

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

(1)ISP-47/ThAI 国際標準問題に対する検証解析

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

(1) Analysis for International Standard Problem ISP-47/ThAI on Containment Thermal Hydraulics

*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

¹アドバンスソフト株式会社

自社開発した格納容器/原子炉建屋熱流動解析コード BAROC を用いて、ISP-47/ThAI 国際標準問題^[1]の圧力、温度、ヘリウム濃度、水蒸気凝縮などの 3 次元挙動を解析した。検証解析により実験結果を概ね表現する結果が得られた。

キーワード：BAROC、過酷事故、国際標準問題、ISP-47/ThAI、3 次元圧縮性流体解析、多成分ガス、ヘリウム、水蒸気凝縮

1. 緒言

昨年原子力学会春の年会で BAROC コードを用い福島第一原子力発電所 1 号機相当の原子炉建屋内の水素漏洩解析を報告し、先行文献^[2]と概ね一致する結果が得られたことを報告している。さらに BAROC コードの性能・適用性を確認すべく、ISP-47/ThAI 国際標準問題に対する検証解析を実施した。

2. ISP-47/ThAI 国際標準問題の解析

公開情報に基づき、直径 3.2m、高さ 9.2m、体積 60m³ の円筒形状のモデルを作成し、円筒形状を約 10 万メッシュで格子分割した。1 メッシュのサイズは幅 0.1m 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 293K とし、外壁から外気への放熱、水蒸気の凝縮を考慮した。現象として 0～7,700 秒までの圧力、温度、ヘリウム濃度、水蒸気凝縮などの 3 次元挙動を解析した。流入条件は 0～2,700 秒まで濃度 100%のヘリウムガスが 5.5m 位置から上向きに 0.59g/s で流入し、水蒸気は 2 か所から流入し 2,700～4,700 秒までが 5.0m 位置から上向きに 32g/s 流入し、もう一方は 4,700～5,700 秒まで 1.8m 位置から中心方向に 35g/s で流入するとした。検証解析により実験結果を概ね表現できることを確認した。

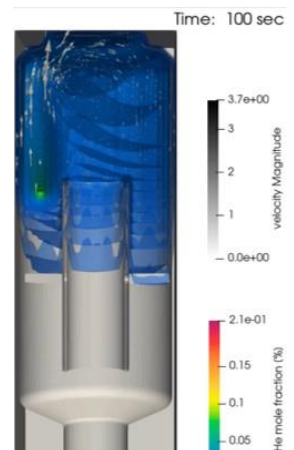


図 1 ヘリウム濃度分布
解析結果

3. 結論

格納容器/原子炉建屋熱流動解析コード BAROC を用いて、国際標準問題である ISP-47/ThAI の検証解析を実施した。解析の結果 0～2,700 秒間の挙動は実験値と概ね一致する結果が得られた。また、水蒸気が流入する 2,700～5,700 秒間では流入した水蒸気と外壁との間で凝縮が発生し、実験値と同様に内部圧力が低下する結果が得られた。実験終了時の 7,700 秒後には実験結果と同様のヘリウムが成層化する計算結果が得られた。

参考文献

- [1] International Standard Problem ISP-47 on Containment Thermalhydraulics, Final Report, NEACS NIR(2007) .
- [2] 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, Hiroataka Hadachi¹, and Hideaki Koike¹

¹AdvanceSoft Corporation