

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材料の開発					
交付決定額	¥530,000-					
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 (地域貢献への反映を踏まえて記述のこと)	<p>本研究は平成27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、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)の開発に際して、H20年度~22年度経産省サポイン補助金、光軽金属工業受託研究費(中小機構, 新連携)(H23年度)および本学特別研究費(H23~25年度)の補助を受け、継続的に研究開発を実施している。</p> <p>実用化に向けた水素脆化特性評価では図1に示すように、従来材AC4CHと比べ、開発材であるAl-Mg-Zn系合金はZnの添加量が少なくするほど、脆化特性が良くなることが確認された。しかしながら、これまでの研究成果によって、静的強度に及ぼすZnの添加量の適正値は3~4%程度であり、Zn3.1材(Zn添加量3.1%)より、少なくするのは得策ではない。また、H25年度の地域貢献特別研究報告書で報告したように、Zn3.1材の疲労特性はAC4CHより若干低い。これは、MgとZnが結晶粒界に存在することで粒界強度が低下することが原因と考えられる。そこで、粒界強度を低下させる因子であるMgの添加量を減らし、低下因子を取り除くと共に、強度向上添加元素であるCuを添加した、新たな合金Al-Mg-Zn-Cu系合金</p>					

を提案し、その諸特性を評価した。

図2にCu添加材における0.2%耐力とZn添加濃度の関係を示す。AC4CHの引張試験結果である0.2%耐力200MPaを目標値とし、図中に基準線として示す。Zn添加濃度の低いCu-Zn2.5材ではいずれの条件においても目標値を満たさなかった。ここで、図は省略するが、引張強さ、破断ひずみに関してはいずれの試料においてもAC4CHの引張試験結果により決定した目標値250MPa、8%を満たした。これらのことから、Cu-Zn3.0材において、 $t=5h$ にて時効硬化処理を施すことでAC4CHの代替材とすることが可能である。以降の試験では、このCu-Zn3.0 T6-5hのみを試験対象とし、試験を行った。

図3に、最大応力で表したS-N線図を示す。図中(→)は試験中に破断を起こさなかったことを示す。 10^7 回の疲労限は、AC4CHでは92MPa、Zn3.0材では70MPaであった。一方、Cu-Zn3.0材の疲労限は92MPaであった。このことより、Mg添加量を削減し、Cuを添加したことで疲労限は向上した。これは、別途実施した第一原理計算による粒界評価において、Cuの添加によって粒界強度が向上する結果を得ており、この効果であると考えられる。

また、図は省略するが、Cuの添加による水素脆化特性も評価しており、Al-Mg-Zn-Cu系合金の水素脆化特性はAC4CH材と同等であるとの結果を得た。

以上の事より、Al-Mg-Zn系鋳造合金より、Mg添加量を削減し新たにCuを添加したことで、粒界強度は向上し、疲労限も向上する。また、腐食環境における限界強度はAC4CHの0.2%耐力を超えており、腐食環境下においても従来材と同等の基準で使用が可能である。

これらの結果は、ホイールの設計に必要な不可欠であり、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。

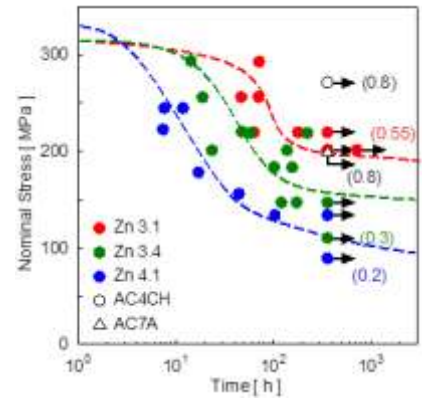


Fig.1 Result of hydrogen embrittlement test.

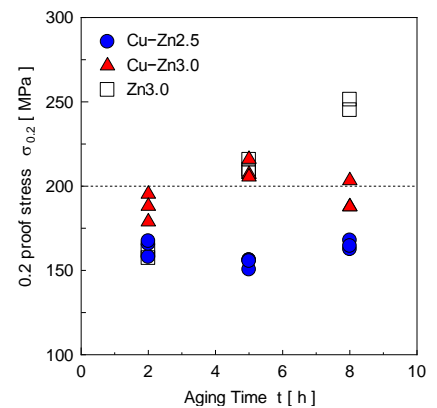


Fig.2 0.2% proof stress with respect to aging time.

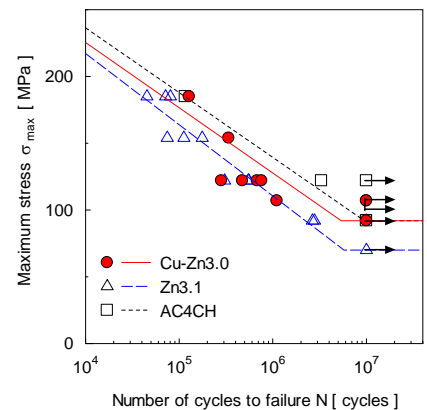


Fig.3 S-N diagram.

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

成果資料目録

・福田忠生, 小武内清貴, 尾崎公一, 田辺晃弘, 金築秀樹, 村上浩二, 日野実, “光輝性を有する Al-Mg-Zn 系合金の水素脆化特性”, 日本金属学会誌 Vol. 79 No. 3, pp94-99 (2015)