DEM-VOF 法を用いた多孔質体を通過する混相流のシミュレーション

Numerical simulation of a multi-phase flow through a porous media using DEM-VOF method

*高畑 和弥[1], 孫 暁松[1], 酒井 幹夫[1], 山口 彰[1], Pavldis Dimitrios[2], Pain Christopher[2]

[1]東京大学, [2]Imperial College London

本研究では DEM-VOF 法における多孔質体モデルを開発し、実験との比較を通してその妥当性の検証を行う。加えて MCNP との連成手法を開発し、固気液三相流体系における臨界評価を行う。

キーワード：混相流、DEM-VOF 法、多孔質体

1. 緒言

格納容器下部の燃料デブリは多孔質体を形成していると考えられている。デブリ取り出しにおいて、水を噴射しながらアームで削り取る気中工法が提案されている。人間が直接近づくことができない環境のため、デブリ取り出し時の安全評価に、多孔質体中における混相流のモデリングおよび臨界計算手法の開発が必要となる。VOF 法は不溶性２種流体の界面追跡に優れた手法で、DEM と連成することで固気液三相流のシミュレーションが可能である。本研究では、固気液三相流の解析を目的として、DEM-VOF 法における多孔質体モデルの開発を行う。実験との比較を行い、多孔質体を通過する混相流シミュレーションの妥当性を検証する。また、固気液三相流シミュレーションと MCNP との連成手法を開発し、臨界計算を行う。

2. 妥当性検証

2-1. 検証体系

多孔質体壁を通過する水柱崩壊を DEM-VOF 法を用いて行い、その結果を実験結果(Liu et al., 1999)と比較した。また MCNP を用いて、固気液三相流中における中性子増倍係数の経時変化を調べた。

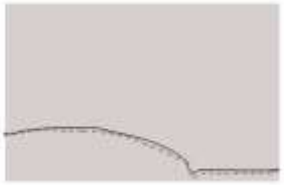

Fig.1 DEM-VOF 法および実験結果

2-2. 検証結果

Fig.1 に多孔質体モデルを用いた DEM-VOF 法による計算結果および実験結果を示す。実線はシミュレーションによる界面を表しており、実験によって得られた液面高さと計算結果は非常によく一致していたため、本手法の妥当性が示された。また、ICL で実行された有限要素法による解析でも近い結果が得られており、両者で解析精度が変わらないことが示された。**Fig.2** に MCNP における計算結果を示す。本体系では、計算領域外部に中性子が抜けたため、中性子増倍係数は界面の変化に依らず一定であった。本手法によって、固気液三相流体系における臨界計算が可能となった。

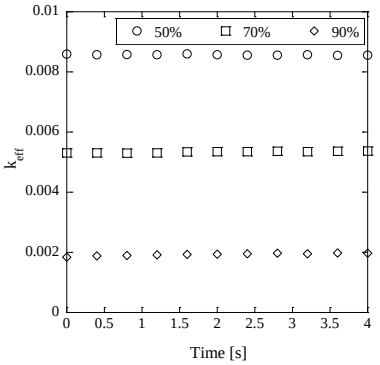

Fig.2 中性子増倍係数の経時変化

3. 結言

DEM-VOF 法における多孔質体モデルを開発し、実験および他手法との比較を通して、本モデルの妥当性が示された。本手法によって、デブリ取り出し時に想定されるような多孔質体における気液混相流の挙動が、構造格子を用いたシンプルなアルゴリズムによって計算可能となった。また、固気液三相流シミュレーションと MCNP との連成手法によって、多孔質体を通過する混相流体系における臨界計算が可能となり、デブリ取り出しの安全性評価に資する結果が得られた。

---

*Kazuya Takabatake[1], Xiaosong Sun[1], Mikio Sakai[1], Akira Yamaguchi, Dimitrios Pavldis[2] and Christopher Pain[2]

[1]UTokyo, [2]Imperial College London