

GOTHIC コードによる BWR 事故時の圧力抑制室挙動解析

Analysis of Pressure Suppression Chamber Behavior in BWR Accidents by GOTHIC Code

*小西 秀雄¹, 江口 裕¹, 関根 将史¹

¹原子力規制庁長官官房技術基盤グループ

GOTHIC コードを用い、BWR 事故時の格納容器ベント発生時等について圧力抑制室挙動を解析し、プール水中の温度成層化等への影響を検討した。

キーワード : BWR 圧力抑制室、事故時挙動解析、GOTHIC、温度成層化

1. はじめに

多くの安全解析では、BWR プラント格納容器の圧力抑制室 (S/C) は、1 ノードの集中定数モデルとして扱われるが、東京電力福島第一原子力発電所事故時に 3 号機 (1F3) では、格納容器圧力の上昇速度が集中定数モデルより大きいことが指摘され、プール水中の温度成層化の発生が原因と考えられている[1]。GOTHIC コード[2]により S/C の温度成層化を含む事故時挙動を解析し、同コードの適用性を検討した。

2. 格納容器のモデル化

GOTHIC コードにより格納容器のドライウェル (D/W)、S/C、ベント管、真空破壊弁等を模擬した。まず、Monticello 炉逃がし安全弁 (SRV) 試験 [3],[4]の解析を行い、実機の温度分布データを良く再現できたことを踏まえ、BWR4 (1F3 等) を対象に、S/C を図 1 の様にモデル化した。トーラスの周方向 (x 方向) は 48 分割とした。崩壊熱相当の蒸気が、A~C のノードに加わり、格納容器圧力が上昇し格納容器ベントに至るケースを計算した。実機では、SRV は A 点付近に、原子炉隔離時冷却系 (RCIC) のタービン駆動ポンプの排気蒸気は C 点付近に注入される。

比較のために実施した集中定数モデルによる解析では、S/C 全体を 1 ノードとした。この場合、蒸気の注入高さの違いは、区別できない。

3. 解析結果

図 2 に D/W 圧力の変化を示す。S/C を集中定数モデルで表した場合 (青線) は、単調に圧力が上昇し、約 24 時間でベント作動圧力 (ここでは、0.3MPa,gage と仮定した) に達し、ベント作動後も単調に減衰している。

図 1 の詳細ノード分割の解析では、A 点及び B 点に注入したケースは、プール水の比較的底部から注入しているため、プール水の混合効果が大きく、D/W 圧力はこの青線にほぼ重なる結果であった。一方、C 点から注入した場合 (赤線) は、温度成層化が発生し、圧力上昇速度が青線より大きく、約 22 時間でベント作動圧に到達すると、短時間の急減圧が起こり、その後は徐々に青線に近づいて行く。ベント作動時の短時間の急減圧は、温度成層化が消失 (減圧沸騰によりプール水が急激に混合) した事による。比較のために、1F3 事故時 (RCIC が長時間作動した) の実測値を示す (○印)。但し、1F3 では、スクラム後約 21 時間に S/C スプレーを作動させ減圧操作が行われた。

4. まとめ

GOTHIC コードにより温度成層化発生時や格納容器ベント時について S/C 挙動を解析し、同コードの適用性を確認した。RCIC が長時間作動し温度成層化が発生する場合に、格納容器ベントが作動すると温度成層化の消失により短時間の急減圧が起こり、その後は集中定数モデルと同様の圧力に近づいて行く事などが判った。今後、スプレー作動の場合や、ベントの設定圧の影響などを検討していく予定である。

参考文献

- [1] http://www.tepco.co.jp/cc/press/betu15_j/images/151217j0102.pdf [2] <http://www.numerical.com/gothic.php>
 [3] NEDO-24542, GE, August 1979. [4] Fukushima Technical Evaluation, Phase2, EPRI, 2015, 3002005295.

*Hideo Konishi¹, Hiroshi Eguchi¹ and Masashi Sekine¹

¹ Regulatory Standard and Research Department, Secretariat of Nuclear Regulation Authority (S/NRA/R)

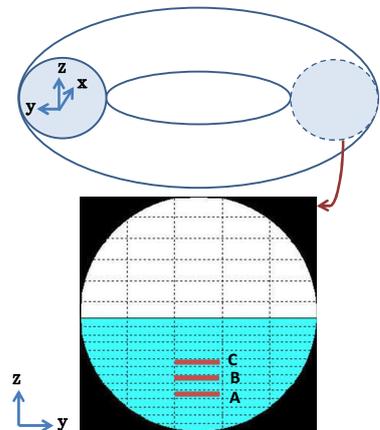


図 1 圧力抑制室のノード分割

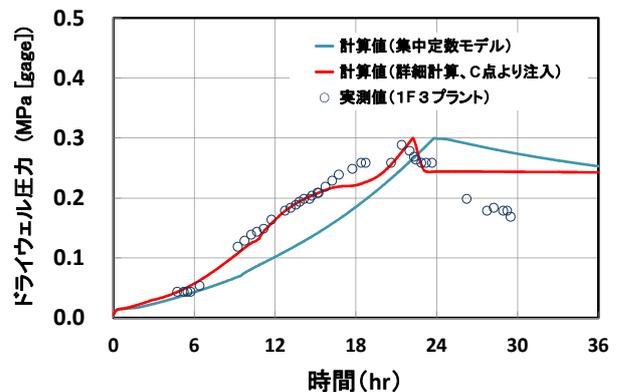


図 2 ドライウェル圧力の挙動