

MELCOR,SAMPSON による MCCI 現象の分析

(3) ウェットキャビティでの燃料デブリの熱収支の研究

Analysis of MCCI phenomena by MELCOR and SAMPSON codes

(3) Study on Heat Balance of Fuel Debris in Wet Cavity

*氷見 正司¹, 森田 秀利¹, 伊藤 耕悦¹, 井手 善広¹, 中村 康一²

¹アドバンスソフト, ²電中研

燃料デブリが原子炉容器を溶融貫通してキャビティに落下する事故状況において、事故を終息させるために、効率よくデブリを冷却する必要がある。燃料デブリに関する熱現象を整理し、それぞれの寄与を把握することにより、効果的な冷却方法を決定することに役立つ。

キーワード：シビアアクシデント，ウェットキャビティ，崩壊熱，輻射，化学反応熱，冷却，MCCI

1. 目的・方法 燃料デブリの原子炉容器溶融貫通後の現象を解明するために、様々な実験研究がなされている[1]。ウェットキャビティ条件における燃料デブリの熱収支に着目して冷却性を検討する。

2. 計算条件 ウェットキャビティ床に設置した円筒形の燃料デブリは、コンクリートを侵蝕しないと、体積一定のまま流動して平たくなっていくとする。燃料デブリ質量のうち未酸化 Zr の重量割合を 20% とし、その全てがキャビティに落下直後 10 分間で、コンクリートとで生じる化学反応熱も含めて発熱への寄与が最大の酸化反応を急激に起こすとする。デブリに対する冷却水水位を考慮せず、水量にかかわらずデブリの上面+側面が水との接触面積とする。クラストの形成は模擬していない。燃料デブリの持つ崩壊熱と酸化反応熱は燃料デブリの体積に比例して燃料デブリ温度を上昇させるのに対して、燃料デブリからの輻射による放熱、冷却水による徐熱は燃料デブリの面積に比例して燃料デブリ温度を低下させる。これらの熱現象は数値的に競合しているが、燃料デブリ質量に依存して寄与が変わるので、現象の進展が異なってくる。

燃料デブリと冷却水の質量 MD, MW の比が 1 : 1 (体積比が 1 : 7.8) の場合の計算結果の例を図 1 に示す。燃料デブリ温度を赤線(左縦軸)、燃料デブリ質量当たりの熱の変化率を青線(右縦軸)で示した。燃料デブリ質量が小さいときには、冷却水による徐熱が促進されて短時間でデブリを冷却できた。冷却水はデブリ質量が小さいときほど早く蒸発したが、それまでに化学反応が終了していないと冷却水消失後に化学反応熱の寄与により、燃料デブリ質量が小さくても冷却しにくくなった(燃料デブリ質量が 1000kg の場合、10000 kg よりも最終的に温度が高くなる逆転現象を生じた)。

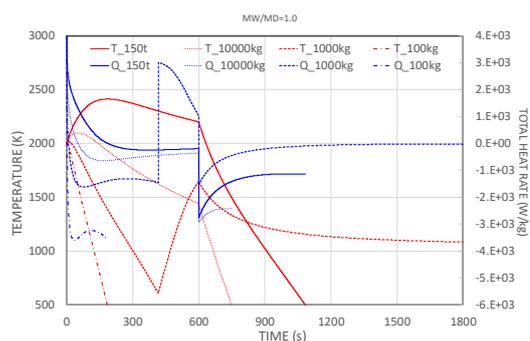


図 1. 燃料デブリ温度と熱収支の経時変化

3. 結論

燃料デブリの質量に依存して、熱収支が異なり冷却現象が変化することを示した。得られた知見を基に、燃料デブリの効果的な冷却方法(注水量とタイミング)を検討できると考える。

参考文献

[1] 例えば、SWISS, OECD-MCCI など。

*Masashi Himi¹, Hidetoshi Morita¹, Koetsu Itoh¹, Yoshihiro Ide¹ and Koichi Nakamura²

¹AdvanceSoft Co., ²Central Research Institute of Electric Power Industry