

粒状燃料デブリ水中落下によるデブリベッド形成過程の臨界計算手法の開発 -最適化手法を取り入れた粒子法パラメータ較正による 粒状燃料デブリ形状のモデル化の検討-

Development of Criticality Evaluation Method of Fuel Debris Bed Formation Process by Falling in Water
-Modeling of Granular Fuel Debris Shape by Parameter Calibration of Particle Method Applying
Optimization Method-

*村本 武司¹, 西山 潤¹, 小原 徹¹

¹東工大

本研究では個々の粒状の燃料デブリを球状にモデル化し、球の滑り摩擦と転がり摩擦を最適化手法により適切かつ効率的に決定することで燃料デブリ水中落下シミュレーションでの燃料デブリの形状効果を再現した。さらに実験との比較による計算モデルの妥当性を評価した。

キーワード：燃料デブリ, 臨界安全, 固液二相流, 粒子法, ベイズ最適化

1. 緒言

燃料デブリの水中堆積挙動を考慮した臨界安全評価は取り出し時の臨界事故を防ぐために重要である。現状個々の燃料デブリは多様な大きさや形状をしていると考えられる。Thomas ら[1]は、気中体系において個々の粒状の砂利を Discrete Element Method (DEM)を用いて球状にモデル化し、球の滑り摩擦と転がり摩擦係数を適切に決定することで砂利の気中堆積シミュレーションを可能にした。本研究の目的は粒子法と DEM を組み合わせることで燃料デブリの水中堆積シミュレーションが可能であることを明らかにすることである。

2. 方法

模擬燃料デブリとして直径 5 から 10mm、密度 2.86 g/cm³ の砂利を用いた。計算では個々の砂利を球状にモデル化し DEM 計算した。計算モデルの妥当性の確認は砂利の水中堆積形状の実験と計算の比較により実施した。計算上の滑り摩擦と転がり摩擦係数の組み合わせの決定では、ラテン超方格法により初期摩擦係数の組み合わせを決定し、それらの計算結果を訓練データとしたベイズ最適化によって効率的な決定を試みた。

3. 結果

実験と計算の比較の結果、訓練データ含めた 12 ケース目で、比較対象とした堆積形状の仰角が実験結果の 95% 信頼度区間に収まる摩擦係数の組み合わせを見つけることが可能であった。

4. 結論

粒子法と DEM を組み合わせることで燃料デブリの水中堆積シミュレーションが可能であることが明らかになった。

参考文献

[1] Thomas Roessler, et al, Powder Technology, Vol 343 pp.803-812, 2019.2

*Takeshi Muramoto¹, Jun Nishiyama¹ and Toru Obara¹

¹Tokyo Institute of Technology.

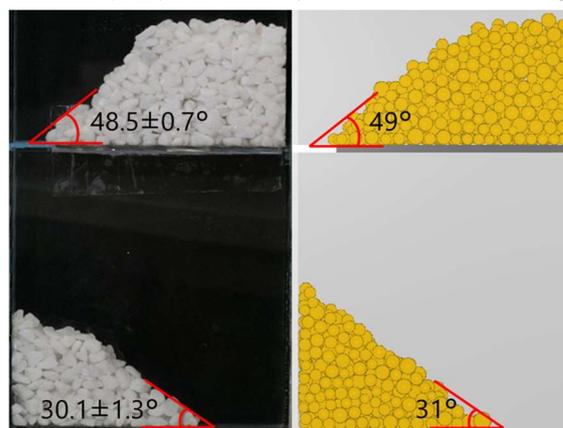


Fig.1 Experiment (left) and simulation (right) results