

DEM 法を取り入れた粉体状燃料デブリの臨界安全評価

Criticality Safety Evaluation of Powder Fuel Debris using DEM and MPS Method

*村本 武司¹, 西山 潤¹, 小原 徹¹

¹東工大

本研究では、ボールミルを用いた堆積実験と計算を行い堆積形状の比較により、DEM 法の計算の精度を検証し、次に粉体の燃料の水中堆積過程の臨界計算を行った。解析の結果より MPS 法、DEM と中性子輸送計算を組み合わせることにより、燃料デブリ堆積過程の臨界評価が可能であることが明らかとなった。

キーワード：臨界安全, 燃料デブリ, 個別要素法, 粒子法, モンテカルロ法

1. 緒言

燃料デブリの堆積過程の正確な臨界安全評価は安全かつ適切な作業を担保するために必要不可欠である。これまでに Moving Particle Semi-implicit (MPS)法と中性子輸送計算を組み合わせることで水中での燃料デブリの動的な臨界安全評価を可能にした[1]。この手法を粉体状の燃料デブリに適応するために Discrete Element Method (DEM)に注目した。本研究の目的は MPS 法、DEM と中性子輸送計算を組み合わせることにより、燃料デブリ水中堆積過程の臨界評価が可能であることを明らかにすることである。

2. 方法

ボールミルを用いて気中・水中体系それぞれで堆積実験と計算を行い堆積形状の比較により、DEM 法の計算の精度を検証した(図 1)。次に、粉体の UO_2 の水中堆積過程の臨界計算を行った。計算結果から各時刻における各粉体の位置情報を抽出し、連続エネルギーモンテカルロコード MVP と核データファイル JENDL-4.0 を用いた計算に反映させ各時刻における実効増倍率計算した。

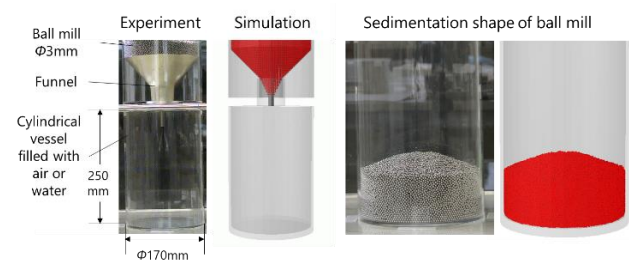


Fig.1 Experiment and Simulation of sedimentation of ball mills

3. 結果

気中条件では堆積形状を実験の測定結果の 95%信頼度区間で計算できた。水中条件では水中落下時のボールミルの広がりやを定性的に計算することができず、水からの抗力をより正確に反映させることが MPS-DEM 計算の今後の課題であることが明らかになった。さらに構築した計算システムにより各時刻における実効増倍率の時間変化を計算することができた。

4. 結論

MPS 法と DEM と中性子輸送計算を組み合わせることにより、燃料デブリ堆積過程の臨界評価が可能であることが明らかになった。

参考文献

[1] Takeshi Muramoto, Jun Nishiyama, Toru Obara, “Numerical analysis of criticality of fuel debris falling in water”, Annals of Nuclear Energy, Vol 131 pp.112-122, 2019.9

*Takeshi Muramoto¹, Jun Nishiyama¹ and Toru Obara¹

¹Tokyo Institute of Technology.