

廃炉化学除染におけるイオン交換樹脂劣化対策

Measures against deterioration of ion exchange resin in decommissioning chemical decontamination

*細川 秀幸¹, 石田 一成¹, 伊藤 剛^{1,2}, 大平 高史², 柳澤 慎太郎²

¹日立・研開, ²日立 GE

廃炉化学除染では原子炉压力容器内の放射化材料からのガンマ線による水の放射線分解によって生成した過酸化水素がイオン交換樹脂を酸化分解し、除染廃液中に分解生成物が残留することが懸念された。過酸化水素の残留に影響を与える水質を検討したところ、鉄イオンの影響を確認した。

キーワード: 廃炉化学除染, 放射線分解, 過酸化水素, イオン交換樹脂, 酸化分解

1. 緒言: 沸騰水型原子炉(BWR)の廃炉化学除染における原子炉压力容器内の化学除染では、系統水が放射化した構造材料から放出されるガンマ線による水の放射線分解が生じて過酸化水素が生成する。生成した過酸化水素が除染系統を流れイオン交換樹脂に到達するとイオン交換樹脂が酸化分解して硫酸基を含む高分子の分解成分が除染液中に流出する。この高分子分解成分はイオン交換樹脂には吸着し難く、除染廃液の浄化の効率が低下する可能性がある。そこで、イオン交換樹脂の酸化分解を防ぐため、過酸化水素の除染液への残留を抑制する水質条件に付いて実験で検討した。

2. 事前検討: 除染方法としては還元除染剤として pH 調整で母材の腐食抑制可能なシュウ酸-ヒドラジンをを用いる HOP 法[1]を想定し、イオン交換樹脂を運用する還元除染工程、および還元除染剤分解工程の水質から実験条件を検討した。還元除染工程の除染液にはシュウ酸 2000 ppm とヒドラジン 500 ppm に加え、除染作用による金属酸化皮膜の溶解で生じた鉄(III)イオンが数十 ppm 含まれる。純水-ヒドラジン系でのガンマ線照射ではヒドラジンによって過酸化水素の生成が抑制されるとの知見があるので[2]、シュウ酸、ヒドラジン、鉄(III)イオン系で照射試験を実施した。その結果、シュウ酸-ヒドラジン系では過酸化水素が残留する一方、シュウ酸-鉄(III)イオン系では過酸化水素が残留しないことがわかり、ガンマ線照射で形成する過酸化水素が鉄(III)イオンの触媒作用で分解すると考えた。そこで、除染条件下での過酸化水素分解速度に及ぼす鉄(III)イオン濃度の影響を調べた。

3. 実験方法: 遮光して窒素パージしたセパラブルフラスコ内の純水を実機除染条件の 90℃に加熱し、シュウ酸 100 ppm、鉄(III)イオン 5~60 ppm を添加した。鉄(III)イオンは Fe₂O₃ をシュウ酸で溶解した飽和溶液を用いた。そこに過酸化水素を 10 ppm 添加して、添加後の経過時間ごとに溶液を約 10 mL 採取し過酸化水素濃度の経時変化を調べた。

4. 結果: 試験結果を図 1 に示す。鉄(III)イオンが共存しない場合、100 分間で過酸化水素は分解しなかった。鉄(III)イオン濃度 5 ppm で過酸化水素の分解が確認され、9 ppm では 150 分で検出されなかった。鉄(III)イオン濃度 13 ppm 以上では今回の試験条件で 60 分後には過酸化水素が完全に分解した。グラフの傾きは過酸化水素の分解速度に相当するが、これは鉄(III)イオン濃度の増加に伴って速くなっていた。この結果、除染剤の分解と浄化が同時に進む還元除染剤分解工程では、鉄(III)イオン濃度の低下に伴い過酸化水素が残留する可能性があると考え、鉄濃度によるイオン交換樹脂塔の運用基準を決めた。

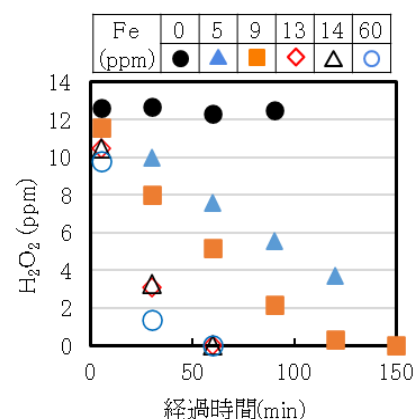


図1 H₂O₂濃度経時変化の鉄濃度依存性

参考文献 [1] M. Nagase, et. al, *J. Nucl. Sci. Technol.*, **38**, 1090 (2001)

[2] T. Motooka, et al, *J. Nucl. Sci. Technol.*, **50**, 363 (2013)

*Hideyuki Hosokawa¹, Kazushige Ishida¹, Tsuyoshi Ito², Takashi Ohira², and Shintaro Yanagisawa²

¹Hitachi, ²Hitachi-GE