

PWR1 次冷却材模擬水中の Co 基合金の亀裂進展と腐食の関係
Correlation between crack growth and corrosion behavior of cobalt-based alloy
in simulated PWR primary water

*山田 卓陽¹, 笹岡 孝裕², 寺地 巧², 金島 義在¹, 國谷 耕平¹, 有岡 孝司¹

¹INSS, ²現関西電力 元 INSS

PWR1 次冷却材模擬環境下における Co 基合金の亀裂進展と腐食挙動を、鍛造材と盛金材を用いて 250~320°C の範囲で調べた。鍛造材と盛金材は、両者ともに母材と炭化物の境界で優先酸化が確認され、これが亀裂進展に影響した可能性が示唆された。

キーワード : Co 基合金、PWR1 次冷却材、亀裂進展挙動、腐食挙動

1. 緒言 : Co 基合金 (ステライト 6) は耐摩耗性に優れるため、軽水炉においても弁体、弁座などに盛金して使用されるが、破損例が少ないことや薄肉領域からの試験片採取の困難性もあり、この部位の経年劣化に関する報告例は少ない。そこで前報[1]では、PWR1 次冷却材模擬水中における Co 基合金の亀裂進展挙動を、ステライト 6 と化学組成の近い鍛造材のステライト 6B を用いて 250~320°C の範囲で調べ、その亀裂進展速度は 20%冷間圧延 SUS316 と同程度で、また低温側で低下する傾向を報告した。本報告ではこの続報として、亀裂進展と腐食の関係について、亀裂進展経路や皮膜断面観察から検討した結果を報告する。

2. 実験方法 : ステライト 6 (盛金) は、実際の弁を入手し、弁体から約 15×15×2 mm のクーポン試験片を採取後バフ研磨し、高温水中の浸漬試験に供した。ステライト 6B (鍛造) は、市販の棒材を入手し、0.5tCT 試験片を採取した。亀裂進展試験及び浸漬試験は、標準的な PWR 1 次系環境を模擬し 500 ppm B + 2 ppm Li、30 cc/kg-DH の水中 (250、290、320°C) で行った。荷重条件は一定荷重とし、応力拡大係数は $K=30 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ 、試験時間は最長 3,500h とした。試験後の CT 試験片は 3 mm 厚さで切断し、その断面観察から亀裂進展経路を調べた。酸化皮膜は、クーポン試験片及び CT 試験片の底部をバフ研磨し、表面と断面観察により、皮膜形態と厚さ、優先酸化の有無などを調べた。

3. 結論 : 図 1 のように、亀裂進展経路は炭化物/母材相境界、粒界及び粒内 (炭化物、マトリクス) であった。図 2 のように、鍛造材では粒界に沿って幅 200 nm 程度の細長い炭化物が析出する場合があることを確認した。この部位を含め、ステライト材 (鍛造、盛金) の腐食は主に Co 基母材で起こり、母材/炭化物相境界の近傍では優先酸化する傾向が確認され、これが亀裂進展に影響した可能性が示唆された。参考文献

献 : [1] 笹岡ら, 2020 年原子力学会春の大会 1C05.

*Takuyo Yamada¹, Takahiro Sasaoka², Takumi Terachi², Yoshiari Kaneshima¹, Kohei Kokutani¹ and Koji Arioka¹, ¹INSS, ² Present KEPCO former INSS.

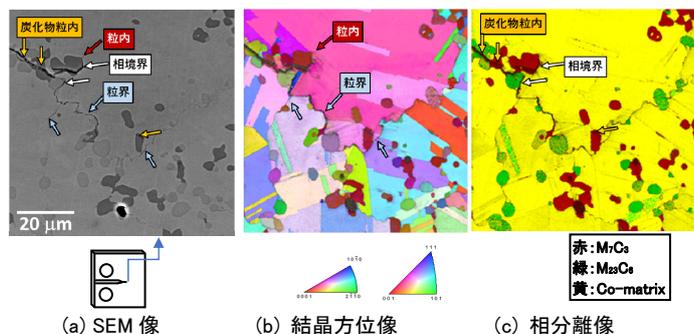
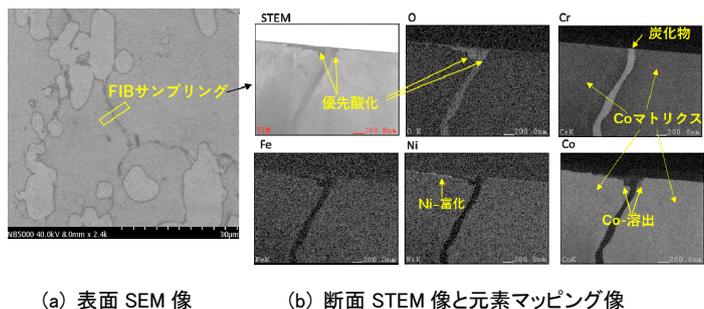


図 1 ステライト 6B の亀裂断面先端部の EBSD 分析結果 (290°Cx3,488h 試験)



(a) 表面 SEM 像 (b) 断面 STEM 像と元素マッピング像

図 2 ステライト 6B の酸化皮膜の STEM 観察結果 (320°Cx2,011h 試験)