

# デブリベッドの沸騰熱伝達特性に関する研究 (第三報：限界熱流束に対する粒子層発熱量および粒子層高さの影響)

Study on Boiling Heat Transfer Characteristics in Debris Beds

(3rd : Effects of Volumetric Heated Rate and Bed Height on Critical Heat Flux)

\*川上大良<sup>1</sup>, 桜田溪史<sup>1</sup>, 坂下弘人<sup>1</sup>, 小野綾子<sup>2</sup>, 吉田啓之<sup>2</sup>

<sup>1</sup>北海道大学, <sup>2</sup>JAEA

過酷事故時の溶融デブリの冷却機構を検討するために、伝熱面上に粒子層を堆積させ発熱密度や粒子層高さが底面での限界熱流束へ与える影響を測定するとともに、伝熱面下方からの可視化実験を行った。

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。前報[1]では粒子層高さが一定の場合の結果を報告した。本報では粒子層高さが伝熱面上の限界熱流束(CHF)に与える影響を検討した。また、伝熱面下方から沸騰様相の可視化を行い、伝熱面上の固液接触挙動の直接観察を試みた。

**2. 実験方法** 実験装置は前報[1]と同様であり、直径 75mm の銅製伝熱面上に粒子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発熱させた。同時に銅ブロックをヒーターにより加熱し、底面での CHF を測定した。可視化実験では ITO 導電膜を蒸着させた 20mm×40mm のサファイアガラスを伝熱面として用い、伝熱面上に粒子を堆積させ下方から全反射を利用した観察を行った。

**3. 実験結果** Fig.1 に内部+底面加熱体系で粒子層高さを変化させたときの CHF を粒子径  $d=6\text{mm}$  の場合について示す。横軸は粒子層の発熱密度  $Q$  [ $\text{W}/\text{m}^3$ ] に粒子層高さ  $H$  [ $\text{m}$ ] をかけた熱流束  $QH$  [ $\text{W}/\text{m}^2$ ] である。CHF は  $QH$  に依存しないことが分かる。図には、粒子層内の Flooding に基づく予測式[2,3]の結果も示したが、本実験結果を説明できない。Fig.2 に底面加熱体系で粒子層高さを変化させたときの CHF を示す。粒子層高さを変化させても CHF はほぼ一定値を取ることが判明した。以上、粒子層の発熱の有無に関わらず、底面での CHF には伝熱面近傍の気液挙動が関係することを示唆する結果となった。Fig.3 に可視化結果の例を示す。図は直径  $d=2\text{mm}$  の粒子を堆積させた場合の熱流束  $q=0.14\text{MW}/\text{m}^2$  (CHF の約 70%) での伝熱面上の時間平均ボイド率分布である。粒子底部近傍で液体が保持され、ドライアウトは粒子間隙で生じ易いことなどが確認できる。

**4. 結言** 粒子層が堆積した体系での底面 CHF は粒子層内の気液流動ではなく伝熱面近傍の気液挙動が関与していると考えられる。CHF 機構解明の足掛かりとして伝熱面近傍の沸騰様相観察を試みた。

**参考文献** [1] 桜田,他, 原子力学会 2018 秋の年会, 2I11. [2]Ostensen, R.W. et al., A particle bed Dryout Model Based on Flooding, Nucl, Sci, Eng, 9, 110(1981). [3]Dhir,V.K et al., Dryout Heat Flux in a Bottom-Heated Porous Layer, Trans. ANS, 385, 38(1981).

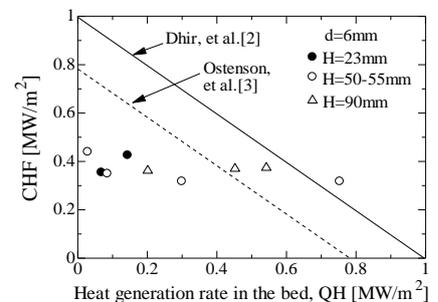


Fig.1 Effects of bed height on CHF under bottom and volume heating condition

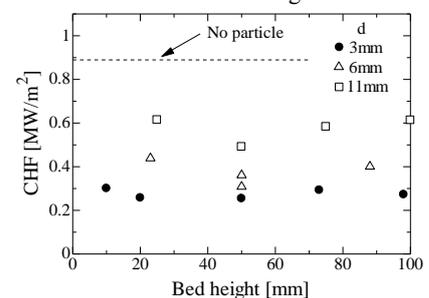


Fig.2 Effects of bed height on CHF under bottom heating condition

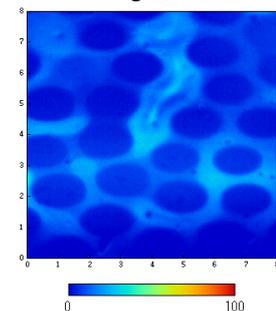


Fig.3 Time averaged surface void fraction ( $d=2\text{mm}$ ,  $q=0.14\text{MW}/\text{m}^2$ )

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

Hokkaido Univ, 2 Japan Atomic Energy Agency