

高充填性および低抜出力成形用クリーンミックス

Segregation-free Iron Powders Providing
High Filling Property into a Die or Low Ejection Force During Compaction

1. はじめに

鉄粉を主原料とする粉末冶金において、鉄粉は副原料である黒鉛や銅粉とともに混合され、成形、焼結を経て製品となる。これら副原料は、一般にその大きさや比重が鉄粉と異なり、偏析を起こしたり、粉塵による作業環境の悪化を引き起こす。これらの問題を解決するために、偏析防止処理を施した鉄粉が開発され、JFE スチールでは「JIP クリーンミックス」の名で商品化されている¹⁾。

偏析防止処理とは、副原料をバインダで鉄粉表面に付着させることで、副原料の偏析や粉塵発生を防止する技術である。ここで用いられるバインダには、副原料を鉄粉表面に付着させると同時に、成形時の鉄粉の流動性を阻害せず、潤滑性を発現するものが選ばれる^{2,3)}。

成形時、ホッパーから排出された鉄粉は、粉箱を経て金型内のキャビティーに充填され、賦形後、金型から抜き出されて成成品となる。一般に鉄粉は、粉箱からキャビティーへ自然落下により充填されるが、この時、流動性の悪い鉄粉は充填に時間がかかったり、キャビティーを完全に満たすことができず、生産性を悪化したり不良品を発生させたりする。また、成形後、金型から成形体を抜き出す際、金型表面との摩擦が大きいと抜出力が高くなり、型かじりを生じたり、場合によっては成形体が破壊されたりする。これら成形時の問題点を防ぐのが潤滑剤である。

今回、上記成形時の課題を解決する 2 種類の偏析防止処理鉄粉を開発した。1 つは、金型への充填性が良好な高充填性クリーンミックスであり、もう 1 つは成形時の抜出力を大幅に低減した低抜出力クリーンミックスである。

ここでは、これら 2 種類のクリーンミックスの諸特性について紹介する。

2. 実験方法

2.1 供試粉の作製

Fe-2.0 mass% Cu-0.8 mass% C 系に、高充填性用および低抜出力用に開発した潤滑剤(HFX および LEX)をそれぞれ 0.8 mass% 混合した鉄基混合粉末を作製した。また、比較材としてステアリン酸亜鉛を 0.8 mass% 単純混合したものを作製した。

2.2 粉体特性および圧粉特性

供試粉の見掛密度および流動度は、それぞれ JIS Z 2504, JIS Z 2502 に準拠して測定した。

今回、金型キャビティーへの充填性を評価する目的で、Fig. 1 に示す充填性評価装置を用い、長さ 20 mm、深さ 40 mm、幅 0.5 ~ 5.0 mm の透明アクリル製のキャビティー内へ供試粉を充填した。粉箱は、図中の矢印方向に移動し、その移動速度は 200 mm/s とした。また、キャビティー上での粉箱の保持時間は、0.5 ~ 2.0 s と変化させた。充填後の充填密度(充填重量/キャビティー体積)を測定し、充填前の見掛密度に対する比を算出して充填率とした。測定は供試粉の種類について 10 回行い、その平均値を算出した。

2.3 圧粉特性

供試粉を内径 11 mm の超硬製金型に充填し、490, 588, 686 MPa で成形した。この際、成形体を抜き出すときの抜出力を測定した。また、得られた成形体の密度を測定した。

2.4 焼結体特性

焼結体の寸法変化率および機械的特性を調査する目的で、成形体密度 6.85 Mg/m³ の、以下の成形体を作製した。

- (1) 環強さおよび寸法変化率測定用：外径 38 mm、内径 25 mm、高さ 10 mm のリング
- (2) シャルピー衝撃試験用：幅 10 mm、高さ 10 mm、長さ 55 mm の直方体
- (3) 引張強さ試験用：JPMA M 04-1992 に準拠した平行部幅 5 mm、高さ 5 mm の引張試験片

これらの成形体を RX ガス(標準状態 CO : 24 vol%, H₂ : 30 vol%, N₂ : balance)雰囲気下、1 130°C で 20 min 焼結し、各試験に供した。

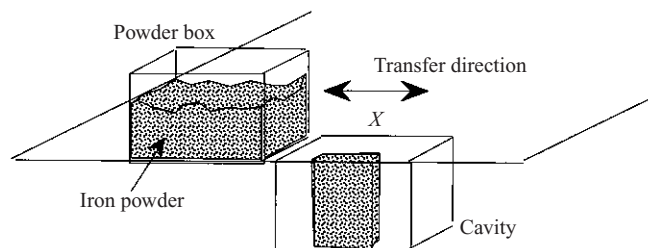


Fig. 1 Apparatus for testing of filling property

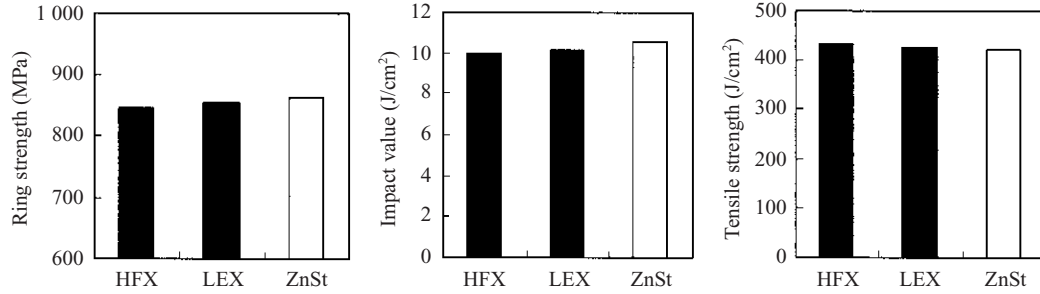


Fig.4 Mechanical property of sintered compacts made with the developed powders

3. 新規偏析防止粉の特性

3.1 キャビティー充填性

Fig. 2 に高充填性クリーンミックスおよび比較材のキャビティー充填試験結果を示す。幅(a)1.0 mm, (b)0.5 mm のキャビティーを用い、キャビティー上での粉箱の保持時間を0.5～1sの範囲で変化させた場合の充填率の変化を示した。いずれの鉄粉においても、キャビティー幅が狭くなるほど、また保持時間が短くなるほど充填率は低下する。1.0 mm 幅の場合、充填率が100%を超える点が存在するが、これは見掛け密度以上にキャビティー内に供試粉が充填されたことを意味する。また、0.5 mm 幅のキャビティーでは、開発材は比較材より充填率が10～15%高くなっている。以上の結果は、新規潤滑剤 HFX を添加した偏析防止鉄粉の薄肉キャビティーへの優れた充填性を示すものである。

3.2 成形体抜出力

Fig. 3 に今回開発した低抜出力用の潤滑剤 LEX を用いた偏析防止処理粉と比較材について、成形圧力と成形体密度および抜出力の関係を示す。両試料とも成形圧力が高くなるにしたがい、圧粉密度、抜出力ともに高くなる。圧粉密度においては、ほとんど差は見られないが、抜出力については顕著な差異が見られ、比較材に対して、新規潤滑剤 LEX を添加した開発材は、成形圧力増大にともなう抜出力の上昇が抑制されている。このことは、成形体の型抜きを容易にし、型かじりや成形体破損が少なくなることを示すものである。

3.3 焼結体特性

Fig. 4 に今回開発した2種類の偏析防止処理鉄粉、および比較材の圧環強度、引張強さ、衝撃値を示した。これら焼結体特性は、比較材と比較して大きな違いはない。今回、開発した潤滑剤は、いずれも焼結体特性に悪影響を及ぼさないことが確認できた。

4. おわりに

今回、金型への充填性あるいは金型からの抜出力に優れ

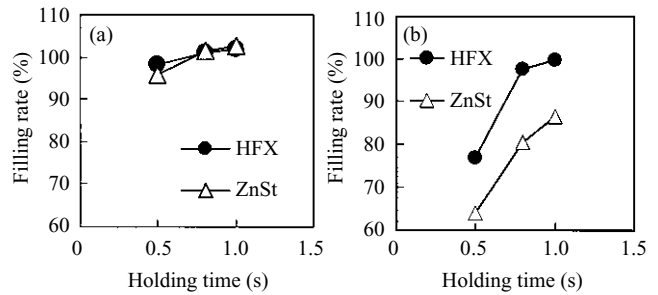


Fig.2 Effect of the holding time on the filling rate ((a) Cavity width: 1.0 mm, (b) Cavity width: 0.5 mm)

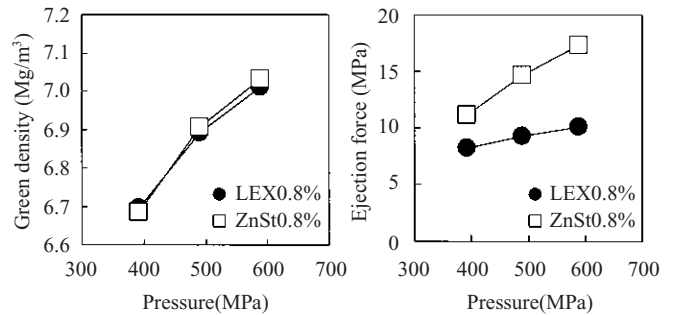


Fig.3 Effect of compacting pressure on green density and ejection force

た2種の偏析防止処理鉄粉を開発した。これらは、従来の偏析防止鉄粉と比較して、成形時に発生する型かじりや充填変動などのトラブルを防止し、お客様における省力化や生産性の向上に貢献できるものと考えられる。

これらの偏析防止処理粉は、新規クリーンミックスとして、2004年4月より販売を開始した。

参考文献

- 上ノ蘭聡, 高城重彰, 小倉邦明. 鉄粉研究 10年の歩み. 川崎製鉄技報. vol. 31, no. 1, 1999, p. 64-67.
- 上ノ蘭聡, 尾崎由紀子, 杉原裕. 高流動性ワックス系偏析防止鉄粉の開発. 粉体および粉末冶金. vol. 48, 2001, p. 305.
- 上ノ蘭聡, 尾崎由紀子, 杉原裕. ワックス系潤滑剤を用いた偏析防止粉の流動性支配因子. 粉体および粉末冶金. vol. 45, 1998, p. 849.

<問い合わせ先>

JFE スチール 鉄粉営業部鉄粉室 TEL: 03-3597-4062~4