デブリベッドの沸騰熱伝達特性に関する研究

(第二報:底面および内部加熱条件におけるデブリベッドのドライアウト熱流束)

Study on Boiling Heat Transfer Characteristics in Debris Beds

(2nd : Dryout Heat Flux for Bottom and Volume Heated Debris Beds)

*桜田渓史¹,川上大良¹,坂下弘人¹,小野綾子²,吉田啓之²

¹北海道大学,²JAEA

原子炉の過酷事故時に重要となるデブリベッドの冷却機構を検討するために, 伝熱面上に粒子層を充填し, 高周波誘導加熱器を用いて粒子層を内部発熱させた際に底面での限界熱流束へ与える影響を測定した.

キーワード:原子炉過酷事故、底面および内部加熱デブリベッド、沸騰熱伝達、限界熱流束

1. **緒言** 原子炉の過酷事故時には溶融デブリがペデスタル上へ落下することが想定される.ペデスタルが 水張りされている状況では溶融デブリは床面に達し溶融プールを形成して表面が固化しクラストを形成し, 一部が水中で粒子化しクラスト上に堆積する.デブリベッドの冷却挙動は格納容器の健全性評価の際に重

要であるが,粒子状デブリの発熱がクラスト表面からの除熱特性に与え る影響については過去に報告されていない.第一報[1]では粒子層が発 熱しない場合を対象としたが,本研究では伝熱面上に堆積した粒子層の 発熱が底面での限界熱流束に与える影響を検討した.

2. 実験方法 Fig.1 に実験装置の概略図を示す. 直径 75mm の銅製伝熱 面上に粒子化したデブリを模擬した鋼製球形粒子を堆積させ,高周波誘 導加熱装置を用いて球状粒子を発熱させた. 同時に銅ブロック内部に設 置したヒーターによる加熱を行い,底面での限界熱流束を測定した.

3. 実験結果 Fig.2 に各粒子径における限界熱流束を示した. 横軸は粒 子堆積層での発熱量 Q[W/m³]に堆積高さ H[m]をかけた熱流束 QH[W/m²] であり,縦軸は底面での限界熱流束 q_{CHF} [W/m²]である. 粒子径が小さくな ると q_{CHF} が低下するが,粒子層の発熱の影響は小さく,発熱量によらず q_{CHF} はほぼ一定値を取ることが判明した. Fig.3 に d=6mm での実験結果と, 粒子層での流動抵抗に基づく Lipinski モデル[1], Flooding に基づく Ostenson モデル[2], Dhir モデル[3]による q_{CHF} の予測値を示した. いずれ のモデルも,本実験結果とは異なり粒子層での発熱量の増加とともに q_{CHF} は単調に減少すると予測する. この結果より,既往のモデルでは本実 験体系の CHF を予測できないことが判明した.

4. 結言 粒子層の内部発熱が底面における限界熱流束へ与える影響を明 らかにし、その予測には新たなモデルが必要であると示した.

参考文献 [1] 桜田,他, 原子力学会 2018 春の年会, 1B08. [2] R. J. Lipinski, 1982, A model for boiling and Dryout in particle beds, ReportNUGER/CR-2646, AND82-0765. [3] R. W. Ostensen, R. J. Lipinski, A particle bed Dryot Model Based on Flooding, Nucl, Sci, Eng, 9, 110(1981). [4] V. K. Dhir (UCLA), L. Barleon (KFK-Germany), Dryout Heat Flux in a Bottom-Heated Porous Layer.

*Keishi Sakurada 1, Taira Kawakami 1, Hiroto Sakashita 1, Ayako Ono 2, Hiroyuki
Yoshida 2 1 Hokkaido Univ, 2 Japan Atomic Energy Agency







vs. heat generation rate in beds



Fig.3 Comparison of measured CHF with the models