

## 層構造媒質中の空隙による地震波の散乱：2次元SH波

北海道大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻 蓬田 清

これまで境界積分法を用いて、高周波地震波の散乱・減衰を波形合成によって決定論的に議論してきた [e.g., Yomogida *et al.* (1997)]。2次元という制約はあるものの、多重散乱の効果や自由表面の影響、P波とS波の変換などの定量化を試みた。しかし、基準となる媒質は自由表面のみであり、実際の観測結果とより定量的に比較するには、深さ方向に速度変化する媒質を導入する必要がある。本研究では最も簡単な2次元SH波について、層構造媒質中に存在する不均質性によって散乱される波動場の計算方法を考察する。

図のように層構造中の第 $L$ 層に不均質性としての空隙が $M$ 個存在するモデルを考える。空隙面からの散乱波は人工震源 $A_{ij}$ からの解析的な無限均質媒質のグリーン関数(円筒波)で表わす一方、上側と下側の境界面( $z_{L-1}$ と $z_L$ )からの寄与は層構造の特徴を生かして、波数分解した平面波(2種類の $\eta^l(k)$ を未知数とする)の重ね合わせとする。第一の境界条件は、これらの平面波と人工震源からの寄与が空隙面の各点で応力ゼロとなる。次に、平面波分解した地表面の変位 $U_1(k)$ を未知数として、震源(これも平面波分解して表現する)を含めた通常の層構造での波動場理論 [e.g., Kennett (1983)]を用いて、深さ $z_{L-1}$ の波動場を表現する。これと、空隙を含む第 $L$ 層の平面波と人工震源から計算されるこの深さの変位と応力が、波数毎に一致するのが、第2の境界条件である。最後に、一番下の層は下方へ伝播する平面波しか存在しないので、それを未知数 $\eta_d^{N_d}(k)$ として、これを上の層へと層構造理論で伝播させ、深さ $z_L$ の波動場をこの未知数で表現する。これと、第 $L$ 層の深さ $z_L$ での変位と応力が波数毎に一致することが、第3の境界条件となる。

第1の境界条件は空隙表面に沿っての積分値、第2、3については波数についての積分値となり、それらすべての和について、最小二乗法を用いて、未知数( $A_{ij}$ 、 $U_1(k)$ 、2種類の $\eta^l(k)$ 、 $\eta_d^{N_d}(k)$ )を決定する。つまり、この和を各未知数での微分し、そこから導出される未知数の数からなる連立一次方程式を解けばよい。表面での変位 $U_1(k)$ は未知数なので、表面での地震記録がそのまま計算できる。

このような定式化は、表層付近の不均質性が無視できるような(例:核マントル境界での不均質性や下部地殻の反射記録)波数領域が比較的限定できる場合には、平面波分解による未知数が少なく済むので、層構造と散乱波の相互作用の効果や多重散乱が強くても、均質媒質に比べて計算量が著しく大きくはならない。また、空隙を含む層以外の計算を初めに行なって保存すれば、基準となる層構造に種々の不均質性が入った場合については、その層だけの計算を追加するだけなので、効果的である。

### 謝 辞

本研究に当たっては、日本学術振興会の援助により共同研究を行なったニュージーランド地質核科学研究所のRafael Benites博士との議論がたいへん有益であった。

文 献

Kennett, B.L.N., 1983, Seismic Wave Propagation in Stratified Media, Cambridge University Press, 342 pp.

Yomogida, K., R. Benites, P.M. Roberts and M. Fehler, 1997, Scattering of elastic waves in 2-D composite media II: Waveforms and spectra, Phys. Earth Planet. Interiors, 104, 175-192.

