

鉛直方向に任意に不均質な媒質における平面波入射問題のための支配方程式とその時間領域差分解法

Elastodynamic equation and finite-difference solution for seismic plane-wave responses of vertically heterogeneous media

田中 宏樹[1], 竹中 博士[1], 中村 武史[2], Xiaofei Shi[3]
Hiroki Tanaka[1], Hiroshi Takenaka[2], Takeshi Nakamura[3], Xiaofei Shi[4]

[1] 九大・理・地惑, [2] 九大・理・地球惑星, [3] 中国ソフトウェア技術サービス

[1] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ, [2] Dept. Earth & Planet. Sci., Kyushu Univ., [3] Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ, [4] CS&S Network Technology Co., Ltd.

鉛直方向に物性が変化する媒質（1次元構造）の平面波入射問題は、地震学では、震源過程を解析のための遠地実体波の合成や地球内部構造推定のためのレシーバー関数の理論波形及び地表付近における表層堆積物の地震動への影響の評価などで頻繁に出てくる実用上非常に有用な問題である。媒質が均質な層からなる水平成層構造の場合は、Propagator matrix 法等の半解析的な手法で解くことができるが、速度が勾配を持っていたり、任意に不均質な場合には、1次元構造と言えども差分法等の数値的な手法で解かざるを得ない。このような問題を差分法で計算するとき、従来の2次元および3次元の差分法コードを用いると多大な計算時間とメモリーを必要とする。そこで、本研究では、Snellの法則を用いることにより問題を1次元で解く方法を提案する。

はじめに3次元の地震波における支配方程式である弾性体の運動方程式と構成方程式(フックの法則)からSnellの法則を用いて鉛直方向にのみ不均質な構造モデルにおける支配方程式を導出した。次に、2次元P-SV, SHおよび3次元波動のそれぞれについて、導出した速度-応力型の支配方程式(空間と時間についての1次の連立微分方程式)をスタガード格子を用いて空間4次精度、時間2次精度の差分法で離散化し、それをもとに計算コードを作成した。

自由表面条件は、応力については、地表格子点にある応力のz成分を0とし、自由表面より半格子上にある仮想点の応力のz成分は、自由表面より半格子下の値の符号を逆に与える。速度については、自由表面より半格子上にある仮想点の速度は、0とする方法と自由表面より半格子下にある速度と同じ値を与える方法の2種類を試した。その結果、後者の方法が前者の方法より精度良く計算できることを確認した。また、今回用いたスキームの安定性も調べており、それについては当日紹介する。