

山崎断層地下構造探査のための地震波干渉法の適用

#宮澤 理稔（東京大学地震研究所）

はじめに

地震波干渉法を利用した山崎断層帯における浅部地下構造探査の可能性を探った。山崎断層帯とその周辺では過去約 90 年間に、M 5 以上の中規模地震が約 10 年に 1 度は発生していたが、最近 20 年間では M 4 以上の地震が観測されておらず、中規模地震発生の可能性が高い。この中規模地震発生に伴う地下構造の変化を検出する目的で、地震波干渉法を利用したモニタリングの試験調査を行った。

山崎断層帯を構成するセグメントのうち、安富断層を調査地域に選択した。安富断層の一部では左横ずれに伴う地表断層が約 15 km にわたり直線状に現れており、その直上を中国自動車道が走っている。地震波干渉法では、2 観測点間のグリーン関数が、観測されたノイズ波形の相互相関関数のアンサンブルで表現される。安富断層のこの領域では常時交通ノイズが観測されるために、地震波干渉法を利用することで、地下構造を反映するグリーン関数の時間変化をモニタするために必要な条件が整っていると考えられる。

結果

3 成分速度型地震計(2 Hz)を中国自動車道下のトンネル 5 ヶ所に設置し、観測を行った。測線は断層の走行あるいは自動車道に平行であり、測線長は約 1 km である。観測された（トラフィック）ノイズは、10-30 Hz にエネルギーが卓越していた。ノイズ波形の vertical 成分(V)と radial 成分(R)を利用した cross-correlation から、正のタイムラグに明瞭なシグナルの伝播が確認された(図)。それらは VR 成分が VV 成分に比べ位相が $\pi/2$ 先行していることから Rayleigh 波であると判断できる。なお、仮想的震源となる基準点から 1 km 離れた観測点は設置条件に問題があったと考えられ、記録の解析からはシグナルは検出されなかった。また transverse 成分同士の cross-correlation により、Love 波の伝播も確認することができたが、Rayleigh 波に比べて不明瞭であった。これはノイズの生成過程とも関係があると思われる。

地震波干渉法においては、ノイズ波形の cross-correlation を用いる以外に、deconvolution を利用する方法もある(Snieder et al., 2009)。この場合、グリーン関数の抽出において、ノイズの震源関数の影響がなく、地震波の減衰等の現象を含んだ散逸系に対しても有効であり、構造の時間変化をモニタするに適していると考えられる。その一方で、解析方法が cross-correlation の場合に比べて不安定になるという欠点もある。また deconvolution において、ノイズ波形を前処理なしに解析に利用することは、clamped boundary condition を満たしてしまうために、グリーン関数の散乱波部分は正しく抽出できない場合があることに注意が必要である。実際に deconvolution による解析を行ったところ、2 観測点間を伝播する直達 Rayleigh 波を検出することができた。

また近地で発生した地震(M > 3)に伴い、cross-correlation function の位相に変化が見られるかどうかを調べたが、明瞭な変化は観測されなかった。

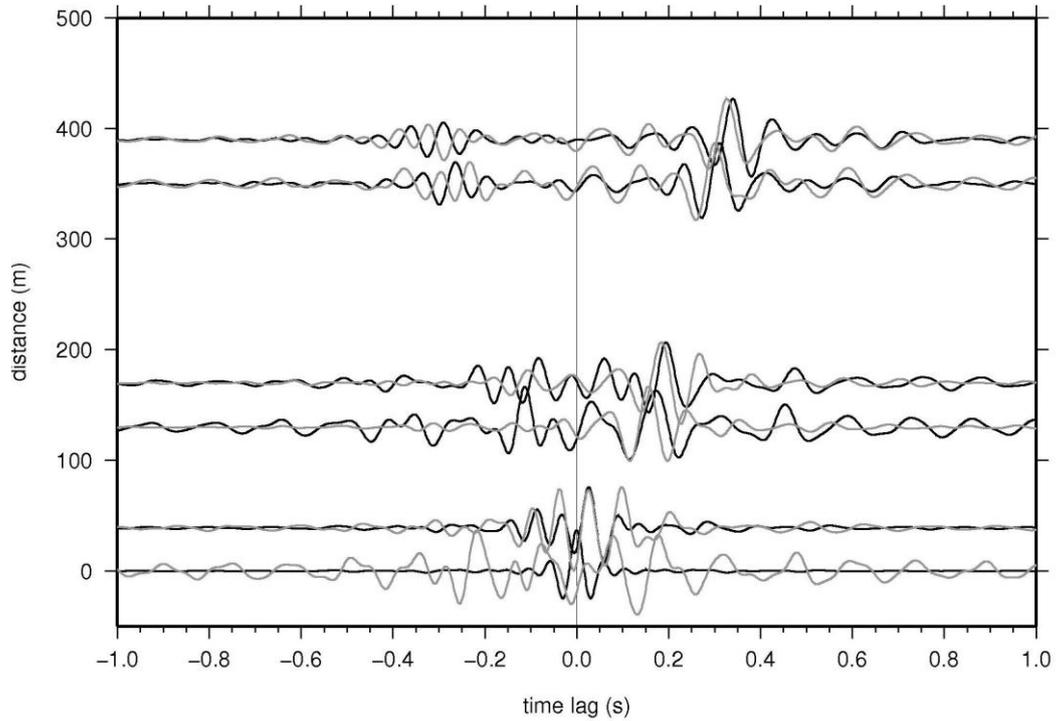


図:基準点(0m)の vertical 成分と他点の vertical 成分との cross-correlation (VV, 黒色線)と,基準点の vertical 成分と他点の radial 成分との cross-correlation (VR, 灰色線)による Rayleigh 波伝播の検出.

参考文献

Snieder, R., M. Miyazawa, E. Slob, I. Vasconcelos, & K. Wapenaar (2009).

A comparison of strategies for seismic interferometry, *Surveys in Geophysics*, **30**, 503–523, doi:10.1007/s10712-009-9069-z.