

*Noritake*

# 自動車エンジン製造工程における 研削ソリューション



## エンジン

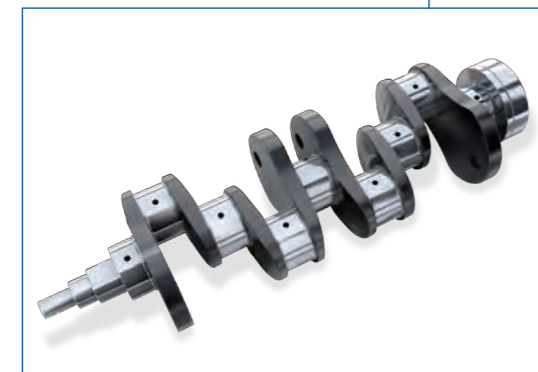
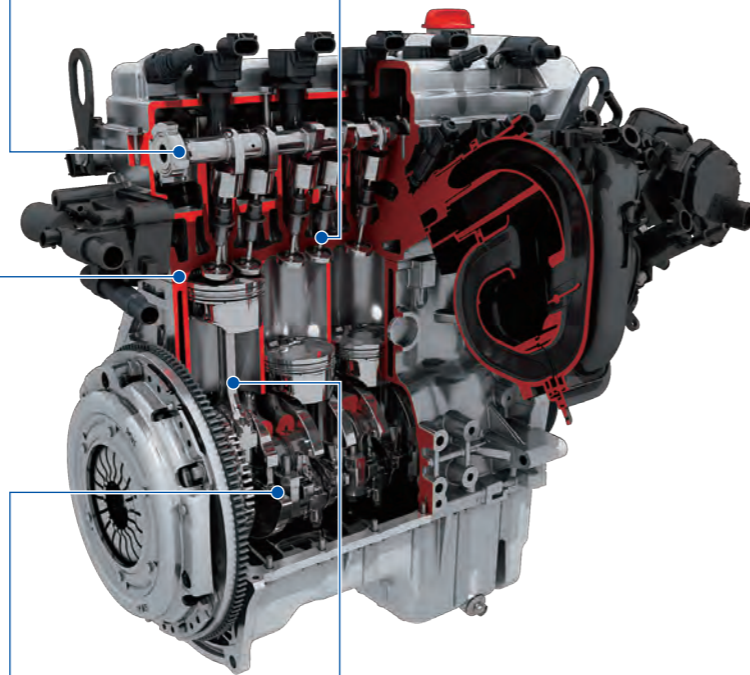
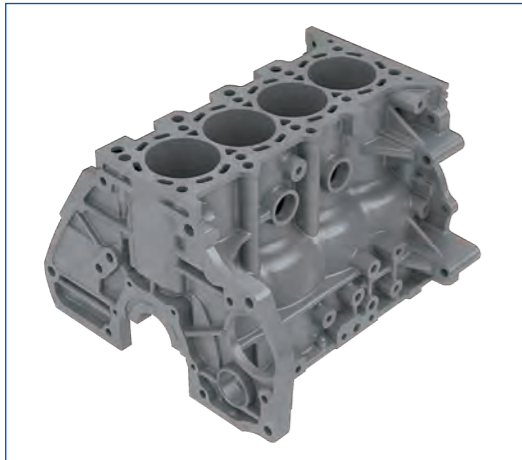
カムシャフト



エンジンバルブ



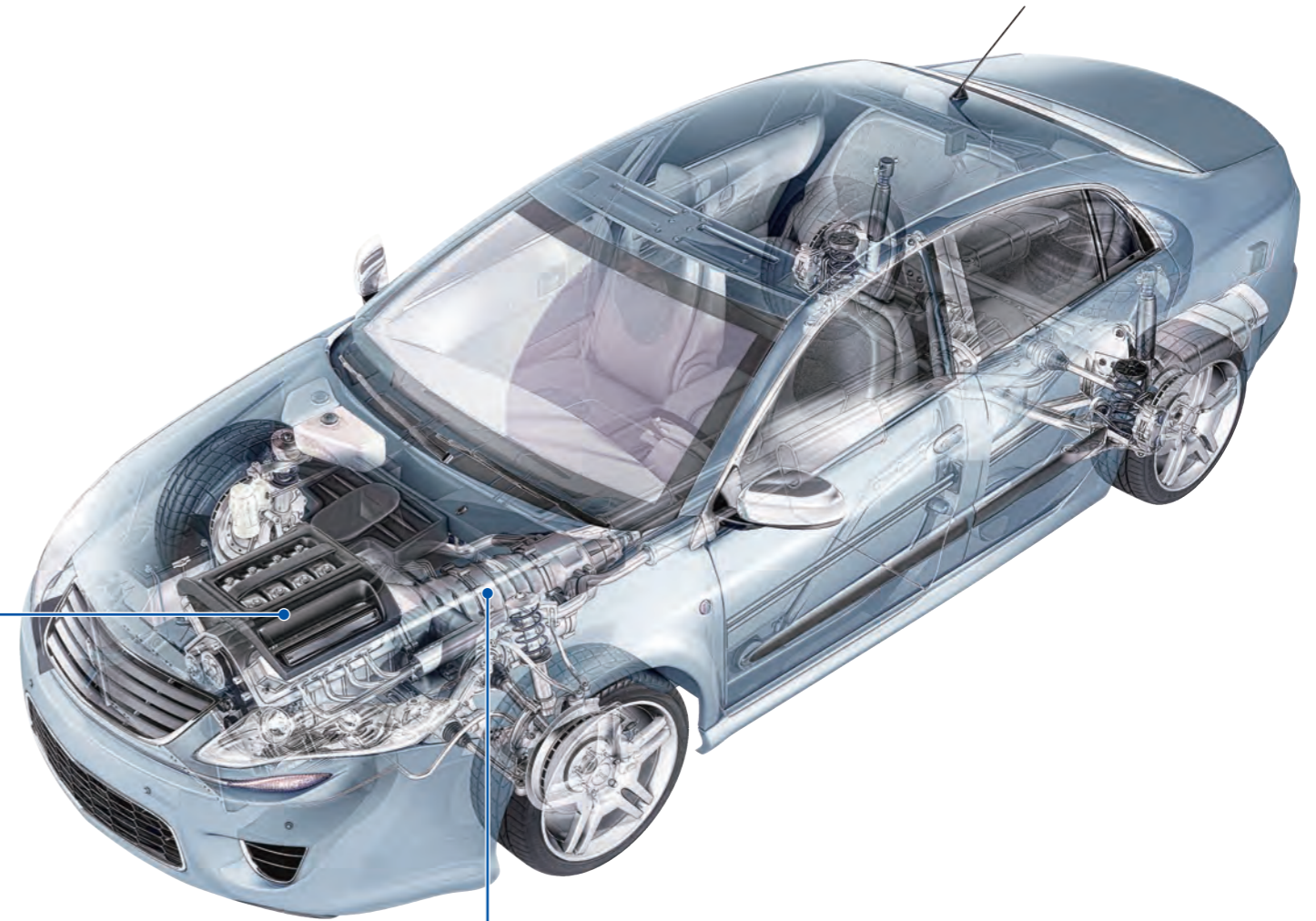
シリンダーブロック



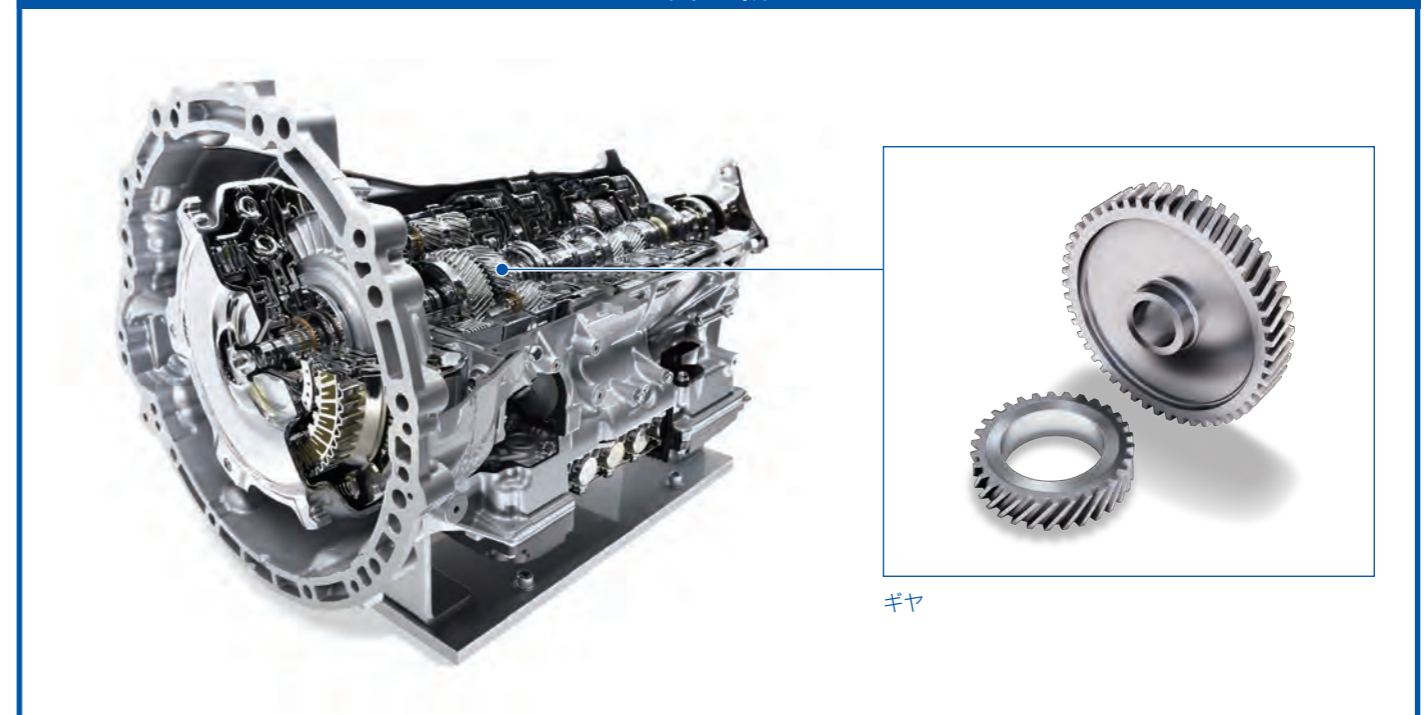
クランクシャフト



コンロッド



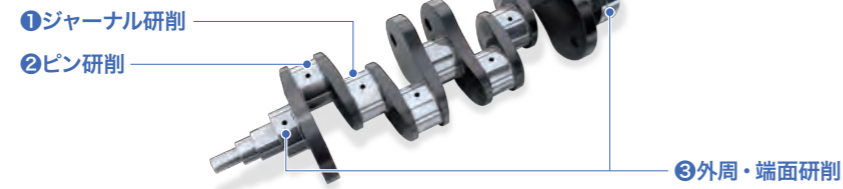
## 変速機



ギヤ

自動車エンジン製造工程の課題と提案

クランクシャフト



工程	①ジャーナル研削	①ジャーナル研削 (同時研削)	②ピン研削	③外周・端面研削
特徴	複数箇所を研削する	砥石交換に時間がかかる	研削油が研削点に届きにくい	砥石とワークの接触面積が大きい
課題	研削に時間がかかる	交換頻度減少のため砥石寿命の延長	研削焼け	端面部の研削焼け
ご提案				

<p>砥石とドレッサの組み合わせ</p> <p>VN1 (CBNホイール) 標準スペック: CB 100 M 180 VN1</p> <p>メタルロータリドレッサ 標準スペック: SD 40 Q 90 MW7</p>	<p>CX砥石 (一般砥石) 製品説明▶P11 標準スペック: CX 60 L 8 V104</p>	<p>Σホイール (CBNホイール) 製品説明▶P12 標準スペック: CBX 120 M 180 VV2(Z) Vol.3</p> <p>メタルロータリドレッサ 標準スペック: SD 40 Q 90 MW7</p> <p>V35, V57 (一般砥石) 標準スペック 小型用: SH 60 L 8 V35 大型用: SH 60 L 9 V57XP</p> <p>LLニードドレッサ 標準スペック: L3T1-0803</p>	<p>V35 (一般砥石) 標準スペック フロント: SK 60 J 8 V35 リヤ: SK 60 H 10 V35P</p> <p>LLニードドレッサ 標準スペック: L3T1-0803</p>
<p>ノリタケール</p> <p>■潤滑性重視の場合 SEC-Y (水溶性)</p> <p>■防錆性・防腐蚀性重視の場合 NK-Z(L) (水溶性)</p>		<p>ノリタケール</p> <p>■潤滑性重視の場合 SEC-Y (水溶性)</p> <p>■防錆性・防腐蚀性重視の場合 NK-Z(L) (水溶性)</p>	<p>ノリタケール</p> <p>■潤滑性重視の場合 SEC-Y (水溶性)</p> <p>■防錆性・防腐蚀性重視の場合 NK-Z(L) (水溶性)</p>
<p>エポックセパレーター Vol.4</p>		<p>エポックセパレーター Vol.4</p>	<p>エポックセパレーター Vol.4</p>

カムシャフト



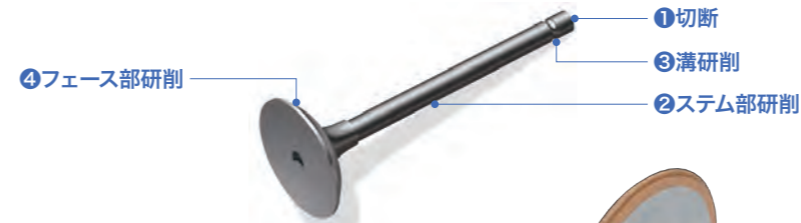
工程	①ジャーナル研削	①ジャーナル研削 (同時研削)	②カムプロファイル研削
特徴	複数箇所を研削する	砥石交換に時間がかかる	接触面積が大きいいため研削熱が蓄積されやすい
課題	研削に時間がかかる	交換頻度減少のため砥石寿命の延長	研削割れ 残留応力の発生
ご提案			

<p>砥石とドレッサの組み合わせ</p> <p>VN1 (CBNホイール) 標準スペック: CB 100 M 180 VN1</p> <p>メタルロータリドレッサ 標準スペック: SD 40 Q 90 MW7</p>	<p>CX砥石 (一般砥石) 製品説明▶P11 標準スペック: CX 60 - 8 V104</p>	<p>1工程の場合</p> <p>■FCD材の場合 シャープカイザー (CBNホイール) 製品説明▶P13 標準スペック: CBX 120 Q 180 VSH1 Vol.4</p> <p>■FCチル材の場合 SW5 (CBNホイール) 標準スペック: CB 80 O+ 200 VSW5</p>	<p>2工程の場合</p> <p>粗工程 SW5 (CBNホイール) 標準スペック: CB 80 O+ 200 VSW5</p> <p>仕上げ工程 ■ホイール外径 φ250~350mmの場合 シャープカイザー (CBNホイール) 製品説明▶P13 標準スペック: CBX 120 Q 180 VSH1 Vol.4</p> <p>■ホイール外径 φ150mm以下 (凹カム用) の場合 メガライフホイール (CBNホイール) 標準スペック: CBX 120 Q 180 VLM1 Vol.1</p>
<p>ノリタケール</p> <p>■潤滑性重視の場合 SEC-Z (水溶性)</p> <p>■防錆性・防腐蚀性重視の場合 NK-Z(L) (水溶性)</p>		<p>ノリタケール</p> <p>■潤滑性重視の場合 SEC-Z (水溶性)</p> <p>■防錆性・防腐蚀性重視の場合 NK-Z(L) (水溶性)</p>	<p>ノリタケール</p> <p>■潤滑性重視の場合 SEC-Z (水溶性)</p> <p>■防錆性・防腐蚀性重視の場合 NK-Z(L) (水溶性)</p>
<p>エポックセパレーター Vol.4</p>		<p>エポックセパレーター Vol.4</p>	<p>エポックセパレーター Vol.4</p>

Vol.X ... このアイコンのある製品は、技術情報誌NORITAKE TECHNICAL JOURNALに掲載されています。アイコンの横に掲載号数を記載しています。

自動車エンジン製造工程の課題と提案

エンジンバルブ



工程	①切断	②ステム部研削	③溝研削	④フェース部研削	工程
特徴	高能率切断	砥石が摩耗し 形状が変化する	ワーク形状が複雑なため ホイール形状が崩れやすい	砥石が摩耗し 形状が変化する	特徴
課題	工具寿命が短い	ワーク精度のばらつき	溝形状の悪化 表面粗さの悪化	表面粗さの悪化 形状および切れ味の維持	課題
	ご提案	ご提案	ご提案	ご提案	

砥石とドレッサの組み合わせ	<p>リムソー 標準スペック: CB 80~100 MRX27</p>	<p>VN1 (CBNホイール) 標準スペック: CB 100 N 200 VN1</p> <p>メタルロータリドレッサ 標準スペック: SD 40 Q 90 MW7</p>	砥石とドレッサの組み合わせ	
	<p>SK, GC砥石 (一般砥石) 標準スペック 粗: SK 60 M 8 V35, GC 60 M 8 V81 仕上げ: SK 100 M 8 V35, GC 100 M 8 V81</p> <p>LLニードドレッサNEO 標準スペック: L3T1-0803 N</p>	<p>電着ホイール 標準スペック: CB 400 PC5 (標準タイプ) CB120 PC5 (ツレーイングタイプ)</p>		
	<p>CX砥石 (一般砥石) 製品説明▶P11 標準スペック: CX 100 P 7 V104</p> <p>LLニードドレッサNEO 標準スペック: L3T1-0803 N</p>			
	<p>ノリタケカット EPS-6X (不水溶性)</p>	<p>ノリタケクール SEC-Z (水溶性)</p>		<p>ノリタケカット EPS-6X (不水溶性)</p>
研削油				
濾過装置	<p>遠心分離機</p>	<p>エポックセパレーター Vol.4</p>	<p>遠心分離機</p>	<p>遠心分離機</p>

Vol.X ... このアイコンのある製品は、技術情報誌NORITAKE TECHNICAL JOURNALに掲載されています。アイコンの横に掲載号数を記載しています。

自動車エンジン製造工程の課題と提案

コンロッド

工程	①幅研削	②内径研削 (内面研削の場合)	②内径研削 (ホーニングの場合)	
特徴	平坦度、厚みのばらつき 精度が要求される	円筒度・表面粗さ 精度が要求される	円筒度・表面粗さ 精度が要求される	
課題	切れ味の安定性 研削焼け	表面粗さの悪化	切れ味と砥石寿命の両立	

砥石とドレッサの組み合わせ	<p>キャリア研削の場合</p> <p>ネオエボックス (一般砥石) 製品説明▶P16 標準スベック: 83A 46 J 15 YTS</p> <p>LL単石ドレッサNEO 標準スベック: L1S1-1203N</p>	<p>VN1 (CBNホイール)</p> <p>標準スベック: CB 170 M 200 VN1</p>	<p>MKDシリーズ (ダイヤモンドホイール)</p> <p>製品説明▶P17 標準スベック 粗: SD 270~325 M 50 MKD 仕上げ: SD 400~600 M 35 MKD</p>
	<p>インフィード研削の場合</p> <p>フラッディ (一般砥石) 製品説明▶P15 標準スベック: 83A 46 H 12 BHXS1 Vol.1</p> <p>LL単石ドレッサNEO 標準スベック: L1S1-1203N</p>	<p>メタルロータリドレッサ</p> <p>標準スベック: SD 40 Q 90 MW7</p>	
	<p>研削油</p> <p>ノリタケール SEC-Y (水溶性)</p>	<p>ノリタケール SEC-Y (水溶性)</p>	
濾過装置	<p>エポックセパレーター Vol.4</p>	<p>エポックセパレーター Vol.4</p>	<p>A-0フィルター</p>

シリンダーブロック

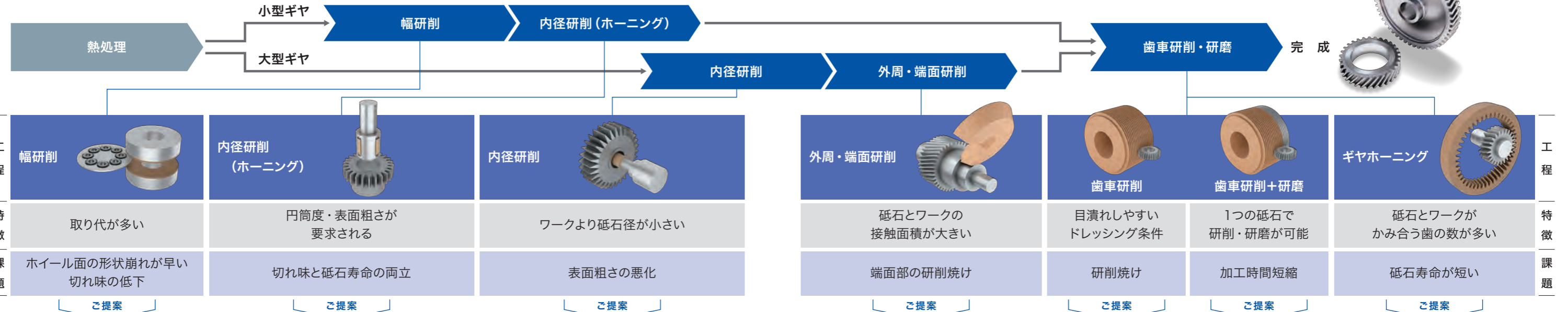
工程	①シリンダー内径研削 (ホーニング)	②上面加工	
特徴	円筒度・表面粗さ 精度が要求される	高能率研削	
課題	切れ味と砥石寿命の両立	工具寿命が短い 表面粗さが粗い	

砥石とドレッサの組み合わせ	<p>粗研削</p> <p>MKDシリーズ (ダイヤモンドホイール) 製品説明▶P17 標準スベック: SD 170~400 O 20 MKD</p>	<p>仕上げ研削</p> <p>■ 鋳鉄以外の場合 MHBシリーズ (ダイヤモンドホイール) 製品説明▶P18 標準スベック: SD 500~2500 -- MHB Vol.2</p> <p>■ 鋳鉄の場合 MH5シリーズ (ダイヤモンドホイール) 標準スベック: SD 500~2500 H 20 MH5</p>	<p>グリットエース (ダイヤモンドホイール) 標準スベック: SD 40 Vol.1</p>
	<p>研削油</p> <p>ノリタケール SA-2000CB(K) (水溶性)</p>	<p>ノリタケール ES-20KP (水溶性)</p>	
	<p>濾過装置</p> <p>コンビネーション濾過システム 濾過構成: マグネットセパレーター + ペーパーフィルター</p>	<p>コンビネーション濾過システム 濾過構成: マグネットセパレーター + ペーパーフィルター</p>	

Vol.X ... このアイコンのある製品は、技術情報誌NORITAKE TECHNICAL JOURNALに掲載されています。アイコンの横に掲載号数を記載しています。

自動車エンジン製造工程の課題と提案

ギヤ



砥石とドレッサの組み合わせ

砥石とドレッサの組み合わせ

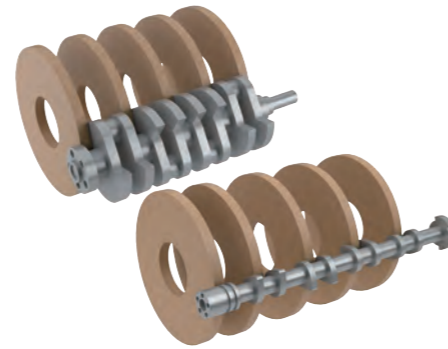
 標準スペック: CBC 230 P 75 BX331	 標準スペック: CBM 120~200 M 50 MIK1  標準スペック: CB 325~1000 H 30 MH5	 標準スペック: CXZ 120 N 8 V104  標準スペック: L1T1-0603	 製品説明▶P19 標準スペック: TA 60 J 8 VLK1 Vol.1  標準スペック: L3T1-0803	 製品説明▶P20 標準スペック: TA 80 I 10 VLK1P Vol.2  製品説明▶P21 標準スペック: 研削部: CZ 120 I 10 V700P 研磨部: A800	 標準スペック: レジノイド砥石: CXY 100 R 7 Y1605 ビトリファイド砥石: MA/SK 100 N 6 V53
ノリタケール SEC-Y (水溶性)	ノリタケカット 0091 (不水溶性)	ノリタケール SEC-Y (水溶性)	ノリタケール SEC-Y (水溶性)		ノリタケカット 0091 (不水溶性)
エポックセパレーター Vol.4	コンビネーション濾過システム 濾過構成: マグネットセパレーター + ペーパーフィルター A-0フィルター	エポックセパレーター Vol.4	エポックセパレーター Vol.4	エポックセパレーター Vol.4	マグネットセパレーター タンクユニット

Vol.X ... このアイコンのある製品は、技術情報誌NORITAKE TECHNICAL JOURNALに掲載されています。アイコンの横に掲載号数を記載しています。

## 研削ソリューション：クランク・カムシャフト ジャーナル研削

クランク・カムシャフトのジャーナル部分の研削において、一般砥石を使用する場合、複数の砥石をフランジにセットして使用することが多く、砥石交換作業に時間がかかることが課題です。交換頻度を減らすためには、寿命の長い砥石を選ぶ必要があります。さらに、生産性向上のため、高能率化へのニーズが高く、高能率条件下でもワーク精度不良や研削焼けなどの不具合を起こすことなく使用できる砥石が必要です。しかし、高能率研削では砥石にかかる負荷が大きく砥石摩耗量が多くなってしまいうため、ワークの加工品位低下や砥石の短寿命が課題となります。そのため、クランク・カムシャフトのジャーナル研削では、砥石の長寿命化とワークの高精度化を両立できる砥石を選ぶことが重要です。ここでは、クランク・カムシャフトのジャーナル研削に適する砥石として、CX砥石をご紹介します。

図1 ジャーナル研削の概略図



### CX砥石 (一般砥石)

ソリューション：CX砥粒による切れ味持続性の向上と砥石の長寿命化

表1の試験条件で、SN砥石とセラミック砥粒を使用したCX砥石の比較試験を行いました。CX砥石はSN砥石と比較して、ワークにびびりが発生するまでの取り代が約10倍延び、研削比は約15倍の性能が得られました(図3)。この結果から、CX砥石はびびりが発生し難く、砥石寿命に優れることがわかります。CX砥粒は微細な結晶構造をもち(図4)、一般砥粒に比べて靱性が高く、切れ味の持続性が優れているため、高能率、高精度な研削が可能になります。ワークの加工品位を落とすことなく高能率研削が可能になるため、生産性の向上が期待できます。市場では、加工精度が向上しただけでなく、砥石交換頻度の減少・ドレッシング回数の減少により、トータルコストが現行砥石よりも削減できた実績があります。

図2 CX砥石



表1 試験条件

【砥石】

スペック	CXZ 60 N 8 V102 (CX砥石) SN 60 M 8 V51S (SN砥石)
寸法	Φ405×T15×Φ127mm

【ワーク】

材質	鋳鉄
寸法	Φ50×T5mm
硬度	HRc54

【研削条件】

研削方式	円筒研削
砥石周速度	60m/s
研削能率	21mm <sup>3</sup> /mm・s
ドレッサ	単石ダイヤ
研削油	水溶性

図3 試験結果

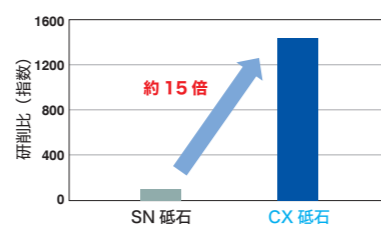
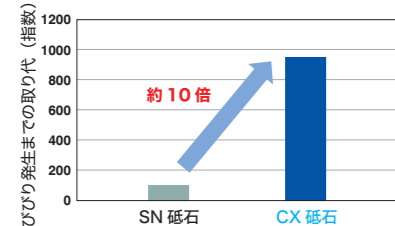
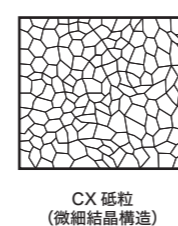


図4 砥粒イメージ図



## 研削ソリューション：クランクシャフト ピン研削

クランクシャフトのピン研削では、ピン位相に合わせてCBNホイール軸が前後にスライドしながら加工する同期研削が行われます(図5)。この時、研削点の位置、研削油の供給状態は図6の様に連続的に変わり、特にB、D点では研削点への研削油の供給状態が悪くなります。このため、研削焼け、研削割れ、硬度低下といった不具合が生じやすいことが知られています。一方、台当たり工具費を削減するため、ドレッシング間隔をできる限り長くしたいという要望もあり、切れ味と寿命のさらなる両立が求められています。ここでは、クランクシャフトのピン研削に適するビトリファイドCBNホイールとして、Σ(シグマ)ホイールをご紹介します<sup>1)</sup>。

図5 クランクシャフト ピン研削の概略図

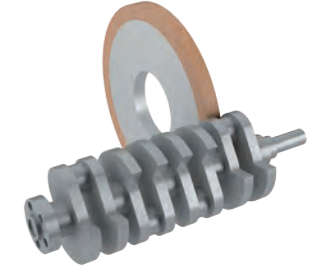
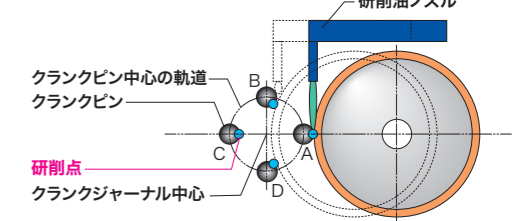


図6 ピン研削の詳細図



### Σホイール (ビトリファイドCBNホイール)

ソリューション：特殊コーティング剤による潤滑性向上、研削焼けの防止

表2の試験条件で、サーモグラフィを用いて研削試験を行った結果を示します。研削点の周辺温度が20%程度低下し(図8(a),(b))、発熱量が低減していることが確認できました。また、表面粗さやホイール摩耗量は従来品と同程度のまま消費電力値は10%程度低減し、切れ味が改善しています(図8(c))。Σホイールには研削熱の低減のため、特殊コーティングを施しています(図9)。この特殊コーティング剤の持つ潤滑性向上作用により、本効果が得られたと考えています。市場では硬度低下の抑制や研削焼けの防止により、現行品比2~4倍のドレッシング間隔を達成できたほか、消費電力値の低減効果から、サイクルタイムを短縮できた事例があります。

図7 Σホイール

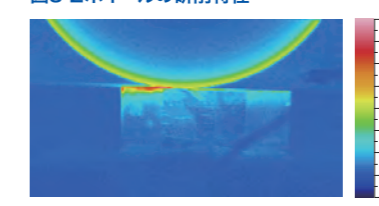


表2 試験条件

【砥石】

ホイールスペック	①CB80-V (従来品) ②CB80-V (Σホイール)
研削油	水溶性 温度測定時は乾式研削

図8 Σホイールの研削特性



(a) サーモグラフィを用いた温度測定例

図8 Σホイールの研削特性 (b)

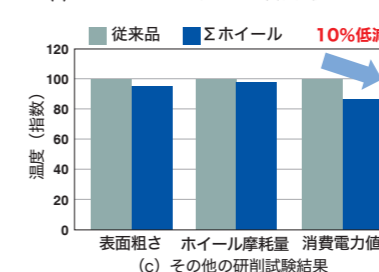
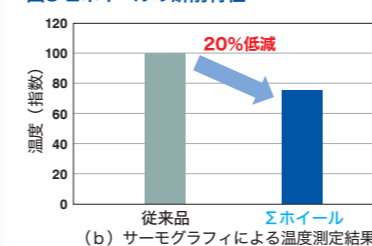
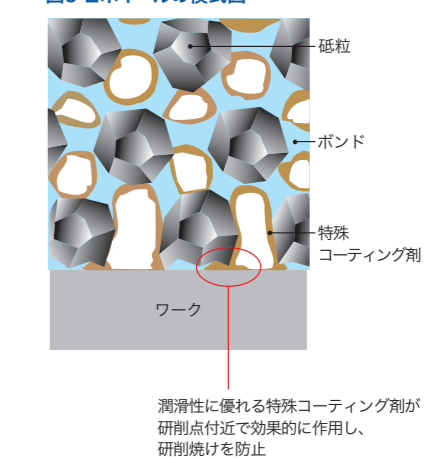


図9 Σホイールの模式図



潤滑性に優れた特殊コーティング剤が研削点付近で効果的に作用し、研削焼けを防止

## 研削ソリューション：カムプロファイル研削

カムプロファイルはエンジンの高出力、低燃費化を達成するため、凹形状が進んでおり、従来形状に比べ研削割れ、残留応力といった加工品位における問題が発生しやすくなっています。また、ワーク材質が高強度・高靱性なダクタイル鋳鉄の場合、ねずみ鋳鉄に比べ被削性が悪く研削熱が高くなることから、同様の加工品位の問題が発生しやすくなります。その場合、切れ味の悪いCBNホイールを選択する必要がありますが、寿命は短くなるため、交換頻度の増加に伴うライン稼働率の低下や、ワーク1本あたりの工具費が高価になるといった課題があります。そのため、カムプロファイル研削用CBNホイールには、切れ味・寿命の両立が求められています。ここでは、カムプロファイル研削に適するビトリファイドCBNホイールとしてシャープカイザーをご紹介します。

図10 カムプロファイル研削の概略図



### シャープカイザー（ビトリファイドCBNホイール）

ソリューション：砥石構造の均質性、ボンドからの砥粒突出し量増加による切れ味と寿命の両立

表3の試験条件でダクタイル鋳鉄材のカムプロファイル研削試験を行いました。図12にシャープカイザー<sup>②</sup>と従来品の消費電力値を示します。シャープカイザーは従来品より消費電力値が低いことから、切れ味が良好であることがわかります。また、シャープカイザーと従来品で同等程度の消費電力値になるスペックで比較した結果を図13に示します。加工精度が基準値に到達するまでのドレッシング間隔を比較すると、シャープカイザーは従来品比で表面粗さ基準では1.9倍、真直度基準では2.9倍となり長寿命化が期待されます。さらに表面粗さは12%細くなり、残留応力は75%低減していることから加工品位も向上しています。シャープカイザーは、従来品と比べて砥石構造の均質性が向上していることにより長寿命化が可能となり、ボンドから砥粒が高く突出す状態(図14)にすることにより切れ味向上を達成しています。市場では加工品位の向上や、現行品比1.5~2倍といったドレッシング間隔の延長に加え、スクラッチ低減効果も認められています。

図11 シャープカイザー



図13 試験結果

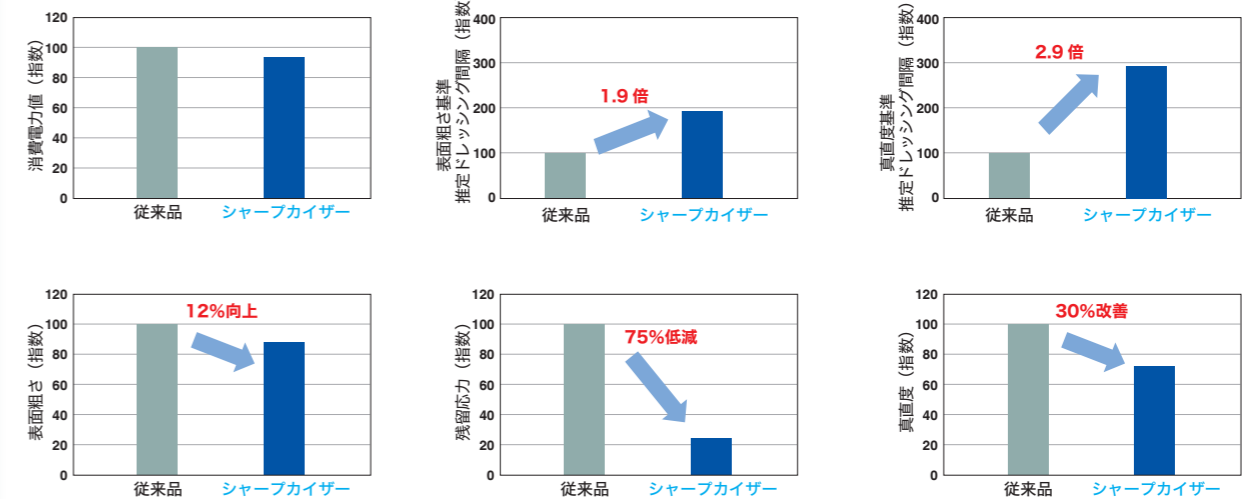
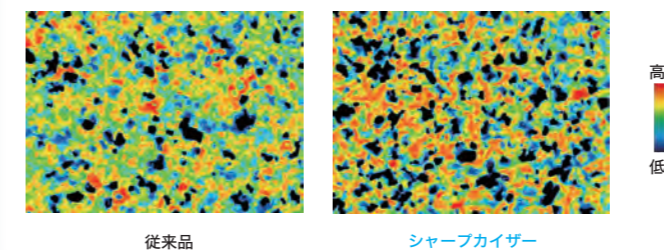


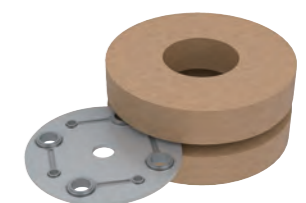
図14 砥石面の砥粒突出し状態



## 研削ソリューション：コンロッドの幅研削

コンロッドの幅研削は、一般的に両頭平面研削で行われます。この方式は対向する2枚の砥石でワークを挟んで研削することが特徴で、ワーク厚み寸法、平面度を得るために使用されます。一方、砥石とワークの接触面積が大きいことで、研削抵抗が高くなりやすく、研削熱発生による研削焼け、切れ味低下による平面度・厚み不良など品質低下に繋がる問題があります。これらに加えて、近年ではさらなる生産性向上の要望があり、これまで

図15 幅研削の概略図

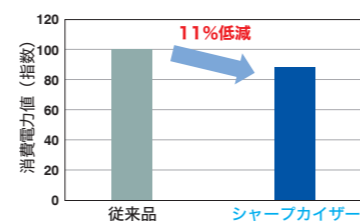


よりも切れ味持続性が良く、形状崩れの起きにくい砥石が求められています。コンロッドの幅研削では主に2つの方式があり、1つ目はワークを砥石の間で往復運動させながら砥石を所定の厚みまで送り込むインフィード方式、2つ目はワークが砥石の間を1回通過する間に所定の厚みに仕上げるキャリア方式です。インフィード方式では調質材などを高精度に仕上げる研削で使用されることが多く、砥石には切れ味の持続性が求められます。一方、キャリア方式は生材など取り代が多い高能率な研削で使用されますが、砥石への負荷が大きいため形状崩れなどが発生しやすい問題があります。ここではコンロッドのインフィード方式に適する砥石としてフラッディ、キャリア方式に適する砥石としてネオエボックスをご紹介します。

表3 試験条件

【砥石】		【研削条件】	
スペック	CBX140-V	研削方式	カムプロファイル研削
寸法	Φ350×T35×Φ20mm	ホイール周速度	140m/s
		研削能率	110mm <sup>3</sup> /mm・s
		ドレッサ	ロータリッドレッサ(SD30)
		研削油	水溶性
【ワーク】			
材質	FCD700		

図12 消費電力値



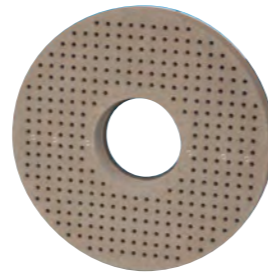


## ①フラッティ（一般砥石）

ソリューション：切れ味持続性の向上による砥石寿命の延長

表4の試験条件で従来品とフラッティ<sup>③</sup>の比較試験を行いました。消費電力値は従来品に比べ13%減少し、ばらつきが少ない結果です。また、砥石摩耗量は従来品に比べ16%減少しました(図17)。これらの結果は、フラッティが従来品より砥粒が鋭利で、ボンドより突き出すことができる構造によるものです(図18)。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寸法精度の向上、ワーク送り速度2倍でも研削焼けなく加工が可能となったなどの良好事例があります。

図16 フラッティ



## ②ネオエポックス（一般砥石）

ソリューション：優れた形状維持性による砥石寿命向上

表5の試験条件で従来品とネオエポックスの比較試験を行いました。ネオエポックスは外径方向の砥石形状崩れが従来品よりも抑制されていることが分かります(図20)。そのため、ネオエポックスは従来品と比較して、ドレッシングによる砥石除去量を30%減少できました(図21)。ネオエポックスでは砥粒と結合剤の接着力を強化し、砥粒保持力を向上させています。そのため、加工時には研削抵抗の増加が予想されますが、砥粒間隔を広げ、研削抵抗を抑えています(図22)。優れた形状維持性を持つネオエポックスは、研削時の砥石摩耗量が少ないことから、市場ではドレッシング間隔の延長によって1.2~1.5倍の砥石寿命向上の結果が得られています。

図19 ネオエポックス



表4 試験条件

【砥石】

スペック	83A 46-12B (従来品)
	83A 46-12BHXS1 (フラッティ)
寸法	Φ355×T40×Φ245mm

【ワーク】

材質	S45C (調質)
硬度	HRC22~30

【研削条件】

研削方式	縦軸平面研削
砥石周速度	19m/s
取り代	4mm
送り速度	0.3mm/min
切込み量	0.075mm/pass
研削油	水溶性

図17 試験結果

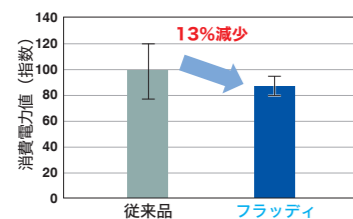


図18 研削後の砥石面状態

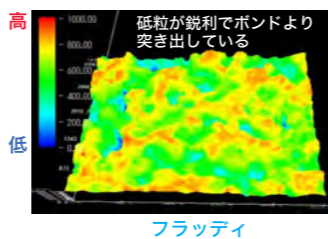
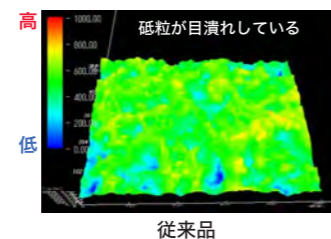
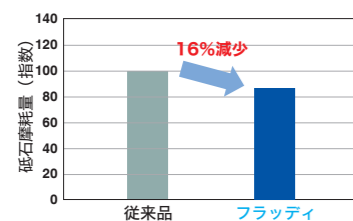
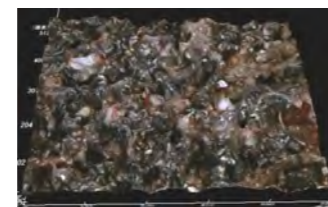


表5 試験条件

【砥石】

寸法	Φ585×T75×Φ795mm
----	-----------------

【ワーク】

材質	SPHC (生材)
----	-----------

【研削条件】

研削方式	縦軸両頭平面研削
研削油	水溶性

図20 砥石の形状崩れ量

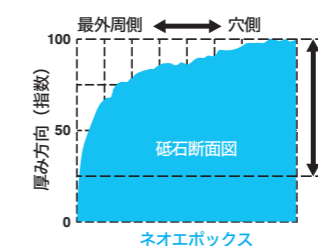
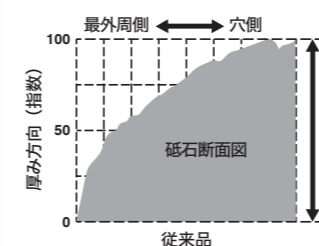


図21 試験結果

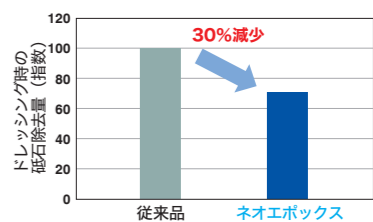
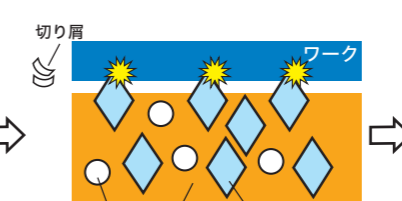
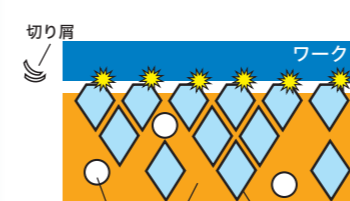
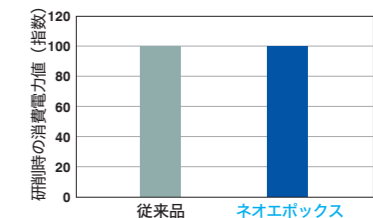


図22 研削負荷の差(イメージ)



・砥粒間隔が狭いため、ワークへの切込み深さが小さい(切り屑が小さい)  
・切れ味が悪く、砥粒が摩滅し、研削抵抗が上昇

・砥粒間隔が広いため、ワークへの切込み深さが大きい(切り屑が大きい)  
・切れ味が良く、研削抵抗が減少



## 研削ソリューション：シリンダーブロックのシリンダー内径研削（ホーニング）

シリンダーブロックのボア内面仕上げはホーニング研削で行われ、主に超砥粒メタルホーニング工具が使用されます。この研削方式は、ホーニングヘッドをボア内に挿入し、上下と回転運動を繰り返しながら工具を拡張して研削することが特徴です。ホーニング研削にはプラトー面の形成とともにサイクルタイム内での研削が要求されます。そのため、工具には各研削工程に応じた表面粗さと切れ味が求められます。加えて、工具はドレッシングレスで使用されるため、使用初期から終期まで安定した切れ味が求められます。ノリタケでは、高硬度ワークや最大高さ粗さRz4 $\mu$ mより細かい表面粗さを要求する場合においても高能率で安定した切れ味の持続できるボンドシリーズをラインナップしています。ここでは、ホーニング粗工程用としてMKDシリーズ、ホーニング仕上げとプラトー工程用としてMHBシリーズをご紹介します。

図23 シリンダー内径研削（ホーニング）の概略図



## ①MKDシリーズ（ダイヤモンド工具）

ソリューション：高硬度微細構造ボンドによる工具寿命の延長と切れ味の維持

表6の試験条件で従来品とMKDシリーズを比較しました。MKDシリーズはワーク削除量は従来品と同等を維持しつつ、工具寿命が2.2倍に向上する結果が得られました（図25）。MKDシリーズは高硬度ボンドを採用することで、砥粒の食いつきを良くし、研削能率の向上を可能にします。また、一般的な高硬度ボンドでは耐摩耗性が高いため目詰まりを引き起こしますが、MKDシリーズではボンドが微細構造であり切り屑によるボンド後退が促進されるため、砥粒突出しを確保でき、良好な切れ味によるサイクルタイムの安定化を可能にします（図26）。MKDシリーズは、粗工程の切れ味維持が可能であるため、粗工程後の表面粗さやボア精度が安定化し、仕上げ工程の安定化（サイクルタイム、表面粗さ、ボア精度の安定化）にも効果があります。

図24 MKDシリーズ



表6 試験条件

研削方式	メカ拡張ホーニング研削
工具スペック	SD400(従来品) SD400(MKDシリーズ)
工具寸法	L60×W4mm(6本セット)
工具周速度	53m/min
工具往復速度	22m/min
ワーク材質	鋳鉄(FC250)
ワーク寸法	Φ84×L135mm
研削油	水溶性

図25 試験結果

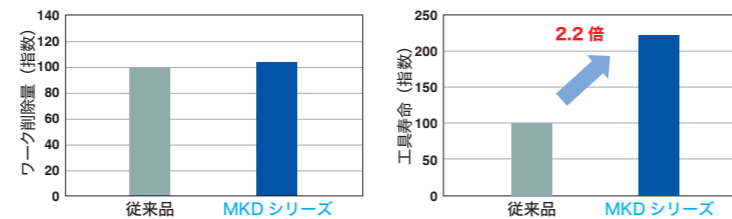
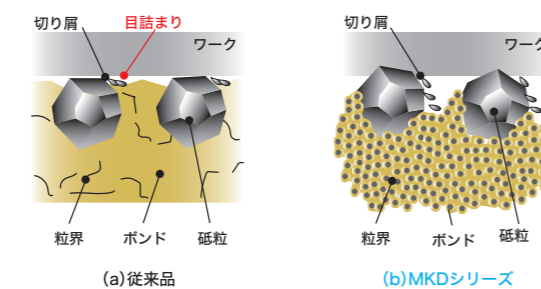


図26 従来品とMKDシリーズの構造



## ②MHBシリーズ（ダイヤモンド工具）

【特許出願済】

ソリューション：特殊フィラー採用による切れ味の向上と工具寿命延長の両立

表7の試験条件で従来品とMHBシリーズ<sup>④</sup>を比較しました。MHBシリーズは従来品と比較してワーク削除量が30%向上し、工具寿命は同等以上の結果が得られました（図28）。また、研削能率も安定していることを確認することができました。MHBシリーズは従来の固体潤滑材（フィラー）ではなく特殊フィラーを採用していることが特長です（図29）。特殊フィラーは研削中徐々に摩耗してチップポケットを形成し、研削抵抗の抑制と安定した目替わりサイクルを可能にします。加えて、特殊フィラーはボンドや砥粒と化学的に結合するため、従来に比べ摩耗量の低減も可能です。MHBシリーズは、工具寿命を維持したサイクルタイム短縮や、サイクルタイム安定性向上を実現します。

図27 MHBシリーズ



表7 試験条件

研削方式	メカ拡張ホーニング研削
工具スペック	SD700(従来品) SD700(MHBシリーズ)
工具寸法	L75×W4mm(6本セット)
工具周速度	95m/min
工具往復速度	25m/min
ワーク材質	鋳鉄(FC250相当)
ワーク寸法	Φ84×L135mm
研削油	水溶性

図28 試験結果

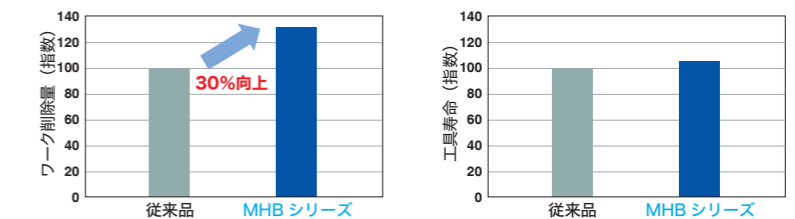
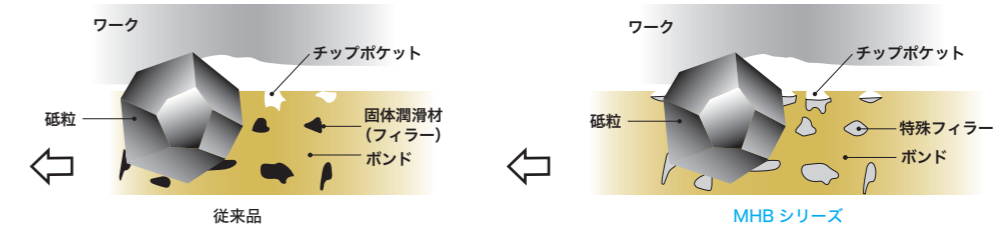


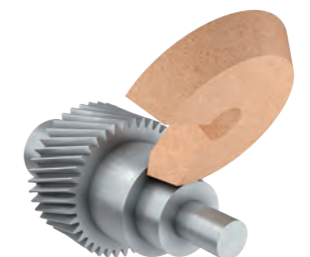
図29 従来品とMHBシリーズの構造



## 研削ソリューション：ギヤの外周・端面研削

ギヤの外周・端面研削では、ワークと砥石の接触面積が大きいので、研削中に発生する熱がこもりやすく、研削焼けの発生とワークの硬度低下が懸念されます。研削焼けを改善するためには、切れ味に優れた砥石が必要ですが、それらは寿命が短い傾向にあります。したがって外周・端面研削では、切れ味と寿命の両立が可能な砥石が求められます。ここでは、外周・端面研削に適する砥石としてライフキングをご紹介します。

図30 ギヤの外周・端面研削



## ライフキング (一般砥石)

ソリューション：ノリタケの独自TA砥粒と専用ボンドVLK1によるドレッシング間隔の延長とワークの硬度低下抑制

表8の試験条件で従来品とライフキング<sup>5)</sup>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砥石と比較して約35%延びています(図32)。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。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(表9、図33)。ライフキングはさまざまな研削に対して、「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。

図31 ライフキング



## ①ギヤエース (一般砥石)

ソリューション：ノリタケ独自TA砥粒を用いたギヤエースがドレッシング間隔の延長とドレッサ工具費低減を実現

表10の試験条件で従来一般砥粒であるMA/SN砥粒とノリタケ独自TA砥粒のドレッシング間隔を比較しました。TA砥粒は一般砥粒で最もタフでありながら、ドレッシング性も良好な砥粒です<sup>6)</sup>。MA/SN砥粒と比較し、TA砥粒は研削焼けが発生せず、ドレッシング間隔が250%延長することが確認できました。ドレッシング間隔の延長により、非稼働時間の短縮など生産性が向上できます。また、ドレッシング性を重視する場合は、TA2砥粒を使用することにより、従来セラミック砥粒と比較し、30%のドレッサ寿命延長が確認できました(図36)。ドレッサ工具費を低減することにより、歯車研削工程における工具費低減に寄与することが期待できます。

図35 ギヤエース



表8 試験条件(研削)

研削方式	円筒研削	ワーク寸法	Φ50×10T mm
研削能率	2mm <sup>3</sup> /mm·s	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

図32 試験結果(研削)

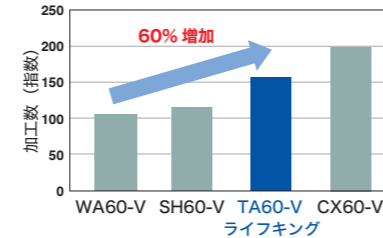
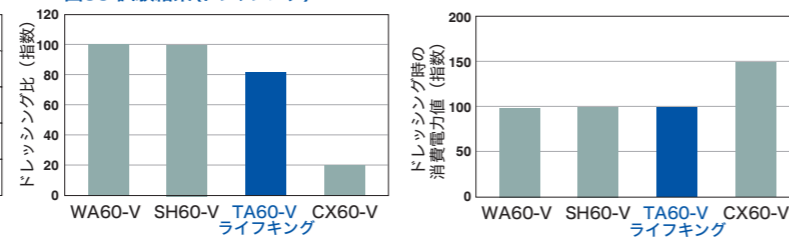


表9 試験条件(ドレッシング)

砥石周速度	45m/s
ドレッサ	単石ドレッサ
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

図33 試験結果(ドレッシング)



## 》 研削ソリューション：歯車研削・研磨(連続創成)

歯車の歯面研削において、量産加工で採用されている研削方式の1つに連続創成式歯車研削があります。この方式は、高精度な歯形状が求められることから、ドレッシング間隔が短く、その他の研削工程と比較し、ワーク1個あたりの工具費が高価になる傾向にあります。また、高精度な歯形状を実現するため、砥粒が摩滅傾向となるドレッシング条件であることや、工具費削減の観点からドレッシング間隔延長のために、形状維持性を重視した砥石を使用することから、研削焼けが発生しやすいことも大きな課題となります。近年では、歯車の伝達効率や歯面強度向上、静粛性向上を目的とした歯面の表面粗さ向上の要求に対して、研削時のパス回数が増えサイクルタイムが伸びる等の課題もあります。ここでは、連続創成式歯車研削の生産性向上、工具費低減に適する砥石および歯面の表面粗さ向上に適する砥石としてギヤエースと複層歯車研削砥石をご紹介します。

図34 連続創成式歯車研削の概略図



表10 試験条件

## 【砥石】

寸法	Φ300×T125×Φ160mm
スペック	TA80-VLK1P(TA砥粒) MA/SN80-V36P(MA/SN砥粒)

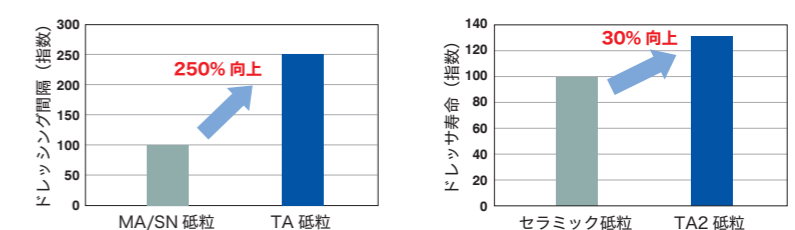
## 【ドレッシング条件】

ドレッサ	コンポジットロールタイプ※	
ドレッシング工程	粗	仕上げ
砥石回転数 (rpm)	100	50
ドレッサ回転数 (rpm)	4000	4000
切込み量 (mm)	0.025	0.02

## 【研削条件】

研削盤	歯車研削盤		
研削方式	連続創成式歯車研削		
ワーク材質・寸法	SCM420 Φ200×T40mm		
モジュール※	2.0		
圧力角※ (°)	15		
歯数 (枚)	50		
研削工程	粗	中仕上げ	仕上げ
研削方向	コンベンショナル※	クライム※	コンベンショナル
磁石回転数 (rpm)	4500	4500	4500
切込み量 (mm)	0.20	0.15	0.05
アキシャル送り※ (mm/rev)	1.2	1.0	0.5
研削能率 (mm <sup>3</sup> /s)	250	150	20
研削油	不水溶性		

図36 試験結果



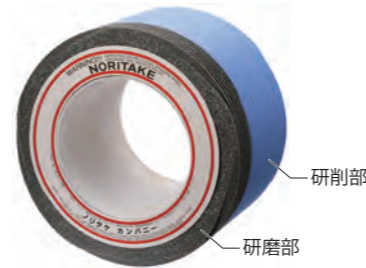
② 複層歯車研削砥石

ソリューション：表面粗さ向上要求に対応する複層歯車研削砥石

表11の試験条件で、従来品と複層歯車研削砥石の表面粗さの比較をしました。従来品のRa0.23μmと比較し、複層歯車研削砥石ではRa0.06μmと約80%程度改良しました(図38)。切込み量を調整することで、二層構造表面※(プラトー化)も取得可能です。歯面を二層構造表面とすることで、油溜まりによる潤滑性を維持したまま、噛み合い時の伝達誤差の低減や初期摩耗の低減、ピッチングの抑制が可能です。また、ポリッシュ工程後のワーク

表面の観察でも研削痕の微小化が確認できました(図39)。さらに、複層歯車研削砥石の砥石周速度は75m/sまで使用可能であることから(研削盤等構造規格の適用除外申請※認可取得済)、ポリッシュ工程追加によるサイクルタイム増加を圧縮可能であり、生産性向上に寄与できます。表面粗さを向上させることで、歯車の伝達効率向上、歯面強度向上、静粛性向上などが期待できます。

図37 複層歯車研削砥石



- 【注釈】
- ※コンポジットロールタイプ：歯研用ドレッサの1種。砥石を1歯ずつ成形し、歯先・歯面・歯底を同時に成形するロータリドレッサ。
  - ※モジュール：歯の大きさを表す指標の1つ。
  - ※圧力角：歯面の法線と半径方向とのなす角(インボリュート歯車の場合)。
  - ※コンベンショナルカット：研削中の砥石の送り方向がワークに対して上から下へ進む研削方法(アップカット)。
  - ※クライムカット：研削中の砥石の送り方向がワークに対して下から上へ進む研削方法(ダウンカット)。
  - ※アキシャル送り：加工1パス中における、ワーク1回転当たりの砥石の上下方向移動量(Z軸方向)。
  - ※二層構造表面：ワーク表面の微細な凹凸の突起部分を滑らかに加工し、台地状となった表面性状
  - ※研削盤等構造規格の適用除外申請：研削盤および砥石に関する法律。当該規格に適合していない砥石を、日本国内で使用する場合、各都道府県労働局への申請・認可が必要。
  - ※シングルテーパタイプ：歯研用ドレッサの1種。歯底と歯面と片歯面ずつ別々のドレッサで同時に成形するロータリドレッサ

- 【文献】
- ① 杉谷 嘉彦：Σホイール, NORITAKE TECHNICAL JOURNAL 2020, (2020) 52-57.
  - ② 小久保 貴文：シャープカIZER, NORITAKE TECHNICAL JOURNAL 2021, (2021) 38-41.
  - ③ 小野田 憲：フラッディ, NORITAKE TECHNICAL JOURNAL 2018, (2017) 32-35.
  - ④ 中尾 貴裕：MHBシリーズ, NORITAKE TECHNICAL JOURNAL 2019, (2018) 20-23.
  - ⑤ 大山 結史：ライフキング, NORITAKE TECHNICAL JOURNAL 2018, (2017) 28-31.
  - ⑥ 石澤 孝政：歯車研削用ギヤエース, NORITAKE TECHNICAL JOURNAL 2018, (2017) 42-45.
  - ⑦ 吉田 一郎：二層表面構造性状の解析, 精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, (2005) 107.

【特許】 ・株式会社ノリタケカンパニーリミテド 中尾貴裕, ガラスファイラー含有メタルボンド砥石, 特願2019-034355, 2019-0227

NORITAKE TECHNICAL JOURNALのポイント

Vol.X で示した製品は、技術情報誌NORITAKE TECHNICAL JOURNALに掲載されています。WEBからご登録いただければ、無料でバックナンバーから最新号まで全てご覧いただけます。



WEB登録の手順 ※ ①はAとBの2通りがあります。

表11 試験条件【砥石】

従来品スペック	研削部：TA2 120-VLK1P
複層歯車研削砥石スペック	研削部：TA2 120-VLK1P 研磨部：A800
寸法	Φ275×T125×Φ150mm

【ドレッシング条件】

ドレッサ	シングルテーパタイプ※	
ドレッシング工程	粗	仕上げ
砥石回転数 (rpm)	70	70
ドレッサ回転数 (rpm)	3260	3260
切込み量 (mm)	0.025	0.02

【研削条件】

研削方式	連続創成式歯車研削		
研削工程	粗	中仕上げ	ポリッシュ
研削方向	クライム	コンベンショナル	クライム
砥石回転数 (rpm)	4400	4400	4400
切込み量 (mm)	0.24	0.04	—
アキシャル送り (mm/rev)	0.7	0.3	0.8
研削能率 (mm <sup>3</sup> /s)	222	16	—
研削油	不水溶性		

【ワーク】

材質	SCM415
寸法	Φ105×T40mm
モジュール	3.0
圧力角	20°
歯数	30枚
硬度	HRc 58~63

図38 試験結果

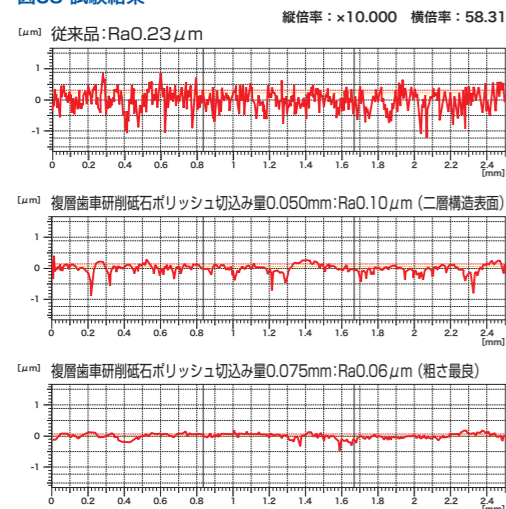
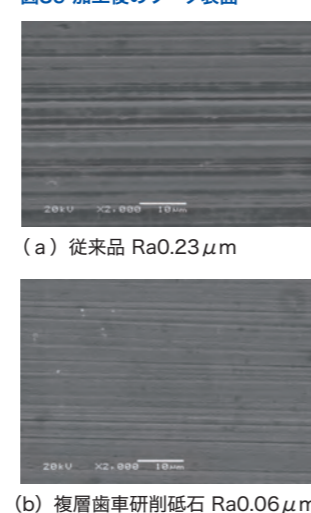


図39 加工後のワーク表面

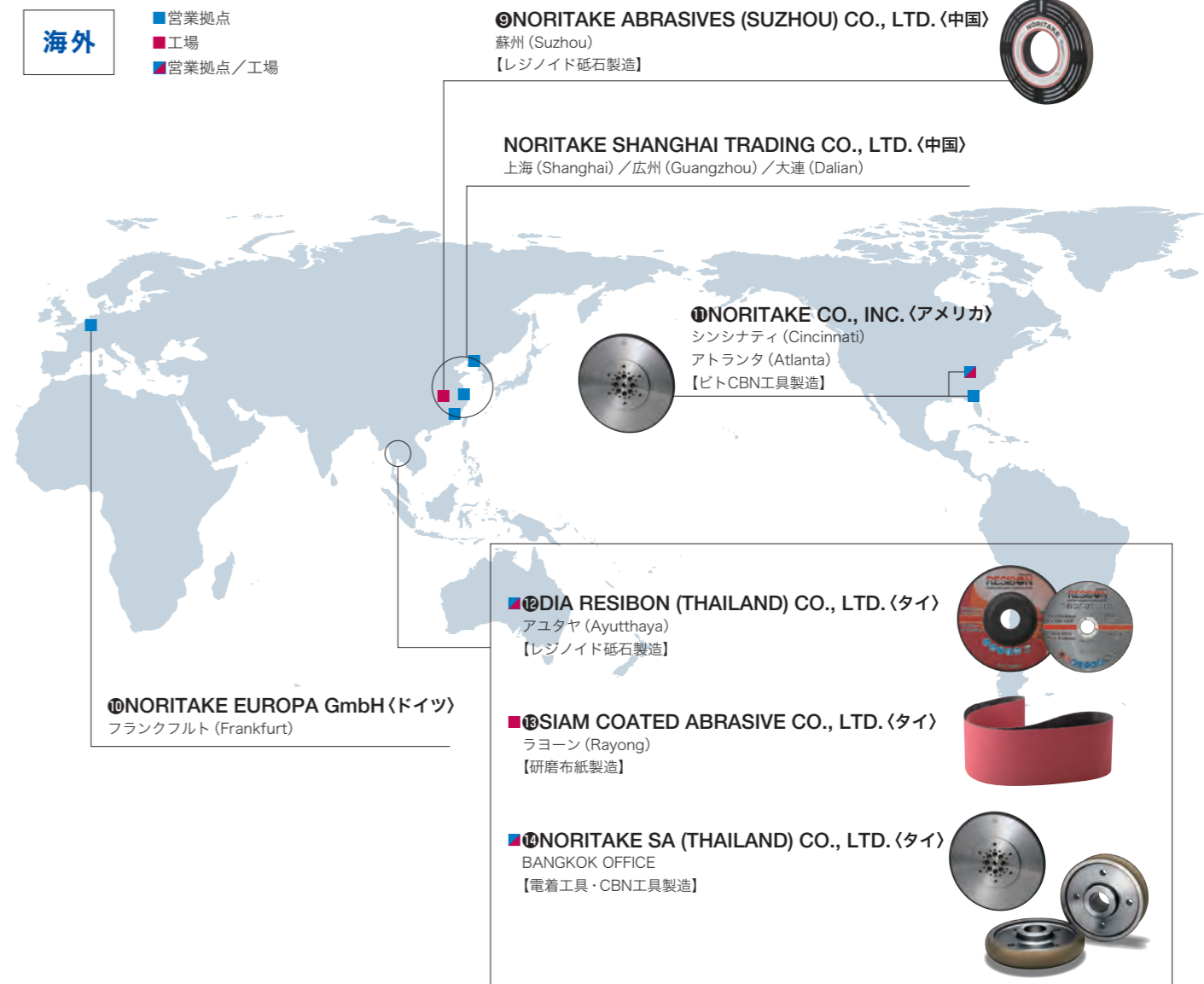


## 株式会社ノリタケカンパニーリミテド 工業機材事業の拠点



### ISO認証取得状況

ISO9001：ノリタケカンパニーリミテド全工場、日本レテボン  
ISO14001：ノリタケカンパニーリミテド本社・全工場、広島研磨工業、ノリタケリサイクルセンター、ゼンノリタケ本社



### ISO認証取得状況

ISO9001：NORITAKE SA (THAILAND)、NORITAKE ABRASIVES (SUZHOU)、SIAM COATED ABRASIVE、DIA RESIBON (THAILAND)  
ISO14001：SIAM COATED ABRASIVE



# Noritake

株式会社  
**ノリタケ カンパニー** リミテド

## 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

〒224-0051 神奈川県横浜市都筑区富士見が丘14-8  
TEL (045) 944-5929

#### ■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

### □海外工場・営業拠点

#### ■NORITAKE CO., 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, 17<sup>th</sup> Floor, Zone A/1, Siphraya 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

#### 液体テクノ部 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。