PWR 条件の照射下での水素注入効果の評価
(3) ラジオリシスに及ぼす pH 効果の主要因

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

(3) Major causes for pH effects 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）一次冷却系の溶存 H_2 濃度の最適化に向けて、冷却水中での腐食電位（ECP）の解析的評価を進めている。その一環として、PWR 一次系の高 pH 条件でのラジオリシス現象について解析的に調べ、酸化剤生成メカニズムの検討を行った。

キーワード：PWR、水の放射線分解、ラジオリシス解析、腐食電位解析、INCA ループ

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 H_2 濃度の最適化が検討されている。本研究では、PWR 一次系環境の ECP の解析的評価手法の確立のため、PWR 一次冷却系での高 pH やホウ素由来のα線の影響を考慮したラジオリシス解析手法を整備し、ECP 解析の入力パラメータである酸化剤生成量の計算を行っている。これまでの解析により、pH の上昇に伴い酸化剤である H_2O_2 濃度が抑制される傾向が示されたことから、本稿では高 pH 条件を対象としたラジオリシス解析による H_2O_2 生成メカニズムの検討を行った。

2. ラジオリシス解析

ラジオリシス解析コードを使用し[1]、表 1 に示すプライマリ収率に基づき各放射線がラジオリシスに与える影響を評価した。解析に使用した線量率を表 1 の最下段に示す。線量率等の条件は INCA ループにおける PWR 水化学試験データを基に設定した[2]。

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
$H^\bullet$	0.90	0.50	0.12
H^+	3.50	0.60	0.13
H_2	0.60	1.50	1.65
H_2O_2	0.55	1.14	1.55
HO_2	0.00	0.04	0.00
$^\bullet OH$	4.50	1.70	0.45
Dose rate (Gy/s)	4.00×10^3	4.30×10^3	2.85×10^3

3. 結果と考察

290°C で pH を変化させたラジオリシス解析を行ったところ、高 pH 条件で H_2 添加時に水和電子（e_{aq}^-）の増加が確認された（図 1）。ラジオリシスでは H_2 は$^\bullet$OH との反応（$H_2 + {}^\bullet OH \rightarrow H^\bullet + H_2O$）でのみ分解する。この反応で生成する $H^\bullet$の反応経路を調べたところ、高 pH では $H^\bullet$と OH^- の反応（$OH^- + H^\bullet \rightarrow e_{aq}^- + H_2O$）が加速し、$e_{aq}^-$が増加することが分かった。$e_{aq}^-$と OH^- は、H_2O_2 の補足剤であるため、高 pH 条件で H_2O_2 濃度が低下するものと考えられる。

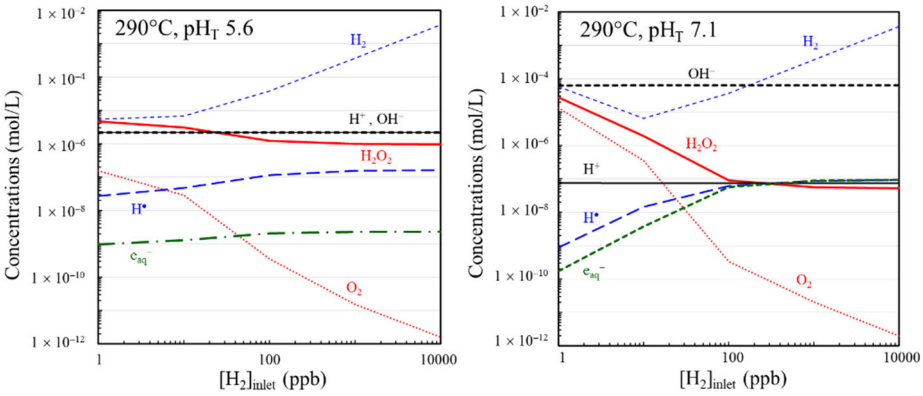

図 1 照射下における化学種の濃度の水素添加量依存性（左：中性条件、右：アルカリ性条件）

参考文献

[1] S. Hanawa, et al., , Journal of Power Energy System, 1, pp.124-133 (2007)

[2] H. Takiguchi, et al., Journal of Nuclear Science and Technology, 41, pp.601-609 (2004)

*Kunik Hata[1], Satoshi Hanawa[1], Yasuhiro Chimi[1], Shunsuke Uchida[1]

[1] JAEA