

FFRD 事象における放出ペレット堆積部を模擬した 堆積部冷却性確認用炉外試験装置の開発

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

*小方宏一¹、篠原靖周¹、清水勇希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) 事象で想定される放出ペレット片のグリッド部堆積挙動を未照射 PWR 3×3 模擬燃料棒バンドル体系において模擬し、堆積部周辺の堆積発生前後の温度変化や堆積部分の閉塞度合い等、冷却性評価に必要なパラメータを取得可能とする試験装置を開発した。

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、現時点では実験的アプローチによる知見がほとんどない。放出ペレット片はグリッドの上部や被覆管とグリッドの隙間に堆積し、冷却流路の閉塞や堆積したペレット片からの崩壊熱により局所的な被覆管温度上昇等による長期炉心冷却性への影響が懸念される。ペレット片が堆積する場合の冷却性評価手法の開発に向け、未照射 PWR 3×3 模擬燃料棒バンドル体系において、ペレット片のグリッド部堆積挙動を模擬し、堆積部及び周辺燃料棒の堆積発生前後の温度変化や堆積部分の閉塞度合い等、堆積部の冷却性評価に必要なデータを取得可能とする試験装置を開発した。本報では、当該装置の概要と、性能確認結果を報告する。

2. 試験装置の設計・製作

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を模擬するため、模擬ペレット片降下装置と、模擬被覆管を模擬グリッドで束ねたバンドル部(3×3)を軸上に配置した装置を設計した。(図 1) LOCA 時を想定し、堆積させる模擬ペレット片と模擬グリッドを異なる温度に設定できるように、2つの電気炉を用いた。試験装置の下部は水蒸気または空気を供給可能な構造とし、FFRD 事象発生時に堆積したペレットが炉心下部からの蒸気流により冷却される状態を模擬可能な構造とした。堆積部及びその周辺の温度測定は被覆管内面から設置した熱電対により表面温度を測定する設計とした。これにより、バンドル部の流路を阻害することなく堆積前後の温度履歴を取得できる。また、流路の閉塞度評価の指標として、模擬グリッド部の差圧を測定できる体系とした。

3. 性能確認試験

模擬ペレットとしてアルミナ粉を用い、粉の温度を 900℃、グリッド温度を 720℃とし、0.4kg/hr 水蒸気雰囲気中で性能確認試験を実施した。試験の結果、条件によっては落下した模擬ペレットが模擬グリッド上部に堆積する事例が見られた。この際、堆積部における被覆管表面の堆積前後の温度変化、及び閉塞に伴う差圧の変化挙動といった冷却性評価に必要なデータを本装置にて取得可能であることを確認した。

4. 結言

FFRD 事象時の細粒化ペレット片放出後堆積事象を模擬し、堆積部の冷却性評価に必要なパラメータを取得可能とする試験装置を開発した。また、性能確認試験を実施し、本装置が今後の堆積部冷却性研究に活用できる目処を得た。

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

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

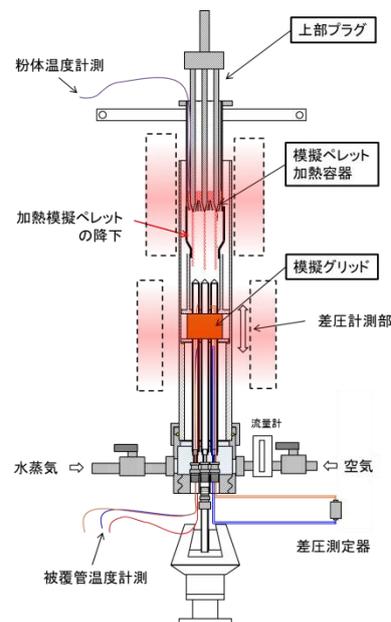


図 1 試験装置の概要