

様式 6

平成16年度共同利用実施報告書(研究実績報告書)

1. 研究種目名 特定共同研究(A) 2. 課題番号 2004-A-17

3. 研究課題(集会)名 和文：地殻活動予測シミュレーション
英文：Numerical Simulation for Prediction of Crustal Activity

4. 研究期間 平成16年 4月 1日 ~ 平成17年 3月31日

5. 研究場所 東京大学地震研究所

6. 研究代表者所属・氏名 東京大学 地震研究所 加藤 尚之
(地震研究所担当教員名) 加藤 照之、堀 宗朗、山下 輝夫

7. 共同研究者・参加者名(別紙可)

共同研究者名	所属・職名	備考
加藤尚之	地震研究所・助教授	
加藤照之	地震研究所・教授	
堀 宗朗	地震研究所・教授	
山下輝夫	地震研究所・教授	
亀 伸樹	九州大学大学院理学研究院・助手	
多田 卓	東京理科大学工学部・助手	
市村 強	東北大学大学院工学研究科・助手	
芝崎文一郎	独立行政法人建築研究所・主任研究員	

8. 研究実績報告(成果)(別紙にて約1,000字A4版(縦長)横書)(別紙に作成)

10. 成果公表の方法(投稿予定の論文タイトル、雑誌名、学会講演、談話会、広報等)

Ando, R., N. Kame, and T. Yamashita, Efficient boundary integral equation method suitable for dynamic rupture analyses on non-planar faults, preparing for Geophysical Journal International.

勝俣紀幸・安藤亮輔・多田 卓・篠崎祐三, 境界積分方程式法による亀裂動力学の数値シミュレーションにおける誤差の評価 — 2次元自己相似面外亀裂問題 —, 地震 第2輯, 57(2), 237-243, 2004.

8. 研究実績報告 (成果)

破壊シミュレーションの実際は弾性体力学の初期値・境界値問題を解くことだが、これは「岩石の物理特性(境界条件としての摩擦構成則)とその領域に存在するテクトニックな応力(応力初期条件)」が全て解っている場合に「地震の始まりから終わりまでの全体の破壊現象を予測する(破壊面を含む動弾性方程式の解を計算する)」ことに対応する。破壊現象は強い非線形性を持ち、初期条件のわずかな違いにより破壊過程が大きく変化するので、多くのパラメタの組に対してシミュレーションを行う必要がある。本研究では、非平面断層の破壊シミュレーションにおいて近年広く使用されている「境界積分方程式法」に対して、計算時間が短縮でき、かつ、計算メモリが少なく済む効率的な計算法の開発を行った。

「境界積分方程式法」では、破壊面を構成する計算要素を空間内に自由に配置することができ、非平面の破壊解析に適している。各々の要素上に生じる「滑り速度」が作り出す「応力増分(積分核と呼ぶ)」は解析表現式があり、これを全破壊要素の滑り速度と数値的に畳込んで総応力が計算される。しかし「より実際的な複雑形状」を伴う破壊解析を行う場合、この畳込に要する計算時間の長さが問題となっていた(破壊面の空間分割数 L 、時間分割数 M とすると畳込にはおよそ $L \times M$ 回の計算を要する)。

我々は積分核の漸近表現 $k(\mathbf{r}, t) \sim f(\mathbf{r})g(t) + s(\mathbf{r})$ を用いて高速化を図った (\mathbf{r} : 震源・観測点距離、 t : 時間)。この高速化手法により、従来と同じシミュレーションを計算時間において 1/2、必要メモリにおいて 1/4 で行うことができた。なお、ここでは 2 次元問題を扱ったが同様の漸近表現は 3 次元問題にも導出可能である。

本研究は、破壊面が幾重にも枝分かれして自ら複雑化していくシミュレーションに適用され、微視的な破壊面の複雑化から大きな分岐面が形成されるマルチスケール破壊解析を行った。これは実験室で観察された同類の微細破壊痕と、野外の断層帯で観測された巨視的分岐断層を結びつける研究として注目される。また、本研究の副産物として、従来は別々に行われてきた弾性体の動的解析と準静的解析を境界積分方程式法の中で統一的に取り扱い可能になる。これは非平面断層上の応力蓄積過程から不安定破壊へと到る地震サイクルの全過程を単一計算コードで数値実験できることを意味する。