

PWR 条件の照射下での水素注入効果の評価
(1) ラジオリシスに及ぼす照射線質と pH の影響

The effects of hydrogen addition on the corrosive conditions of PWR primary coolant under irradiation

(1) Effects radiation quality and pH on water radiolysis

*端 邦樹¹, 塙 悟史¹, 知見 康弘¹, 内田 俊介¹

¹原子力機構

加圧水型軽水炉（PWR）条件での照射下の腐食電位（ECP）測定結果を評価するため、B(n,α)Li 由来のα線によるラジオリシス等、PWR の特徴を考慮したラジオリシス計算を行い、ECP への影響が大きい過酸化水素（H₂O₂）の発生量への水素（H₂）添加の影響を調べた。

キーワード：加圧水型軽水炉（PWR）、ラジオリシス、水素、水化学、腐食電位

1. 緒言

国内 PWR では、PWSCC の抑制や更なる被ばくの低減を目指して一次冷却系の溶存 H₂ 濃度の最適化が検討されている。本研究では、PWR 一次系環境を模擬した化学制御を照射下で実施可能な Studsvik AB の INCA ループで取得した ECP 測定結果[1]を用いて、ECP への H₂ 添加量の影響を精度良く評価するための ECP 解析モデルの改良を検討した。本稿では ECP 解析の前段として実施したラジオリシス解析の結果を報告する。

2. ラジオリシス解析

ラジオリシス解析コードを使用し[2]、表 1 に示すプライマリ収率を用いて各放射線がラジオリシスに与える影響を評価した。本試験における線量率を表 1 の最下段に示す。温度等の試験条件は INCA ループにおける試験データに基づき設定した[1]。

3. 結果と考察

290℃、pH7.1 のときの H₂ 添加量と H₂O₂ 発生量の関係を図 1 に示す。α線は単位長さ当たりのエネルギー付与量が多い（水分分解が密に生じる）ため、初期のラジカル反応が促進され、H₂O₂ 等の分子生成物の収率が高くなる。そのため、α線の線量率はガンマ線や中性子より低いが、H₂O₂ 濃度への影響はこれらの放射線に対して大きくなった。これらすべての放射線を考慮した時の H₂O₂ 濃度（実線）が個別の放射線による H₂O₂ 濃度に比べて小さくなっているのは、ガンマ線により発生したラジカルが分子生成物の分解を促進しているためであると推察される。また、H₂ 添加量が 10ppb 以下では H₂O₂ 発生量への H₂ の影響がほとんど見られないこと、H₂ 添加量が 10ppb から 100ppb の間で H₂O₂ 発生量が急激に低下し、100ppb 程度で H₂O₂ 発生量が十分に抑制されることが示された。次稿では本結果を用いて ECP 解析を実施し、INCA ループのデータと比較した結果を報告する。

表 1 各放射線による化学種のプライマリ収率（個/100eV）及び線量率

Species	γ	Neutron	α
e _{aq} ⁻	3.50	0.60	0.13
H [•]	0.90	0.50	0.12
H ⁺	3.50	0.60	0.13
H ₂	0.60	1.50	1.65
H ₂ O ₂	0.55	1.14	1.55
HO ₂	0.00	0.04	0.00
•OH	4.50	1.70	0.45
Dose rate (Gy/s)	4.00 × 10 ³	4.30 × 10 ³	2.85 × 10 ³

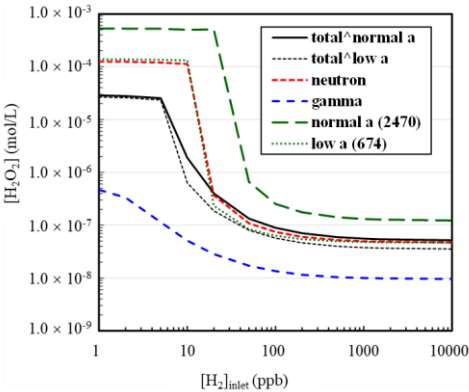


図 1 各放射線による H₂O₂ 発生量の H₂ 添加量依存性

参考文献

[1] H. Takiguchi, et al., Journal of Nuclear Science and Technology, 41, pp.601-609 (2004)
[2] S. Hanawa, et al., Journal of Power Energy System, 1, pp.124-133 (2007)

*Kunik Hata¹, Satoshi Hanawa¹, Yasuhiro Chimi¹, Shunsuke Uchida¹

¹ JAEA