

省エネ小型低圧ダイカストシステム

株式会社 デンソー

取締役社長 加藤 宣明

東洋機械金属 株式会社

取締役社長 片山 三太郎

株式会社 宮本工業所

代表取締役社長 宮本 芳樹

(株)デンソー	生産企画部	波多野 智之
(株)デンソー	生産技術開発部	榊原 裕司
(株)デンソー	EHV機器製造部	山崎 憲司
(株)デンソー	部品エンジニアリング部	西川 浩司
(株)デンソー	部品エンジニアリング部	濱田 俊彦
東洋機械金属(株)	ダイカスト設計部	山中 章弘
(株)宮本工業所	工業炉技術部	水上 正人

はじめに

自動車産業は市場が全世界へ拡大する中、グローバル化への対応、CO₂削減など京都議定書で取り決められた環境対応が極めて重要となっている。自動車部品の加工法の1つとしてダイカスト加工がある。これまで日本のダイカスト加工は高い品質、大型設備での多数個取りによる大量生産でコスト競争力を上げてきた。しかし、産業のグローバル化が加速する中、設備が大きく国内外に展開しにくい、金属を溶解するプロセスで多くのエネルギーを必要とするという課題があった。

本開発は加工プロセスに踏み込み、従来、鑄巣をつぶすために高い圧力が必要であると言われてきた圧力を1/2にしても同等の品質が得られる小型システム化を達成し、加工に必要なエネルギーを金属の溶解から熱処理にわたるシステ

ム全体で従来比1/2以下に低減した。

開発のねらい

ダイカスト加工は、アルミニウムに代表される金属を溶解し、ダイカストマシンで高速かつ高圧で金型内に流し込み形状を成形する加工法である。短時間に複雑な形状を成形できるが、内部に鑄巣（例えばアルミニウムが液体から固体に変わる過程で収縮により起きる“ひけ巣”）を生じやすく、その鑄巣によってダイカスト品の強度、気密性がばらつくといったデメリットがある。

これまでは鑄巣を防止するために、溶けたアルミニウムを金型に流し込むプロセスで高い圧力をかけてきた。そのため、ダイカストマシンは高い剛性が必要となり、大型化している。また、ダイカスト品の硬度や寸法精度を確保する

ため、成形後に熱処理として再加熱する場合もあり、多くのエネルギーが必要である。今回の開発のねらいは、以下の2点である。

1. ダイカスト加工プロセスに必要な鋳造圧力を低圧化し、設備を小型・簡素化する。
2. ダイカストマシンの電動化、溶解炉のエネルギー効率向上、熱処理のインライン化により、省エネルギー化を実現する。

装置の概要

図1に開発したダイカストシステム全体の様子を示す。本システムは、電動ダイカストマシン、小型高効率溶解炉、小型インライン熱処理炉などから構成されている。システムのサイズは、36m²×高さ1.8mであり、従来比1/6の小型化を実現している。

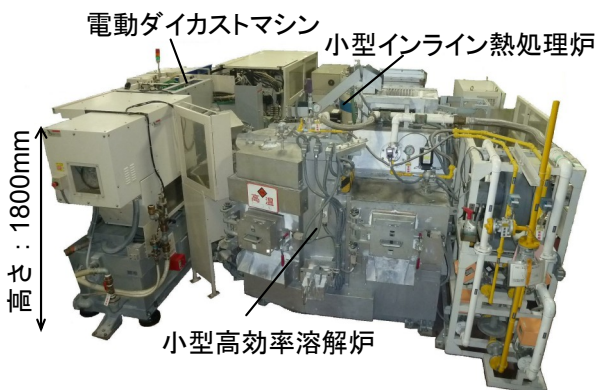


図1 省エネ小型低圧システムの外観

技術上の特徴

1. 低圧プロセス技術

ダイカスト加工に高い圧力が必要である理由は以下の2つである。

(1)ダイカストマシンの射出スリーブに溶けたアルミニウムを注いだ直後から、温度が低下して凝固が始まり、粘性が上昇するため、その粘性抵抗に逆らって金型内へ充填させるために高い圧力が必要となる。

(2)アルミニウムが充てんする過程では、金型内の空気及び離型剤から発生したガスを排出するとともに、残存した空気を成形時の圧力で圧縮して鑄巣を防止する。そのため、高い圧力での加圧が必要となる。

今回は前記2つの課題を克服し、低圧化に向け以下の2つの技術開発を行った。

技術1：直接給湯による溶湯保温での粘性低減

溶解炉内からダイカストマシンへ溶けたアルミニウムの温度を低下させず移動させるため、ヒータを内蔵し、溶けたアルミニウムを保温できる電磁ポンプを開発した。これにより、粘性抵抗が上昇する前に金型への充てんを完了させる加工プロセスを実現した。

技術2：金型内真空およびドライ離型剤技術

鑄巣を抑制するため、金型内の空気を排気し巻き込む空気量を低減した。その方法は、ダイカストマシン射出直前に巣の発生源となる金型内の空気を真空ポンプにて排気し、金型内を減圧する技術である。また、離型剤からのガス発生量を減らすために、乾燥した粉末状のドライ離型剤を用いることで、ガス成分の巻き込み量を低減した。

以上、温度制御による粘性抵抗の低減、金型内の空気を抜く、離型剤のガスを発生させない技術により、図2に示す通り従来比1/2の鋳造圧力でのダイカスト加工を実現し、設備簡素化に向けた低圧プロセス技術を確立した。

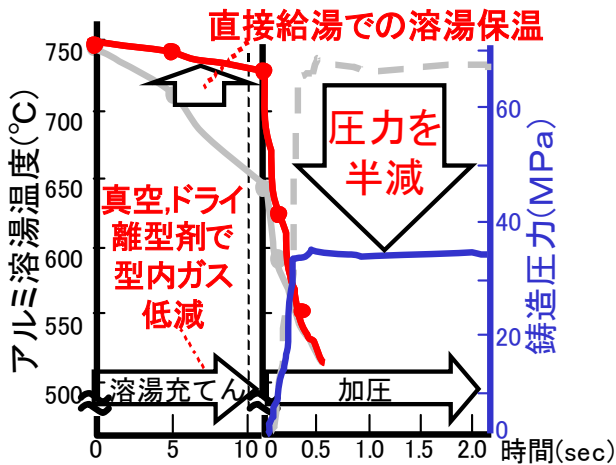


図2 低圧プロセス技術の結果

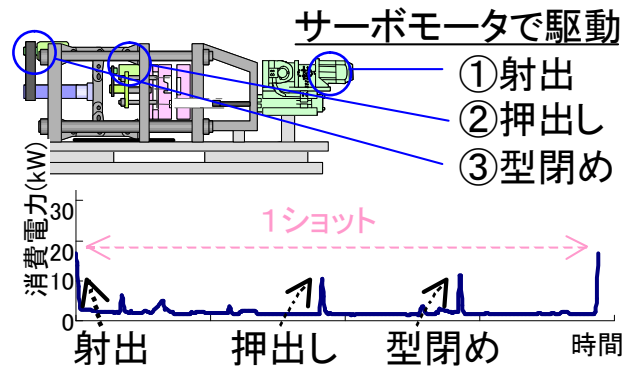


図3 電動ダイカストマシン構造と消費電力

2. 電動ダイカストマシン

従来、ダイカストマシンは、鑄巣防止のため高い圧力が必要であり、大型化している原因になっていた。また、射出装置、押出し装置、型締め装置およびアキュムレータと呼ばれる蓄圧器に圧力をためるために複数の油圧ポンプを保有し、多くのエネルギーを使用するといった課題があった。

開発した電動ダイカストマシンは図3に示すように射出装置、押出し装置、型締め装置をそれぞれ独立したサーボモータで制御し、必要な時のみ動作する構造とした。また、低圧プロセス技術で高い圧力が不必要となったため、蓄圧器に圧力をためる必要がなくなり、常時作動する油圧ポンプ等も不要となった。

その結果、成形時に使用するエネルギーは従来のダイカストマシンに対し、1/6に低減することができた。

3. 小型高効率溶解炉

従来の溶解炉は溶けたアルミニウムの温度を安定化するため、炉内に保持するアルミニウム量を増やして、冷えたアルミニウム塊が投入さ

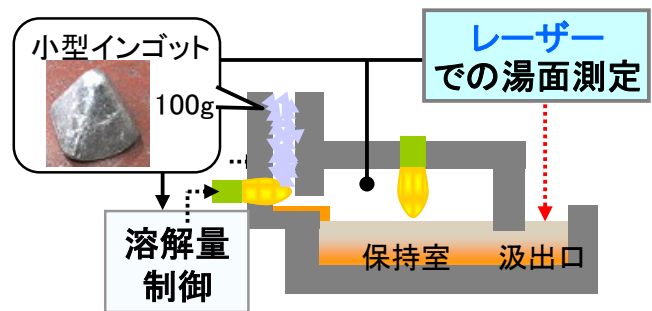


図4 小型高効率溶解炉の構造

れても温度が安定となる設計がされてきた。その結果、大型化し、使用するエネルギーが大きいという課題があった。

この課題に対し、図4に示す小型高効率溶解炉では、溶解炉内のアルミニウム溶湯量の変化をレーザー変位計にて高精度に測定するとともに100g単位の小型インゴットを用いることで、少量ずつの溶解を実現した。また、アルミニウム塊を溶解するガスバーナを高精度に制御することも実現した。

その結果、溶解能力が同じでも大きさは1/3、使用エネルギーも2/5に低減することができた。

実用上の効果

開発したシステムは、ダイカスト加工プロセスでの鑄造圧力を従来比1/2に低減しても従来鑄造品と同等の品質を維持している。また、システム全体の大きさは従来比1/6、使用エネルギーは従来比1/2を実現した。

さらに、電動化による騒音低減やドライ離型剤の使用により、工場内への離型剤ミストの飛散がなくなり、工場環境の改善を実現した。詳細な結果を表1にまとめる。

表1 開発結果

分類	項目	結果
プロセス	圧力	従来比 1/2 (鑄造品の品質(密度)は従来同等)
設備	大きさ	従来比 1/6 (システム全体)
エネルギー	使用量	従来比 1/2 (システム全体)
環境	騒音	従来比 -6dB
	雰囲気	離型剤ミスト飛散無し

工業所有権の状況

本ダイカストシステムの開発に関する特許出願件数は、2010年12月までに23件(外国出願5件)である。その内容は小型高効率溶解炉の燃焼制御・湯面検知・直接給湯装置の構造などで11件、電動ダイカストマシンの射出回路構造などで4件、その他は鑄造圧力の低圧化の要素技術となる金型技術、離型剤塗布技術などで8件とシステム全体を視野に入れて出願している。代表的な特許登録は下記の通りである。

- ① 日本国特許第3878540号
名称：ダイカストマシン
- ② 日本国特許第4232647号
名称：溶解保持炉制御装置

むすび

「省エネ小型低圧ダイカストシステム」は、2008年4月に初めてデンソーの西尾製作所に設置され、現在は国内外で38台を稼働している。

本開発は、自社らの抱えるグローバル生産を展開していく上での課題と合わせ、製造業の社会的責任としてのCO₂削減を重要視して行ってきた。この課題は日本のダイカストメーカーに止まらず、世界共通の課題と考えており、開発した設備等をダイカスト産業、素形材産業の永続的な発展のために役立てていきたいと考えている。