

FeCrAlZr-ODS 鋼を応用した先進核融合機器の開発に関する研究

(6) 液体金属環境への適用に向けた Al 含有高 Mn オーステナイト ODS 鋼の開発

Application of FeCrAlZr-ODS alloy for advanced liquid blanket and divertor concepts

(6) Development of Al-added high-Mn ODS austenitic steel for liquid metal environment

*笠田 竜太¹、Wang Haoran¹、Liu Jiarui¹、Yu Hao¹、近藤 創介¹、奥野 泰希¹、
大久保 成彰²、徳永 透子³、大野 直子⁴

¹東北大、²JAEA、³青森県 QSC、⁴北大

ADS 炉内材料および核融合炉先進ブランケットへの適用を目指して低放射化オーステナイト鋼である Fe-Mn-Cr-Al-C 鋼およびその酸化物分散強化 (ODS) 鋼の開発を新たに進めている。本報告では、合金設計方針とラボレベルで試作した材料についての初期知見について示す。

キーワード：低放射化オーステナイト鋼、酸化物分散強化鋼、TWIP 鋼、鉛合金腐食、ADS、核融合炉

1. 緒言：ADS 炉内材料および核融合炉先進ブランケットへの適用を目指して低放射化オーステナイト鋼である Fe-Mn-Cr-Al-C 鋼およびその酸化物分散強化 (ODS) 鋼の開発を新たに進めている。かつて検討された Fe-Cr-Mn 系低放射化オーステナイト鋼の組成を見直し、液体鉛合金腐食への耐性の観点から低放射化性を減じつつも Al を合金元素として添加している。また、ODS 化によって高温強度特性や耐照射性の改善を狙った材料も作製した。本報告では、合金設計方針と研究室レベルで試作した材料について、強度特性と鉛合金腐食性への ODS 化の影響に関する初期知見について示す。また、先進核融合炉ブランケットへの適用に向けた諸課題についても論じる。

2. 実験方法：アーク溶解によって、Al 含有高 Mn オーステナイト鋼を作製し、1050°C、2 時間の溶体化処理後に水焼入れを行い、単一のオーステナイト相を確認した。ODS 鋼については、遊星型ボールミルによって原料粉末のメカニカルアロイングを行い、放電プラズマ焼結装置 (SPS) によって焼結後に熱間圧延を行った。これらの材料について、450°C、430h のポット中での鉛ビスマス共晶合金中において、飽和酸素濃度および低酸素濃度を狙って計測制御を行いながら腐食実験を行った。

3. 結果の概要と展望：Al 含有高 Mn オーステナイト鋼およびその ODS 鋼を試作し、基本材料特性や鉛ビスマス合金腐食に関する調査を開始した。図 1 に示すように、Al 含有によって、高い Mn を含む場合においても優れた耐食性を示しうることを示している^[1]。また、ODS 化によって耐食性が向上することも示唆されている。しかし、高温強度特性については、従来の ODS 鋼のような著しい向上が得られていないことが示唆されており、酸化物分散粒子の改善のための合金元素の調整が必要である。詳細については当日報告する。

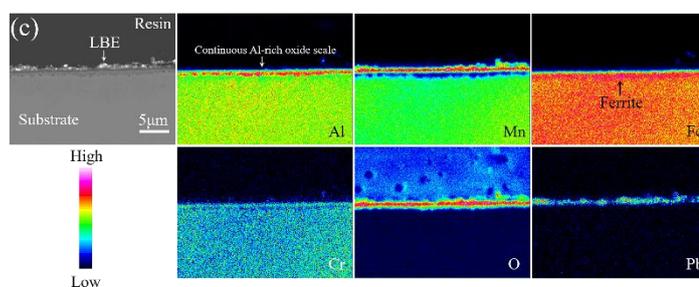


図 1 低酸素濃度鉛ビスマス合金腐食実験後の 7Al 含有高 Mn オーステナイト鋼の断面組成マップ像^[1]。

参考文献

[1] H. Wang, H. Yu, S. Kondo, N. Okubo, R. Kasada, Corrosion Science 175 (2020) 108864.

*Ryuta Kasada¹, Wang Haoran¹, Liu Jiarui¹, Yu Hao¹, Sosuke Kondo¹, Yasuki Okuno¹, Nariaki Okubo², Toko Tokunaga³, Naoko Oono⁴

¹Tohoku Univ., ²JAEA, ³Aomori QSC, ⁴Hokkaido Univ.