

SA 時の FP 挙動モデルの評価

1. Phebus-FPT1 試験解析による核形成モデルの一次系での FP エアロゾル沈着に及ぼす影響評価

Evaluation of FP behavior models in severe accidents

1 Evaluation of effect of nucleation on deposition of FP aerosols in a primary system
by the Phebus-FPT1 test analysis

*唐澤 英年¹, 三輪 周平¹, 木野 千晶²

¹JAEA, ²エネ総研

SA 時に炉内で放出される過飽和分の蒸気はモノマーとなり、均一または不均一の核形成によりクラスターが生成する。そして、一次系内でクラスター同志のブラウン凝集によりエアロゾルが成長する。SAMPSON を用いた Phebus-FPT1 試験解析において、この核形成によるエアロゾル成長モデルの妥当性を検討した。

キーワード：シビアアクシデント、FP 挙動モデル、エアロゾル、核形成、凝集、沈着

1. 緒言

Phebus 試験は、900MWe-PWR の約 1/5000 規模の実機模擬試験で、炉心・一次系・蒸気発生器(SG)・格納容器を模擬し、SA 時の FP 挙動に関する総合的な知見が得られている[1]。Phebus 試験解析の一環として、今回はエアロゾル生成モデルに着目し、上部プレナム(UP)への FP などの沈着量からモデルの妥当性を検討した。

2. エアロゾル成長モデル

Phebus-FPT1 試験から、①エアロゾルの重量分布は粒径に依存しない、②エアロゾルは粒径 $0.5 \mu\text{m}$ 以下のアモルファスの凝集体、であることが報告されている[1]。このため、高温の炉心部から放出された蒸気が燃料より温度の低い水蒸気に放出された時に過飽和分の蒸気凝縮によりモノマーが瞬時に生成され、UP 出口に至るまでの時間に均一核生成、または不均一核生成によるモノマーの凝縮・凝集によりクラスターが形成されるとした。また、UP 出口から SG 入口(C 点)に至るまでの時間にクラスターが凝集して粒径が成長するとした。凝集によるクラスターの個数濃度の経時変化は、ブラウン凝集速度を用いたマスバランス方程式で表せる[2]。なお、モノマー径を評価する適切なモデルがないため、モノマー径とクラスター径を変数とした。

3. Phebus-FPT1 試験結果との比較

FPT1 試験は Ag-In-Cd 制御棒を用い 165°C の水蒸気を流した試験で、UP 部と SG 上流部への蒸気凝縮が観測された。従来モデルでは、過飽和分の蒸気がエアロゾルを形成するとしていた。しかし、従来モデルでは、Ag や Mo の酸化物の蒸気圧は低いため、炉心から放出された蒸気は壁に凝縮することなくほぼ全てがエアロゾルになるとしていた。

本解析による C 点でのエアロゾル個数濃度のクラスター径依存性を、図 1 に示す。モノマー径を 5nm とした場合に UP 出口でクラスター径は 70nm となり、

C 点に至るまでの時間に最大個数濃度でのエアロゾル径は約 $0.45 \mu\text{m}$ まで成長した。このエアロゾル径は AMMD で約 $1.7 \mu\text{m}$ となり、測定値(AMMD; $1.66 \mu\text{m}$)を説明できた。これら検討結果について紹介する。

参考文献

[1] 日本原子力学会、水化学部会報告書 2017-0001。 [2] 奥山、吉沢、エアロゾル研究、9, 6-22(1988)。

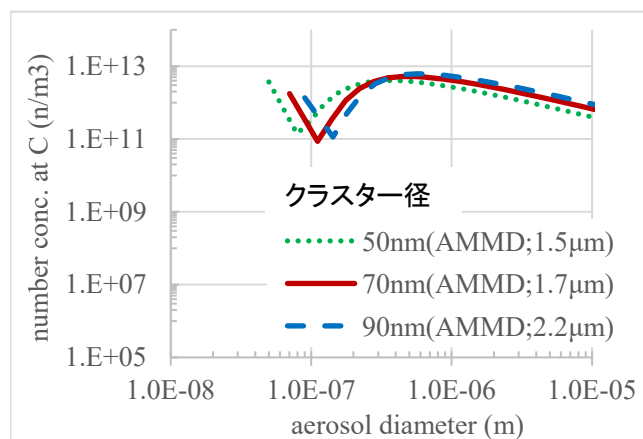


図 1 C 点におけるエアロゾル径のクラスター径依存性

*Hidetoshi Karasawa¹, Shuhei Miwa¹ and Chiaki Kino² ¹JAEA, ²IAE