

C1-06

アルミニウムのアップサイクル社会実現に向けた 高純度化技術開発

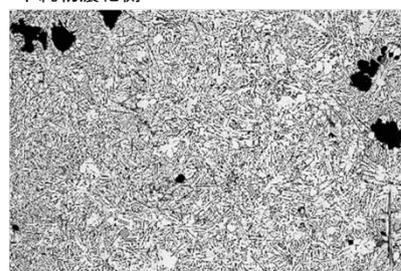
尾村 直紀（産総研）

アルミニウムは原料であるボーキサイトから新地金を製造する際に電解製錬の工程を経るが、この時に大量の電力を消費するとともに黒鉛電極の酸化によっても多量の二酸化炭素（CO₂）を排出するため、非常に高いカーボンフットプリントを示す。一方、アルミニウムの融点は金属材料としては低く、スクラップの再溶解によって二次地金を製造する時の CO₂ 排出量は鉄や銅など他の金属材料と比較して少なく、新地金製造時の 1/30 程度である。このようにアルミニウムはリサイクル材自体が優れた低環境負荷性を有しているため積極的にリサイクルが行われているが、そのほとんどは所謂純度の铸造材へのカスケードリサイクルである。しかし、サーキュラー・エコノミーへの転換が急速に進められる中、リサイクルに対する考え方も《廃棄物の有効利用》から《資源の再利用》へと変化し、水平リサイクル・アップサイクルが求められている。本講演では、アルミニウムのアップサイクルを目的として開発を進めている、不純物元素除去・高純度化技術について紹介する。

高純度化手法として、【電磁攪拌+分別結晶法】を用いている。分別結晶法は、先に晶出する固体に含まれる合金元素濃度と液体中に残る合金元素濃度が異なることを利用したもので、多くの元素で液体側の濃度が濃くなるため、固液共存状態において固体と液体を分離回収することによって高純度の固体を回収できる。アルミニウムにおいては、99%程度の純度のアルミニウムを 99.99%以上に高純度化する方法として広く用いられている。しかし、本プロセスをリサイクルに適用する場合、原料となるアルミニウムスクラップの純度低下に伴い固相の晶出量が減少し、また固相が三次元的に絡み合った状態で晶出するため、分離回収効率が低くなってしまいう問題がある。これに対し、固相を晶出させる過程で電磁攪拌を付与することにより、固相が微細球状化し固液分離効率が向上することを見出した¹⁾。

図1にダイカスト用アルミニウム合金 ADC12 を【電磁攪拌+分別結晶法】にて高純度化処理した試料の組織写真を示す。固液分離はフィルタを用いた圧搾により行っている²⁾。図中で白い部分がアルミニウム、灰色の部分がケイ素になる（黒色部分は穴）。図から明らかなように高純度側の試料は白色のアルミニウムの領域が非常に多くなっているのに対し、不純物濃化側試料は白色と灰色の領域がラメラ状に存在し、アルミニウムとケイ素の共晶組織となっている。元の ADC12 合金にはケイ素が約 11%含まれているが、高純度側では約 5%、濃化側では約 22%となっており、【電磁攪拌+分別結晶法】によりアルミニウム合金における不純物除去・高純度化が可能であることが示された。

不純物濃化側



高純度側

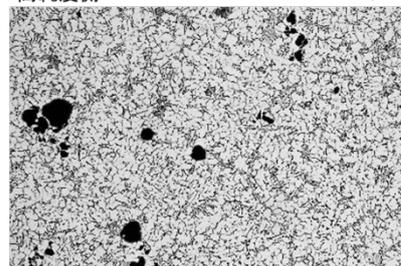


図1 高純度化処理した試料の組織

1) Y. Murakami, et al., Solid State Phenomena, 327, 250-254 (2022).

2) Y. Murakami, et al., Light Metals, 2021, 818-821 (2021).

PROFILE

尾村直紀（産業技術総合研究所 サークュラーテクノロジー実装研究センター 研究チーム長）

2004年名古屋大学大学院工学研究科博士後期課程修了、同年産業技術総合研究所特別研究員、2025年度より現職。アルミニウム・マグネシウムなどの非鉄金属材料を対象とした铸造プロセス開発に従事し、機械振動铸造プロセス、凍結铸型铸造プロセスの開発などを実施。近年はアルミニウムのアップサイクルを目的に、铸造プロセスによるアルミニウムスクラップ中の不純物元素除去技術の開発に取り組んでいる。 n-omura@aist.go.jp