

ナリタケ
からの
提案

注目の製品・技術

02



[著者] 福田 未来
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

高い切れ味と寿命を 兼ね備えた 内面研削用ビトリファイド CBNホイール

内面研削において高いパフォーマンスを発揮する
ビトリファイドCBNホイール“I-Queen”を開発しました。
砥粒保持力に優れた新ボンドと、
砥粒切れ刃の分散性を向上させた均質構造により、
切れ味と寿命の両立を実現しています。

内面研削用長寿命ビトリファイドCBNホイール

I-Queen (アイ クイーン)

【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 |
| ● | ● | ● | | |



内面研削の特長と課題

近年、自動車や産業機器向けの軸受やボールねじの需要が高まっており、それらの製造に使用される砥石およびホイール*（本編では以降ホイールと記す）に対しても生産性の向上に寄与できるものが求められています。なかでも内面研削は、軸受やボールねじの品質を決定づける重要な製造工程であり、ノリタケでは市場の要求に応えられるよう、研削能率と寿命を両立しながら高精度に加工が可能な内面研削用ホイールの開発を進めています。

内面研削には次のような4つの特徴があります（図1）。1つ目はワークの内側を研削するためホイール径が小さく、摩耗などによる寸法変化の影響を受けやすいこと。2つ目は構造上の軸剛性が低い

ため、たわみやすくワーク精度が安定しづらいこと。3つ目はワークとホイールの隙間が小さく研削液が供給され難いため、目詰まり・溶着が発生しやすいこと。4つ目はホイールとワークの接触弧が長い

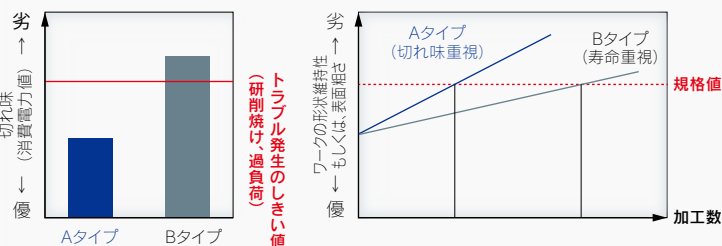
ため、研削焼けなどが発生しやすいことが挙げられます。前述した特徴・問題に対して内面研削用ホイールに求められる性能は、「良好な切れ味と長い寿命」です。しかしながら、この2つの性能を両立することは簡単ではありません。切れ味の良いホイールは寿命が短い傾向にあり、①加工費の上昇、②生産性の低下が懸念されます。特に内面研削ではドレッシング間隔や、寿命が短いことによる取り換えの頻度が生産性向上を目指す際に課題となりやすいです。一般的な寿命対策として、結合度アップや高集中度化などのホイールスペックの調整を行いますが、寿命を重視すると切れ味が不足する

など従来品では対応が困難な場合が存在していました（図2）。そのような状況を打開するため、切れ味と寿命の両立が可能なホイールの開発に取り組み、I-Queenを製品化しました。

図1 内面研削の特徴

| | 内面研削の特徴 | イメージ図 |
|---|--|-------|
| 1 | ホイール径が小さく、摩耗などによる寸法変化の影響を受けやすい | |
| 2 | 構造上の軸剛性が低いため、たわみやすく加工精度が安定しづらい | |
| 3 | ワークとホイールの隙間が小さく研削液が供給され難いため、目詰まり・溶着が発生しやすい | |
| 4 | ホイールとワークの接触弧が長い、研削焼けなどが発生しやすい | |

図2 切れ味と寿命の関係



I-Queenのコア技術①～均質構造～

内面研削用ホイールはホイール径が小さいため作用砥粒数が少なくなることから、構造のばらつきが性能に影響しやすいと考えられます。図3(a)のように砥粒と結合剤（ポンド）が凝集して砥粒間隔にばらつきがあるホイールで研削した場合、図3(b)のような均質な構造のホイールで研削した場合と比べて、目詰まりや溶着、脱落といった不具合が発生しやすいことが分かっています。ノリタケでは砥粒分散性を向上させた均質構造により、切れ味の維持とドレッシング間隔の延長すなわち、切れ味と寿命の両立を目指しています。I-Queenにおいても砥粒間隔の均質性に着目し、技術開発を行いました。

砥粒の分散性の評価結果を図4に示します。図中のホイール断面画像において、白い部分がCBN砥粒を示しており、このようなホイール面の分割画像から砥粒の密度分布の標準偏差で分散性を評価しました。I-Queenは従来品と比較して約25%標準偏差（指数）が低く、分散性が良好であることがわかります。このように砥粒の分散性を向上させた構造では、研削時の負荷が砥粒に均等にかかるため、研削抵抗の低減とホイール摩耗量の低減に繋がります。

図3 ビトリファイドCBNホイールの構造

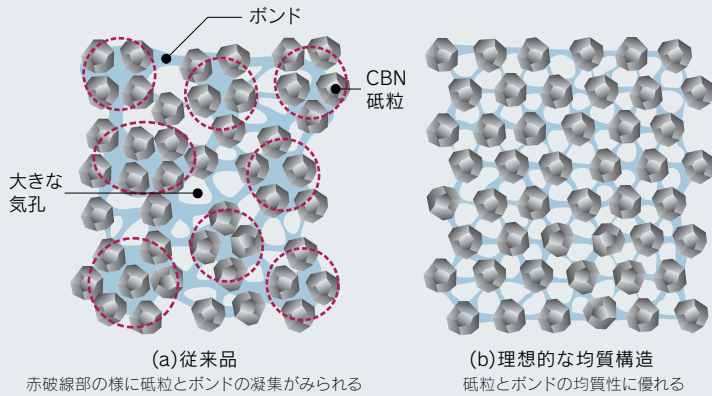
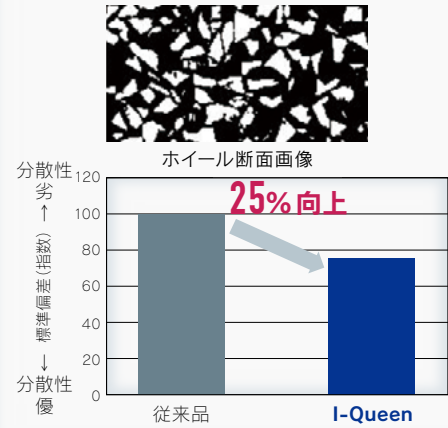


図4 I-Queenの砥粒の分散性評価結果



I-Queenのコア技術② ～新ボンドVQ1～

切れ味と寿命の両立が可能なホイールの開発を行うにあたり、ノリタケではボンドに着目しました。ワークを研削する際に作用するのは砥粒ですが、砥粒を保持するボンドの性能もホイールの切れ味や寿命に大きく影響します。

先ほど述べたように従来品の課題として、寿命向上を目的に結合度を調整すると研削抵抗(消費電力値)が上昇してしまう、つまり切れ味が低下してしまうということが挙げられます。この課題を解決するためには、結合度の調整を行っても切れ味が低下しない、もしくは結合度の調整を行わなくても寿命が長いボンドの開発が必要であると考えました。

このような考えに基づいて開発した新ボンドVQ1は、従来品に比べて約25%ホイール強度が高く、砥粒保持力に優れています(図5)。高いボンド強度により、砥粒の脱落が抑制され、ドレッシング間隔の延長やホイール摩耗量の低減が見込めます。また従来品と比較すると、少ないボンド量で同等の砥粒保持力となることから、研削抵抗の低減も期待できます(図6)。

図5 ホイール強度

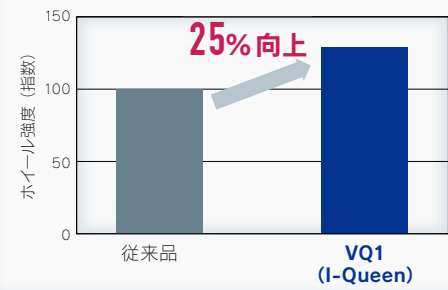
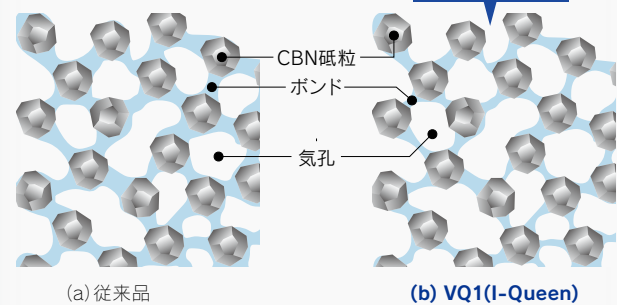


図6 ホイール構造



I-Queenの実力

I-Queenの性能を評価するため、従来品と比較した研削試験を実施しました(表1、図7)。切れ味は消費電力値、寿命は表面粗さを基準としたドレッシング間隔とホイール摩耗量で評価しました。その結果、従来品と比較して同一結合度のI-Queen(●)は、消費電力値が同等以下、かつドレッシング間隔が約2倍となりました。優れた切れ味が持続し、研削抵抗の上昇や表面粗さの悪化が抑制されることで、ドレッシング間隔の延長が可能となっています。またボンド強度が高いため砥粒の脱落も少なく、ホイール摩耗量も1/2以下にまで低減しており、形状維持性が求められる用途でも改善の効果が期待できます。従来品とI-Queenの研削後のホイール面状態を測定しました(図8)。ホイール面の凹凸を色で示しており、赤い部分は凸な部分すなわち砥粒切れ刃です。I-Queenは従来品と比較して、研削後の残存切れ刃数が多く、また切れ刃が分散していることがわかります。以上の結果からI-Queenは

表1 試験条件

| | |
|----------|--------------------|
| 研削方式 | 湿式内面研削 |
| ワーク材質 | SUJ2焼入(φ28×T12mm) |
| ホイールスペック | CB230-VQ1(I-Queen) |
| ホイール寸法 | φ25mm |
| ホイール周速度 | 60 m/s |

図7 試験結果

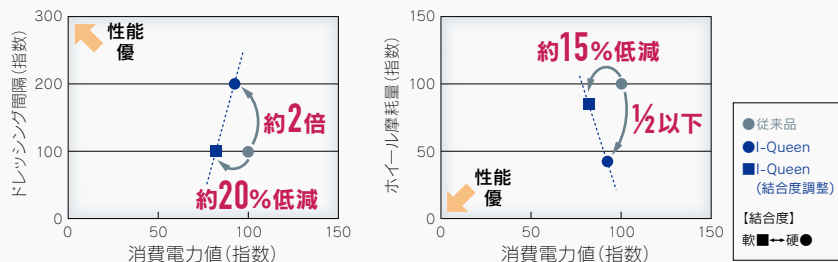
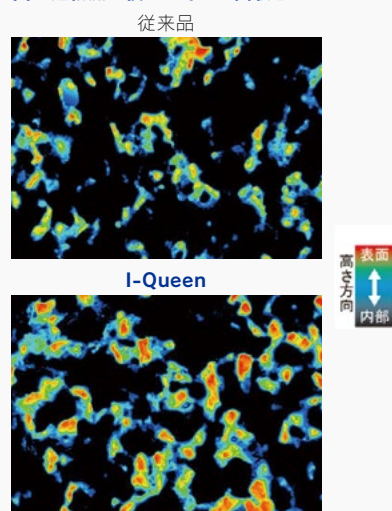


図8 連続加工後のホイール面状態



ホイール構造の均質性と、新ボンドVQ1の特性により切れ味と寿命を両立し、工具費の低減と生産性の向上を実現したホイールであると言えます。

さらに結合度の調整を加えたI-Queen (■)は、従来品と同等のドレッシング間隔でホイール摩耗量を約15%低減、かつ消費電力値を約20%低減できました。I-Queenの性能線は従来品と比較してより「良好な切れ味と長い寿命」方向であることから、適切にホイールスペックの調整を行うことで、より高能率またはより寿命重視の研削にもI-Queenを適用できる可能性があります。

市場でのI-Queen

I-Queenはさまざまな内面研削において良好な評価をいただいております。特に軸受分野において従来品の約1.5~2.0倍という寿命の延長を達成しており、ドレッシング時間およびホイール交換時間の短縮や、加工コストの低減などのメリットが好評を得ています。非研削時間の短縮により生産工程全体でみた際の研削能率の向上に繋がっていると言えます。

また、従来品のドレッシング間隔、ホイール摩耗量が性能として十分である場合には、I-Queenの結合度を下げるなどの調整を行うことによって研削抵抗を低減できます。適切なスペックの選定で、ワーク精度を犠牲にすることなく切込み速度アップが可能となり、サイクルタイムの短縮など研削の高能率化も期待できます。このようなI-Queenの特徴をインジェクションのバルブ部品やボールねじの溝加工などさまざまな分野の研削に適用できるよう、開発を続けています。

ノリタケでは使用条件や求める性能にマッチした砥石およびホイールを開発し、お客様の要望に応えられる製品を提供できるよう、開発・改良を進めていきます。

[注釈]

※一般的に超砥粒(CBN砥粒、ダイヤモンド砥粒)を使用した研削砥石は、砥石ではなくホイールと呼ばれる

Q ワークの精度に影響はありますか？

A 従来品と同等の精度で研削が可能です。形状維持性に優れるため、ドレッシング間隔の延長が期待できます。

Q どのような分野で使用可能ですか？

A 分野に限らず、内面研削全般に対応します。

Q ドレッシング性に影響はありますか？

A ドレッシング性にも優れています。従来品と比較するとドレッシング後初期の消費電力値が低くなります。

Q 使用する研削液の種類に制約はありますか？

A 水溶性・不水溶性ともに使用可能です。

Q & A