

# 防錆剤を添加した希釈人工海水中における炭素鋼の局部腐食に及ぼす $\gamma$ 線照射の影響評価

Evaluation of effect of gamma-ray irradiation on localized corrosion of carbon steel in diluted artificial seawater containing corrosion inhibitor

金子 哲治<sup>1)2)</sup> 伊藤 幹郎<sup>1)2)</sup> 木畑 正法<sup>1)2)</sup> 田中 徳彦<sup>1)2)</sup> 片山 義紀<sup>1)2)</sup>

Tetsuji Kaneko Mikiro Itow Masanori Kibata Norihiko Tanaka Yoshinori Katayama

1) 技術研究組合 国際廃炉研究開発機構 (IRID)

2) 株式会社 東芝

## (概要)

福島第一原子力発電所 1~3 号機では、燃料デブリの冷却や取出しに関し重要な設備である炭素鋼製の原子炉格納容器の腐食劣化が懸念されており、腐食抑制策の一つとして防錆剤の添加が検討されている。防錆剤を添加すると、表面皮膜形成に伴い局部腐食の発生可能性が生じることから、実機適用に向けて照射環境下において局部腐食を抑制可能な防錆剤を選定する必要がある。本研究では、防錆剤としてタングステン酸ナトリウムを添加した際の炭素鋼の耐局部腐食性を $\gamma$ 線照射下での電気化学測定により評価した。その結果、タングステン酸ナトリウムは五ホウ酸ナトリウムと複合添加することにより、 $\gamma$ 線照射下においても局部腐食の発生可能性がないことが分かった。

## キーワード:

局部腐食、炭素鋼、防錆剤、希釈人工海水、電気化学測定

## 1. 目的

福島第一原子力発電所(1F) 1~3 号機では、原子炉の炉心冷却のため海水や淡水等が注入された。そのため、燃料デブリの冷却や取出しに関し重要な設備である炭素鋼製の原子炉格納容器(PCV)の腐食劣化が懸念されている。これまで、腐食抑制策の一つとして防錆剤の添加を検討してきたが、防錆剤の添加は、表面皮膜形成により炭素鋼の全面腐食を抑制する一方で、局部腐食発生の可能性があることから、実機適用に向けて照射環境下において局部腐食を抑制可能な防錆剤を選定する必要がある。本研究では、防錆剤としてタングステン酸ナトリウムを選定し、燃料デブリ取出し時に再臨界防止のために添加が検討されている五ホウ酸ナトリウムを複合添加した希釈人工海水中における炭素鋼の耐局部腐食性を $\gamma$ 線照射下での電気化学測定により評価することを目的とした。

## 2. 実施方法

$\gamma$ 線照射下の電気化学測定は、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 高崎量子応用研究所の<sup>60</sup>Co照射施設(食品照射棟)において、自然電位測定および腐食すきま再不働態化電位測定を行った。炭素鋼の耐局部腐食性として、自然電位測定から評価した定常腐食電位( $E_{SP}$ )と腐食すきま再不働態化電位( $E_{R, CREV}$ )とを比較することによりすきま腐食発生の可能性を評価した。

試験片にはPCVと同等材であるSGV480(炭素鋼、JIS G 3118)を用い、表面は#600湿式研磨仕上げとした。試験溶液は、 $E_{SP}$ 測定では純水を、 $E_{R, CREV}$ では人工海水(八洲薬品株式会社製、金属腐食試験用アクアマリン®(20L用))を純水で1000倍に希釈した溶液(Cl<sup>-</sup>濃度:19 ppm)をベース溶液とし、ベース溶液にタングステン酸ナトリウムを5000 ppm、五ホウ酸ナトリウムを1000 ppm as B添加した。

電気化学測定装置は三電極式の電気化学セルを用いた。電気化学セルおよびヒータを照射室内に設置し、長尺ケーブルを用いて照射室外のポテンショ/ガルバノスタットおよび温度コントローラに接続することで測定を行った。いずれの測定も試験温度 50°C、照射線量率 0.2 および 4 kGy/h の条件下で行った。自然電位測定の測定時間は 168 h とし、 $E_{R, CREV}$  測定の手順は、JIS G 0592「ステンレス鋼の腐食すきま再不働態化電位測定方法」に準拠した。

### 3. 結果及び考察

図1に照射環境下における自然電位の経時変化を示す。図1に示すように、測定開始後、炭素鋼の自然電位は時間と共に若干上昇し、168 h後にはほぼ一定の電位を示した。測定終了前1 hの平均値をこの環境における定常腐食電位 ( $E_{SP}$ ) として評価した。その結果、0.2 kGy/h の  $E_{SP}$  は 0.11 V vs. SSE、4.0 kGy/h の  $E_{SP}$  は 0.26 V vs. SSE であった。同じ溶液条件の非照射における  $E_{SP}$  は 0.06 V vs. SSE であったことから、照射線量率の増加に伴い、 $E_{SP}$  が上昇する傾向が認められた。これは、 $\gamma$  線照射により過酸化水素などの酸化性物質が生成することに起因すると考えられる。局部腐食の発生可能性を評価するため、 $E_{R, CREV}$  との比較には測定条件の中で最も貴な電位であった 4 kGy/h の時の  $E_{SP}$  を用いた。

図2にタングステン酸ナトリウムおよび五ホウ酸ナトリウムを複合添加した希釈人工海水中における炭素鋼の  $E_{R, CREV}$  に及ぼす照射線量率の影響を示す。また、図2には 4 kGy/h の照射条件下における  $E_{SP}$  を併せて示す。図2より 0 kGy/h (非照射)、0.2 kGy/h および 4 kGy/h いずれの線量率においても  $E_{R, CREV}$  は 0.9~1 V vs. SSE 程度の電位であり、照射線量率の影響はほとんどないことが分かった。また、4 kGy/h における  $E_{SP}$  と比較して、 $E_{R, CREV}$  は貴な電位であることから、この環境中において炭素鋼の局部腐食発生可能性がないことが分かった。

これらの結果から、タングステン酸ナトリウムは、五ホウ酸ナトリウムとの複合添加により、希釈人工海水中の炭素鋼に対し、 $\gamma$  線照射下においても非常に高い腐食抑制効果を示すことが明らかになった。

### 4. 引用(参照)文献等

本件は、資源エネルギー庁の「平成26年度補正予算 廃炉・汚染水対策事業費補助金」において技術研究組合 国際廃炉研究開発機構 (IRID) が補助事業者となり、その組合員である東芝が実施した成果の一部である。

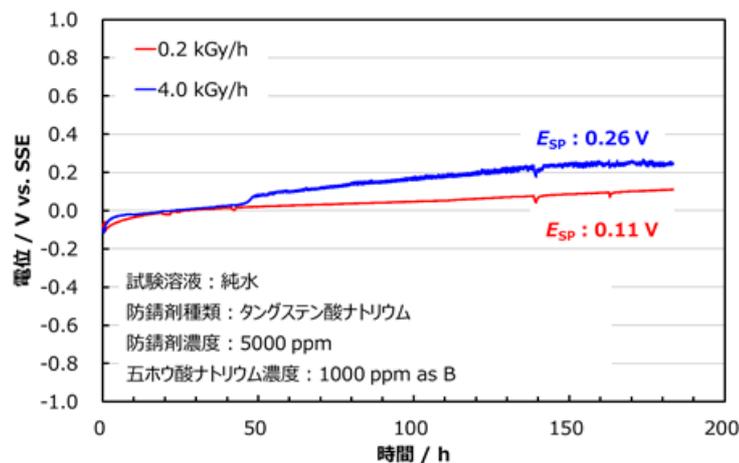


図1 照射下で測定した自然電位の経時変化

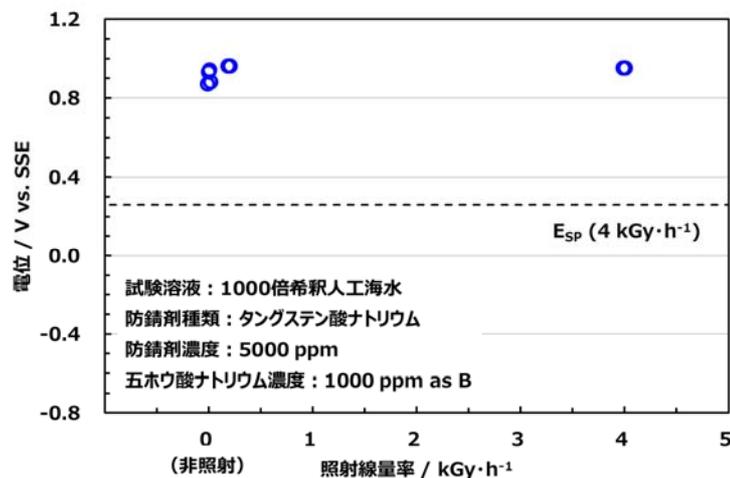


図2 タングステン酸ナトリウム添加条件における  $E_{R, CREV}$  の照射線量率依存性