

FFRD 事象における放出ペレット堆積部冷却性への 堆積状態による影響の検討に関する試験手法の開発

Development of out of pile experimental method for evaluating the effect of dispersed fuel fragments on the fuel coolability depending on accumulation mode under FFRD condition

*清水勇希¹, 小方宏一¹, 篠原靖周¹, 大和正明²

¹ニュークリア・デベロップメント(株), ²三菱重工業(株)

FFRD (Fuel Fragmentation, Relocation and Dispersal) 事象において想定されるペレット片のグリッド部堆積挙動を模擬する炉外試験装置を用いて、ペレット片堆積状態の変化をパラメータとし、ペレット片堆積部周辺の冷却性を評価可能な試験手法を開発した。

キーワード: FFRD、ペレット細粒化、ペレット放出、放出ペレットの堆積、炉心冷却性、高燃焼度燃料、LOCA

1. 緒言

LOCA 時に高燃焼度燃料で想定される FFRD (Fuel Fragmentation, Relocation and Dispersal) 事象において、細粒化したペレット片が燃料棒外へ放出された場合の LOCA 時及び LOCA 後の炉心冷却性に関しては、実験的手法による知見が少ない。放出ペレット片がグリッドの上部や被覆管とグリッドの隙間に堆積する場合、堆積したペレット片からの崩壊熱や冷却流路の閉塞により、堆積部における局所的な温度上昇や、堆積部下流の冷却性への影響が懸念される。本発表では、ペレット片堆積状態の変化によるグリッド部周辺冷却性への影響評価を目的として開発した未照射 PWR 3×3 燃料棒バンドル体系での試験手法の概要と、当該手法を用いた試験結果を報告する。

2. 試験方法

FFRD 事象における細粒化ペレット放出後のグリッド部堆積挙動の模擬のため、上部プラグ及び模擬ペレット加熱容器を換装することで、サブチャンネル4か所への降下（以降、4か所降下と呼称）、サブチャンネル1か所への降下（以降、1か所降下と呼称）等、複数の方式でペレット片を降下し、任意に堆積状態を変更可能な装置(図1)を用い、ペレット片効果箇所や堆積状況を変化させた試験を実施した。具体的には装置下部から水蒸気を炉心管内に導入後、模擬グリッドを LOCA 時相当温度に保持した状態で、模擬ペレット加熱容器中で模擬グリッドよりも更に高温に加熱した模擬ペレット片をグリッド上の任意の箇所に降下し、堆積前後の模擬被覆管表面の温度変化を測定した。また、温度計測実施後、流路閉塞度を把握するため、常温大気中で装置下部から空気を流入することで、模擬ペレット片堆積部の差圧を測定した。

3. 試験結果

等重量の模擬ペレット片を用いて 4 か所降下と 1 か所降下の試験を実施し、両試験において堆積部周辺の被覆管温度が上昇し冷却されるまでの温度履歴データを得た。1 か所降下は 4 か所降下と比較して被覆管の温度上昇幅が大きく、かつ冷却に要する時間が長い傾向が確認された。また、温度計測後の差圧測定では、1 か所降下では 4 か所降下と比較して差圧が低く、堆積部における空気流の圧力損失が流路閉塞度に対応した傾向となっていることが確認された。

4. 結論

FFRD 発生時に微細化ペレットがグリッド部に堆積する場合を模擬する試験装置を開発し、複数の堆積状態に対して、堆積部付近の温度や堆積部の差圧データを取得可能であることを確認した。

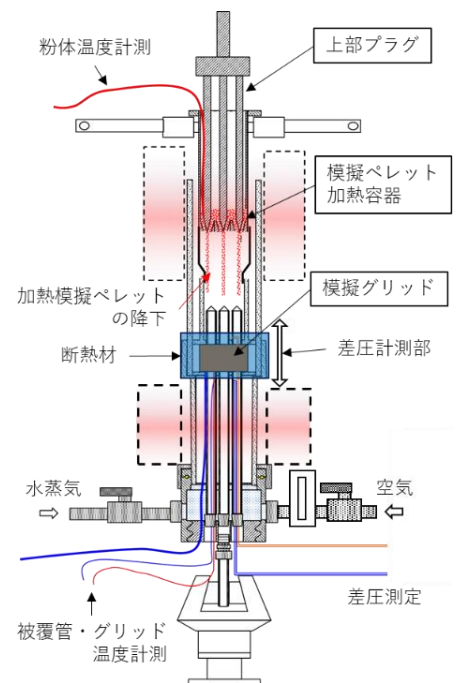


図1 試験装置概要

*Yuki Shimizu¹, Koichi Ogata¹, Yasunari Shinohara¹ and Masaaki Yamato²

¹Nuclear Development Corporation, ²Mitsubishi Heavy Industries, Ltd..