

再処理工場の重大事故に係る重要現象に関する評価手法の高度化

(11) 蒸発乾固事故時における廃液からの乾固物析出モデルの開発

Enhancement of Analysis Method for Important Phenomena of Severe Accidents at Reprocessing Plant

(11) Development of model to calculate precipitation rate from highly active liquid waste.

*京 久幸¹, 藤原 大資¹, 白井 浩嗣¹, 小玉 貴司², 玉内 義一², 佐藤 直弥², 熊谷 幹郎³

¹テプシス, ²日本原燃, ³UI 技研

蒸発乾固事故進展解析コード FATE 改良のための乾固物析出モデルを開発した。蒸発乾固事故時には NO_x 発生等の化学反応に伴い廃液から乾固物が析出し、この析出速度を定量的、時系列的に取り扱うものである。当該モデルの開発によって、飛沫同伴による難揮発性 FP の気相移行量に対する析出現象の影響度合い把握が可能となる。

キーワード：蒸発乾固、FATE コード、乾固物析出反応、モデル開発

1. はじめに 再処理施設における蒸発乾固事故評価への適用のため、解析コード FATE の改良を進めている。蒸発乾固事故においては、沸騰初期に飛沫同伴によって発生する不揮発性 FP エアロゾルと、沸騰晩期から乾固期にかけて発生する揮発性 Ru とが主要なソースタームであり、このうち不揮発性 FP エアロゾルの放出量は沸騰時の廃液中 FP 濃度に影響を受ける。廃液中 FP 濃度は沸騰時の廃液濃縮に伴う硝酸塩析出、脱硝反応に伴う不溶性の酸化物析出に左右される。本研究では、これらの硝酸塩および乾固物析出速度を定量的、時系列的に評価できるモデルを開発した。当該モデルにおいては、硝酸塩析出は各元素の硝酸塩の廃液中濃度及び溶解度から、酸化物析出は硝酸塩の酸化反応で発生する NO_x 量から、それぞれ算出する。

2. 硝酸塩析出モデル 硝酸塩の析出速度算出モデル概要を図 1 に示す。本モデルでは、廃液中における各元素硝酸塩の濃度と溶解度を時系列的に比較し、硝酸塩濃度が溶解度を上回った分だけ析出すると想定する。なお、溶解度は、単体の硝酸塩のデータを用いる。

3. 酸化物析出モデル 酸化物の析出速度算出モデル概要を図 2 に示す。実現現象では硝酸塩の酸化物生成タイミングは元素ごとに異なるが、先行研究[1]にて、NO_x 発生速度を廃液温度の関数として与えるモデルが提案されており、本研究ではここから算出された NO_x 発生速度に対応する量の酸化物が析出する想定とした。

4. 結論 今回開発した析出モデルを FATE コードへ搭載する際は、①酸化物のみ析出する場合、②酸化物と硝酸塩両方が析出する場合の 2 つのオプションを選択可能とする。これらの 2 つのオプションを搭載することで、同一シナリオかつ析出のタイミング・量の異なる事故解析の比較が可能となり、難揮発性 FP の気相移行量に対する析出現象の影響度合い把握につながる。

[1] T. Kodama et al., Boiling and drying accident of high-level liquid waste in a reprocessing plant: Examination of the NO₂ and NO generation using the simulated waste, June 2020 Journal of Nuclear Science and Technology 57(9):1-10.

* Hisayuki Kyo¹, Daisuke Fujiwara¹, Hiroshi Shirai¹, Takashi Kodama², Yoshikazu Tamauchi², Naoya Sato² and Mikio Kumagai³

¹TEPCO SYSTEMS CORPORATION, ²JAPAN NUCLEAR FUEL LIMITED, ³Ui Science inc.

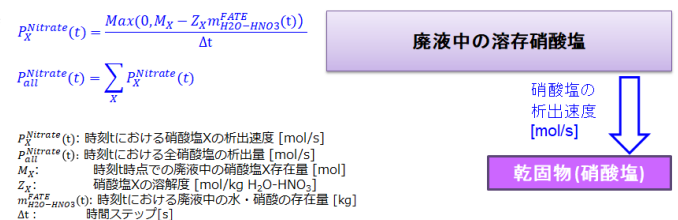


図 1 硝酸塩析出モデル概要

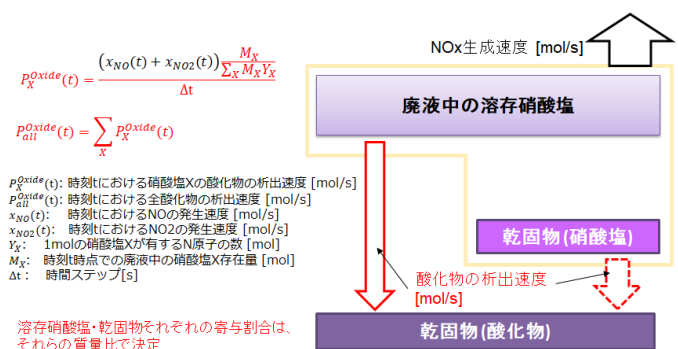


図 2 酸化物析出モデル概要