

原子炉格納容器内密度成層侵食・崩壊に関する CIGMA 実験とその解析

CIGMA experiment and CFD analysis on density stratification breakup in a containment vessel

*安部 諭¹, 石垣 将宏¹, 柴本 泰照¹, 与能本 泰介¹

¹ 日本原子力研究開発機構

本研究グループで遂行している ROSA-SA プロジェクトでは、シビアアクシデント時の原子炉格納容器内水素挙動の理解を目指して、大型模擬格納容器 CIGMA 装置を用いて、空気および水蒸気ジェットによる密度成層侵食・崩壊実験を行っている。本発表では、密度成層侵食・崩壊に関する CIGMA 実験とその CFD 解析の結果について報告する。

キーワード : ROSA-SA, CIGMA, 原子炉格納容器, 密度成層, 数値流体力学

1. 緒言 シビアアクシデント時には、水-ジルコニウム反応で発生した水素により爆発が生じ、原子炉建屋や格納容器の健全性が脅かされる可能性がある。格納容器内水素挙動把握に関する代表的実験として、密度成層侵食・崩壊実験が挙げられ、OECD プロジェクトなど模擬格納容器を使って多くの大型実験が行われている[1]。本報では、原子力機構で進めている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の ROSA-SA プロジェクト[2]で行われた、大型模擬格納容器実験装置 CIGMA での、鉛直噴流による密度成層の侵食・崩壊実験について述べる。

2. CIGMA 装置概要と実験内容 CIGMA 装置試験部は直径 2.5 m、高さ 11 m の円筒形で、気体温度、各ガス種濃度、流速分布を計測できる。本年度 CIGMA で行った実験では、試験容器底部に接続される配管を開放し、大気圧条件を維持できるようにして、試験容器上部(高さ $z=6\sim 10$ m)に水素の代替気体であるヘリウムと空気の混合ガスによる密度成層を形成し、容器中段 ($z=5.4$ m) に設置した直径 8.3 cm の上向きノズルから平均流速 7.1 m/s の空気噴流を成層に向けて放出した。

3. 実験結果 図1に各計測位置でのヘリウム濃度の時系列データを示す。 $z=7.7$ m では、噴流の放出開始(0 s)直後にヘリウム濃度が低下し、容器下部と同程度になっている。これは、噴流の成層への突入により、急速な乱流混合が生じていることを示している。さらに、 $z=8.9\sim 10$ m の時系列データでは、成層侵食が進行するにつれて噴流の到達位置が高くなること、および噴流が到達した高さでは急激にヘリウム濃度の低下が生じることが示されている。発表では、この実験に関する CFD 解析についても報告する。

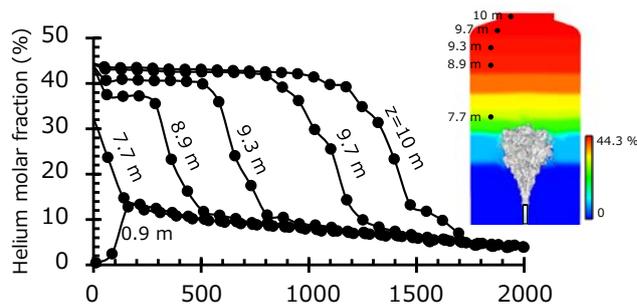


図1 CIGMA 実験結果(ヘリウム濃度時系列)

謝辞 本研究は、原子力規制委員会原子力規制庁より受託した「平成 29 年度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。

参考文献

[1] D. Paladino et al., ICAPP 2014, paper 14322, 2014

[2] T. Yonomoto et al., Nureth-16, pp. 5341-5352, 2015

*Satoshi ABE¹, Masahiro Ishigaki¹, Yasuteru Sibamoto¹ and Taisuke Yonomoto¹, ¹Japan Atomic Energy Agency