

燃料デブリの臨界管理技術の開発 (27) 溶解性中性子吸収材の適用性

Criticality control technique development for Fukushima Daiichi fuel debris

(27) Applicability of soluble neutron absorber

*原田康弘¹ 中野誠¹ 志水雄一¹ 上川暢介¹

¹ IRID(三菱重工)

福島第一原子力発電所 1/2/3号機内の燃料デブリ取り出しに向けて臨界管理技術の開発を進めている。本稿では、燃料デブリ取り出し時に PCV を水張りする場合において、再臨界を防止するため溶解性中性子吸収材を投入した場合の PCV/RPV の腐食影響、ホウ酸投入設備の観点から、溶解性中性子吸収材（五ホウ酸ナトリウム）の適用性について検討した。

キーワード：福島第一原子力発電所事故、熔融燃料、デブリ、臨界安全、中性子吸収材

1. 緒言

福島第一原子力発電所 1/2/3号機内の燃料デブリ取り出しに向けて臨界管理技術の開発を進めている。本稿では、燃料デブリ取り出し時に PCV を水張りする場合において、再臨界を防止するため溶解性中性子吸収材を投入した場合の PCV/RPV の腐食影響、ホウ酸投入設備の観点から、溶解性中性子吸収材（五ホウ酸ナトリウム）の適用性について検討した。

2. 適用性検討

福島第一原子力発電所 1/2/3号機において、PCV 水張り時に再臨界を防止するため、粒状及び燃料棒体系では 6,000ppm 程度のホウ素濃度が必要となる結果が得られているが、今後設置される冷却水ループにおいては、高濃度のホウ酸水を適用した場合、ホウ酸回収設備等、必要な設備が過大となる可能性があり、ホウ素濃度を低減化して運用する可能性がある。溶解性中性子吸収材として五ホウ酸ナトリウムを用いる場合、10,000ppm 程度の高ホウ素濃度条件では、PCV/RPV を構成する鋼材への腐食の影響はないことが確認されている^[1]。また、400ppm 程度の低ホウ素濃度条件では局部腐食が発生するが、4,000ppm 程度のホウ素濃度条件では腐食が発生しないことが確認されている^[2]。そのため、PCV/RPV に使用されている鋼材を対象として低ホウ素濃度条件での腐食試験を実施した。腐食試験を行う際のホウ素濃度は 1,000ppm および 2,000ppm、ベースの水質は 1,000 倍および 10,000 倍希釈海水、腐食試験時間 50h、100h、500h において確認した（図 1 参照）。また、燃料デブリ取り出し時において、臨界防止のために今後設置される小循環ループ水は水質管理及び作業員の被ばく低減の観点で、小循環ループ水中の放射性物質の除去が必要であると考えられるが、小循環ループ水に五ホウ酸ナトリウム水を使用する場合の放射性物質除去装置へ与える影響を回避するため、ホウ酸回収、塩分除去等処理するために必要な設備・系統構成を検討した。

3. 検討結果及び今後の検討内容

五ホウ酸ナトリウムでの腐食試験の結果、ホウ素濃度 1,000ppm の条件において、局部腐食が確認された。また、2,000ppm の条件では腐食は確認されなかった。このことから、少なくとも本試験の最長時間である 500 時間までの短期間、且つ隙間部等が存在しない一般部であれば、ホウ素濃度 2,000ppm 以上で腐食が抑制される可能性が示唆された。

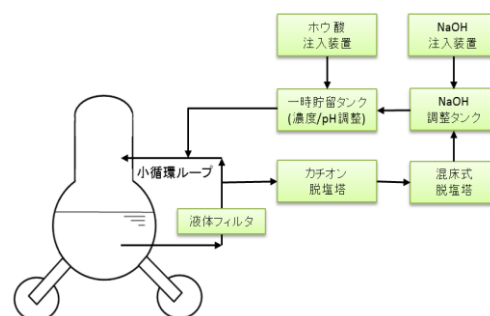
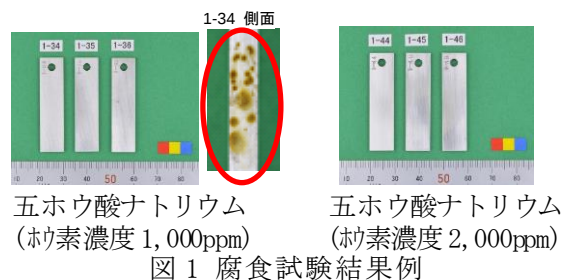
小循環ループの機器構成の検討では、①小循環ループ水の放射性物質を専用設備で除去するケースと②小循環ループ水を多核種除去設備(MRRS)等の既設設備に移送し、放射性物質を除去するケースについて検討した結果、RO 膜の二段構成などにより、MRRS へ移行するホウ素量を低減した場合においても廃棄物量増加及びホウ素補給のための労力は大きくなることを確認した。

謝辞

本件は、資源エネルギー庁『平成 26 年度補正予算「廃炉・汚染水対策事業費補助金（燃料デブリ臨界管理技術の開発）」』の成果の一部を取りまとめたものである。

参考文献

- [1] 原田康弘ら、(2015)：燃料デブリの臨界管理技術の開発 (18) 溶解性中性子吸収材の適用性、日本原子力学会 秋の大会
- [2] 深谷祐一ら、(2014)：ホウ酸塩による炭素鋼の不動態化・局部腐食挙動（第 2 報）、第 61 回材料と環境討論会



*Yasuhiro HARADA¹ Makoto Nakano¹ Yuichi Shimizu¹ Kenji SATO¹

¹ IRID(Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.)