



[著者] 小久保 貴文
工業機材事業本部 技術本部 商品開発部
ビトリファイドグループ

KEY
WORD
...

カムシャフト

長寿命

砥粒突出し

ビトリファイドCBNホイール

表面粗さ

工具費低減

残留応力

切れ味

均質性

Q

カムプロファイル研削において
研削焼け・残留応力等を抑制し、
ドレッシング間隔の延長と
サイクルタイムの短縮がしたい。



A

こんな悩みにはこの製品



長寿命かつ良好な切れ味を発揮する ビトリファイドCBNホイール シャープカイザー



近年、自動車は低燃費化・高性能化のために凹形状のカムプロファイルが採用されています。この際、加工では残留応力の増加が課題となり、サイクルタイムの延長やドレッシング間隔の短縮をしなければならないケースが見られます。そこで、加工品位とホイール寿命が両立できる、構造の均質性と砥粒突出しを最適化した“シャープカイザー”をご紹介します。

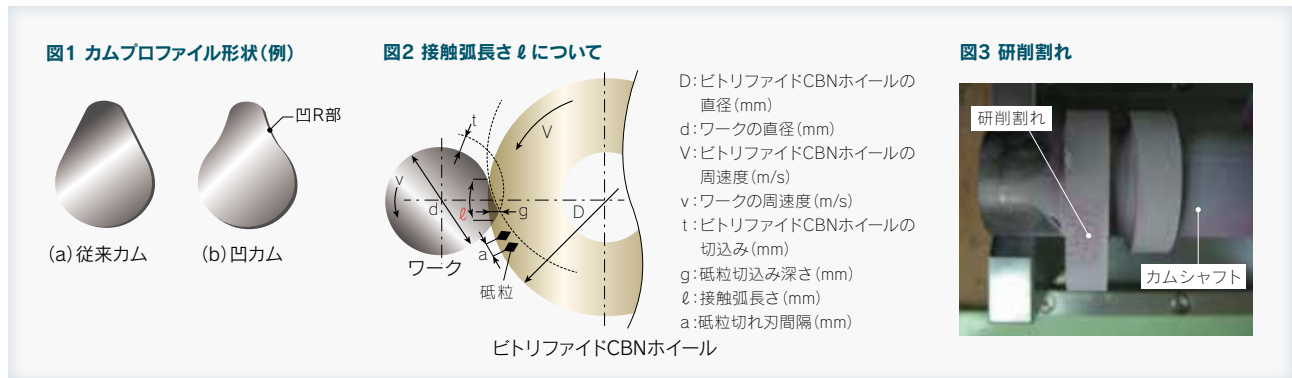


カムプロファイル研削に求められる特性

近年開発されている自動車エンジンのカムシャフトは、高出力・低燃費化を達成するため、凹形状化(以降凹カムと記す)が進んでいます(図1)。凹カムの研削は、凹R部の研削時に従来カムと比較して接触弧長さ l^* (図2)が長くなるため、研削熱が蓄積されやすく、研削割れ(図3)や、残留応力 * の発生などの問題を誘発しやすくなります。また、凹R部を研削するため従来カムと比較して小径のビトリファイドCBNホイールを使用することが一般的です。そのため、工具寿命は短くなり、交換頻度が増加するなどの問題が生じます。

また、従来カムにおいても、エンジンの性能向上を目的に高強度・高靱性なダクタイル鋳鉄を採用するケースが増えていきます。しかし、ダクタイル鋳鉄はねずみ鋳鉄に比べ被削性が悪く、研削熱を多く発生させるため、加工品位が悪化しやすいという問題があります。

そのため、ビトリファイドCBNホイールは凹カムおよび従来カムともに、研削熱を抑制するための良好な切れ味と、工具費・交換頻度の低減を目的とした長い寿命の両立がより一層求められるようになっていきます。



長寿命かつ良好な切れ味の達成のために ～シャープカイザーの開発～

一般にビトリファイドCBNホイールにおいて寿命と切れ味は背反した性能であり、両立は困難です。この課題解決のため

- ① 砥粒層の均質性のさらなる向上
- ② 良好な砥粒突出し性

を開発コンセプトとし、これらを達成可能なシャープカイザーの開発に取り組みました。

1点目のコンセプトである砥粒層の均質性に関して、一般には評価が困難とされていますが、ノリタケでは数種類の定量評価法を確立しています。今回はNORITAKE TECHNICAL JOURNAL2018^①に掲載している、砥粒層の断面画像を細分化することで、均質性を定量評価する手法(図4)を用いました。図5に均質性の解析結果を示します。分布形態の数値をみると、シャープカイザーは従来品に比べて、均質性が6%向上していることがわかります。

2点目のコンセプトである砥粒突出し性の評価には、ホイール面の起伏状態を精密に測定することが重要です。今回、レーザー顕微鏡を導入することで、砥粒突出し性の評価が可能となりました。従来品、シャープカイザーともに同一条件でのドレッシング後にホイール面を観察した結果(図6)、シャープカイザーは凹凸が顕著であり、砥粒突出し性が大幅に改善しています。

図4 砥粒層の断面画像から砥粒の均質性を評価する手法

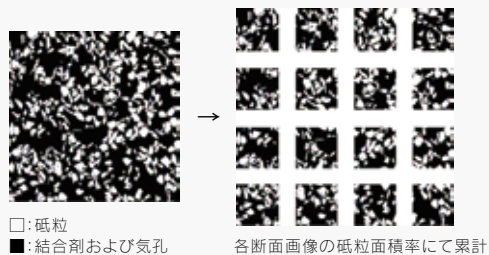


図5 均質性の解析結果

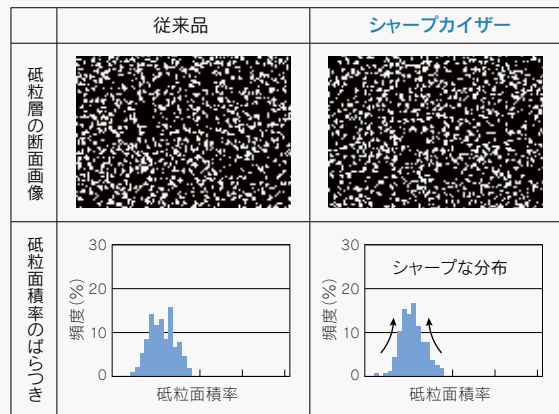
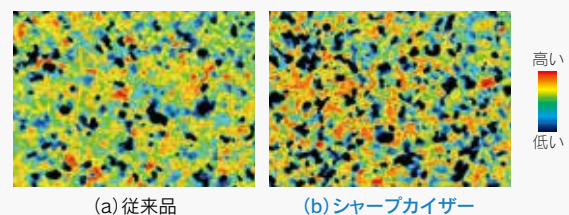


図6 レーザー顕微鏡による砥粒突出し状態の観察



シャープカイザーの実力

残留応力の増加が問題となりやすいダクタイル鋳鉄(FCD700)をワークに用いて、研削試験を実施しました(表1)。シャープカイザーは従来品と比較して切れ味が良好で、かつ段差摩耗*が少ないという優れた特性を示すことがわかりました(図7)。ここで、消費電力値(研削抵抗)がほぼ同程度であった(イ),(ロ)2点の試験結果について詳しく説明したいと思います。

同一加工本数における消費電力値、段差摩耗量、残留応力、表面粗さを図8に示します。段差摩耗量は30%低減するとともに、残留応力は75%低減、表面粗さは12%向上といずれも良好な結果が得られています。また、表面粗さ、もしくは段差摩耗量が想定規格値に到達する加工本数(ドレッシング間隔)の推定を行うと(図9)、表面粗さ基準では1.9倍、段差摩耗基準では2.9倍となりました。このように、シャープカイザーは品質(表面粗さ・残留応力)の向上や工具費の削減、工具交換頻度の低下によるライン稼働率の向上等、お客様のさまざまなお悩みを解決できると考えています。

表1 試験条件

[砥石]	
スペック	CBX140-V
寸法	φ350×T35×φ20mm
[ワーク]	
材質	FCD700
[研削条件]	
研削方式	カムプロファイル研削
ホイール周速度	140m/s
研削能率	110mm ³ /mm・s
ドレッサ	ロータリードレッサ(SD30)
研削油	水溶性

図8 研削性能詳細

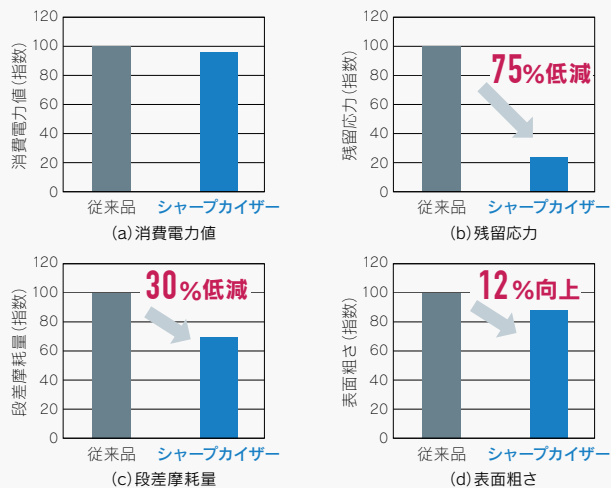


図7 研削性能線

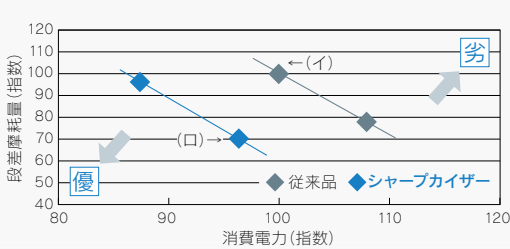
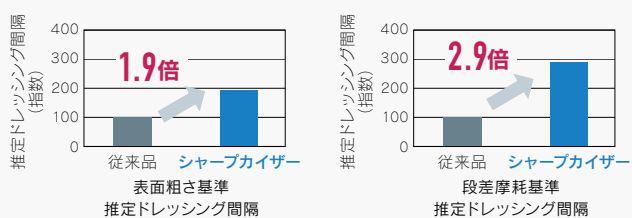


図9 各種基準値によるドレッシング間隔の推定



市場におけるシャープカイザーの採用動向

均質性と砥粒突出しを最適化させることで研削性能が向上したシャープカイザーは、凹カム研削において、残留応力を低く抑えつつ、従来比2倍以上のドレッシング間隔を達成するなどの結果を得られ、採用が進んでいます。また、良好な加工品位を実現できることから、残留応力が問題となりやすいダクタイル鋳鉄や研削焼けが問題となりやすいスチール材のカムにおいても、従来比1.5倍以上の寿命や加工品位の向上を達成しています。

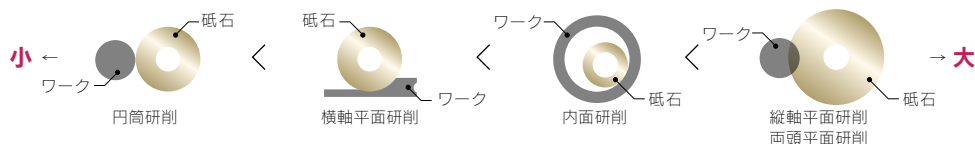
さらに、シャープカイザーはカムプロファイル研削以外においても、高負荷研削用途に適すると考えており、今後は他の用途への展開が期待されています。

ノリタケは今後も高性能な製品開発を行い、多岐に渡るお客様の課題解決に貢献していきたいと考えています。

[注釈]

※接触弧長さ：研削時に砥粒1粒がワークに対して削り取る長さを表し、切り屑の長さに相当する。図10のように円筒研削(≒ベース円部、ノーズR部) < 平面研削(≒通常カムのリフト部) < 内面研削(≒凹部)の順に大きくなる。

図10 接触弧長さと研削方式



※残留応力：研削後のワーク表面に残留した応力。引張り残留応力と圧縮残留応力があり、引張りの場合実質的な強度低下につながるため、できるだけ小さくすることが望ましい。

※段差摩耗量：異なる幅のワークを同じ砥石で研削した際に、研削代差によって生じる段差量。ワークに転写され、真直度が悪化するため、小さいことが望ましい。

[文献]

- ① 大浦 雄介：スーパーユニフォーム、ノンクロツティ, NORITAKE TECHNICAL JOURNAL 2018, (2018)8-11.
- ② ノリタケカンパニーリミテド：ビトリファイドCBNホイールのドレッシング条件と研削性能, ノリタケ技報, (1989) 1-11.

Q シャープカイザーはダイヤモンド砥粒や一般砥粒にも適用可能ですか？

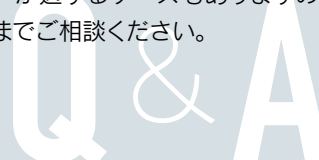
A 申し訳ございませんが、CBN砥粒専用ボンドです。

Q 最高使用周速度は何m/sでしょうか？

A ビトリファイドCBNホイール形状およびコア材質にも左右されますが、最大200m/sまでです。

Q FCチル材のカムシャフトへの適用は可能ですか？

A シャープカイザーの適用も可能ですが、FCチル材向けにはSW5ホイールを開発しており、そちらを推奨します。ただし、求められる特性・条件次第ではシャープカイザーが適するケースもありますので、詳細はノリタケまでご相談ください。



[適用範囲と期待効果]

金属材料		非金属材料		その他
鉄系材料	非鉄系材料 (Al・Cuなど)	無機材料 (ガラス・セラミックス)	有機材料 (ゴム・プラスチック)	先端材料
●				
サイクルタイム短縮	工具寿命向上	加工品質向上	作業性改善	環境配慮
●	●	●		