

液体金型潤滑成形法を用いた 高密度焼結サイレントチェーン用スプロケット

High-density Sintered Sprocket for Silent Chain Made by Die Wall Lubrication Compacting with Liquid Coating

小野寺 哲 Satoshi Onodera

生産革新本部 生産統括部 コア技術推進センタ

1 概要

高機能焼結部品の一つである自動車エンジンタイミングトレイン系部品のサイレントチェーン用スプロケットは、歯面に高い面圧疲労強度が必要である。そのため、局部的塑性加工である歯面転造法により、歯面表層の残存気孔を減じて高密度化 (7.5 Mg/m^3) している。しかし、他製法の台頭などにより、歯面転造に代わる安価な高密度化製法が必要となり、開発に着手した。開発した製法は、粉末成形工程において、潤滑油膜を均一成膜した金型を用いて、成形潤滑剤添加量を必要最小限に添加した原料粉末を圧粉することで高密度化を図る液体金型潤滑成形法である。本製法開発により、歯面転造工程の省略が可能となり、顧客要求特性を満足する低コストサイレントチェーン用スプロケットの上市に成功した。

Sintered sprockets for silent chains of automobile engines require high contact fatigue strength on tooth surfaces. So, the sprockets are densified (7.5 Mg/m^3) by removing the residual pores of the tooth surface layer using the tooth flank form rolling method. However, due to the rise of other processes, we started developing an inexpensive densification process to replace the tooth flank form rolling method. Die wall lubrication compacting with liquid coating, which allows high-density compaction of raw powders with the amount of added lubricant minimized using a die uniformly coated with lubricant film, was developed. As a result of this development, industrial production of a low-cost sprocket for silent chains omitting the tooth flank form rolling process was successfully realized.

2 本技術の特長

- ・開発した潤滑油により、離型性は一般成形法の2倍以上
- ・金型作動を利用した潤滑油膜の成膜技術であり、成形速度(生産性)の観点で有利
- ・自動車エンジンタイミングトレイン系部品のサイレントチェーン用スプロケットに採用し、粉末冶金製品の適用拡大に貢献

3 開発の経緯

自動車エンジンの高出力化や高回転に伴い、エンジン動弁機構用スプロケットは、チェーンとの摺動により発生する応力が高くなる傾向にある。特に、エンジンの騒音を大幅に低減できるサイレントチェーン仕様では、高い面圧疲労強さがスプロケットに求められる。焼結部品において、高い面圧疲労強さを得るための一つの手法は高密度化である。これまで、焼結鍛造、2回成形-2回焼結、温間成形、そして歯面転造などの製法が工業化されてきた。

一方、近年のグローバル化の加速により、自動車メーカの部品調達先は急速に新興国へ及んでいること、さらには鍛造や切削加工などの他工法の台頭による低コスト化が進んでいることなど、粉末冶金法はコスト競争力の強化がますます重要である。

以上のことから、高密度・高強度の特性を備えつつ、高い生産性を持った、コスト競争力に優れる金型潤滑成形法の開発に着手した。

4 技術内容

(1) 開発潤滑油の離型特性

粉末成形過程において優れた離型性を得ることができる潤滑油の開発から出発することとし、鉱物系基油に、種々検討した固体潤滑剤と極圧剤を添加した新しい潤滑油を開発した。この潤滑油を用い、Fe-Cu-C系粉末を成形圧力400~1500 MPaの範囲で円柱形(直径20 mm×高さ30 mm)に金型潤滑成形したときの、圧粉体離型力を一般成形と比較して図1に示す。開発した潤滑油を用いた金型潤滑成形の離型力は、一般成形と比べて低い水準にあること、それは、

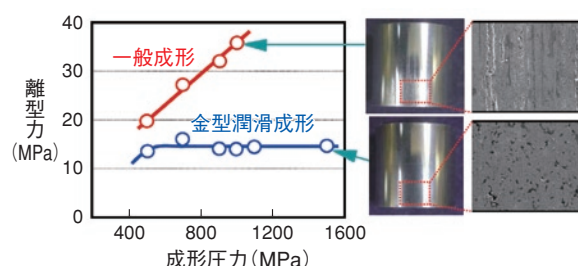


図1 開発した潤滑油の離型特性

Figure 1 Mold releasability of developed lubricant

成形圧力が高いほど顕著となり、1000 MPa以上の成形圧力では一般成形に比べて50%以上低減することなどがわかる。

(2) 潤滑油の塗布方法

続いて本研究開発では、成形過程の離型から粉末充填復帰までの通常の金型作動サイクル内で完結する特長ある潤滑油の成膜手法を開発した。その模式を図2に示す。金型内部を通して供給する潤滑油は、離型位置から粉末充填位置までの金型作動中に各金型の内壁面や側面に均一に塗布される。これにより、成形速度(生産性)を阻害することなく高密度製品の生産が可能となる。

(3) 適用製品

独自に開発した液体金型潤滑成形法により、これまでの製法であった歯面転造を省略できる低コスト・高密度スプロケットの工業化に成功した。商品の一例を図3に示す。本製品は軽量化のための肉抜き穴を多数有し、かつ多段パンチ成形品であるが、成形要件として必要な金型壁面全てに均一な潤滑油膜を成膜できる技術を開発し、適用する製品の制約条件も最小限とした。

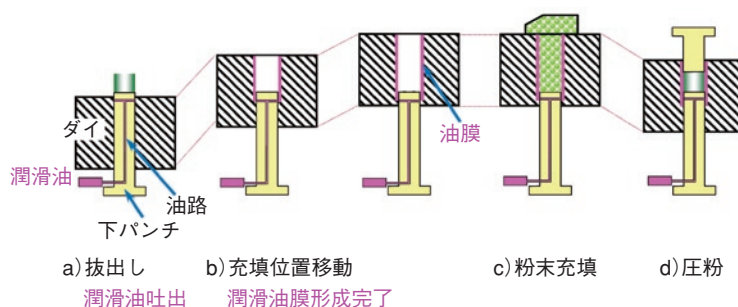


図2 潤滑油塗布方法の模式

Figure 2 Diagram of steps in the lubricant application method



図3 液体金型潤滑成形法を適用した高密度サイレントチェーン用スプロケット

Figure 3 High-density sintered sprocket for silent chain made by die wall lubrication compaction with liquid coating

5 今後の展開

- ・競合他社との差別化を図る高密度製品の市場拡大
- ・新製品開発の待ち伏せ技術となる次世代高密度化技術の創出

【参考文献】

- 1) S. Onodera, A Hamano, K. Oofuji : "The Development of Advance Die Wall Lubricating Compaction", Proceedings of the 2012 Powder Metallurgy World Congress & Exhibition (2012)
- 2) 上田勝彦, 町田輝史, 岩切誠, 深川浩一 : "鉄系粉末金型潤滑成形法の最適化と拔出し挙動の動的小よび静的摩擦解析", 粉体および粉末冶金, 48(2001)907-914.
- 3) W.G. Ball, F.W. Hinger, R.A. Mckotch and H.D. Pfingstler. "Replacing internal with External Lubricants", Advances in Powder Metallurgy & Particulate Materials, 3(1994) pp.x71-82.