

$\alpha/\beta/\gamma$ 線ラジオリシス影響下における格納容器系統内腐食評価と腐食抑制

(1) 研究の狙いと成果概要

Corrosion evaluation and mitigation in the PCV systems under the influence of $\alpha/\beta/\gamma$ radiolysis

(1) Research Aims and Results Overview

*渡邊 豊¹, 加藤 千明², 田口 光正³, 片山 英樹⁴

¹東北大学, ²日本原子力研究開発機構, ³量子科学技術研究開発機構, ⁴物質・材料研究機構

福島第一原子力発電所（以下 1F）のデブリ取り出し工程において、既設の格納容器（以下 PCV）ならびに新設の負圧維持系設備・配管など重要な閉じ込め機能を担保する鋼構造物の長期信頼性を確保するため、 α 線放出核種／ β 線放出核種と鋼材が接触共存する濡れ環境における腐食現象を評価する技術を初めて構築するとともに、不活性ガスナノバブルを利用した副次影響の無い新規の腐食抑制技術を提案してその性能と限界を評価した。

キーワード：腐食, 福島第一原子力発電所, $\alpha/\beta/\gamma$ 線ラジオリシス, ナノバブル

1. 緒言

英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業 課題解決型廃炉研究プログラム（一般研究）として令和 2 年度から令和 4 年度にわたり実施した『 $\alpha/\beta/\gamma$ 線ラジオリシス影響下における格納容器系統内広域防食の実現：ナノバブルを用いた新規防食技術の開発』の成果報告である。シリーズ発表の最初に、本研究の狙いと成果の概要を述べる。

2. 研究の狙いと成果の概要

デブリの本格的取り出し工程での閉じ込め機能（PCV, 負圧維持系等）の信頼性維持は、1F の廃炉を進め上で堅持すべき最重要事項の一つである。当該機器・構造物における最大の経年劣化要因は腐食であろうと推察される。鋼構造物において腐食は確実に進む不可避の現象であるが、安全機能の信頼性に影響を及ぼすか否かは腐食の形態と速度に依存することから、その評価と予測が肝要である。1F1～3 号機 PCV 内部における腐食環境の特殊性は、燃料デブリ由来の α 線／ β 線放出核種の粒子やイオンと構造材料が PCV 内の種々の部位で直接接触し得ることにある。飛程の短い α 線／ β 線放出核種が接触する局所で、ラジオリシスにより生成する化学種（とくに過酸化水素）が局所的に高濃度となれば、当該箇所において鋼材の腐食が大きく加速する可能性がある。対して、 α/β ラジオリシスを考慮した腐食評価に関する知見が不足していた。このような背景に鑑みて実験および数値解析の両面での研究を計画・実行し、下記の研究成果を得た。

- ① α 線／ β 線／ γ 線の影響を網羅したラジオリシス解析モデルを構築した。
- ② α 線放出核種／ β 線放出核種を用いた電気化学試験（ホット試験）、 γ 線を用いた気相ラジオリシス試験ならびにコールド条件での模擬環境腐食試験により、1F1～3 号機 PCV 内での腐食評価に資する系統的なデータを取得した。
- ③ 上記成果に基づいて、PCV 系統内に附設／挿入する新設設備の材料選定に対して、耐食性の観点から提言した。 α 線／ β 線／ γ 線影響下での腐食速度評価に資する知見はデータベースとして公開する計画である。
- ④ PCV 系統内の腐食抑制技術として不活性ガスナノバブルの導入を提案し、その効果と限界について基礎的な知見を得た。

謝辞：本研究は、IAEA 英知を結集した原子力科学技術・人材育成事業 JPJA20P20333127 の助成を受けたものです。

*Yutaka Watanabe¹, Chiaki Kato², Mitsumasa Taguchi³, and Hideki Katayama⁴

¹ Tohoku Univ., ²JAEA, ³QST, ⁴NIMS