

粉体層の高速摩擦に関する離散要素シミュレーション

high speed friction of granular layers

波多野 恭弘 [1]

Takahiro Hatano[1]

[1] 東大地震研

[1] ERI, Univ. of Tokyo

<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/hatano/>

断層ガウジのすべり、地すべり、さらには火砕流や溶岩ドーム崩壊など、「粉体の流動」としてとらえられる現象は固体地球科学において枚挙に暇ない。このような高密度粉体のレオロジーはその重要性にもかかわらず、原理的なことはほとんど分かっていない。そのレオロジーを第一原理から解明することは、固体地球科学における重要課題の一つと言ってよい。

統計物理の分野において近年提唱されている「ジャミング転移」という概念は粉体のレオロジー研究に統一概念をもたらす有力候補である。これは粉体がある密度より上で剛性や体積弾性率を獲得する相転移である。(密度の閾値をジャミング密度と呼ぶ)。さらに流動する粉体についてもジャミング密度において降伏応力が連続的に発生し、動的な物理量も臨界揺らぎを示すことが知られており、いわゆる二次相転移における臨界現象にきわめてよく似ている。

本講演では、高密度粉体のレオロジーが、ジャミング密度という臨界点におけるスケール不変性で統一的に理解できることを紹介する。まず離散要素法シミュレーションにより得られたべき的な速度強化摩擦法則 [1] について話す。そしてこの摩擦法則の背後には臨界現象的なスケール不変性が潜んでおり、ランダウ的な平均場理論を構築することによりレオロジーを定性的にはよく説明できる [2] ことを説明する。

ただしこの理論に現れる自由エネルギーは天下りの的に与えられており、「第一原理からの理解」という点ではきわめて不満が残る。また、各種の指数については(ランダウ理論の必然の結果として)定量的には正しくなく、理論をさらに精緻化する必要がある。本講演ではこのような粉体摩擦法則の現状と課題を展望する。

[1]T. Hatano, Phys. Rev. E 75, 060301(R) (2007).

[2]T. Hatano, M. Otsuki, S. Sasa, J. Phys. Soc. Jpn. 76, 023001 (2007)