

複合環境下における Cr コーティング Zry の腐食挙動に関する研究

Study on corrosion behavior of Cr-coated Zry under complex environmental conditions

井岡 郁夫¹⁾ 佐藤 智徳¹⁾ モハマド アフィカ¹⁾ 根本 義之¹⁾ 山下 真一郎¹⁾

Ikuko IOKA Tomonori SATO Afiqa B. Mohamad Yoshiyuki NEMOTO Shinichiro YAMASHITA

¹⁾原子力機構

(概要)

原子炉内における複合環境下(放射線照射、高温高压水環境)で生じる腐食事象を把握するため、軽水炉環境下での事象を、材料への照射影響(①照射損傷)、環境への照射影響(②ラジオリシス)、それら腐食事象の基礎となる③高温高压水腐食の3つの要素に分割した。この3要素に対して、実現可能な代替照射技術を用いた要素実験(①オートクレープ試験、②イオン照射試験、③γ線照射試験)、幾つかの要素を組合せた要素組合せ実験を行うことで、腐食事象に対するそれぞれの要素の単独影響、複合影響、重畳影響を系統的に理解することが可能となり、炉内環境のような複雑環境下における腐食事象の合理的な評価が可能になると考えられる。初年度は要素組合せ実験(イオン照射材の腐食試験)を実施し、原子炉内の高エネルギー中性子線照射による Cr コーティングの照射損傷を模擬し、重イオン照射材及び未照射材の腐食試験結果の比較から Cr コーティング Zr 合金(Cr-Zry)の Cr コーティングそのものの腐食特性に及ぼす照射損傷の影響を評価する。

キーワード：事故耐性燃料被覆管、Cr コーティング、Zr 合金、イオン照射、高温高压水腐食

1. 目的

Cr-Zry 被覆管は、軽水炉において事故が発生した際、事象の進展を抑制または緩和する「事故耐性燃料」として、全世界的に開発が進められている。Cr-Zry 被覆管の腐食特性に関して、中性子照射影響を考慮した検討は報告例が少ない[1]。Cr-Zry 被覆管は Cr の純物質で表面がコーティングされるため、照射によりステンレス鋼のような局部腐食リスクが増加する可能性は低いと考えられる。しかしながら、Cr の全面腐食速度への照射損傷のメカニズムを把握することは、Cr-Zry 被覆管の照射下での腐食挙動を理解する上で重要である。本研究ではイオン照射した Cr-Zry 被覆管の PWR 水質環境を模試した高温高压水下での腐食挙動を評価することを目的とする。

2. 実施方法

本研究では、PVD により全面 Cr コーティングした Zry-4 試験片(φ10 x t0.5mm)を用いて、試験片にイオン照射による損傷領域を形成した。高温高压水中での電気化学腐食試験により、Cr コーティング試験片の腐食挙動に及ぼす照射の影響を調べる。目標とする照射量は、PWR 寿命末期の最大照射量(20 dpa)までとする。今年度は Cr コーティング表面での損傷量約 1dpa、照射は実用温度である 350℃で行った。

3. 結果及び考察、今後の展開等

今年度は、図1に示す電気化学測定装置を既存の高温高压水ループに組み込み Cr コーティングした試験片の高温高压水中での電気化学腐食試験方法の確立を目指した。試験片と測定用導線の接続が課題であったが、スポット溶接の溶接条件(電圧、時間等)を最適化することにより、課題を克服した。今後、非照射材のデータを取得したのち、照射材の試験を実施する予定である。

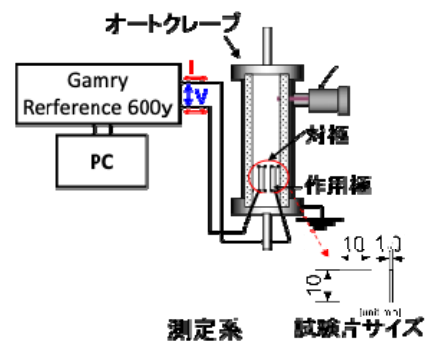


図1 高温高压水下における電気化学測定装置概要

4. 引用(参照)文献等

[1] J.Wang, et.al., Irradiation-accelerated

corrosion/oxidation of the Cr coating prepared by

arc-ion plating, Nuclear Engineering and Design 406 (2023) 112252.