

液体金属流動場における酸化被膜の形成・修復挙動

Self-healing behaviors of protective oxide films in liquid metal

瓦井篤志¹⁾、大林寛生²⁾、斎藤滋²⁾、佐々敏信²⁾、近藤正聡¹⁾

Atsushi KAWARAI, Hironari OBAYASHI, Shigeru SAITO, Toshinobu SASA,
Masatoshi KONDO

¹⁾東工大、²⁾原子力機構

¹⁾ Tokyo Institute of Technology, ²⁾ Japan Atomic Energy Agency

1. 諸元 核融合炉の液体ブランケットの構造材料には、液体金属との共存性が求められる。FeCrAl合金は表面にアルミニウムリッチな酸化被膜を形成し液体金属と優れた共存性を示すため、液体ブランケットの構造材料として有望視されている。この酸化被膜は、使用中に一部が損耗しても、液体中の溶存酸素と露出した材料表面が化学的に反応することで自己修復することが期待されている。しかし、自己修復挙動に関する研究は未だ限定的である。本研究の目的は液体金属中におけるアルミニウムリッチ酸化被膜の形成・修復挙動を明らかにすることである。

2. 実験方法 腐食試験はJAEAの加速器駆動システム研究用の高温鉛ビスマス流動腐食試験ループ(OLLOCHI)により実施した。試験条件を表1に示す。鉛ビスマスの温度は350~450℃であった。予備酸化処理を施したAPMT(Cr-21 wt%, Al-5.0 wt%, Mo-3.0 wt%, Fe-Balance)の短冊状試験片(図1左)、及び予備酸化処理を施していない試験片を腐食試験に使用した。予備酸化は1373 Kの大気雰囲気下で10 hr行い、XRDと質量評価の結果、 α アルミナ皮膜が約400 nm形成した事が判明した。また、Campaign 3には、通常の試験片に加え、予備酸化せずにCampaign 2に浸漬した試験片の表面に研削加工を施し、幅2 mmの損傷を人工的に与えた試験片を連続して使用した(図1右)。これは酸化膜の自己修復挙動を評価するためである。

3. 結果・考察 試験後、酢酸混合溶液を用いた洗浄により表面の付着鉛ビスマスを除去した。腐食試験によって、目視で確認できる大きな腐食の発生は確認できず、大きな質量損失も確認できなかった。Campaign1に浸漬した試験片の表層断面EDS分析の結果を図2に示す。酸化層の形成が確認され、鉛の組織への侵入は確認できなかった。表2に示すようにXRFによる分析の結果、再浸漬した試験片の損傷部において酸化被膜の膜厚は30 nm程度であり、損傷させていない領域とほぼ同じであった。予備酸化を施した試験片の膜厚は、浸漬前と同程度であった。

4. 結論 APMT鋼は予備酸化の有無によらず液体鉛ビスマス中において、高い耐食性を有する膜を自己

形成・修復し優れた共存性を示す事がわかった。

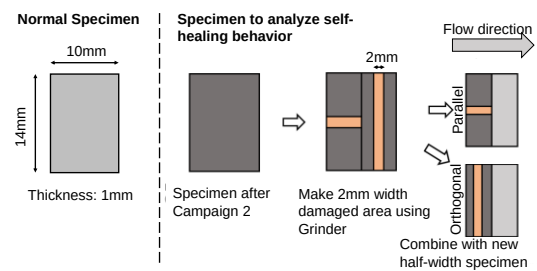


図1 自己修復性確認のために実施した加工の模式図

表1 腐食試験の条件

Campaign	Temp. (K)	Oxygen (wt%)	Flow velocity (m/s)	Time (hr)
1	623~723		10 ⁻⁶	1 2000
2	623~723	Saturation(3×10 ⁻⁴)→10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	1 2000
3	623~723	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	1 2000

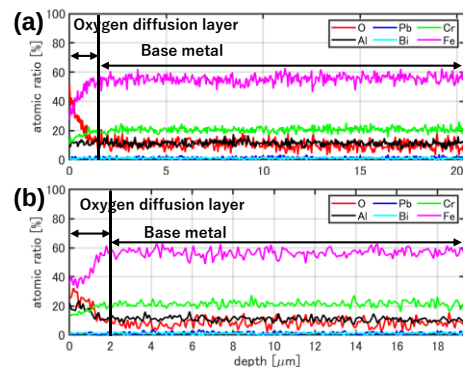


図2 Campaign1後のAPMT試験片表層断面でのEDS元素比分析(a)予備酸化処理無し, (b)予備酸化処理有り

表2 XRFにより評価したCampaign 2及びCampaign 3後の試験片表面の酸化膜の厚さ

	Thickness of Al ₂ O ₃ layer (nm)
Campaign2: Pre-oxidized	402.0
Campaign2: Not pre-oxidized	37.0
Campaign3: Damaged area	33.4
Campaign3: Not-damaged area	31.7
※ Specimen of Campaign 3 is that has orthogonal damaged area against flow direction	