実施した北部の温見断層と根尾谷断層のステップ部周辺の観測点を対象に解析を試みた。具体的には、北東側の温見断層に沿った区間、南西側の根尾谷~揖斐川断層に沿った区間および温見断層から根尾谷~揖斐川断層をまたぐ区間の3区間を対象とした。

解析は、上下成分を対象に、0.1Hzから10Hzのバンドパスフィルター処理を施し、地震や突発的なノイズによる大振幅の影響を少なくするために、1ビット化して位相情報のみのデータに変換した[例えば、Sabra et al.(2005)]。これらの処理データに対して、1時間ずつのデータを重複せずに用い、最大ラグタイムを150秒として相互相関関数を求めた。最終的な相互相関関数は、これら1時間データごとの相互相関関数を約3ヵ月分スタックして求めた。なお、今回のデータでは30日以上スタックで信号成分が明確になり、グリーン関数を抽出できることが分かった。この傾向は3区間とも同様であった。

レイリー波群速度の推定

得られた観測グリーン関数に対し、山中・内山(2008)と同様に、マルチプルフィルター解析[Dziewonski et al.(1969)]により周期0.5秒から8秒までのcomplex envelopeを計算した。解析結果は、3区間のグリーン関数ともに最大値の到着時刻が分散性を示しており、レイリー波の特徴を示していた。そこで、この群遅延時間から、対象とする3区間のレイリー波群速度を推定した。その結果、北東側の温見断層に沿った区間と南西側の根尾谷~揖斐川断層に沿った区間では、周期1秒から3秒で温見断層に沿った北東側の方が大きく、それより長周期側でほぼ同じとなっていた。これは、浅い部分($z=0$ km)は温見断層を挟んで北東部が南東部よりも高速度であり、それ以深($z=3$ km)では差異が明瞭ではなくなる地震波トモグラフィによる結果と調和的である。一方、温見断層から根尾谷~揖斐川断層をまたぐ区間については、上述の2区間で群速度がほぼ同じだった周期3秒から6秒の区間で、両区間よりも小さい。地震波トモグラフィでは、 $z=3$ km以深で温見断層から根尾谷~揖斐川断層をまたぐ区間で低速度となっており、調和的と考えられる。

まとめ

濃尾地震断層系全体を囲むように常時微動の連続観測を約3か月にわたり実施し、地震波干渉法を適用してグリーン関数の抽出とレイリー波群速度の推定を試みた。その結果、観測点間毎に異なる特徴を示す分散性を示すレイリー波群速度が得られ、その特徴は地震波トモグラフィーで得られる地震波速度の空間分布とも調和的であり、本手法が震源域における地震波速度構造を明らかにする手法として有効である可能性を示した。今後は、全観測点ペアについて同様の解析を行い、濃尾地震断層系全体の群速度分布および速度構造の推定を試みるとともに、連動性指標の抽出を目指す。

謝辞 東工大山中浩明准教授には地震波干渉法についてご議論いただきました。

キーワード: 1891年濃尾地震, 地震波干渉法, 常時微動, 群速度, 活断層

Keywords: the 1891 Nobi earthquake, Seismic interferometry, Microtremor, Group velocity, Active fault