

コンピュータシミュレーションによる堆積物重力流

Sediment gravity flow by the computer simulation

三善 孝之 [1]; 山田 泰広 [2]; 松岡 俊文 [3]

Takayuki Miyoshi[1]; Yasuhiro Yamada[2]; Toshifumi Matsuoka[3]

[1] 京大・工・社会基盤; [2] 京大・工・社会基盤; [3] 京大・工・社会基盤

[1] Civ. Earth Res. Eng, Kyoto Univ.; [2] Civ. Earth Res. Eng., Kyoto Univ.; [3] Kyoto Univ

[はじめに]

堆積物重力流は、堆積物の支持機構によって混濁流、流動化流、液状化流、粒子流、水中土石流などに分類される。これらの再現を目的として研究は、水路実験などを通して種々行われている。しかしながら、その流動中に粒子挙動および流体流動の力学的なメカニズムは、未だ解明されていない点も多い。これらを明らかにするためには、粒子一つ一つにかかる力学的作用を逐次計算することによって粒子挙動の再現を行う必要がある。この問題を数値的解析するためには、流体流動解析と粒子移動に関する解析とを同時に行える新しいシミュレーション技術が必要である。本研究では、格子ボルツマン法 (LBM) と個別要素法 (DEM) を連成的に取り扱うことで、これを可能とした。

[研究手法]

本研究では、格子ボルツマン法 (LBM) と個別要素法 (DEM) を組み合わせる方法を採用した。LBM は、流体を仮想粒子の集合体と近似することで、Boltzmann 方程式を解くことによる流体挙動を計算する解析手法である。この手法は、複雑な形状をもつ問題の場合でも、Navier-Stokes を完全な形で取り扱うことができ、またその計算が容易であるという利点を有するため、本研究のように固体移動に伴って変化する形状に対する流体流動計算に有効である。固体 (粒子) 周囲の流体の速度、密度、圧力等は LBM によって求められるが、固体面上での流体速度が固体速度に一致する「滑りなし境界条件」を適用することにより、固体から流体への影響が考慮できる。また固体に働く作用力には、固体-流体間作用力と、固体-固体間作用力があるが、前者は LBM によって求められた固体周辺の流体速度等から算出され、後者は固体同士の衝突による作用力として DEM によって計算される。固体移動は、先に求めた作用力から運動方程式によって求められる。

[堆積物重力流]

本研究では、様々な堆積物重力流の再現をコンピュータ上で行った。粒度分布や粒子配置、斜面の傾斜角を種々設定し、流体の有無の違いも加味して多様な堆積物重力流の形態を再現した。それによって、流体 (水) が無い場合に比べ、流体が存在する場合には、非常に遠方まで堆積物が運搬されることを確認した。また、流体中に発生する渦が、粒子の堆積形態に強く影響していることも確認した。さらに、最終的な堆積形態についても様々に変化していることも確認された。

[おわりに]

本研究により、コンピュータ上での堆積物重力流の再現が容易に行えることがわかった。今後種々の堆積物重力流の再現シミュレーションを行うことで、逆級化の機構や、脱水構造などの堆積構造などを作り出すメカニズムの説明などを、力学的な側面から行うことができるようになってきている。