

申請者	学科名	情報システム工	職名	准教授	氏名	福田 忠生	印
調査研究課題	光輝性アルミニウム合金鋳物の実用化に向けた諸特性の解明						
交付決定額	¥1,000,000-						
調査研究組織	氏名	所属・職		専門分野	役割分担		
	代表	福田 忠生	情報システム工・准教授	材料力学	研究全般・総括		
	分担者	尾崎 公一	情報システム工・教授	材料プロセス工学	数値計算および実験		
		小武内清貴	情報システム工・助教	材料力学	実験および数値計算		
		金築 秀樹	光軽金属(株)	鋳造工学	材料開発		
調査研究実績の概要	<p>本研究は平成25年度「領域・研究プロジェクト」に採択された「デジタルエンジニアリング」のサブテーマ“(2)金属材料の高強度化と生産性向上”の一環として実施した。報告者らは、平成20年度～22年度経産省サポイン補助金により「環境・コスト低減に対応した光輝性アルミニウム合金鋳物製造技術の開発」に取り組み、めっき処理を施すことなく研磨のみで光輝性が得られ、かつ、従来材であるAC4CH相当の強度特性を有する新規アルミニウム合金(以下、Al-Mg-Zn系合金と記述する)を開発した。次いで、アルミニウムホイールは雨水や融雪剤などの腐食環境にさらされることを考慮し、光軽金属工業受託研究費(中小機構、新連携)(平成23年度)および本学特別研究費(平成23,24年度)の補助を受け、腐食環境下での強度は0.2%耐力と強い相関があることを明らかにするなどの成果を残している。</p> <p>実用化に向けて疲労強度特性を把握する必要があり、本研究では、疲労試験によってAl-Mg-Zn系合金の疲労強度特性を実験的に検証しつつ、第一原理計算による水素挙動を定量的に評価し、実用化に向けた諸特性を把握することを目的とした。</p> <p>図1に従来材AC4CHおよびZn3.1材のS-N線図を示す。本研究では<math>10^7</math>サイクルを超えた試験片に対しては疲労試験を中断し、黒矢印にて図示した。図より、Zn3.1材はAC4CHに比べ同一応力での疲労寿命が短く、疲労限はAC4CHでは90 MPa程度、Zn3.1材では72 MPa程度であることがわかった。</p>						
<p>地域貢献への反映を踏まえて記述のこと</p>							

調査研究実績  
の概要

（地域貢献への  
反映を踏まえ  
て記述のこと）

図2に従来材AC4CHおよびZn3.1材の疲労破面を光学顕微鏡にて観察した結果を示す。図より、両材共に破面は光沢のある面と、それ以外の面の2種類から構成されていることが分かる。また、光沢面の試験片断面に占める割合は最大応力が増加する程低下していた。そこで、最大応力122MPaにて疲労試験を行った試験片を、光沢のある面とそれ以外の面を横断するように割断し、断面プロファイルを観察した。その結果、光沢のある面は平坦であり、それ以外の面では断面プロファイルが粗くなっていることが分かった。またZn3.1材の断面プロファイルの粗さはAC4CHのそれよりも粗いことが分かった。また、図3に示すように、SEMにより試験片光沢面を観察したところ、ストライエーションが観察された。以上のことから、光沢面は疲労破面であり、それ以外の面は最終破壊面だと考えられる。

また、紙面の都合上、図は割愛するが解析コードCASTEPを用いた第一原理計算にて純Al、Al+Mg、Al+Zn、Al+原子空孔を含む粒界モデルについての検討を実施した。この結果、安定粒界であっても粒界に水素が存在することにより粒界脆化を起し、その効果はMg+Znが粒界に存在している場合に大きくなることを明らかにしている。

これらの結果は、ホイールの設計に必要不可欠であり、光軽金属工業で活用される予定である。また、本研究成果の一部である第一原理計算部は既に論文として公表しており、疲労特性についても論文投稿の予定であるため、国内外の関連企業にも有用なものである。

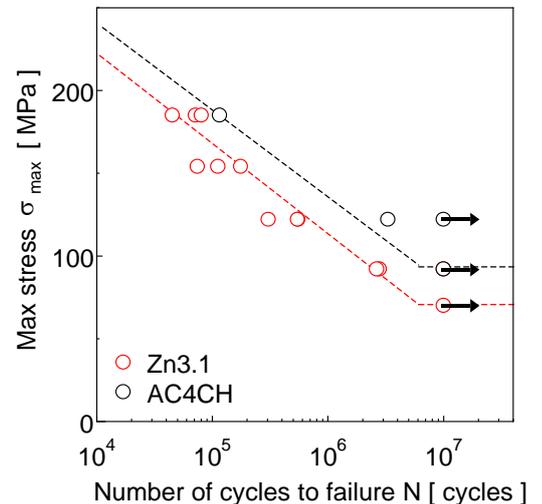


Fig.1 S-N diagram of AC4CH and Zn3.1.

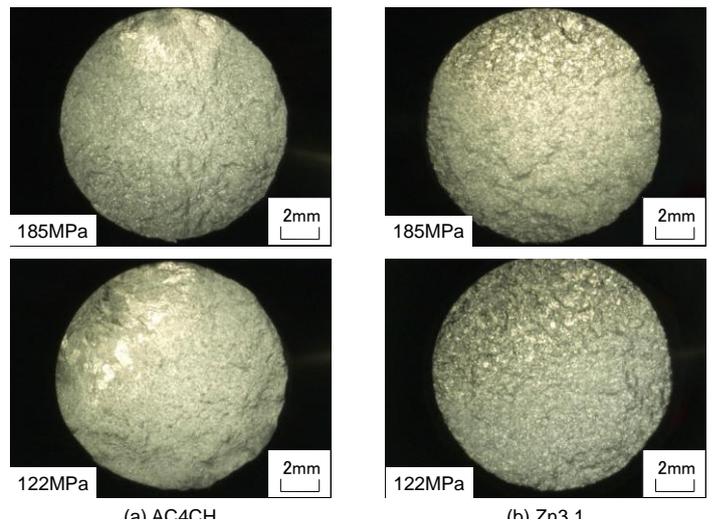


Fig.2 Fatigue surface observation by optical microscope.

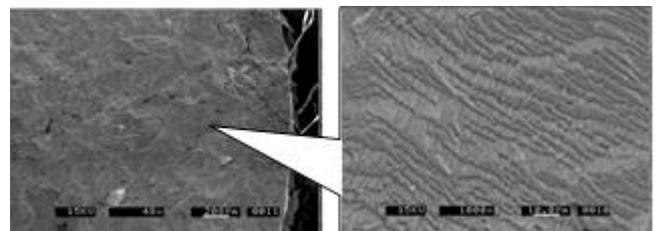


Fig.3 Fatigue surface observation by SEM.

(成果資料等があれば添付すること。)

成果資料目録

- ・ 福田忠生, 小武内清貴, 尾崎公一, 北浦宏将, 田辺晃弘, “第一原理計算に基づくAl-Mg-Zn系合金結晶粒界の水素脆化特性評価”, 材料, Vol. 63, No. 2, pp174-182 (2014)
- ・ 北浦宏将, 田辺晃弘, 小武内清貴, 福田忠生, 尾崎公一, “腐食環境下における Al-Mg-Zn 系合金の強度特性”, 日本機械学会M&M2013 講演論文集