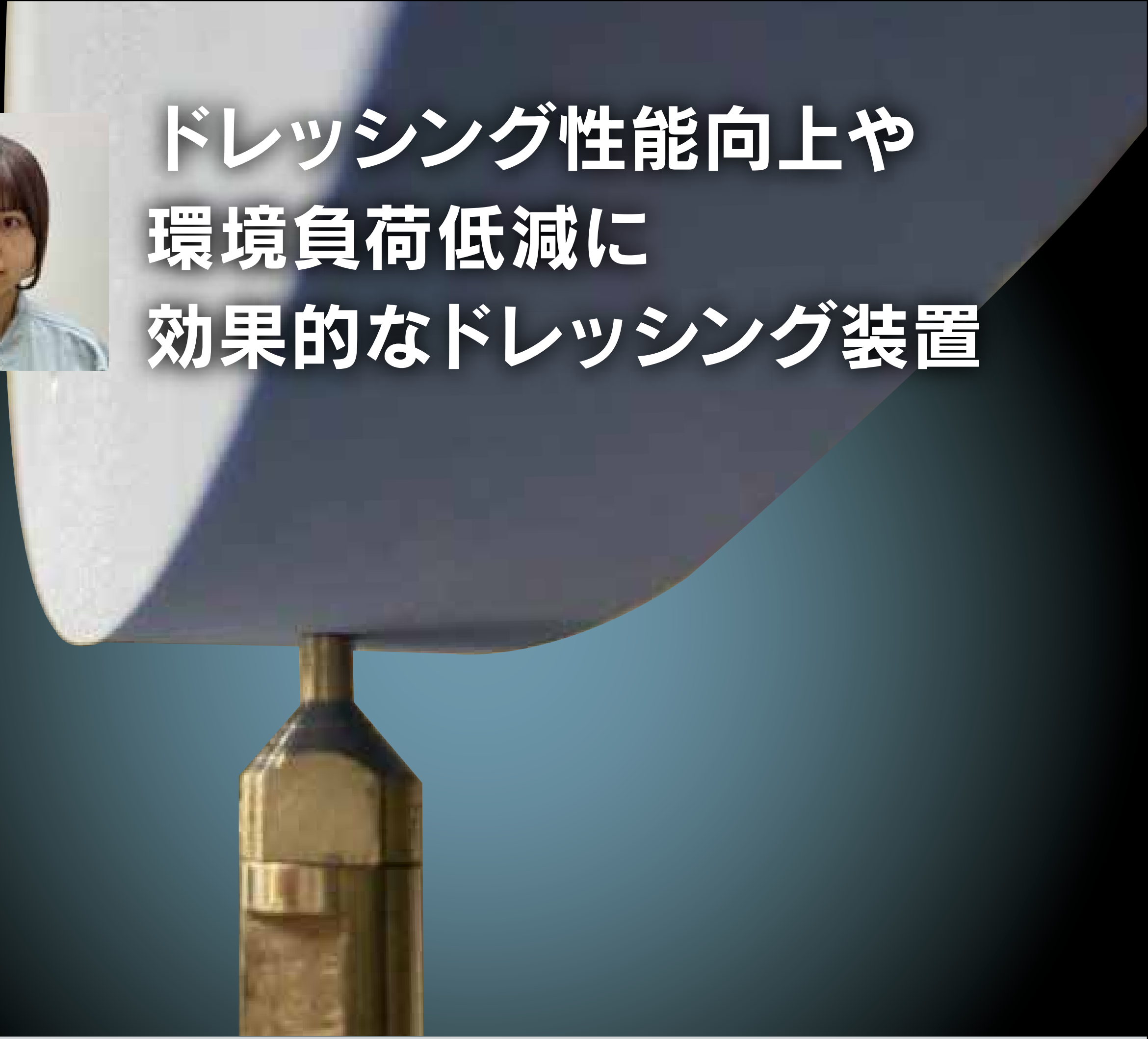


ノリタケからの提案

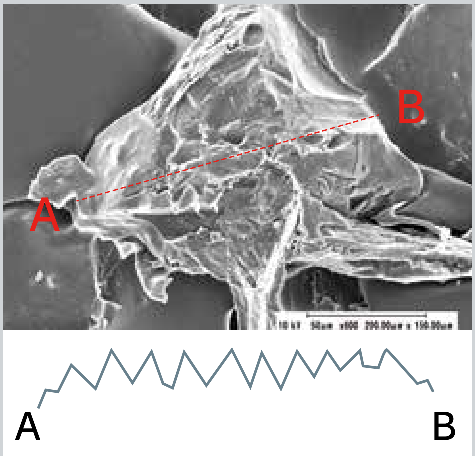
注目の製品・技術 01

［著者］田中 由依
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


# ドレッシング性能向上や環境負荷低減に効果的なドレッシング装置

研削を行うためにはドレッシングによる砥石の目立てが必要であり、切れ味や加工後のワーク品位を左右する工程です。
“Sonic Sharpener”は単石ドレッサや多石ドレッサなど静止形ドレッサを用いたドレッシング時に超音波を付与することで性能向上を図った製品です。
超音波の付与により砥粒先端に鋭利な切れ刃が創生され、研削時の消費電力値が低減し、$CO_2$排出量削減効果を期待できます。
さらに、ドレッシング時の発熱も抑制されることでドレッサ摩耗量の低減が可能となります。

超音波ドレッシング後の砥粒切れ刃




## 超音波ドレッシング装置

# Sonic Sharpener（ソニックシャープナー）

［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］

| $CO_2$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 |
|---|---|---|---|---|
| ● | ● | ● | ● | |

## ドレッシングの課題

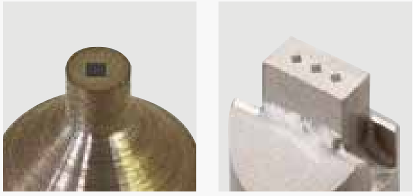
工業用人造砥石の歴史は古く、1800年代後半から製造されていました。ノリタケは1900年代初頭より陶磁器底摺り用に自家用砥石の製造をスタートさせ、1940年頃から本格的に工業用砥石の製造を開始しました。それ以降、砥石業界では「より高能率な加工をしたい」「より長寿命な砥石が欲しい」というお客様のニーズに応え、高靭性な砥粒や砥粒保持力が高いボンドの開発が進められてきました。ノリタケの製品では1991年に製造を開始したCX砥石（セラミック砥石）などが挙げられます。これらは高い研削能率の負荷にも耐えられるものの、ドレッシングの難易度が比較的高いことが課題でした。

一般砥石のドレッシングでは、主に単石ドレッサ、多石ドレッサなど静止形ドレッサを使用します（図1）。これらを用いてCX砥石をドレッシングした場合、従来砥石よりもドレッサへの負荷が大きくなります。そのためドレッサ摩耗量の増加やドレッシング精度の低下が懸念されます。ドレッシングが正常に行われないと砥石の切れ味は低下し、消費電力値の上昇に繋がります。すなわち、研削盤が消費するエネルギーが上昇し、$CO_2$排出量が増加してしまいます。さらに、加工後ワーク品位の悪化にも繋がってしまうため、早急な課題解決が求められてきました。また、CX砥石だけでなく、GC砥石も、砥粒が高硬度であるためドレッシングが困難といった課題を抱えており、ドレッシング手法の開発が求められています。

従来はドレッシング性を向上させる対策として、図2のような回転形ドレッサであるロータリドレッサなどダイヤモンド数の多いドレッサを推奨していましたが、一般砥石をロータリドレッサでドレッシングする場合、表面粗さのコントロールが困難という課題がありました。

この課題を解決する方法として、静止形ドレッサでドレッサ寿命の向上と砥石の切れ味向上により環境負荷低減に貢献できる超音波ドレッシング装置Sonic Sharpenerを開発しました。

**図1 静止形ドレッサ**



単石ドレッサ（LL単石ドレッサ）　多石ドレッサ（LLニードドレッサ）

**図2 回転形ドレッサ**

ロータリドレッサ（LLロータリドレッサ）

## 超音波ドレッシング装置Sonic Sharpenerとは

従来より切削工具などの切れ味や加工精度を向上させる手段としてさまざまなものが使用されてきました。その中のひとつとして超音波の付与が挙げられます。切削加工時に超音波を付与すると、加工抵抗が低減しワーク品位が向上することがわかっており、既に多数のメーカーから製品化されています。切削加工での事例のように超音波振動を研削用砥石のドレッシング時に付与させることで、砥粒への衝撃力を増加させ、ドレッシング性の向上を図りました。

今回開発した超音波ドレッシング装置Sonic Sharpenerは発振器と振動子ユニットから構成されており、振動子ユニットの先端に専用ドレッサを取り付けて使用します（図3）。従来のロータリドレッシング装置よりも重量が軽減され取り回しが簡単な設計になっています（図4）。

振動子ユニットは発振器からの出力によって発生した超音波を増幅する役割を果たしています。ドレッサ先端が砥石円弧に対して垂直になるよう設置することで、超音波振動の振幅を最大限にいかすことが可能となります（図5、図6）。特に振動子先端に取り付けたドレッサ部分が最も大きな振幅で振動するよう設計されています。

ドレッサが1秒間あたりに砥石へ衝突する頻度を表すパラメーターである作動周波数は、ラインナップとして40kHzと55kHzの2種類があります。40kHzの場合、1秒間に約40,000回の振動が発生しています。

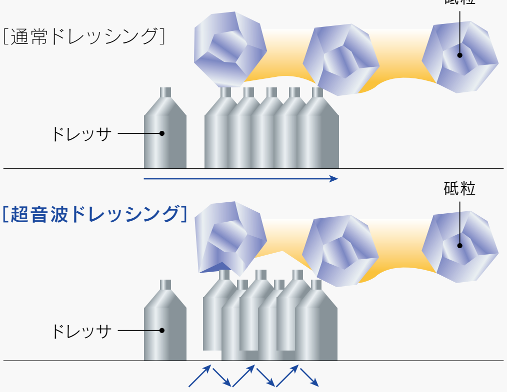
先端に取り付ける単石ドレッサ、多石ドレッサはSonic Sharpener専用で、振動や振幅が得られるよう最適な設計となっています。現在専用ドレッサとして、単石タイプはダイヤサイズ差で3種類、多石タイプはダイヤモンド数2個、3個の2種類の計5点があります（表1）。

**図3 Sonic Sharpener**

**図4 ドレッサ装置比較**

**図5 設置方法**

**図6 超音波ドレッシングによる効果のイメージ**※




※砥粒、ドレッサの大きさは実物と異なります。

**表1 Sonic Sharpener仕様・ラインナップ**

［振動子ユニットと発振器］

| | 40kHzタイプ | 55kHzタイプ |
|---|---|---|
| 製品寸法（mm） | ϕ68×94.5 | ϕ68×80.5 |
| | 発振器：218×258×138 | |
| 作動周波数 | 40±10kHz | 55±10kHz |
| 最大振幅（P-P） | 10$\mu$m | 6$\mu$m |
| 最大定格出力 | 50W | |
| 推奨用途 | 切れ味重視 | 表面粗さ重視 |

［専用ドレッサ］

| | ダイヤモンド配列1個 | ダイヤモンド配列2個 | ダイヤモンド配列3個 |
|---|---|---|---|
| ダイヤモンドサイズ（mm） | 0.6×0.6、0.8×0.8、1.0×1.0 | 0.6×0.6 | 0.6×0.6 |
| 表記 | SS06、SS08、SS10 | SSN2 0603 | SSN3 0603 |

## Sonic Sharpenerの性能と環境負荷低減効果

ドレッシングに対する困りごとが特に多いCX砥石とGC砥石について、Sonic Sharpenerを用いてドレッシングした結果を以下に示します。

まず平面研削用のCX砥石では、ドレッサ摩耗量が35％減少しました（表2、図7）。乾式でドレッシングした場合のドレッサの温度をサーモグラフィで測定すると、超音波ドレッシングは通常ドレッシングに比べ発熱箇所の温度が明らかに低いことがわかりました（図8）。ドレッシング時は砥粒とドレッサの接触により強い摩擦力が生じますが、ドレッサに垂直方向の超音波振動を付与することで接触が断続的になり、温度上昇が抑制されたと考えられます。また、超音波振動の力学的作用により砥粒やボンドブリッジの破砕が促されることも発熱の抑制、ドレッサ摩耗量の低減に寄与していると思われます（図9）。さらに、ドレッサ寿命向上により廃棄物削減にも貢献することが可能です。

ドレッシングされた砥粒の形状を電子顕微鏡で観察すると、超音波付与により砥粒先端に凹凸箇所が多くみられます（図10）。したがって、超音波ドレッシングは従来よりも砥粒先端に対するクラッシング効果が大きく鋭利な切れ刃の創生が可能となり、研削時の切れ味向上が期待できます。鉄鋼材料(SUJ-2)をワークとして研削試験を行ったところ、超音波ドレッシング後は通常ドレッシング後の研削よりも初期の消費電力値が60％低減し、ワーク面の研削焼け※が解消されました（表3、図11、図12）。その後の定常域においても消費電力値は30％低減しているため、超音波付与により加工初期段階か

ら持続して安定した切れ味向上効果を得ることが可能です。そのため、消費電力値低減による$CO_2$排出量削減と研削後のワーク精度向上の両立が可能です。

**表2 試験条件**

［砥石］

| | |
|---|---|
| スペック | CX120-V |
| 寸法 | φ255×T25×φ76.2mm |

［ドレッシング条件］

| | |
|---|---|
| ドレッシング方式 | トラバース |
| ドレッサ | 通常ドレッシング：LL1S 0803<br>超音波ドレッシング：SS08 |
| 砥石周速度 | 30m/s |
| 研削油 | 水溶性 |

**図7 試験結果**

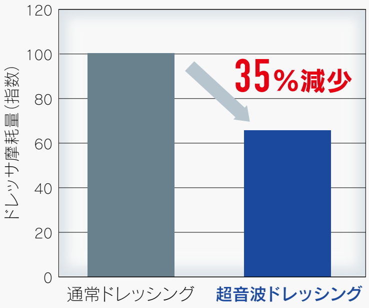



**図8 サーモグラフィ観察結果**

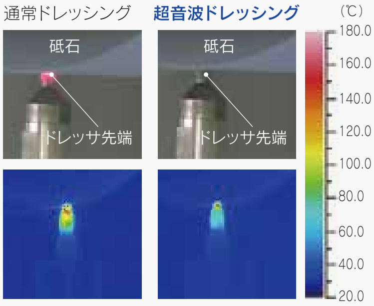



**図9 超音波ドレッシングの様子**

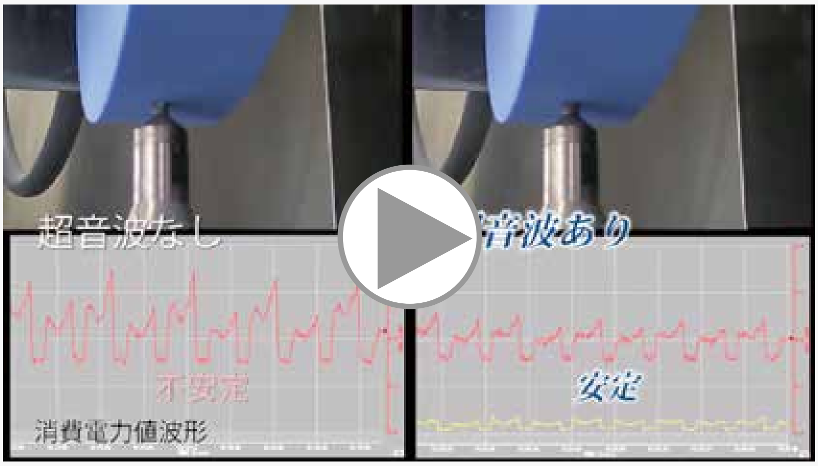



**図10 CX砥粒（セラミック砥粒）の切れ刃**

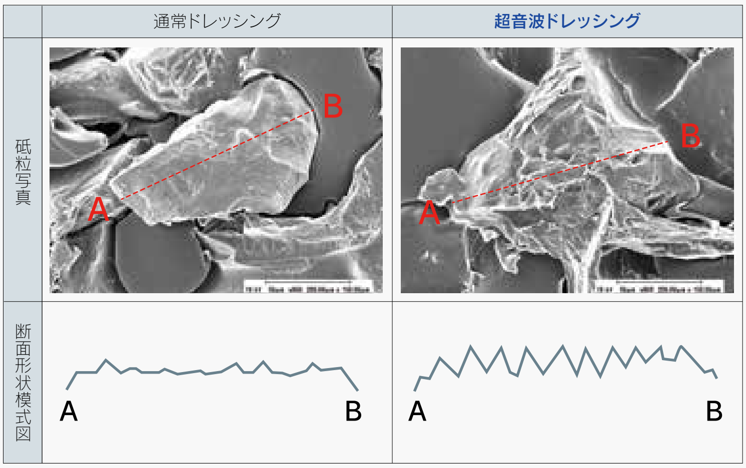



**表3 試験条件**

［砥石］

| | |
|---|---|
| スペック | CX120-V |
| 寸法 | φ255×T25×φ76.2mm |

［ワーク］

| | |
|---|---|
| 材質 | SUJ-2 |
| 寸法 | 100×50×10mm |
| 硬度 | HRc60 |

［研削条件］

| | |
|---|---|
| 研削方式 | 平面研削 |
| 砥石周速度 | 30m/s |
| ドレッシング方式 | トラバース |
| ドレッサ | 通常ドレッシング：LL1S 0803<br>超音波ドレッシング：SS08 |
| 研削油 | 水溶性 |

ドレッサの摩耗や発熱による問題が発生しやすいセンタレス研削におけるGC砥石に対しても、超音波ドレッシングによる効果が得られます。センタレス研削で使用される砥石は幅が広く、GC砥粒は一般砥粒の中でも硬度が高い砥粒であるため、ドレッシング時により大きな負荷がドレッサに加わりドレッサが短寿命となることが懸念されます。

この懸念を解消するために超音波ドレッシングを用いることで、GC砥石においてもドレッシング中の摩擦抵抗を低減し、ドレッサの発熱を抑制することが可能です。実際に超音波ドレッシングによる効果を検証したところ、ドレッシング時の消費電力値が50%低減されました（表4、図13）。通常ドレッシングではドレッサへの負荷が大きく発熱によるダイヤモン

ドの熱膨張などの影響で消費電力値が不安定な波形を示していましたが、超音波の付与で安定化していることがわかります。さらにドレッサ摩耗量が40％低減することで、ドレッシング時の切込み設定量に対する実削除量も向上し、ドレッシング比※は100％向上する結果が得られました（図14）。

したがって、ドレッサ摩耗量が多くなりやすい砥石幅の広い砥石のドレッシングにおいてもドレッサ寿命の向上が可能となり、廃棄物削減の観点から環境負荷低減へ貢献できることがわかります。

**図11 試験結果**

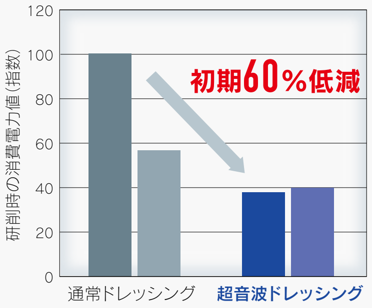
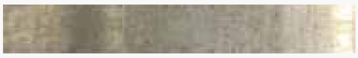



**図12 研削後ワーク面**

［通常ドレッシング後］



［超音波ドレッシング後］

**表4 試験条件**

［砥石］

| | |
|---|---|
| スペック | GC100-V |
| 寸法 | $\phi$370×T150×$\phi$228.6mm |

［ドレッシング条件］

| | |
|---|---|
| ドレッシング方式 | トラバース |
| ドレッサ | 通常ドレッシング：L2T1 0603<br>超音波ドレッシング：SSN2 0603 |
| 砥石周速度 | 33m/s |
| 研削油 | 水溶性 |

**図13 ドレッシング時の消費電力値**

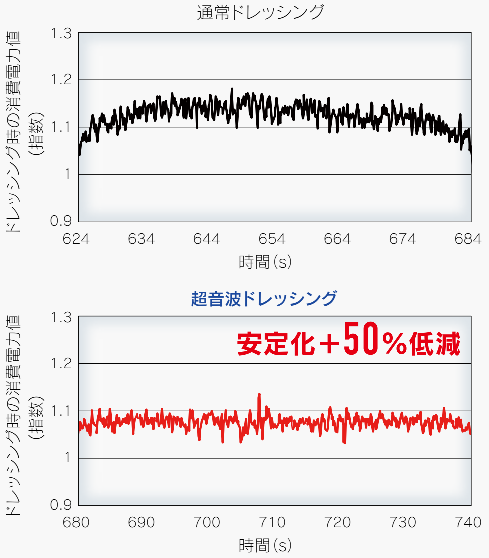



**図14 試験結果**

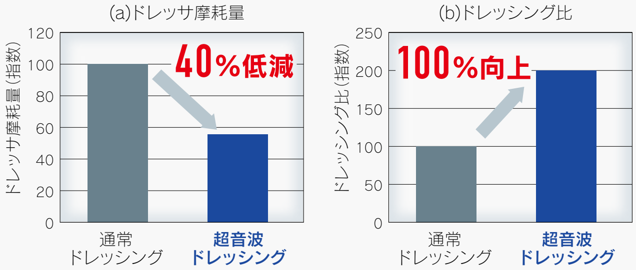
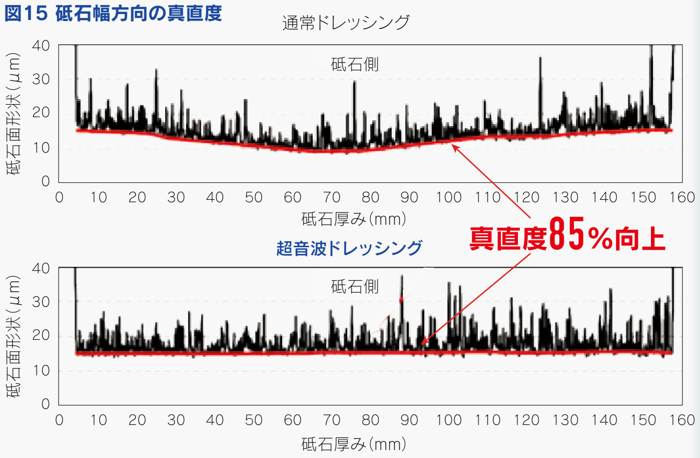



**図15 砥石幅方向の真直度**




ドレッサ寿命以外にも、超音波の付与で研削性能に大きく影響する砥石幅方向の真直度が改善されます（図15）。これは、ドレッシング時の発熱の抑制でダイヤモンドの熱膨張が低減し、砥石へのダメージが抑制されたためだと考えられます。接触時間が長くなるにつれて発熱が大きくなりドレッサと砥石がダメージを受けるため、センタレス用砥石のように使用面が幅広い砥石では特に超音波ドレッシングによる効果が期待できます。

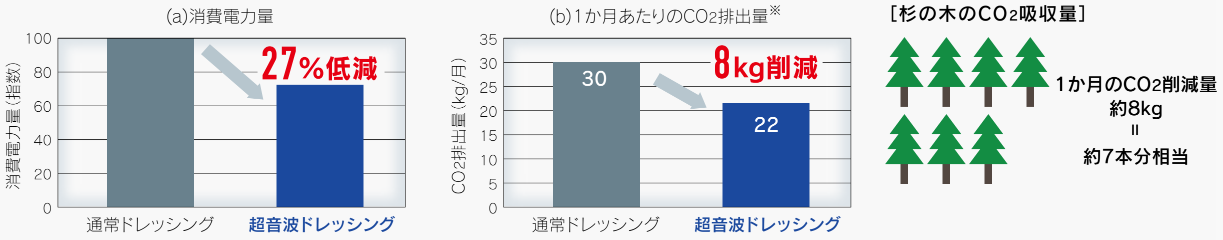
## Sonic Sharpenerによる$CO_2$排出量削減効果

前述の通り、Sonic Sharpenerを用いて超音波ドレッシングをした場合、ドレッシング時や研削時の負荷が小さくなり、消費電力値が低減することがわかりました。消費電力値×加工時間で表される消費電力量は27％低減が可能となり、研削盤

の消費エネルギー低減による$CO_2$排出量削減にも繋がります。Sonic Sharpenerの使用で$CO_2$排出量がどの程度変化するか算出したところ、1か月に10,000回加工するラインを想定すると、$CO_2$排出量が約8kg削減できる計算になります（図16）。これは杉の木7本が吸収できる$CO_2$量に相当します。このように、環境負担の低減も可能です。

またCO2排出量削減以外にも、前述のようにSonic Sharpenerはドレッサ摩耗量を抑制する効果があります。すなわち、ドレッサ寿命の延長により使用量が減り廃棄物の削減効果も狙うことが可能です。このように、Sonic Sharpenerはドレッシング性能や研削性能の向上と併せて環境負荷低減にも貢献できます。

**図16 Sonic Sharpenerによる$CO_2$排出量削減効果**




※弊社試験条件において1か月当たり10,000回加工した場合の試算値

## 今後に向けた取り組み

以上のように、ドレッサ寿命向上と消費電力量低減により環境負荷低減に貢献できるドレッシング装置Sonic Sharpenerをご紹介しました。現状、Sonic Sharpenerは主に一般砥石のドレッシングに効果的な装置となっています。今後、さらに幅広い分野や用途において、ドレッシング精度に困りごとを抱えているお客様に展開できるよう、ドレッサのラインナップの拡充や効果が期待できる適用砥石の展開に取り組んでいくとともに、持続可能な社会の実現に向けて開発を進めてまいります。

［注釈］
※ドレッシング比：砥石削除量÷ドレッサ摩耗量を表し、ドレッサ摩耗量が少ない程、大きい値を示す。
※研削焼け：砥石の切れ味低下によって研削熱が上昇し、金属組織の変質や酸化が起こる現象。

**Q Sonic Sharpener使用時は研削油が必要でしょうか？**

**A** 水溶性研削油の使用を推奨しますが、乾式環境でも使用可能です。ドレッシング時の発熱を抑制する効果があるため乾式環境でも効果的です。

**Q Sonic Sharpenerはどのように研削盤に取り付けますか？**

**A** マグネットチャックによる取り付け、または、M6のボルト3本での締め付けによる取り付けが可能です（図17）。（ボルト取り付けの際は6等配のメネジを用意することで、最適な角度でセッティングできます）

**図17 Sonic Sharpenerの取り付け図**

マグネットチャックで取り付け可能

**Q ドレッシング切込み量などの条件は変更する必要がありますか？**

**A** 基本的には、Sonic Sharpener導入前と同様のドレッシング条件で使用してください。

**Q 現状使用しているドレッサはSonic Sharpenerに使用できますか？**

**A** ご使用いただけません。Sonic Sharpener専用ドレッサをご使用ください。他のドレッサを取り付けた場合、正しく動作せず発熱・破損など思わぬ事故につながる可能性があります。

Q&A