

亜鉛注入によるインコネル材表面に形成された酸化皮膜の微小観察

Detailed observation of the oxide layer structure formed on Inconel with Zinc chemistry

*前田 哲宏, 甲川 憲隆, 向井 悟, 高阪 裕二

ニュークリア・デベロップメント株式会社

PWR プラント 1 次系の被ばく低減対策として適用されている亜鉛注入によって、配管構造材表面に形成される酸化皮膜と、Co 取込抑制及び腐食抑制の相関について明らかにするため、SEM/STEM によりその酸化皮膜の微細構造を観察し、被ばく低減メカニズムについて考察した。

キーワード：加圧水型原子炉（PWR）、1 次冷却材、亜鉛注入、TT690、酸化皮膜、被ばく低減、Co 取込み抑制、腐食抑制、SEM、TEM

1. 緒言

PWR プラント 1 次系に適用されている亜鉛注入は、その Co 取込抑制機構について理論的に説明されており^[1]、実プラントでも効果が確認されている。また、亜鉛注入では腐食抑制（Ni 溶出抑制）機能も有し、これは酸化皮膜の溶解度低下が要因と考えられている^[2]。ここで、Ni 溶出抑制の効果はプラント間で差異が見られる^[2]ことから、腐食抑制には酸化皮膜の溶解度低下だけではなく、酸化皮膜の構造による影響が考えられる。しかし、酸化皮膜の微細構造については殆ど報告されていない。本研究では、亜鉛注入環境で形成される酸化皮膜について、微細構造を観察し、Ni 溶出抑制との関係について検討した。

2. 試験方法

PWR 1 次系の亜鉛注入模擬環境における腐食試験により、TT690 試験片に形成した酸化皮膜について、高分解能 S-TEM（分解能：0.136 nm）を用いて、酸化皮膜の元素分布、結晶構造を観察した。

3. 結論および考察

得られた S-TEM 像を図 1 に示す。亜鉛注入環境で形成された酸化皮膜は、上層が Zn 及び Cr による酸化層、下層が Cr のみの酸化層の 2 層構造を示した。上層では、文献等で報告された亜鉛クロマイトが確認された。一方、下層側では、亜鉛を注入しない環境での酸化皮膜に報告されている^[4]断続的な粒状 Cr_2O_3 ではなく、連続的な非晶質の Cr_2O_3 が観察された（図 2）。上層は、溶解析出により形成された層であることから Ni 溶出機能は乏しいと考えられ、下層の連続的な非晶質 Cr_2O_3 層が Ni 溶出に機能していると考えられる。

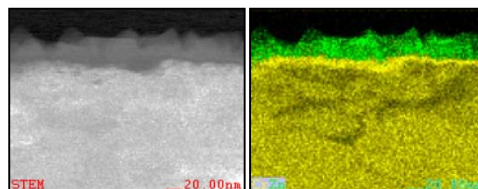


図 1 酸化皮膜の S-TEM 像
(黄色：Cr-X 線像、緑：Zn-X 線像)

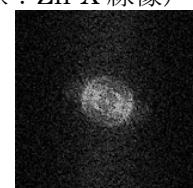


図 2 Cr 濃縮層の
電子線回折像

参考文献

- [1] D. Lister, "Activity Transport and Corrosion Processes in PWRs", Nucl. Energy. 32 (2),103-114, 1993.
- [2] H. Kawamura et.al., "BWR water chemistry guidelines and PWR primary water chemistry guidelines in Japan - Purpose and technical background Nuclear Engineering and Design", 309, 161-174, (2016)
- [3] T. Terachi et. Al., "Dose Rate Determining Factors of PWR primary water", Proc. of NPC2014, Sapporo, (2014)
- [4] J. Panter, et.al., "Influence of oxide films on primary water stress corrosion cracking initiation of alloy 600", J. Nucl. Mater.,348, pp 213-221, (2006)

*Akihiro Maeda, Noritaka Kogawa, Satoru Mukai, Yuji Kosaka

Nuclear Development Corporation