

研究成果展開事業 産学共創基礎基盤推進プログラム

「革新的構造用金属材料創製を目指したヘテロ構造制御に基づく新指導原理の構築」

中間評価結果

1. 研究課題名

超微細粒強化と時効析出強化を並立させる新規アルミニウム合金展伸材の開発とその合金設計指導原理の確立

2. 研究代表者

廣澤 渉一（横浜国立大学大学院工学研究院 准教授）

3. 研究概要

研究代表者らは、アルミニウム合金強化の新指導原理の構築と高性能アルミニウム合金の創出を目指し、巨大ひずみ付与によって作製された超微細化組織をベースに、析出過程における合金組成や熱処理の影響について連続体から原子レベルにわたる階層的な理論、計算、実験によって研究を進めている。具体的には、結晶粒微細化強化と析出強化の並立が粒内析出を促進することで実現できるとの考えに立って、組織制御および合金元素活用を含む指導原理の導出を目指している。また、得られた指導原理を活用した実用合金の開発も視野に入れている。

4. 中間評価結果

4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

まず最初に、研究のベースとなる超微細結晶粒材の研究成果のベンチマーキングのために、これまでに研究された様々なアルミニウム合金の力学データを体系的に整理・解析し、新しい研究成果を定量的に検討できる基準を作成したことは評価に値する。さらに、超微細粒組織での粒内析出促進のためには、時効温度の低温化、マイクロロイニングおよびスピノーダル分解の利用という三つの方策が有効であることを実証したことは、大きな成果と言える。とくに、Al-高 Mg 合金で、スピノーダル分解による変調構造が可視化できたことは、本研究成果の実用化への第一歩と位置付けられる。

研究代表者によるリーダーシップの下で、効率的な研究体制を構築している点も評価できる。すなわち、本研究は異なる大学に所属する4研究室からなるチームで行われているが、共通の目的を設定し、役割分担を明確に設定するなど、研究代表者のマネジメントとメンバーの協力体制は大変優れている。共同研究の相乗効果や、理論、計算、実験の融合なども効果的に機能している。さらに、本プログラムの特徴である産学共創の場・環境を効率良く活用し、有用な成果を挙げている点も特筆される。

4-2. 今後の研究に向けて

本研究では、粒内析出の促進による結晶粒微細化強化と析出強化の並立の研究が進められており、この研究方針は適切である。しかしながら、強化機構の本質や延性の起源については未解明である。新指導原理の構築のために、提案された三つの方策それぞれの学理を明確にするとともに、理論化・定量化も進めていただきたい。また、今回の報告ではあまり触れられなかったが、固溶強化もアルミニウムでは重要な手法であり、たとえば巨大ひずみ加工による過飽和固溶現象は、その他の機構と併せて検討に値する。

なお、強化機構において、スピノーダル分解による強化が長距離（非熱的）な障害物に由来し、析出強化や固溶強化が短距離（熱的）な障害物に由来することを勘案すれば、強度の温度・ひずみ速度依存性の調査も学理の明確化のために有効かもしれない。そのためにも、硬さのみならず、応力-ひずみ曲線での力学特性評価が望まれる。応力-ひずみ曲線を用いることで、延性の起源についても議論が深められることを期待する。

複数の合金系での研究を行う場合でも、新しい指導原理に基づき、低比重で軽量構造を実現する材料候補として可能性が大きいAl-高Mg合金は必ず研究対象に含めていただきたい。

産業界とのディスカッションも積極的に実行されており、産学共創の場を効果的に活用できている。また、研究発表も積極的に実施されているし、受賞や高い評価を受けた論文もあり、積極的な研究活動は高く評価される。今後も継続して、研究成果の外部への積極的な発信をお願いしたい。

4-3. 総合評価

総合評価 A

理論や計算のみならず、実験との密接な連携で研究を進めている点が、このチームの大きな強みであり、今後、強化機構の並立、延性や靱性の起源と制御に関する新しい普遍的な知見の多くが発見され、学術的にも確固たる新指導原理が構築されることを予感させる。

研究期間の延長を可とするに十分なオリジナリティの高い研究内容であるとともに、実用化に向けた新しいコンセプトも生まれつつあるので、それらを遅滞なく国内外に発信していただきたい。これに加え、新コンセプトをベースにした基本特許の獲得についても検討していただきたい。

以上