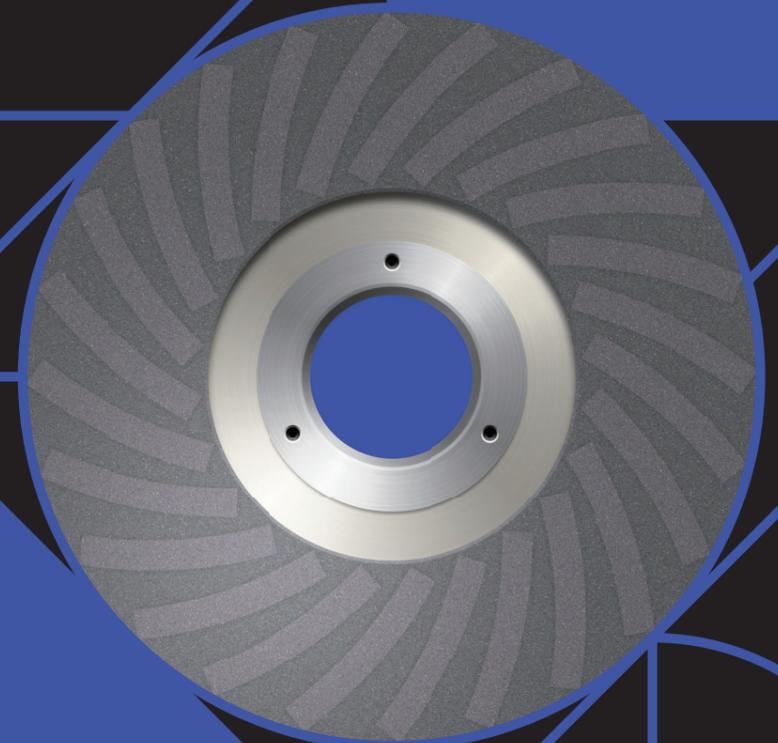


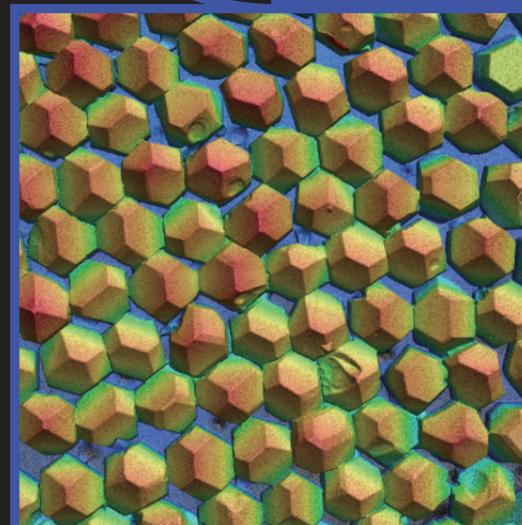
NORITAKE TECHNICAL JOURNAL

研削・研磨加工における革新技術
2025 | vol.6

NORITAKE
TECHNICAL
JOURNAL 研削・研磨加工における革新技術
2025 | vol.6



JIMTOF2024 出展 注目製品・技術



NORITAKE TECHNICAL JOURNAL

研削・研磨加工における革新技術

2025 | vol.6

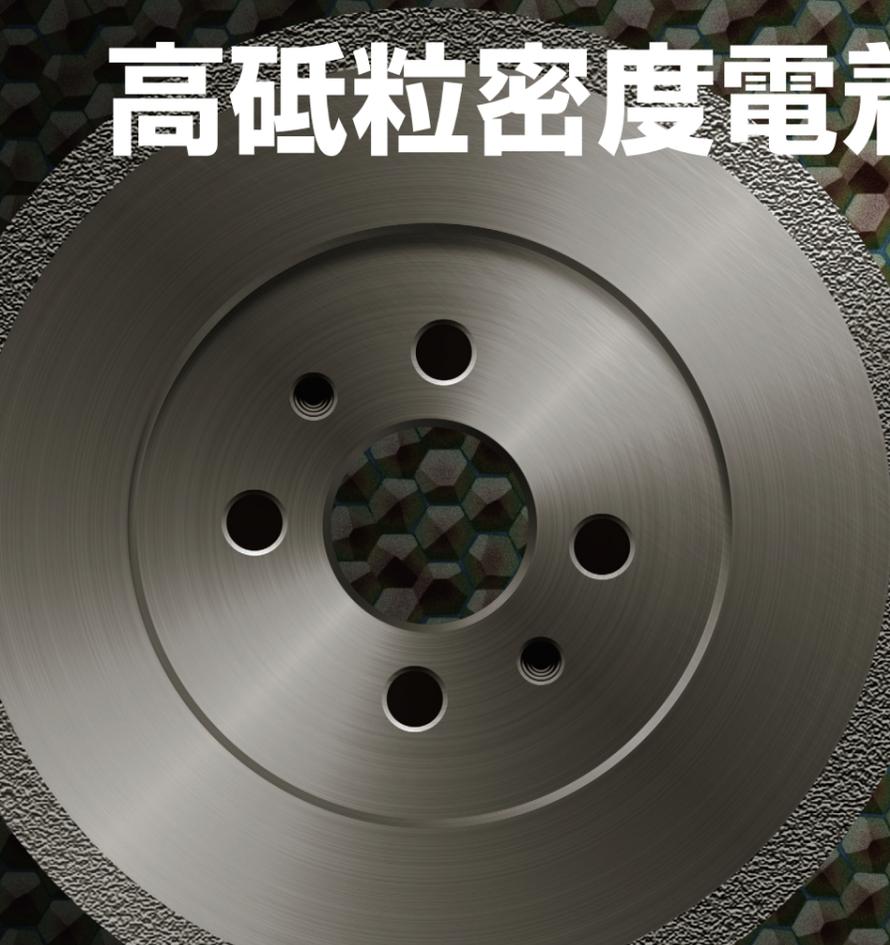
JIMTOF2024出展 注目製品・技術

- 01 | 高い形状精度・切れ味を持続可能にする
新たな砥粒層構造の開発
高砥粒密度電着技術
- 02 | 高能率・高精度研削用新メタルホイール
Ideal Metal
アイディアルメタル
- 03 | センタレス研削用防水シームレスビトリファイドCBNホイール
C-Smooth シースムース
- 04 | 環境配慮型両頭平面研削用砥石
バイオマス樹脂仕様レジノイド砥石
- 05 | アルミ/銅箔圧延ロール研削用レジノイド砥石
RT ファイン
- 06 | カーボンニュートラルに貢献する歯車研削・研磨工具
複層歯車研削砥石
- 07 | 次世代パワー半導体製造工程における研削ソリューション
BGホイール/ダイシングブレード
- 08 | 産業廃棄物削減に貢献する砥粒内包型研磨工具
LHAパッド
- 9 | 良好な切れ味が持続可能な新内面研削用ビトリファイドCBNホイール
I-Knight
- 10 | 切れ味と寿命を兼ね備えた内面研削用ビトリファイドCBNホイール
I-Queen
- 11 | 超硬主溝加工用メタルホイール
MDLホイール
- 12 | 高性能レジノイドCBNホイール
BRZホイール

TOPICS

- ★ | **新しい価値を創造する
超砥粒ホイール**

高い形状精度・切れ味を持続可能にする 新たな砥粒層構造の開発 高砥粒密度電着技術



従来の電着ホイールは、形状精度や切れ味に優れるものの、それらが持続しないことが課題でした。ダイヤモンドが高い密度で鎖(チェーン)のように連なる構造にすることで、高い形状精度・切れ味と長寿命(耐摩耗性)を両立させることができました。研削・研磨業界以外のお客様にもご使用いただける製品開発を目指し、従来の研削・研磨メーカーとしての常識にとらわれない製品開発に取り組んでいます。

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
	○			

著者 馬場 健吾

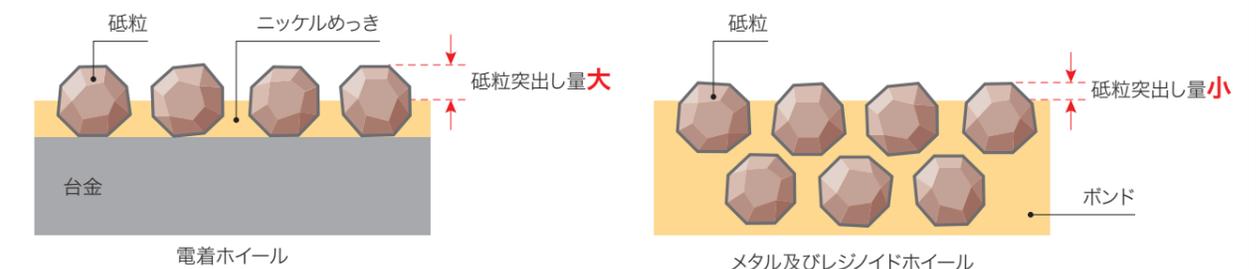
工業機材事業本部
技術本部 商品技術部
電着グループ

電着工具へ求められる性能

半導体製造装置をはじめ各種製造業の自動化に使用される産業用ロボットの市場は、今後右肩上がりに成長すると予測されています。産業用ロボットにおいては、モーター内部の損失や摺動部の摩擦によるエネルギーロスの低減が大きな課題となっています。そのため、高い形状精度や切れ味を保有し、且つ、寿命に優れた工具が要求されています。

ダイヤモンドホイールの1種である電着ホイールは台金表面上にめっきで砥粒を単層で固着する構造をとります。そのため、台金の形状精度に合った砥粒層形状となり、砥粒突出し量が大なる構造となるため、他のメタルホイールやレジノイドホイールと比較して形状精度や切れ味の点から有利な工具と言えます(図1)。しかしながら、年々厳しくなっている工具の寿命向上に対する市場からの要求に応えられるダイヤモンドホイールの開発が必要となります。

図1 電着ホイールとメタル及びレジノイドホイールの砥粒突出し量の違い



ニーズに応える高砥粒密度電着技術

通常の電着ホイールの製造方法では、めっき液中の台金に砥粒を散布し通電することで、めっきを成長させ砥粒を保持します。高砥粒密度電着技術では、形状の整ったタフな人造ダイヤモンドを採用し、砥粒散布後にノリタケ独自の手法で台金上の砥粒を動かします。その結果、砥粒が高密度に充填され、その状態で通電することで高密度に砥粒が保持された電着ホイールを製作することができます(図2)。本技術により、従来の電着ホイールと比較して、台金に密着していない砥粒(浮き砥粒)を90%低減させ、また、砥粒面積率を16%向上させることができました(図3)。この結果から、高砥粒密度電着品(チェーンG)は、高い形状精度や切れ味を保ちながら長寿命化を実現することがわかりました。

図2 高砥粒密度電着品の砥石面状態

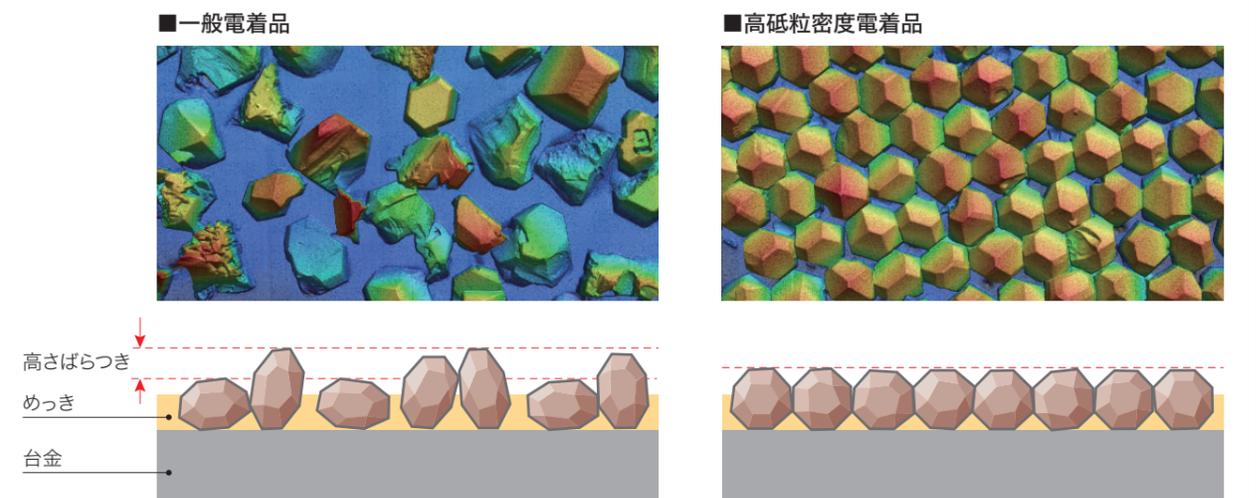
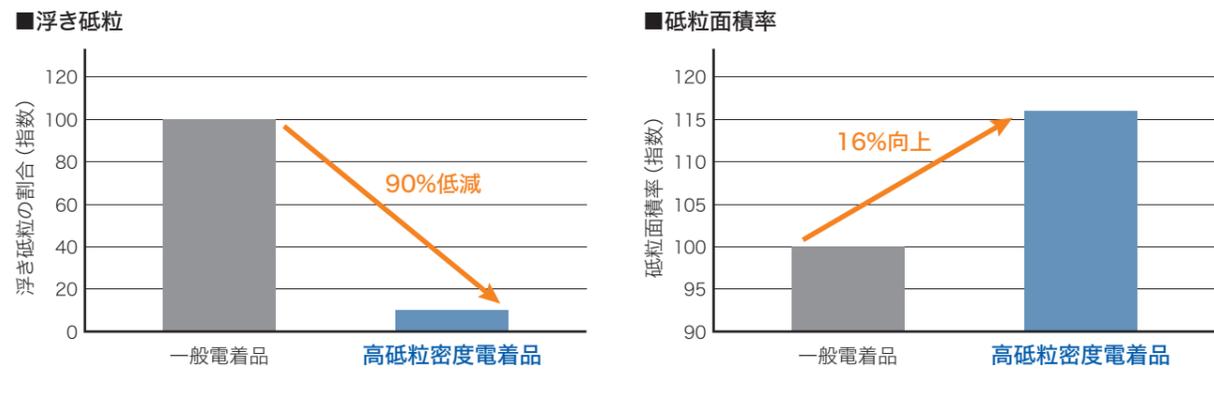


図3 高砥粒密度電着品の砥石面状態評価結果



高砥粒密度電着技術の性能

高砥粒密度電着技術はホイールだけでなく、ロータリードレッサにも用いることができます。ここでは、高砥粒密度電着技術を用いたロータリードレッサ(チェーンG)の性能についてご紹介します。

これまでの電着ロータリードレッサは砥粒間に隙間があることでボンド層が後退し、砥粒が脱落することにより寿命を迎えていました(図4)。この寿命要因に対し、高砥粒密度電着技術を用いて砥粒が高密度に充填された構造にすることで、砥粒脱落を抑制し、寿命を延ばすことができると考えました(図5)。表1の試験条件にて性能評価を実施した結果、これまでの電着ロータリードレッサと比べて耐摩耗性が高く、市場で多く使用されている従来のメタルボンド品と比較して、チェーンGは消費電力値・表面粗さは同等のまま、ドレッシング比(砥石削除量÷ドレッサ摩耗量)を40%向上することができました(図6)。本結果から、砥粒密度を高め隙間を少なくしたことで、ボンド層(めっき)の後退により発生する早期の砥粒脱落防止に高砥粒密度電着技術が有効であることが確認できました。

図4 ロータリードレッサの断面模式図

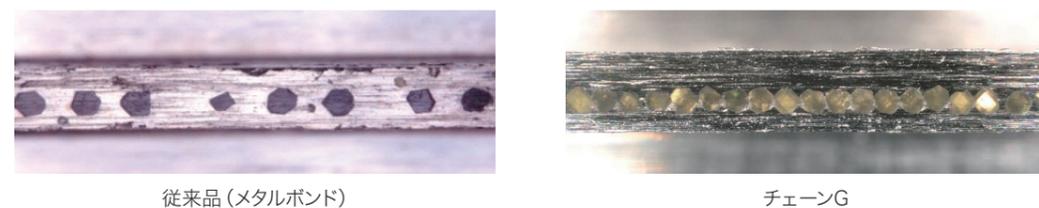


図5 チェーンG外観

■外観写真



■外周写真



従来品(メタルボンド)

チェーンG

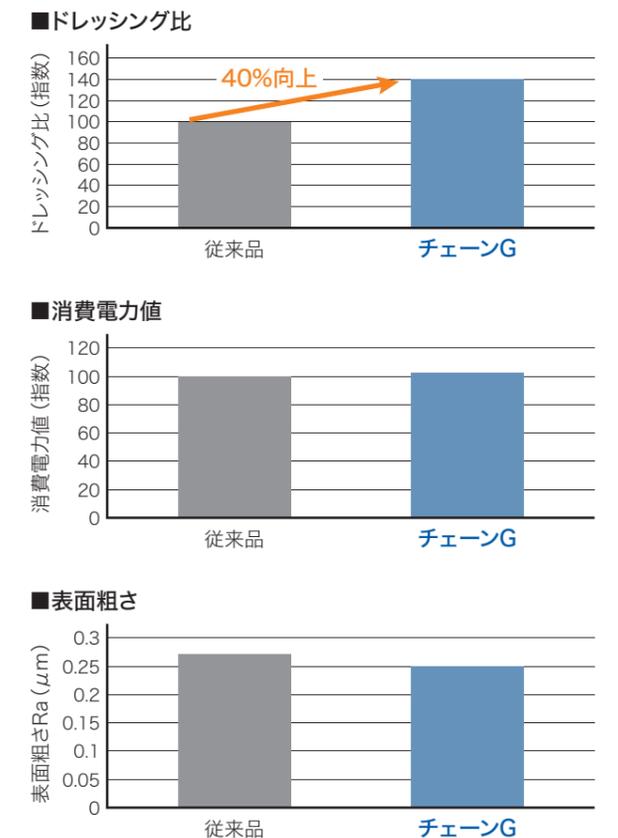
表1 試験条件

■ホイール	
スペック	CB 100 M 200 VN1
寸法	φ380×T45×φ80mm

■ドレッシング条件		
ドレッサ	SD40-M (従来品)	MD40PAB3C (チェーンG)
ホイール周速度	70 m/s	
ドレッシング周速度比	0.9	
1pass当りの切込み量	φ0.003 mm/pass	
ドレッシングリード	0.07 mm/rev	
回転方向	ダウンカット	

■研削条件	
研削方式	円筒研削
ホイール周速度	70 m/s
ワーク周速度	0.7 m/s
回転方向	アップカット
研削能率	Z'=10 mm ³ /mm・s
ワーク材質	SCM435 (焼入れ)
ワーク寸法	φ44.5×T10mm

図6 試験結果



新たな分野への挑戦

ノリタケでは、今後の成長分野(環境・エレクトロニクス・ウェルビーイング)やコロナ禍以降におけるニーズの変化に対し、ダイヤモンド特性(マテリアル)や高砥粒密度電着技術(プロセス)を展開できないかブレインストーミングを実施してきました。その結果、高砥粒密度電着技術にて創り上げた構造をいかして研削・研磨分野だけではなく、異業種分野へのチャレンジを決意しました。

①エレクトロニクス分野への展開(ダイヤモンド放熱部材) 特許出願済

エレクトロニクス分野では半導体デバイスの小型化・高性能化が進んでおり、これらのデバイスから効率的に熱を分散・除去できる技術が求められています。このようなニーズに対して、ダイヤモンドの持つ優れた熱伝導特性とダイヤモンドを高密度に配置できる高砥粒密度電着技術を組み合わせることで、これまでの放熱部材では達成できなかった放熱特性を発揮できると考え、開発に取り組んでいます。

②ウェルビーイング分野への展開(ダイヤモンドルアー) 特許出願済

皆さんは「ダイヤモンド」と聞くと砥石ではなく宝石をイメージされるのではないのでしょうか。宝石に用いられることからわかるように、ダイヤモンドはキラキラ輝く高い「光沢性」を持っています。ノリタケは高砥粒密度電着技術を開発する中で、ダイヤモンドを高密度に配置させた砥石面が、通常の電着ホイールと比較してとても高い光沢性を有することに気づきました。

一方、コロナ禍における人々のニーズや動向を調査したところ、釣りなどのアウトドア分野に大きなニーズがあることが分かりました。ダイヤモンドの高い光沢性とアウトドア分野のニーズの高さに着眼し、高砥粒密度電着技術を用いたルアーを作れば、「耐摩耗性」によって破損(図7)が抑制されることで長く使用できると考えました。また、「光沢性」により魚が喰いつき、さらには宝石のようにお客様の所有欲を満たすことにつながります(図8)。お客様のウェルビーイングに貢献できると考え、開発に取り組んでいます。

図7 一般的なルアーの破損例



図8 ダイヤモンドルアーの写真



最後に

世の中が急速に変化していく中でお客様のニーズに応え続けるためには、広い視野と柔軟な発想を持ちながら新しいことにチャレンジしていく姿勢が必要と感じています。高砥粒密度電着技術の研削・研磨以外の分野への挑戦をご紹介することで、ノリタケが新しいことにチャレンジしていく姿勢を読者の皆さまに感じていただけたのではないかと思います。今後も未来を見据えた挑戦を続けるノリタケにご期待ください。

Q & A

Q1 どんな形状のものが製作できますか？また、どんな研削方式に対応していますか？

A1 現在、対応形状および研削方式の拡大に取り組んでいます。詳細はお問合わせください。

Q2 「チェーンG」という名前の由来は何ですか？

A2 ダイヤモンド粒子(Grain)が鎖(チェーン)のように連なった構造と、その構造のようにノリタケ社員が密に連携しながら従来の常識にとらわれない製品開発に率先してチャレンジしていこうというノリタケの変革(チェンジ)の意味を込めて「チェーンG」と名付けました。

特許

- ノリタケ株式会社. 富岡 慶一. ロータリッドレッサ. 特開2022-149372. 2023/3/5
- ノリタケ株式会社. 富岡 慶一. ロータリッドレッサ. 特開2024-046255. 2022.9.22
- ノリタケ株式会社. 行徳 聡人. 耐摩耗部材. 特開2023-045178. 2021.9.21
- ノリタケ株式会社. 行徳 聡人. 耐摩耗部材. 特開2023-149596. 2022.3.31

- 無断転載禁止
- 本内容は2024年10月時点の情報です

高能率・高精度研削用 新メタルホイール

Ideal Metal

アイディアルメタル

特許出願済

意匠登録出願済



著者 金谷 航葵

工業機材事業本部
技術本部 商品技術部
メタルレジグループ

市場では建機用のベアリングや自動搬送装置向けのギヤなど、大型でかつ高い要求精度が求められるワークが多く存在しています。これらの両頭平面研削では、ワークが大型であるために面圧が分散してしまい、従来のホイールでは上手く切込めずに要求精度が満足できない状態です。

これらの問題を解決し、良好な研削性能を発揮できる新メタルボンド“Ideal Metal”を開発しました。

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
○		○		

両頭平面研削の課題

両頭平面研削の最大の特長は、生産性の高さにあります。ワークの上下面（両端面）を同時に研削することで優れた平行度、平坦度を実現し、ホイールの幅広面を使用することにより、加工能率において切削加工を凌駕することもできます。さらにワークを連続投入することで極めて優れた生産性を実現することが可能となります。高能率、高精度を実現する理想的加工方法ですが、制御やドレッシングの難しさから超砥粒化に難航する場合もあり、また大径ワークへの適用に課題を残しています。

両頭平面研削の加工概要としては、対抗させた2枚の砥石やホイールでワークを挟み込んで同時研削し、所定の厚み寸法や平面度を得る方式です。また、ワークの搬送方式は大きく分けてインフィードとスルーフィードの2種類があり、求められる加工内容に応じて選択されます。

両頭平面研削は円盤状のホイールでワークの両端面研削を行うことから、一般的な円筒研削と比較して接触面積がかなり大きいという特徴があります（図1）。そのため、砥粒1粒当たりの研削負荷が小さく、砥粒は摩滅傾向になります。大型のワークや小型のワークを多数同時研削する際には接触面積が大きくなり面圧が下がって砥粒の食い込みが浅くなるために、切れ味が不足し、砥粒の摩滅がより進行することで研削焼けや寸法精度不良といった不具合が発生することがあります。

現在、市場では建機用のベアリングや自動搬送装置向けのギヤなどの大型でかつ高い要求精度が求められるワークが多く存在しています。磁性体やセラミックス等の硬脆ワークの需要も拡大しており、これらのワークに対する高精度研削のニーズが高まっています。

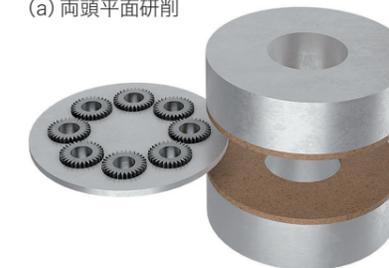
そのため、両頭平面研削用のホイールに要求される要素として、砥粒の食い込みを深くすることで得られる切れ味が非常に重要になります。

切れ味を得るためには、ボンドを硬くする、つまりメタルボンドを採用するといった手段があります。メタルボンドは低弾性なボンドであるため、研削負荷がかかった際、効果的に砥粒をワークに食い込ませることができます。また、硬いため、耐摩耗性に優れ、砥粒層の形状崩れを抑制することができます。

しかし、メタルボンドはツルーイングやドレッシングが困難で、形状崩れが発生した際には、修正に時間が掛かることからお客様の生産性の低下を招くことが課題となっており、両頭平面研削においてメタルボンドの使用は限られています。逆に、ツルーイングやドレッシングのしやすさを重視し、レジノイドボンドを採用すると、レジノイドボンドは高弾性であることから研削時に砥粒がボンド側へ沈み込み、砥粒のワークへの食い込みが浅く、切れ味が不足するという状況が発生することもあります。どちらのボンドも一長一短の要素を持ち、双方のメリットを有するボンドが望まれています（図2）。

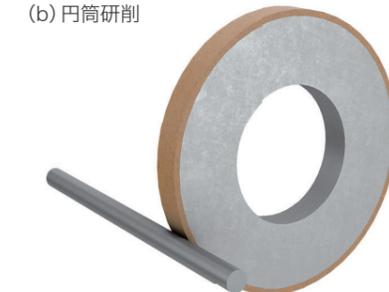
図1 研削方式模式図

(a) 両頭平面研削



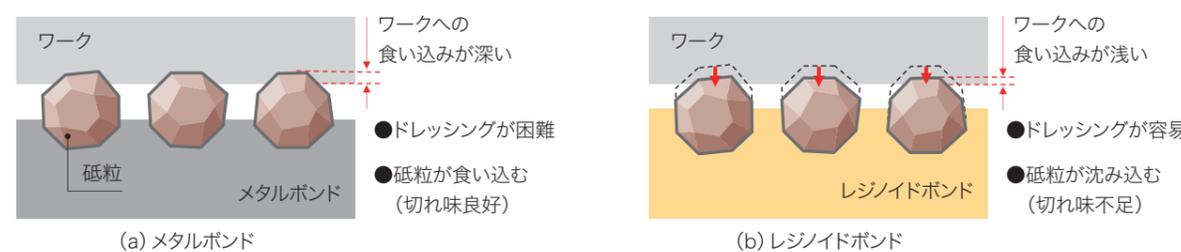
- ホイールとワークの接触面積が大きい。
- 研削熱が発生し易い。

(b) 円筒研削



- ホイールとワークの接触面積が小さい。
- 研削熱が発生しにくい。

図2 研削時状態模式図



メタルボンド、レジノイドボンド双方の優れた特性を備えた 新ボンドIdeal Metal

前述の問題を解決するために、新ボンドIdeal Metalを開発しました。

Ideal Metalはメタルボンド同等の切れ味を持ちながらレジノイドボンド以上のドレッシング性能を有しています。

ノリタケ独自のボンド調合と製法技術を用いることで、この特性を有するボンドの製造を可能としています。研削性能を確認するため、表1の条件で従来レジノイドホイールとIdeal Metalの性能比較を行った結果を示します(図3)。

ドレッシング性能は従来品と比較して200%向上することが確認できました。消費電力値は30%低減し、切れ味の向上が確認できます。加えてワークの精度も80%改善することができ、高精度な研削が可能であることも確認できました。

Ideal Metalはドレッシング時間の短縮や切れ味向上による高能率研削を実現し、お客様の生産性向上に貢献します。

表1 試験条件

■ホイール	
スペック	CBC 140-B (従来レジノイドホイール) CBC 140-MI (Ideal Metal)
寸法	φ305×T50×φ80×W75mm

■ドレッシング条件	
ドレッシング方式	両頭平面ドレッシング
ホイール回転数	100 min ⁻¹
キャリア回転数	10 min ⁻¹
切込み量	10 μm/回
切込み回数	300 回
ドレッサ	WA150H-V

■研削条件	
研削方式	両頭平面研削
ホイール回転数	1500 min ⁻¹
取り代	0.4 mm
ワーク材質	焼結材
ワーク寸法	φ75×T25×φ36mm

図3 試験結果

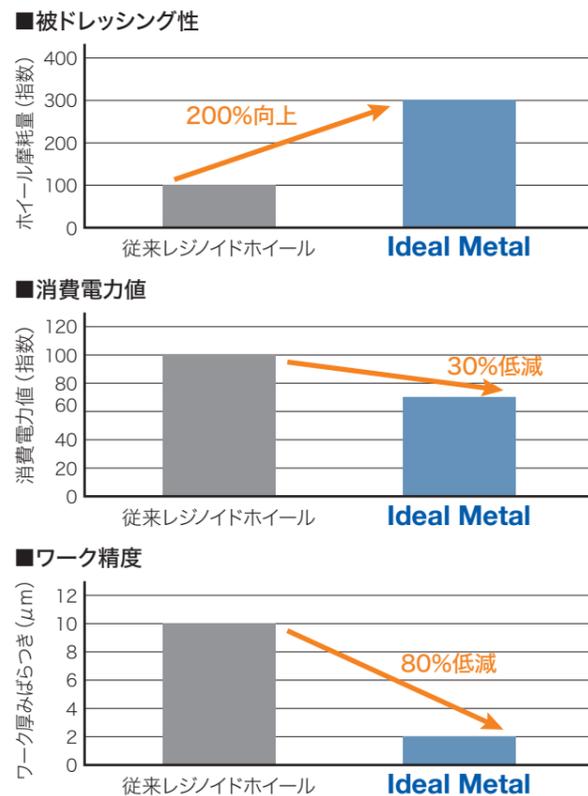
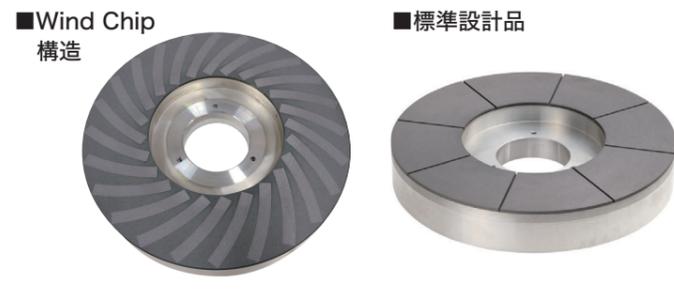


図4 ホイール外観



新砥粒層構造の採用による 性能の向上

Ideal Metalの開発の中で、さらなる切れ味の追求のためにホイールの砥粒層構造の変更にも着手しました。

新たな構造では砥粒層をチップ形状とし、放射状に配置しています(図4)。この構造は風車を模しており、Wind Chip (ウィンドチップ) 構造と呼称します。

Wind Chip構造はワークに対して砥粒層の接触面積が小さく、面圧が高くなることで切れ味が得られます。そのため、面圧が下がってしまう大型ワークや小型ワークの多数個同時研削に対して非常に有効です。表2の試験条件で標準設計品とWind Chip構造品を比較した結果、Wind Chip構造は標準設計品よりもさらに30%の消費電力値の低減が可能であることが確認できました。ワークの表面粗さについても、同粒度のホイールにも拘わらずWind Chip構造では表面粗さが粗くなり、この結果からも切れ味の向上が確認されます(図5)。

また、砥粒層チップの配置の自由度が高く、お客様のワーク・研削条件に合った最適な設計がシミュレーション解析により可能です(図6)。

表2 試験条件

■ホイール詳細	
スペック (標準設計) (Wind Chip構造)	CB 140-MI
寸法	φ305×T50×φ80×W75mm

■研削条件	
研削方式	両頭平面研削
ホイール回転数	1500 min ⁻¹
取り代	0.4 mm
ワーク材質	焼結材
ワーク寸法	φ75×T25×H36mm

図5 Wind Chip研削試験データ

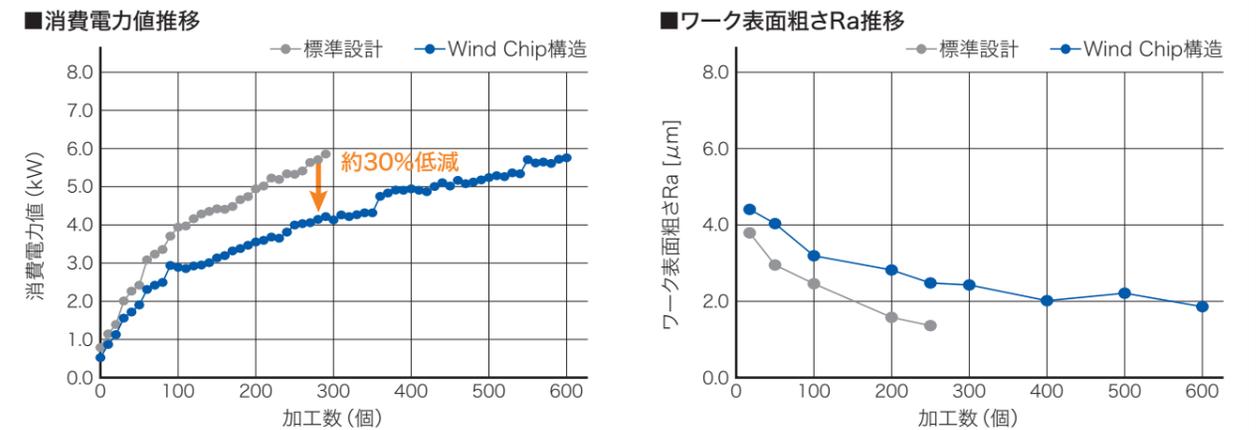
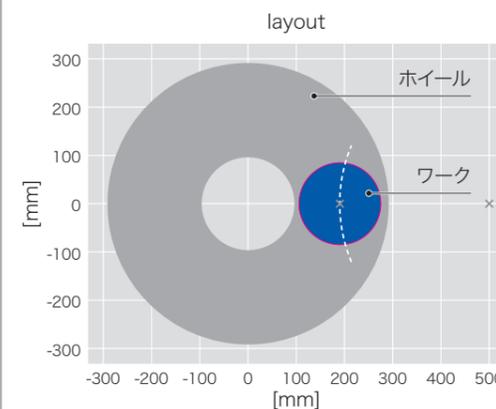
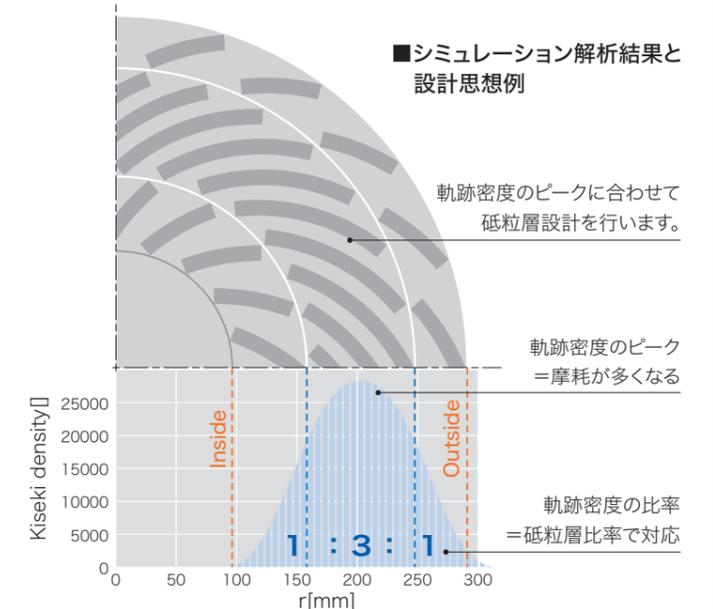


図6 Wind Chip構造設計例

■シミュレーション解析配置例



■シミュレーション解析結果と設計思想例



Wind Chip構造におけるWear Plus樹脂の効果

Wind Chip構造の設計に当たり、もう一つ特筆すべき点があります。

それは、砥粒層チップ間に埋められている樹脂です。この樹脂はWear Plus (ウェアプラス) と呼称され、ワークが砥粒層チップ間へ落ち込むことによるワークの暴れを抑制し、高精度な研削を実現するだけでなく、砥粒層チップの欠けを防止する役割も果たします。

また、従来の樹脂埋めでは樹脂とワークの摩擦による抵抗が発生しますが、Wear Plusは砥粒層との間にわずかな段差があるため抵抗が発生しません。加えて、砥粒層と同等に摩耗する特性を持っているため、Wind Chip構造の作用を効果的に発揮することができます (図7、8、9)。

図7 砥粒層とWear Plusの段差

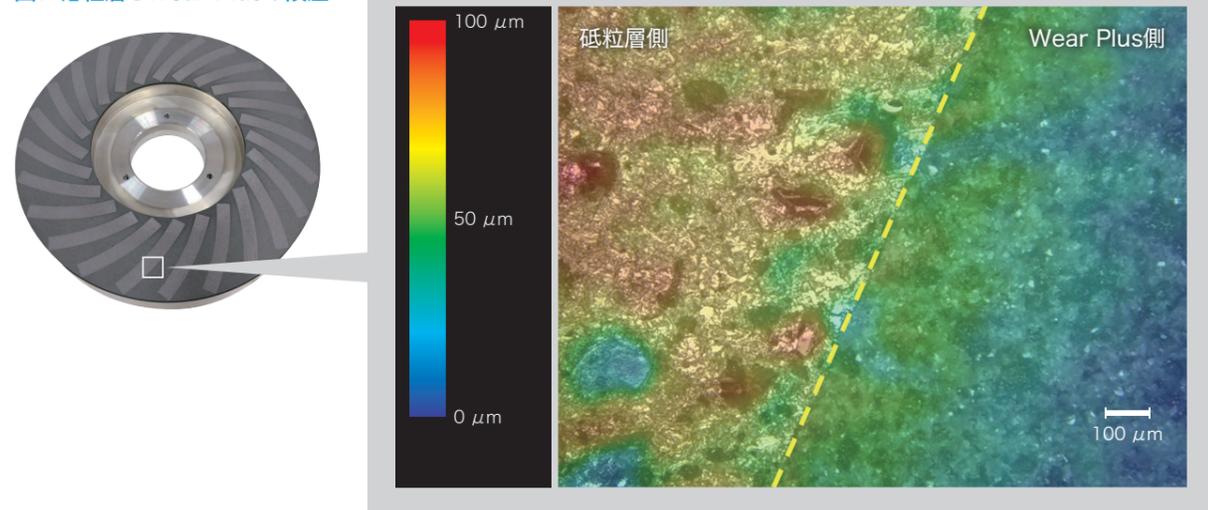


図8 Wear Plus による効果模式図

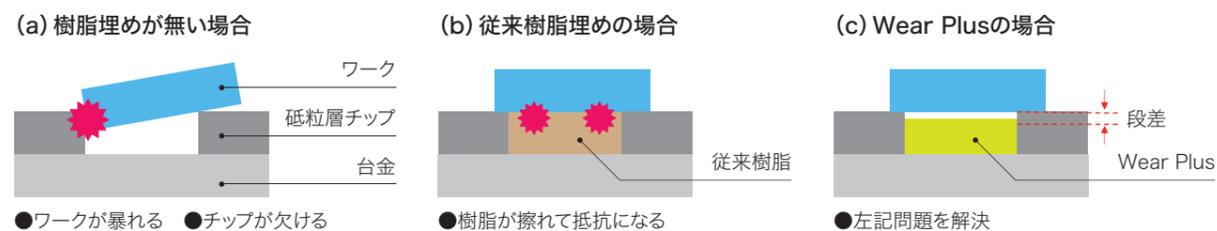
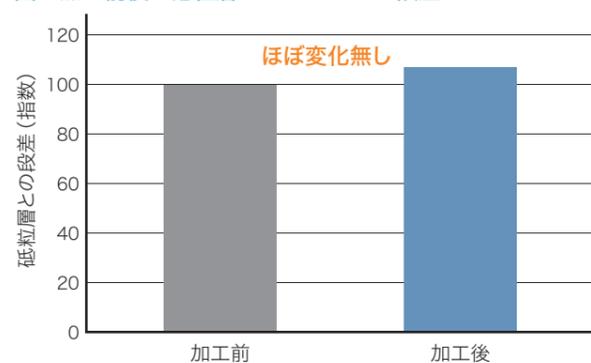


図9 加工前後の砥粒層とWear Plusの段差



さまざまな市場への展開

Ideal Metalは大型ワークや硬脆ワークに対して優れた切れ味を有し、お客様のご要望に沿った課題解決が可能であると考えています。例えば、環境分野における電気自動車用モーター用の磁性体材料やエレクトロニクス分野における半導体用セラミックス材料に対して有効性があることを期待しています。これら未来の成長産業に対する研削の根幹を支える先進的なホイールとして、展開を図っています。

既に一部のお客様では良好結果が得られており、市場において従来の両頭平面研削用ホイールに対する優位性を示しています。また、現行レジノイドボンドからの置き換えにて、ドレッシングインターバル、寿命、研削能率の改善効果も得られています。

今後も市場の要求に応えられるように、Ideal Metalでの展開を図ってまいりますのでお気軽にお問い合わせください。

Q & A

- | | |
|---|--|
| <p>Q1 Ideal Metalのドレッシング方法はどのようにすればよいですか？</p> | <p>A1 Ideal Metalはドレッシング性能が良いので、従来条件でのドレッシングが可能です。使用するドレッサはWAに限らずさまざまなドレッサが使用可能です。</p> |
| <p>Q2 研削可能なワーク材質にはどのようなものがありますか？</p> | <p>A2 鉄系ワークであるSUJ2材、SCM材に加えて、硬脆ワークである磁性体やSiCに対して使用可能です。</p> |
| <p>Q3 Ideal MetalのWind Chip構造の設計はどのようにすれば良いですか？</p> | <p>A3 Wind Chip構造には汎用モデルがありますが、より詳細にお客様のワークの寸法を教えてください、ノリタケで設計が可能です。基本はワークの寸法がφ50より小さい場合は標準設計、φ50以上の場合はWind Chip構造をおすすめしています。また、スルーフィード研削においては、Wind Chip構造が適さない場合がありますのでご相談ください。</p> |

著者 三井 剛
工業機材事業本部 技術本部
商品技術部 ビトリファイドグループ

センタレス研削用防水シームレス
ビトリファイドCBNホイール

C-Smooth シー スムース

“C-Smooth”の特長

C-Smoothは防水処理と、高精度加工が可能なシームレス構造を両立させたセンタレス研削用ビトリファイドCBNホイールです。センタレスホイールは製品サイズが大きく、軽量であることが求められるため、一般的にはコア部分にビトリファイド砥石を使用しますが、これは有気孔体であるために研削油の染み込みが発生します。センタレスホイールのようにサイズが大きいものでは染み込む研削油の量も多くなるため、使用後の水切りが不十分だとアンバランスが発生し、加工精度に悪影響を及ぼします。そのため、セグメント構造品はコアに防水処理を施しますが、従来技術ではシームレス構造のホイールには防水処理を施すことができませんでした。C-Smoothはこれらの課題を解決した、高精度加工が可能なビトリファイドCBNセンタレスホイールです。

“C-Smooth”の効果

センタレスホイールはベアリング等の加工用途で使用されるため、特に高精度な加工性能が求められます。一般的には、従来のセグメント製法からシームレス製法へと変更することで、加工精度が向上します(図1)。一方で、前述した通りセンタレスホイールには防水機能が求められますが、シームレス品では下地層と砥粒層の境界に防水処理を施すことができないため、これまで防水機能を有したシームレス構造のビトリファイドCBNホイールは製

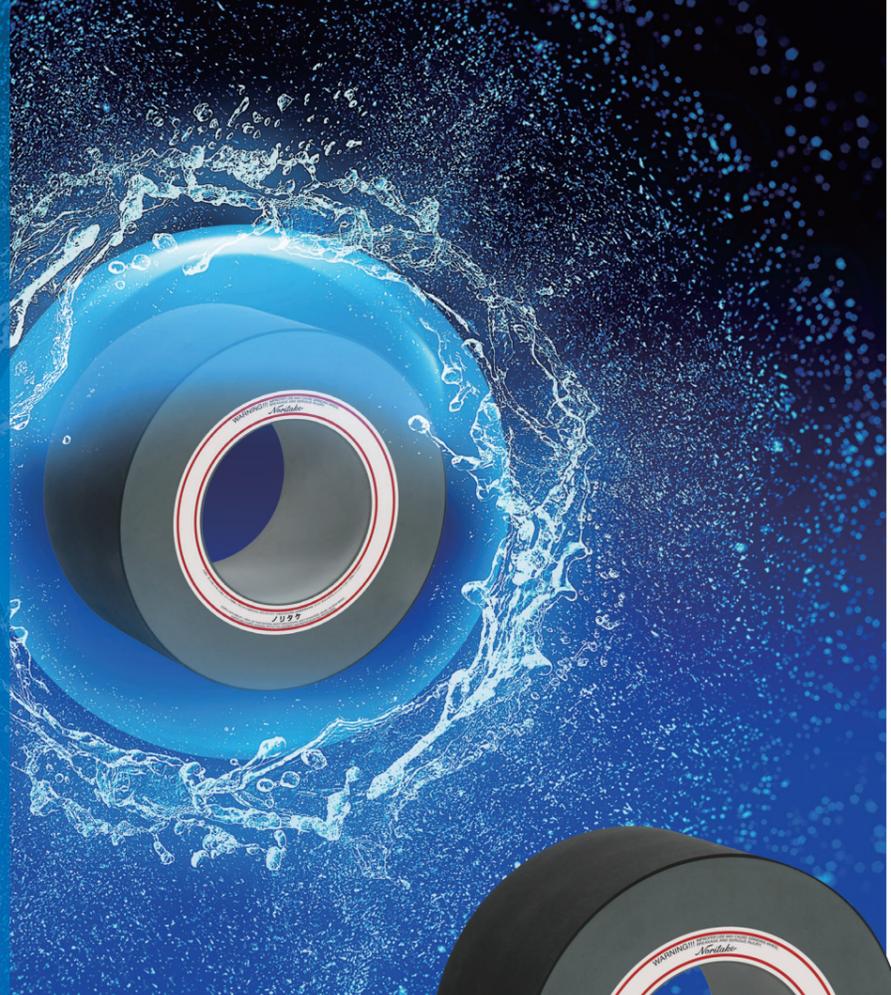


図1 製法による精度差

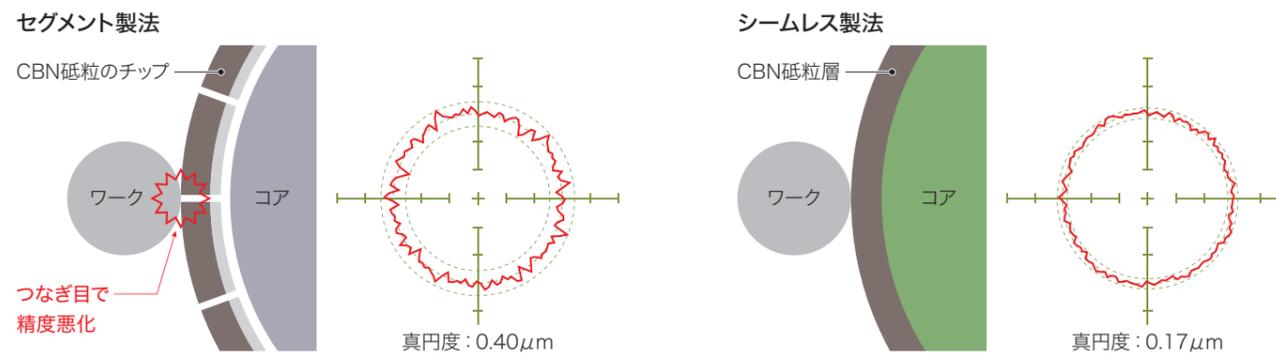


図2 シームレス品の防水処理

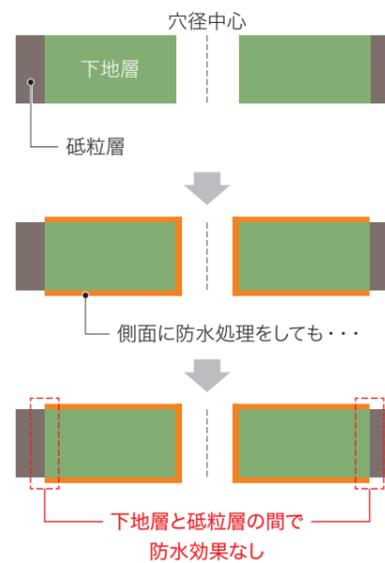


図3 試験方法

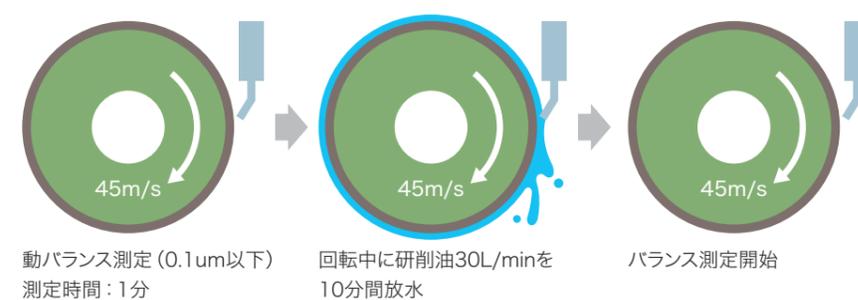
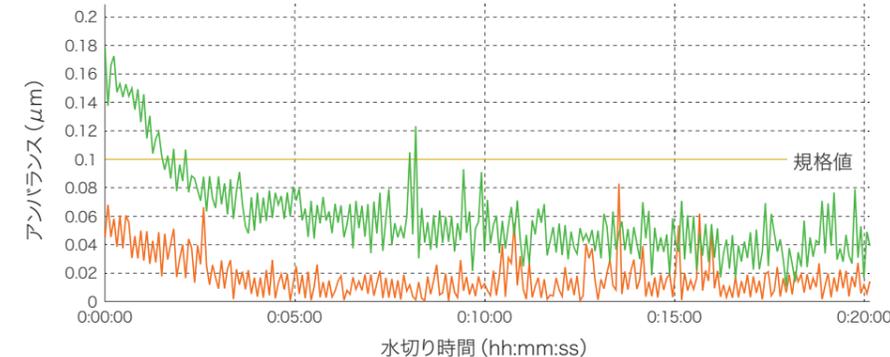


図4 試験結果



造することができませんでした(図2)。これらの課題を解決すべく、新技術を用いた製法を開発し、防水機能とシームレス構造の両立が可能となったC-Smoothが誕生しました。

開発した新製法を用いて製造したC-Smoothと、従来のシームレス品(防水処理無し)を用い、実際の防水効果を確認しました。図3のように研削油をかけた後、水切りを行い、時間経過による動バランス値の復帰具合を確認した結果、C-Smoothは水切り前の状態で規格値を下回っており、またその後もアンバランス値は従来品を下回る結果を得ることができています(図4)。C-Smoothは高精度加工を実現するだけでなく、水切り時間を短縮できるため、お客様の生産性向上にも貢献できると考えます。

最後に

以上のように、防水機能を有し、高精度加工が可能なビトリファイドCBNセンタレスホイール“C-Smooth”についてご紹介しました。高精度加工に対する要求は今後更に加速していくことが予想されます。ノリタケでは、お客様の求める加工要求に応えられるよう、今後も新商品開発に取り組んでまいります。

著者 佐々木 誠
工業機材事業本部 技術本部
商品技術部 レジノイドグループ

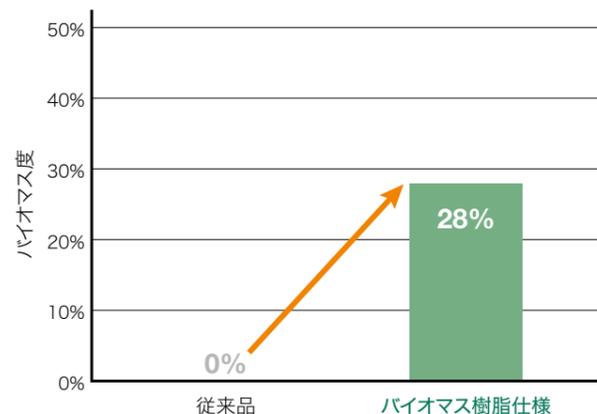


環境配慮型両頭平面研削用砥石 バイオマス樹脂仕様 レジノイド砥石 参考出展

バイオマス樹脂仕様 レジノイド砥石の特長

天然由来のバイオマスフェノール樹脂を利用した両頭平面研削用レジノイド砥石をご紹介します。本製品に使用しているバイオマスフェノール樹脂はバイオマス度が28%であり、一般的なレジノイド砥石に使用されている石油由来のフェノール樹脂に比べて、環境への負荷が少なく、持続可能な社会の実現に貢献する製品です(図1)。

図1 樹脂のバイオマス度



バイオマス樹脂仕様 レジノイド砥石の効果

大気中のCO₂を吸収した植物由来の原材料を使用しているため、廃棄時に新たに大気中に排出されるCO₂量が削減されます。

研削性能評価の一例として、両頭平面研削盤での社内研削試験結果を示します(表1、図2)。表面粗さやワークの寸法補正量(≒砥石の摩耗量)は従来品と同等の推移を示し、消費電力は約10%低減する結果となりました。このことから、バイオマス樹脂仕様レジノイド砥石は従来品同等に使用可能であることが期待されます。加えて、研削加工時の負荷が低減されれば、研削焼けなどのワーク品質不良の改善や研削盤の消費エネルギー低減によるCO₂排出量削減に繋がります。一つの例ですが、今回の研削試験をモデルに一日あたり8時間×月20日間設備を稼働させた場合と仮定すると、CO₂排出量約180kg/月の削減(杉の木約155本分のCO₂吸収量に相当)が試算されます。バイオマス化のみならず、本効果においてもCO₂排出量削減が期待されます(図3)。

表1 試験条件

研削方式	両頭平面研削 キャリア方式
砥石寸法	φ585×T70×φ195mm
ワーク材質	SUJ-2 (焼入れ)
ワーク寸法	φ50×T15×φ35mm

図2 試験結果

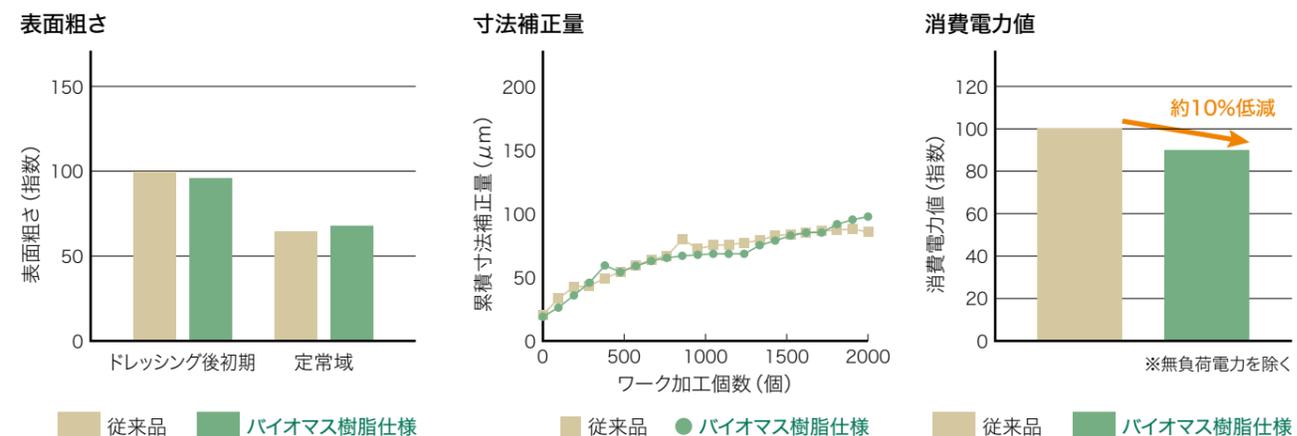


図3 CO₂排出量削減効果



最後に

今回は、バイオマス樹脂を用いた両頭平面研削用砥石を例に、環境負荷低減に対するノリタケの提案をご紹介しました。

今後も、CO₂排出量削減をはじめとした持続可能な社会の実現に向けて、新たな技術、商品開発から貢献してまいります。

著者 村上 拓也
工業機材事業本部 技術本部
商品技術部 レジノイドグループ

アルミ／銅箔圧延ロール研削用
レジノイド砥石

RT ファイン

RT ファインの特長

EV化の加速に伴いリチウムイオンバッテリー（LiB）等の電極箔として使用されるアルミ箔や銅箔の生産量が増加しています。アルミ／銅箔の多くは圧延により製造しており、圧延ロールにはびびり・送りマーク・スクラッチレスといった従来より高いレベルの加工面品位が要求されます。ノリタケでは、この要求に応えるため、砥粒の目替わり性を向上させた新ボンド“UCW”を開発しました。新ボンドUCWを使用したレジノイド砥石“RT ファイン”は、アルミ／銅箔用圧延ロールの研削（図1）において、加工面品位の向上と安定した切れ味持続性を実現します。

図1 ロール研削の概略図



RT ファインの効果

表1の試験条件で加工を行った結果を図2、図3に示します。RT ファインは従来品と比較してスクラッチが低減されるとともに、びびり・送りマークの発生を抑制しており、アルミ／銅箔用圧延ロールに要求される高い加工面品位の達成が期待されます。また、加工中の消費電力値のばらつきが64%改善し、加工後の砥石面状態より砥粒の突出しが高いため（図4、図5）、適度に目替わりを繰り返すことで安定した切れ味を持続しながら加工できていることがわかります。このようにRT ファインは、砥粒の目替わりを促進させることで、加工面品位の向上が期待される商品と考えています。

表1 試験条件

研削方式	湿式円筒トラバース研削
砥石スペック	WA220-B
砥石寸法	φ350×T35×φ127mm
ワーク材質	Hi-Cr鍛鋼
ワーク寸法	φ110×L190mm

図2 1mm以上のスクラッチ数

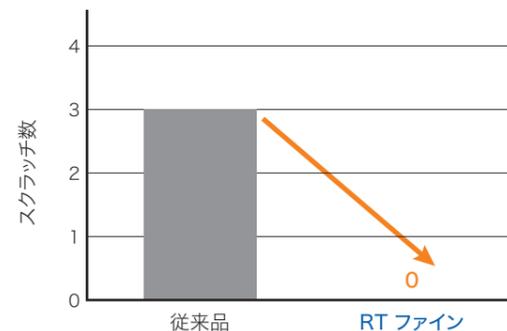


図3 RT ファインで加工後のワーク外観



びびり・送りマークなし

図4 消費電力値ばらつき

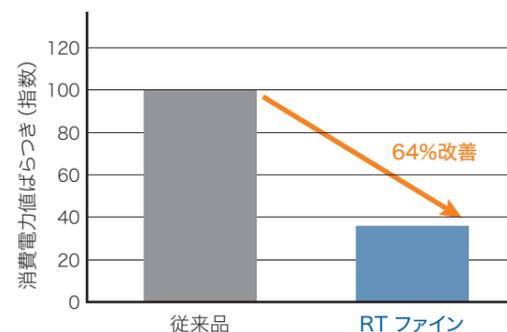
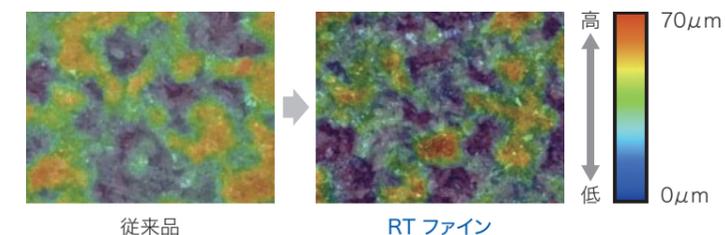


図5 砥石加工面の3D画像



最後に

以上のように、アルミ／銅箔圧延ロール研削用レジノイド砥石“RT ファイン”をご紹介しました。

EV化の加速に伴い、LiB用アルミ／銅箔の高品質化の要求が高まっていくことが予想されます。ノリタケではより多くのお客様のご要望に応えられるよう、今後も新たな技術開発に取り組んでまいります。

新しい価値を創造する 超砥粒ホイール

著者 田中 愛梨奈

工業機材事業本部
研削ソフト技術部
加工技術グループ



■ 超砥粒ホイールの歴史

旧石器時代、人類は石を打ち砕いた打製石器を道具として使用していました。新石器時代になると打製石器を石で磨くことで表面の凹凸をなくした磨製石器が誕生し、これが砥石の初期の形態とされています。その後、砥石は進化し、石のほかに装飾品や刀など、硬い材料の研磨に使用されるようになりました。これまで砥石は天然石が使用されていましたが、19世紀後半になるとアルミナや炭化ケイ素を主成分とする人工砥粒を使って砥石を作る技術が開発されます^[1]。やがて、産業の発展とともに砥石には高い研削性能が求められるようになり、20世紀にはダイヤモンドや立方晶窒化ホウ素 (CBN) などの非常に硬い砥粒である超砥粒が開発されました^[2]。超砥粒ホイールの登場により、一般砥石では対応できなかった高能率の加工や高精度加工を実現し、産業はさらに発展を続けました (図1)。

現在も超砥粒ホイールの技術は進化し、幅広い産業で活躍しています。私たちの身の回りでは、スマートフォンに欠かせない半導体の製造工程やメガネレンズの加工など、さまざまな身近な製品に超砥粒ホイールが使用されています。

図1 砥石とワークの歴史

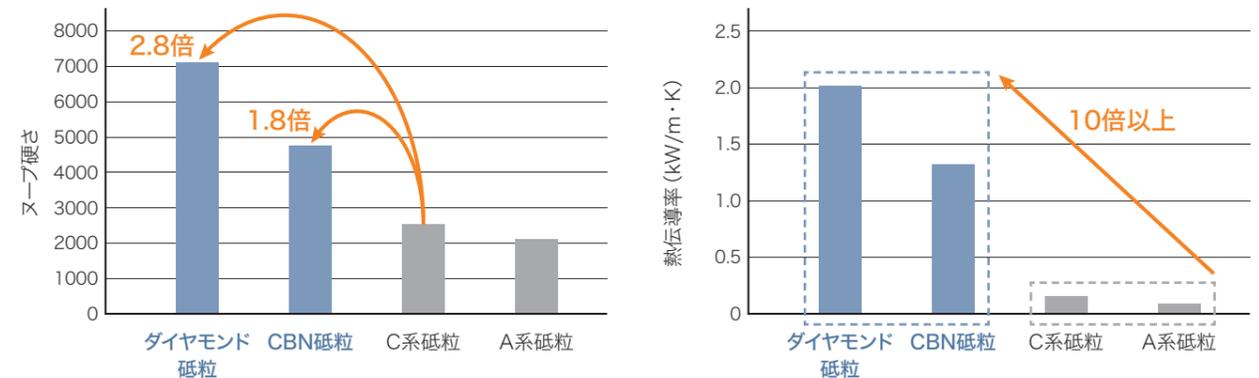


■ 超砥粒の性能

科学技術の発展に欠かせない超砥粒には、どのような特徴があるのでしょうか？一般砥粒と比較してみましょう。

超砥粒はダイヤモンド砥粒とCBN砥粒に、一般砥粒はアルミナ (Al_2O_3) を主成分とするA系砥粒と炭化ケイ素 (SiC) を主成分とするC系砥粒に分けられます。それぞれの砥粒の硬度と熱伝導率を比較すると、一般砥粒に比べて超砥粒は約2倍以上硬く、熱伝導率は10倍以上高いことがわかります (図2)。

図2 超砥粒と一般砥粒の特性



この砥粒の物性の違いにより、どれだけ研削性能に差が表れるのでしょうか？ CBN砥粒を使用したホイールとA系砥粒を使用した砥石の研削性能を見てみましょう(図3)。CBNホイールはA系砥石に対して研削比が100倍以上で、表面粗さはCBNホイールの方が緩やかな推移を示すことがわかります。これは、一般砥粒と比較して非常に硬いため、研削時の負荷に対して砥粒が摩耗しにくく、切れ刃を長時間維持することができるためです。また、超砥粒は熱伝導率が高く、研削によって発生した熱が砥粒側に伝わりやすいため、ワークの品質を良好に保つことができます。

この結果からわかる通り、超砥粒を使用することでさまざまな効果が期待できます。

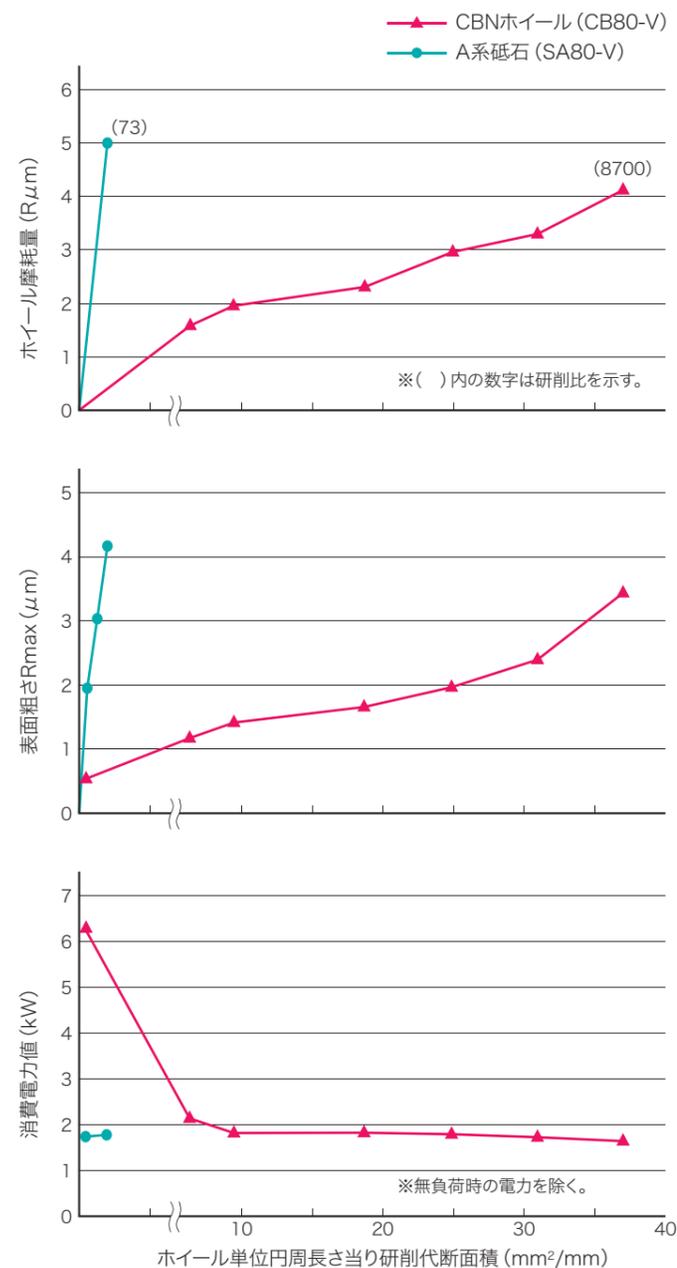
- 1) 生産性の向上：高負荷でも摩耗しにくいため、高能率な研削が可能となり、サイクルタイムを短縮できます。
- 2) コスト削減：一般砥石と比較してドレッシング間隔の延長が可能のため、トータルコストの低減が期待できます。
- 3) 加工品位の向上：研削熱を砥粒側に逃がすことができるため、研削焼けを抑制することができ、残留応力の低減を実現します。
- 4) 作業効率の向上：工具寿命が長いため、工具交換頻度を減らすことができます。加工を中断する時間を削減し、効率的な作業に貢献します。
- 5) 環境負荷低減：一般砥石は研削に使用しない部分が廃棄となりますが、超砥粒ホイールは金属コア部分が再利用できます。そのため、廃棄物を削減することができ、環境負荷の低減にも寄与できます。

以上のように、超砥粒にはさまざまな優位性がありますが、一般的に価格は一般砥粒より高く、ツーリングやドレッシングが頻繁に必要な作業には適しません。超砥粒と一般砥粒のどちらを選択するかは生産性、品質、コストなどの面から総合的に判断する必要があります。砥粒についての詳しい解説はNORITAKE TECHNICAL JOURNAL 2020をご覧ください。ここでは、超砥粒ホイールについて、今後拡大する市場とノリタケの技術をご紹介します。

拡大する超砥粒ホイールの需要

さまざまな効果が期待できる超砥粒ホイールは、自動車や切削工具など、幅広い分野で活躍しています。今後、技術の発展とともに市場は変化し、研削・研磨工具にはこれまで以上の性能が求められ、多様化するニーズに対応するため、超砥粒ホイールの需要増加が予想されます。それでは、どのような分野・部品に使用されるのでしょうか？

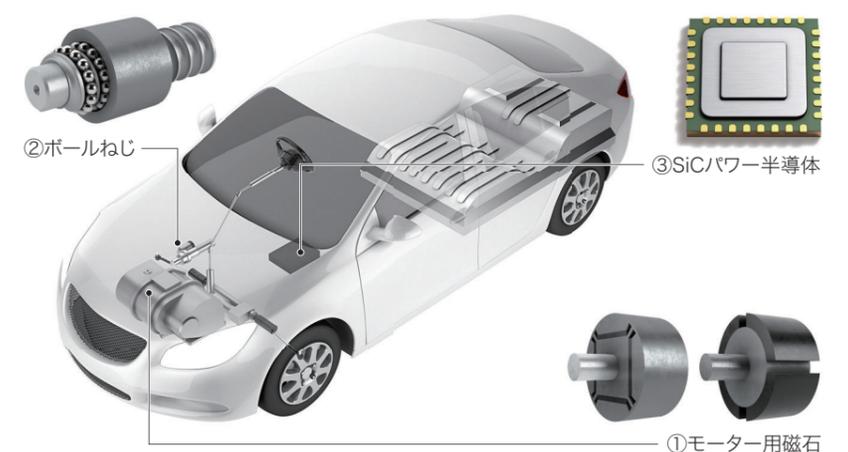
図3 CBNホイールとA系砥石の研削性能



次世代自動車

近年、世界的な環境問題への取り組みから次世代自動車の普及が進み、静粛性向上や航続距離の延長、燃費・電費向上へのニーズに応えるため、部品の高精度化が求められています。さらに、車体構造の変化による部品形状の複雑化や軽量化を目的としたマルチマテリアル化、新材料の採用が増えることが予想されます。そうした新材料は研削がより困難になることが考えられるため、超砥粒ホイールの活躍が見込まれます。超砥粒ホイールが使用される部品を見てみましょう(図4)。

図4 次世代自動車研削部品例



①モーター用磁石

内燃エンジンに比べて効率的かつ高性能なモーターの搭載が増加し、モーター用磁石の需要拡大が予想されます。磁石は硬脆材料であり、難削材の一つとして挙げられます。これらの材料において、高い研削能力と精度を実現するため、超砥粒ホイールが使用されます。

②ボールねじ

油圧システムから電動化への移行、運転支援システムや自動運転技術の進展により、高精度な制御が求められる部品が増加します。ボールねじは、高い精度・軽量化・安全性・耐久性などの要求に応えるための重要な部品です。ボールねじの高精度で滑らかな表面仕上げのため、超砥粒ホイールが使用されます。

③SiCパワー半導体

自動運転技術や安全機能向上のため、半導体を搭載した部品が増加します。電力を制御するパワーデバイス用半導体材料はシリコンが主流ですが、電力の変換ロスを減らすため、新しい半導体材料であるシリコンカーバイド(SiC)の活用が進んでいます。SiCは非常に硬くて脆い材料であり、加工が困難なため、高い精度と品質を保つために超砥粒ホイールが使用されます。

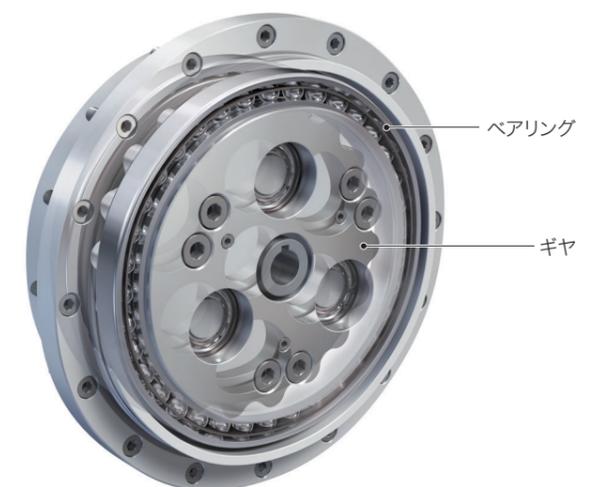
ロボット

製造業において、生産性向上、自動化、省人化のため、生産設備にはロボットの導入が加速すると予想されます。ロボットの運動能力、位置決め精度、耐久性を担保するための重要部品である精密減速機は、ロボット一台に対して複数個搭載されます。そのため、精密減速機の生産性向上が求められ、高能率かつ高精度に研削が可能な超砥粒ホイールの需要が高まると考えられます。

さらに、次世代自動車の製造工程では、バッテリーの組付けや交換作業におけるロボットの増加が見込まれます。重量物であるバッテリーを持ち上げるために、ロボットは大型化が進み、それに合わせて減速機も大型化します。大型部品の加工は精度と工具寿命の両立が難しく、超砥粒ホイールの活躍が期待されます。

ロボットの構成要素である精密減速機において、超砥粒ホイールが使用される部品を見てみましょう(図5)。

図5 精密減速機の研削部品例



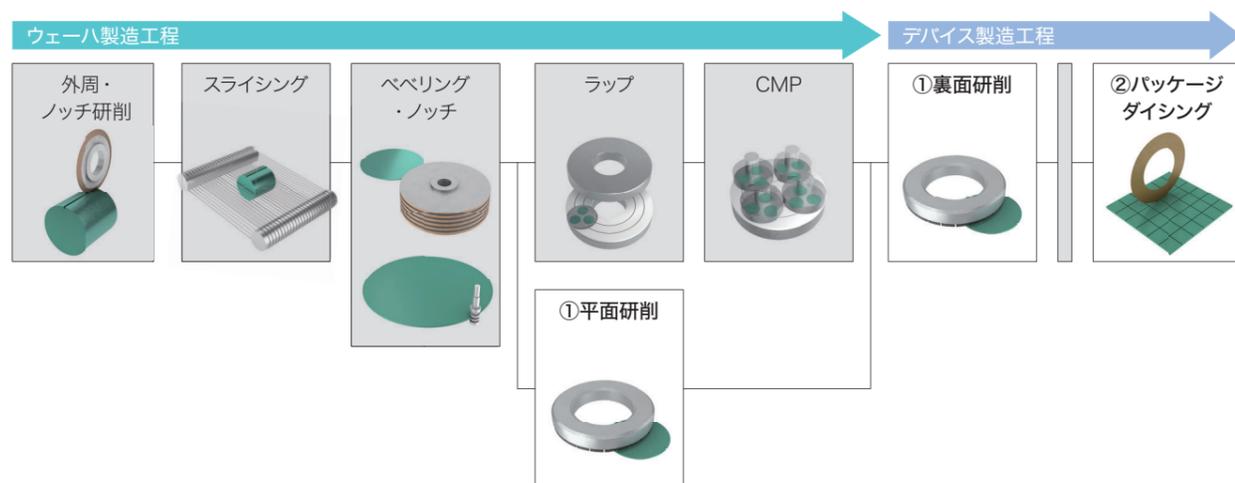
ギヤ・ベアリング

精密減速機用ギヤ・ベアリングの幅研削は、量産のための高能率化や、製造工程の自動化、大型ワークに対する平面度の精度が求められます。こうした難易度の高い研削に対して、一般砥石は工具寿命が短く、砥石の摩耗が多いため人による補正作業が必要となり、製造ラインを自動化できないという課題があります。そこで、形状崩れせずに加工可能な超砥粒ホイールを使用することで、製造ラインの自動化が実現します。

エレクトロニクス

あらゆるモノがインターネットにつながるIoTや人工知能(AI)、自動運転などの次世代技術が進歩し、半導体の需要が増加しています。半導体はさまざまな産業を支えており、常に新しい技術の開発が進んでいます。次世代パワー半導体ベース基板として注目されるシリコンカーバイド(SiC)は非常に硬く、加工が難しいことに加え、半導体の生産性向上、低コスト化を狙い、SiCウェーハの大口径化が進行しています。ウェーハのサイズが大きくなるほど、高精度に加工する難易度が上がるため、より高い研磨技術が必要とされます。そのような難しい加工において、高精度・高品位を実現するため、超砥粒ホイールの需要が拡大すると推測されます。SiCウェーハの製造プロセスにおいて、どのように超砥粒ホイールが使用されているのか見てみましょう(図6)。

図6 SiCウェーハ製造工程



①平面・裏面研削

ウェーハの平面研削やデバイスウェーハの裏面研削は取り代が多く、工具寿命が短い傾向にあります。今後、ウェーハの大口径化が進み、さらなる工具寿命の低下が懸念されるため、高品質・高能率を両立しつつ、長寿命を実現する工具として、超砥粒ホイールが使用されます。

②パッケージダイシング

半導体デバイスの高精度化により、基板の多層化やCu配線の高密度化が進んでいます。これらの基板はダイシングによりCuバリが発生すると配線管の通電誤作動が引き起こされるため、切断負荷を減らして切断熱を低くすることでCuの拡張を抑えることが必要です。ダイシングには安定した切れ味を持続するため、超砥粒ホイールが使用されます。

SiCウェーハ製造工程における研削・研磨工具の詳細な解説は「次世代パワー半導体製造工程における研削ソリューション」のページをご参照ください。

前述した以外に、半導体製造工程に使用される機械の消耗品部材の研削にも、超砥粒ホイールが使用されています。

その他にも、一般砥石が使用されている部品・工程を超砥粒ホイールへ切り替えることで研削性能の向上が期待できます。一般砥石では実現できない高能率研削を実現し、高精度・高品質化に貢献します。さまざまな産業で高付加価値製品を提供するため、超砥粒ホイールの使用は今後より一層増えていくと考えられます。

多様化するニーズに応える超砥粒ホイールを目指して

自動車や半導体分野など、さまざまな産業で超砥粒ホイールが使用されており、今後も需要の拡大が予想されています。技術の進歩により、ワークは高硬度化、大きく薄くなど、新しい材料の開発が進み、研削の難易度が上がるなか、市場で求められる品質や能率向上への要求は高くなっています。ノリタケでは多岐にわたるニーズに応えるため、新しい技術・製品の開発に取り組んでいます。今回は、超砥粒ホイールにおける注目の技術・製品についてご紹介します。それぞれの詳しい性能についての解説は製品説明のページをご参照ください。

Ideal Metal (アイディアルメタル)

両頭平面研削や平面研削(縦軸)において、大型の鉄系ワークや硬脆ワーク(セラミックス、磁性体等)を高能率・高精度で研削を可能とするメタルホイールを開発しました(図7)。

図7 Ideal Metal (Wind Chip構造) 外観



特長①: 高能率で高精度な研削が可能

弾性変形の小さいメタルボンドと、特殊な砥粒層設計により砥粒の食い込み性が向上し、高能率で高精度な研削が可能です。

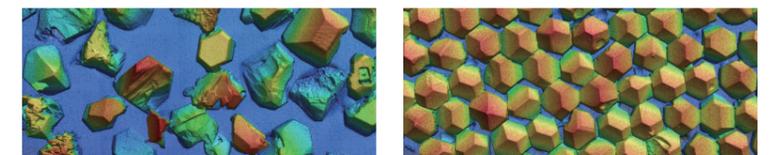
特長②: 簡単に修正や目立てが可能

特殊なボンド構造によりレジノイドボンド以上のドレッシング性を有するため短時間で修正が可能となり、お客様の生産性向上に貢献します。

高砥粒密度電着技術

砥粒を高密度に電着させる技術を開発しました(図8)。この技術をドレッサに应用することで、従来品よりもドレッサ寿命の延長を実現します。ドレッサ以外にも半導体デバイスに使われる放熱部材への展開など、研削研磨以外の分野でも活躍が期待されます。

図8 砥石面状態比較



一般電着品

高砥粒密度電着品

超砥粒ホイールの性能と需要拡大の可能性、ノリタケの技術や製品の一部をご紹介しました。多様化するニーズに応えるため、これからも新しい製品の開発、新しい加工技術の確立に取り組み、変化する社会の欠かせない推進役として貢献し続けます。

文献

[1]岡井 弘: 最近の研削砥石工業とその問題点, 窯業協会誌,69(792), (1961) C474-C483.

[2]石田 泰弘: ダイヤモンド研削の進展, 精密機械,39(457), (1973) 166-172.

●無断転載禁止

●本内容は2024年10月時点の情報です