

PWR 一次冷却水環境の照射下での水素注入効果の評価 (6) PWR 一次冷却系へのラジオリシス解析の適用

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

(6) Application of water radiolysis analysis to PWR primary cooling system

*端 邦樹¹, 内田 俊介¹, 塙 悟史¹, 知見 康弘¹

¹原子力機構

JAEAにおいて整備した腐食電位(ECP)解析コードを仮想的なPWR一次冷却系の炉心や蒸気発生器(SG)のECP予測に適用した。また、最新の速度定数を反映させたラジオリシスモデルの更新を検討した。

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, 炉心, 蒸気発生器

1. 緒言

PWR一次冷却水中の最適水素濃度の議論に資するため、JAEAにおいて、BWR及びPWR一次冷却水環境中のECPを精度よく評価できる解析手法の整備を進め、水素添加量とECPとの関係の詳細な評価を進めてきた。本報では、これまでに整備した解析コードを仮想的なPWR一次冷却系に適用し、炉心やSGを対象にECP解析を行った結果を報告する。また、ラジオリシス反応の中で、近年水素原子(H[•])と水分子の高温での反応速度定数の見直しが行われたことを受け、最新情報を反映させたラジオリシスモデルの更新を検討した。

2. 計算手法

JAEAで整備したラジオリシス解析コードを使用し[1]、図1に示す仮想的なPWR一次冷却系に対するECP解析を行った[2]。

3. 計算結果

Ni基合金を対象としたECP解析結果を図2に示す。炉心部ではSG部よりECPが高いが、溶存水素濃度の増加に対してECPは低下した。国内PWR一次冷却水の溶存水素濃度の管理値(25–35 cc-STP/kg-H₂O ※約2–3ppm)より低濃度でも、一次冷却材応力腐食割れ感受性の低減が見込まれる低ECP値を達成できる可能性を示した。また、図3は水素添加量とH₂O₂濃度との関係に対するH[•]と水分子の反応速度定数の影響をラジオリシス解析によって調べた結果である。JAEAでこれまでに整備してきた解析コードではこの反応を考慮してこなかったが、最新の報告値[3]を取り入れることで、H₂O₂濃度が若干高くなった。引き続き、過去のECP測定データ等との整合性の確認を丁寧に進める必要がある。

4 結論

本研究では、BWR及びPWR一次冷却水環境でのECPを統一的に評価するための解析コードの整備をすすめ、その一つの集大成として、仮想的な一次冷却系におけるECPの推定を行い、コードの有用性を示した。最適水素濃度の具体的な評価を行うためには実プラントの情報に基づいて行われる必要がある。また、ECP解析コードにおいて照射環境を模擬するために必要な機能であるラジオリシスデータセットは、今なお高温域のデータ拡充が進められている。より正確なECP予測を実現するためには、今後もこのような最新知見を反映させていくことが重要である。

【参考文献】

- [1] S. Hanawa, et al., Journal of Power Energy System, 1, pp.124-133 (2007).
- [2] 塙ほか、日本原子力学会 2021 年春の年会、3G13.
- [3] Y. Muroya, et al., Phys. Chem. Chem. Phys., 19, 30834–30841 (2017).

* Kuniki Hata¹, Shunsuke Uchida¹, Satoshi Hanawa¹ and Yasuhiro Chimi¹

¹JAEA

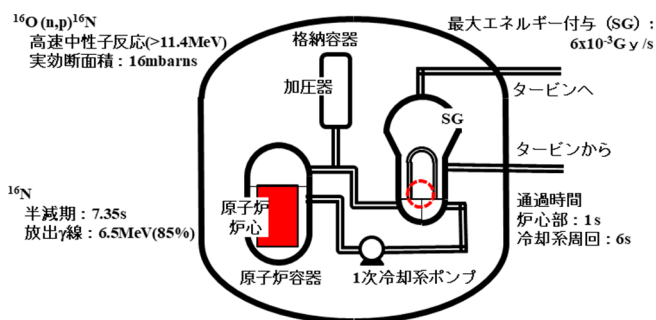


図1 解析に用いたPWR一次冷却系モデル

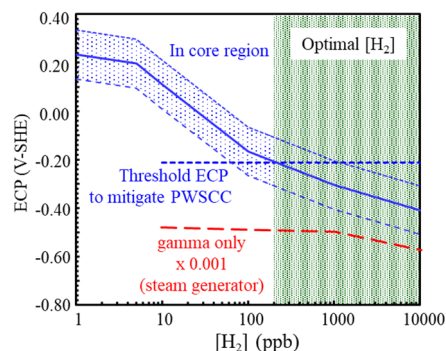


図2 仮想的なPWR一次冷却系におけるNi合金のECP解析結果

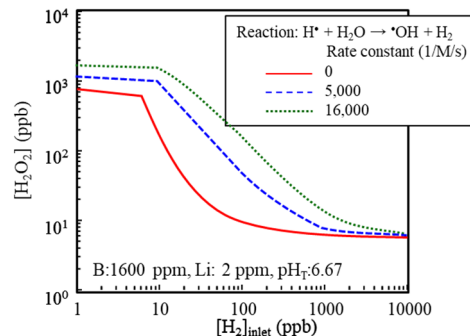


図3 H[•]と水分子の反応速度定数に対するH₂O₂濃度の変化