統合汎用多次元熱水力解析コード GOTHIC による BWR 事故時格納容器解析
（4）SFP 空冷時温度評価

Analysis of BWR Containment Behavior under Severe Accidents Using GOTHIC

(4) Analysis of SFP Air Coolability

*大川 佳祐[1]，浜野 明千宏[1]，高 雲[1]，藤原 大資[1]

[1]テプコシステムズ

多次元熱水力解析コード GOTHIC[1]による BWR 使用済燃料プール(以下、SFP)の空気冷却評価について、NUREG-1726[2] 掲載の FLUENT 解析結果との比較を通じその妥当性を確認した。

キーワード：使用済燃料プール、GOTHIC、自然循環、空気冷却

1. 緒言　大規模損壊時の SFP 空冷評価においては、シビアアクシデント解析コード MAAP 若しくは MELCOR を用いる方法が挙げられる。なお、空冷による燃料温度評価では、SFP 及びオペレーションフロア(以下、オペフロ)内の循環流の振る舞いや、建屋開口部からの外気流入の様相が重要な因子と成り得るが、領域内を均質に扱う 1 点集中定数型コードではこれらの扱いが簡易的である点が留意事項といえる。一方、GOTHIC では領域内をメッシュ分割することで詳細な伝熱流動挙動を評価することが可能であり、建屋内/格納容器内の水素濃度分布評価等に活用された実績がある。従って、本プロジェクトでは MAAP の SFP 空冷評価の妥当性を GOTHIC と比較して確認することを計画しており、本報ではその前段階の作業として GOTHIC そのものの妥当性を把握するものである。ここでは、GOTHIC による SFP 空冷評価を実施し、その評価技術整備を進めると共に NUREG-1726 公開の FLUENT による空冷評価との比較を行い、換気条件や崩壊熱条件をパラメトリックに変更した場合の GOTHIC による SFP 空冷評価の妥当性を確認する。なお、GOTHIC 及び FLUENT では Zr 酸化反応を扱っておらず、評価結果については酸化反応が顕著とならない 600℃以下の領域を参照する必要がある。なお、本検討は GOTHIC コードとの比較により MAAP 事故解析結果に対する理解を深める活動の一環であり、前報に続く第 4 報となる。

2. 解析　燃料の冷却期間、燃料燃焼度、建屋換気率、幾何条件等について NUREG-1726 の FLUENT 解析と整合した GOTHIC 解析を実施した。SFP 及びオペフロ内の流速ベクトル、及び燃料温度分布図の評価例を図 1、及び図 2 に示す。建屋開口部からの外気は Cold プルームとして建屋内に流入し、燃料ラックで加熱された気相は Hot プルームとして上昇する様相は GOTHIC、FLUENT 共に類似の傾向が見られた。また、燃料の冷却期間及び建屋換気率に関する燃料最高温度の感度についても、双方で同等の結果が得られることを確認した。

3. 結論　多様な換気（強制換気、自然循環による換気）、SFP 水位（足湯含む）、崩壊熱条件等の組み合わせについて、コード間の比較を行い、MAAP を用いて空冷評価を行う上での不確かさを把握した。

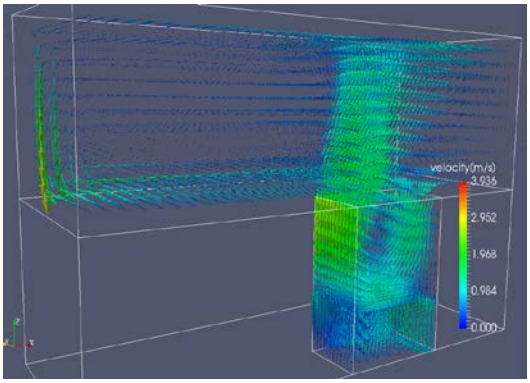

図 1　SFP 内の気相の流速ベクトル

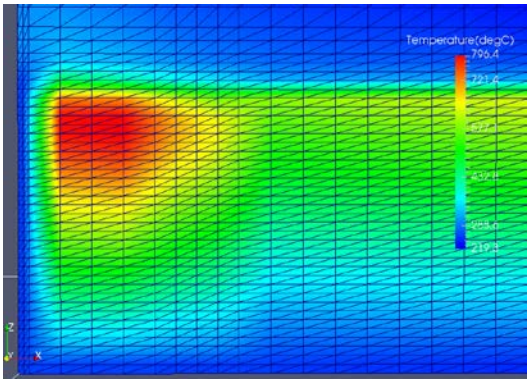

図 2　燃料の温度分布図(鉛直断面)

参考文献

[1] GOTHIC THRMAL HYDRAULIC ANLYSIS PACKAGE USER MANUAL, TECHNICAL MANUAL

[2] NUREG-1726：Predictions of Spent Fuel Heatup After a Complete Loss of Spent Fuel Pool Coolant

*Keisuke Okawa[1], Achihiro Hamano[1], Yun Gao[1] and Daisuke Fujiwara[1]　[1]TEPCO SYSTEMS CORPORATION