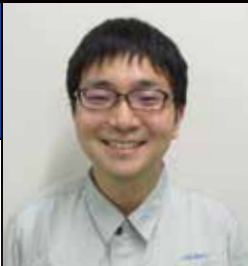


ノリタケ
からの
提案

注目の製品・技術

02



[著者] 神谷 泰弘
工業機材事業本部 技術本部
研削ソフト技術部 加工技術グループ

環境負荷低減と 生産効率の維持・向上を実現する ビトリファイドCBNホイール



一般的に機械加工は電力を多く消費する作業です。
特に高周速度で用いるビトリファイドCBNホイールは電力の消費が大きく、
環境負荷の低減が求められます。
コーティング剤によって潤滑性を高めた“Σホイール”は、
砥石軸の消費電力値を低減することができ、
生産効率を低下させることなく環境負荷の低減に貢献します。

高い潤滑性で研削抵抗を低減する
ビトリファイドCBNホイール

Σホイール 特許取得済

【適用範囲】

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
●				

【期待効果】

CO2削減効果	廃棄物削減効果	サイクルタイム短縮	加工品質向上	作業性改善
●		●	●	



生産効率向上と環境負荷低減の両立

製造業において生産効率の向上は永遠の課題と言っても過言ではありません。ムリ・ムラ・ムダを省いた効率の良い生産によって収益性を高め、製品を通じて社会に貢献することは企業の重要な課題となっています。研削工程においては、単位時間あたりの生産量を増やすために高能率化が進められ、砥石には高負荷な研削にも耐えられる強度が求められています。1971年にノリタケが世界で初めて完成させたビトリファイドCBNホイールは、アルミナ砥粒を使用した一般砥石よりもはるかに高硬度なCBN砥粒と高強度なビトリファイドボン드로構成されています。そのため、従来よりも高速な回転や高い研削抵抗に耐えられるようになり、研削能率を高めることができます。このビトリファイドCBNホイールの登場によって、研削工程の生産効率は飛躍的に向上しました。

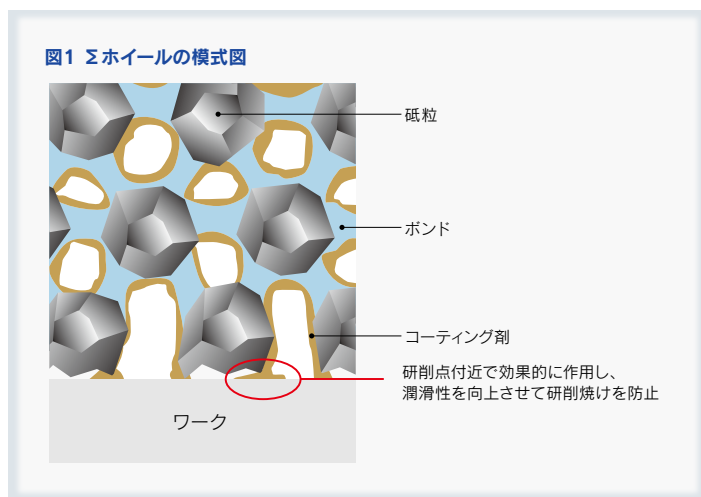
一方で世界的に環境問題に対する関心が高まり、日本でも2050年までに温室効果ガスの排出を全体として実質ゼロにする、カーボンニュートラルを達成する宣言がなされました。最近ではESG経営やサステナブル経営といった概念も広まりつつあり、企業にとって環境問題に取り組むことは義務であると同時に企業価値を高めるための重要な要素となっています。

研削加工の工程では、砥石軸モーターやワーク駆動用のサーボモーター、研削油供給ポンプや冷却水循環装置など、さまざまな部分で電力を消費します。特にビトリファイドCBNホイールを用いる研削工程は一般砥石と比較して高周速度で用いることが多いため、消費電力量が多くなる傾向にあり、環境負荷の低減が求められます。

そこで、生産効率向上と環境負荷低減という2つの重要な課題を両立させるため、ノリタケはΣホイールを提案します。

Σホイールの特徴

Σホイールはコーティング処理を施したビトリファイドCBNホイールです。このコーティング剤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て潤滑性を向上させます(図1)。一般的に砥石軸の消費電力値は、研削抵抗によって砥石軸の回転が阻害されることで上昇します。Σホイールは、コーティング剤によって潤滑性を高めることで研削抵抗の上昇を抑えることができるため、消費電力値の低減やワーク品位向上の効果が期待できます。

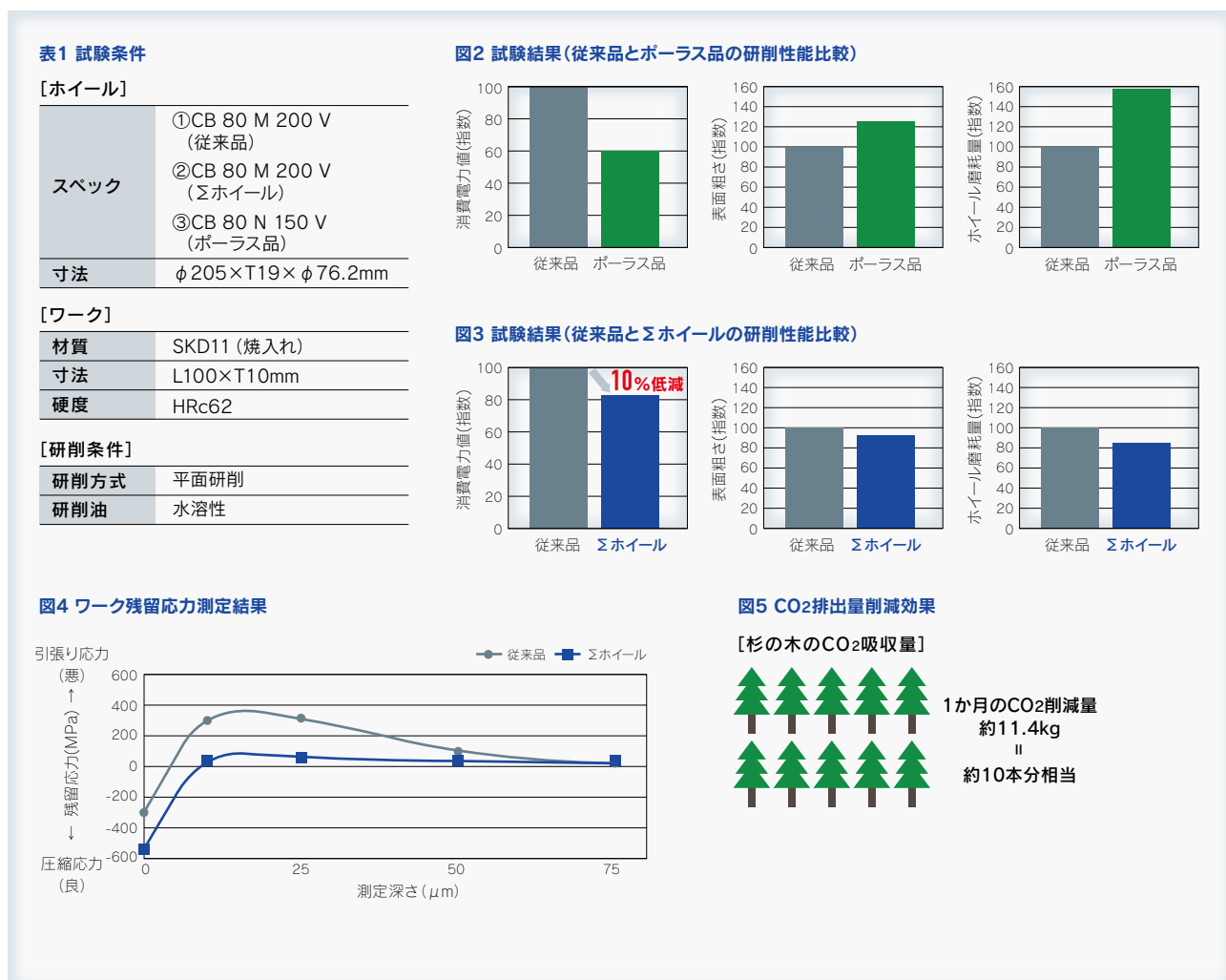


Σホイールの効果

消費電力値の低減を考えたとき、ビトリファイドCBNホイールの結合度や集中度を下げるなど、ホイール構造の変更で切れ味の向上を図る方法が一般的です。集中度を下げたポーラス品を用いた試験結果を見ると、消費電力値が低減しています(表1、図2)。しかし、集中度を下げると砥粒数が減少するため、砥粒1粒の仕事量が増加するので、ホイール摩耗量が増加してワーク表面粗さは粗くなりました。

一方、Σホイールを用いた試験結果を見ると、従来品と比較して消費電力値が10%低い値を示しています(表1、図3)。また、表面粗さやホイール摩耗量は同等から減少傾向にあるので、ワーク品位や工具寿命を低下させることなく消費電力値を低減できることがわかります。さらに、エックス線残留応力測定器でワークの残留応力[※]を測定したところ、従来品は研削熱の影響が出やすい深さ10~25 μm の部分で約350MPaの引張り応力が見られ、ワーク品位の劣化があったのに対して、Σホイールでは引張り応力がほとんど見られない結果が得られています(図4)。以上のように、コーティング剤によって研削点における潤滑性が向上して研削抵抗が低減されたため、Σホイールを用いることで生産効率を落とすことなく消費電力値低減とワーク品位向上を達成できました。

1日あたり10時間×月20日間設備を稼働させたと仮定すると、Σホイールは従来品と比較してCO₂排出量を約11.4kg削減できます(図5)。



さらなる生産効率向上を目指して

生産効率向上のために研削能率を高く設定する場合、一般的には消費電力値が高くなって引張り残留応力が大きくなる傾向にあります。Σホイールは従来品と比較して消費電力値が低く引張り残留応力を抑制できるため、研削能率の向上が期待できます。切込み量を増加させることで研削能率を変化させた試験結果を示します(表2、図6)。

消費電力量は消費電力値×時間で算出されます。研削能率を高く設定すると砥石軸の負荷が増加するため、単位時間あたりの消費電力値は上昇しますが、研削能率の高さと反比例して研削時間を短縮できるので、Σホイールはすべての研削能率において研削に必要な消費電力量を低減できました。ワークの残留応力を見ると研削能率が140%までは引張り残留応力が低い結果となっています。Σホイールを用いることで、生産効率の向上とワーク品位向上、消費電力量の低減を達成できます。従来品で1日あたり10時間×月20日間設備を稼働させて生産を行っていた場合と同一の生産量を研削能率140%で生産すると仮定すると、設備稼働時間を58時間削減できるため、CO₂排出量を約26.0kg削減できます(図7)。

表2 試験条件

[ホイール]

スペック	①CB 80 M 200 V (従来品)
	②CB 80 M 200 V (Σホイール)
寸法	φ205×T19×φ76.2mm

[ワーク]

材質	SKD11 (焼入れ)
寸法	L100×T10mm
硬度	HRc62

[研削条件]

研削方式	平面研削
切込み量	5、6、7、8mm/pass
研削油	水溶性

図6 試験結果

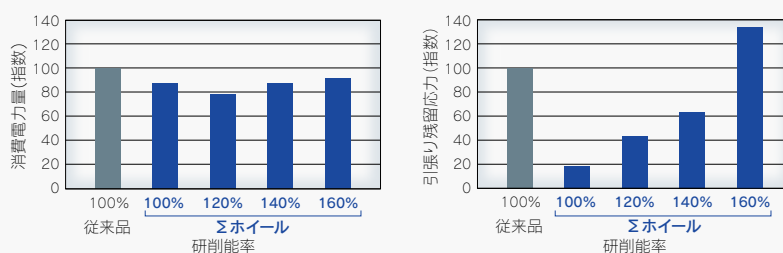


図7 CO₂排出量削減効果

[杉の木のCO₂吸収量]

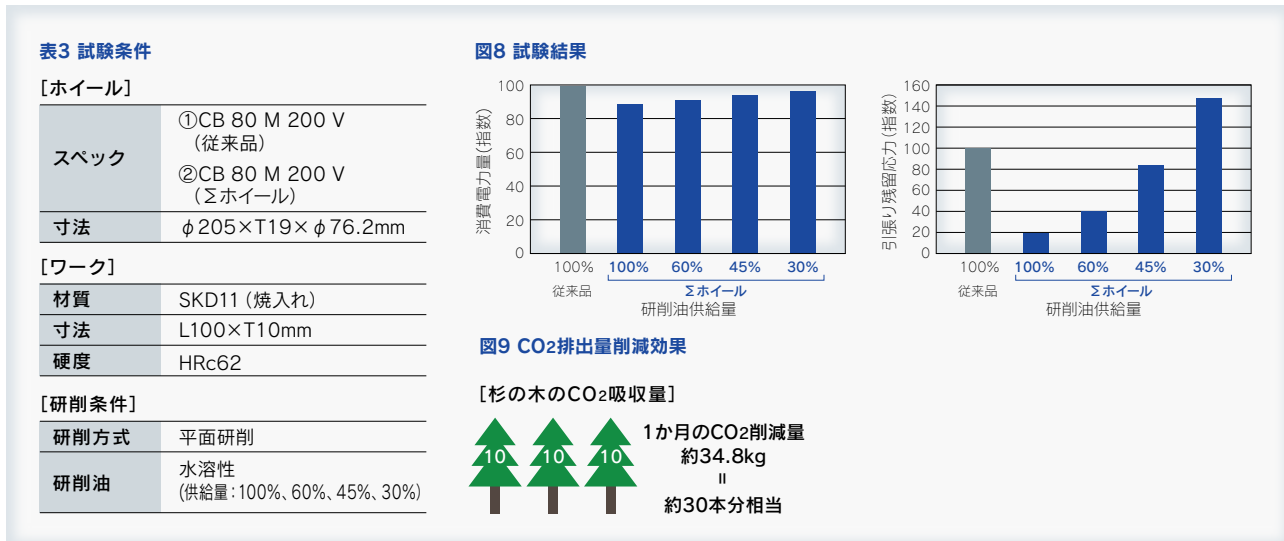


研削油供給量からのアプローチ

研削において研削油(クーラント)は主に潤滑性の向上と研削点の冷却を目的として用いられています。特に研削焼けを嫌う工程では大型のポンプを用いて多量の研削油を供給するため消費電力量を予想以上に使用していることが多く、横川氏¹⁾によると「全電力の30~50%はクーラント関係ともいわれる」ほど、環境負荷の観点では決して無視できない存在です。前述のように、Σホイールには潤滑性向上とそれに伴う研削熱の抑制という、研削油に近い働きが見られました。

それでは、Σホイールを用いることで少ない研削油供給量で同等の研削はできないでしょうか。Σホイールの研削について、研削油の供給量を変更した試験結果を示します(表3、図8)。通常、研削油の供給量を減少させると潤滑性と研削点冷却の効果が低下するため、砥石軸の消費電力値は増加してワークの残留応力は研削熱の影響で引張り応力が強くなっていく傾向がありますが、今回の試験では、研削油供給量を半分程度まで減らしても従来品に比べてワーク品位の低下を抑えられました。

阿部氏²⁾らの論文によると、「クーラント研削において研削動力に対するクーラント関係の消費動力はおよそ1:0.8の比率を占める」と図示されています。例えば、研削油供給量を60%へと変更して1日あたり10時間×月20日間設備を稼働した場合、砥石軸消費電力量低減の効果と、ポンプの消費電力量低減の効果을合わせて、CO₂排出量を約34.8kg低減できます(図9)。



環境負荷低減に向けて

以上のように、Σホイールによる環境負荷低減効果について適用事例をご紹介しました。

今後、CO₂排出量削減をはじめとした環境負荷低減に向けた動きはさらに加速していくことが予想されます。ノリタケでは研削の観点から、工具だけでなく関連機器も含めたトータルソリューションでお客様の要求に応えられるよう、今後も技術開発に取り組んでいきます。

[注釈]

※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。

[文献]

- ① 横川 宗彦: グリーンマシニングの動向, 機械と工具 第43巻 第9号, (1999)10-15.
- ② 阿部 忠之ほか: 小形円筒研削盤『EGProcessor』の開発, 砥粒加工学会誌 Vol.50 No.5, (2006)2-5.

[特許]

- ・ 株式会社ノリタケカンパニーリミテド, 永田晃, ビトリファイド砥石, 特許5065197, 2012/8/17

Q Σホイールを採用する場合、従来品と比較して注意することはありますか？

A 特にありません。従来品と全く同等のホイールスペックや研削条件で使っていただいても効果が期待できます。

Q Σホイールは一般砥石にも対応していますか？

A 申し訳ございませんが、ビトリファイドCBNホイールのみに対応できる製品です。

Q & A