

アルミニウム溶湯の清浄度改善による鋳造品の品質向上技術の開発*

岩清水 康二**、池 浩之**、高川 貫仁**

アルミニウム合金溶湯の酸化物の発生に及ぼす、溶湯保持温度の変化の影響について検討した。その結果、溶湯温度を 680°C から 585°C まで低下させ再度 650°C まで上げると溶湯中の酸化物量が増加することが分かった。また、生成された酸化物は、アルミニウム合金の構成成分による複酸化物であることが分かった。

キーワード：アルミニウム合金、介在物

Development of Quality Improvement Technology of The Casting Aluminum Products by The Purity Improvement of The Aluminum Molten

IWASHIMIZU Koji, IKE Hiroyuki, TAKAGAWA Takahito

The influence of the molten temperature of aluminum alloy on formation of oxides in the molten was investigated. As a result, the oxides formed in the molten increased when the molten temperature was once lowered to 585 °C and was raised to 650 °C again. It was also found that the oxides were double oxides that consisted of component of the aluminum alloy.

key words: aluminum alloy, oxide

1 緒言

アルミニウム合金は、酸化傾向が強いため、溶解すると大気中の酸素や水分と反応し、酸化物を生成しやすい。また、同時に水分の分解による水素ガスを溶湯内に吸収する。生成された酸化物は介在物として、溶湯内に残留し、機械的性質の低下や製品の外観不良などになる。特に、Mg、Si が含まれる合金は、MgO、SiO₂ さらには、MgAl₂O₃、Al-Si-O 系の酸化物が生成される。MgO、MgAl₂O₃ は安定系であることから、還元できないため、鋳造現場では、フラックスなどによる脱滓処理で炉外へ排除するのが現状である。また、溶湯内の水素ガスは、不活性ガスの吹き込みにより除去し、溶湯を清浄化している。

一般的にダイカスト鋳造は、合金溶解後、溶解したアルミニウム合金を保持炉に移し、一定温度で保持したのち、ラドルで汲みだしダイカストマシンにて鋳造するという工程で行われる。溶湯の清浄化は主に、保持炉での脱滓処理が行われる。保持炉の溶湯は、表面に Al₂O₃ 被膜が形成され、大気と遮断することにより酸素や水分の吸収が防がれる。しかし、ダイカスト鋳造は、連続的な鋳造作業のため、保持炉への溶湯供給やラドルの可動により保持溶湯の温度低下や Al₂O₃ 被膜が破壊されること

で清浄化された溶湯を維持できないのが現状である。

本報では、溶湯の保持温度の変化が酸化物生成に及ぼす影響について検討を行った。

2 方法

原材料は、表 1 に示す(株)大紀アルミニウム工業所製ダイカスト用アルミニウム合金地金(JIS 記号 AD12.1) に同材種の戻り材を 50wt% 加えた 1.3 kg を用いた。戻り材には、ピケット付ランナー部分を使用した。原材料は、#10 黒鉛ルツボに入れ、抵抗式電気炉にて 680°C で加熱し溶解した。溶解後、保持温度を 680°C で一定にした溶湯と保持温度を変化させた溶湯について、それぞれ K モールド法 (図 1) により、目視観察にて介在物の測定と評価を行った。更に、完全に熔融し 3 時間後、市販の KCl、Na₂SO₄ を主成分とするフラックス剤を溶湯重量の 0.5wt% 添加し、3 分攪拌後、脱滓処理を施した。K モールドによる評価は、日本軽金属(株)で作成している表 2 の基準を用いた。K モールド法により確認された介在物は電子顕微鏡で観察、分析を行った。

* 基盤的・先導的技術研究開発事業

「アルミニウム溶湯の清浄度改善による鋳造品の品質向上技術の開発」

** 材料技術部

元素名	Cu	Si	Fe	Zn	Mg	Mn	Ni
wt%	2.22	11.34	0.71	0.77	0.27	0.22	0.08
元素名	Ti	Pb	Sn	Cr	Ca	Cd	Al
wt%	0.04	0.04	0.02	0.05	.0001	.0006	残部

表1 アルミニウム合金地金の成分

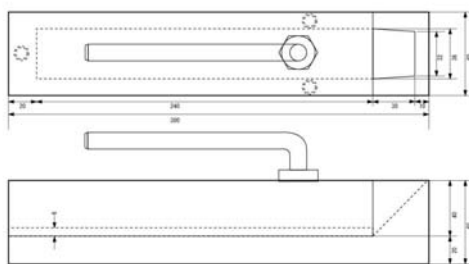


図1 Kモールド試験片鋳型

表2 K値による清浄度判定基準

級	K 値	清浄度の判定	鋳造可否の判定
A	<0.1	清浄な溶湯	鋳造しても良い
B	0.1~0.5	ほぼ清浄な溶湯	できれば処理したほうが良い
C	0.5~1.0	やや汚れている溶湯	処理の必要がある
D	1.0~10	汚れている溶湯	"
E	>10	著しく汚れている溶湯	"

(日本軽金属㈱品質判定表より)

3 結果と考察

図2は、溶解後、保持温度を680℃で一定にしたときの溶湯温度ならびにK値の結果を示す。溶解直後のK値は表2よりC級と判定された。時間の経過にともない、K値が上昇し、3時間後には、溶解直後に比べK値が2倍となり判定もD級となった。表面にAl₂O₃の被膜が形成され、溶湯と大気を遮断されることにより、酸化が防止される。しかし、溶湯内には、Mgなど酸化傾向が強い元素が含まれることから酸化が進行したと考えられる。

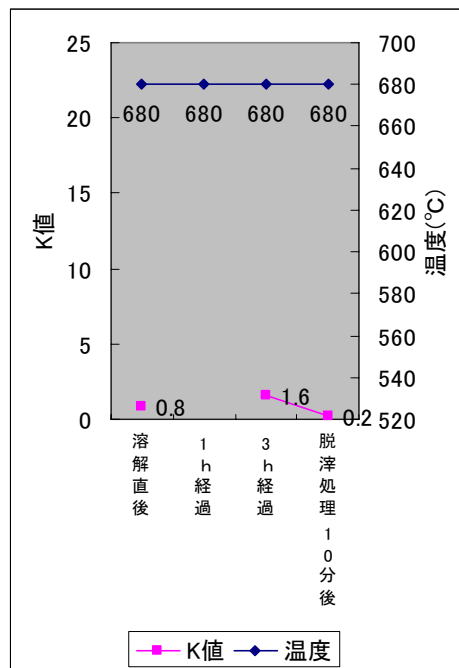


図2 一定の保持温度

図3は、溶解後、680℃から1時間で585℃に低下させ、その後、2時間で650℃に温度を変化させた溶湯とK値の結果を示す。溶解直後K値は、3.4であり、溶解当初から介在物が混入していたと思われる。3時間経過した時点でのK値は、溶解直後の7倍以上(判定E級)であった。1時間かけて、保持温度を約100℃低下させた溶湯は、表面が半凝固状態となった。その後、再加熱により、①表面に形成された酸化物が介入したこと、②空気中の水蒸気や酸素を吸収したことにより酸化が進みK値が上昇したと考えられる。発生した介在物をフラックスによる除去を試みたが、K値の高い溶湯の判定はD級に留ったこと。

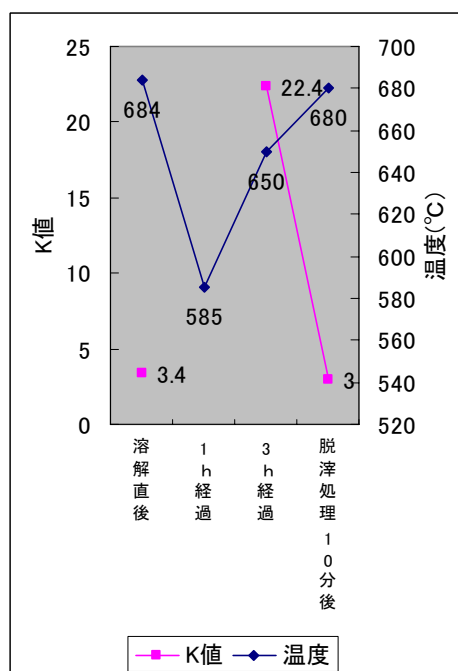


図3 保持温度変化有

図4は、3時間経過後のKモールド破断面を目視観察したものを示す。保持温度を変化させたものは介在物量が明らかに多く、介在物のサイズも大きい。また、破断面を観察するとポロシティも確認できた。介在物だけではなく残留ガスの影響もあったと考えられる。



図4 Kモールド破断面

更に、温度変化を加えた溶湯についてKモールド法で確認した介在物を電子顕微鏡で観察ならびに面分析した結果を図5に示す。介在物は、合金構成元素であるMgを中心とする複酸化物であることが分かった。また、面分析結果から酸化物中には、Feも確認できた。しかし、合金構成元素であるのか、溶解中に混入したものかは分からなかった。本実験では、黒鉛ルツボを用いたが、黒鉛ルツボからのCの混入は確認できなかった。

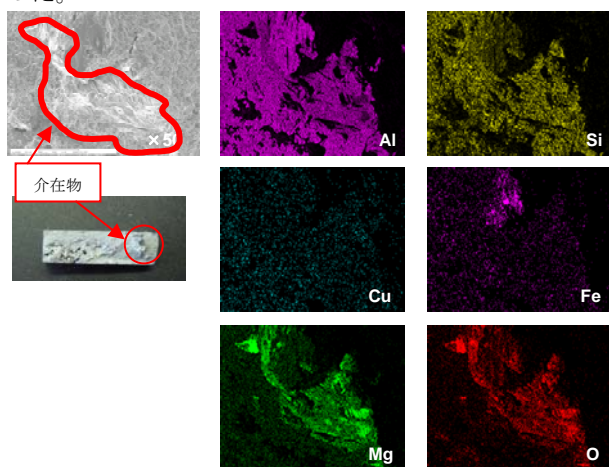


図5 電子顕微鏡による表面観察及び面分析

4 結言

溶湯保持温度を一定にした場合と変化させた場合の介在物の発生をKモールド法で検討した。得られた結果は、次の通りである。

- 1) 溶解直後、K値0.8(C級)だった溶湯は、3時間一定の温度で保持するとK値1.6(D級)となった。
- 2) 溶解直後、K値3.4だった溶湯の保持温度を一旦、585℃まで下降させて、その後680℃に上昇させると、K値は22.4に上昇した。
- 3) この理由としては、表面に形成された酸化物が介在したことで、空気中の水蒸気や酸素を吸収したことにより酸化が進みK値が上昇したが考えられる。
- 4) 発生した介在物は、Mgを中心とする複酸化物であった。また、分析結果では、Feを確認したが、合金構成元素であるのか、溶解中に混入したものかは分からなかった。
- 5) 発生した介在物は、フラックスによる除去を試みたが、K値の高い溶湯を処理後した結果は判定D級に留った。

文 献

- 1) 神尾 彰彦：研究会講演「アルミニウムの溶解と溶湯品質」(2006、2007)
- 2) 山田盛雄：アルミニウム鋳鍛造技術便覧(カロス出版)(1991)