

論文審査の結果の要旨

氏名 鈴木 岳人

本論文は、地震の動的破壊過程に及ぼす熱及び流体を含む多孔質弾性体の影響を理論的考察及び数値シミュレーションにより解明したものである。野外における断層の観察より、地震断層は単なる弾性体の中に生じた食い違いではなく断層破碎帯を挟む食い違いであり、微視的な観察では断層運動によって生じたメルトの存在も知られている。又、破碎帯内部の流体が断層運動に影響を及ぼすことも知られている。これまでに、断層破碎帯を多孔質弾性体として扱い、流体や熱の効果も考慮した研究は行われている。しかし、それらの研究では、例えば、運動方程式や歪み一応力の関係式を直接解いていないものや、断層のすべりを仮定するものなど、動的破壊過程を解明する上で大きな弱点を持っていた。本論文では、これらの弱点を克服して、熱及び流体を含む多孔質弾性体が地震の動的破壊過程にどのような効果をもたらすかを、適切な仮定の下で支配方程式を解くことにより明らかにした。

本論文の構成は、第2章で支配方程式の定式化を行い、第3章でこの方程式系の挙動を支配する重要なパラメータの導出を行っている。第5章及び第6章では、1次元モデル及び2次元モデルの元で支配方程式系を差分法及び境界積分方程式法を用いて数値シミュレーションを行い、動的破壊過程に及ぼす種々の効果を解明している。第7章ではこれまで自然地震の断層運動の解析から得られた知見と比較検討を試み、本論文で定式化した方程式系で多くの観測事実を説明できることを示した。

まず、方程式系の定式化は、基本的にこれまでの多孔質弾性体における定式化を援用しているが、非弾性の空隙率変化に独自の知見を持ち込むことで、熱と流体圧変化の相互作用による系のフィードバックシステムを単一の無次元化したパラメータで適切に識別できることを示した。さらに、均質媒質中での1次元モデルの数値シミュレーションを元に、このパラメータにより断層運動で現れるすべり弱化則からすべり強化則までの幅広い摩擦構成則を再現できることを示した。又、断層でのメルト発生の条件もこのパラメータにより判別できることを示した。これに加えて2次元モデルの数値シミュレーションでは、自然地震の観測・解析でしばしば指摘さ

れているパルス状のすべりが，特別の先験的仮定を用いることなく，支配パラメータがある条件下にあるときに自然に出現することを明らかにした。さらに，このモデルは，地震規模と応力降下量の関係についても，これまでに観測研究から解明されている種々の特徴を合理的に説明できるものとなっている。このように自然地震の動的破壊過程に見られる多様な様相を統一的に再現するモデルはこれまで提唱されておらず，本論文の学術的価値は高いと言える。

論文提出者は，以上のように，断層運動の動的破壊過程に熱及び流体が及ぼす効果を統一的に取り扱う定式化を確立し，その挙動を支配する単一の無次元パラメータを明らかにした。そして，均質媒質中での数値シミュレーションではあるが，これらの支配方程式系により，地震の動的破壊糧の多様性が再現できることを示した。この成果は，地震学，特に地震発生過程研究の分野で大きな貢献であると同時に，従来の研究にはない独創的な内容を含んでおり，高く評価できる。なお，本論文の一部は，山下輝夫との共同研究であるが，論文提出者が中心となって定式化を進め数値実験を行ったもので，その寄与は十分であると判断する。

したがって，審査員全員一致で博士（理学）の学位を授与できると認める。