

高温高压水中における CuCrZr 合金の表面状態に及ぼす溶存酸素量の影響

Effects of dissolved oxygen concentration on surface of CuCrZr alloy in high temperature/pressurized water

*中里 直史¹, 杉山 亮太¹, 勢力 優¹, 中島 基樹², 黄 彦瑞², 野澤 貴史², 岸本 弘立¹

¹室蘭工業大学, ²量子科学技術研究開発機構

核融合炉冷却システムの健全性確保において、ダイバータ構造材料の 1 つである CuCrZr 合金の高温高压水中における水腐食に関する理解が重要である。本研究では溶存酸素雰囲気下の高温高压水中における CuCrZr 合金の表面状態に及ぼす溶存酸素量の影響を評価する。

キーワード：ダイバータ, CuCrZr 合金, 腐食挙動, 高温高压水

1. 緒言

銅合金の 1 つである CuCrZr 合金は核融合炉ダイバータ構造材料の候補の一つである。日本の原型炉では水冷却方式の概念が採用されており、CuCrZr 合金は冷却管として使用される。水冷却システム全体の健全性を確保するためには、想定し得る多様な水化学条件での CuCrZr 合金と高温高压水との共存性の理解が必要となる。加えて、冷却水は核融合反応から生じた中性子により照射され、水の放射線分解を生じ、冷却水中の溶存酸素量などが変化する。そのため、水の放射線分解を考慮した水質環境下での基礎的知見の蓄積も重要である。本研究では溶存酸素雰囲気下の高温高压水中における CuCrZr 合金の表面状態に及ぼす溶存酸素量の影響を評価する。

2. 実験方法

供試材はクーポン形状 ($10^L \times 10^W \times 1.5^T$ mm) の CuCrZr 合金、ITER グレード材である。試料表面はアルミナ研磨剤 (0.05 μm) を用いたバフ研磨により、鏡面仕上げとした。浸漬試験は高温高压水腐食装置を用い、温度 230 $^{\circ}\text{C}$ 、圧力 5 MPa、溶存酸素量 5, 100 ppb、流量 7 L/h にて実施し、浸漬時間は最大 1000 時間とした。浸漬試験後の評価として、重量測定、走査型電子顕微鏡(SEM)観察、X 線回折(XRD)測定、X 線光電子分光(XPS)測定を行った。

3. 結果

図 1 に各溶存酸素量条件下における浸漬試験後の CuCrZr 合金の重量変化と浸漬時間の関係を示す。浸漬試験後の CuCrZr 合金は溶存酸素量に依らず重量減少を示し、浸漬時間の増加に伴い重量減少量が増加する傾向が見られた。溶存酸素量の影響として、浸漬時間 1000 時間後の平均重量減少量は溶存酸素量 5 ppb で 1.2 mg/cm^2 、溶存酸素量 100 ppb で 2.6 mg/cm^2 であり、溶存酸素量の増加により重量減少量が大きくなる。今後、流動水環境下等での評価も必要であるが、重量減少は冷却配管の減肉に繋がるため、今回の検討条件範囲では溶存酸素量を低減させることが、腐食抑制の観点から好ましいと考えられる。発表当日は表面近傍の微細組織評価や、XRD 及び XPS による表面腐食層の解析結果についても報告する。

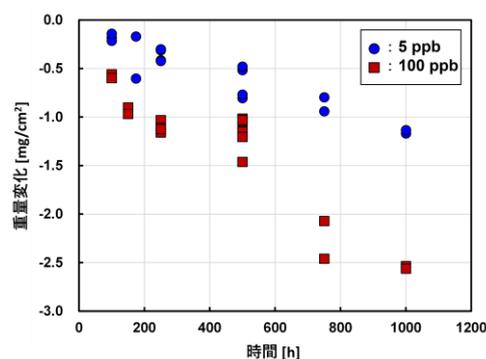


図 1 浸漬試験後の CuCrZr 合金の重量変化と浸漬時間の関係

*Naofumi Nakazato¹, Ryota Sugiyama¹, Yu Seiriki¹, Motoki Nakajima², Yen-Jui Huang², Takashi Nozawa² and Hirotsu Kishimoto¹

¹Muroran Institute of Technology, ²National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology