

アルミダイカスト用易崩壊性中子の開発

評価技術課 林 千歳、山崎 太郎*、浦上 晃
材料技術課 石黒 智明

1. 緒言

中空部を有する製品を鑄造する場合には、前もって中子を型の中に置き、その周りに熔融金属を鑄込み、金属の凝固後中子を取り除くことによって目的とする鑄造品を得ることができる。

一般に、砂型鑄造の場合は、中子は珪砂等の耐火材を骨材として造型される。また重力金型鑄造の場合には、従来の砂型に使用しているいわゆるシェル中子を使用することが可能であるが、ダイカスト等の加圧金型鑄造では、中子の強度及び鑄肌の点でこのシェル中子を使用できなかつた。また、複雑な形状の中子を使用した場合、鑄造後の中子の取り出しが著しく困難となり、このシェル中子による中空部の成型は不可能な場合があつた。

このようなことから無機塩類を用いた中子は、水に溶かすことで容易に除去できるため、複雑形状の中空部等を有するアルミダイカストへの適用が期待できる。本研究では、無機塩類にアルミナを配合した中子を、プレス法、焼結法に比べ強度面で有利な鑄造法によって製作し、中子の基本的な特性である熱膨張率に及ぼすアルミナ混合量の影響を調査した。

2. 実験方法

本研究では、無機塩類として硫酸ナトリウムおよび硫酸カリウムを用いた。これらの混合塩の熱膨張量の測定に先立ち、液相線温度を知るため示差熱分析を行った。配合は硫酸ナトリウムに 10mol% ずつ硫酸カリウムを増加して配合した 11 条件で行った。

次に液相線温度が 900°C 以下となる硫酸カルシウム含有量 50mol% 以下の試料について熱膨張測定した。

また、強化剤としてアルミナ粒子 (-325 メッシュ) を用い、液相線温度が極小となった硫酸ナトリウム 80mol% に硫酸カリウム 20mol% を配合した混合塩に、0 ~ 40mass% の範囲でアルミナを添加した。溶解は Pt 坩堝にあらかじめ所定量配合された無機塩およびアルミナの混合物を入れ、ガスバーナーを用いて行い、熔融後、400°C に加熱した金型に鑄造し $\phi 4.5 \times 15\text{mm}$ の円筒形試験片を製作し熱分析に供した。

3. 結果と考察

図 1 に示差熱分析による硫酸ナトリウム - 硫酸カリウム 2 元系混合塩の相変態温度の測定結果を示す。図中の実線は高温側から液相線、固相線で、これらはそれぞれ冷却時の凝固開始温度、昇温時の熔融開始温度を示すものである。また点線は、結晶構造の変化など相変態が起こっていることを示すものである。

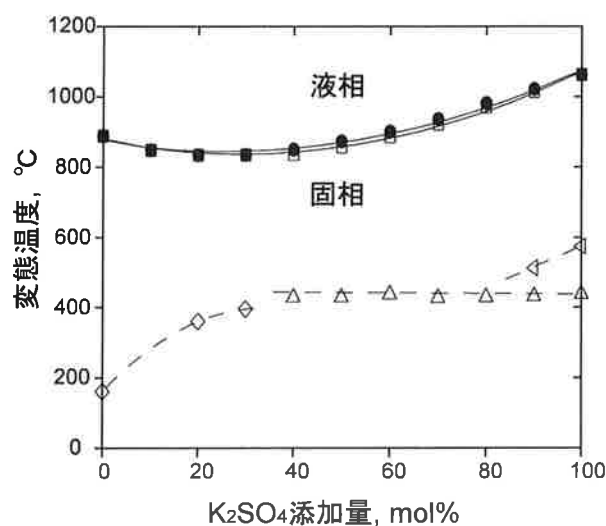


図 1 硫酸ナトリウム - 硫酸カリウム 2 元系塩の相変態温度

この系では、硫酸カリウム含有量を増加させると、硫酸ナトリウムの融点 (883°C) から液相線温度が徐々に下がり始め、硫酸カリウムが約 20mol% で極小値 (約 830°C) となり、この点を境に液相線温度が上がりはじめ、硫酸カリウムの融点 (1071°C) まで上昇することがわかる。

また、いずれの組成においても、凝固後に結晶構造の変化が確認された。また DTA (示差熱) 曲線から、比熱の変化あるいは潜熱を有する相変態がこのほかにも確認できている。これらは 400°C 以下の比較的低温で起こっているもので、拡散速度が遅く十分に反応が進んでいないため、10.0°C/min で計測した DTA 曲線からは明確に変態温度を確定できなかった。

図 2 に混合塩の熱膨張量の測定結果を示す。横軸に硫酸カリウム濃度、縦軸に熱膨張量を取り、温度で整理した。硫酸カリウム濃度が 30mol% のとき極小とな

* 現 材料技術課

り、これより濃度が高くなると急激に熱膨張率が高い値となった。熱膨張率は鑄造後の凝固収縮率に等しいから、寸法精度の面からこの値が低いことが望ましい。

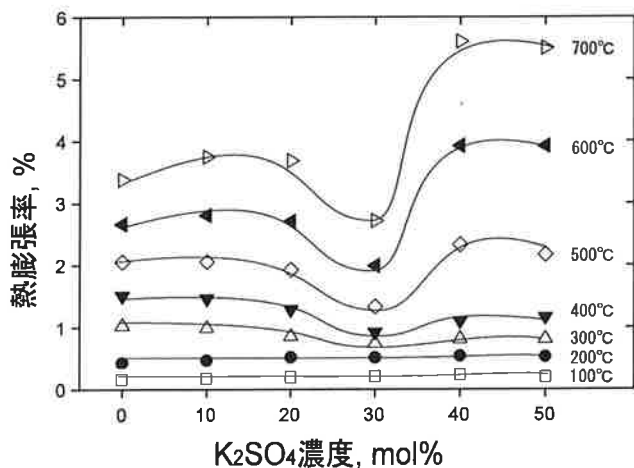


図2 硫酸カリウム濃度と熱膨張率の関係

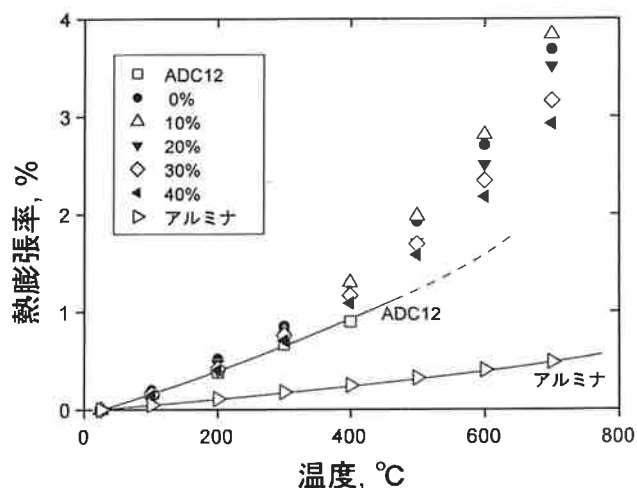


図3 硫酸カリウム濃度と熱膨張率の関係

Key Words: ダイカスト、中子、混合塩、熱膨張率、示差熱分析

Development of the mixed salt core for aluminum alloy die-castings

Chitoshi HAYASHI, Taro YAMAZAKI, Akira URAKAMI, and Tomoaki ISHIKURO

About sodium sulfate and potassium sulfate binary system, the application possibility to the core for aluminum alloy die-castings was examined. The results are as follows: (1) Phase transformation occurs after solidification, therefore, a large change takes place to the thermal expansion coefficient. (2) In case of alumina content increases, the thermal expansion coefficient of the mixed salt decreases. (3) And, in case of the thermal expansion coefficient of the core is larger than the cast alloy, it can be applied to die-casting.

また、硫酸カリウムが30mol%を超えると、400°C以上で熱膨張率が急に大きくなっている。これはこの組成で起こっていると考えられる結晶構造の変化等の相変態に起因するものと考えられる。

図3には、液相線温度が極小となった硫酸カルシウム濃度が20mol%の混合塩に、40mass%までアルミナを配合したときの熱膨張率を示す。横軸に温度、縦軸に熱膨張率をとり、アルミナ配合率ごとに整理した。また、アルミナ、ダイカスト用アルミニウム合金ADC12の熱膨張率の測定値を併せて示した。

混合塩に比べて熱膨張率の低いアルミナの含有量が多くなるにつれて、試料の熱膨張率が低くなる傾向が認められる。また、熱膨張率がADC12よりも高いことから、実際に鑄造したときには、凝固後室温までに冷却されると鑄造品よりも中子の収縮量が大きくなっており、熱膨張率の面からはダイカストに適用可能であると言える。仮に鑄造品の収縮量が中子に比べて大きな場合には、鑄造品に冷却過程で変形や割れなどが発生するため、適用できない。この点について、図2で熱膨張率が極小となった硫酸カリウム30mol%の混合塩にアルミナを多量に混合する際に注意を要する。

4. まとめ

アルミナを配合した硫酸ナトリウム-硫酸カリウム2元系混合塩について、アルミニウムダイカスト用中子への適用可能性を検討したところ、以下のことが明らかとなった。

(1) 混合塩には、凝固後の冷却時に結晶構造の変化が起こり、熱膨張率が大きく変化する場合がある。

(2) 強化粒子としてのアルミナの含有量が多くなると、混合塩の熱膨張率が低下する。

(3) 鑄造する合金よりも熱膨張率が小さくならないように留意すれば、ダイカストに適用可能である。