

MAAPにおける1F事故を踏まえた発電所安全対策設備のモデル化

Modeling of safety equipments based on Fukushima accident in MAAP

*楠木 貴世志¹, 高木 俊弥¹, 佐野 直樹¹

¹原子力安全システム研究所

発電所緊急安全対策ならびにシビアアクシデント対策として導入された設備を MAAP プラントモデルに組み込み動作を確認した。本稿では自己冷却式充てん/高圧注入ポンプ、恒設代替低圧注水ポンプ、原子炉下部キャビティ注水ポンプをモデル化した。

キーワード：MAAP, 福島第一原子力発電所事故

1. 緒言

福島第一原子力発電所事故を踏まえ、発電所緊急安全対策ならびにシビアアクシデント (SA) 対策として導入された設備を MAAP プラントモデルに組み込み、動作を確認した。本稿では自己冷却式充てん/高圧注入ポンプ、恒設代替低圧注水ポンプ、原子炉下部キャビティ注水ポンプのモデル化について説明する。

2. MAAP へのポンプモデル化に関する概要

2-1. 圧力損失を考慮したポンプのモデル化

ポンプ流量は、取水源と移送先の水頭差、及びポンプの QH カーブ (流量と揚程) から決定される。MAAP4 では、圧力損失が考慮されていないため、流量を過大評価してしまう恐れがある。より現実的な設定を行うためには、ポンプ揚程を圧力損失分だけ低く、必要 NPSH は圧力損失分だけ高く設定する必要がある。

2-2. 格納容器スプレイモデルへの反映

MAAP4 では、次式からポンプを隔てた取水源と移送先の水頭差が計算され、計算結果と QH カーブの設定データの対応からポンプ流量が決定される[1]。

$$DZPUMP = (P2 * VW2 / GRAV + DZ_2) - (P1 * VW1 / GRAV + DZ_1)$$

ここで、P1 は取水源の圧力、VW1 はポンプ入口配管内の水の比容積、DZ₁ は取水源からポンプ入口のエレベーション (EL) 差、P2 は移送先の圧力、VW2 はポンプ出口配管内の水の比容積、DZ₂ はポンプ入口から移送先までの EL 差、GRAV は重力加速度を表す。

しかしながら、MAAP4 では DZ₂ を定義できるパラメータがなく、格納容器 (CV) 上部区画の床面からスプレイヘッドまでの高さを表すパラメータ ZSPA が DZ₂ として用いられている。ZSPA は水頭差の計算だけでなく、スプレイの落下高さを定義するパラメータとして使用されている。ZSPA はスプレイ使用時の CV 除熱量等に影響を及ぼすと考えられることから、実際のポンプ設置位置から移送先 (スプレイヘッド) までの高さ ZSPA の設定値との差は、ポンプの揚程を変更することで考慮した。

3. 結論

発電所緊急安全対策ならびに SA 対策として導入された自己冷却式充てん/高圧注入ポンプ、恒設代替低圧注水ポンプ、及び原子炉下部キャビティ注水ポンプを MAAP4 に組み込み動作確認を実施した。なお、組み込まれたモデルについては関西電力原子力防災訓練のプラント事象進展シナリオ解析に活用している[2]。

参考文献

[1] Electric Power Research Institute, MAAP4 Users Manual.[2] 川崎ら, 日本原子力学会 2019 年秋の大会, 20219.

*Takayoshi Kusunoki¹, Toshiya Takaki¹ and Naoki Sano¹

¹Institute of Nuclear Safety System, Inc