人に優しい環境に優しい次世代医療材料の開発（Ⅰ）

坂之上　悦　典[*1]
田　野　俊　昭[*2]
服　部　　悟[*3]

［要　　旨］

マグネシウム合金を医療福祉器具材料として使用することを目的に、鋳造、耐食性評価や機械加工を実施し構造材として特性について検討を行った。その結果、開発中のMg-Alベースの新合金について中性塩水噴霧試験を実施したところ、市販AZ31B合金以上の耐食性が得られる可能性を見いだし、高耐食性を実現するためには合金成分の均一化を図る必要があり、溶解時に機械的撹拌を実施する必要があることが確認された。

1　はじめに

マグネシウム合金は大気中で使用できる金属類の中で最軽量であり、リサイクル性、電磁シールド特性、制振性の点から、パソコン用筐体に用いる射出成形材料としての利用が拡大してきている。しかし、電子機器向けとして付加価値の高い分野での一部使用に限定され、同じ軽量合金として使用されるアルミ合金と比べ耐食性や汎用的な加工性において問題があり現状では構造材としての用途拡大が少ない。その中で、常温での加工安全性に優れるマグネシウム合金の開発[1]、高強度性に優れる合金や堤らにより開発されたアルミ合金に劣らない高耐食マグネシウム合金の開発[2]などの報告がある。

また、マグネシウム金属イオンは人体に対する金属イオンとしての摂取許容量が高く、軽量性の利点を最大限に生かし産業用に用いられるためには、鋳造用材料や機械加工用材料[3) 4)]として加工上の特性を把握する必要がある。

そこで、マグネシウム合金を人体に直接触れる機会の多い義肢や歯科用材料などの医療福祉器具材料として使用することを目的に、鋳造、耐食性評価[5)]や機械加工を実施し構造材に必要な特性について検討した。

2　実験方法

2－1　溶解装置

マグネシウム合金の溶解には、アルゴンガス中での溶解が可能な遠心鋳造炉を用いた。諸元を表1に、全体写真を図1－1、機構の概略図を図1－

図1－1　装置の全体

＊1　けいはんな分室　主任
＊2　基盤技術室　主任
＊3　基盤技術室　技師

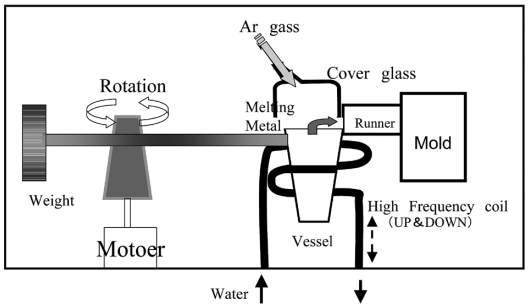

図１－２　機構の概略図

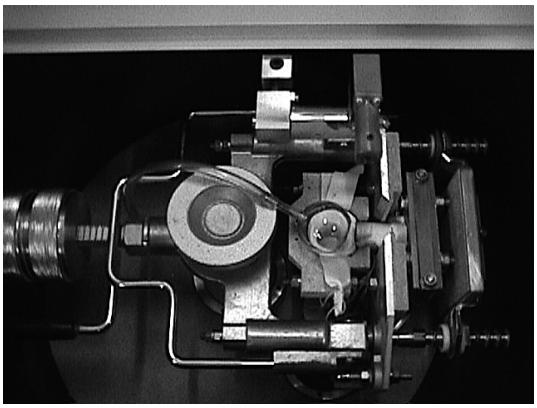

図１－３　鋳造用金型取り付け状態

表１　遠心鋳造機の諸元

項目	仕様
名称	高周波遠心鋳造機
型式	MD-201
高周波出力	2kw
周波数	2.2KHZ±50HZ
入力電源	単相 200V　4KVA
冷却水	1.6L／分
溶解温度範囲	800～1800℃
アルゴンガス盤面流量	最大 25L/min
メーカ	理学電機工業株式会社

２、鋳造用金型取り付け状態を図１－３に示す。

マグネシウム合金は鋳造炉が使用する高周波帯域における電磁波の透過損失が少ないため発熱が少ない。そこで、図２に示す内容量約20mlの金属るつぼを作成し、金属るつぼを高周波加熱しその発熱で溶解させる形式をとった。また、溶融マグネシウム合金を鋳造し評価する試験片を作成するために、図３の金型を作成した。金型表面には離型材としてBNを塗布し、鋳造時における金型温度は373Kとした。

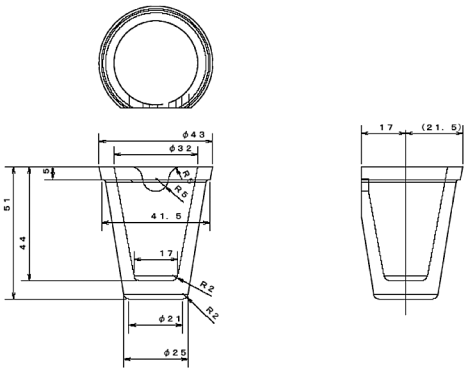

図２　試作した金属るつぼ

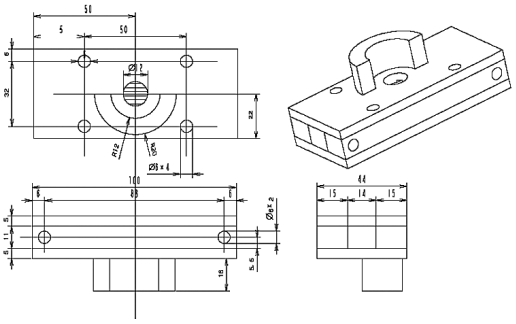

図３　試作金型

２－２　評価方法

溶解鋳造実験に用いたのは、押出材AZ31B並びに現在開発を行っている合金（MgとAlを主成分とした合金：以後新合金と称す）である。AZ31Bの

表２　使用したAZ31Bの組成

(mass%)

	Al	Zn	Mn	Si	Cu	Ni	Fe	others	Mg
AZ31B	3.00	0.86	0.58	0.015	0.0013	0.0010	0.002	0.3以下	残り
新合金	40.0	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	10.0	50.0

AZ31B溶解前	2.56	0.75	0.4	0.16	N.D.	N.D.	N.D.		95.8
AZ31B溶解後	2.79	0.78	0.36	0.1	N.D.	N.D.	N.D.		95.8

蛍光X線分析装置
ZSX Primus Ⅱ
理学電機工業

成分組成を表２に示す。

なお、成分中に公称成分に比してSiが多いのは、金型より鋳造材を離型し評価用にエメリー紙（＃320）にて研磨したためと考えられる。その後、JIS　Z2371に規定される中性塩水噴霧試験を実施し、外観評価（８時間、及び24時間）を行った。また、鋳造による影響を検討するため、鋳造前の押出材および鋳造後の成形材より JIS Z2201中の７号試験片に準拠した図４に示す引張試験片を作成した。

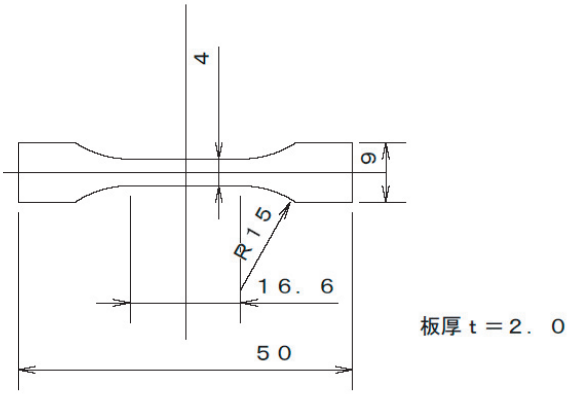

図４　引張試験片

３　結果及び考察

３－１　耐食性評価

新合金、堤らが鋳造した合金（今回開発中の合金と配合比は異なるが成分元素が同一のもの）、AZ31B（鋳造後）及び純アルミ（純度99.9999%）に対し中性塩水噴霧試験を実施し、８時間曝した後の試験片外観を、図５に示す。堤らが開発した合金並びに純アルミの表面には錆がほとんど観測されなかったが、AZ31B表面には薄い白色から灰色の錆が認められ、新合金には灰色の錆が多量に認められた。合金断面において、Mg、Al及びYの元素分布を計測した（電子線マイクロアナライザー、日本電子製JXA－8200）結果を図６に示す。

添加元素の内、MgとAlとは均一に分散していると考えられるがYについてはAlリッチなところに偏在しているのが観察された。

そこで、成分元素の密度差による偏析を防ぐために同一成分の新合金溶解時にるつぼ内での機械的撹拌を実施したものとAZ31Bを鋳造したものに対し、24時間中性塩水噴霧試験を実施した後の試

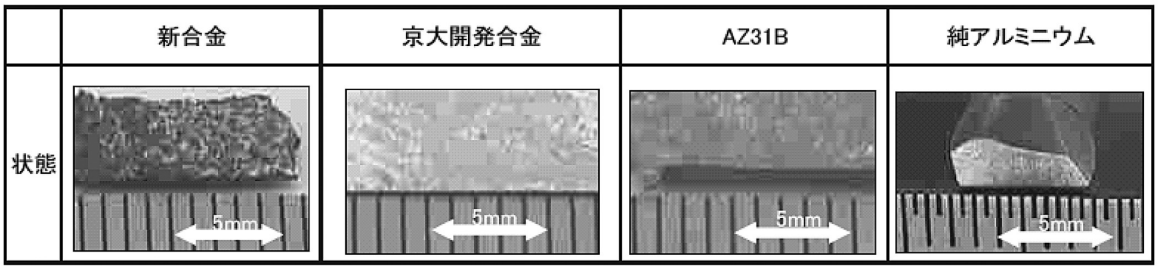

図５　塩水噴霧試験結果（８時間暴露）

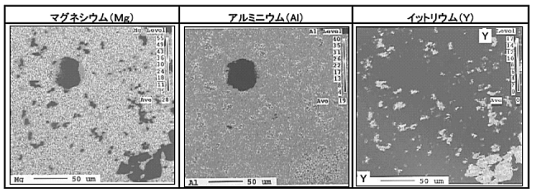

図６　試作合金の元素分布状況

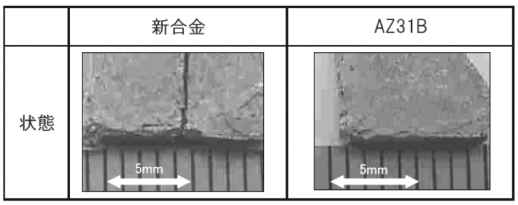

図７　塩水噴霧試験結果（24時間暴露）

験片外観を、図７に示す。その結果、24時間における耐食性はAZ31Bと同等程度まで改善された。

３－２　強度試験

金型より離型した鋳造物を、マシニングセンタを用い所定の試験片形状に成形した。ドライ切削、切削速度600m/min　切込量0.5mm　R3.0のボールエンドミル使用により良好な仕上がり表面を得ることができた。マグネシウム合金の加工時における切粉の安全な処理が実用金属として問題になるが、切削時における切粉等の燃焼は見られなかった。

図８にAZ31Bの鋳造による強度の低下を示す。

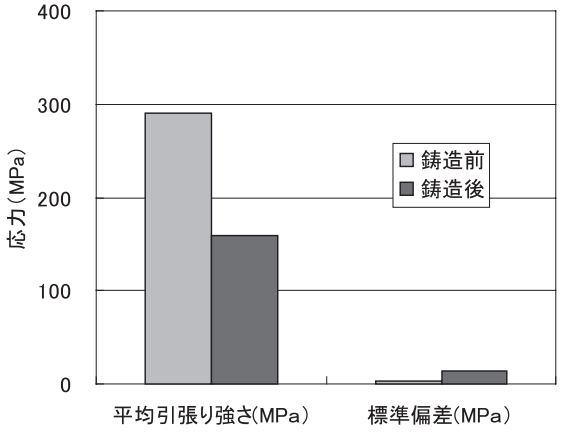

図８　鋳造による強度低下（AZ31B）

AZ31Bは押出材として290MPa程度と高い強度を有しているが鋳造による内部の微細欠陥の発生等により強度低下が発生していると考えられる。しかし、一般的な代表的な鋳造材AM100Aの調質していない材料の引張強さは150MPa程度であるので、鋳造用として考えた場合、引張り強さが160MPa程度有しているので例外要因による強度低下はないと考えられる。

４　まとめ

マグネシウム合金（新合金及びAZ31B）について、鋳造、耐食性評価や機械加工を実施し構造材として特性について検討した。得られた結果をまとめる。

① アルゴンガス雰囲気中でマグネシウム合金の鋳造を実施した。

② 開発中のMg-Alベースの新合金について中性塩水噴霧試験を実施したところ、市販AZ31B合金以上の耐食性が得られる可能性を見いだした。

③ 新合金の高耐食性を実現するためには合金成分の均一化を図る必要があり、溶解時に機械的撹拌を実施する必要がある。

④ マグネシウム合金に対しアルミ合金と同等の条件で切削が行えた。

⑤ 高強度押出し材AZ31Bを鋳造したところ、引張り強度の低下が見られたが、鋳造用マグネシウム合金以上の強度が得られた。

今後、不活性ガス中で溶解し添加成分元素の撹拌が実施できる合金溶解システムについて検討することとする。

参考文献

１）特許3284232「マグネシウム合金の精製方法」
２）特開2005-281735「生体適合Ｍｇ合金」
３）嵯峨常生、p.301-305,マグネシウム技術便覧、カロス出版
４）金森、河合、平成10年度三重県工業技術総合研究所研究報告　No.23(1999)