

現場技術
改善事例環境配慮型アルミニウム合金地金の使用による
原材料溶解時の燃料原単位の低減

1. はじめに

当社は大阪府八尾市にあり、主にエンジブロック等の自動車用製品の原材料として使用されるAl二次合金地金の製造を行っている。このAl二次合金地金はスクラップから製造されるが、通常のボーキサイトから製造されるAl一次合金地金に比べ、電力使用量が約3%で済むため、省エネルギー型の原材料であり、今後地球環境を守る側面からも使用量の拡大が期待されている。我々はこのAl二次合金地金使用時の更なる省エネルギーの実現性の追求を行い、Al二次合金地金の原材料の形状を変化させることによって、自動車用製品生産時に使用するAl二次合金地金の再溶解時に使用するエネルギーの更なる減少の可能性を見出した。今回はその環境配慮型Al二次合金塊の詳細についての紹介を行う。

2. テーマ選定および現状把握

従来のAl二次合金地金(5kg)の形状を図1に示す。このAl二次合金地金を図2に示す連続溶解保持炉タイプの溶解炉に投入し、Al二次合金地金の溶解を行った。エネルギー源を可燃性天然ガスとし、このAl二次合金地金1トンを720℃まで昇温し、その720℃で保持を行った場合に使用されるエネルギー使用量(LNG必要量)を表1に示す。測定1は弊社の顧客で主に自動車の電装部品を製

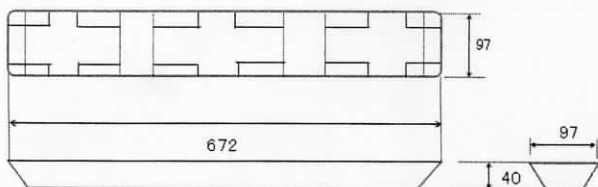


図1 Al二次合金地金(5kg塊)の形状(単位:mm)

アサヒセイレン(株) アサヒ中央技術研究所

サークル名: Advancedサークル

平野健太郎, 冢瀬 斗悟

造するメーカー、測定2は弊社の顧客で主に自動車の油圧部品を製造するメーカーでの測定結果である(以後の効果の確認で表記する測定1および測定2は同様)。可燃性天然ガスの熱量全てがAl二次合金の溶解使用できたと仮定(理想)した場合に比べ、多くの熱量がAl二次合金地金(5kg)を溶解する際に使用されることが判明した。そこでこのAl二次合金地金溶解時の燃料使用量低減をテーマとして掲げ、活動していくこととした。

3. 目標設定

現状把握の結果を踏まえ、Al二次合金地金の再溶解時の燃料原単位の改善数値2割を目標に活動を行うこととした。

4. 要因解析

Al溶解する際の燃焼効率について、文献調査(軽金属協会編:アルミニウム技術便覧,新版,カロス出版,

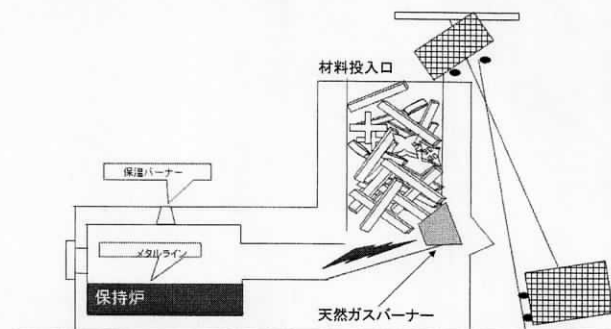


図2 Al二次合金地金(5kg塊)の溶解炉内への投入状況

表1 Al二次合金地金(5kg塊)使用時の燃料原単位結果

燃料LNG	測定1	測定2
Al二次合金地金(5kg)使用時の燃料原単位(720℃)	83.72m ³ /トン	37.0m ³ /トン
Al1トンを溶解するために必要とする燃料原単位(理想): LNG発熱量40.9MJ/m ³	26.2m ³ /トン	

表2 Al二次合金原材料の充填率の調査結果

充填実験で使用した容器	理論アルミ重量	Al二次合金地金(5kg塊)充填時の重量	環境配慮型Al合金塊充填時の重量と充填率
 高さ780mm、内径φ770mm	980kg	 399kg、41%	 662kg、68%

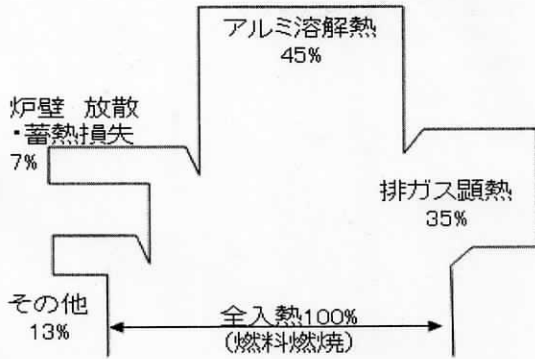


図3 一般的なアルミニウム溶解炉の燃焼効率の模式図

1996)を行った。図3に一般的なアルミニウム溶解炉の燃焼効率の模式図を示す。その結果、アルミニウム溶解に使用される熱量のうち、アルミ溶解に利用される熱量(着熱効率)は約45%であり、残りの約55%は排ガスおよび耐火物などを通じて熱損失として溶解炉外へ放出されること、またその熱損失のうち最も高いものが、排ガス顕熱損失で、約35%を占めていることが明らかとなった。したがって、この排ガス顕熱損失を有効活用できれば燃料原単位の低減が可能になるのではと推察を行った。

4.1 排ガス顕熱損失を有効活用するためには

図2に示した連続溶解保持炉タイプの溶解炉にAl二次合金地金を投入する場合、燃料の燃焼により発生する排ガス熱は、原材料のある材料投入口を通り、溶解炉外に放出される。逆にいえば、原材料のある材料投入口を排ガス熱が通る際に原材料が予熱される省エネルギータイプの溶解炉ともいえる。したがって、この溶解炉の系外に放出される前にいかに多くの熱量を原材料の予熱に利用できるかが排ガス顕熱の有効活用の要因と考える。したがって、排ガス顕熱を溶解熱に活用し、着熱効率を向上させるためには、以下の条件が必要と考えられる。

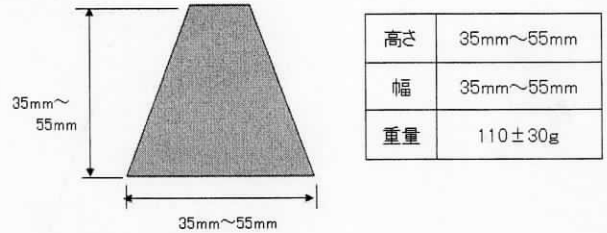
- 1) 燃焼排ガスの滞留時間を延長させること
- 2) 溶解室原料の充填率を増加させること

したがって、これらの2つの条件に適したAl二次合金塊を開発することにした。

5. 対策の実施

5.1 環境配慮型アルミニウム合金塊の開発

4.1の1)および2)を満足させるAl原材料として、当社は図4に示す約110g程度と小型で四面体形状の形状および寸法の環境配慮型Al合金塊を検討した。表2および



◎形状写真



図4 環境配慮型Al合金塊の形状と寸法について

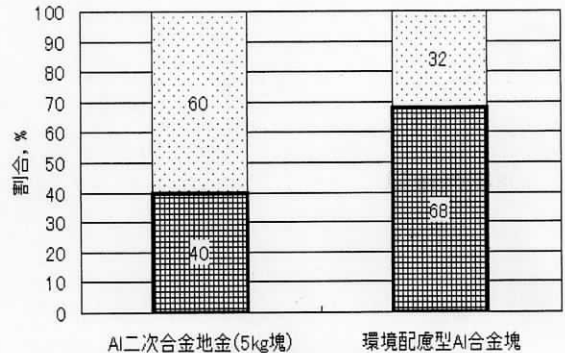


図5 Al二次合金原材料の充填率

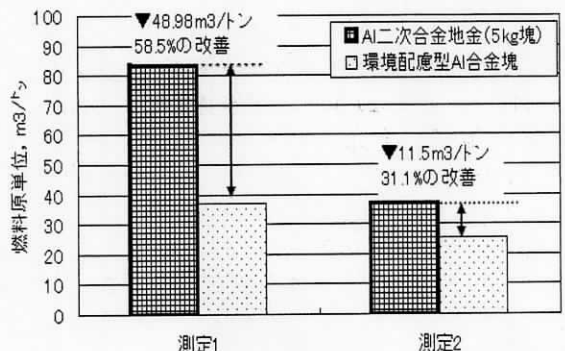
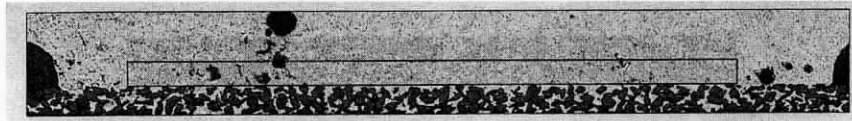


図6 環境配慮型Al合金塊使用時の燃料原単位の改善効果

び図5にAl合金地金(5kg塊)と環境配慮型Al合金塊の充填率についての調査結果を示す。高さ780mm、内径φ770mmにそれぞれの原材料を投入したところ、Al合金地金(5kg塊)の充填率は約40%、空間率は約60%、環境配慮型Al合金塊の充填率は約68%、空間率は約32%となり、小型で四面体形状にした環境配慮型Al合金塊とす



(A)Al二次合金地金の画像解析結果



(B)環境配慮型Al合金塊の画像解析結果

図7 加圧ろ過後のフィルターの断面観察結果

表3 環境配慮型Al合金塊使用時の燃料原単位結果

燃料LNG	Al二次合金地金 (5kg) 使用時	環境配慮型Al 合金塊使用時	改善効果率
測定1	83.72m ³ /トン	34.74m ³ /トン	▼48.98m ³ /トン 58.5%
測定2	37.0m ³ /トン	25.5m ³ /トン	▼11.5m ³ /トン 31.1%
Al1トンを溶解するために 必要とする燃料原単位 (理想): LNG発熱量 40.9MJ/m ³		26.2m ³ /トン	

ることで、充填率の向上および空間率の低下が得られることが明らかとなった。

6. 効果の確認

表3および図6に環境配慮型Al合金塊使用時の燃料原単位結果を示す。環境配慮型Al合金塊を使用することによって、従来のAl二次合金地金(5kg塊)に比べ、約30~50%程度の燃料原単位の削減に効果があることが認められた。また小型塊としたため、表面積の増加による酸化物などの介在物が発生し、溶解歩留の減少および溶湯品質の低下が考えられる。これについての評価を溶湯加圧ろ過および画像解析判定装置による解析(日本金属化学製IA500-T5による調査)によって確認を行った。この加圧ろ過および画像解析方法は、測定温度まで到達した溶湯を気孔径70~80 μ mのフィルターで加圧ろ過する。その後、フィルター直上に残存したアルミ部分を取り出し、鏡面研磨した後、その箇所を画像解析装置で評価し、調査サンプルの清浄度を評価した。図7は画像解析の結果で、最下部層がフィルターであり、そのフィルター直上(枠内)部分を評価する。この枠内に認められる酸化物(枠内の黒部分;実際は青色となる)および介在物(枠内の黒部分;実際は

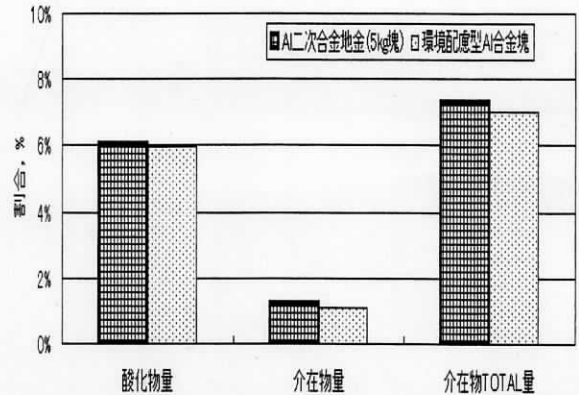


図8 加圧ろ過後のフィルターの断面観察結果の評価結果

赤色となる。今回の測定では明確には認められない)の存在割合をその枠に対する面積率で表し、清浄度を評価する。その評価結果を図8に示す。図8に示すように表面積の多い環境配慮型Al合金塊を溶解しても酸化物などの介在物は多く発生しないことが認められ、溶湯品質は問題ないことが確認された。あわせて、小型塊とすることで、原材料投入時の溶解炉の炉床への衝撃低減にもつながり、設備の長寿命化も可能であるなどその他の効果も得られることが確認された。

7. まとめ

今回の活動で、従来のAl合金地金(5kg塊)に対して、形状と寸法を四面体形状の110g/個とすることで、空間率が最適化され、排ガス熱損失の有効活用が可能となり、燃料原単位の低減に有効であることが明らかとなった。今後は、溶解炉内へ大量投入可能となる投入設備およびこの環境配慮型塊の応用材の開発といった環境配慮型Al合金塊の使用効率改善に向けての活動を継続させていく。