

薄型コアキャッチャーの開発

(2) 冷却特性評価試験

Development on Flat and High Thermal Conductivity Core-catcher

(2) Cooling Characteristics Estimation Testing

*青木 一義¹, 藤原 竜馬¹, 栗田 智久¹, 中丸 幹英¹, 鬼塚 洋一¹

¹ (株) 東芝

既設炉を含めた原子力プラントにおいて薄型コアキャッチャーを設置すれば、格納容器下部に落下した炉心の拡がりや浸食を抑制・防止できる。このため、既設炉のシビアアクシデント条件で薄型コアキャッチャーの冷却特性を実験的に評価した。

キーワード：シビアアクシデント、コアキャッチャー、限界熱流束

1. 緒言

既設炉にコアキャッチャーを設置する場合、設置スペースと設備の搬入などに制約があるため、除熱すべき熱流束が高くなる一方で、冷却水流量は低下する傾向となる。そこで、実機で想定される冷却流路の条件での伝熱試験により、薄型コアキャッチャーの冷却特性を評価することを目的とした。

2. 手法

図1に示すように、薄型コアキャッチャーは内部に伝熱フィンを持つ冷却流路を設けたブロックを多数並べて構成される。この冷却流路の構造と伝熱流動条件を局部的に模擬した装置を用いた試験によりその限界熱流束と二相流動挙動を評価した。

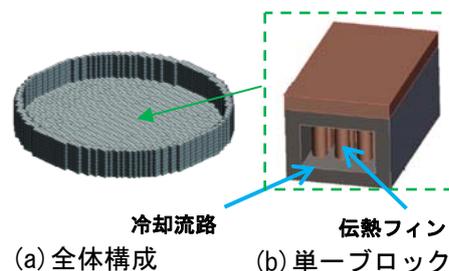


図1 伝熱フィン付薄型コアキャッチャー

3. 試験結果

限界熱流束計測試験結果の一例を図2に示す。この試験では図3に上面図を示す試験体を用い、流れ方向の傾斜角度が0°、圧力が0.82MPa、質量流束が192kg/m²s、試験体の出口オリフィスが0.049の条件で実施した。この試験では、まず約150kW/m²の上昇幅で試験体上面の熱流束を上昇させて限界熱流束に到達させ、その後上昇幅を10kW/m²刻みに変更して再び限界熱流束の値を得ることで、再現性の確認とデータの分解能向上を図っている。なお、熱流束を算出する際の面積は薄型コアキャッチャー上面の面積とし、熱伝導解析からは、伝熱フィン表面の過熱度が400°C程度でも成立する見通しである^[1]が、本試験では装置保護の観点からフィン表面の過熱度が100°Cとなる時の熱流束を限界熱流束としている。この条件での限界熱流束は実機で想定される最大の熱流束約800kW/m²^[1]を上回る844kW/m²となった。

図2の条件で限界熱流束に達する直前に可視化窓Aと可視化窓Bから撮影した二相流動挙動を示す。上流側の可視化窓Aでは伝熱フィンの下側半分程度が水面下にあるが、可視化窓Bでは伝熱フィン周囲のほぼ全領域が噴霧状の流動となっている。この可視化窓Bのような流動であっても、実機で想定される800kW/m²を上回る冷却性能を得られることがわかった。

4. 結論

冷却水が少ない噴霧状の流動挙動となっても伝熱フィン表面に水が供給され、実機で想定される熱流束を上回る冷却性能が得られることを確認した。

なお、本件は経済産業省平成26年度発電用原子炉等安全対策高度化技術基盤整備事業(薄型コアキャッチャーの技術開発に向けた基盤整備)の成果の一部である。

参考文献

[1] 青木ら、J41、原子力学会2014年秋の大会

¹Kazuyoshi Aoki¹, Ryoma Fujihara¹, Tomohisa Kurita¹, Mikihide Nakamaru¹ and Yoichi Onitsuka¹

¹Toshiba.

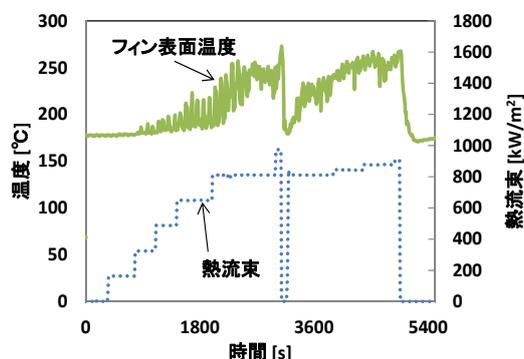


図2 限界熱流束評価試験結果の一例

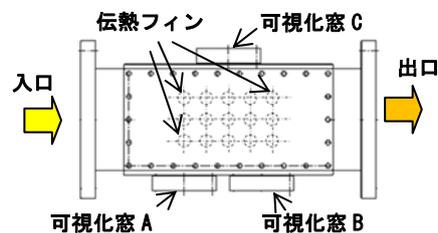


図3 試験体上面図



図4 限界熱流束到達直前の二相流動挙動