

CIGMA を用いたシビアアクシデント時の格納容器内熱水力現象に関する実験 (2) ガス注入ノズルの性能検証

CIGMA experiment on thermal hydraulic behavior in a containment vessel during a severe accident

(2) Verification of Capability of Gas Injection Nozzle

*渡辺 大貴¹, 安部 諭², 石垣 将宏², 柴本 泰照²

¹原子力規制庁長官官房技術基盤グループ, ²日本原子力研究開発機構

大型格納容器実験装置 CIGMA のガス注入ノズルの性能の検証のため、空気及びヘリウムの乱流自由噴流を対象に、粒子画像流速測定法(PIV)により測定したノズル出口と試験容器上部の乱流統計量と、既往文献値との比較による噴流特性の確認結果について報告する。

キーワード: 原子炉格納容器, 噴流, 乱流統計量, CIGMA, PIV

1. 緒言 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 (以下「CIGMA」という。) を用いた実験を進めている。格納容器内の水素挙動を把握するための代表的な実験として、空気及び水蒸気の鉛直噴流による密度成層侵食・崩壊実験が行われている[1]。また、数値流体力学 (CFD) コードの検証を目的とした実験解析も行われており、その境界条件となるガス注入ノズル (以下「ノズル」という。) 出口での噴流特性を把握することは重要である。本報では、試験装置内に設置されているノズルの性能を検証することを目的として、ノズル出口及び試験容器上部における噴流の乱流統計量を測定した結果について報告する。

2. 実験内容 CIGMA の試験部は直径 2.5 m、高さ 11 m の円筒形であり、容器中段($z=5.4$ m)に設置されている直径 8.3 cm のノズル近傍と下流側 2 m におけるガス流速を PIV により測定した。測定範囲はノズル出口と下流側 2 m でそれぞれ 220×180 mm 及び 660×560 mm の領域とした。測定対象の噴流には、空気及び周囲流体との密度差の効果を調べるためのヘリウムを用いる。空気噴流 3 ケース (4.6、7.7、11 m/s)、ヘリウム噴流 1 ケース (1.1 m/s)、空気及びヘリウムを混合した混合噴流 1 ケース (1.9 m/s) を測定した。本測定では、十分な統計量を取得するために、1 ケースあたり 1000 枚の画像から、主流方向流速の平均値及び乱流強度を求めた。

3. 実験結果 一例として、ノズル出口近傍における空気噴流の主流方向流速の平均値を既往文献値と比較した結果を図 1 に、乱流強度 (流速の二乗平均平方根) について比較した結果を図 2 に示す。図の横軸は、ノズル直径で規格化された径方向位置であり、 $x/d=0$ がノズルの中心位置である。また、縦軸は中心流速で規格化している。図 1 と 2 に示されるような噴流特性を把握できた。既往文献値ともほぼ一致しており、本実験環境においても、一般的な乱流噴流が形成されていることを確認した。

4. 結論 CIGMA のガス注入ノズルは期待されるノズル性能を有することを確認するとともに、CFD 解析の境界条件の設定に資する知見を取得した。

参考文献

[1] Sibamoto, Y., et al.: ICONE24-60515, ICONE24, 2016

[2] R. Kapulla, et al.: Large Scale Gas Stratification Erosion by a Vertical Helium-Air Jet, Hindawi Publishing Corporation Science and Technology of Nuclear Installations, Volume 2014, Article ID 1972672014

*Hiroki Watanabe¹, Satoshi Abe², Masahiro Ishigaki² and Yasuteru Shibamoto²

¹Regulatory Standard and Research Department, Secretariat of Nuclear Regulation Authority(S/NRA/R), ²Japan Atomic Energy Agency

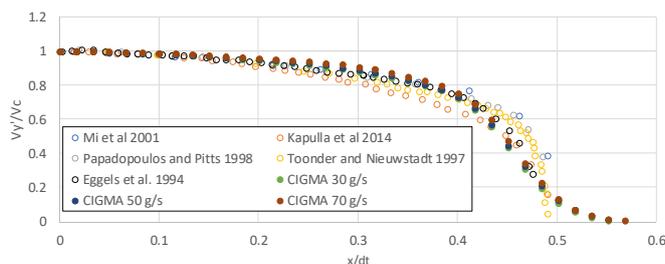


図 1 ノズル出口近傍における平均流速の比較[2]

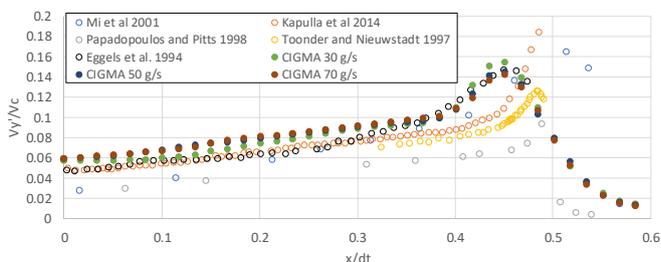


図 2 ノズル出口近傍における乱流強度の比較[2]