

水素挙動解析システムの構築に向けた取組み ー水素燃焼シミュレーションー

Development status of hydrogen behavior simulation for NPP containment

・Hydrogen combustion simulation・

*寺田敦彦¹, 上地 優¹, 日野竜太郎¹, 松本昌昭², 杉山均³, 門脇敏⁴

¹原子力機構, ²三菱総合研究所, ³宇都宮大学, ⁴長岡技術科学大学

日本原子力研究開発機構(原子力機構)では、水素の発生から拡散、燃焼・爆発に至る挙動を予測する水素挙動解析システムの構築を進めている。本報では、水素挙動解析システムの構築に向けた取組みの一環として、OECD/NEA で実施した ISP49 の THAI-HD22 試験データを用いたコード検証事例を報告する。

キーワード: 水素挙動解析、システム構築、ISP49、THAI 試験、コード検証

1. 緒言 福島第一原子力発電所事故の経験や、事故から得られた教訓を踏まえ、原子炉のみならず廃止措置、廃棄物管理における水素安全評価・対策に適切に対応するための基盤技術の高度化を図ることを目的として、水素の発生から拡散、燃焼・爆発に至る挙動を予測する解析システムの構築を進めている。本システムでは、既存の汎用コードを活用し、そこに新規にモジュールやプリ/ポストプロセッサを組み込むことで、一般の実用に堪える解析システムを整備するとともに、より高い汎用性と低コストでの導入が可能なオープンソースコードを活用したシステムの開発を並行して進め、原子力施設の水素防災計画に利用できる形での基盤技術の提供を目指している。

2. システムの構成 事故進展シナリオに基づいて発生した水素が漏洩拡散し、燃焼爆発が生じた場合の建屋・機に対する影響評価を予測する水素挙動解析システムの基本構成を図1に示す[1]。本システムでは、水蒸気雰囲気における層流燃焼速度に関する実験式や球状燃焼爆発試験データを基にスケール効果を定式化した火炎伝播加速モデル等の知見を導入した。

3. モデルの検証 OECD/NEA ISP49[2]の THAI-HD22 試験データを用いて、水蒸気雰囲気中の水素燃焼モデルの検証を実施した。試験では、THAI 試験装置(内容積約 60m³)の円筒容器内に水素 10vol%、水蒸気 25vol%、空気 65vol%が均一に混合した状態を初期状態として、容器底部で着火して火炎が上方に伝播した場合における容器内の圧力や温度、火炎伝播速度等の経時変化を計測している。この試験条件に沿って、容器内部の水素混合ガスの燃焼挙動のシミュレーションを実施した。容器内圧力の経時変化を図2に示す。火炎加速が開始されるまでの時間に違いがみられるが、概ね実験値をよく再現できている。今後は、建屋内部の水素濃度分布や構造物による影響等を考慮して、OECD/NEA、SARNET等のプロジェクトにて取得された試験データを基に、さらに検証を進めていく予定である。なお、本報告は、経済産業省資源エネルギー庁からの受託事業として実施した「発電用原子炉等安全対策高度化技術基盤整備事業(水素安全対策高度化)」の成果である。

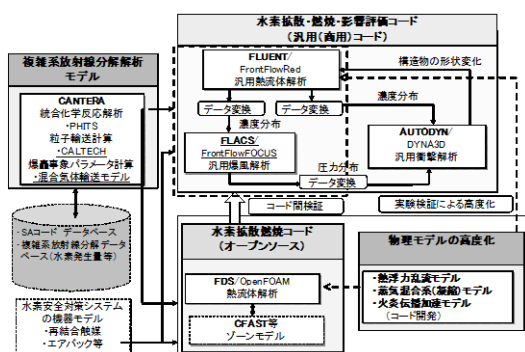


図1 解析システムの概要

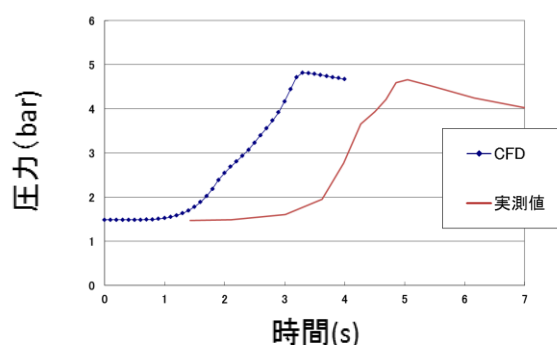


図2 容器内圧力の経時変化

参考文献

[1] 原子力学会 2015 秋の大会 C32

[2] ISP49 on Hydrogen Combustion, NEA/CSNI/R (2011)9

*Atsuhiko Terada¹, Yu Kamiji¹, Ryutaro Hino¹, Masaaki Matsumoto², Hitoshi Sugiyama³, and Satoshi Kadowaki⁴

¹JAEA, ²Mitsubishi Research Institute, Inc., ³Utsunomiya Univ., ⁴Nagaoka Univ. of Tech.