

格納容器外面冷却に関する CIGMA 実験～境界熱伝達の影響～

The CIGMA facility experiment on containment vessel outer surface cooling ~Effect of boundary heat transfer~

*柴本泰照¹, 石垣将宏¹, 安部諭¹, 与能本泰介¹

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の把握を目的として、大型格納容器実験装置 CIGMA を用いた実験を行っている。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ついて、容器壁境界の熱伝達係数及び伝熱面積をパラメータとして変更した実験結果について報告する。

キーワード：格納容器，過温破損，水素移行，ROSA-SA, CIGMA

1. 緒言 格納容器内の容器壁面及び構造物壁面上での蒸気凝縮挙動は、水素を含む気体の温度及び濃度の空間分布や減圧挙動に強く影響を与えることから、格納容器健全性に関連する重要な現象と認識されている。これまでに様々な実験的及び解析的な取り組みがなされており、近年では CFD 技術を用いた詳細解析手法が提案されている^[1]。JAEA の ROSA-SA プロジェクトでは、従来不足している高温領域や広範囲における高空間分解能データの取得を目的として大型格納容器実験装置（CIGMA）を用いた実験を行い、詳細解析手法の開発を行っている^[2]。本発表では、格納容器の外面冷却実験において、境界熱伝達が内部の自然循環及び減圧挙動に及ぼす影響について報告する。

2. CIGMA 実験 CIGMA 試験部は直径 2.5m・高さ 11m の円筒形圧力容器で、容器内部の気体温度、濃度、流速分布を計測できる。本実験では、容器内部を蒸気・空気・ヘリウムの混合ガスで約 450kPa に加圧し、その後に容器頂部外側に室温の冷却水により容器を壁越しに冷却減圧した。このとき CC-PL-12 では容器頂部約 0.5m を滞留水で冠水させ、CC-PL-24 では容器上部約 2m の区間を流下液膜で冷却した。

3. 主な実験結果と考察 外部熱伝達条件によって容器内部自然循環に違いが生じ、それに伴って減圧率も大きく異なる結果となった。図 1 に、容器垂直方向のヘリウムの濃度分布を表す。いずれも容器の上部に高濃度のヘリウム成層が形成され、凝縮の進展と共にヘリウム濃度が一旦は増加するものの、最終的には容器全体の混合により成層は解消され均質となる。CC-PL-12（左図）では、ヘリウム成層が急峻な濃度境

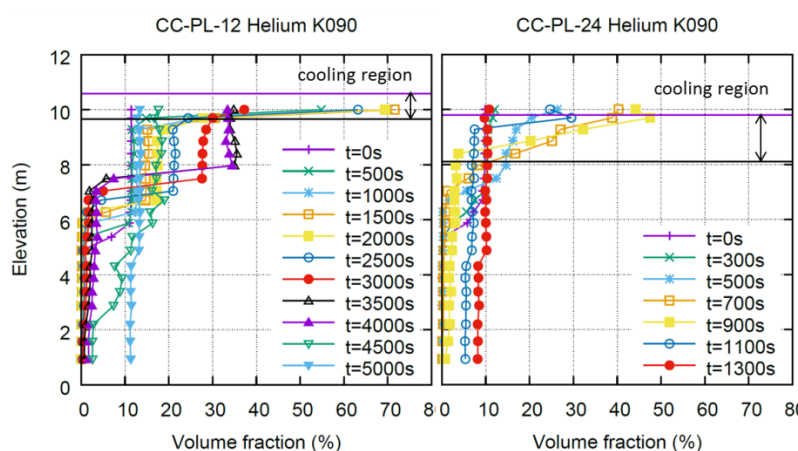


図1 容器内垂直方向気体密度分布

界面を保ったまま長時間維持されるのに対し、CC-PL-24 では成層界面が明瞭ではなく乱れており、容器上部において大きな攪拌が示唆される。図 1 には高さ方向の冷却領域も示した。CC-PL-24 の方が冷却面積は広範囲で、内外壁面温度差から見積もられる除熱熱流束も大きい。このような高い熱伝達により、上部の除熱領域付近でより大きな自然対流が形成されたと考えられる。これらの対流の様子は温度分布データや、現在進行中である CFD 解析からも観察された。今後、様々な条件でのデータベースを構築し、現象の理解を深めるとともに解析手法の高度化を図る予定である。

参考文献 [1] Dehbi, A. et al., Nucl. Eng. Des., 258, 199-210, (2013). [2] Ishigaki, M., et al., NTHAS-10, N10P1153, (2016).

本研究は、原子力規制委員会より受託した「原子力施設等防災対策等委託費（軽水炉のシビアアクシデント時格納容器熱流動調査）事業」の一部として実施した。

* Yasuteru Sibamoto¹, Masahiro Ishigaki¹, Satoshi Abe¹, and Taisuke Yonomoto¹. ¹ Japan Atomic Energy Agency.