

「2024MRS Fall Meeting&Exhibit」

参加報告書

千葉大学 大学院工学研究院 機械工学コース

助教 山形 遼介

(2024 年度 国際会議等参加助成 AF-2024047-Y1)

キーワード : TiAl 基合金, 高温疲労き裂進展挙動, 霧囲気制御試験

1. 開催日時

2024 年 12 月 1 日～6 日

2. 開催場所

Hynes Convention Center, Boston, Massachusetts, USA

3. 國際会議報告

この度 2024 年 12 月 1 日から 6 日にかけて、米国マサチューセッツ州ボストンにて開催された「2024 MRS Fall Meeting & Exhibit」に口頭発表者として参加し、「Effects of temperature and environment on fatigue crack growth behavior in TiAl alloys」という題目で研究発表を行なった。本国際会議は 1973 年の第一回より 50 年以上の歴史を有し、かつ材料関連の国際会議としては世界最大級の会議である。2024 年に開催された本会議では機能性材料から構造材料に至るまでの計 67 の幅広い分野におけるシンポジウムが開催され、計 5074 件の講演が行われた。特に著者が発表した「Structural and Functional Intermetallics」のシンポジウムでは、難加工性材料である金属間化合物の実用化に向けて、組成、プロセス、構造特性の関係に関するマルチスケールの実験および計算研究活動を結集し、構造および機能用途向けの金属間化合物の材料の理解、設計、開発における最近の進歩について議論することを目的としている。なかでも、金属間化合物材料の塑性加工法、またそれに関連した力学特性の解明を試みることは長年開催されてきた本シンポジウムにおいて常に議論がされている課題であり、本助成の意図と一致するものである。本シンポジウムでは Oral, Poster 合め計 79 名の講演があり、講演者所属機関の国別では、多い順に、日本 (28 名)、米国 (21 名)、ドイツ (11 名)、フランス、オーストリア (各 6 名)、韓国 (2 名)、その他 (スウェーデン、シンガポール等 5 名)となっていた。このことから、本分野における我が国の研究アクティビティの高さが伺える。本シンポジウムはいくつかのセッションに分けられ、大別すると、1. 磁性材料や形状記憶合金、熱電材料といった機能性材料、2. 申請者が講演したチタンアルミ (TiAl) 基合金、3. 三次元積層造形技術、4. ハイエントロピー合金、5. 計算・モデリング、6. 金属間化合物の塑性変形挙動、7. 金属間化合物の相平衡と相変態、8. シリサイド、9. 軽金属基金属間化合物であった。4. ハイエントロピー合金に関しては、「High Entropy

Materials」として別のシンポジウムが開催されていたが、本シンポジウムではそことの差別化を図り、金属間化合物が関与する種類の合金のトピックスが取り扱われた。それに関連して The University of Tennessee の Easo George 教授によって「Comparing and Contrasting High-Entropy and Intermetallic Alloys」という題目の講演が行われ、これまでの金属間化合物研究の歴史を紐解き、現在のハイエントロピー合金研究の動向と照らし合わせることで、両者の違いと共に通点を明確化し、今後ハイエントロピー合金の研究がどのように行われていくであろうかを予想していた。これまでハイエントロピー合金に関するトピックスは、金属間化合物の一環として扱われており、それが今回別々のシンポジウムでの開催となってしまったため、金属間化合物のシンポジウムへの参加者が急減するといった事態となってしまった。本会議のシンポジウムは毎回公募制であり、参加者数が見込まれないシンポジウムは開催出来ない。今後も本金属間化合物のシンポジウムを継続的に開催するためには、ハイエントロピー合金側ともう一度手を取り、共に開催すべきであると個人的には感じた。

その他、仮 Safran Tech. の Pierre Sallot 氏による「TiAl-Based Intermetallics for Turbine Applications—Status, Development Opportunities and Challenges」という題目の講演では、実際に TiAl 基合金製タービン動翼をエンジンメーカーに提供する企業の立場から本合金の問題点と課題を挙げ、強度の向上よりもむしろ impact crack threshold energy が Ni 基合金よりも低いこと、それを解決するのが喫緊の課題であると述べられた。同じ TiAl 基合金を研究する身としては、今後の研究課題設定の参考になる講演であり、非常に有り難かった。

ここで著者の講演について簡潔に述べる。題目は本節の冒頭に記したものである。TiAl 基合金とは、密度が現在航空機ジェットエンジンに用いられている Ni 基超合金の約半分 (4.2 g/cm^3) であり、かつ室温から高温にかけて優れた力学特性、耐酸化性を示すことから、ジェットエンジン低圧タービン動翼の最終段（最も低温である部分。それでも 600°C 近くはある）にすでに採用されている合金である。その搭載によりエンジン、機体重量の軽減が可能となり、結果優れた環境効果をもたらしている。航空機材料である以上、損傷許容設計が重要となり、その基礎となるデータが疲労き裂進展特性である。本講演は、この TiAl 基

合金の疲労き裂進展特性を室温から高温にかけての広い温度範囲にて実施, さらには試験雰囲気の影響を明らかにするために, 一般的な大気雰囲気下だけでなく, 不活性雰囲気である Ar ガス雰囲気下でも試験を実施した結果を報告したものである. Ar 雰囲気下における TiAl 基合金の疲労き裂進展特性は, 室温から 800°Cにかけて単調に減少する. 一方, 大気雰囲気下では, 600°Cまでは Ar 雰囲気下と変わらぬ傾向を示すものの, それ以降の高温域では増加するという傾向を示した. これは, 大気雰囲気下, 特に 700°C 以降では酸化が顕著に生じ, いわゆる「酸化物誘起き裂閉口」効果が生じたこと, 加えて酸化に伴うき裂先端の合金組成変化により硬質な β -Ti 相が生成し, これがき裂進展の妨げになったことに起因すると結論づけた. 本講演に対

し, 試験方法の詳細に関する質問や, β -Ti 相生成の速度論に関する質問を受け, 講演内容は聴衆に概ね理解して頂けたかと感じた. しかし質問の内容を一部勘違いする等, まだ未熟であることも実感させられた.

謝 辞

本国際学会への参加は公益財団法人天田財団国際会議等参加助成(若手研究者) AF-2024047-Y1 のご支援無しには叶いませんでした. 著者自身の研究内容を国外の著名な研究者に対し発表する機会, またそのような方々との議論を通して研究内容をさらに深いものとする機会を与えてくださいましたこと, 心より御礼申し上げます.