過酷事故対応のドライウェル冷却器の開発
（3）ドライウェル冷却器の熱流動解析

Development of Dry-well Cooler for a Severe Accident

(3) Thermal-hydraulics Analysis of Dry-well Cooler

*石田 直行[1]，長田 泰典[1]，串間 有紀子[1]，安藤 浩二[1]

[1] 日立 GE

過酷事故に対応したドライウェル冷却器（DWC：Dry-well Cooler）を開発している。DWC の除熱モデルを汎用熱流体解析コードに組み込み、配管破断時のドライウェル内の熱流動挙動の感度解析を実施した。

キーワード：ドライウェル冷却器、過酷事故、非凝縮性ガス、熱流動解析

1. 緒言

格納容器除熱手段の多様化を目的として、過酷事故対応のドライウェル冷却器（DWC）を開発している。DWC 周囲の流れ場や非凝縮性ガス濃度分布が DWC の除熱性能に影響を与える可能性があるため、汎用熱流体解析コード STAR-CCM+に DWC の除熱モデルを組み込み、三次元解析を行った。

2. 熱流動解析

2-1. 解析体系

図 1 に解析対象とした改良型沸騰水型原子炉のドライウェルと DWC の設置場所を示す（図は 1/2 対称）。上部ドライウェル、下部ドライウェルおよび容積の大きいアクセストンネルを対象とした。上部ドライウェルの 6 ヶ所に DWC を設置し、配管破断事故を想定して、配管破断位置をパラメータとした感度解析を実施した。

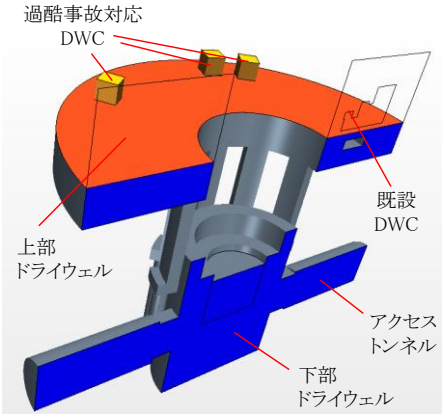


図 1　DWC 配置

2-2. DWC の除熱モデル

前報[1]の要素試験結果から評価した実機 DWC の除熱量を、圧力と非凝縮性ガス濃度の関数を STAR-CCM+に組み込み、計算される除熱量分の蒸気を DWC に割り当てたメッシュから除去することで DWC の挙動を模擬した。

2-3. 解析結果

図 2 に解析結果の一例を示す。DWC 内部での蒸気凝縮により窒素濃度は高くなり、DWC 下部で窒素濃度が高くなっていることから、周囲ガスが DWC 内部を上から下に向かって流れていることがわかる。窒素密度が蒸気よりも大きいため、DWC を通過した窒素濃度の高いガスは下部ドライウェルに移行する。感度解析で実施したすべてのケースで、DWC が設置されている上部ドライウェルの窒素濃度は、ドライウェル全体の平均値よりも低く、伝熱を阻害する窒素が DWC 周囲に偏在することはない。

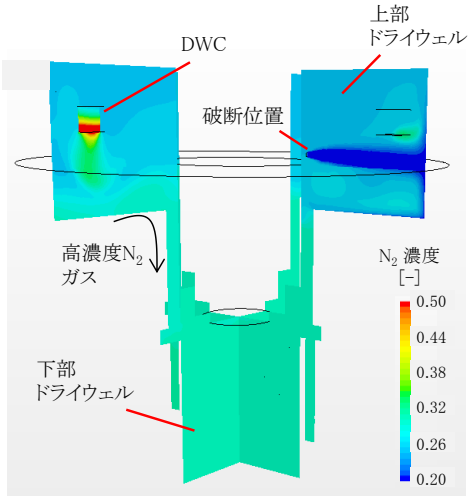


図 2　窒素濃度分布

3. 結論

配管破断と DWC の作動を想定したドライウェル内の三次元解析を実施し、蒸気の流入により、DWC の除熱性能を阻害するような流れや窒素の偏在が発生しないことを確認した。

参考文献

[1] 原子力学会 2016 年春の年会 1I10

*Naoyuki Ishida[1], Yasunori Nagata[1], Yukiko Kushima[1] and Kouji Andou[1]

[1]Hitachi GE Ltd.