

粘弾性を考慮した3次元加藤・平澤モデルのシミュレーション

Simulation of the 3-D Kato-Hirasawa model in viscoelastic media

黒木 英州[1], 伊藤 秀美[2], 吉田 明夫[3]

Hidekuni Kuroki[1], Hidemi Ito[2], Akio Yoshida[3]

[1] 気象庁・地震火山部, [2] 気象研・地震火山研究部, [3] 気象研

[1] Seismological and Volcanological Dep., J.M.A., [2] Seismology and Volcanology Research Dep., M.R.I., [3] MRI

我々は東海領域をモデル領域として加藤・平澤モデルの3次元シミュレーションを行い、地震サイクルの様子、地震直前の変化、また、プレートの曲がった形状がそれらに及ぼす影響などを調べてきた。今回は試みに時間遅れ項が解析的に求められる場合、すなわち媒質は半無限一様等方で Maxwell 粘弾性体とした場合をとりあげてみる。使用した状態摩擦構成則は Kato and Hirasawa(1996,1997)と Kuroki(1998)による rate- and state- dependent friction law と同じものである。地震時の取り扱いには Tse and Rice(1986)の Overshooting 法を使用した。

我々は東海領域をモデル領域として加藤・平澤モデルの3次元シミュレーションを行い、地震サイクルの様子、地震直前の変化、またプレートの曲がった形状がそれらに及ぼす影響などを調べてきた(黒木他 1999)。その際、媒質は一様等方な弾性体を仮定していた。

更に実際の状況に似せてシミュレーションするにはマンツルの粘弾性の影響を取り込む必要がある。準静的近似では、断層面のあるブロックのスリップが他ブロックへ及ぼす影響は、運動方程式に影響を表す時間遅れ項を導入することによって表現できる。時間遅れ項(の積分核)は、グリーン関数が既知ならば解析的に(一部数値積分による)、あるいは一般には有限要素法などを用いて数値的にあらかじめ計算しておくことができる。

今回は試みに時間遅れ項が解析的に求められる場合、すなわち媒質は半無限一様等方で Maxwell 粘弾性体(Prony 級数1次まで、即ちラメの定数が指数関数的に別の値に緩和する)とした場合をとりあげてみる。時間遅れ項を求めるには、時間についての Laplace 変換後に得られる弾性論(半無限一様等方弾性体中の転位による応力場)の問題を解き、その後 Laplace 逆変換で時間領域に戻せばよい(例えば Mura 1987 参照)。

平面プレートの場合に、この時間遅れ項を持つ運動方程式をワークステーションで解いた時のごく粗い結果(面上のブロックサイズは約 10km×10km)は以下の通りであった。

1. 地震は媒質を弾性体とした時と同様に概ね周期的に起きるが、揺らぎは弾性体より大きくなる傾向が見える。
2. 地震発生間隔は弾性体の場合より大きいのに対し、地震領域の大きさ、平均的スリップ量、ストレスドロップの大きさなどは弾性媒質の場合より小さい。定量的には、せん断緩和関数等の時定数を5年(平均繰り返し間隔の数)、最終的な緩和量を2割としたとき、平均的スリップ量、ストレスドロップ変化量は1-2割程度である。

なお、使用した状態摩擦構成則は Kato and Hirasawa(1996,1997)と Kuroki(1998)による、rate- and state- dependent friction law と同じものである。地震時の扱いは Tse and Rice(1986) Overshooting 法を使用した。摩擦パラメータなど前回までのものを踏襲している。またプレートの両翼はなめらかに滑るようにパラメータを調節している。