

外面冷却による格納容器内熱水力挙動に関する CIGMA 実験 CC-PL-04

(1) 実験結果及び RELAP5 解析

CIGMA experiment CC-PL-04 on thermal hydraulics behavior in containment vessel by outer surface cooling

(1) Experimental results and RELAP5 analysis

*柴本泰照, 石垣将宏, 安部諭, 与能本泰介

¹ 日本原子力研究開発機構

原子力機構ではシビアアクシデント時の格納容器内熱水力挙動把握のため、大型格納容器実験装置 CIGMA を製作し、実験を開始したところである。本発表では、格納容器外面冷却時における容器内の熱水力挙動に着目した実験 (CC-PL-04) について、実験結果の概要と BE コードによる解析結果を報告する。

キーワード: 格納容器, 過温破損, ROSA-SA, CIGMA, RELAP-5

1. 緒言 シビアアクシデント対策の強化を特徴とする新たな安全規制を支援するために、JAEA では、格納容器の熱流動及びエアロゾル挙動の調査を目的とした ROSA-SA 計画を開始し、その中核となる大型格納容器実験装置 CIGMA を用いた実験を開始したところである。本報では、格納容器の外面冷却実験 CC-PL-04 について、実験結果の概要と RELAP-5 による予備計算結果を紹介する。

2. CIGMA 実験 ROSA-SA 計画では、従来の格納容器関連研究で注目されている水素リスクに加え^[1]、福島第一原発事故で格納容器破損の原因とされている過温破損を重要課題の一つとして取り上げている^[2]。格納容器のような大空間の温度分布は 3 次元挙動を示し、熱源や冷却過程に大きく影響される。本実験はその一環として、格納容器外表面へ冷却水を放水することにより、壁越しで冷却減圧する条件を実施した。初期条件として、容器内に蒸気単体または蒸気+空気混合気体で 450kPa まで加圧し、同一の初期圧力・冷却流量での比較実験を行った。外面冷却領域は容器上部約 1/5 程度とし、流下液膜形態で行った。

3. 主な実験結果 初期蒸気単体加圧条件では、ほぼ一定速度で減圧が進行したのに対し、大気圧空気を混入させた場合は減圧速度が著しく低下する結果となった。温度分布に関して、前者ではほぼ均質分布で推移したのに対し、後者は非凝縮ガスの効果により冷却途中から容器上部が下部よりも温度が低くなる逆温度成層という特徴的な現象を示した (図 1)。これは冷却による容器内自然循環流量が弱いことを示唆している。一方で蒸気/空気のガス濃度分布は均質なまま推移した。本条件を RELAP-5 で格納容器 12 分割のノード数解析したところ、この循環流量が過大評価され、逆温度成層は再現されない結果となった。

4. 結言 壁越しの外面冷却による実験を行い、非凝縮ガスによる逆温度成層等複雑な温度分布挙動を見出した。BE コードでの予測は十分でなく、自然循環流量を最適に予測する改良が必要であることを示した。

参考文献 [1] <https://www.oecd-nea.org/jointproj/hymeres.html>,

[2] Yonomoto, T. et al., NURETH-16-13838, 2015.

本研究は、原子力規制委員会より受託した「平成 27 年度原子力施設等防災対策等委託費 (軽水炉の事故時熱流動調査事業)」の一部として実施した。

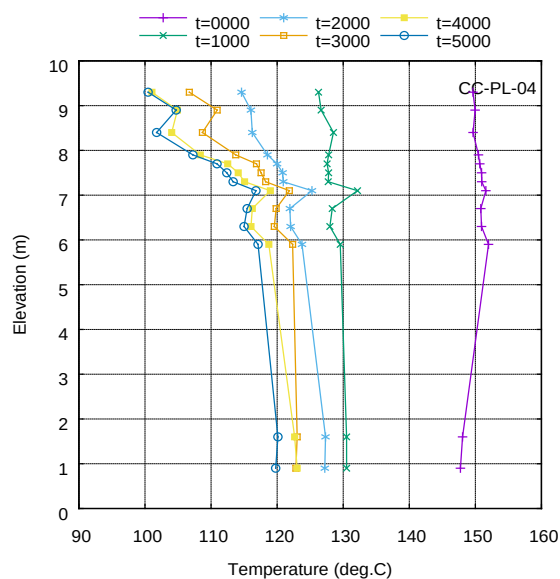


図1 容器中心軸上の垂直温度分布(蒸気+空気混合条件)

* Yasuteru Sibamoto, Masahiro Ishigaki, Satoshi Abe, and Taisuke Yonomoto. ¹ Japan Atomic Energy Agency.