

ステンレス鋼に化学吸着した Cs の水浸出挙動に関する研究

Study on water-leaching behavior for Cs chemisorbed on stainless steel

*井元 純平¹, 中島 邦久¹, 逢坂 正彦¹

¹ 日本原子力研究開発機構

福島第一原子力発電所の内部構造材料に沈着した Cs は長期的に水相を介して移行し、再分布が起こる可能性がある。本研究では、ステンレス鋼に Cs を化学吸着させた試料を作製し、水浸出試験を行った。その結果、これまで不溶性と考えられていた Cs 化学吸着成分も水に長期的に溶出することがわかった。また、これらの水浸出挙動は、Noyes-Whitney 式をベースとした式によって評価できる可能性を示した。

キーワード：セシウム、化学吸着、水浸出

1. 緒言

福島第一原子力発電所（1F）のシビアアクシデント時において、Cs の一部は压力容器上部構造材のステンレス鋼（SUS）と化学的に吸着し、Cs-Fe-Si-O 系等の Cs 化合物を生成する可能性が示されている[1]。この化学吸着した Cs は、1F で観察されているような長時間過飽和の水蒸気環境下に曝された場合、壁面凝縮水などによって水相に長期的に溶出する可能性が考えられる。しかし、SUS に化学吸着した Cs が水へ長期的に溶出する挙動に関する知見は皆無である。本研究では SUS に化学吸着した Cs の水への長期的な溶出挙動を明らかにするため、SUS に Cs を化学吸着させた試料を調製し、Cs 化学吸着試験片の水への浸出試験を行った。

2. 実験方法

水浸出試験に供する Cs 化学吸着試験片は、Ar-5%H₂-5%H₂O 混合ガス中で Si 濃度 0.5 wt.% の SUS304（約 5×10×2 mm）に CsOH 蒸気を 1000℃で 3 時間反応させることで調製した。水浸出試験は、各試験片を密閉容器内で 20 mL の純水中に 30℃にて静置させることにより実施した。浸出時間は 1 時間、1 日、1 週間、2 週間、30 日、50 日とした。各浸出時間で溶出した Cs 量は誘導結合プラズマ質量分析計を用いて分析した。

3. 結果及び考察

1000℃で化学吸着させた試料の Cs の大部分は、浸出 1 時間以内に急速に溶出することがわかった。一方、既存の Cs 化学吸着モデルにおいて不溶性と定義されている Cs（1 時間水に浸漬させても溶出しなかった Cs）も、長期的には溶出し続けることがわかった。この不溶性 Cs の水への溶出割合の時間変化を調べた結果を図 1 に示すが、不溶性 Cs でも比較的速い速度で溶出する成分があることが分かった。この不溶性 Cs の溶出速度のモデル化として、以下の Noyes-Whitney の式[2]をベースとした式を構築した。

$$f = a\{1 - \exp(-b \times t)\} + c \quad (1)$$

ここで、 f は、不溶性 Cs 中の溶出した Cs の割合、 t は合計浸出時間である。Noyes-Whitney の式で使われる変数 a と b に加えて、今回の研究で明らかとなった速い速度で溶出する成分に係る項を c として追加した。その結果、図 1 に示すように、実験で求めた不溶性 Cs の溶出速度を精度良く再現できた。したがって、この不溶性 Cs の水浸出挙動は Noyes-Whitney 式を用いることで評価できる可能性を示した。

参考文献

[1] F.G. Di Lemma et al., Nucl. Eng. Des., 305, 411-420 (2016). [2] Noyes A, et al, J. Am. Chem. Soc. 1897;19(12):930-934.

*Jumpei Imoto¹, Kuniyisa Nakajima¹ and Masahiko Osaka¹

¹Japan Atomic Energy Agency

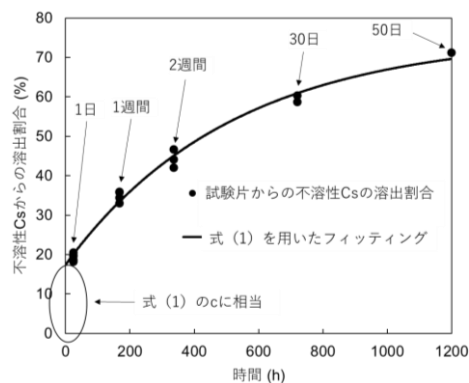


図 1 不溶性 Cs の水への溶出割合 (%)