

原子炉事故解析に向けたマルチフィジクス粒子法コードの開発

(2) 空気中における噴出水の飛散挙動解析への適用

Development of a multi-physics MPS code for the severe accident simulation

(2) Application for the analysis of water jet in the air

*稲垣 健太¹

¹電力中央研究所

マルチフィジクス粒子法コードによる噴流の飛散挙動解析を可能にするために、精度の良い表面張力モデルおよび空気抵抗モデルを開発し、コードに実装した。それぞれのモデルを検証するための解析を実施し、現象が定性的に正しく再現されることを確認した。

キーワード：粒子法、シビアアクシデント、シミュレーション

1. 緒言

当所では原子炉事故で発生しうる物質の熔融凝固や移動、大変形を伴う複雑な現象を解析するためのマルチフィジクス粒子法コードを開発しており、本研究では配管亀裂からの噴流の飛散挙動解析を可能とするための計算コードの改良を行う。噴流の飛散距離を正確に評価するために、現象に対して支配的となる表面張力および空気抵抗について、それらの影響を正確に取り扱うためのモデルを開発し、実装する。

2. 表面張力モデル

表面粒子の検出、法線ベクトル計算、曲率計算、接線方向の表面張力項評価、法線方向の表面張力項評価の5ステップからなる表面張力計算モデルを開発し、マルチフィジクス粒子法コードに実装した。

ベンチマーク解析として Qian ら[1]の実施した液滴衝突試験と同じ体系でシミュレーションを実施した。衝突速度や位置の違いにより衝突後の変形挙動が異なり、二液滴の融合、分離、サテライト液滴の形成、液糸の形成と分離（図1(a)-(d)）などが発生する様子がそれぞれ定性的に正しく再現された。

3. 空気抵抗モデル

周囲の気相または液相の代表速度ベクトルおよび各表面粒子の法線ベクトル方向を基に、各表面粒子に働く抵抗力を評価するモデルを開発した。静止した水中に熔融ウット合金を噴出する解析を実施し、先頭に傘形状が形成され、傘端部および液柱表面から液糸および液滴が生成される様子が再現された（図2）。

4. 結論

本コードが噴流解析に適用可能であるという見通しが得られた。今後定量評価に向けた検討を行う。

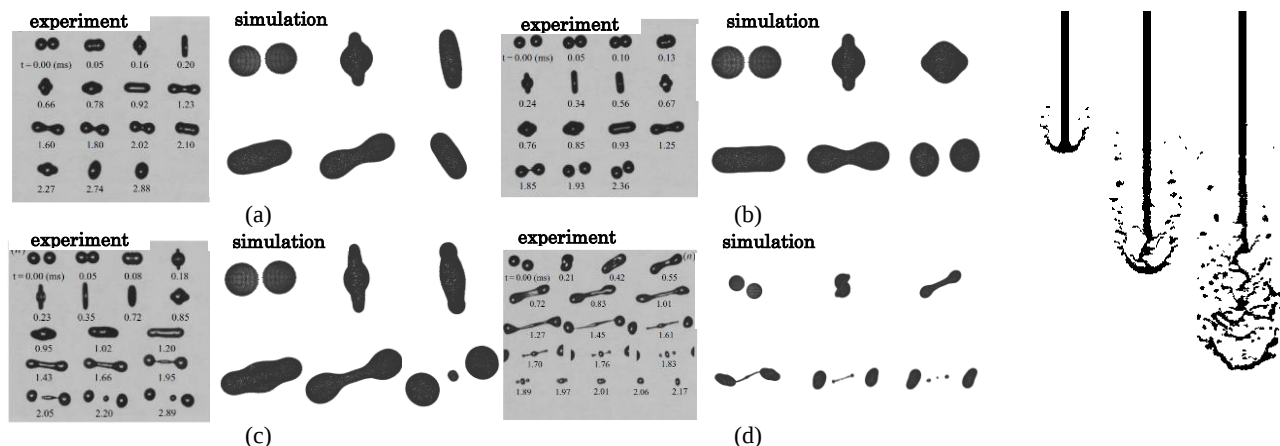


図1 液滴衝突解析結果と試験結果[1]の比較

図2 噴流解析結果

参考文献

[1] J.Wian, C.K.Law, "Regimes of coalescence and separation in droplet collision", J. Fluid Mech. (1997), vol.331, pp.59-88

*Kenta Inagaki¹

¹Central Research Institute of Electric Power Industry.