固気混相流体系における臨界シミュレーション

Criticality simulation in a gas-solid multiphase flow

*高畑 和弥 [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、固気混相流シミュレーションと臨界計算の連成解析手法を開発する。この連成手法は、燃料デブリの流動による臨界評価に応用される。

キーワード：臨界、固気混相流、DEM-CFD 法、MCNP

1. 序論

シビアアクシデント(SA)マネジメントおよび廃炉において、安全性の担保には臨界評価が必要となる。燃料デブリの流動に伴う炉内状況の把握および臨界評価を行うためには、数値シミュレーション技術の導入が有効である。本研究では、DEM-CFD 法[1]に MCNP を連成することにより、固気混相流体系における臨界シミュレーションを行う。

2. 数理的手法

気相の支配方程式は局所体積平均法[2]を用いた連続の式および Navier-Stokes 方程式であり、固相の支配方程式は並進及び回転の式である。大規模体系を効率的に計算するため、スケーリング則の DEM 粗視化モデル[3]を用いた。DEM-CFD 法の計算結果からセル内部の核種の粒子数密度を求め、MCNP におけるインプットとして用いることにより臨界シミュレーションを行う 1-way カップリングを行った。

(a) Original particle system　(b) Coarse grain ratio: 2.0　(c) Coarse grain ratio: 3.0

Fig. 1 Typical snapshots of spouted bed

3. 結果・考察

Figs. 1 および 2 に本手法で噴流層に応用した計算結果（UO_2 粒子の空間分布および k_{eff} の時間変化）を示す。DEM 粗視化モデルを用いた場合の中性子増倍係数はオリジナルの DEM における結果と非常によく一致した。本研究によって臨界計算が大規模粉体体系に適用可能であることが示唆された。

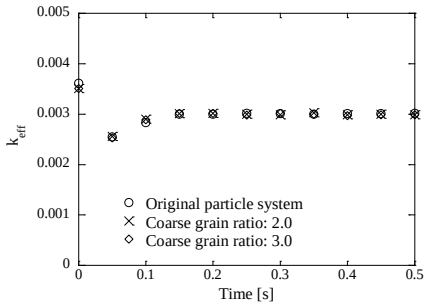

Fig. 2 Transient change of k_{eff}

4. 結論

本研究で開発した連成手法により、固気混相流体系の臨界評価が可能であることが示された。

謝辞

本研究は、文部科学省の国家課題対応型研究開発推進事業 英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業の成果の一部である。

参考文献

[1] Y. Tsuji et al., *Powder Technol.*, 77, 1993.
[2] T. B. Anderson and R. O. Y. Jackson, *Ind. Eng. Chem. Fundam.*, 6, 1967.
[3] M. Sakai and S. Koshizuka, *Chem. Eng. Sci.*, 64, 2009.

*Kazuya Takabatake[1], Mikio Sakai[2], Akira Yamaguchi[1], Dimitrios Pavldis[2], Christopher Pain[2]
[1]The University of Tokyo, [2]Imperial College London