

アルミ基複合材鋳物のハイブリッド砂型低圧鋳造法の開発

- ①受託事業名：戦略的基盤技術高度化支援事業
- ②委託元：経済産業省関東経済産業局
- ③研究期間：平成 20～22 年度
- ③研究テーマ名：「アルミ基複合材鋳物のハイブリッド砂型低圧鋳造法の開発」
- ④担当部室名／担当者名：技術支援室 材料技術担当／永井 寛，笹川俊夫，井上裕之
- ⑤共同研究機関名：株式会社田島軽金属，国立大学法人埼玉大学，独立行政法人理化学研究所

1 はじめに

アルミニウム合金中に SiC 粒子を分散させたアルミ基複合材は、軽量かつ高剛性であり、熱膨張特性や熱伝導特性に優れ、耐摩耗性も有していることから、各種機械装置の構造部材への適用が期待されている。従来、この材料は、砂型重力鋳造法を用いて鋳造されているが、SiC 配合率を高めると粘性が極めて高くなり、湯流れが悪化して複雑・薄肉形状の成形が難しくなる。また、注湯時の泡や空気巻き込みによる気泡欠陥が生じやすく、品質や材質のばらつきが大きく、鋳造方案が複雑になって材料歩留りが低い等、多くの課題があった。とりわけ、SiC の配合率が 30% を超えると重力鋳造では製造が困難になっていた。

本研究では、上記課題解決のため、アルミ基複合材を鋳造性良く、かつ高い生産性で鋳造することを目的に、砂型に低圧鋳造原理を適用し、さらに「高

周波押湯加熱システム」、「湯口遮断機構」を組み合わせた「ハイブリッド砂型低圧鋳造法」を開発した。また、この鋳造法を用いて高品質で高性能なアルミ基複合材鋳物の製造法について検討した。

2 研究内容と開発実施体制

本研究は、平成20～22年度戦略的基盤技術高度化支援事業「アルミ基複合材鋳物のハイブリッド砂型低圧鋳造法の開発」として採択され、(株)田島軽金属、埼玉大学、理化学研究所、埼玉県産業技術総合センターの四者による開発体制で遂行した。本研究の開発項目(サブテーマ)と実施機関を表 1 に示す。(株)田島軽金属は鋳造装置の製作と鋳造品の試作、量産化検証用パイロット鋳造ラインの製作と試験鋳造を担当した。また、埼玉大学は主に超音波による内部欠陥評価を、理化学研究所は主に X 線 CT を用いた鋳造品の三次元欠陥解析を、

表 1 研究開発項目と実施機関

年度	研究開発項目【サブテーマ】	実施機関			
		田島軽金属	埼玉大学	理研	SAITEC
H20	①アルミ基複合材鋳物への砂型低圧鋳造の適用技術の開発	○	○	○	○
	②砂型低圧鋳造における湯口遮断機構技術の開発	○			
	③砂型低圧鋳造への高周波押湯加熱システム適用技術開発	○			○
	④ハイブリッド砂型低圧鋳造装置（鋳造機本体）の製作	○			
H21	⑤ハイブリッド砂型低圧鋳造法の基礎技術の確立	○	○		○
	⑥アルミ基複合材鋳物の内部品質評価技術の開発	○	○	○	○
H22	⑦量産検証用の量産モデル鋳造ラインの設計・製作	○	○		○
	⑧工程管理、品質管理への非破壊検査の利用技術の開発	○	○	○	○
	⑨ハイブリッド砂型低圧鋳造法の量産技術の確立	○	○		○

産業技術総合センターは主に鋳造シミュレーションを用いた鋳造方案の解析、鋳造品の材質・物性の評価、組織解析をそれぞれ担当した^{1),2),3),4)}。

3 研究結果

開発したハイブリッド砂型低圧鋳造法の概要を図1に示す。砂型に低圧鋳造法を適用し、鋳型底面からアルミ基複合材溶湯を静かに押上げて加圧注湯することで湯流れ性の改善と気泡欠陥の防止を図った。また、注湯直後に湯口を遮断して鋳型を移動できるように鋳型に湯口遮断機構を組み込み、生産性の向上を図った。

湯口遮断後に発生が予測される製品内部の引け巣への溶湯補給のために、砂型上部には押湯を設け、さらに、より高い押湯効果を得るための高周波押湯加熱システムの適用可能なシステムとした。

図2に開発したハイブリッド砂型低圧鋳造法の量産化検証のためのパイロット鋳造ラインを示す。低圧鋳造炉に鋳型定盤移送式の鋳型搬送装置を組み合わせた4ステーションの半自動連続鋳造ラインである。鋳型には湯口遮断機構と、さらに、必要に応じて高周波押湯加熱システムが組み込まれる。右側の搬入の矢印から注湯準備位置に造型後鋳型が搬入され、注湯位置に移動して下側から溶湯が低圧で注湯される。湯口を遮断した後に冷却位置に移送・冷却され、待機位置を経てライン外に搬出される。

図3に、本研究により製作したハイブリッド砂型低圧鋳造法のパイロット鋳造ラインを用いて40%SiC配合のアルミ基複合材を鋳込んだ鋳物を示す。肉厚3mmの広い面積の薄肉部を有する鋳造難易度の高い形状の品物を適切に鋳造することができた。本研究開発が成功したことを示す一例である。

表2に製品重量30kgのアルミ基複合材鋳物について従来の重力鋳造とハイブリッド砂型低圧鋳造とで鋳造した場合の比較の一例を示す。鋳込み重量、材料歩留り、廃棄材重量、生産性の各項目ともに大幅な向上が認められた。

4 参考文献

1) 松浦,加藤,永井,須永;日本鋳造協会平成23年度秋

季大会講演概要集,152(2011)

2) 栗田,早坂,駒木,加藤,永井,笹川,井上,須永;日本鋳造工学会第159回全国講演大会講演概要集,71(2011)

3) 大塚,加藤,蔭山;日本鋳造工学会第159回全国講演大会講演概要集,90(2011)

4) 永井,井上,笹川,栗田,早坂,駒木;日本鋳造工学会第159回全国講演大会講演概要集,72(2011)

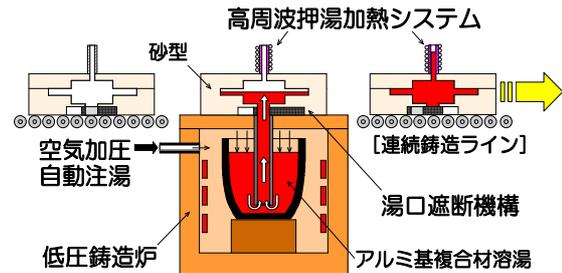


図1 開発したハイブリッド砂型低圧鋳造法の概要

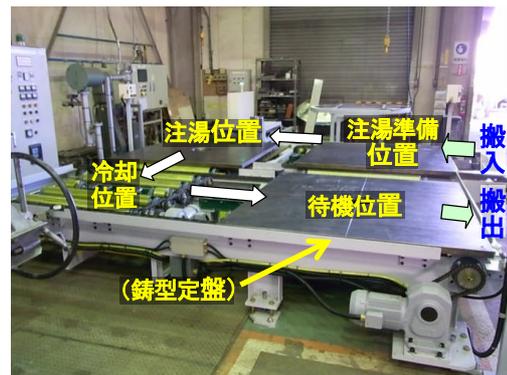


図2 開発したパイロット鋳造ライン

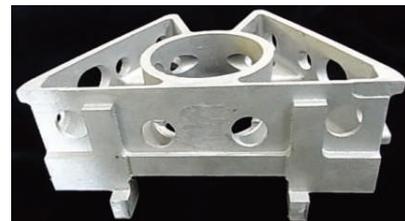


図3 ハイブリッド砂型低圧鋳造法により製造した40%SiC配合のアルミ基複合材鋳物(製品重量1.8kg)

表2 従来技術と低圧鋳造との比較の一例

工法	製品重量	鋳込み重量	材料歩留り	廃棄材重量	生産数/炉
重力鋳造(従来技術)	30kg	140kg	約20%	約40kg	3個
ハイブリッド砂型低圧鋳造	30kg	42kg	約70%	約1kg	12個
重力鋳造との比較・効果	同一	30%に低減	3倍以上に向上	大幅な改善	4倍に向上