

使用済燃料プールの事故時スプレイ冷却模擬試験 (3) 単バンドルスプレイ熱伝達試験

Experimental Study on Spray Cooling Effect for Accident Conditions in Spent Fuel Pool

(3) Single Bundle Spray Heat Transfer Test

*笹川 達也¹、河野 智美¹、奥井 翔大¹、水谷 義隆¹、大脇 理夫¹、久保 雄一郎¹

¹原子燃料工業 (株)

使用済燃料プールにおける事故時のスプレイによるプール内使用済燃料の冷却特性について、試験データを取得する。本報告では、単バンドルスプレイ熱伝達試験の試験データ及びその分析結果を報告する。

キーワード：使用済燃料プール、事故時、熱伝達係数、クエンチフロント進展

1. 緒言

既報で全体計画を示した SFP スプレイ冷却試験^[1]について、単バンドルスプレイ熱伝達試験の代表的な試験結果並びに熱伝達係数及びクエンチフロント進展速度の分析結果を報告する。

2. 単バンドルスプレイ熱伝達試験

2-1. 試験データ

単バンドル熱伝達試験の試験部は、模擬ラック及びチャンネルボックスを有する実長7×7縮小格子模擬BWR燃料集合体で構成される。一連の試験では、所定の条件にてヒートアップを開始した後、目標温度に到達した時点でスプレイを投入し、全ヒータロッドの温度が十分に低下した時点で終了した。試験中には、スプレイ液滴特性、ボイド率分布、ヒータ表面温度等を計測し、集合体出力、初期プール水位、スプレイ流量等を含む12のパラメータについて、その影響を確認した。平成28年度には初期水位を有する状態で高出力条件における試験データを取得したのに対し、平成29年度には実機SFP相当の低出力条件に加えて、空気冷却時の試験データを取得した。代表的な試験条件における空気冷却時のヒータ表面温度の時間変化を図1に示す。

2-2. 分析結果

単バンドル熱伝達試験で得られたヒータ表面温度データを用いて、熱伝達係数を評価した。熱伝達係数は、ヒータ発熱量からヒータ温度上昇に消費された熱量を減じて、壁面過熱度で除算することで算出した。評価の結果、熱伝達係数は冠水/露出に応じて大きく変化するが、スプレイ開始後はクエンチが生じるまで顕著な変化を示さないことが確認された。高出力条件においては、スプレイ開始前の熱伝達係数がプール水位、出力等に依存して変化する傾向が確認され、蒸気流量への依存性を示唆している。水位減少量から推定した蒸気流量に基づきDittus-Boelter式を用いて熱伝達係数を計算した結果、本試験の評価結果をやや下回る傾向が確認された。

また、単バンドル熱伝達試験で得られたヒータ表面温度データを用いて、クエンチフロント進展速度を評価した。クエンチフロント進展速度は、同一ロッドの異なる軸方向位置に設置した熱電対の測定結果を用いて、各々のクエンチ時間と熱電対間の距離から算出した。評価結果を図2に示すが、クエンチフロント進展速度はスプレイ開始時点の温度、スプレイ流量の影響を受けて変化する傾向が確認された。

本報告は、原子力規制庁の「原子力施設等防災対策等委託費（使用済み燃料貯蔵プール冷却試験）事業」にて得られた成果である。

参考文献 [1] 水谷, 河野, 奥井, 笹川, 大脇, 久保, 日本原子力学会 2017年秋の大会, 1B08, 2016

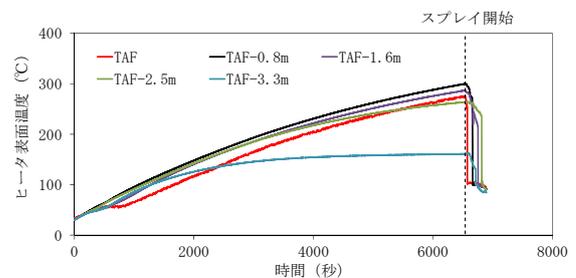


図1 ヒータ表面温度の時間変化
(出力 2.9kW、スプレイ量 0.2m³/h)

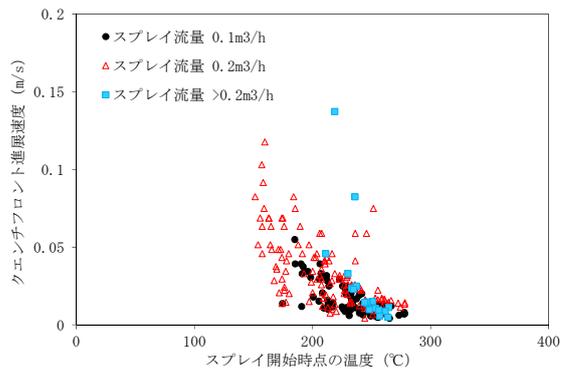


図2 クエンチフロント進展速度

*Tatsuya Sasakawa¹, Tomomi Kawano¹, Shota Okui¹, Yoshitaka Mizutani¹, Masao Owaki¹ and Yuichiro Kubo¹

¹Nuclear Fuel Industries, Ltd.