

既設炉に設置可能な薄型コアキャッチャーの冷却性能 —水平フィン付き矩形冷却チャンネルの冷却特性評価試験—

Thermal-hydraulics characteristics of the flat core-catcher for existing plants

—Experiments of heat transfer behavior in the horizontal rectangular finned channel—

*竹山 大基¹, 岩城 智香子¹, 田原 美香¹, 鬼塚 洋一¹

¹東芝エネルギーシステムズ株式会社

既設炉の小スペースに設置するため、熔融炉心を受け止める天板と冷却チャンネルが水平な薄型のコアキャッチャーを開発する。流路長 3.5m の実長模擬試験体を用い、冷却性能を試験により確認した。

キーワード：シビアアクシデント，熔融炉心，コアキャッチャー，水平矩形流路，フィン付流路，既設炉向け

1. 緒言

薄型コアキャッチャー(図 1)では、全高を抑えるために水平矩形冷却チャンネルを採用している。水平な冷却チャンネルは傾斜がある場合に比べてボイドが抜けにくく自然循環流量が減少するため、フィンを設置して伝熱面積を増加させ熱交換性能を上げている(図 2)。給水流路側に熱を通さないようフィン先端は冷却流路底面から離れているため、冷却流路下部にはフィンがない空間もあり、このような複雑流路の二相流の伝熱特性は知見がない。そこで、上面加熱のフィン付矩形流路を一部模擬した試験体を用いて冷却性能を試験により確認した。

2. 試験装置および試験方法

試験ループは、RPV ペDESTAL内半径 3.5m を模擬したフィン付矩形流路の部分モデル試験体と、冷却水の平均密度差により自然循環力を生み出す約 1m のダウンカマおよびライザで構成され、熔融炉心からの熱流束はヒータで模擬した(図 3)。W110mm×H47mm の矩形流路断面にはφ20mm、長さ 39mm のフィンが 30mm ピッチで 3 本×114 列設置されている。熔融炉心の熱流束を包含する 250kW/m² 以下の範囲でヒータ出力をパラメータとした試験を行い、自然循環流量、フィン付流路の圧力損失、流路出入り口の流体温度、フィン表面温度分布などを取得した。

3. 試験結果

試験では、熱流束を段階的に大きくしていくと 50kW/m² のとき、自然循環流束が最大 230kg/m²s に達した(図 4)。さらに熱流束を大きくすると自然循環流束は減少傾向に転じたが、250kW/m² のときでも 150 kg/m²s が確保された。熱流束が増加し徐々にボイド発生量も増加すると、ダウンカマとライザ間の平均密度差が顕著になり自然循環の駆動力が増す一方で、フィン付流路における二相圧損も大きくなるため自然循環流束がピークを持つ傾向になると考えられる。なお、フィン表面最高温度は 250kW/m² のときを除くとほぼ水の飽和温度に維持された。250kW/m² では後流側のフィンが 270℃まで上昇したが、銅フィンの融点(約 1080℃)に対して十分な余裕があり構造的に問題はなかった。

4. 結論

250kW/m² 以下の範囲では自然循環流の発生により薄型コアキャッチャー冷却流路が融点以下に冷却保持された。これにより、本システムで熔融炉心の熱量を除熱できる目途を得た。

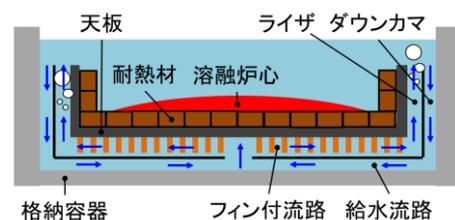


図 1 薄型コアキャッチャー

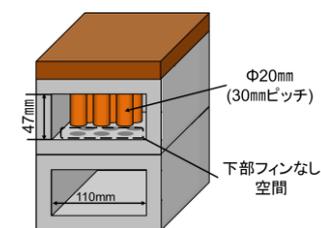


図 2 フィン付冷却流路

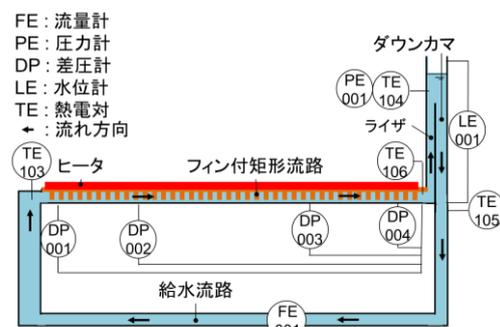


図 3 試験ループ

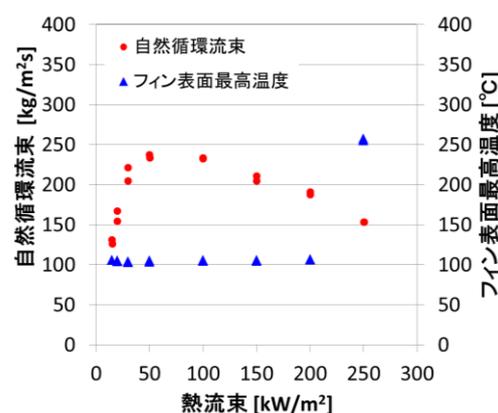


図 4 試験結果

* Daiki Takeyama¹, Chikako Iwaki¹, Mika Tahara¹ and Yoichi Onitsuka¹

¹ TOSHIBA ENERGY SYSTEMS & SOLUTIONS CORPORATION