

機械工学科

おのながと
小野 長門 教授



専門分野 金属工学、材料工学
最終学歴 東京工業大学大学院理工学研究科博士課程
金属工学専攻修了（平成3年6月）
学位 工学博士（東京工業大学）
職歴 防衛庁技術研究本部第1研究所研究員
米国ワシントン大学機械工学科客員研究員
鹿児島大学大学院理工学研究科非常勤講師
日本高等教育評価機構理事・評議員
熊本県公安委員会委員長・委員
君が淵学園理事・評議員

<はじめに>

人間生活を支える専門技術分野の代表的な3本柱として、エネルギー、情報（エレクトロニクス）、材料が挙げられます。これらの中で、機械工学が主導する優れたモノづくりには、材料の物性および強度などに関する基礎知識が必要不可欠です。

私の研究室では、金属材料における「すべり」のメカニズム（結晶性材料での変形の仕組み）をマクロとミクロ・ナノ階層の結びつきを念頭において考察し、すべりの法則性を追求しています。また、基盤金属とその合金の強化機構、ならびに降伏強度に寄与する微視的な強化因子を結晶塑性学の立場から定量評価しています。さらに、変形の素過程に基づく多結晶金属での疲労や破壊メカニズムをメソスケールで解明するための基礎研究、形状記憶合金を用いたアクチュエータ設計に関する応用研究にも精力的に取り組んでいます。

<研究内容>

1. 展伸マグネシウム合金の変形特性と強化機構に関する基礎研究

実用金属で最軽量のマグネシウムとその合金は、地球環境負荷の低減、省エネルギー化や高効率化を目指す上で欠かせない材料となっています。このマグネシウム合金は、特に比強度やリサイクル性、電磁遮蔽性に優れているため、自動車、航空機、パソコンおよび携帯電話に应用されるなど、循環型超軽量金属材料としての利用が拡大しています。一方、近年の押し出し技術の進歩や不燃性合金の開発・事業化に伴い、展伸マグネシウム合金の工業用部材への応用が高まっています。しかし、最密六方構造をもつマグネシウム合金は、変形異方性、塑性すべりと双晶変形の役割、微視組織と力学特性の関係、加工に伴う集合組織の形成に関

して多くの課題が残っており、これらの問題を解明しながら強度設計を行う必要があります。

最近、私の研究室では圧延したAZ61マグネシウム合金から結晶粒径の異なる溶体化および時効試料を作製した後、77Kの液体窒素、213Kのドライアイスとエタノールの混合液を用いて室温以下の圧縮試験を行い、変形の素過程を明らかにしています。さらに、Hall-Petch則に基づき、AZ61合金の降伏強度の結晶粒径依存性と析出の関係について検討しています。

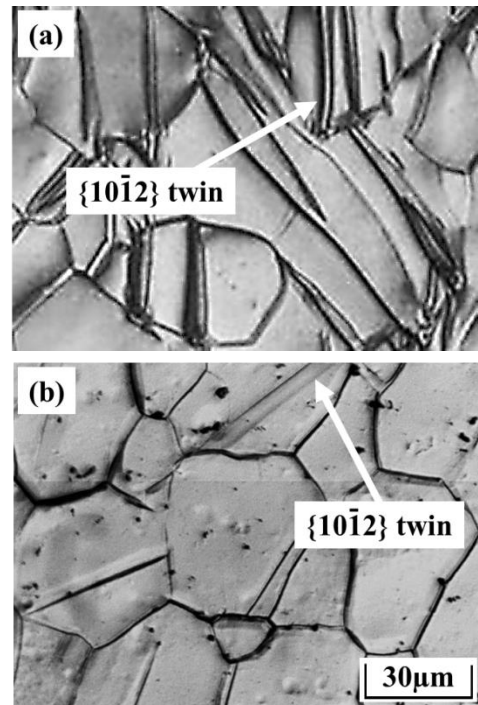


図2 マグネシウムとAZ61合金の変形様相

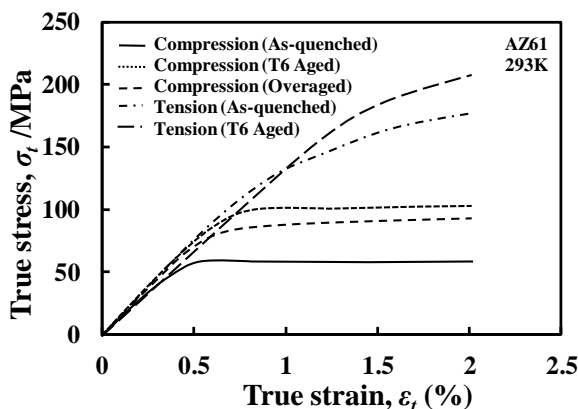


図1 AZ61合金の応力-ひずみ曲線

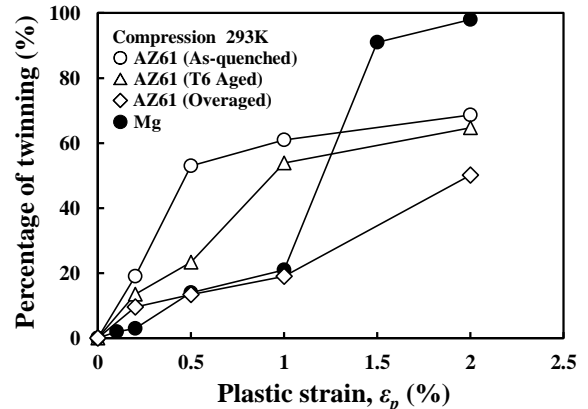


図3 マグネシウムとAZ61合金の双晶出現率

2. ジュラルミン系アルミニウム合金の変形と降伏強度に及ぼす微視的因子の影響

車両・航空機材料として実用化されている 7000 系 Al-Zn-Mg-Cu 合金は、溶体化熱処理後の人工時効 T6 処理による析出強化で非常に高い強度が得られることが一般に知られています。しかし、7000 系の高力アルミニウム合金が有する降伏強度の結晶粒径依存性に及ぼす析出相の影響について、微視的な定量解釈は未解決といえ、系統的な実験事実の蓄積が必要です。

現在、私の研究室では溶体化および時効処理した Al-Zn-Mg-Cu 系の 7475 合金を用いて変形応力および硬さの結晶粒径依存性を明らかにし、各試料での Hall-Petch 関係の妥当性やその傾きと切片応力を求めています。また、すべり帯の形態観察やひずみ速度急変試験などにより、転位と析出物の相互作用を確かめています。これらの結果から、析出強化における降伏挙動の微視的律速機構について検討しています。

3. 形状記憶合金によるアクチュエータ設計

今から 60 年ほど前、金属の不思議な性質が発見されました。「高い温度で形を覚えさせたニチノール合金をある温度状態に戻すと、元の形になる」。合金（結晶の集まり）の中には、そのような不思議な魅力も存在するのです。温度変化で締まったり緩んだりする性質を応用してジェット機の配管、コーヒーメーカーでの水蒸気によるバネの形状記憶、内視鏡における体内での見たい向きの調整など、現在では形状記憶特性がいろいろな製品に利用されています。

今後の研究目標は、金属がもつユニークな形状記憶機能を装置に有効活用し、様々な分野に拡大させることです。本研究のアイデアは、米国シアトルにあるワシントン大学知能材料システムセンターでの留学経験に基づいています。

<おわりに>

長年、展伸基盤金属の塑性変形と強化機構をメゾ解析するための基礎研究を中心に活動しています。これらの研究成果は、新素材の開発や材料加工技術を発展させるのに極めて有用で、産業界に多くの新しい知見を提供することになります。

卒業研究では、「研究を大いに楽しむ」つもりで目標にチャレンジしてもらいたいと思います。卒業までに、苦楽を共にした貴重な研究仲間ができて、研究の世界ですばらしいロマンも体感できるはず。研究室で学ぶ思考過程は、社会に出た後に必ず役立ちます。夢や情熱のある学生は勿論のこと、大学院進学を希望する人を歓迎します。

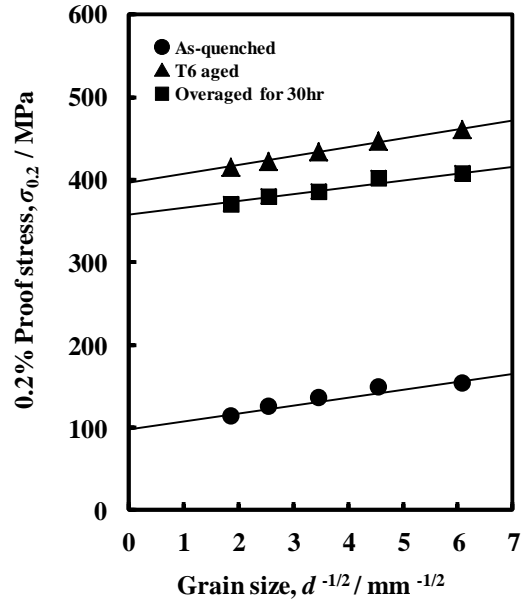


図 4 7475 合金の降伏応力の結晶粒径依存性

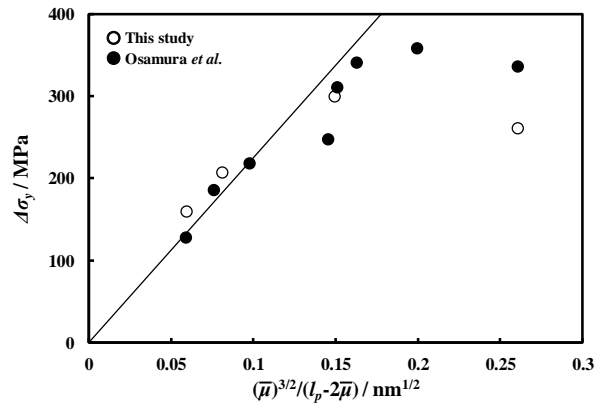


図 5 7475 合金における転位の切断機構の実証

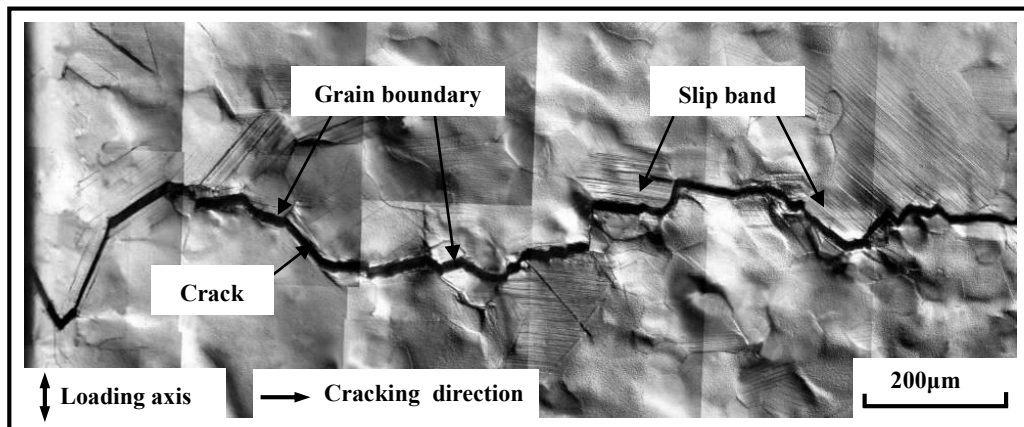


図 6 溶体化処理した AZ61 合金における疲労き裂の進展様相