

格納容器内先行注水による溶融炉心冷却挙動に関する研究

(1)全体計画

Study on molten core coolability under precautionary water injection into containment vessel

(1) Total plan

*堀田 亮年, 秋葉 美幸, 森田 彰伸

原子力規制庁長官官房技術基盤グループ

溶融炉心による原子炉圧力容器破損に先行して格納容器内注水を行う対策が国内軽水炉において採用されていることから、全体あるいは部分的に冠水したデブリベッドの形成及び冷却性を評価する解析コードを開発することを目的として実験を含む研究を進めている。

キーワード：重大事故、原子炉圧力容器外、先行注水、溶融炉心、デブリベッド、冷却性

1. 緒言 プール中に落下する溶融炉心は、一部がプール中で細粒化した後に固化し、残りが溶融状態のまま床面に到達して床面上を拡がった後に固化する等して空隙率が非均質なデブリベッドを形成する。デブリベッドの冷却性評価においては、デブリベッド形成過程とデブリベッド内の二相伝熱流動に関する複数の解析モデルを組み合わせ、デブリベッドにおいて発生する崩壊熱の除熱特性を定量的に評価する必要がある。本報告では、関連する現象の素過程の考え方、実験計画及び解析コード開発計画を紹介する。

2. 現象分析と解析コード 図1に示すようにデブリベッド形成に関わる現象群を、溶融炉心放出から始まり、種々のデブリベッド形成過程を経て、準静的に形態が固定されたデブリベッドに落ち着くまでの3段階に分類し、ここに個別現象を割り当てるとともに解析コードのモジュールを対応づける。現在までに、プール中の溶融物拡がりモジュール及び発熱するポーラスメディア内二相流動モジュールの開発を進めている。解析コードの開発を更に進め、複数箇所からの多段階溶融物放出への対応や、水中における溶融物の集積を伴うジェットブレイクアップ、流路閉塞による再溶融等、格納容器キャビティ内デブリ冷却性に影響を及ぼす現実的な問題を扱う。

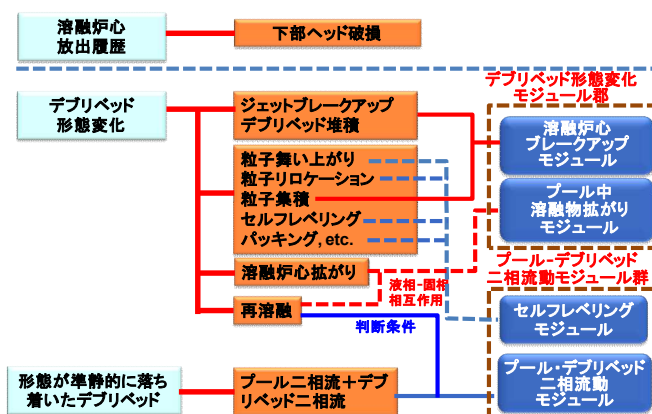


図1 デブリベッド形成現象の素過程とモジュールの対応

3. 新たに実施する実験 これまでに実施されたデブリ冷却実験等の調査を踏まえて、新たに実験的知見を増強すべき3項目の個別現象について、スウェーデン王立工科大学 (KTH) の実験装置を用いた以下の実験を実施している。(a)DEFOR-A 装置による大口径のジェットブレイクアップ実験、(b)PULiMS 装置を用いたプール内溶融物拡がり実験、(c)REMCOD 装置を用いた溶融物-デブリベッド相互作用実験。このうち、(a)及び(b)については、KTH において実績の豊富な $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-WO}_3$ の混合酸化物を用いる。REMCOD 装置は、再溶融現象の観察のために新規に製作するものであり、図2に示すように溶融金属の固化酸化物層内への浸透挙動を熱電対及び可視化を含めた計測法により観察する。現在、溶融相の濡れ性を中心に適切な試験材料の組合せを検討中である。

4. 結言 本研究で扱う現象は原子炉圧力容器内のデブリ冷却性にも応用できることから重要度の高いものであり、こうした分野の専門家との情報交換も行いながら研究を進めていく予定である。

* Akitoshi Hotta, Miyuki Akiba, Akinobu Morita

Regulatory Standard and Research Department, Secretariat of Nuclear Regulation Authority (S/NRA/R)

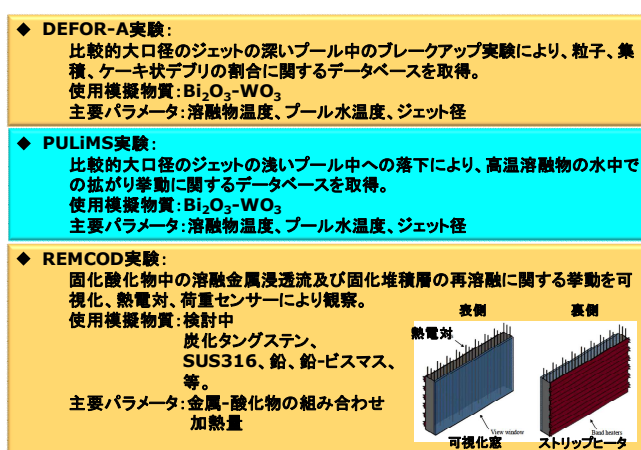


図2 デブリベッド形成に関する個別効果実験