

水化学部会セッション

プラント再稼働に必要となる水化学の取り組み

Water Chemistry Activities Required for Nuclear Power Plants Restart

(2) PWR プラントの高経年化対策としての一次冷却材の溶存水素濃度最適化に関する取り組み

(2) Activities on the Optimization of Dissolved Hydrogen Concentration in PWR Primary Coolant as a Countermeasure Against Aging Plants

*杉野 亘¹, 垣谷 健太², 河村 浩孝³¹ 日本原電, ² 三菱重工, ³ 電中研

1. 緒言

PWR プラントの高経年化とともに一次系の主要構成材料である 600 合金等の Ni 基合金の一次系環境下応力腐食割れ (PWSCC: Primary Water SCC) が国内外で顕在化している。また我が国の PWR 一基あたりの従事者の被ばく線量は欧米と比較して高く推移しており^[1], 高経年化に伴う改良工事などの作業量の増加, 熟練技術者が減少するなかでの設備保全品質の維持等を考慮すると, 今後更なる被ばく低減対策が必要となる。

本報では, PWSCC の発生抑制と被ばく線源強度低減を同時に達成できる可能性のある一次冷却材の溶存水素 (DH: Dissolved Hydrogen) 濃度の最適化について述べる。

2. DH 濃度最適化の検討

2-1. PWSCC 発生に及ぼす DH 濃度依存性

PWSCC 発生メカニズムはまだ定説が無いものの, DH 濃度を現在の運用濃度である $25\text{cm}^3/\text{kg-H}_2\text{O}$ より低く若しくは高くすることで発生までの時間を延伸できることが示唆されているが, 我が国では, DH 濃度を上昇させると燃料被覆管の健全性に影響がある^[2] ことなどを考慮し, DH 濃度を $5\text{cm}^3/\text{kg-H}_2\text{O}$ 程度まで低減する方向で検討中である。PWR 一次系環境を模擬したテストループを用いて, 600 合金の PWSCC 発生感受性に及ぼす DH 濃度依存性を評価した結果, DH 濃度を高めるよりも低減した場合の方が PWSCC 発生までの時間を延伸できる効果が大きいことが分かった。

2-2. 被ばく線源強度に及ぼす DH 濃度の影響

PWR の主要な被ばく線源は燃料被覆管表面に付着した Ni の放射化によって生じる ^{58}Co である。PWR 炉心部を模擬したテストループを用いて, DH 濃度を変動させた場合の模擬燃料被覆管表面への Ni 付着試験を行った結果, 図 1 に示す通り模擬燃料被覆管の単位表面積当たりの Ni 付着量 (付着面密度という) は現状の DH 濃度である $25\text{cm}^3/\text{kg-H}_2\text{O}$ が最も大きく, 高 DH 側 ($42\text{cm}^3/\text{kg-H}_2\text{O}$), 低 DH 側 ($5\text{cm}^3/\text{kg-H}_2\text{O}$) とともに小さくなることが分かった。

3. 結論

PWR プラントの高経年化対策として, 運転中の一次冷却材の DH 濃度を現状の $25\text{cm}^3/\text{kg-H}_2\text{O}$ から $5\text{cm}^3/\text{kg-H}_2\text{O}$ 程度まで低減することにより, PWSCC の発生抑制とプラント線源強度低減を同時に達成できる可能性のあることが明らかとなった。

また, 運転中の DH 濃度低減は, プラントの起動時・停止時における DH 濃度の調整に要する時間を短縮できる可能性があり, プラント稼働率の向上による CO_2 排出量の削減にも繋がる可能性がある。

[1] A. Suzuki, “The Radiation Management Reported by Licensees and the Relevant Regulations Amendment in Japan”, 2018 ISOE International Symposium, October (2018)

[2] E. Hillner, “Hydrogen Absorption in Zircaloy during Aqueous Corrosion, Effect of Environment”, WAPDTM-411 (Nov.1964)

*Wataru Sugino¹, Kenta Kakitani², Hirotaka Kawamura³

¹The Japan Atomic Power Company, ²Mitsubishi Heavy Industries, LTD., ³Central Research Institute of Electric Power Industry.

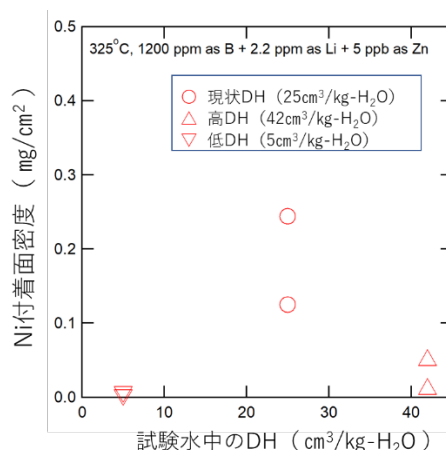


図1 模擬燃料被覆管表面のNi付着量のDH濃度依存性