

573 K と 773 K の液体 Sn 中において応力を負荷された 316L オーステナイト鋼の化学的共存性に関する研究

Corrosion characteristics of 316L austenitic steel under tensile stress loadings
in liquid Sn at 573 K and 773 K

*西谷祐人¹, 近藤正聡¹, 小池陽大¹, 長瀬駿之介¹, 大野健士¹, 大野直子²

¹東京科学大学, ²横浜国立大学

573 K と 773 K の液体 Sn 中に 316L 製 C リング試験片を 0 MPa (応力負荷無し), 100 MPa と 200 MPa の引張応力を負荷しながら浸漬した。応力が負荷された箇所において Cr を多く含む合金層の形成が確認されており、応力が負荷されていない箇所に比べて合金層の成長が抑制されていることがわかった。

キーワード: 液体金属錫, 液体金属ダイバータ, 316L, 腐食, 引張応力

1. 緒言 核融合炉の液体金属ダイバータの冷却材として、液体金属錫(Sn)が注目されている。しかし、液体 Sn と候補構造材料との化学的共存性が課題となっている。鋼材は高温の液体 Sn と反応して、Fe-Sn 金属間化合物の形成しながら腐食を生じる[1]。また、核融合炉の構造体には超電導コイルからの磁場と誘導電流による電磁力が作用し、応力が印加されることが想定される。既往研究[2]として、液体 LiPb 合金に 316L オーステナイト鋼の C リング試験片を、引張応力を負荷しながら浸漬する試験を行った。接液界面には Cr-rich 層が形成され、一定の耐食性を示すことが明らかになった。本研究の目的は、液体 Sn 中で 316L オーステナイト鋼に応力を負荷した際の腐食挙動を明らかにすることである。

2. 実験方法 316L オーステナイト鋼製 C リング試験片にボルトとナットを取り付け、それを締め付けることによって 0 MPa, 100 MPa, 200 MPa の引張応力を負荷し液体 Sn に浸漬した。実験条件は温度を 573 K と 773 K, 浸漬時間を 573 K では 25 時間と 1000 時間, 773 K では 25 時間と 250 時間に設定しそれぞれ浸漬試験を行った。試験後に、Sn を硝酸とエタノールの混合溶液を用いて洗浄し、応力が最も強くかかる試験片の中央部分を図 1 のように切り出しその表面と断面を SEM/EDX で観察・元素分析を行った。また、腐食組織に対して FE-SEM による組織観察や、AES による元素分析、EBSD による結晶方位解析による分析を行った。

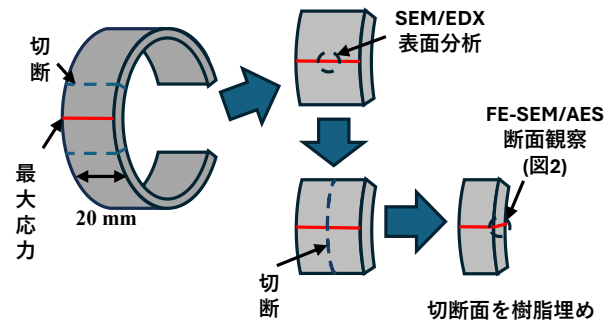


図 1. C リング試験片切断の模式図

3. 結果 図 2 に、773 K, 250 時間, 200 MPa の条件で試験された試験片の断面に対して行った FE-SEM/AES を用いた元素分析の結果を示す。表面の腐食層において Sn と Fe-Sn 合金の結晶とともに Cr-rich な析出物が形成されていた。また、これと温度と浸漬時間が同じで 100 MPa の引張応力が負荷された試験片については、200 MPa のものに比べ Cr を含む合金層が厚く、Cr 主体の偏析物の分布も異なっていた。加えて、負荷した応力が大きくなるにつれて試験片の質量変化は小さくなった。

4. 結論 応力負荷によって、高温時の液体 Sn による 316L の界面からの腐食はある程度抑制された。

参考文献

[1] Y. Miyakawa, M. Kondo, Corrosion behaviors of various steels and nickel-based alloys in liquid Sn media, Nuclear Materials and Energy 30 (2022) 101154. [2] M. Kondo, et al., Corrosion behavior of 316L austenitic steel in liquid lithium lead alloy under stress loading conditions, Fusion Engineering and Design 216 (2025) 115115.

*Yujin Nishiya¹, Masatoshi Kondo¹, Yota Koike¹, Shunnosuke Nagase¹, Kenshi Ohno¹, Naoko Oono²

¹Institute of Science Tokyo, ²Yokohama National University

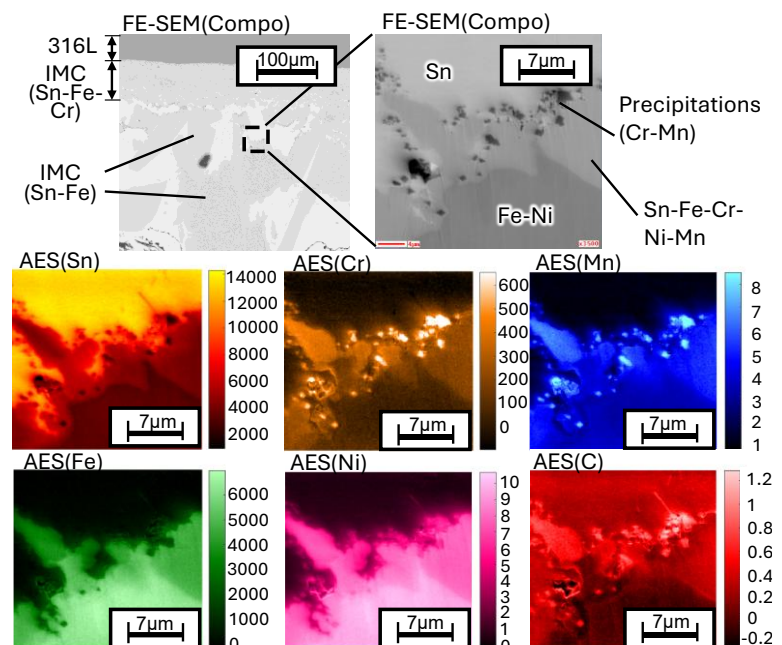


図 2. 773K, 250 時間, 200MPa の試験片の腐食層の断面 COMPO 像と AES による主要元素のマッピング