

研究種目： 若手研究 (B)
研究期間： 2007 ~ 2010
課題番号： 19740240
研究課題名 (和文) 非常に遅い変形過程における粉体のレオロジー

研究課題名 (英文) Granular rheology in slow deformation processes

研究代表者 狐崎 創 (KITSUNEZAKI SO)
奈良女子大学・大学院人間文化研究科・助教

研究者番号： 00301284

研究分野： 非線形動力学

科研費の分科・細目： 物理学・数理物理・物性基礎

キーワード： 乾燥破壊、亀裂速度、塑性変形、レオロジー、粉体ペースト

1. 研究計画の概要

本研究は粉体系における非常に遅い変形過程での破壊の動力学を調べ、摩擦と粘性という異なる散逸メカニズムが粉体のレオロジーに果たす役割の共通点と相違点を実験および数値計算を通して解明することを目的とする。主な計画は以下の通りである。

- (1) 粉体ペーストの乾燥収縮によって生じる破壊過程を調べる実験を行い、準静的破壊か強い散逸を伴う動的破壊なのかを明らかにし、破壊条件や亀裂進展速度がどのように決まっているかを調べる。実験結果に基づいて数理モデルを構築し、亀裂進展メカニズムを理解する。
- (2) 粉体の乾燥過程、及び弾性場と流体場の相互作用を検討する。従来の共同研究を継続して柱状節理状の亀裂構造の形成に関する数理モデルを完成させる。
- (3) 粉体系の凝集力の有無による変形過程の違いを見る実験を提案し、dry な系と wet な系の散逸の役割を比較する。

2. 研究の進捗状況

- (1) 主として炭酸カルシウムペーストを用いた実験において、一定環境下で亀裂が定常成長し、乾燥速度の非線形な増加関数で決まる成長速度になること、流体の粘性が大きいと成長が遅くなることを明らかにした。これは破壊が動的であることを意味し、ペーストのレオロジーの影響が強く効くことを示している。これらの結果から、塑性変形と間隙水圧の効果を考察して数理モデルを提案し、その解析解が実験結果を定性的によく説明することを見出した。

- (2) 澱粉ペーストにおける柱状亀裂の 3 次元的な成長について共同研究者とともに多孔質内の水と水蒸気の移動が非線形拡散をすることに着目した数理モデルを作り論文にまとめ報告した。
- (3) ペースト系をアクチュエータで変形させる破壊実験と破断面の特徴を調べる実験を行った。dry 系に関しては実験準備段階である。

3. 現在までの達成度

- ② おおむね順調に進展している。
- (1) の実験でペーストの破壊が通常の固体の破壊と著しく異なる特徴を持つことが明らかになった。この結果を受けて乾燥破壊過程の解明を優先して計画を進め、解析的な考察を伴った理論を提案することができた。(2) の共同研究に関しては現象の解明と成果報告が一通り完了した。(3) の dry/wet 系の比較は予備実験段階であるが、これは優先順位の変更のためである。

4. 今後の研究の推進方策

粉体ペーストの破壊過程を粉体の種類やレオロジー測定を通してより定量的に明らかにする。測定は装置を有する他の研究者の協力を得つつ行う。理論的には降伏応力等の非線形性の役割を調べる予定である。また(2)、(3) と関連して通常の乾燥破壊が空気侵入のない状態で起こり、柱状亀裂形成と明確な違いがあることに注目している。凝集力がないという意味で dry 系と類似しており、現在、微視的過程の理解を目指している。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

ホームページ

<http://www.complex.phys.nara-wu.ac.jp/~kitsune/paper/paper.html>

[雑誌論文] (計 6 件)

- ① 狐崎創、ペーストの乾燥による亀裂成長とパターン形成、粉体工学会誌、査読有、46 巻、2009 年、664~670
- ② 狐崎創、Crack Propagation Speed in the Drying Process of Paste、Journal of Physical Society of Japan、査読有、78 巻、2009 年、064801
- ③ 西本明弘、水口毅、狐崎創、デンプン柱状節理、日本物理学会誌、査読有、64 巻、2009 年、758~762

[学会発表] (計 10 件)

- ① 狐崎創、ペーストの乾燥破壊における断面パターン、日本物理学会、2010 年 3 月 21 日、岡山大学
- ② 狐崎創、ペーストの乾燥破壊での亀裂進展のメカニズム、日本物理学会、2009 年 9 月 28 日、熊本大学

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]