

境界積分法による流体亀裂問題の解法

Modeling of fluid-filled crack using boundary integral method

山本 希[1]; 川勝 均[1]

Mare Yamamoto[1]; Hitoshi Kawakatsu[1]

[1] 東大・地震研

[1] ERI, Univ of Tokyo

【はじめに】

活動的な火山の周辺では、通常の断層運動による地震とは顔つきの異なる地震が観測される。これらの地震は火山性微動と呼ばれ、火山直下の火山性流体（マグマ・火山性ガスなど）の動きと密接に関わったものと考えられている。火山性微動の波形は、その発生場所・発生時期の違いなどにより多彩な様相を見せるが、(1)比較的低周波成分に富む、(2)スペクトルに明瞭なピークが見られる、といった特徴を示すことが多い。これらの特徴は、火山体直下での共鳴体の存在を示唆するものであり、これまでに球状・円柱状など数々の共鳴体モデルが立てられてきた。それらのモデルのうち、観測波形の特徴をよく説明するものとして Chouet (1986)によって提唱された流体を含む亀裂(Fluid-filled crack)モデルがある。このモデルは、これまで多くの火山における火山性微動の解釈に用いられ、火山性微動の振動源モデルとしてひとつのスタンダードとなっている。

Fluid-filled crack の振動の様式は、その亀裂の形状・亀裂内外の物性によって大きく変化するが、近年この特性を利用し観測された微動波形の周波数・減衰(Q値)から亀裂内流体の物性を見積もる試みが行われ始めた。しかし、従来用いられてきた時間領域差分法による計算方法には、減衰(Q値)の定量的評価の難しさや計算の安定性・効率など広い物性パラメータレンジにわたる網羅的な研究を行う際の問題点があった。

【周波数領域境界積分法による Fluid-filled crack モデルの計算手法】

そこで本研究では、周波数領域の境界積分法を用いた Fluid-filled crack モデルの計算方法を開発した。幅広い流体物性のレンジの対し安定かつ効率よく計算を行うために、本研究では固体・流体両領域の運動を亀裂面変位の関数(積分方程式)として表し、亀裂面上での応力境界条件を満たす亀裂面変位を決定するという方法を用いた。亀裂面変位は、亀裂面変位を第2種チェビシェフ多項式で展開し、その展開係数を亀裂面上での境界条件から選点法を用いて決定した。

本手法の利点としては、複素周波数領域で計算を行うため減衰(Q値)を複素固有周波数から正確に決定することが可能であることや、複素亀裂面変位を媒介とし固体・流体それぞれの領域を独立に解くため、振動特性の流体の物性依存性などを調べる際に固体側の再計算が不要であり効率的に網羅的な計算を行うことが可能であることなどがあげられる。また、数値計算の結果、従来用いられてきた時間領域時間差分法による減衰(Q値)の見積もりには計算手法に起因する誤差が含まれていることも明らかになった。

【まとめ】

本研究では、Fluid-filled crack モデルの振動様式を効率良く網羅的に調べるために、境界積分法を用いた新たな計算方法を開発し、その有効性を検証した。本手法では、火山性流体によく見られる周波数依存性のある流体物性などを組み込むことも容易であり、今後さらに応用範囲を広げることが可能である。