

粉体離型潤滑剤を用いた素形材加工エコシステムの研究開発（第3報）
 中子ピン引抜力による粉体離型潤滑剤の離型性評価

藤井敏男，府山伸行，新田 明，苅山信行，土取 功

Development of Low-energy Consumption and Clean Die-casting System with Use of Powder Lubricant (3rd Report)
 The Evaluation of Lubrication Property on Powder Lubricants by the Force of Pulling out a Core Pin

FUJII Toshio, FUYAMA Nobuyuki, NITTA Akira, KARIYAMA Nobuyuki and TSUCHITORI Isao

In the manufacturing industry of die-casting a water-soluble lubricant is sprayed on opened hot dies. Loud noise occurs by blowing air and oily mist is scattered in the factory, that make working environment bad. In addition, much waste water which contains lubricants must be disposed of. Therefore, the development of new system to make a powder lubricant adhere to the closed die cavity resolves these problems, and makes production energy saving.

In the paper, the lubrication performance of powder lubricants is evaluated as the force of pulling-out a core pin, and the quantity of powder lubricants that are necessary to continuous production is investigated. The quantity of a wax ingredient influences the characteristic of a lubrication and it is possible to manufacture continuously if a wax ingredient of equal to or more than 1.0 g/m^2 adheres to the surface of a die cavity. The powder lubricants which contains $\text{Al}(\text{OH})_3$ makes possible casting thin products because the adiabatic effect is high.

キーワード：粉体離型潤滑剤、ダイキャスト、離型性、潤滑性、省エネ

1 緒 言

自動車などの軽量化によりアルミダイキャストの生産量は年々伸びている。その工場では開いた金型に水溶性離型剤をスプレーで勢いよく吹き付けている。そのため、ミストや油塵が工場内に飛散し、エアブローによる大きな音が発生して作業環境が悪い。また、離型剤を含んだ多量の廃水処理が必要になる。そこで、図1に示したように金型を閉じた後キャビティー内を減圧して、金型の表面に粉体離型潤滑剤を付着させ

るシステムの開発し、省エネかつクリーンな製造環境における高品質な素材づくりの実現を目的としている。

これまで粉体離型潤滑剤を用いたときのスリーブ内でのアルミニウム合金溶湯の保温性¹⁾や離型特性²⁾および粉体離型潤滑供給装置の吐出条件の最適化²⁾について実験機を用いて検討した。そこで、本研究では粉体離型潤滑システムを用いて連続鑄造実験を行い、量産に向けたシステムの指針づくりをめざすとともに粉体離型潤滑剤の離型性能と金型温度との関係について検討した。

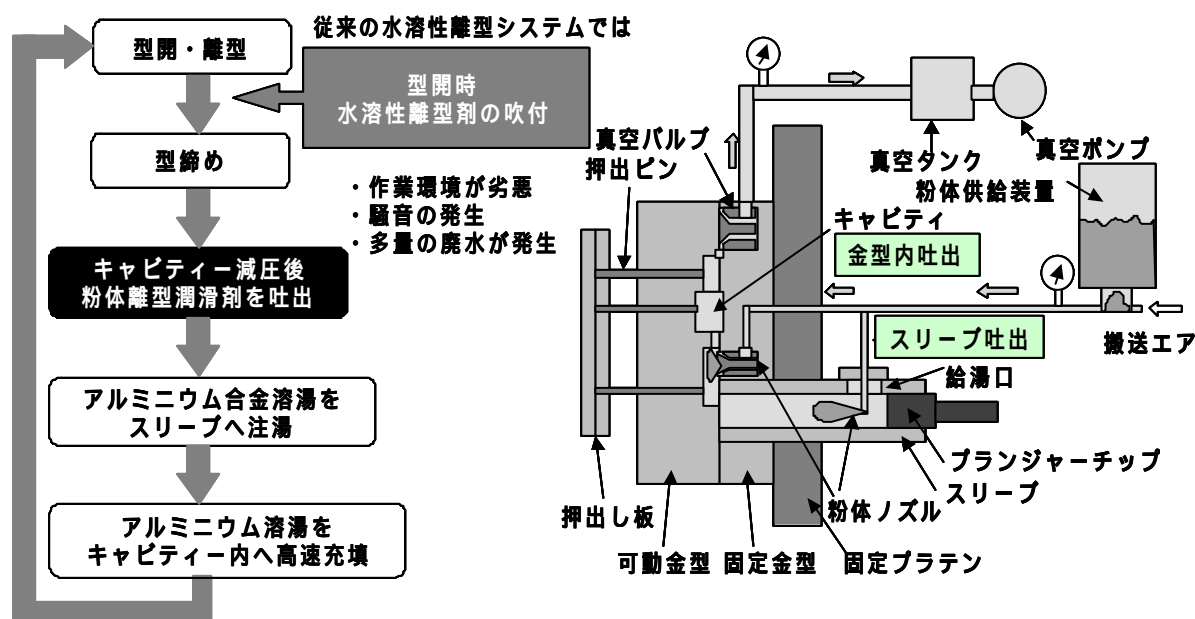


図1 閉塞金型粉体離型潤滑剤付着システム概略図

2 実験方法

実験に使用したダイキャストマシンは、宇部興産(株)製の型締力 3.43MN の横型機を用い、図 1 のように粉体離型潤滑システムをマシンに組み込んだ。粉体離型潤滑剤はスリーブまたは金型内に設けた吐出ノズルより塗布し、表 1 の鑄造条件により、図 2 に示す鑄造品(シートベルト部品)を連続成形した。粉体離型潤滑剤の離型性を評価するため、図 2 に示す 2 つの製品うち左側の中子ピンと油圧シリンダーの間に荷重変換器を接続して中子ピンを引抜く時の力を測定した。中子ピン温度は中子ピンの内部(底面より約 10mm の位置)に設けた熱電対により測定し、各粉体離型潤滑剤の離型性と中子ピン温度との関係を調べた。

表 1 鑄造条件

注湯重量 (kg)	0.845
保持炉温度 ()	680
射出低速速度 (m/s)	0.19
射出高速速度 (m/s)	1.98
高速区間 (mm)	86
鑄造圧力 (MPa)	51.0
サイクルタイム (sec)	55

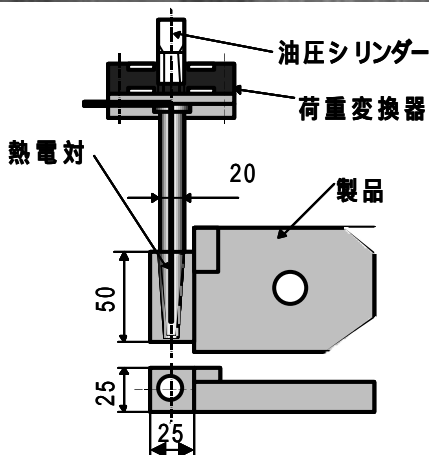
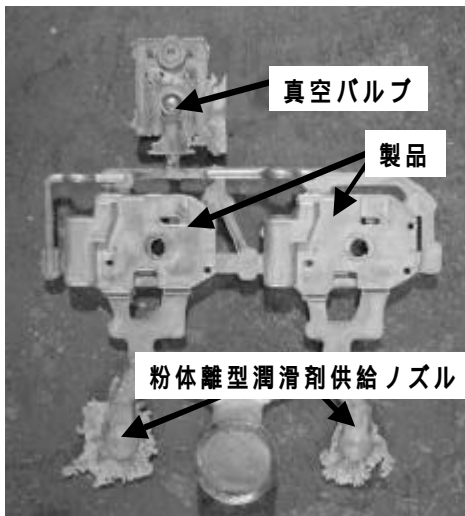


図 2 製品形状と中子ピン引抜き力計測方法

実験に用いた粉体離型潤滑剤は、タルク(T)、水酸化アルミニウム(A) かきがら(O)、黒鉛(G)の無機成分と PE (ポリエチレン)ワックス(W)、リチウム石鹸(Li) カルナバワックス(C)の有機成分とを組み合わせたものである。図中に示される TGW(50,25,25)の記号は、タルク 50%、黒鉛 25%、PEワックス 25%を配合した粉体離型潤滑剤を表す。また、粉体供給装置の設定値を表 2 に示す。

表 2 粉体供給装置の条件

真空圧力 (kPa)	-53.3
搬送エア時間 (sec)	1.0
搬送エア圧力 (kPa)	0.3
カットオフ時間 (sec)	0.5

3 実験結果と考察

3.1 粉体離型潤滑剤の吐出方法による影響

図 3 および図 4 は、タルク(T)、黒鉛(G)、PEワックス(W)を配合した粉体離型潤滑剤の離型特性を示す。横軸は中子ピンを引抜く時の中子ピンの温度、縦軸は中子ピンの引抜き力である。図 3 はスリーブより粉体離型潤滑剤を吐出させた場合で、図 4 は金型内より吐出させた場合である。スリーブ吐出で約 1.7g/shot の粉体離型潤滑剤を吐出した時の中子ピン引抜き力は金型内吐出の場合約 0.25g/shot にしたときと同程度であった。よって、スリーブ吐出では粉体離型潤滑剤の多くはスリーブに付着し、離型に必要な量が付着していないことがわかる。PEワックスの割合が増加するにしたがい引抜き力も減少するが、中子ピン温度の上昇により引抜き力が大きくなる。中子ピン温度が 450 に達すると引抜き力が大きくなり大きな音がしはじめ、中子ピンを冷却しないと連続鑄造が困難であることがわかった。

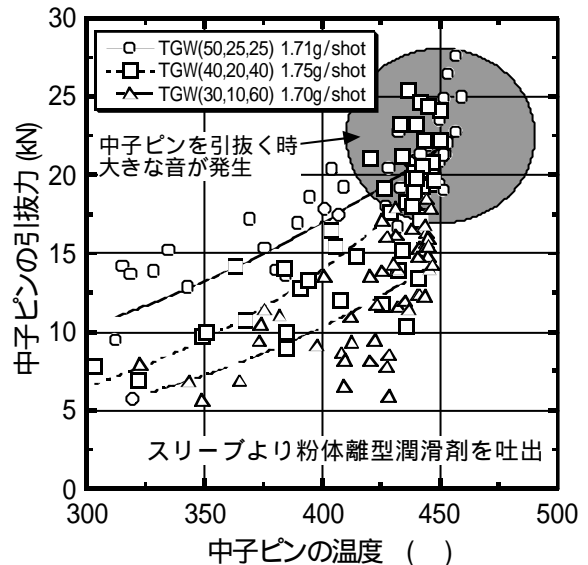


図 3 スリーブ吐出の場合における中子ピン引抜き力と中子ピン温度との関係

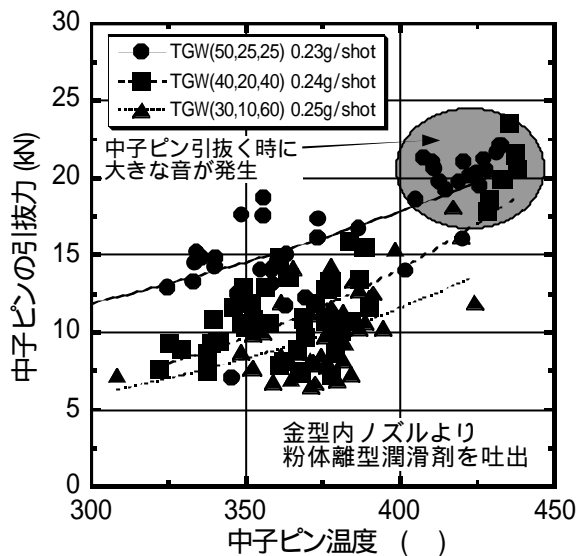


図4 金型内吐出の場合における中子ピン引抜き力と中子ピン温度との関係

3.2 粉体離型潤滑剤の離型性能左右する因子

つぎに図5は、横軸に粉体離型潤滑剤の吐出量を、縦軸に中子ピンの平均引抜き力(各プロット点は、約40~50個の製品を連続鋳造し、随時得られた中子ピン引抜き力の測定値から求めた平均値)を示したものである。ハッチング部分は、比較するため20倍に希釈した水溶性離型剤を用いたときの中子ピンの引抜き力を示している。PEワックスの割合が同じものをまとめてみると吐出量が同じであればPEワックス割合が増すにつれ、中子ピンの引抜き力も小さくなる。したがって、離型性に大きく影響を及ぼす粉体離型潤滑剤の成分はPEワックス成分であると言える。よって、図6、7では横軸をワックス成分の吐出量として整理した。

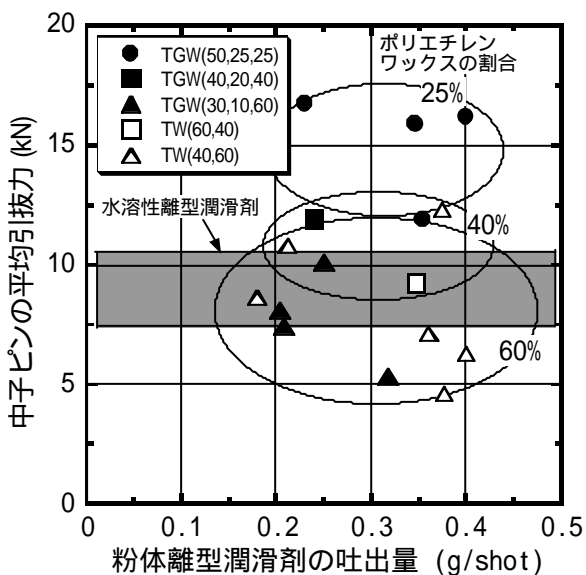


図5 粉体離型潤滑剤の吐出量と中子ピン引抜き力との関係

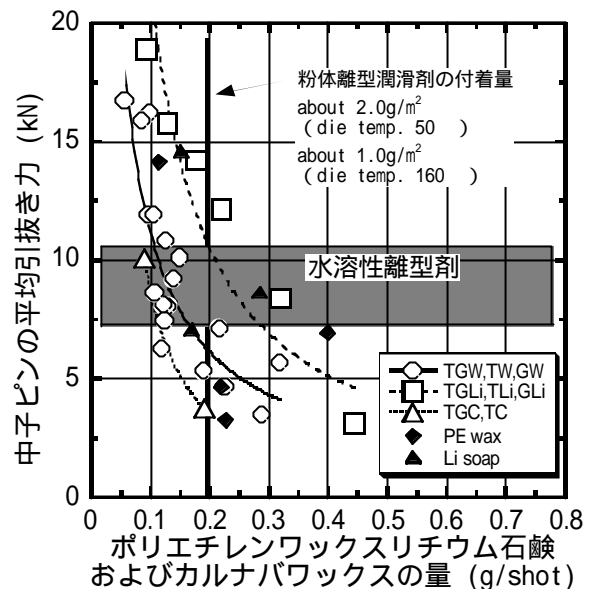


図6 ワックス成分の違いによる中子ピン引抜き力と粉体離型潤滑剤の吐出量との関係

図6は、タルクを主成分とした粉体潤滑剤中のPEワックス(W)、リチウム石鹸(Li)、カルナバワックス(C)の成分量と引抜き力との関係を示している。ワックス類は、金型温度が上昇するとワックス類が金型キャビティに届く前に融解して付着し、分解をはじめ。したがって金型の表面温度の違いにより粉体離型潤滑剤が付きやすい部分と付きにくい部分が生じる。金型表面を観察するとPEワックスでは、金型温度の上昇により粉体離型潤滑剤の付着量が減少していることがわかる。そこで、PEワックスより融点が高く、融解しにくいリチウム石鹸を用いて離型性の改善を試みた。しかしながら、むしろリチウム石鹸(印)よりもPEワックス(印)の方が離型性に優れており、離型潤滑剤吐出時の中子ピン温度約360、可動金型温度約200である時、融点の高いリチウム石鹸を用いても潤滑性は改善しない。一方、PEワックスより融点は低いが温度上昇に伴う重量減少割合が小さいカルナバワックス粉末を成分とした粉体離型潤滑剤(印)は、PEワックスとほぼ同じ引抜き力となり良好な潤滑性を示した。また、PEワックスやリチウム石鹸を100%とする粉体離型潤滑剤を用いて吐出量を変化させた結果が印および印である。これらの点は、有機成分(PEワックス、リチウム石鹸)と無機成分(タルク、黒鉛)とを混合した粉体離型潤滑剤の結果にほぼ一致している。

中子ピンの引抜き力は、一回の鋳造で吐出される粉体離型潤滑剤のうち、無機成分の量にはあまり影響されずに有機成分(PEワックス、リチウム石鹸およびカルナバワックス)の量とほぼ逆数の関係にある。この関

係から約0.2g/shot以上の有機成分を吐出すれば水溶性離型剤と同程度の離型力を確保できる。この吐出量では、金型温度 160 において粉体離型潤滑剤は金型に約 1.0g/m² 附着し、冷間時においては約 2.0g/m² の附着量であった。しかし、0.2g/shot より少なくなると急激に離型性が悪くなり、連続鋳造することが困難になることがわかった。したがって、安定した連続鋳造を行うには、有機成分が金型に約 1.0g/m² よりも多く附着している必要がある。そのため無機成分が多い粉体離型潤滑剤では、大量の粉体離型潤滑剤を吐出させる必要があり、離型剤の堆積を十分考慮する必要がある。

つぎに、図 7 には水酸化アルミニウム(A)およびかきながら粉末(O)をタルクの代わりに用いた粉体離型潤滑剤の離型性について示している。水酸化アルミニウムは溶湯保温性に優れ、湯流れ性を向上させる無機粉体^{3), 4)}として期待できる。水酸化アルミニウムをタルクの代わりに用いた場合(印、印)では、PEワックスまたはリチウム石鹸の割合が少ないときはタルクよりも引抜力が大きくなり潤滑性に乏しい。しかし、ワックス類の割合が増し、その量が 0.25g/shot より多くとタルクを用いた場合の引抜力とほとんど同じ値を示し、離型性を確保するには、ワックスの割合を多くする必要がある。また、タルクの代わりにかき殻を粉末にしたものを成分とした粉体離型潤滑剤(印)では、タルクの引抜力と大きな差はなく、良好な結果となった。

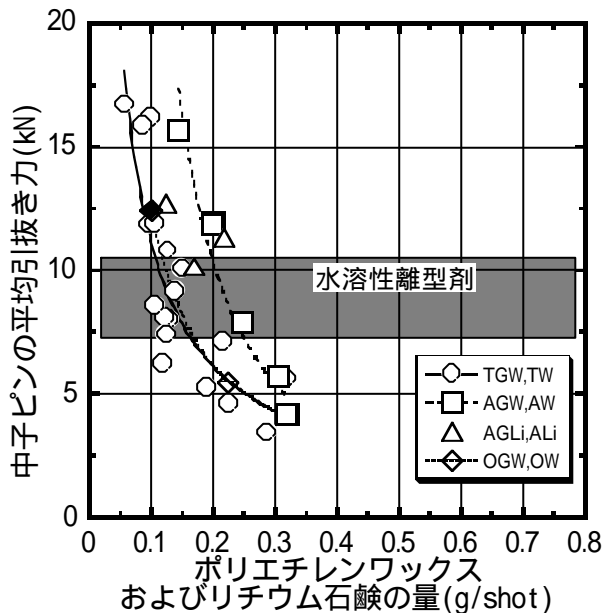


図 7 断熱性を高めた粉体離型潤滑剤の離型特性

3.3 粉体離型潤滑システムを用いた製品事例

最後に、共同研究機関において粉体離型潤滑システムを量産機に組み込み、量産試験を行って省エネ効果、

生産コストについて調査され、現在、事業化を計画している。その製品例を図 8 に示す。また、新しく開発した水酸化アルミニウムを含む粉体離型潤滑剤は、断熱性に優れるため、溶湯の流動性⁴⁾が増し、薄物(板厚 0.5mm)の成形や熱伝導率の高いアルミニウム合金 (Al-1.2%Ni 合金で、鋳造性の悪い合金)を用いたヒートシンク(フィンの高さ 35mm)の成形に大変有効であることがわかった。



図 8 粉体離型潤滑剤を用いた製品例

4 結 言

粉体離型潤滑剤の離型性能について中子ピンの引抜力を測定し次の結果を得た。

1. 離型性能を支配しているのはワックス類の付着量であり、リチウム石鹸、ポリエチレンワックス、カルナバワックスの順に離型性が良くなる。
2. 水溶性離型剤と同等の離型性を得るには、ワックス類の付着量が約 1.0g/m² 以上必要である。
3. 水酸化アルミニウムを含む粉体離型潤滑剤潤滑剤は潤滑性がやや劣るけれども断熱効果があり、薄物や流動性が悪い合金などの成形に適した離型剤である。

この研究は、NEDO地域コンソーシアム研究開発事業の中で行ったものである。

文 献

- 1) 藤井、府山、田谷、藤本：広島県立西部工技センター報告、42 (1999), 25.
- 2) 藤井、府山、苅山、土取：広島県立西部工技センター報告、43 (2000), 35.
- 3) 吉田：軽金属学会 100 回春期大会技術懇談会概要、(2001), 38.
- 4) 木村ほか：軽金属学会 100 回春期大会講演概要、(2001-5), 199.