

Noritake

軸受製造工程における 研削ソリューション



もっと上のモノづくりが見つかる！

技術情報誌

NORITAKE
TECHNICAL JOURNAL

ダウンロードはホームページへ

www.noritake.co.jp



》軸受の製造工程の課題と提案



》軸受の製造工程の課題と提案

内輪																																				
熱間鍛造 → 素材研削 → 旋削 → 冷間鍛造 → 旋削 → 熱処理 → 幅研削 → 内径研削 → 軌道面研削 → 軌道面超仕上げ → 完成																																				
工程	幅研削 (素材研削)			外径研削 (素材研削)			幅研削			内径研削			軌道面研削			軌道面超仕上げ																				
	ワークが生材 取り代が多い			ワークが生材			砥石とワークの接触面積が大きい			ワークより砥石径が小さい			総型研削			高品位が要求される																				
	砥石寿命が短い 研削焼け			砥石寿命が短い 表面粗さの悪化			研削抵抗の上昇 砥石の目詰まり			表面粗さの悪化			溝形状の悪化 表面粗さの悪化			表面粗さが安定しない																				
ご提案										ご提案										ご提案																
砥石とドレッサの組み合わせ																																				
	SEC-X (水溶性)			SEC-X (水溶性)			SEC-Y (水溶性)			SEC-Z (水溶性)			SEC-Y (水溶性)			SF68 (不水溶性)																				
	エボック セパレーター			エボック セパレーター			エボック セパレーター			エボック セパレーター			エボック セパレーター			エボック セパレーター			プリコート フィルター																	
濾過装置										濾過装置										濾過装置																

》軸受の製造工程の課題と提案

転動体(円筒コロ)

鍛造

熱処理

外径研削

幅研削

超仕上げ

完成

外径研削
(スルー研削)

幅研削

超仕上げ

砥石が摩耗し形状が変化する

ワーク径が小さく
研削面積が狭い

高品位が要求される

砥石偏摩耗による
ワーク精度ばらつき

作用砥粒数不足
砥石の異常摩耗

表面粗さのばらつき

ご提案

ご提案

ご提案

タフエース
(一般砥石)

LLニード
ドレツサNEO

グリット
ドレツサ

CX砥石
(一般砥石)

LLニード
ドレツサNEO

VN1
(CBNホイール)

メタルロータリー
ドレツサ

BUT・BCL
(CBNホイール)

ネオエボックス
(一般砥石)

LL単石
ドレツサNEO

キーンストーン
(一般砥石)

BRZホイール
(CBNホイール)

ラツパーくん
(一般砥石)

SF68
(不水溶性)

SEC-Y
(水溶性)

SEC-Y
(水溶性)

SF68
(不水溶性)

エボック
セパレーター

エボック
セパレーター

プリコート
フィルター

砥石とドレツサの組み合わせ

研削油

濾過装置

ボールねじ

①ねじ研削

②ねじ研削

③外周研削

④端面研削

シャフト

ナット

①ねじ研削

②ねじ研削

③外周研削

④外周・端面研削

総型研削

研削油が研削点に
入りにくい

ワークが細く長い
(シャフト)

砥石とワークの
接触面積が大きい

ねじ形状の悪化
表面粗さの悪化

研削焼け

ワークのたわみ

端面部の研削焼け

ご提案

ご提案

ご提案

ご提案

ライフキング
(一般砥石)

Gシャープ
(ドレツサ)

ライフキング
(一般砥石)

Gシャープ
(ドレツサ)

スーパー
ユニフォーム
(一般砥石)

LLニード
ドレツサ

ライフキング
(一般砥石)

LLニード
ドレツサ

VPホイール
(CBNホイール)

メタルロータリー
ドレツサ

I-Queen
(CBNホイール)

LLロータリー
ドレツサ

VN1
(CBNホイール)

メタルロータリー
ドレツサ

VN1KP
(CBNホイール)

メタルロータリー
ドレツサ

EPS6X
(不水溶性)

EPS6X
(不水溶性)

SEC-Y
(水溶性)

SEC-Y
(水溶性)

ラムダ
フィルター
システム

ラムダ
フィルター
システム

エボック
セパレーター

エボック
セパレーター

工程

特徴

課題

砥石とドレツサの組み合わせ

研削油

濾過装置

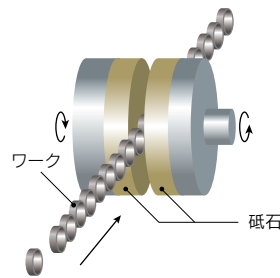
05

06

研削ソリューションⅠ：幅研削

軸受の幅研削は一般的に平面研削の一種である両頭平面研削で行われます。この研削方式は対向する2枚の砥石でワークを挟んで研削することが特徴で、砥石とワークが面で接するために接触面積が大きく、研削点に研削油が入りにくい状態になります。また、砥石は外周と内周の周速度差や作用砥粒数^{*}の差が大きいため砥石内外で切れ味が一定となりません。これらのことから、ワークの研削焼けや平面度・幅不良、研削抵抗の上昇などのトラブルに注意する必要があり、切れ味を保ちつつ形状崩れの起こりにくい砥石を選ぶことが必要です。ここでは、軸受の幅研削に適する砥石、CBNホイールとしてフラツディとBRZホイールをご紹介します。

図1 両頭平面研削の概略図



① フラツディ(一般砥石)

ソリューション: 適度な自生作用による切れ味持続性の向上と研削焼けの改善

表1の試験条件でワーク1400個の連続加工における従来品とフラツディ[®]の比較試験を行った結果、フラツディは従来品に比べて消費電力値が50%低減し、かつ研削焼けの発生を抑制することができました(図3)。また、研削後の砥石面状態を観察すると、フラツディは砥粒の突出し量が多く鋭利な砥粒が多いことから、研削焼けの要因の一つである摩滅した砥粒が適度な自生作用^{*}により脱落していることが推測できます(図4)。つまり、研削時に砥石が摩耗しても切れ味が持続するためドレッシング間隔の延長が可能となり、砥石の長寿命化と生産効率の向上が期待できます。市場では従来品と比べて1.5~2倍のドレッシング間隔を得られるほか、研削時の異常音の解消やワークの寸法精度が向上しています。

図2 フラツディ

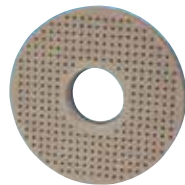


表1 試験条件

研削盤	両頭平面研削盤
研削方式	縦軸キャリア方式
砥石寸法	φ585×T65×φ195mm
ワーク寸法	φ50mm
ワーク材質	SUJ2(焼入れ)
取り代	0.2mm(両側)

図3 試験結果

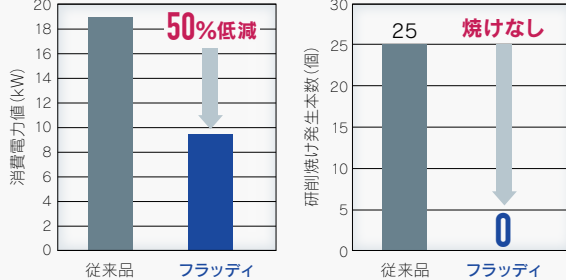
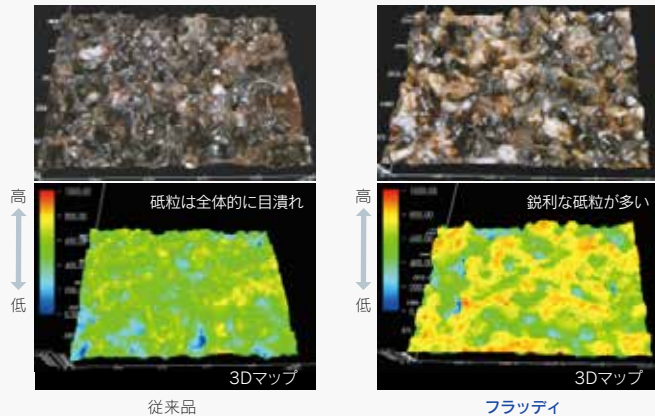


図4 研削後の砥石面状態



② BRZホイール(CBNホイール)

ソリューション: 研削時の砥粒沈み込み抑制による切れ味向上と作業性の改善

表2の試験条件で従来ホイールとBRZホイール[®]の比較試験を行いました。BRZホイールは、従来品と同等の表面粗さを維持しつつ、消費電力値が低減し、ワークの平行度は向上していることから、切れ味に優れていることがわかります(図6)。そのため、サイクルタイムを重視する加工に適しています。また、良好なドレッシング性とドレッシング間隔の延長が期待できることから、ドレッシングにかかる時間や手間を改善できる可能性もあります。市場では従来品と比べてドレッシング間隔1.5倍が得られたほか、ドレッシング間の消費電力値上昇がなく、安定した加工が実現しています。

図5 BRZホイール

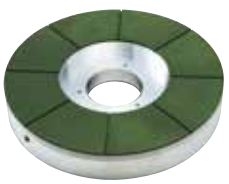
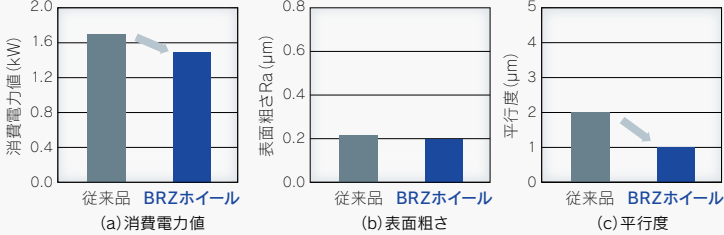


表2 試験条件

研削盤	両頭平面研削盤
研削方式	縦軸インフィード方式
ホイールスペック	CBC140-B
ホイール寸法	φ305×T50×H80×W50mm
ホイール周速	9.6m/s
ワーク材質	SUJ2(焼入れ)
ワーク寸法	φ80×57H mm

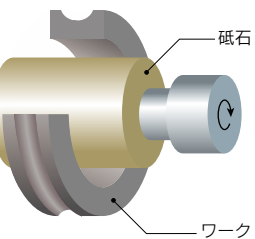
図6 試験結果



研削ソリューションⅡ：内径研削

穴・内面部を研削する内径研削では、ワークに対して砥石径が小さくなります。また、砥石とワークの接触弧長が長いと、接触面積が大きくなる傾向があります。そのため、作用砥粒数に対するワークの除去体積が大きく、砥石は短寿命になりがちです。また、接触面積が大きいこと、研削点に研削油が浸入しにくく切り屑の排出が不十分なことで、研削抵抗が上昇し、研削焼けが発生しやすいという課題があります。内径研削で良好な研削を行うためには、切れ味に優れかつ適度な耐久性が必要です。ここでは、軸受の内径研削に適する砥石、CBNホイールとしてライフキングとI-Queenをご紹介します。

図7 内径研削の概略図



① ライフキング(一般砥石)

ソリューション: ノリタケの独自砥粒TAによるドレッシング間隔の延長と砥石取り換え頻度の減少

表3の試験条件で従来品とライフキング[®]の比較を行いました。ライフキングは、ドレッシングを行ってからワークの焼入れ硬度低下が起こるまでの総加工数が、標準的なA系砥粒を使用したWA砥石と比較して約60%、単結晶砥粒を使用したSH砥石に対して約35%延びています(図9)。また、セラミック砥粒を使用したCX砥石ではWA砥石やSH砥石と比較してドレッシング比が約80%低下しますが、ライフキングではその低下が10~20%に抑えられます(表4、

図8 ライフキング



図10)。ドレッシング時の消費電力値を比較してもライフキングはWA砥石やSH砥石とほぼ同等で、ドレッサにかかる負荷が低いことがわかります。ライフキングはさまざまな加工に対して、「ドレッサの寿命を低下させず、ドレッシング間隔を延ばしたい」という方におすすめです。

表3 試験条件

研削方式	円筒研削	ワーク寸法	φ50×10T mm
研削能率	2mm³/mm・s	ワーク硬度	HRc48
砥石スペック	WA60-V	ドレッサ	LL単石ドレッサ
砥石寸法	φ405×T50×φ127mm	ドレッシングリード	0.1mm/r.o.w.
砥石周速度	60m/s	ドレッシング切込み量	0.02mm/pass
ワーク材質	SCM435	研削油	水溶性

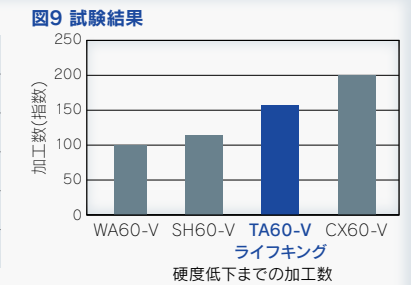
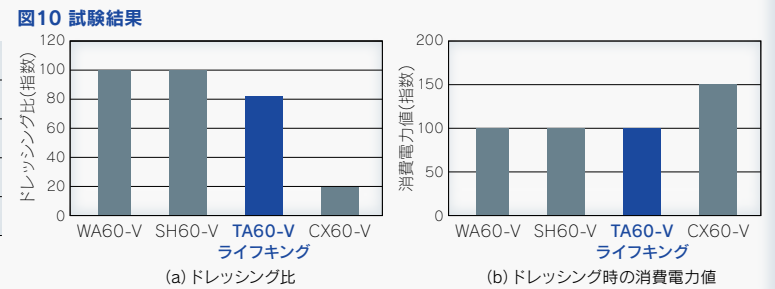


表4 試験条件

砥石周速度	45m/s
ドレッサ	ポイントドレッサ
ドレッシングリード	0.1mm/r.o.w.
ドレッシング切込み量	0.01mm/pass×200pass
研削油	水溶性



② I-Queen (CBNホイール)

ソリューション: 高い砥粒保持力と分散性を持つボンドによるドレッシング間隔の延長とサイクルタイム短縮

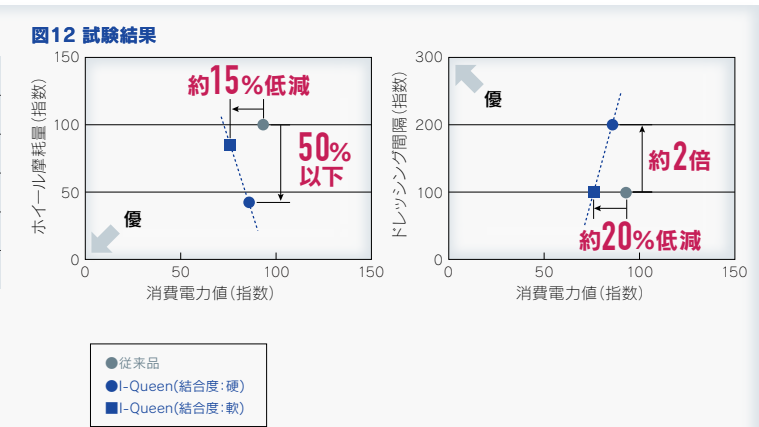
表5の試験条件で従来ホイールとI-Queen[®]の比較を行いました。I-Queenは、従来品●と同等の消費電力値を狙ったスペック■で比較すると、ホイール摩耗量は50%以下、ドレッシング間隔は約2倍となりました(図12)。また、従来品●と同等のドレッシング間隔を狙ったスペック■で比較すると、ホイール摩耗量は15%低減、消費電力値は20%低減します。このように、I-Queenは結合度等の調整によってホイール寿命の延長を狙ったスペックと、サイクルタイム短縮を狙ったスペックを使い分けることができます。市場では従来品に対して、ドレッシング間隔1.5~2倍の実績が多数あります。また、サイクルタイムが短縮した事例もあり、生産性の向上が期待できます。

図11 I-Queen



表5 試験条件

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



Ⅲ 研削ソリューションⅢ: ドレッサ

砥石・ホイールの性能を最大限に引き出すためにはドレッシングが重要です。砥粒先端に細かな切れ刃を立てるビトリファイド砥石・ホイール、加工で崩れた砥石形状修正を行うレジノイド砥石、ボンドを後退させて砥粒突出しを増やすレジノイド・メタルホイールなど、砥石・ホイールの種類によってドレッシングの目的は少し異なりますが、適切なドレッサ、ドレッシング条件を選定することが必要です。ドレッシングの考え方と条件設定についてはNORITAKE TECHNICAL JOURNAL 2019に詳しい説明がありますので、そちらをご覧ください^④。ここでは、軸受用砥石(ビトリファイド砥石・レジノイド砥石)に適するドレッサとしてGシャープとLLニードドレッサNEOをご紹介します。

① Gシャープ(ドレッサ)

ソリューション: 大粒の人造ダイヤモンドを使用したドレッサによるドレッシング性能の安定化と工具管理の簡略化

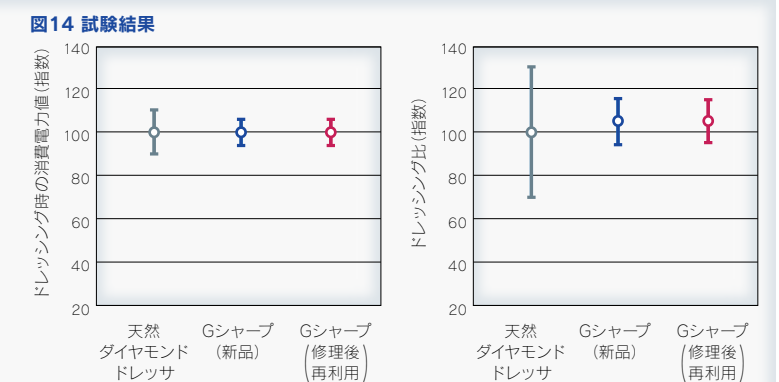
表6の試験条件で天然ダイヤモンドドレッサとGシャープ[®]を比較しました。Gシャープと天然ダイヤモンドドレッサはドレッシング比[※]がほぼ同等です(図14)。一方、ドレッシング性能は天然ダイヤモンドドレッサに比べてGシャープのばらつきが少ないことから、ドレッサの交換タイミングが決めやすく、工具管理の簡略化に貢献します。また、ドレッシング時の消費電力値は天然ダイヤモンドドレッサとほぼ同等で、ばらつきが少なく安定した結果が得られています。

図13 Gシャープ



表6 試験条件

研削盤	円筒研削盤
研削方式	円筒研削
砥石スペック	CXZ60-V
砥石寸法	φ405×T75×φ127mm
砥石周速度	45m/s
研削油	水溶性 SEC-700(×50)
ドレッシングリード	0.1mm/r.o.w.
ドレッシング切込み量	半径10μm/pass



② LLニードドレッサNEO

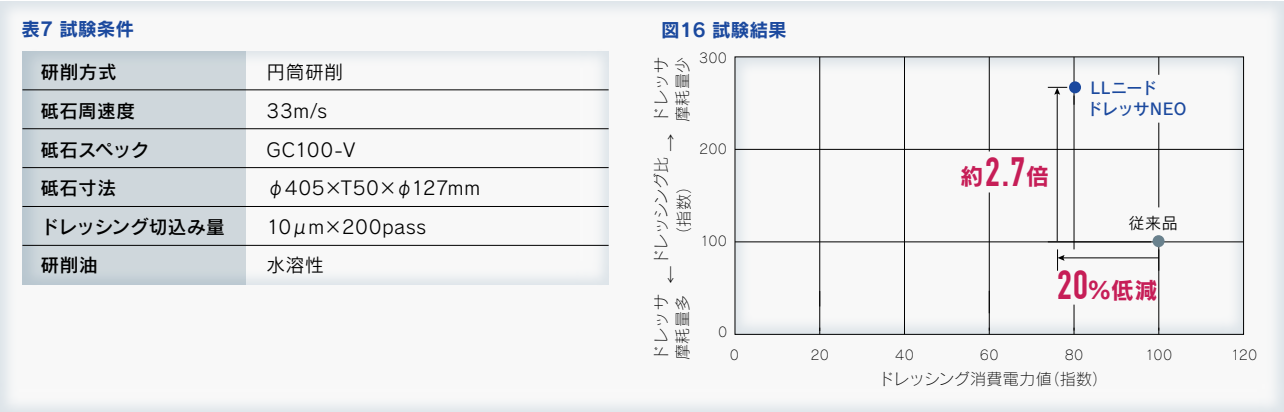
ソリューション: ドレッサの摩耗量低減による大型のCX砥石・GC砥石のドレッシング性能向上

表7の試験条件で従来品(LLニードドレッサ)とLLニードドレッサNEO[®]のGC砥石に対するドレッシング性能の比較をしました。LLニードドレッサNEOは従来品と比較してドレッシング時の消費電力値が20%低減することに加え、ドレッシング比は従来比約2.7倍になり、ドレッサの摩耗を大幅に軽減できます(図16)。ドレッサが顕著に摩耗すると砥粒に適切な切れ刃が生成されず、研削時の消費電力値上昇や表面粗さ、真円度の悪化、ばらつきなどの要因となります。このため、ドレッサが摩耗しやすい大型砥石、CX砥石、GC砥石などのドレッシングにはLLニードドレッサNEOを

図15 LLニードドレッサNEO



推奨します。



» 最後に

研削工具を中心に軸受製造工程における研削ソリューションをご紹介しました。今回の6つの製品は過去のNORITAKE TECHNICAL JOURNALにも掲載していますので、ぜひご参照ください。また、ノリタケはこれらのほかにもさまざまな製品をラインナップしており、砥石、ホイール、研削油、濾過装置等、総合的な提案を行うことができます。製品だけではなく、その使い方など、研削でお困りの際はお気軽にノリタケまでお問合せください。

[注釈]

※作用砥粒数：砥石の最外周に存在する、研削中ワークと接触してワークを除去する(作用する)砥粒の数。
砥石の表面に見えていても周囲の砥粒より奥に存在する砥粒は、ワークと接触していない場合がありそれは作用砥粒に数えない。

※自生作用：砥粒先端が摩耗して鈍化すると砥粒が局部的に破砕し新しい切れ刃が再生される。
破砕が繰り返された後に砥粒の保持力が一定以下になると最終的に砥粒は抜け落ち、下層から新しい砥粒が現れ切れ味が継続される現象。
自生発刃とも呼ばれる場合がある。

※ドレッシング比：砥石削除量÷ドレッサ摩耗量を表し、小さくなる程ドレッサ摩耗量が多いことを示す。

[文献]

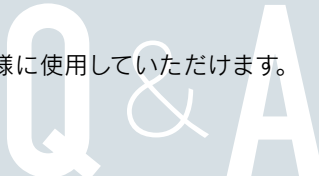
① 小野田 憲：フラツティ, NORITAKE TECHNICAL JOURNAL 2018, (2017)32-35.
② 樋代 康弘：BRZホイール, NORITAKE TECHNICAL JOURNAL 2019, (2018)46-49.
③ 大山 紘史：ライフキング, NORITAKE TECHNICAL JOURNAL 2018, (2017)28-31.
④ 福田 未来：I-Queen, NORITAKE TECHNICAL JOURNAL 2019, (2018)12-15.
⑤ 杉野 香奈絵：よくわかるツルレーイング・ドレッシング, NORITAKE TECHNICAL JOURNAL 2019, (2018)24-31.
⑥ 松尾 秀平：Gシャープ, NORITAKE TECHNICAL JOURNAL 2018, (2017)46-49.
⑦ 小野江 正美：LLニードドレッサNEO, NORITAKE TECHNICAL JOURNAL 2020, (2019)58-63.

Q 一般砥石とCBNホイールがどちらも使える工程では、どちらを使用すればいいですか？

A 現状を確認させていただいたうえでご提案しますので、ノリタケにお問合せください。例えば、研削盤に搭載されているドレッサが静止形の場合はビトリファイドCBNホイールのドレッシングが困難であるため、ビトリファイド砥石をおすすめしています。

Q 今回紹介されている製品は軸受用途以外にも使えますか？

A 使用できます。今回は軸受の製造工程に沿って紹介していますが、すべてのお客様に使用していただけます。お気軽にお問合せください。





ノリタケ株式会社

砥石・ドレッサ・研削油について

□国内営業拠点

■工業機材事業本部 営業本部

〒451-8501
名古屋市西区則武新町三丁目1番36号
TEL(052)561-9833

■東部支社

〒244-0805
神奈川県横浜市戸塚区川上町87-1 ウェルストン1ビル6階
TEL(045)330-3413

■中部支社

〒451-8501
名古屋市西区則武新町三丁目1番36号
TEL(052)561-7226

■西部支社

〒566-0021
大阪府摂津市南千里丘2番29号
TEL(06)6319-1161

■海外事業推進部

〒451-8501
名古屋市西区則武新町三丁目1番36号
TEL(052)561-9837

□海外工場・営業拠点

■NORITAKE U.S.A., INC. (アメリカ)

Cincinnati Branch

4990 Alliance Dr., Mason, OH 45040, U.S.A.
Tel +1-513-234-0770

Atlanta Branch

490 Sun Valley Dr., Suite#102
Roswell, GA 30076, U.S.A.
Tel +1-770-518-8233

■NORITAKE EUROPA GmbH. (ドイツ)

Kurhessenstrasse 3, D-64546
Mörfelden-Walldorf, Germany
Tel +49-61-05-2092-44

■NORITAKE SHANGHAI TRADING CO., LTD. (中国)

Shanghai Headquarter

Room 701 Aetna Tower No.107, Zun Yi Road,
Chang Ning District, Shanghai, 200051, China
Tel +86-21-6237-5667

Guangzhou Branch

2510 Goldlion Digital Network Center, 138
Tiyu Road East, Guangzhou 510620, China
Tel +86-20-3877-2253

Dalian Branch

22K, International Finance Building,
No.15 Renmin Road Zhongshan
Dist Dalian 116001, China
Tel +86-411-825-06065

■NORITAKE SA (THAILAND) CO., LTD. (タイ)

Bangkok Office

388 Amigo Tower, 17th Floor, Zone A/1, Siphaya Road,
Mahapruetaram, Bangrak, Bangkok, 10500, Thailand
Tel +66-2-235-1688

濾過装置について

■エンジニアリング事業部

流体テクノ部 濾過グループ

〒451-8501 名古屋市西区則武新町三丁目1番36号
TEL(052)561-4268

ホームページはこちら▶



お問合せはこちら▶



■お問合せ先 Distributed by



改良にともない、お断りなく仕様など変更させていただくことがあります。