

悩み解決の
ヒント
あり

02



[著者] 杉谷 嘉彦

工業機材事業本部 技術本部 研削ソフト技術部
フィールド技術グループ

KEY
WORD
...

研削焼け

生産性

ドレッシング条件

端面加工

ビットリファイドCBNホイール

研削温度

研削油

Q

生産性を下げることなく
研削焼けを防止したいが
簡単ではなく困っている



A

こんな悩みにはこの製品



研削焼けを抑制する使用技術と 高能率研削用 ビットリファイドCBNホイール Σホイール



一般的に言われる研削焼けの対策、そのうちのホイールの使用技術としてのドレッシング条件、そして、研削焼けを抑制するホイールの5因子について考えてみるとともに、研削焼け防止に効果を発揮するビットリファイドCBNホイール、“Σホイール”をご紹介します。

研削焼けのこと

生産性が常に求められる現場において、研削焼けはラインの停止にもつながる、非常に重大なトラブルといえます。また、生産性向上のため加工時間を短縮しようとする、研削焼けが問題となり達成できないという課題もあるかと思いますが、研削焼け対策は一般的にそう容易ではありません。研削焼けは、研削点における温度が上昇し、研削熱がこもることで生じます。研削熱は研削割れや反りなどワークの変形を生じさせることもあり、ワークの寸法精度の低下につながるほか、加工変質層や引っ張り残留応力が発生し、機械部品としてのワークの耐摩耗性や疲労強度を低下させます¹⁾。

特に研削焼けが発生しやすいものとして、大きいワーク、端面部の研削などが挙げられますが、原因としては次のいずれかが当てはまります。

1) 研削時の接触面積が大きく、研削油が研削点に供給されにくい、冷却効果が十分に得られない(研削温度が上昇しやすい)。

❷ 砥粒切込み深さが小さく、砥粒が摩滅(すり減り摩耗)しやすい (例を図1に示します)。

研削焼けは、ワーク表面の変色・変質を意味しますが、ワーク材質の化学成分が同じでワーク硬度も同じものであっても、研削焼けが発生したりしなかったりする場合もあり、お客様も砥石メーカーも悩みどころです。

一般的に研削焼けの対策としては、発生する研削熱を小さくすることや可能な限り除去することで、ワークへ流入する研削熱を低減させることを意図して、

対策① 研削条件: 砥石周速度を遅くし、取り代を小さくする

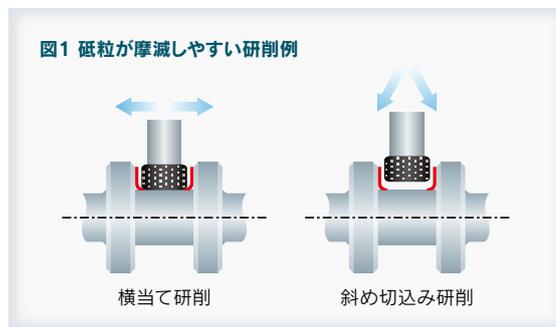
対策② ドレッシング条件: ドレッサ切込み量と送り速度を大きくするなどして、鋭利な砥粒切れ刃を生成する

対策③ 研削油の種類: 冷却性、潤滑性、浸透性の良い研削油にする

対策④ 研削油の供給方法: 研削油供給量を多く、また供給圧を高くする

対策⑤ 砥石の種類: 切れ味の良い砥石(セラミック砥粒、CBN砥粒、多気孔構造)にする

などを検討するべきです。これらは、研削焼けが発生した場合のチェック項目ともいえます。ただし、研削焼けを発生させないことは難しい問題ではなく、極端な話ゆつくりと時間をかけて研削する、つまりワークを冷却するのに十分な時間があれば、研削焼けが発生することはありません。あるいは、研削油を供給しない乾式研削であっても、研削焼けを発生させることなく研削することは可能なのです。しかし、生産性を求めるが故に研削焼け等のトラブル対策は難しくなります。研削工程に関わる全ての要素を最適化する、バランスの問題と向き合っているのです。このように、研削焼けを抑制するためには、工程全体の要素一つひとつの確認作業が必要となってきますので、お客様と砥石メーカーとの共同作業と考えます。



ドレッシング条件の調整とその方向性

研削焼けの対策として、砥石や研削油などのハード面とドレッシング条件や研削条件などのソフト面から見た対策法があることを示しました。ここでは、ハード面の変更なくソフト面で実施できる内容という視点で、そのひとつであるビトリファイド砥石のドレッシング条件について考えてみましょう。さて、その調整方法ですが、まずは切込み量とドレッシングリードの2つの条件、一般的には、ドレッシングリードの調整を優先的に行います。ビトリファイドCBNホイール(以下、ビトCBNホイール)の場合は、ロータリードレッサが使用されますので、ドレッサ回転方向とドレッシング周速度比の2つの条件がさらに加わり、これらも研削性能に大きく影響します。研削焼けを抑制する方向性についてまとめると、

❶ ドレッシングリードを速くする(例えば、0.1mm/r.o.w.よりも0.2mm/r.o.w.とする)

❷ 切込み量を大きくする(例えば、φ0.01mmよりもφ0.02mmとする)

❸ ドレッサ回転方向はアップカットよりもダウンカットにする

❹ ドレッシング周速度比を1に近づける(例えば、0.6よりも0.8とする)

となりますが、いずれも砥粒に大きな切れ刃を生成する、あるいは破砕するイメージと言ってよいでしょう。この辺りの初歩的、

一般的な内容がよくわかる説明が「NORITAKE TECHNICAL JOURNAL 2019」に掲載されていますので^②、是非ご一読ください。

ビトCBNホイールの5因子

ドレッシング条件を調整する場合、表面粗さなどの加工精度や砥石寿命に少なからず影響がでます。やはり、研削作業の全体を最適化するためにも、砥石の種類についても検討する必要があります。ここで、研削焼けを防止するための砥石の種類、特に、ビトCBNホイールの種類について考えてみます。研削焼けを抑制する切れ味の良い(具体的には、研削抵抗を低減する、消費電力値を低減する)ビトCBNホイールの5因子の選択としては、

■**砥粒**: 摩滅摩耗を抑制できる硬度が高く破碎性の良いCBN砥粒を選択する

■**粒度**: 粗目の粒度を選択する(場合によって細目の粒度の選択もある)

■**結合度**: 軟目の結合度を選択する(例えば、MよりもLとする)

■**集中度**: 低～中くらいの集中度を選択する(例えば、200よりも150とする)

■**ボンド**: 後退性の良いソフトボンドを選択する

となりますが、基本的にはホイール寿命が短くなる仕様となってしまいます。これこそが葛藤することになる問題といえます。それでは、5因子以外の選択肢として、研削焼けの防止に有効な手段はないのでしょうか。

ノリタケ独自のものを目指して

研削焼けに対しては、最適な製品のひとつとして、これまでもVPホイールなどの多気孔構造ビトCBNホイール^③があり、多くのお客様にご使用いただいています。その一方で、生産性の向上に対する高効率化のニーズは、ますます高まっており、従来品を超える製品開発が求められてきました。お客様のご要望に応えることのできるもの、これまでよりも安心感をお届けできる新しい技術はないか、そのアプローチのひとつとして、5因子以外の選択肢、6番目の因子について深く考えた結果、全く新しい技術に辿り着くことができました。

今回、特殊処理技術を採用した製品をご紹介します。ノリタケ独自開発の特殊コーティング処理を施したビトCBNホイール、Σホイールです。この特殊コーティングには潤滑性を補う成分が含まれており、研削点において砥粒に直接作用し、潤滑性を向上させます(図2)。

まずは、平面研削における従来品とΣホイールとの比較データを見てみましょう(表1、図3、図4)。サーモグラフィーを用いた研削温度の測定では、従来品に比べて、Σホイールは約20%低い研削温度を示しています。また、このとき、表面粗さ、ホイール摩耗量は同等もしくは改善傾向、消費電力値は10%以上低い値を示しています。研削焼けが発生しないように軟

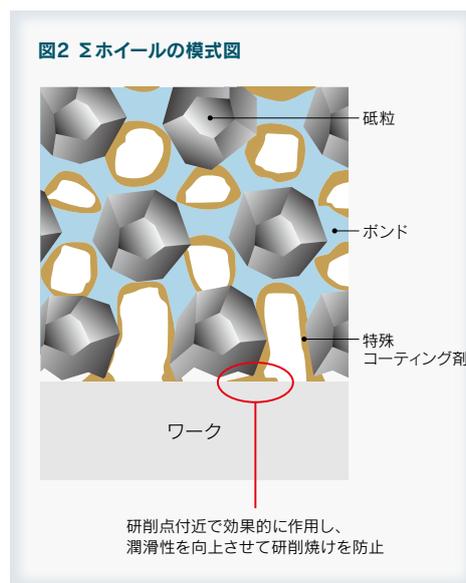


表1 試験条件(平面研削)

ホイール	スペック	①CB80M+200V(従来品) ②CB80M+200V(Σホイール)
	寸法	φ205×T13mm
ワーク	材質	SKD11(焼入れ HRc62)
	寸法	長さ100×厚み10mm
研削油	水溶性 温度測定時は乾式研削	

図3 サーモグラフィを用いた研削温度の測定

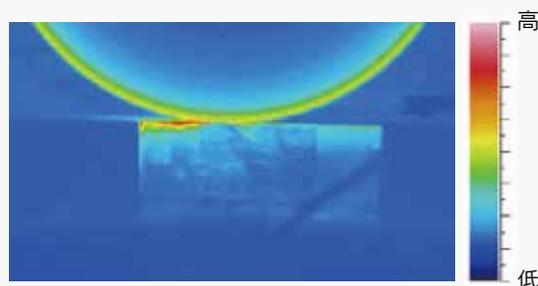
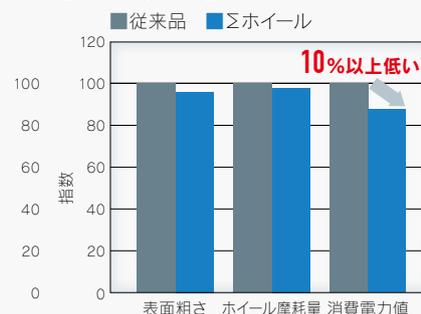


図4 試験結果(平面研削)



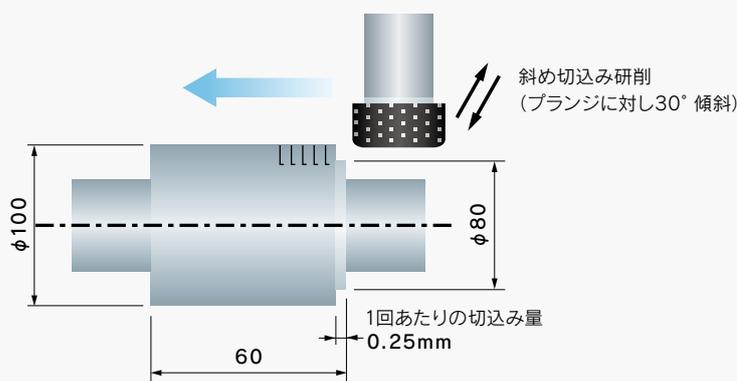
結合度など切れ味を重視した仕様のホイールでは、表面粗さが粗く、ホイール摩耗量は多くなってしまうのが一般的ですが、Σホイールはその問題を解決しており、なおかつ消費電力値が低い、つまりホイールの切れ味が良いです。Σホイールが、発生する研削熱の低減や消費電力値の低減に効果があることを示す試験結果といえます。

加工時間の短縮を図るために、このΣホイールを使用した場合はどうでしょうか。加工時間の短縮を図ると、研削焼けが問題となるケースがあります。このようなケースでのΣホイールの効果を示す比較データを見てみましょう。クランクシャフトのスラスト部や端面部の研削を想定した内容で、ワークの端面部に研削焼けが発生するまで段階的に研削能率を上げていく試験方法です(表2、図5)。従来品では研削能率 $10\text{mm}^3/\text{s}$ の条件において目視でわかる研削焼けが発生していますが、Σホイールでは、その2.5倍の研削能率 $25\text{mm}^3/\text{s}$ に達した時点で研削焼けが発生することがわかります。また、そのときの両者の

表2 試験条件(円筒斜め切込み研削)

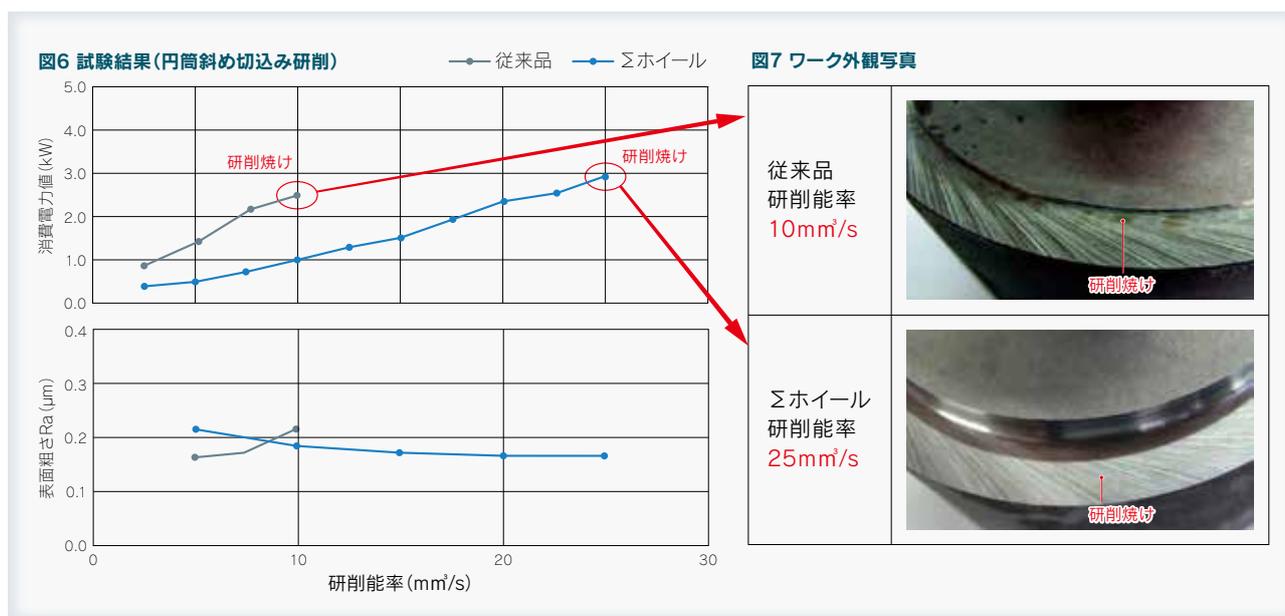
ホイール	スペック	①CB100M+200V(従来品) ②CB100M+200V(Σホイール)
	寸法	φ380×T16mm
ワーク	材質	SCM435(焼入れ HRc48)
	寸法	φ100×T60mm
研削油	水溶性	

図5 試験方法(円筒斜め切込み研削)



表面粗さはほぼ同等です(図6、図7)。

このように、Σホイールは特殊コーティング処理が研削点の潤滑作用を向上させることにより研削抵抗を低減し、研削焼けを抑制することに成功しました。



Σホイールの活用事例

お客様にてΣホイールをご活用いただいている事例を表にまとめました(表3)。Σホイールは、5因子を最適化したうえで検討していただくことが有効なアプローチと考えます。

本稿では、研削焼けとその対策、工具としてソリューションの一つであるΣホイールについて述べてきました。研削焼けを防止するため、皆様のご参考になれば幸いです。

表3 Σホイールの活用事例

ワーク	Σホイールのスペック	ホイール外径	性能
クランクピン	CBX100-V	φ550mm	スチール材の硬度低下を解消し、現行品に対しドレッシング間隔を3倍に延長。
クランクピン	CB80-V	φ550mm	研削割れを改善し、サイクルタイムの短縮が可能、消費電力値は現行品と比較し20%削減。
クランク スラストジャーナル	CBX80-V	φ450mm	スラスト部の研削焼け、R部の形状崩れを改善し、現行品に対しドレッシング間隔を2倍に延長。
ポンプカム	CB120-V	φ250mm	研削焼けを改善し、研削面の品質も向上。
シャフト円筒部 端面部	CBX120-V	φ350mm	現行品では端面に白層が発生し研削できなかったが、白層なく研削でき、ドレッシング間隔は30本。
オイルポンプギヤ	CB80-V	φ405mm	現行品で研削焼けが発生する加工本数の4倍加工した後も研削焼けが発生しない。

[文献]

- ① 竹中 規雄・佐藤久弥：研削加工のトラブルと対策, 誠文堂新光社(1972),71
 ② 杉野 香奈絵：よくわかるツルレーイング・ドレッシング, NORITAKE TECHNICAL JOURNAL 2019(2018),24
 ③ 伊藤 綾真：VPホイール, NORITAKE TECHNICAL JOURNAL 2018(2017),18

Q Σホイールはどれくらいの寸法まで製造可能ですか？

A 外径は最大700mm、厚みは最大50mmまでです。詳細はノリタケへお問い合わせください。

Q ビトCBNホイール以外の製品にコーティング処理はできますか？

A 現状はビトCBNホイールのみ対応しています。

Q Σホイールを使用する場合、どのような研削油が適していますか？

A ノリタケでの比較データ、およびお客様での事例は全て水溶性研削油です。
不水溶性研削油での使用例はありません。

Q & A

[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
●	●	●	●	