

炉内腐食環境評価モデルの実機適用に向けた高度化

(3) 不純物存在条件下の水の放射線分解生成物の挙動評価

Improvement of the Model for Evaluating the Corrosive Environment in a Nuclear Power Plant

(3) Evaluation of Radiolysis Products Behavior under the Condition Containing Impurities

*原宇広¹, 柴崎理¹, 洞山祐介¹, 山本誠二¹, 高木純一¹

¹東芝エネルギーシステムズ

福島第一原子力発電所の事故以降、海水や核分裂生成物等の不純物を含む系では、水の放射線分解による水素発生量が増大することが指摘されている。本発表では、水の放射線分解モデルを用いて、不純物のうち水素発生への寄与が大きいとされるハロゲンが分解生成物の挙動に与える影響を評価し、その要因について検討した結果を発表する。

キーワード：放射線分解、水素発生、ハロゲン、海水

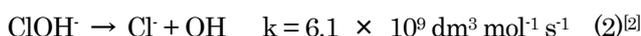
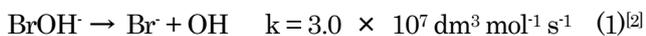
1. 緒言

これまで水の放射線分解による生成物量評価は、主に炉内腐食環境評価に用いられてきた。一方、震災以降、事故炉の安全管理のために水の放射線分解による評価が注目されるようになった。そこで水の放射線分解モデルの実機適用の一環として不純物を含む系における水素発生量評価を試みた。水素発生量評価では炉内環境と異なり、水素発生への寄与が大きいとされる海水や核分裂生成物中のハロゲン影響を考慮する必要がある。本研究では流動を伴わない系における水素発生量を水の放射線分解モデルにより求め、水素発生に及ぼすハロゲンの寄与について評価した。

2. 解析結果および考察

本解析では塩素、臭素を海水中の代表物質として選定し、水素発生挙動を評価した。一例として、純水及び海水を含む系での解析結果を図1に示す。気相水素濃度はヘンリー則に従い、水の放射線分解モデルにより求めた液相水素濃度から評価した。純水へのγ線照射では、時間経過とともに水素濃度が増加し、 10^4 秒程度で平衡濃度へ到達した。一方、海水を含む系では、海水濃度1%及び10%は純水と同程度の平衡濃度へ到達したが、海水濃度100%において水素濃度は単調増加し、平衡濃度には至らなかった。また、海水濃度1%及び10%の評価においては、初期に水素濃度が上昇した後、 $10^4 \sim 10^6$ 秒において、減少する挙動が見られた。これはハロゲンの化学形態の変化により、水素分子を消費するOHラジカルと反応するハロゲンイオンの量が一時的に減少したことで、水素分子の消費反応が促進したためだと考えられる。

水素発生量に及ぼす塩素と臭素の影響を個別に評価した結果を図2に示す。その結果、塩素に比べて臭素の方が影響が大きく、海水共存下における水素発生量増加の主要因であることが示唆された。これは下式に示すようにハロゲンとOHラジカルとの消費反応には逆反応が存在し、臭素ではその反応速度が非常に遅く、OHラジカルの実質的な消費量が塩素よりも多いためだと推測される。



3. 結言

水の放射線分解モデルを用いて、水素発生に及ぼすハロゲン影響について評価し、海水濃度1%及び10%では水素濃度は上昇後、時間とともに純水条件と同程度になると評価した。また、塩素より臭素の方が水素発生への寄与が大きいことが示唆された。

参考文献 [1]J.Takagi, et al., "Alpha-radiolysis Simulation to Predict Hydrogen Accumulation under Fuel Debris Condition", NPC2014, Sapporo, 2014

[2]E. Bjergbakke, et al., Radiochimica Acta, 48,73-77,1989

* Takahiro Hara¹, Osamu Shibasaki¹, Yusuke Horayama¹, Seiji Yamamoto¹ and Junichi Takagi¹

¹Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation

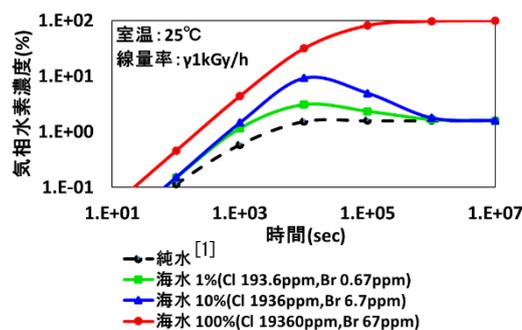


図 1. 気相水素濃度の濃度依存性

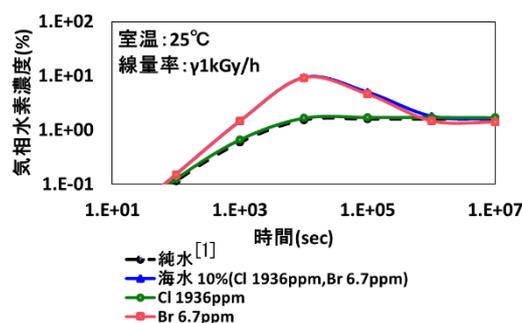


図 2. 気相水素濃度の化学種依存性