

液体金属錫(Sn)の材料共存性に関する研究

(1) 鉄系材料の場合

Chemical compatibility of liquid tin (Sn)

(1) Corrosion characteristics of steels

*近藤 正聡¹, 秋吉 優史², 大野 直子³, 田中 照也⁴

¹東京工業大学, ²大阪府立大学, ³北海道大学, ⁴核融合科学研究所

核融合炉の液体ダイバータの冷却材として、液体金属錫(Sn)を使用する事が検討されている。本発表では、液体金属 Sn の材料共存性に関わる研究の全体計画を紹介した後、低放射化フェライト鋼やオーステナイト鋼、FeCrAl-ODS 鋼などの鉄系材料に対して様々な条件で実施した腐食試験の結果について報告する。

キーワード：液体ダイバータ、材料共存性、アルミニウム含有鋼、電子線照射

1. 緒言 核融合炉の液体ダイバータの冷却材として、高温時に低い蒸気圧を示す液体金属錫(Sn)が検討されている。しかし、材料共存性が課題である。候補構造材料として、低放射化フェライト鋼(RAFM)や、優れた耐食性を示す FeCrAl 鋼、一般構造材料の 316L オーステナイト鋼などが挙げられる。本稿では、これらの材料に対して、静止場条件で実施した共存性試験の結果について報告する。また、こうした材料が形成しうる酸化被膜の保護膜としての機能を調べるために、予備酸化処理を施した鋼材に加え Fe₂O₃、Cr₂O₃、Al₂O₃ のバルク試験片を用いて実施した腐食試験の結果についても報告する。京大複合研 LINAC を用いて、電子線照射下における腐食試験を実施した。その結果についても報告する。

2. 実験条件 表 1 に試験に供した鋼材の化学組成を示す。316L 製坩堝内に短冊状試験片を設置し、Sn(約 3.5cc)を充填した。それを 500°C の Ar 雰囲気下で 262 時間加熱保持し、腐食試験を実施した。試験後、試験片を取り出し、表面や表層断面の金相観察を実施した。京大複合研 LINAC では、試験キャプセルに 8MeV(100Hz)の電子線を照射しながら 68 時間の腐食試験を実施した。温度は約 480°C であった。

3. 実験結果・考察 図 1 に、試験後の鋼材表層断面の EPMA 分析の結果を示す。316L や JLF-1 では、Sn との界面において Fe-Sn の金属間化合物の形成し腐食が生じている事が分かった。また、予備酸化処理により Fe-Cr-O 被膜を表面に形成させた JLF-1 を浸漬した場合に関しても、腐食層の厚さは薄くはなったものの、同様の金属間化合物の形成が観察された。一方で、予備酸化処理により Cr リッチな酸化被膜を形成させた NAS631 と Al リッチな被膜を形成させた NTK04L 及び FeCrAl-ODS 鋼に関しては、接液界面において金属間化合物の形成が抑制されている事がわかった。鉄系酸化物は Sn と反応する事により不安定な複合系酸化物を形成し保護性を失うが、Cr リッチ酸化被膜や Al リッチ酸化被膜は Sn と反応しにくく保護性を保持する可能性がある事が示唆された。電子線を照射した条件では、316L 鋼の腐食が促進されたものの、Al リッチ酸化被膜により保護された NTK04L 鋼の腐食は促進されなかった。

4. 結論 液体錫中において、鋼材が形成する Cr リッチ酸化被膜や Al リッチ酸化被膜が腐食抑制に有効である事がわかった。

表 1 共存性試験に使用した鋼材の化学組成(mass%)

	Cr	Al	W	Ti	Ni	Si	C	Mn	Others	Fe
316L	17.3	-	-	-	12.3	0.54	0.018	1.6	2.2Mo, 0.028P	Bal.
RAFJM JLF-1	9	-	1.94	-	-	-	0.09	0.49		Bal.
NAS631(SUS631)	16.33	1.04	-	-	7.16	0.25	0.08	-	0.029P	Bal.
NTK04L	17.84	3.34	-	0.3	-	0.41	-	0.14	0.41Si	Bal.
FeCrAl-ODS(SP10)	14.76	6.40	-	0.5	-	-	-	-	0.47Y ₂ O ₃ , 0.37Zr, 0.22Ex.O	Bal.

*Masatoshi Kondo¹, Masafumi Akiyoshi² Naoko Oono³, and Teruya Tanaka⁴

¹Tokyo Institute of Technology, ²Osaka Prefecture University, ³Hokkaido University, and ⁴National Institute for Fusion Science.

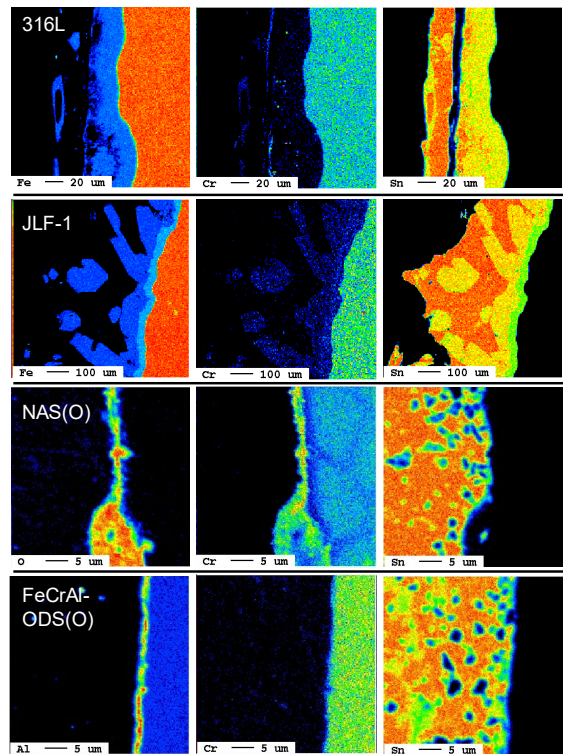


図 1 EPMA 分析結果((O)は予備酸化処理した試験片の腐食試験の結果を示す)