

固体潤滑剤を鑄ぐるんだ潤滑プレートの開発

水谷 予志生、足立 隆浩

Development of solid lubricants-enveloped casting

Yoshiki Mizutani and Takahiro Adachi

金属基盤に固体潤滑剤を埋め込んだ、あるいは焼結法により複合化した無給油潤滑材と呼ばれるものがプレス機等機械装置の摺動部に使われている。これを従来製法と異なり、鑄造法である鑄ぐるみ法を用いて簡易に同等品を作製できないか検討した。固体潤滑剤として黒鉛粉末を使用し、鑄鉄切粉と混ぜ合わせてフェノール樹脂で固化したブリケット成形体を作製した。これを砂鑄型内にセットして鑄造することで、黒鉛粉末を含み、ポーラスな表面を持った無給油潤滑材が作製できないか検討した。

1. はじめに

プレス機等の摺動部に使われる無給油潤滑材は、基盤となる金属材料(鉄または銅)と潤滑特性に優れた固体潤滑剤とを複合化させ、耐摩耗と潤滑特性の両方の特性を引き出している。また、この固体潤滑剤が適度にポーラスであることから、最初に潤滑油を含浸させることで、使用中に追加給油する必要のない、メンテナンスフリーなものとなっている。この主な種類としては、基盤金属に穴を空けて固体潤滑剤(黒鉛や二硫化モリブデン(MoS₂)等)を埋め込んだ埋込型(図1(a))、金属と固体潤滑剤の粉末を混合して焼結した焼結型(図1(b))、片状黒鉛鑄鉄(ねずみ鑄鉄)に熱処理を繰り返して黒鉛を粗大化させた成長黒鉛鑄鉄¹⁻³⁾、等がある。しかし、埋込型では機械加工後に固体潤滑剤を埋め込む手間がかかることや、焼結型・成長黒鉛鑄鉄では熱処理に時間がかかることがネックとなっている。

一方、鑄造法の一つである鑄ぐるみは、鑄物と異なる特性を持った物質を、鑄造時に一気に一体化して複合化させる手法である。この手法を用いて固体潤滑剤を鑄物製造時に一度に複合化することで、製造コストを削減することができないかと考えた。しかし、固体潤滑剤として黒鉛を鑄鉄で鑄ぐるむ場合、鑄鉄溶湯が高温であることから、黒鉛が燃えてしまうことが考えられる。そこで、通常は再溶解に回す切粉と黒鉛粉末を混合して鑄ぐるむことで、これを回避できないかと考えた。このように、粉末等を用いた鑄ぐるみ法により新しい無給油潤滑材を開発することを目的とした。

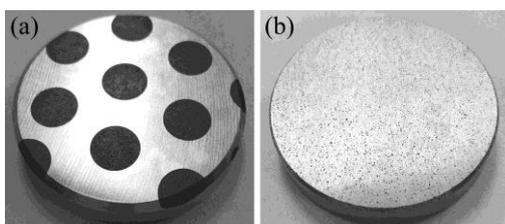


図1 無給油潤滑材製品例、(a)埋込型、(b)焼結型

2. 実験方法

今回は安価であることから、固体潤滑材として黒鉛を用いることとした。図2に原料として用いた黒鉛粉末、FC250 鑄鉄切粉大・小の外観写真を示す。黒鉛粉末は約5mm以下、鑄鉄切粉小は数mm程度の針状、大は数mmからcmオーダーの板状となっている。これらを混ぜ合わせ、バインダーとなる接着剤としてフェノール樹脂を添加して固めることで、固体潤滑材を含んだブリケットを作製した。これを砂鑄型内にセットし、片状黒鉛鑄鉄(FC250)用溶湯を注湯することで鑄ぐるむ事を検討した。

φ50mm×厚み10mm以上の無給油潤滑材の作製を目指し、ブリケットの大きさはφ60~70mm、鑄物の大きさはφ80~90mmとした。ブリケット作製のための原料粉の混合割合や形状、鑄物の大きさや鑄造方法等により固体潤滑材を鑄ぐるんだ鑄鉄鑄物の作製を検討した。

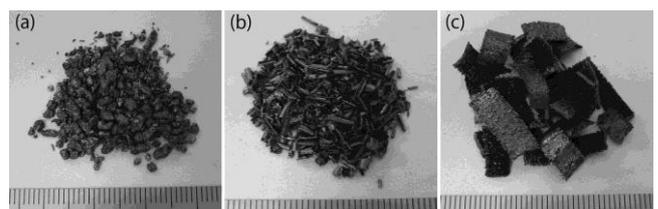


図2 原料粉末外観、(a)黒鉛、(b)FC250 鑄鉄切粉小、(c)FC250 鑄鉄切粉大

3. 結果及び考察

鑄鉄切粉小に黒鉛粉末を30%混合させた混合粉末に、フェノール樹脂を約5wt.%添加してφ70の金型内に充填し、アムスラーで5分間加圧(12t)することでブリケット成形体を作製した。この外観写真を図3(a)に示す。作製したブリケットの寸法はφ70×高さ35mmとなっている。これを砂鑄型の上型内にセットし、φ110×高さ50mmの鑄物に鑄ぐるむ実験を行った。鑄物外観を図3(b)に、その断面を(c)に示す。図3(b)の鑄物手前下側に付いているのがゲートであり、ここから溶湯が入り、下から充填

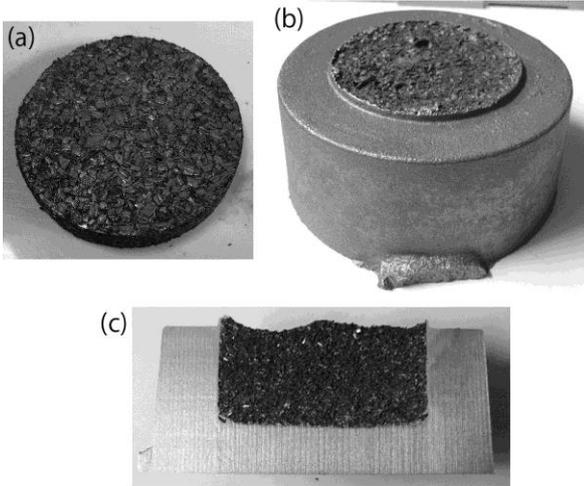


図3 (a)作製したブリケット(鑄鉄切粉小+黒鉛粉末)、
(b)(a)のブリケットを鑄ぐるんだ鑄物、(c)(b)の断面図

していく方案となっている。図3(b)(c)の上部にセットしたブリケットがほぼそのまま存在しており、ブリケットへの溶湯の進入や鑄鉄切粉の再溶解はほとんど起こっていないことが分かった。また、黒鉛粉末が十分残っていることから、溶湯の熱で燃えて無くなってしまふ恐れは少ないということが分かった。

多孔質のブリケットに溶湯の進入がほとんど起きていなかったことから、よりポーラスにするために、大きい切粉を使うこと、成形時の圧縮力を小さくすること、鑄造時に空間となる発泡剤を混ぜることを検討した。今回はブリケットへの溶湯の進入を見るために、黒鉛粉末は混入していない。鑄鉄切粉大+フェノール樹脂 10wt.%で成形したブリケット(φ70×20mm)を図4(a)に、鑄鉄切粉大+発泡剤+フェノール樹脂 20wt.%で成形したもの(φ70×15mm)を(b)に示す。これらの成形時には図3(a)の時と異なり 12t の加圧は行わないことにしたが、十分形を保ったブリケットを成形できた。これらを用いて、図3(b)と同様に鑄ぐるみ実験を行った結果を図5に示す。図4の(a)(b)のブリケットを用いて鑄ぐるみ断面を、それぞれ図5の(a)(b)に示す。図5(a)の切粉大のみを用いた場合は、大部分の切粉がそのまま残っており、容易に剥がれ落ちてしまった。切粉間の隙間が大きくても溶湯があまり進入していかない結果となってしまった。一方、図5(b)では鑄物と切粉の明確な界面は見られず、これらが大部分で一体化していた。これは、図4(b)のブリケットには発泡剤が体積割合で約40%混入してあり、これが溶解・気化して大きな空隙ができたことで溶湯が進入しやすくなったと考えられる。これらの溶湯と切粉との反応を見るために、断面の組織観察を行った。切粉と溶湯の境界部分について、図5(a)(b)のマクロ組織をそれぞれ図6(a)(b)に示す。ブリケットにあまり溶湯が進入しなかった図5(a)の鑄物でも、外側の溶湯と接した部分は不連続な組織ではなく、連続的に変化した傾斜組織となって

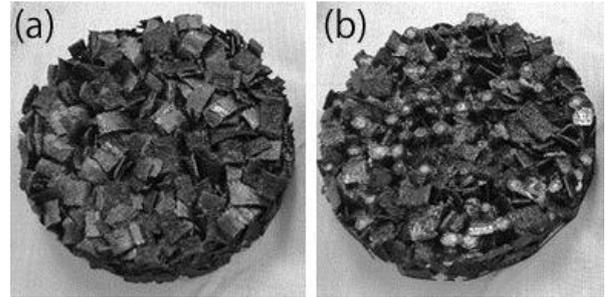


図4 作製したブリケット、
(a) 鑄鉄切粉大のみ、(b)鑄鉄切粉大+発泡剤

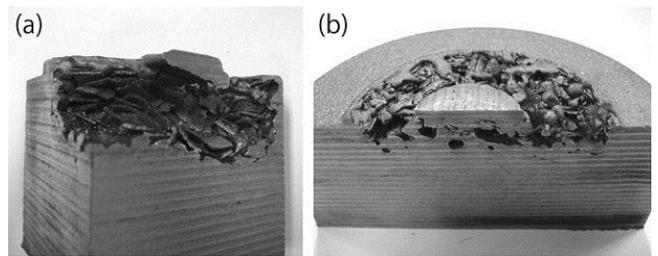


図5 図4のブリケットを用いて鑄ぐるみ断面、
(a)図4(a)のブリケット、(b)図4(b)のブリケット

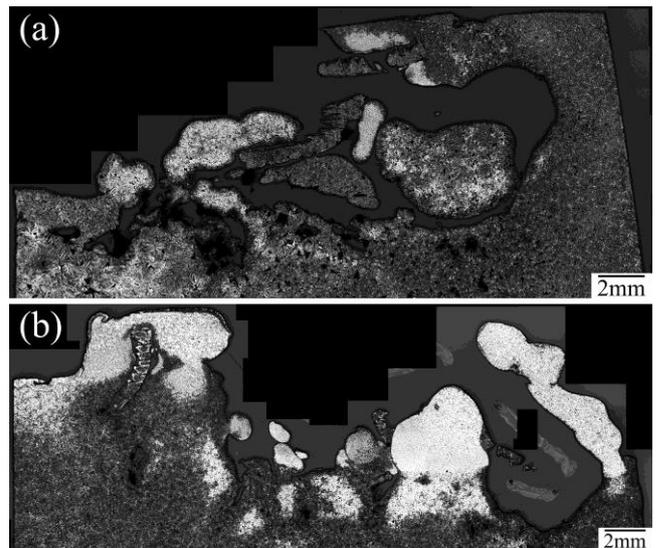


図6 切粉と溶湯境界部のマクロ組織、
(a)図5(a)の鑄物、(b) 図5(b)の鑄物

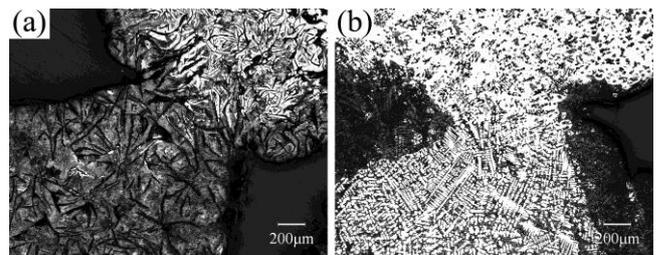


図7 切粉と溶湯境界部のミクロ組織、
(a)図5(a)の鑄物、(b) 図5(b)の鑄物

いた。外周部が一部再溶解・再凝固したためと考えられ

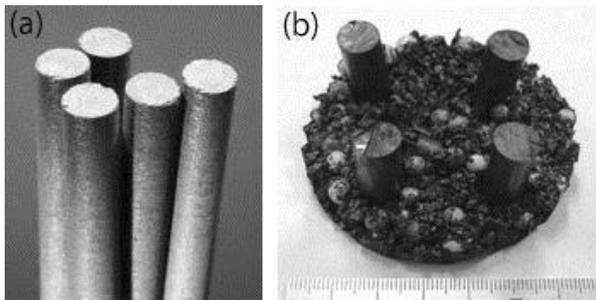


図8 (a)黒鉛棒とそれを用いた(b)ブリケット(黒鉛棒+ 鑄鉄切粉大+黒鉛粉末+発泡剤)

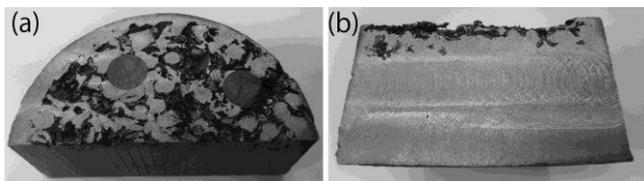


図9 図8(b)のブリケットを鑄ぐるんだ鑄物研削面、 (a)表面、(b)断面

る。また、特に図6(b)の組織で、切粉の部分の素地組織に白い部分が多くなっていた。この白い組織の硬さをマイクロビッカースで調べたところ、約180HVとなっており、FC250の素地であるパーライト組織の約280~300HVより軟らかくなっていた。そこで、この組織はフェライトであると考えられる。鑄造時の溶湯の熱により、脱炭した可能性がある。図6(a)(b)の断面を拡大したマイクロ組織を図7(a)(b)に示す。図7(a)では、素地組織がパーライトからフェライトへ変化しているものの、片状黒鉛は繋がっているように見られる。一方、図7(b)では、切粉側からフェライトのデンドライトが下側に向かって成長しているのが見られた。従って、ここまでは溶湯がきていた、あるいは切粉が再溶解することで液相が生じ、デンドライト成長したと考えられる。

これまでは図1(b)の焼結型の代替品を作ることを目指して原料に粉末を用いた実験を行ったが、図1(a)の埋込型のような大きな黒鉛が金属基盤中に点在するような無給油潤滑材の作製も試みた。図8(a)に示したようなφ

10mmの黒鉛棒を25mm程度に切断し、鑄鉄切粉大、黒鉛粉末、発泡剤を混合した厚さ5~10mm程度のブリケットで根元を固定したようなもの(図8(b))を作製した。これを用いて鑄ぐるみ実験を行った鑄物の断面を図9(a)(b)に示す。図9(a)は表面側を約4mm程度研削した面を示しており、丸い黒鉛棒と空隙が多数存在するポラス面になっていた。この黒鉛棒が溶湯の熱で燃えて細くなることも危惧されたが、ほとんど起きていないことが分かった。観察された空隙は、鑄鉄切粉の隙間、あるいは黒鉛粉末や発泡剤が存在していたところであると考えられる。これだけ大きな空隙では摺動時に切粉が剥離してしまう可能性が高いので、もっと小さな空隙にする必要がある。そこで、使用する粉末(切粉および黒鉛)を小さくすることで密にし、発泡剤を入れることで溶湯が進入する経路を確保した手法を今後検討したい。

4. まとめ

固体潤滑剤として黒鉛粉末を使用し、鑄鉄切粉と混ぜ合わせて作製したブリケットを鑄ぐるむことで無給油潤滑材の試作を行った。細かい切粉と黒鉛粉末を押し固めたブリケットの場合、ほとんど溶湯が進入しないことが分かった。そこで、大きい切粉と発泡剤を混合して大きな空隙を作ることで溶湯がブリケットに進入しやすくなり、一体化させることができた。これにφ10mmの黒鉛棒を組み合わせることで、φ10mmの黒鉛が存在した多孔質な表面を作ることができた。しかし、この多孔質面の空隙では大きすぎるため、もっと小さな空隙をもった多孔質面を作製できるように検討したい。

【謝 辞】

本研究を行う上で、鑄造実験および研究全般にわたり多大なご協力を頂きました株式会社岡本の西垣功一様、幅司様、若原正敏様、須田貴志様に深く感謝致します。

【参考文献】

- 1) 梶山ら：鑄物，第45巻，pp98-104，1973
- 2) 相馬ら：鑄物，第55巻，pp199-205，1983
- 3) 相馬ら：鑄物，第62巻，pp908-913，1990