

溶湯清浄度判定装置 「ALTEC」の開発とその活用

鋤田敏雄

(エコ・システム有限会社代表取締役)

1. 開発の経緯

溶湯清浄度判定装置ALTECは熱分析法を用いた溶湯清浄度判定装置ですが、間違いなく私の人生の中で最も長く付き合い、また最も難解な装置であったと言えます。当時アルミニウム合金の管理と言えば化学成分程度で、私達の現場では、管理の技術向上の為に、比重による違いであるとか、化合物による組織状態の違い等を調べておりましたがどれも事後調査であり、現場向きではありませんでした。

また、アルミ地金は、昭和40年になると再生塊（二次地金）の使用量が増加し始め、微量元素（Pb・Sn・Zn・Ca等）によって凝固形態が異なり、いろいろな問題点が発覚し、その解明に冶金学的調査（化学分析・示差熱分析・H₂ガス量・金属組織等）や機械的性質（引張強度・伸び・疲労強度等）を調査して問題解決に努めました。

当時はまだ今のように色々な測定装置が普及しておらず、また精度も今より悪いものばかりでした。

そんな装置を組み合わせ溶湯管理ツールを開発しようと考えました。

当時から鑄鉄鑄物の分野では、CEメーターと言う記録計の熱分析器があり、この装置を改良してアルミ溶湯

の凝固形態から溶湯の良否が測定できないかと思い実験を開始致しました。ご存知の方もいらっしゃると思いますが、熱分析器という装置は、本体記録計と消耗品を乗せる台、それと消耗品（カップ）から構成されており、消耗品（カップ）には熱電対が組み込まれております。熱電対とは異質金属同士が接合すると熱電能の違いから電圧が発生し一定の方向に電流が流れ異種金属の2接点間の温度差によって熱起電力が生じる現象（ゼーベック効果）を利用し、また規格化（JIS、ASTM等）された専用の温度センサーです。

それらで構成された装置の消耗品に溶融した金属をサンプリングすると消耗品内で金属が冷却し固体化していきます。

その冷える過程の温度を冷却カーブとして図視化すると、金属内に混合された主要元素によって様々な変化を起こしている様子を見る事が出来ます。私はこれによって溶湯の状態を捉える事が出来るのではないかと考えました。

まず初晶～共晶までの温度・時間に着目して実験を進める事にしました。

しかし、当時の熱分析器はどれも消耗品（カップ）の形状が鑄鉄鑄物用になっており、アルミには、適合しま

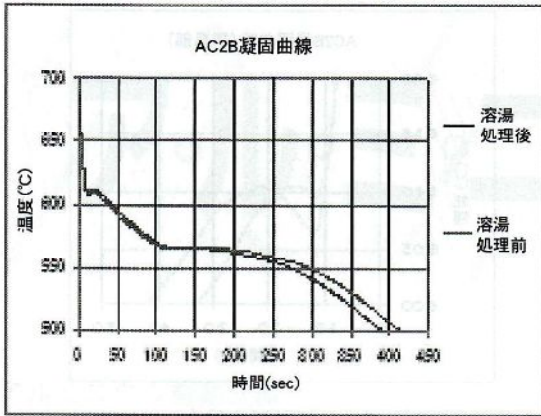


Fig-1 初晶～凝固完了

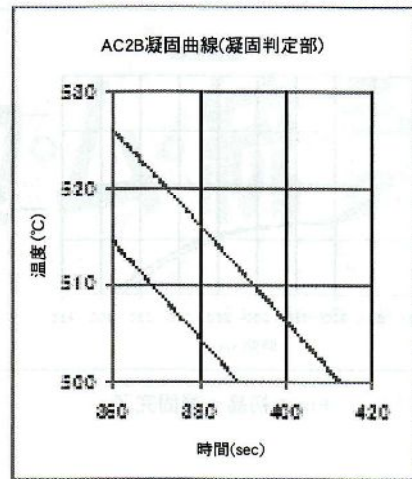


Fig-3 凝固完了部拡大

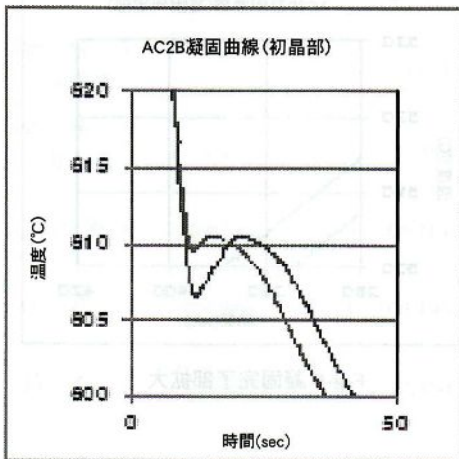


Fig-2 初晶部の拡大

せんでした。

そこで、消耗品の形状を変えたり、センサーの設置位置や向きを変えたりと、より良い条件を見つける事から始まり、さらに実験を繰り返しながらTatur-moidや流動性等のデータと照らし合わせて消耗品の主々の必要項目を決定し、購入地金の良否や工場の溶解溶湯を調査しました。

実験・調査を重ねていくと初晶過冷温度・初晶温度・共晶過冷温度・共晶温度等の反応時間が異なり熱分析のデータを細かく解析する事で地金や現場での溶湯品質が解明出来ると確信し更にデータの積み重ねを実施しました。

実験開始頃は、ペン書きレコーダーだった為、温度と時間を描く用紙が湿度によって収縮を起こしてスケールで必要箇所の距離を測定する際に誤差が生じ、データ解

析で苦労したりしました。

その後は、パソコンやマイコンの機器も販売され、データ採取専用の機器等も手に入りやすくなり、データ採取が簡単になり、また解析精度が良くなりました。実験結果から

1. 地金や返り材を溶解するとH₂ガス量の増加は勿論ですが、酸化物が溶湯中に浮遊し凝固バランスを崩し鑄造欠陥発生の原因となる為、溶湯処理を正しく確実に実施する必要があること。

Fig1～Fig3に示す様に、溶湯処理を正しく、確実に、実施することにより、凝固遅れを阻害する介在物が除去され、初晶過冷度が深くなり、なおかつ凝固時間が短くなり正常な溶湯清浄度を有する溶湯になります。

2. 溶湯管理として初晶過冷度と凝固時間から結晶核数が適切に存在している事を調べる必要性があること。

Fig4～Fig6に示す様にTi-Bの様な異質核を適量に添加する事により結晶核数が増加し初晶～共晶間の凝固速度も早くなり全体の凝固時間も短くなり正常な凝固状態を有する溶湯になります。

これら2点の項目が現場での溶湯管理、不良低減に非常に有効である事が分かりました。

そしてこれらの溶湯管理項目が、誰でも簡単に現場で測定出来る熱分析器を作ろうと思い、「ALTEC」を開発する事に致しました。

2. 「ALTEC」の特徴

1. アルミ珪素合金系の溶湯中に含有する有害介在物の有無を判定する機能と溶湯の流動性を知る事ができる

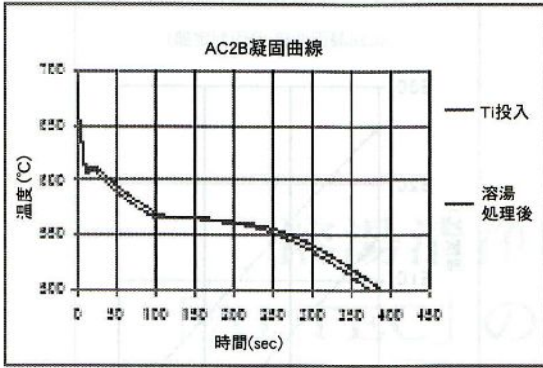


Fig-4 初晶～凝固完了

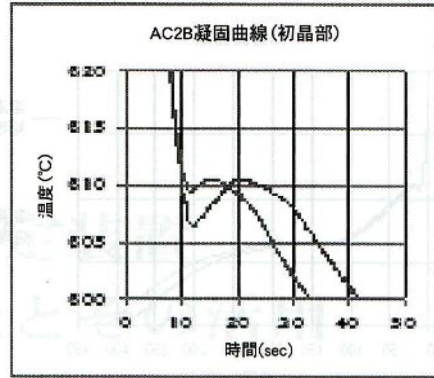


Fig-5 初晶部の拡大

- 機能を備えた溶湯清浄度判定装置です。
- 判定結果に溶湯改善指示機能を具備しており、現場で使い易い装置です。
 - 結晶粒を決定する結（異質核）を管理する事が出来ます。
 - 凝固状態を管理する事で組織管理が出来ます。
 - 測定開始～判定までの時間が6分前後と短時間で結果が出ます。
 - 従来から一般的に言われている熱分析で測定可能なSi改良効果の判定やD.A.S (Dendrite Arm Spacing) の推測も可能です。
 - 最低限の条件を守ることで誰でも同一管理できます。

3. 活用方法

「ALTEC」を使い、常日頃から溶湯を図視化し、溶湯清浄度を管理する事によって不良の多い時の溶湯状態、少ない日の溶湯状態、またその日その日の操業による違い等、様々な条件の違いによって今迄は知ることが不可能だった铸造欠陥の発生を未然に防ぐ可能性が上がり、製品品質の向上やコストの低減が計れると確信します。

- ・配合材料の適正化が可能。
- ・溶解温度や注湯温度等の製造条件の再確認が出来る。
- ・溶湯処理の最適条件の再確認や人為差の改善、統一が図れる。
- ・脱ガス処理方法の処理条件の見直し、最適化が図れる。
- ・添加元素の添加量や添加時期・周期の見直し、最適値管理が可能。
- ・購入材料の見直しが可能。（製造品に適した材料の使用）
- ・炉による溶湯劣化の度違い確認。

4. おわりに

「ALTEC」はすでに数件のお客様に導入され、ご利用

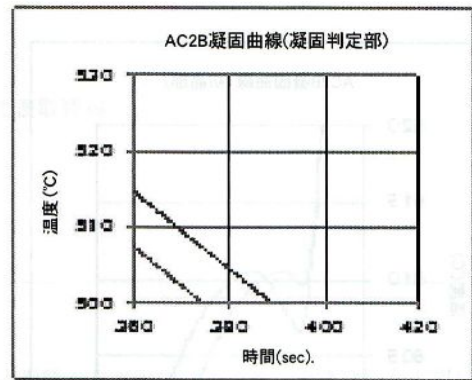


Fig-6 凝固完了部拡大

用頂いております。

最初は今の現場の溶湯状態を掴み、その後現場への展開をして頂いております。

現場で管理し、溶湯に問題が出れば溶湯処理等で改善する。

そして定期的なサンプリング、管理する事で不良発生の要因を減らす。

これこそ私が当時、「現場にはインライン管理をする装置が必要」と熱望した理由であり、最終目標でもありません。

「ALTEC」は日々成長を止めません。

私から次の世代に引き継ぎこれからも成長させてくれるものと信じております。

これからも多くのお客様の現場に導入され、アルミの溶湯管理としてALTECが一般化される事を期待しております。

まだまだ力不足ではありますが、皆様のお力添えを頂ければ幸いです。