タイミングベルトプーリーの高機能化事例について

佐藤 克明^{☆1}, 坂 勉^{☆1}, 酒井 純^{☆3}, 高木 善昭^{☆2}

^{☆1} 株式会社技術研究所栃木研究所, 〒321-33 栃木県芳賀郡芳賀町下高根沢4630. ^{☆2} 株式会社技術研究所和光研究所, 〒351-01 和光市中央1-4-1. ^{☆3} 日立粉末冶金株式会社粉末冶金事業部機械部品設計部, 〒271 松戸市稔台520.

Extra High Functions Examples of Timing Belt Pulleys for Automotive Engine

Katsuaki Sato^{☆1}, Tsutomu Saka^{☆1}, Jun Sakai^{☆3} and Yoshiaki Takagi^{☆2}

^{☆1} Tochigi R & D Center, Honda R & D Co., Ltd., 4630 Shimotakanezawa Haga-machi, Tochigi 321-33.
^{☆2} Wako R & D Center, Honda R & D Co., Ltd., 1-4-1 Chuo, Wako 351-01. ^{☆3} Mechanical Parts Design Dept., Powdered Metals Product Div., Hitachi Powdered Metals Co., Ltd., 520 Minoridai, Matsudo 271.

Received July 11, 1996

SYNOPSIS

The pulleys are used to be produced by powder metal due to cost performance and high productivity. Recently, the timing belt pulleys for automotive engine are required extra high functions which have sensor or light weight, and the complex shape pulleys are tend to increase. This report introduces the examples of the design and engineering of these pulleys as follows.

- 1) The light weight pulleys with thin wall curtain shape rim are lighter than stamping pulleys.
- 2) The cam shaft pulleys with sensing cam are manufactured as utilizing powder flow during compacting.
- 3) The crank shaft pulleys with sensing cam at flange portion for miss fire detection have high accuracy of angle phase between key way and sensing cam.

KEY WORDS

Pulley, Light weight, Sensing cam, High accuracy

1 緒 言

クランクプーリーからカムシャフトへの動力伝達の機能を持つ自動車エンジン用タイミングベルトプーリーにはコスト、生産性の理由により焼結材が比較的多く用いられている。

近年、基本的機能である動力伝達に加えて、低燃費を目的とした軽量化や制御信号および失火検知用のセンシング機能（カム）の付加等の高機能化ニーズが高まりつつある。そこで、本報は自動車エンジン用タイミングベルトプーリーの変遷や、プーリーに要求される特性を辿りながら、その高機能化に対する粉末冶金製法での生産技術的対応を含めた開発事例について紹介する。

Fig. 1 はプーリーの使用箇所を示す。

Fig.1 Application place.

2 プーリーの機能的変遷

2.1 ドリブンプーリーについて

1970年代のニーズは、クランクシャフトからカムシャフトへの動力伝達が主であり、製法は鋳物の削り出しであった。1970年代後半からコストダウンニーズより焼結に置き換えられている。

1980年代に入ると、コンパクト、軽量化ニーズからプーリーの小径化が実施され、半ばからは、燃料系の電子制御化から、センサー機能が要求されてきた。また、より一層の軽量化を狙い歯裏の肉抜きも実施されている。現在は、板金性プーリーを凌ぐ軽量化を図った物も具現化されている。

Fig. 2 はドリブンプーリーの変遷を示す。

2.2 ドライブプーリーについて

ドライブプーリーは、焼結に適した形状から、1970年代からすでに焼結化が実施され、1980年代に入りコンパクトニーズから、小径化が実施された。また、脱着性（フレッティング防止）から内径セレーション形状の採用が見られた。1996年に入り対米の失火検知対応からセンサー機能が要求されている。

Fig. 3 はドライブプーリーの変遷を示す。

	1970	1980	1990	2000
Needs	Tooth profile accuracy Cost down	More compact Lightweight Add sensor function		
Materials	Cast iron	Steel	Powder metal	
Design		Miniaturize diameter Add sensor Cut off tooth back		

Fig. 2 Driven pulley transition.

Needs	Tooth profile accuracy Cost down	Detachable (to prevent fretting) Add sensor function More compact Presser capacity	
Materials			
Design		Inside diameter serrated Miniaturize diameter Add sensor Add steaming	

Fig. 3 Drive pulley transition.

3 プーリーに要求される特性と対応

3.1 ドリブンプーリーについて

ドリブンプーリーに要求される特性としては、第一に当然のことながら動力伝達を行うための強度・精度がありつぎに、慣性モーメントの低減からの軽量化、センサー機能を満たす高機能化、さらに不変のニーズであるコストダウンが要求されている。

軽量化については、具体的対応として

- ①歯・リブ部の薄肉化
- ②リブ本数の削減
- ③小径化

高機能化については、具体的対応として

- ①各種センサーの付加（一体成形）
- ②キーの一体化

コストダウンについては、複雑形状化する製品をいかに、切削加工エスで製造出来るかに懸かっており設計段階から最適形状の検討を行っている。

これらの要求を具現化する生産技術対応として

- ①最適形状設計
- ②金型構造・機構の改良を行っている。

Fig. 4 はドリブンプーリーのニーズと対応手法の

関連を示す。

Fig. 4 Needs of driven pulley and method of production technical design.

3.2 ドライブプーリーについて

ドライブプーリーに要求される特性としては、クランクシャフト締結部の面圧強度と脱着性、センサー機能を満たす高機能化が要求されている。

面圧強度については、具体的対応として

- ①スチーム処理

高機能化については、具体的対応として

- ①各種センサーの付加（一体成形）
- ②キーの一体化
- ③ベルトガイドの一体化を行っている。

脱着性については, 具体的対応として

- ①フレット防止から, 内径のセレーション化
これらの要求を具現化する為の生産技術対応
として

ドリブnpブリー同様に,

- ①最適な形状設計
- ②金型構造・機構の改良を行っている。

Fig. 5 はドライブブリーのニーズと対応手法の
関連を示す。

Fig. 5 Needs of drive pulley and method of production technical design.

4 開発事例紹介

4.1 ドリブnpブリーの軽量化例について

- 1) 一例として, 応力解析に基づく徹底的な軽量化により, 483 g → 316 g へ 34.5% の重量低減を図った例を紹介する。

(Fig. 6 参照)

具体的軽量化内容については,

- ①歯の裏側にカーテン状の肉抜きを施し, 歯底肉厚を 4 mm から 2 mm に低減。
- ②リブの厚さを 4.6 mm から 4.0 mm に低減。
- ③スポークの本数を 6 本から 4 本に低減。
- ④歯幅を 27 mm から 26 mm に低減。

また, 上記, 形状を具現化する為の生産技術としては, 粉末を所定の量移動させた後に成形するいわゆる粉末トランスファー成形の採用と, 各パンチのタワミバランスの適正化を図り, 密度の均一化と成形時のクラック防止を行っている。

- 2) 次に, 最近の事例で, 板金製から焼結に置換した例を紹介する。これは, 板金製よりも 18% の軽量化を達成している。

(Fig. 7 参照)

具体的軽量化内容については,

- ①歯底肉厚を板金の 2.3 mm から 1.6 mm に低減。
- ②歯幅を 28.5 mm から 25.5 mm に低減。
- ③肉抜き穴の数を 3 ケから 5 ケに, 且つ, 穴の大きさを拡大。

また, 生産技術対応としては, 前述の粉末トランスファー成形と, 各パンチのタワミバランスの適正化以外にカムシャフト締結部キーの一体成形を採用しています。以上の対応により, コスト的にも板金製ブリーを凌ぐ製品となっている。

Fig. 6 Light weight driven pulley.

Fig. 7 Light weight driven pulley.

4.2 ドリブnpブリーの高機能化例について

センシング機能すなわちカムが付加されているブリーでは, その検知センサーの設置位置の関係によ

り、リップ端面もしくは歯端面にカムが位置している。カムは何れも機械加工レスの一体成形で具現化している。(Fig. 8 参照)

Fig. 8 Extra cam add driven pulley.

生産技術対応としては、カムの成形に対し、カム形状、裏側の肉抜き形状をチューニングし、成形時の粉末の流動を利用し成形しており、これは、特に、リップ端面に位置するカムの場合粉末の充填量が不足し、低密度による型崩れを防止するためである。

(Fig. 9 参照)

Fig. 9 Method of cam forming.

4.3 ドライブプーリーの高機能化例について

クランクプーリーにも、9 6年モデルから実施された対米の失火検知対応から、クランクシャフトの角速度変化をセンシングするためのカムが付加されています。このカムは、高精度を要求されており、焼結一体成形化とする事により、具現化している。内径キー溝に対するカム位置のパラツキ精度は、3σで1'2'3"の高精度を達成している。

(Fig. 10 参照)

Fig. 10 Cam accuracy data.

生産技術対応としては、センサー部のオーバーハング量により成形方案を変えて対応している。オーバーハング量の少ないものは段付きダイス方式で、多いものはパンチ分割方式で成形している。また、締結部の面圧強度が必要なものについては、スチーム処理を行っている。

他にも、凸キー一体成形やフレット防止用の内径スプライン形状の型出しを行っている。

(Fig. 11 参照)

Fig. 11 Method of cam forming.

5 あとがき

最近のタイミングベルトブーリは、従来からの機能に加えて制御用信号および失火検知用センサーとしての機能が要求されているが、本事例で紹介した様に成形技術の進歩によりコストパフォーマンスに優れたブーリを具現化している。今後、さらにCNCプレスに代表される様な成形技術の進歩により、粉末冶金

製法の特徴である加工レスでの製品化の幅が広がり、より複雑形状部品への適用拡大が期待される。

文 献

- 1) 鈴木直弘：日本粉末冶金工業会，第5回粉末冶金開発事例発表会講演テキスト，(1991)