

MELCOR,SAMPSON による MCCI 現象の分析

(2) MELCOR 及び SAMPSON を用いた現象の模擬

Analysis of MCCI phenomena by MELCOR and SAMPSON codes

(2) Simulation of the phenomena by use of MELCOR and SAMPSON codes

*伊藤 耕悦¹, 氷見 正司¹, 井手 善広¹, 森田 秀利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圧力容器からキャビティに落下してコンクリート床と相互作用する過程 (MCCI) の初期段階に生じるデブリの拡がりには粘性が重要なパラメータであり, 以降の現象進展に影響する。コリウムの 2 次元的拡がりの流動挙動試験を対象にコード解析して問題点を抽出した。

キーワード: シビアアクシデント, VULCANO 試験, コリウム-コンクリート相互作用, デブリ拡がり, 粘性

1. 目的・方法

MCCI 現象を再現するためには, 原子炉圧力容器からキャビティ床面に落下した直後のデブリの拡がりを適切に模擬できなければならない。SAMPSON コードを用いて, コリウムの 2 次元的拡がりの流動挙動試験 VULCANO VE-U7^[1]を対象に, デブリ拡がり解析を実施した。既存の UO_2 と ZrO_2 の混合物が液相状態にある粘性モデルに対して, MELCOR 2.2 コードに整備されている Ramacciotti の固相が液体と平衡状態にある二相の粘性モデルを組み込んで, 両粘性モデルを適用した解析を実施して試験と比較した。試験体系の一部を模擬した解析体系を図 1 に示す。コリウムの流入温度は 2450 K, 液相線温度及び固相線温度はそれぞれ 2623 K 及び 1273 K に設定した。試験では, 7.7 秒で流入したコリウムが流動を停止した。算出した平均流速を流入口でのコリウム流速とした。なお, 本解析ではデブリの流動のみに着目しており, コンクリート侵食については考慮していない。

2. コリウムの流動結果

Ramacciotti の粘性モデルを用いた場合におけるコンクリート床を流動するコリウムの温度分布及び固相率分布を図 2 に示す。コリウムの先端部分において, 温度低下に伴い固相率が上昇していることが分かる。コリウムの流動距離の時間変化を図 3 に示す。試験では 7.7 秒で 0.36 m に達した時点で流動が停止した。既存の粘性モデルでは, コリウムの流動速度は試験に比べて早く, 流入開始から 6.3 秒で解析体系の末端に到達した。一方, Ramacciotti の粘性モデルを適用した場合, 10.5 秒で 0.37 m に達した時点で流動が停止した。

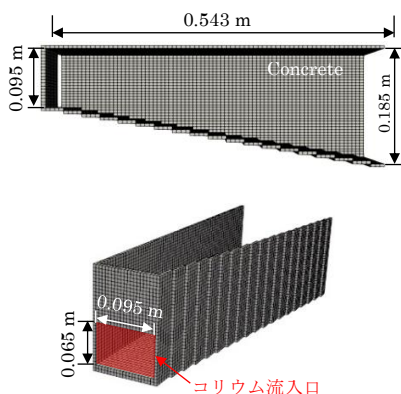


図 1 解析体系

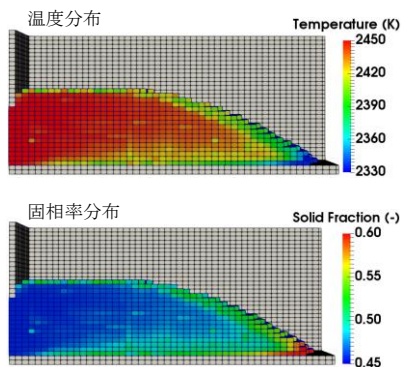


図 2 Ramacciotti モデル用いた計算結果
(コリウム流入開始から 7.7 秒後)

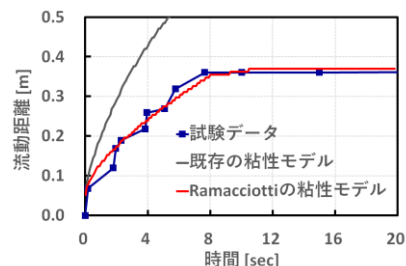


図 3 コリウムの流動距離

3. 結論

SAMPSON コードの既存の粘性モデルでは VULCANO VE-U7 試験のデブリ拡がり挙動を模擬することができず, MELCOR 2.2 コードには Ramacciotti の粘性モデルが整備されているがキャビティを軸対称に扱っており 3 次元系を解析できないなど問題点を抽出できた。今後, MCCI 現象を模擬するために問題点を整理してコードを整備し, 解析できるように検討する必要があると考える。

参考文献

[1] Journeau, C., et al., The VULCANO VE-U7 Corium spreading benchmark, Progress in Nuclear Energy, vol. 48, pp. 215-234 (2006)

*Koetsu Ito¹, Masashi Himi¹, Yoshihiro Ide¹, Hidetoshi Morita¹ and Koichi Nakamura²

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