

修 士 論 文 の 和 文 要 旨

研究科・専攻	大学院 情報理工学研究科 知能機械工学専攻 博士前期課程		
氏 名	Ng Shi Han	学籍番号	1032021
論文題目	Simulation of Flow Problems with Free and Moving Boundaries in Two-dimension using the Finite Element Method 有限要素法により自由境界および移動境界に関する二次元流れのシミュレーション		
要 旨	<p>自然界では、粉体・流体における固液混相流現象は砂澱のような無害の現象から雪崩、地滑り、地震による液化化などの自然災害に及ぶ。このような現象の解明が重要であるにも関わらず、任意の形状を持った粒子や流体領域を考慮に入れるシミュレーションはほとんどない。従って、流体内における粒子の運動を解析するには離散要素法を固液混相流シミュレーションに導入するのは困難である。このような固液二相流の問題を解析するために、巨視的な及びメゾスコピックな物理量が得られるシミュレーション方法が必要とされる。本研究では、流体シミュレーションの有限要素法を粉体シミュレーションの離散要素法と組み合わせることによって、非圧縮性ニュートン流体中における粉体の微視的シミュレーションを開発した。「微視的シミュレーション」とは本研究で開発されたモデルは流体が「粒子を流れて流れる」ではなくて「粒子の周りを沿って流れる」ものを意味する。</p> <p><u>粉体シミュレーション</u></p> <p>離散要素法では接触している粒子が変形しないと仮定し、その弾性接触力は重なり面積に比例しているとされている。Cundall-Strack による静止摩擦モデルと垂直方向の減衰を本研究で使われている粉体モデルにも適応される。このような粉体の運動方程式を Gear の予測子・修正子法（二次後退差分法）を用いて解いた。</p> <p><u>流体シミュレーション</u></p> <p>流体の運動は方程式微分代数方程式形式の非圧縮ナビエーストークスを後退差分公式が適応された有限要素法で解いて得られる。粉体の速度は流体の境界条件として使用される。また、有限要素法の格子を形成するとき、質の良い三角格子を得られるため、緩和計算を適応した。流体から粉体に与える力は粉体の境界を沿って流体の応力テンソルを積分して得られる。また、有限要素法から求められた流体境界上の流速を Adams-Bashforth 解法で積分し、流体境界を移動させることによって、自由表面の運動を求めることもできた。</p> <p>水柱の崩壊における先端位置の結果および流体中の浸漬円筒に対する壁補正の結果を使ってシミュレーションを検証した。この方法を用いて、境界において付加的なデータ構造を使わなくても、流体中における多数の凸多角形粒子の運動をシミュレーションして、安定で適当な結果が得られた。</p>		