PWR 条件の照射下での水素注入効果の評価
（4）一次冷却系中のステンレス鋼の ECP に及ぼす水素の直接及び間接効果

The effects of hydrogen addition on the corrosive conditions of PWR primary coolant under irradiation
(4) Direct and indirect effects of pH on ECP of stainless steel in the primary cooling water

*内田 俊介[1]，端 邦樹[1]，塙 悟史[1]，知見 康弘[1]
[1]原子力機構

ラジオリシス、表面性状、金属イオン溶解度などを通して、pH 及び水素（H_2）が腐食電位（ECP）に及ぼす直接及び間接影響について議論し、ECP 低減の視点からの最適 pH 制御を検討する。

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

PWR では、高 pH の影響が顕著である。ラジオリシスに及ぼす pH の影響は前発表（3）で示した。前回の発表(2)おいて、PWR 一次冷却系では H_2 の酸化電流が H_2 注入による ECP 低減に寄与することを示した。PWR での H_2 添加効果及びそのラジオリシス及び電気化学評価においては、BWR で得られた知見を十分に活用することが好ましく、同一モデルで広い pH 範囲での ECP 挙動を適切に評価することが重要となる。

表 1 主要パラメータとECPとの関連

主要パラメータ	ECP 支配要因、機構
酸化種濃度 H_2O_2、O_2	カソード電量密度
（還元種） H_2O_2、H_2	アノード電量密度
温度	溶解度、電極反応速度
pH	溶解度、電極反応速度
Fe溶解度	電極反応速度
酸化被膜　厚さ,化学形態	電極反応速度
流速	酸化被膜を通し、ECPに影響

2. ECP 評価手法

まず、ラジオリシス解析コード WRAC-J[1)]を用いて腐食性分解生成種濃度を求め、次いで被膜生成成長と電気化学モデルを連成させた ECP 解析コード[2)]で ECP を求めた。

2.1 主要 ECP 決定パラメータ：表 1 に ECP に直接、間接に影響を及ぼすパラメータを示す。ここでは特に H_2 と pH の影響に特化して議論する。

2.2 pH の影響：pH は電極反応速度を決める基本的なパラメータとして重要な役割を示すが、これまでの H_2 の影響評価では、高 pH 条件（PWR 条件）および中性条件（BWR 条件）で、それぞれ独立に評価されてきた。本評価では、これを一元的に、単一の評価手法で、pH を変化させて ECP に及ぼす pH 影響を評価した（図 1）。

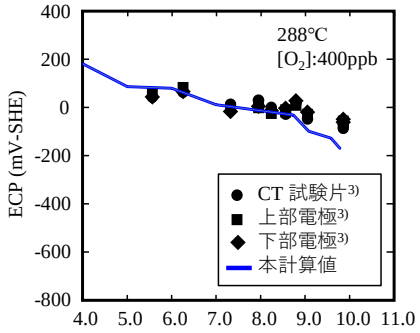

図 1 ECPのpH依存性[3)]

2.3 ECP に及ぼす H_2 の影響：中性条件下では、H_2 は H_2O_2 など酸化種の濃度を低減させることにより ECP の低減を可能にしたが、高 pH 条件下では H^+の影響で H_2 フリーの条件でも ECP が低下する。さらに H_2 添加の結果、H_2O_2 などの酸化種濃度が十分に低下しない条件でも、H_2 の酸化反応によるアノード電流の増加によって ECP がさらに低減する。中性条件でも貴金属触媒の存在下では、高 pH 条件の場合と同じく、H_2 の酸化電流による ECP の低下が測定されている。

3. 結論

同じ基盤上で H_2 添加による ECP 低減効果を評価すると、H_2 添加に及ぼす pH の影響が明確になり、従来見えなかった現象も明視化され、新たな ECP 低減策が創成可能であると考える。

参考文献

[1] S. Hanawa, et al.,J. Power Energy Sys., 1 (2), p.123-133 (2007). [2] S. Uchida, et al., Nucl. Technol., 183, 119-135 (2013).
[3] Y. Wada, et al., J. Nucl. Sci. Technol., 38(8), p.621-632 (2001).

*Shunsuke Uchida[1], Kuniki Hata[1], Satoshi Hanawa[1] and Yasuhiro Chimi[1,2]
[1]JAEA