第148回非鉄鋳物研究部会　議事録

日時：2023年12月8日（金）13:10～16:55

場所：愛知県産業労働センター ウィンクあいち903 会議室 （現地開催のみ）

テーマ：アルミニウム合金およびダイカストの最新研究

講演1：「アルミニウム合金ダイカストにおけるSPH粒子法を用いたラドル傾動の高速から低速への可変による波高抑制の試み」

大同大学 板倉 風雅 君

* ラドル傾動速度の変化に伴う波高の変化についてSPH法と実験の両面から調査した。
* ラドル注湯で生じた液面の波動がプランジャ射出時にどのような挙動を示すのかについて調査した。
* ラドル傾動速度を遅くすると、注湯完了までの時間は遅くなるが、液面上昇を抑えることができる。
* プランジャ前進時に波はスリーブ内を往復しており、プランジャの進行方向と波の進行方向が重なるタイミングで射出することで空気を先に排出し良好な射出となることが分かった。

【主な質疑応答】

Q：溶湯の流動に対する表面張力の影響はどうか？

A：表面張力の影響は未確認である。表面張力は計算に入っているが、通常は表面張力を変えてもあまり影響はない。そのため、酸化被膜の影響であろうといえる。

Q：表面の酸化膜の粒子が液相に入った場合、粘性はどのようになるのか？

A：液相の中に入った場合は溶湯の粘性になる。中に入ったら酸化膜は破壊されたと考える。

Q：酸化膜が破壊したときに粒子がどこに行くのかはわかるのか？

A：可能である。

講演2：「ダイカストにおける金型設計制約を考慮したオーバーフロー自動設計システムの開発」

三重大学 南出 大地 君

* 製品内における空気閉じ込め欠陥の防止を目的としたオーバーフロー自動設計システムの開発を行った。
* 提案したシステムを用いて設計したオーバーフローは従来形状のオーバーフローを用いた場合の解析結果と比較して、製品部の空気連行体積を大幅に低減できた。

【主な質疑応答】

Q：実験結果で、オーバーフロー無しと自動設計オーバーフローの比較のみだったが、初期オーバーフローとの比較はないのか？

A：実験に初期オーバーフローを含めると型の交換が必要となり難しいが、オーバーフロー無しであれば流路を止めるだけで済むため、その二つでの比較のみとなった。

Q：現状どこまで自動化できているのかを教えてほしい。

A：オーバーフローの設置位置を自動決定したのち、オーバーフローの初期形状は手動で設計する必要があるが、それ以降は自動でできる。

Q：提案形状を求めるためにCAEを何回計算しているのか？

A：オーバーフロー設置点の個数分計算するが、それぞれ溶湯の排出体積が決定した時点で計算を打ち切っている。合計の計算時間としては６時間ほど。

講演3：「ダイカスト金型材の溶損性評価を目的としたCFD解析」

岐阜大学 大久保 明良 君

* ADC12溶湯中における金型の溶損状況を浸漬実験とCFD解析にて調査した。
* 相対速度の他にも溶損量を支配する因子があることが分かった。
* 移動距離の増加に伴い、溶損量も増加した。

【主な質疑応答】

Q：今回のアルミ溶湯への浸漬による溶損量試験は、実際のダイカストで生じる溶損量を評価できるのか？

A：同じとものとして考えている。

Q：シミュレーションソフトは何か？

A：Ansysの流体解析ソフトであり、鋳造CAEソフトではない。

Q：シミュレーションでは一定方向に液体を流しているが、実験では回転（公転）運動をさせている。実験の方も理想的には溶湯を一定方向に流したかったが、装置の関係上、回転運動とさせているのか？

A：その通りである。

Q：公転と自転をさせる実験装置は自身で作ったのか？

A：自身で設計し、業者に作製を依頼した。

Q：浸漬時間が1時間と5時間で化合物の厚さは5時間の方が薄くなっていた。化合物層の脱離が途中で生じた可能性はないのか？

A：一部の化合物層が溶損する可能性はある。また、化合物層の一部が脱落する可能性もある。

講演4：「熱処理に伴う亜共晶Al-8mass%Si合金鋳造材のSi粒子析出挙動」

名古屋工業大学 明壁 左京 君

* Al-8mass％Si合金に熱処理を施すと、初晶α-Al中に微細化Si粒子が析出する。
* 熱処理時間が長くなるにつれて、その形状は粒状から板状へと変化する。

【主な質疑応答】

Q：（コメント）今回の試験では2時間で析出し終わったということである。もっと細かなSi粒子もあると思うので、その点も考慮して頂ければと思う。

Q：共晶Siの周辺の初晶α-AlにSiが析出していないのはなぜか？

A：すでに近傍の共晶Siとなっているため、Si濃度が低く、析出しないと考える。

Q：機械的特性に対する狙いは？どういった状態にすることが適切か？

A：Si粒子を微細化して、靭性を挙げることが目標である。

Q：今回は溶体化したのみである。もし、溶体化・時効した場合、共晶と初晶α相の強度への影響はどうか？

A：（参加者から）Siは母相とのミスフィットが小さいため、強化にほとんど効かない。

講演5：「アルミニウム合金ダイカストのパンチ破断試験による延性評価」

豊橋技術科学大学 冨田 祐良 君

* パンチ破断試験がダイカスト製品の延性評価に適しているかを検証した。
* 異なる熱処理によりさまざまな延性の試験片を用意し、パンチ時の割れ発生時の荷重と変位で評価を行った。
* 割れ変位は、他の試験方法（引張試験、曲げ試験）の結果との相関が高く、かつ、ばらつきが小さかった。
* パンチ破断試験は他の試験方法よりも準備・試験の作業時間が短く、ダイカストの延性評価手法として十分適しているとの結論が得られた。

【主な質疑応答】

Q：パンチ破断試験はダイカスト以外の鋳造材や展伸材などにも適用できるのか？

A：試験自体はできるはず。展伸材で同じような伸びとなるかはわからない。

Q：引張試験はJIS規格となっているが、本手法は規格があるのか？

A：規格化に向けて適したサイズ等を調査中。

Q：材料に異物が含まれている場合どのくらいばらつくか？異物が含まれていても正確に評価できる方法だとよい。

A：まだ検証していない。

Q：ダイ（試験治具）と試験片との摩擦係数や表面粗さで結果が変わるのでは？

A：通常は脱脂した状態で行っているが、潤滑油を塗布した場合も大きな違いはなかった。

講演6：「不純物元素Mg及びZnを添加したAl-Si-Cu鋳造合金の高温析出と室温時効硬化」

名古屋大学 薫田 晃輔 君

* エネルギー・時間の削減のため、T6処理の時効処理を省略し溶体化処理のみ（室温時効）で合金を強化することが行われる。
* 不純物元素MgおよびZnの高温析出および室温時効硬化への影響を調査した。（FeおよびMnについては先行研究で実施済み。）
* 高温析出について、Znはほとんど影響がないのに対し、Mgは微細なQ層の析出を促進することで硬度の低下を抑制した。
* 室温時効硬化についても、Znの影響は小さいが、Mgは著しい室温時効硬化をもたらすことが分かった。

【主な質疑応答】

Q：θ層は強度向上に寄与しないのか？

A：寄与しない。粗大化で強度低下し、高強度化には使えない。

Q：Q層からθ層への変態があれば強度に寄与すると思うのだが？

A：そのようなことはなかった。

Q：Q層の析出過程は？

A：Mgの原子クラスターが形成→Q'の前の層→Q'層→Q層となると考える。

講演7：「減圧下のアーク加熱を用いたAl-Zn合金溶湯からのZnの蒸発除去」

（株）豊田中央研究所 日比 加瑞馬 様

* CO2削減のためにAl合金の一次製品スクラップを再度一次製品に高品位リサイクルする必要がある。
* Alとの蒸気圧差を利用したZn除去技術および装置の開発を行った。
* 減圧下（600Pa）でのアーク放電により高速な加熱を実現した。
* 気泡（Ar）導入により、Znの蒸発を促進することで、935℃30分でZn濃度0.1%以下を達成した。
* 回収室上部に付着した純Zn（蒸発総量の50%）を回収できた。

【主な質疑応答】

Q：Mgが入った場合、MgとZnの回収の仕方は？

A：Mgは高温下で酸化しながら回収される。Znは減圧下で蒸発促進により回収される。

Q：回収室最下部にFeが付着しているようだが？

A：高温のためSUSのフィルムが溶けてFeが出ている。

Q：圧力は600Paが最適な条件か？

A：基本的には、減圧することで加熱性能が高くなるため圧力は低いほどよい。ただし、440Paでアークが消失したためそれより高い圧力が必要。