

デブリベッドの沸騰熱伝達特性に関する研究 (第四報：伝熱面上の沸騰様相の可視化測定)

Study on Boiling Heat Transfer Characteristics in Debris Beds

(4th: Visualization of boiling behaviors on a heating surface)

*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

過酷事故時の溶融デブリの冷却機構を検討する上で重要となる、デブリベッドの限界熱流束機構を明らかにするために、粒子層を堆積させた伝熱面上の沸騰様相の可視化測定を行った。

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，可視化

1. 緒言 過酷事故緩和策であるペDESTALへの事前水張りの有効性検証には、溶融プール表面の固化クラスト上に粒子デブリが堆積した体系での、クラスト表面での沸騰特性の把握が重要である。著者らは、粒子層の発熱が伝熱面上のCHFに与える影響を検討している。Fig.1に前報[1]までに得られたCHFの測定結果を示す。図中のQHは粒子層の総発熱量である。既往モデルでは、粒子層発熱量QHの増大とともに伝熱面上のCHFは低下すると予測するが、本実験結果は、底面のみ加熱(●)と粒子層及び底面加熱(○)でCHFに大きな差は無い。この事実は、CHFの発生には既往モデルで仮定する粒子層内の気液流動ではなく伝熱面ごく近傍の現象が関与していることを示唆している。そこで、本報では底面加熱体系において伝熱面下方から沸騰様相の可視化測定を行い、伝熱面上のドライアウト挙動を検討した。

2. 実験方法 実験装置をFig.2に示す。ITO導電膜を蒸着させた50mm×50mmのサファイアガラスを伝熱面として用い、直径d=2~15mmの粒子を堆積させ下方から全反射を利用した可視化計測を行った。

3. 実験結果 Fig.3は、直径d=6, 15mmの粒子を堆積させた場合の、同一熱流束における伝熱面上の時間平均ボイド率分布である。d=6mmでは粒子間隙で生じたドライアウトが全体に伝播する様子が見られた。一方d=15mmでは、粒子底部近傍でのドライアウトは確認されたが全体に伝播せず、粒子間隙では孤立気泡の発泡点が多く見られた。Fig.4に伝熱面上の乾燥領域割合の熱流束による変化を示す。横軸の矢印は各粒子径でのCHF値である。粒子径が小さいほどドライアウトの拡大が促進され、粒子径が大きい場合は裸面の傾向に近づくことが判明した。これらの結果から、ドライアウトには伝熱面上で生成する気泡と粒子間隙のサイズの比率が大きく関与しており、このことがCHFの粒子径依存性を生じさせている可能性が高い。

4. 結言 デブリベッド底部のドライアウト挙動は堆積粒子径に強く影響を受ける。これがCHFの粒子径依存性に関与していると思われる。

参考文献 [1] 川上,他, 原子力学会 2019 春の年会, 2I14.

* Taira Kawakami 1, Hiroto Sakashita 1, Ayako Ono 2, Hiroyuki Yoshida 2

1 Hokkaido Univ, 2 Japan Atomic Energy Agency

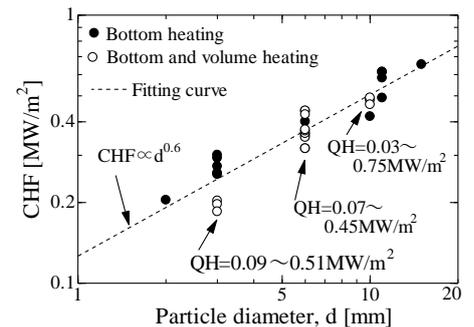


Fig.1 CHF vs. particle diameter

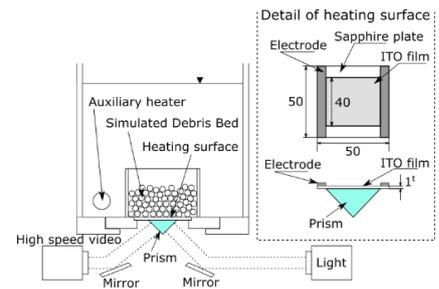


Fig.2 Experimental apparatus

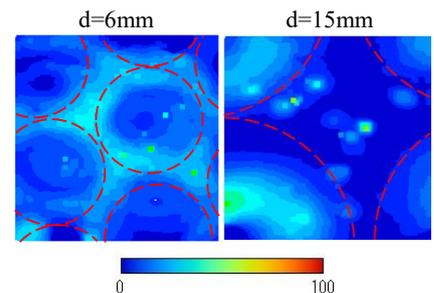


Fig.3 Comparison of time averaged surface void fraction ($q=0.2\text{MW/m}^2$)

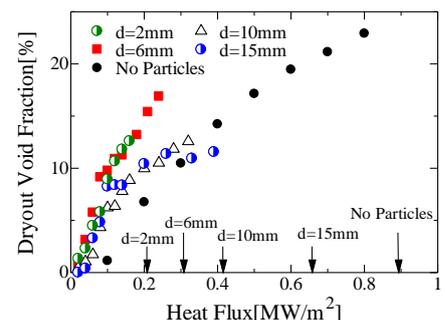


Fig.4 Effects of particle diameter on averaged surface void fraction