

Summary: Adjoint Tomography of the Southern California Crust

Carl Tape, Qinya Liu, Alessia Maggi, Jeroen Tromp

Science 325, 988 (2009)

이 연구에서 Spectral element method를 사용하여 3D 초기 모델로부터 더 좋은 모델을 찾는 tomography가 수행되었다. 최소화 문제를 푸는 tomography과정을 adjoint tomography라고 한다. Southern California는 좋은 station coverage를 제공하고 따라서 좋은 여러 3D 초기 모델들이 나와있다. SCEC 모델은 굴절파탐사, receiver function 자료등을 종합적으로 이용하였기에 이 연구의 초기 모델로 사용하였다. 밀도는 경험식으로 고정되었고, topography, bathymetry 또한 고려되었다.

frequency-dependent travel-time difference를 측정하여 inversion을 수행하였다. 143개의 지진에서 52,000개의 3성분 파형이 사용되었다. misfit function의 gradient를 얻기 위하여 adjoint method를 사용하였다. inversion variable는 Vs와 Vb(Bulk sound velocity)인데, Moho의 topography와 Basement surface는 고정되었고, attenuation은 고정되었다.

이 연구에서 새롭게 제시된 모델은 16번의 iteration 후 1초 이하의 time shift와, 지질학적 구조와 더욱 일치하는 모습을 보여준다. 특히 tangential component에서는 SCEC 모델에서는 보여지지 않던 110초와 140초 사이의 지표면과 모호의 reversed 에너지가 16번의 iteration을 통해 재현되었고, time shift도 극히 낮아졌다. 16번 iteration 결과 모델에서는 San Joaquin basin과 4기 화산활동이 있었던 Camp rock fault의 낮은 속도가 강조되었고, Mojave의 속도도 미세하게 조정되었다. Los Angeles basin의 STC 스테이션의 waveform fit도 향상되었다.

SCEC 모델에 대한 최종 모델의 misfit 감소를 측정하기 위해 61,673개의 time window를 잡아 correlation coefficient를 측정하였다. tomographic inversion에서는 travel time misfit만을 사용하였다. 그림 3에서와 같이 fit이 증가되는 것을 볼 수 있다. travel-time misfit의 경우는 에러범위가 1초 정도로 최적의 source parameter를 고려하면 1초 미만의 misfit을 보여줄 수 있다.

최종 3D 모델은 2km에서 20km에 이르는 구간에서 geological한 사실들과 잘 일치하는 모습들을 보였으며, 이 모델은 2초 이상의 주기를 가지는 지진동을 시뮬레이션 하는데 유용하게 사용할 수 있다.