腐食電位解析モデルの高温電気化学パラメーター

High Temperature Electrochemical Reaction Parameters for Electrochemical Corrosion Potential Model

*和田陽一[1]，石田一成[1]，長瀬誠[2]
[1]日立・研開，[2]日立 GE

高温純水中の SUS316L 上での酸素の電気化学反応と関連するパラメーターを検討した。低濃度の酸素のカソード反応には水のカソード反応が重畳しており、それぞれの反応を考慮した計算モデルを検討した。SUS316L の腐食電位の実測値を広い酸素濃度範囲において再現できた。

キーワード：腐食電位 1，電気化学 2，高温純水 3，BWR4

1. 緒言　沸騰水型原子炉（BWR）の炉水環境である高温純水中での 316L ステンレス鋼（SUS316L）の腐食電位（ECP）を解析モデルを用いて計算することは応力腐食割れ(SCC)の管理上重要である。しかし、高温純水中での電気化学反応と各反応に関わる電気化学パラメーターについては未だ不確かさが残っていた。そこで本研究では、SUS316L 上での酸素の電気化学パラメーターを、高温純水中で測定した SUS316L 上の酸素の分極曲線[1,2]に基づいて検討した。

2. 解析方法　高温純水中で測定された酸素のカソード分極曲線を Butler-Volmer 式を用いて表現し、各パラメーターを実験結果に基づいて決定した。SUS316L のアノード分極曲線は実測値を使用した。Tachibana は酸素のカソード分極曲線の酸素濃度依存性をカソード反応の変化として Tafel パラメーターの酸素濃度依存性の実験式を示した[2]。本研究では酸素のカソード反応（$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$）に水のカソード反応（$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$）が重畳していると考え、実測の酸素のカソード分極曲線を 2 つのカソード反応の電流密度に分けて電気化学パラメーターを検討した。次に酸素と水のカソード反応と SUS316L のアノード分極曲線を基に ECP を全カソード電流密度と全アノード電流密度の均衡する電位として計算した。

3. 結論　酸素濃度 1000ppb での酸素のカソード分極曲線の傾きを酸素のカソード反応、酸素濃度 10ppb での傾きを水のカソード反応とみなし、それぞれの Tafel 勾配 b_c(V)を 0.5（酸素）および 0.04（水）、交換電流密度 i_0（A/cm^2）を 1.6×10^{-5}（酸素）および 1.5×10^{-7}（水）と決めた。その結果、図 1 に示すように、種々の濃度で測定した酸素のカソード分極曲線を再現することができた。したがって、低電位領域で酸素のカソード電流密度に水のカソード電流密度が重畳すると考えることは妥当と考える。また、決定した電気化学パラメーターを用いて SUS316L の ECP を計算したところ、広範な酸素濃度領域で実測値を再現できた。

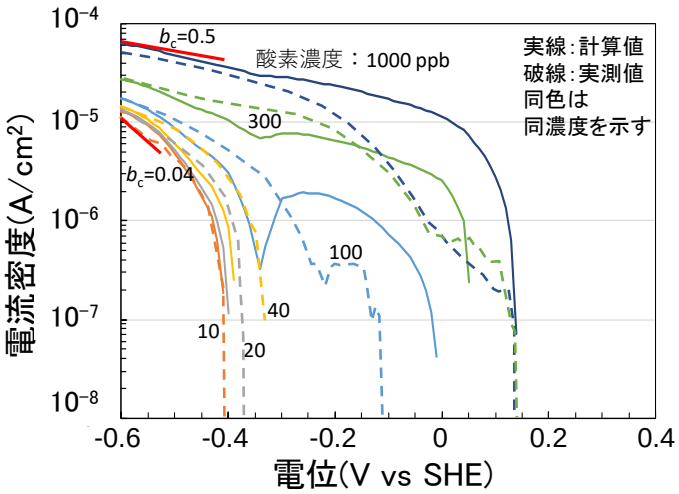

図 1　酸素のカソード分極曲線の実測値と解析値の比較

参考文献　[1] Tachibana M. et al., J Nucl Sci Technol. 2012;49(2): 253–262. [2] Tachibana M. et al., J Nucl Sci Technol. 2012;49(5): 551–561.

*Yoichi Wada[1], Kazushige Ishida[1] and Makoto Nagase[2]
[1]Hitachi, [2]Hitachi-GE.