

格納容器及び原子炉建屋内におけるエアロゾル粒子沈着量評価手法の開発

(4) 原子炉建屋内詳細構造における粒子沈着量評価モデルの検討

Development of the Evaluation Method for the Aerosol Particle Deposition Amounts

in the Containment Vessel and the Reactor Building

(4) Study on the Aerosol Particle Deposition Amounts on the Detailed Structures in the Reactor Building

*堀口 直樹¹, 宮原 直哉¹, 上澤 伸一郎¹, 吉田 啓之¹, 逢坂 正彦¹

¹ 日本原子力研究開発機構

軽水炉事故時における核分裂生成物の合理的な環境放出量評価に資するため、原子炉建屋内のエアロゾル粒子沈着量の CFD による解析手法を開発している。本報では、建屋内の詳細構造の 1 つである扉の隙間等を模擬した狭隘流路の粒子沈着量モデル化のための予備解析結果を報告する。

キーワード：原子炉建屋，エアロゾル，沈着，モデル，CFD

1. 緒言

事故時の環境への放射性エアロゾル粒子放出量の合理的な評価のため、CFD を用いた原子炉建屋内のエアロゾル粒子沈着量評価手法の開発[1]を実施している。原子炉建屋内の沈着解析に対して、現実的な空間解像度を想定した場合、建屋内に存在する狭隘部等の詳細構造を再現した解析は適切ではないことから、粒子沈着量を与えるモデルが必要である。本報では、このような詳細構造の特徴を表す体系に対して CFD 解析を行うことで必要なモデルを作成することを考え、詳細構造の 1 つである扉の隙間等を模擬した狭隘流路に対する予備解析を実施し、その妥当性について検討した。

2. 解析方法

ANSYS-Fluent を用いて、代表的に扉の隙間（幅 2 mm、曲がり 1 か所）とその前後の領域をモデル化した二次元体系についての予備解析を格子数 4.5 万で実施した（図 1）。CsI 粒子（密度 4,500 kg/m³）を含む空気が、扉の前後の圧力差により駆動される状況を考え、前報[1]の結果から考え得る差圧範囲の代表として、入口-出口境界の差圧 $\Delta P = 10, 3,600$ Pa を与えた。粒子沈着量評価手法に必要なモデルは準定常状態に対するものと考え、気流は定常であるとした。粒子に働く力は抗力と重力、粒径は 0.1-10 μm とし、狭隘部入口に等間隔に配置した 1,000 個の粒子挙動を粒径毎に解析した。

3. 解析結果

図 1 に狭隘流路内粒子飛跡を示す。流路入口近傍と曲がり部で軌跡が一方へ寄る様子が見られた。粒子は曲がり部通過後に沈着し、流路を通過した割合は約 0.4 であった。流路入口近傍では縮流が生じて気流の向きが変わっており、軌跡に影響を及ぼしたと考えられる。図 2 に示す通過割合から、粒径及び差圧が大きいほど漏洩しにくい傾向を確認した。これは、差圧増加に伴う流速増加または粒径が大きくなることで粒子の慣性が増加し、気流の向きが大きく変わる部分で慣性衝突による沈着が起きやすくなったことが原因である。このため、今後は粒子の慣性衝突や縮流の影響を考慮し、狭隘流路における粒子沈着のモデル化を実施する。

参考文献

[1] 堀口ら, 原子力学会 2018 年春の大会, 1B17

*Naoki Horiguchi¹, Naoya Miyahara¹, Shinichiro Uesawa¹, Hiroyuki Yoshida¹, and Masahiko Osaka¹

¹Japan Atomic Energy Agency

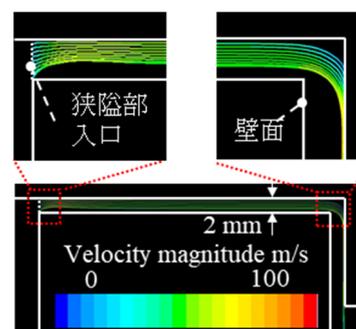


図 1 粒子軌跡
(ΔP : 3,600、粒径: 0.9 μm)

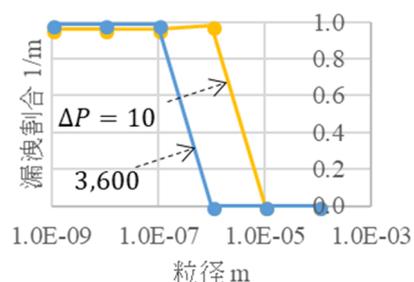


図 2 漏洩割合