

## アルミニウム材の品質評価法に関する研究

矢澤貞春\*<sup>1</sup> 地形祐司\*<sup>1</sup> 井上裕之\*<sup>1</sup> 常木裕己\*<sup>2</sup> 大間知聡一郎\*\*

### Study on assesment of Aluminium Casting and Die Casting

YAZAWA Sadaharu\*<sup>1</sup>, JIGATA Yuji\*<sup>1</sup>, INOUE Hiroyuki\*<sup>1</sup>,  
TUNEGI Hiromi\*<sup>2</sup>, OMACHI Soichirou\*\*

#### 抄録

アルミニウム材（鋳造・ダイカスト品）の高品質化を図るため、内包ガスや介在物等により客観的評価法を検討した。内包ガスについては、水素以外のガスも注目に値すること、また介在物についても従来より客観的に評価することが可能になった。

キーワード：アルミニウム合金，介在物，ガス含有量

## 1 はじめに

アルミニウム合金は高強度・軽量でリサイクル性に優れる特徴を持ち、自動車用を中心に用途・使用量が拡大<sup>1)2)</sup>している。アルミ新地金の多くを輸入に頼る我が国においては、リサイクル材ともいえる二次合金を適切に管理しながら使用することが重要である。今後、自動車部品等に求められる高品質なアルミニウム製品を製造してゆくためには、不純物も含む可能性のある二次合金を用いた鋳造・ダイカスト製品の介在物や内包ガスの客観的な材料評価と介在物や内包ガスの除去・無害化<sup>3)</sup>が必要となってくる。そこで、質量分析計を計測部に用いたガス分析装置を用いたアルミニウム材中の内包ガスの評価と介在物測定の高度化を試みた。

使用した装置は、アルミニウム材の内部に含まれるガスを迅速に評価するため、独立行政法人日本原子力研究開発機構のライセンス・支援を受け、日本金属化学(株)において開発されたものである。このガス分析装置は、主に金属を加熱溶融させる加熱部と、発生したガスを分析する質量分析部からなっている。加熱部において、約1時間かけて溶融温度付近まで昇温し、その間に発生するガスを、四重極質量分析計を中心に構成されている質量分析部で計測するものである。外観を図1に示す。



図1 ガス分析装置

## 2 実験方法等

### 2.1 アルミニウム材のガス分析方法

#### 2.1.1 装置概要

\*<sup>1</sup> 材料技術部

\*<sup>2</sup> 化学保安課

\*\* 日本金属化学(株)

### 2.1.2 アルミニウム材中のガス分析方法

一般のアルミニウム製品等に内包するガス量を把握するため、上記のガス分析装置を用いて測定した。測定したサンプルは、市販のアルミホイールから切り出し、φ 9×35mmの大きさに加工し、アセトンで洗浄した。

このサンプルをガス分析装置の加熱部に入れ、十分に排気した後加熱を開始し、650℃まで約1時間かけて昇温し、測定を行った。

## 2.2 介在物の評価の高度化

### 2.2.1 介在物評価の概要

アルミニウム材に対し悪影響を及ぼす介在物の評価の迅速化・精度の向上について検討した。従来より、介在物の評価はKモールド法<sup>3)</sup>が広く用いられている。しかし、アルミニウム製品が、より薄く、かつ高強度な用途に用いられる場合が広がるにつれて、さらに客観性の高い検査方法が求められるようになってきた。このことから、現在では溶湯ろ過装置を用いて溶湯を加圧しながらフィルターを用いてろ過し、フィルター上に濃縮されて残った介在物を顕微鏡で観察する方法<sup>34)</sup>が用いられるようになってきている。この方法は、画像処理と組み合わせることにより、迅速な評価が可能となってきたが、さらに精度を高めるために、このフィルター上の介在物のEPMA解析を行い、詳細な解析を試みた。

### 2.2.1 実験方法

アルミニウム材(AC2B)を溶解し、溶湯ろ過装置で濾過をおこなった。このフィルター部を取り出し、垂直に切断した後、樹脂に埋め込んで研磨し、EPMA解析を行った。

## 3 結果及び考察

### 3.1 アルミニウム材中のガス分析結果

分析に供したサンプルの化学成分値を表1に、また発生したガスの種類・濃度を表2に示す。本ガス分析装置によりアルミホイールの内包ガスを測定したところ、水素(H<sub>2</sub>)だけでなく水(H<sub>2</sub>O)や

表1 Al (AC4CH相当) 合金成分分析結果 (mass%)

Si	Mg	Fe	Ni	Ti	Ca	Sr	Al
9.33	0.27	0.12	0.02	0.13	0.03	0.01	残部

表2 発生ガスの種類・分析値 (mg/100gAl)

H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	CO(N <sub>2</sub> )	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	Total
0.74	0.82	21.09	1.09	0.18	0.01	23.91

一酸化炭素(CO) (または窒素(N<sub>2</sub>))も検出された。各種アルミニウム材のガス分析手法には、いままでランズレー法<sup>5)</sup>が主として用いられてきた。しかし、この方法は、対象を水素だけに限定している。しかし、今回の測定により水素だけでなく「水」等も内包ガスとして存在することが確認できた。

また、このガスがどこに存在するのかが問題になる。水素は、固体金属中にも存在しうるが、その他のガスについては、酸化膜や鑄造欠陥中に存在する可能性<sup>67)</sup>のほうが高いと思われる。

このことは、今後さらに薄肉化し、自動車の足廻りや高温部にも使用される機会が増加するアルミ材にとって、欠陥中の内包ガスの圧縮・膨張による材質の機械的強度への影響も懸念されることから、今後さらに本研究を継続する予定である。

### 3.2 介在物評価の結果

まず、光学顕微鏡・EPMA二次電子像観察により形状を確認したところ、酸化物と推定される膜状の形状(A)と、塊状の形状(B)に大別された。この2種類の形状の介在物について、EPMAでマッピングを行うと、(A)の部分においてはマグネシウム(Mg)、酸素(O)が高濃度で検出された。このことから、これは、マグネシウム酸化物、アルミナ、またはスピネル等の酸化膜であると考えられる。また、塊状と推定される(B)の部分の解析を実施したところ、マグネシウム、酸素のほか、クロムやチタン等が比較的濃度が高かったことから、マグネシウム等の酸化物に溶湯中に微細化剤等として添加したTiやその他の合金成分であるCr等が凝集し、塊状になったもの

と考えられる。

以上より、介在物の防止には、酸化膜の混入防止、地金等原料の管理が重要と思われる。

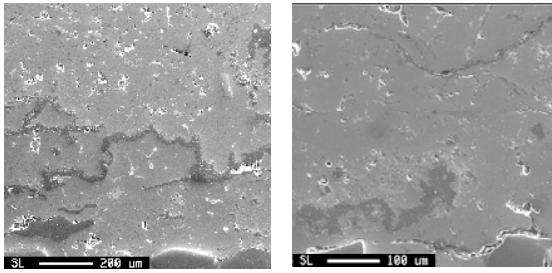


図2 EPMA二次電子像  
(左：酸化膜 (A), 右：介在物 (B))

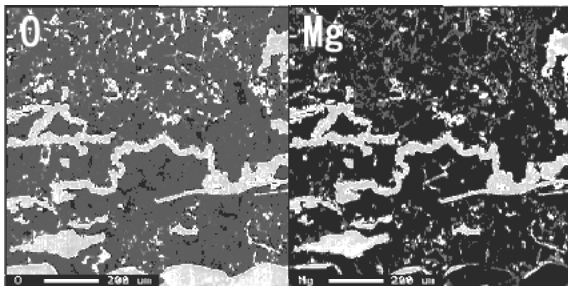


図3 酸化膜(A) EPMAマッピング結果

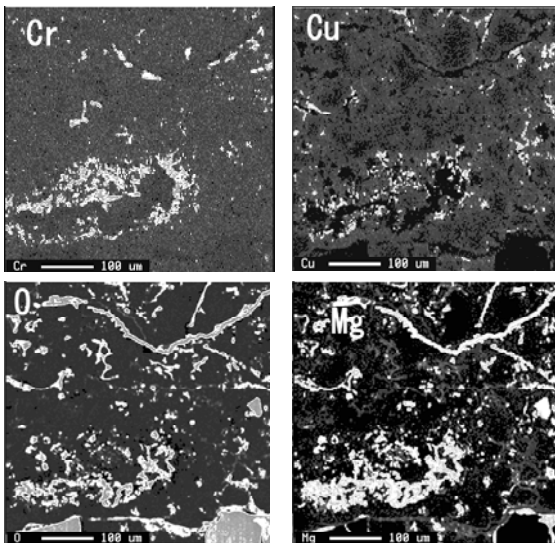


図4 介在物(B) 介在物EPMAマッピング結果

#### 4 まとめ

アルミニウム材（鋳造・ダイカスト品）の高品質化を図るため、内包ガスや介在物等のより客観的評価法を検討した。内包ガスについては、水素以外のガス（水等）も注目に値することが判明した。また介在物については、介在物に含まれる元素に着目することにより、介在物の成因等も従来

より客観的に評価することが可能になった。

#### 謝 辞

本研究を進めるに当たり、客員研究員として御指導いただきました横浜国立大学の梅澤修教授に感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1) 梅澤修ほか：「都市・地域構造に適合した資源循環方社会の構築」研究成果報告書，(2005) 13
- 2) ここまで来た自動車のアルミ化，アルトピア，**37**,1 (2007) 25
- 3) 軽合金の生産技術教本編集部会：軽合金鋳物・ダイカストの生産技術,素形材センター (1993) 116
- 4) 軽金属学会研究委員会:アルミニウム中の介在物の生成挙動と欠陥事例集, (1995) 51
- 5) 軽合金の生産技術教本編集部会：軽合金鋳物・ダイカストの生産技術,素形材センター (1993) 114
- 6) DIVANDARI M, CAMPBELL J: Morphology of oxide films of Al-5Mg alloy in dynamic conditions in casting ,Int J Cast Met Res, **18**,3 (2005) 187
- 7) DISPINAR D, CAMPBELL J: Metal quality studies in secondary remelting of aluminium, Foundry Trade J , **178**,3612 (2004) 78