

過酷事故時の原子炉格納容器・原子炉建屋の安全性解析コード BAROC の開発 (2)水素濃度の分布解析

Development of a CFD Compressible Fluid Dynamics Simulation Code: BAROC for Safety Analysis of Containment Vessel and Reactor Building Under Severe Accident Conditions

(2) Distribution analysis of hydrogen concentration

*大西史倫¹, 浜野明千宏¹, 三橋利玄¹, 高橋淳郎¹, 波田地洋隆¹, 小池秀耀¹, 内藤正則¹

¹アドバンスソフト株式会社

自社開発した圧縮性流体の3次元CFDコードBAROCを用いて、苛酷事故時における原子炉建屋内の水素濃度分布を解析した。解析対象は福島第一原子力発電所1号機原子炉建屋相当とした。解析結果は建屋内の5階に放出された水素が下階との開口部を通過して4階及びさらに下階にも流れ込む挙動を示した。

キーワード: BAROC, 3次元圧縮性流体解析, 過酷事故, 水素分布, 多成分ガス, 原子炉建屋, 水蒸気凝縮

1. 緒言

福島第一原子力発電所の事故から原子炉建屋内の水素分布解析は重要であり、先行研究も実施されている。^[1] 従来のシビアアクシデントコードでは3次元の分布や流量等詳細に解けない問題が有り、それを解決すべくBAROCを開発し、原子炉建屋内の水素濃度分布について解析した。

2. 原子炉建屋内水素濃度解析

公開情報に基づき、縦42m、横42m、高さ57.3mの福島第一原子力発電所1号機原子炉建屋相当のモデルを作成した。本解析においては、原子炉建屋内を約48万メッシュで構成した。1メッシュのサイズは幅0.5mの立方体とした。初期条件として圧力は大気圧、気体成分は空気、温度298Kとし、高温水素流入後の外壁から外気への放熱を考慮した。事故シナリオとして、5階シールドプラグから1,000Kの水素100%が4.4時間かけて流入する場合を想定し、流入開始後6時間までの挙動を解析した。水素流入量を解析のパラメータとし134,210,400kgの3ケースについて解析した。図1に水素流入量210kg、実現象5時間後の水素濃度分布の解析結果を示す。原子炉建屋内の水素は、5階の階段から4階に流入し、その後4階機器ハッチから3階、2階へと水素が各階へ流入する現象が確認された。

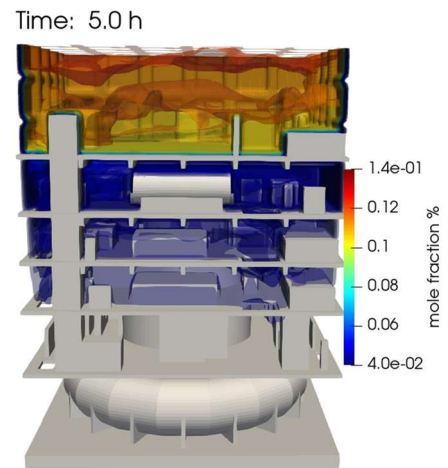


図1 解析結果 水素濃度分布

3. 結論

自社開発した圧縮性流体の3次元CFDコードBAROCを用いて、苛酷事故時における原子炉建屋内の水素濃度分布を解析した。一般に水素は軽いので浮力の影響で上方に移動し易いが、一方拡散速度は極めて速いため、流れに伴う移流と相まって、下の階に流入していくことが確認できた。今後、実条件を想定した水蒸気、窒素ガスと水素の混合気体が流入した際の水素分布解析を実施する予定である。

参考文献

- [1] 福島第一原子力発電所事故発生後の詳細な進展メカニズムに関する未確認・未解明事項の調査・検討結果「第5回進捗報告」について(添付資料1-10)

* Fumitomo Onishi¹, Achihiro Hamano¹, Toshiharu Mitsuhashi¹, Atsuo Takahashi¹, Hirotaka Hadachi¹, Hideaki Koike¹, and Masanori Naitoh¹

¹AdvanceSoft Corporation