新技術・新製品

鉄系焼結体のドリル加工性を改善する切削改善剤「JFM3」

前谷 敏夫, 宇波 繁, 尾崎由紀子

JFE スチール(株)スチール研究所, 〒260-0835 千葉市中央区川崎町 1.

Excellent Drilling Machinability Aid for Iron Based Sintered Compacts “JFM3”

Toshio Maetani, Shigeru Unami and Yukiko Ozaki

Steel Research Laboratory, JFE Steel Co., 1 Kawasaki-cho, Chuo-ku, Chiba 260-0835, Japan.

Received September 30, 2011

1 開発の背景, 目的

鉄系焼結体は自動車部品として広く適用されており, 複雑形状化, 高精度化のために機械加工される場合が多い. 焼結体には空孔が存在するため, 熱伝導が悪く^{1,2)}, また加工時に断続的な応力が工具に加わり, 切削加工での工具寿命は溶製材に比べて短いと言われており^{3,4)}, 切削性の改善が望まれている. ショックアブソーバ部品のように複数の穴あけ加工が必要な部品では, 特にドリル加工性が重要となる. ドリル加工においても焼結体の空隙率, 添加剤がドリル加工性に大きな影響を及ぼす⁵⁾. 当社では, 鉄系焼結体を対象にドリル加工時の工具磨耗, トルク変動を抑制する切削性に優れた焼結体を実現する新しい切削改善剤 JFM3 を添加した偏析防止処理粉を開発した.

2 技術内容, 特徴

水アトマイズ鉄粉 (JFE スチール(株)製, JIP 260A) に, 天然黒鉛粉 0.7 mass%, 潤滑剤としてステアリン酸亜鉛 0.8 mass% を添加し, さらに切削改善剤として当社開発の JFM3 0.75 mass% を添加し, 偏析防止処理を施し, 供試粉とした. 外径 60 mm, 厚さ 10 mm のタブレット状に成形体密度が 6.6 Mg/m³ となるように加圧成形し, 5 vol% 水素-95 vol% 窒素ガス雰囲気中で 1150 °C にて 15 分間保持した. 得られた焼結体の超硬ドリルによる加工時のドリル外周磨耗の結果を Fig.1 に示す. ドリル加工には, 2.4 mm φ の超硬ドリルを用い, 回転数 10000 rpm, 送り速度 0.02 mm/rev. の条件で 100 穴の乾式貫通加工を行った. 比較材として, JFM3 の代わりに汎用的な切削改善剤である硫化マンガン粉 (以下, MnS と略す) を 0~1.5 mass% 添加した焼結体の結果を合わせて Fig.1 に示す. JFM3 添加によりドリル外周磨耗は無添加時の 3 分の 1 程度に低下し, 同

等の添加量の MnS 添加材切削時と同等の工具磨耗低減効果を示す.

切削改善剤無添加材, 0.7 mass% MnS 添加材, および 0.75 mass% JFM3 添加材の切屑の外観を Fig.2 に示す. MnS あるいは JFM3 添加により, 切屑は微細化する. これは, 切屑生成過程で切削改善剤が応力集中点となり, 切屑のせん断を促進しているためと考えられる.

各種サンプルにおいて, 100 穴目をドリル加工した際の切削トルク測定結果を Fig.3 に示す. JFM3 添加材の切削トルクは, 無添加の場合の 2 分の 1 程度であり, MnS 添加材の切削トルクと同等である. 切削トルクは同等であるものの, ドリル加工時のトルクの変動に大きな違いがあり, 切削トルクの最小値と最大値をトルク変動幅として, 切削改善剤添加量との関係を求めた結果を Fig.4 に示す. 0.3 mass% 以上の MnS 添

Fig.1 Effect of amount of machinability aid on flank wears VB after drilling iron based sintered compacts.

Fig.2 Chips from iron based sintered compacts drilled with a 2.4 mm drill. (a) No additive (b) 0.7 mass% MnS (c) 0.75 mass% JFM3.

Fig.3 Effect of amount of machinability aid on torque in drilling iron based sintered compacts.

Fig.4 Effect of amount of machinability aid on amplitude of torque in drilling iron based sintered compacts.

加によりトルク変動幅はいずれの添加量においても、切削改善剤無添加材のおよそ3分の1以下に低下するが、JFM3添加材では、切削改善剤無添加材のおよそ10分の1、MnS添加材のおよそ3分の1にトルク変動幅は低下する。これは、JFM3が空孔と同等の $20\mu\text{m}$ 以上の粗い粒子を含んでいることにより、焼結体内の空孔の一部を充填することによって、ドリル加工時の断続切削を緩和し、その結果、切削トルク変動が抑制されるためと推定される。

ドリル加工時の切削トルク変動が大きいほど、加工時にドリルが受ける損傷は大きいと考えられ、ドリルとしての工具寿命が短くなると推測される。超硬合金はWCをCoバインダーで結合した組織となっており、ドリル加工によりドリルに断続的な外力が作用した場合、Coバインダー相が損傷すると思われる。そこで、ドリル先端部におけるCoバインダー相の損傷を評価するために、ドリル先端部の保磁力を試料振動型磁力計(VSM: Vibrating Sample Magnetometer)を用いて測定した。Fig.4に示した切削トルク変動とドリル先端部の保磁力の関係をFig.5に示す。切削トルク変動が大きくなるほどドリル先端部の保磁力は大きくなる傾向にあり、Coバインダー相が損傷していると考えられる。したがって、切削トルク変動の抑制は、ドリルの工具寿命の延長に寄与すると推定される。

Fig.5 Relationship between amplitude of drill torque and coercive force H_c of the cemented carbide drill.

1.2 mm ϕ の超硬ドリルを用いて、回転数10000 rpm、送り速度0.03 mm/rev.の条件で切削改善剤無添加材、0.5 mass% MnS添加材、および0.75 mass% JFM3添加材の乾式貫通加工を行い、ドリルが折損するまでの穴数を調査した結果をFig.6に示す。JFM3添加により、切削改善剤無添加材の6.5倍、MnS添加材の3.5倍と大幅にドリル折損までの穴数が増加しており、JFM3添加が工具寿命の延長に大きく寄与する。

Fig.6 Effect of machinability aids on drill life to failure in drilling iron based sintered compacts.

3 用途、適用範囲

ドリル加工性を改善する切削改善剤「JFM3」を添加した偏析防止処理粉「クリーンミックス」は穴あけ加工の多い自動車の焼結機械部品に採用されている。

4 今後の展開

切削改善剤「JFM3」を添加した偏析防止処理粉「クリーンミックス」は、切削性、特にドリル加工性に優れるため、工具寿命の延長など、加工費の削減に貢献でき、穴あけ加工の多い自動車等の焼結機械部品への更なる適用が期待されている。

特 許

特許 4640162 の他、複数の特許を出願済みである。

文 献

- 1) N. Narutaki and A. Murakoshi: "Machinability of Sintered Steels", Seimitsukikai, 47(12)(1981)76-82.
- 2) N. Usuki: Metal Powder Rep., 11(1986)839-843.
- 3) J.S. Agapiou and M.F. Devries: "Machinability of Powder Metallurgy Materials", Int. J. of Powder Metallurgy, 24(1) (1988)47-57.
- 4) A. Salak, M. Selecka, and H. Danninger: Machinability of powder metallurgy steels, CISP, (2005)175.
- 5) J.S. Agapiou, G.W. Halldin, and M.F. Devries: Int. J. of Powder Metallurgy, 25(2)(1989)127-139.