

REISHAUER

Gear Grinding Technology

ライスハウアー ネジ状研削砥石



MACHINES

PERIPHERAL SYSTEMS

TOOLING

TECHNOLOGY

SERVICES

ネジ状研削砥石

Circle of Competence



The Reishauer Circle of Competence

当社の歯車研削盤には、高品質かつ大量生産を可能にする研削技術が結集されています。品質のばらつきを生じさせることなく、低コスト化を実現しながら大量生産を安定的に行えるよう、当社はこれまでに自動化、工具類、応用エンジニアリング、ならびにサービスの分野で技術的な能力とサポート体制の拡充を絶えず図ってきました。

このため、当社は今日までに部品製作のすべてを一括してお任せいただけるシングル・ソース・サプライヤーとして成長してきました。当社はお客様に、長い使用寿命と低いライフサイクルコストを特徴とする優れた機械システムの数々の提供をお約束いたします。

歯車研削用ネジ状研削砥石

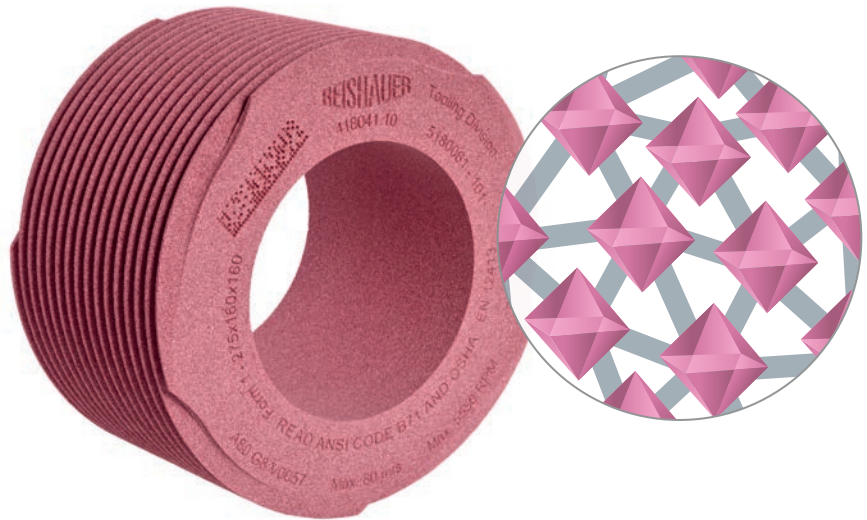


当社のネジ状研削砥石を採用することでもたらされる利点

ライスハウアー社は、歯車研削盤以外にも歯車研削全般に及ぶ様々な技術を提供しております。当社の掲げる「サークル・オブ・コンピタンス」には、クランプ治具、研削砥石、およびダイヤモンド工具類の設計・生産も含まれております。

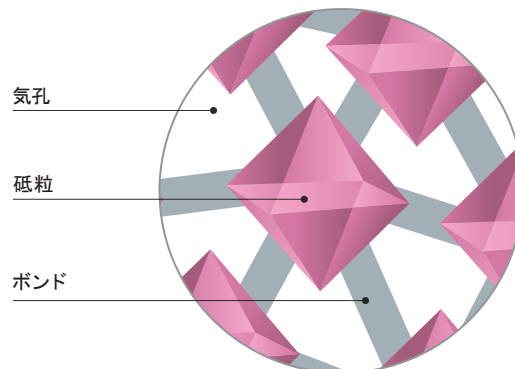
歯車の研削工程を確立するには、ネジ状研削砥石が重要な役割を果たします。実際これらの砥石は、研削工程の中核を担うものと考えられており、ライスハウアー社は工具類の製作を一括で単独にて行える最も近代的な研削砥石の生産工場を建設しました。当社が目指すのは、連続創成研削プロセスに採用できる極めて高品質の工具類を供給することで、工程の安定性を顧客にお約束することです。当社が誇る近代的な生産方法は、再現性、均質性、および研削砥石全幅にわたる均一な硬度を実現するという意味で業界基準となっています。

研削砥石の構造



研削砥石は3つの要素で構成されており、それぞれが特定の目的を果たします。これらの要素とは、「グリット（砥粒）」、「ボンド」、および「気孔」です。グリットの役割とは、簡単に言えば、硬い鋼材を適切な材料除去率で容易に切削加工し、加工中に研削焼けを生じさせることなく要求品質内で表面を仕上げることです。

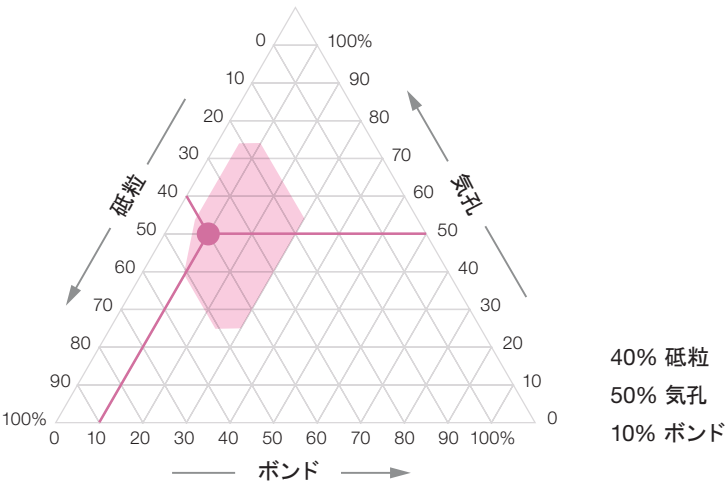
研削砥石の構成要素



ボンドが砥粒をしっかりと保持しており、粗仕上げの際に大きな切削負荷により砥粒が碎け落ちるのを防ぎます。ボンドは切削工程そのものには実際に貢献はしませんが、その存在は欠かせません。砥粒をしっかりと保持し切削の仕上りを決定付けるという意味で、極めて重要な存在です。採用されているボンドの品質の面からも、ライスハワー社は他社の追随を許しません。研削砥石を生産している会社は他にも多数存在しますが、ライスハワー社はボンドを自社で開発・生産しています。ライスハワーの研削盤は、研削工程の速度が実に100 m/s (～20,000 sfpm) にも達するため、ボンドは研削工程を高速で行う際の安全性を約束しなければなりません。

第三の要素である「気孔」は研削砥石にオープンな構造をもたらし、これにより研削加工時にクーラントが接触面に入り込みます。この結果、加工中に発生した切りくずが研削砥石に溶着する心配がなく、確実に研削領域の外へと除去されます。また、「気孔」の量が不十分であると、ワークが熱による損傷を受ける可能性があります。

一般的な研削砥石構造の状態図



ボンドの量を可能な限り減らし、気孔の数を可能な限り増やし、砥粒を均質に点在させた研削砥石を製作するのが理想的です。しかし現実的に考えると、実際に入手できる研削砥石は、上記の状態図に示すような固有の「実現可能性の制約」を受けることになります。図中の三角形に見られる白色部分は、実現可能な砥粒、気孔、およびボンドの割合(%)の組み合わせを表しています。上図には、砥粒40%、気孔50%、およびボンド10%と示されていますが、ネジ状歯車研削砥石では一般的にこの割合の組み合わせが採用されています。

研削砥石の仕様

ライスハウアー社の一般的なネジ状研削砥石の仕様は、下に示す通りです。

研削砥石の仕様

A	80	G	8	V	0057
研削材	砥粒サイズ	硬度	構造	ボンド	ボンドの種類
13A	60 粗い	G = 柔らかい	3 標準	V = ビトリファイド (ガラス化)	0057
19A	80 普通	H = 普通	4		0058
14YA	100 細かい	I = 硬い	5		0076
1YA	120		7		0093
	150		8 気孔		0167
	180		9		0168
	10		10		
	平均砥粒サイズ				
	60	0.21–0.30 mm			
	80	0.15–0.21 mm			
	100	0.11–0.15 mm			
	120	0.09–0.13 mm			
	150	0.06–0.11 mm			
	180	0.05–0.09 mm			

砥石の構造



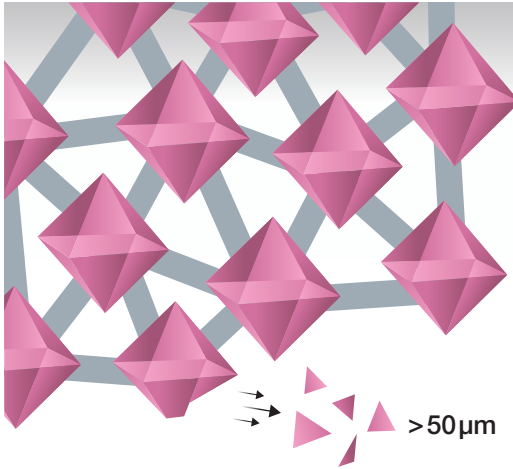
砥粒の種類

5ページの下図は左端から研削砥石の仕様を示しています。「A」と示していますが、これは酸化アルミニウム (Al_2O_3) の研削材を表しています。例外はほとんどなく、ネジ状研削砥石は研削材として酸化アルミニウムを採用しています。市場で目にする研削砥石の多くは、これに類する仕様を備え、あるいはさまざまな種類の酸化アルミニウムを混合して採用しています。現在のところ、ライスハワー社が採用している研削材の仕様は4種類で、それらのいずれにもさまざまな種類の酸化アルミニウムが混合されています。

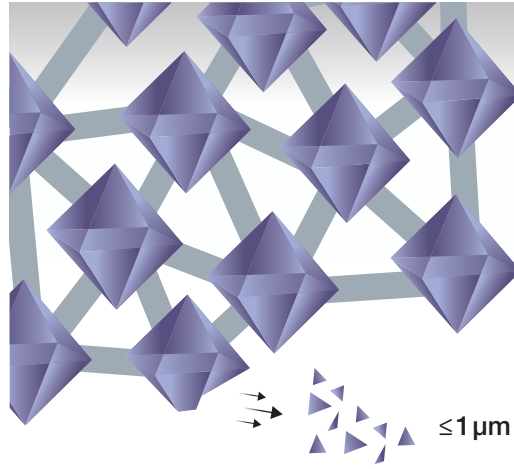
ライスハワーでは、経済性、性能、表面仕上げ、ドレス工具類、および研削する鋼材の硬度と残留オーステナイトに関して顧客が示す要件に応じて、さまざまな種類の酸化アルミニウムを混合させて砥粒を製作しています。

13Aという仕様では、マクロ結晶質の赤色と白色の酸化アルミニウム（自生刃の粒径 $>50\text{ }\mu\text{m}$ ）が混合されています。この砥石は、経済的にあらゆる用途でご使用いただけます。

マクロ結晶質砥粒13A



マイクロ結晶質砥粒14YA

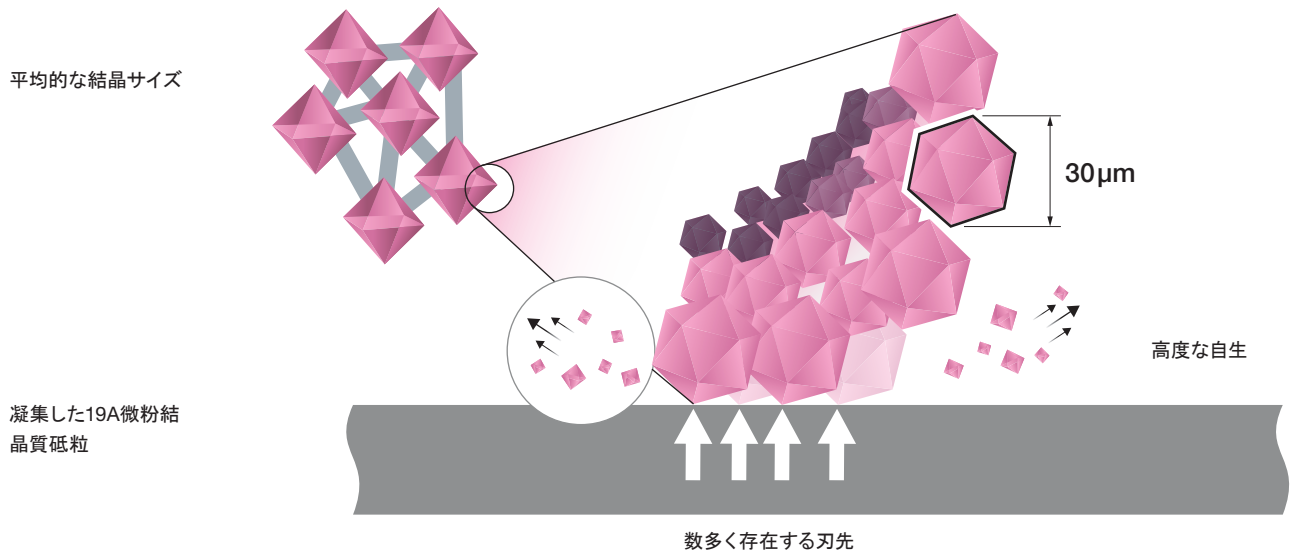


さまざまな砥粒の自生メカニズム

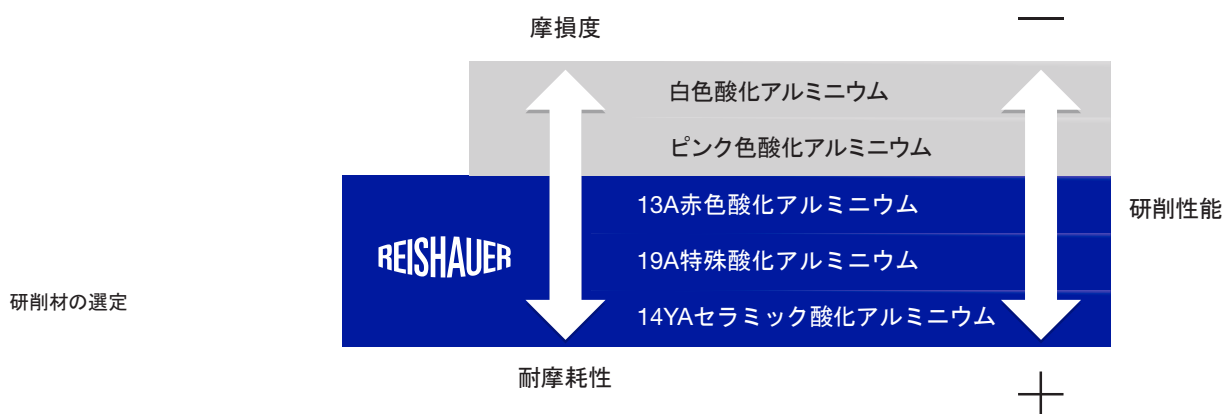
19Aという仕様は、白色の酸化アルミニウム（自生刃の粒径 $\leq 30\text{ }\mu\text{m}$ ）と混合された微粉結晶質が凝集する Al_2O_3 砥粒で形成されています。これは、高い材料除去率が最優先事項とされている場合に採用される仕様です。各砥粒は高い材料除去率を誇り、容易に、また安定的な自生プロセスを維持し、研削プロセスの低温化を約束します。

14YAと1YAは、粒子のサイズが $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下のマイクロ結晶質セラミックで構成されるセラミック仕様です。これらのセラミック製研削砥粒も、白色の酸化アルミニウムと混合されています。このカタログで紹介しているすべての仕様の中で最も高い材料除去率を誇るライスハウアーの高性能研削砥粒です。このセラミック仕様は、加工機に制約があり、材料の硬度と残留オーステナイトに大きなばらつきがある場合、あるいは取り代が非常に大きい場合に最も適しています。

通常、上図に示すように、砥粒の種類に応じてさまざまな自生方法が存在しています。研削負荷がある一定レベルを超えると、砥粒は破碎され、鋭利なカッティングエッジが新たに生じます。この過程を「自生」といいます。13Aマクロ結晶質砥粒の場合、この過程を通じて50マイクロメートル（ μm ）を超える大きさ目の粒子が生じます。ピンク色のマイクロ結晶質砥粒（14AYおよび1AY）の場合、破碎され $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下のより小さな粒子が生じます。

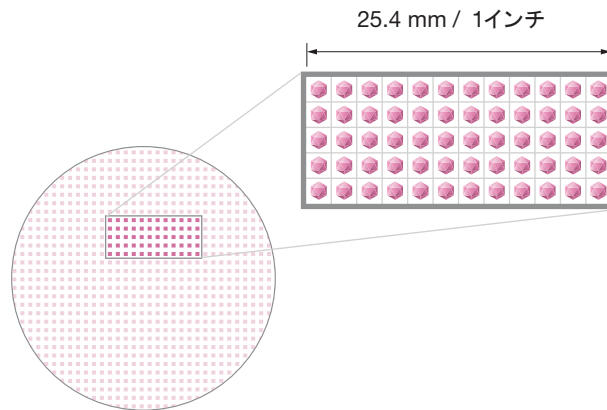


上図に示すピンク色の19A微細結晶質砥粒は、サイズが約30マイクロメートル (µm) の砥粒です。この粒子は、標準的な砥粒である13Aよりもカッティングエッジが多く、セラミック製の研削材である14YAや1YAよりも少ないことを特徴としています。このため、19Aの潜在的な材料除去率は、標準的な13Aおよびセラミック製砥粒14YAと1Yの間となります。19A微細結晶質砥粒が摩耗して平坦になると、影響を受けた微細結晶質の粒子がはがれ落ち、鋭利なカッティングエッジが新たに生じます。



ネジ状研削砥石の仕様は、顧客固有の要件に応じて選定されます。マイクロ結晶質セラミック製の研削材は、標準的な研削材よりも高価です。さらに、特殊なボンドと加工方法を必要とします。一方で、セラミック製の研削材は材料除去率がより高く、より長い期間にわたって形状を維持します。

「メッシュ」とは、1リニア・インチ毎に存在する「ふるい」の開口部の数を指します。この場合、1インチ毎に開口部が12個存在していますので、グリットのサイズは「12」となります。



グリット（砥粒）のサイズ

グリットサイズの分布は、ライスハウアー社が全面的に準拠しているDIN ISO規格8486-2に従っています。グリットサイズに関する表示は米国でメッシュに採用されている単位に従っています。すなわち、グリットサイズは、上図に示すように1つの篩が1リニア・インチ毎に持っている開口部の数を表しています。たとえば、グリットサイズが80である場合、1リニア・インチ毎に80個のグリットが存在するメッシュということになります。最も一般的な研削材に採用されているグリットサイズ80の場合、砥粒1個の平均のサイズは0.15~0.21 mmとなっています。

- ワイヤ径から1インチ (25.4 mm) 差し引いた値 (25.4 mm の30 %) を公称のグリットの値 (この場合、80) で除算します。
- $(25.4 \text{ mm} \times 0.7) / 80 = 0.22 \text{ mm}$ である一方、平均値はおおよそ0.185 mmとされます。

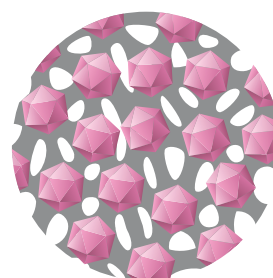
選定したグリットサイズが細かければ細かいほど、表面がより上質な仕上がりになり、形状の維持がより良好に行われます。しかし同時に、グリットサイズが細かすぎると、研削焼けが生じるリスクが高まり、材料除去率が低下します。

研削砥石の硬度と構造

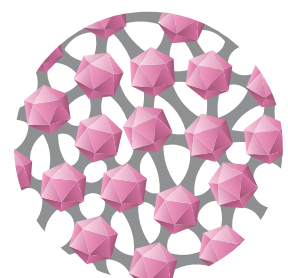
研削砥石の硬度は、アルファベットの文字で表されます。「A」の文字に近ければ近いほど、材質が柔らかいことを示し、「Z」の文字は構造が極めて硬いことを示します。ライスハウアーの研削砥石の硬度は「G」から「I」までとなっています。それは、継続的に歯車研削を行うために自生と形状の維持を実現するのに理想的な硬度であるためです。砥石の構造が柔らかければ柔らかいほど、研削砥石の低温性が維持されます。しかし、柔らかければ柔らかいほど、形状の維持が難しくなります。この条件が逆であれば、逆の現象となります。研削砥石の構造が硬ければ硬いほど、形状の維持がより良好となりますが、一方で焼けが生じるリスクが高まります。このことから、上記の基準を守り、適切な構造を設計することがいかに重要であるかは明らかです。通常、研削砥石の硬度は、混合剤に加えるボンドの量、ならびにプレス工程時の圧力によって決まります。

すべての研削砥石には、気孔が自然に存在します。これはプレス工程で砥粒間にすき間を生じさせないようにすることは不可能なためです。上記のように、気孔が存在することでクーラントが研削領域に入り込みやすくなるだけでなく、その領域から切りくずを除去しやすくなります。さらに重要なことは、気孔が存在することで、研削砥石とワークの接触面積が減少します。

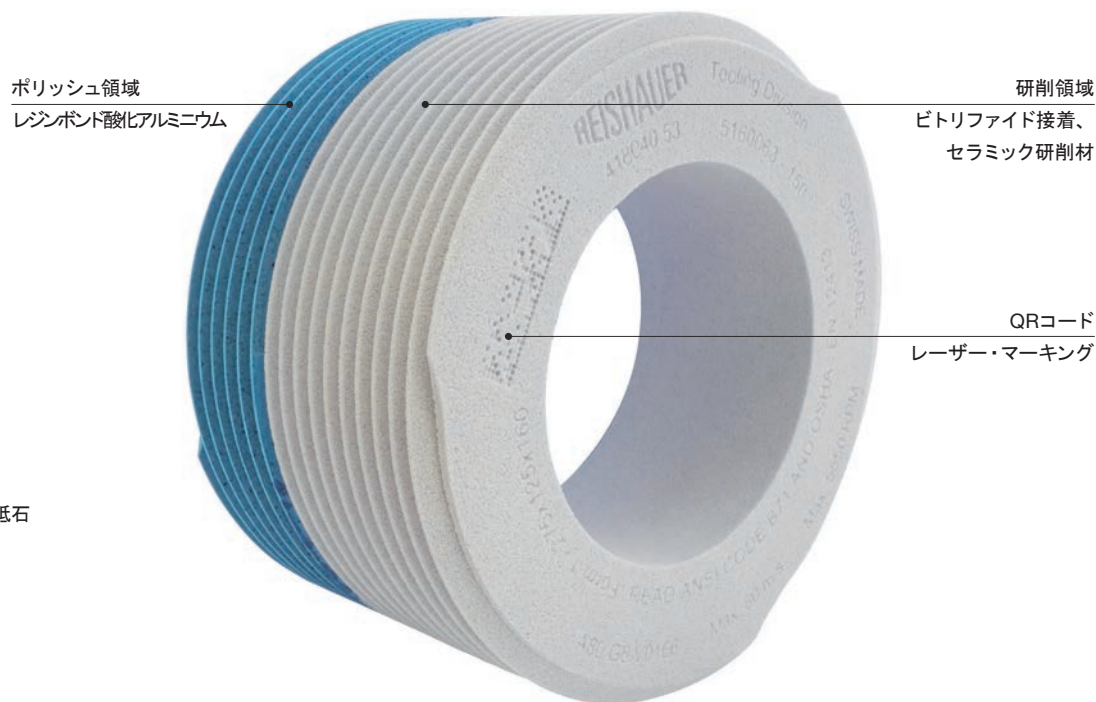
そのため、個々の砥粒により高い圧力がかけられます。これにより自生がより良好に行われ、研削工程で高温が発生しにくくなります。気孔は、金型の中で圧力をかける前に研削砥石の混合剤に気孔誘発剤を加え、その後、窯で焼くことで、研削砥石に人工的に気孔を生じさせることができます。気孔誘発剤が完全に分解すると、後に空隙が残ります。研削砥石は、下図に示すように、閉構造（自然発生した気孔を伴う）と開構造（気孔誘発剤で生じた細孔を伴う）に分類されます。



閉構造



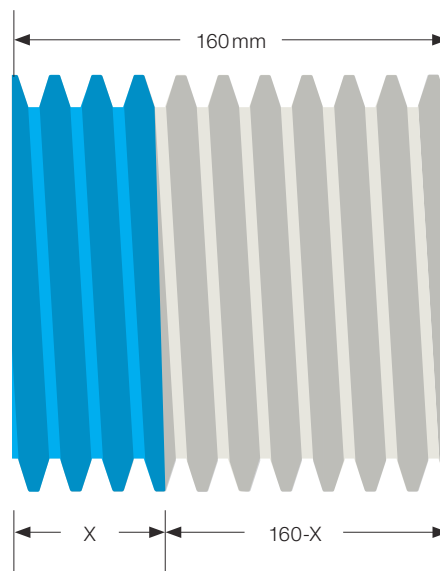
開構造



研削・ポリッシュ複合砥石

ネジ状研削・ポリッシュ砥石

ライスハウアーの研削盤では、研削とその後のポリッシュ研削を連続的に行うことができます。この複合砥石は、「研削領域」と「ポリッシュ領域」の2つの領域に分けられます。研削領域は、ビトリファイド標準酸化アルミニウム、もしくはビトリファイド・セラミック酸化アルミニウムで構成されています。一方、ポリッシュ領域はレジンボンド微細グリットで構成されています。多くの場合、歯車は粗仕上げストローク1回、および最終仕上げストローク1回で最終的なサイズまで研削された後、シフト・ジャンプでポリッシュ領域に移動され、1回から複数回のストロークでポリッシュ仕上げを行います。



研削・ポリッシュ複合砥石（領域の分割）

ライスハウアーは、この2つの領域を接合し、顧客の仕様に従い粗溝加工を行います。個々の領域の幅は、歯車の諸元によりませんが、2つを組み合わせた全体の幅は160 mmです。ポリッシュ領域の幅は通常、35 mm、45 mm、または60 mmとしています。

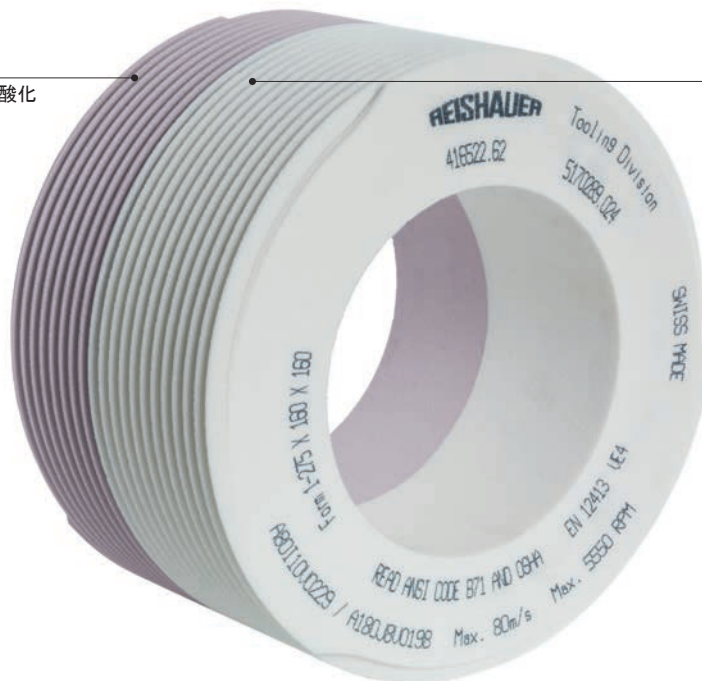
ファイン研削領域

ピンク色のビトリファイド酸化
アルミニウム

粗仕上げ領域

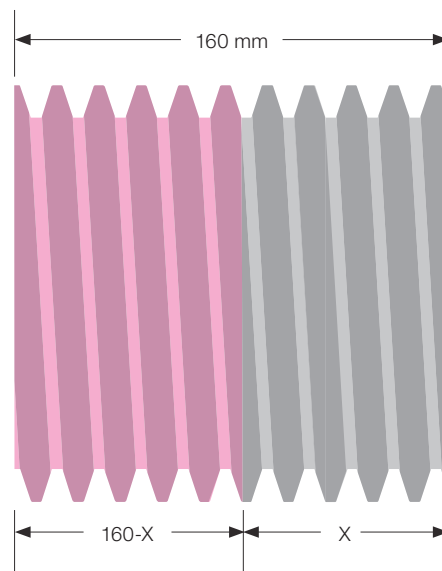
ビトリファイド・セラミック製
研削材

研削・ファイン研削複合砥石



ファイン研削砥石

用途によっては、2つのビトリファイドボンド領域で構成されるネジ状研削砥石が必要となります。最初の領域では粗い砥粒で粗仕上げを行い、次の領域では微細砥粒で最終仕上げを行います。全体の幅は160 mmに維持されますが、微細な砥粒を使用する最終仕上げ領域の幅は、歯車の諸元に応じて異なります。



研削・ファイン研削複合砥石

推奨されるネジ状研削砥石の仕様

機械	寸法	グリット (砥粒)	仕様	色	モジュール
RZ 150 	275 × 125 × 160	13A	A80 G8 V 0057	赤色	>1.3
		13A	A80 H8 V 0058	赤色	>1.3
		13A	A100 G8 V 0108	赤色	0.9 ~ 1.5
		19A	A80 H8 V 0167	ピンク色	>1.3
		19A	A120 G8 V 0176	ピンク色	0.7 ~ 0.9
		14YA	A80 G8 V 0166	水色	>1.3
		14YA	A80 H8 V 0233	水色	>1.3
RZ 60 RZ 160 RZ 260 	275 × 160 × 160 275 × 125 × 160	13A	A80 G8 V 0057	赤色	>1.3
		13A	A80 H8 V 0058	赤色	>1.3
		13A	A100 G8 V 0108	赤色	0.9 ~ 1.5
		19A	A80 G8 V 0167	ピンク色	>1.3
		19A	A120 G8 V 0176	ピンク色	0.7 ~ 0.9
		14YA	A80 G8 V 0166	水色	>1.3
		14YA	A80 H8 V 0233	水色	>1.3
RZ 410 RZ 550 	300 × 125 × 160 300 × 145 × 160 300 × 160 × 160	13A	A80 G8 V 0057	赤色	>1.3
		13A	A80 H8 V 0058	赤色	>1.3
		19A	A80 G8 V 0167	ピンク色	>1.3
		14YA	A80 G8 V 0166	水色	>1.3
		14YA	A80 H8 V 0233	水色	>1.3

仕様は変更する場合があります

研削砥石の安全性

ライスハワーは、各国固有の安全性に関する規則と規定を厳格に守り、それらに準じて試験を行い、それを研削砥石に刻印した上で供給しています。規則と規定には、FEPAに準じた安全規格、研削材に関する欧州規格EN12413、研削材に関する米国規格、ANSI B7.1、「研削砥石の使用、手入れ、および保護に関する安全規約」などが該当します。

作業場や工場での安全な慣行を保証するには、該当する文書類を熟読し、そこに記載されている規則を守ることが必須です。すべての工作機械メーカー、研削砥石メーカー、およびユーザーは、この義務を遂行しなければなりません。最も重要なことは、研削砥石メーカーが許容する最大速度を超えないように細心の注意を払うことです。ライスハワーのネジ状研削砥石には、許容される最大速度がレーザー・マーキングで示されています。

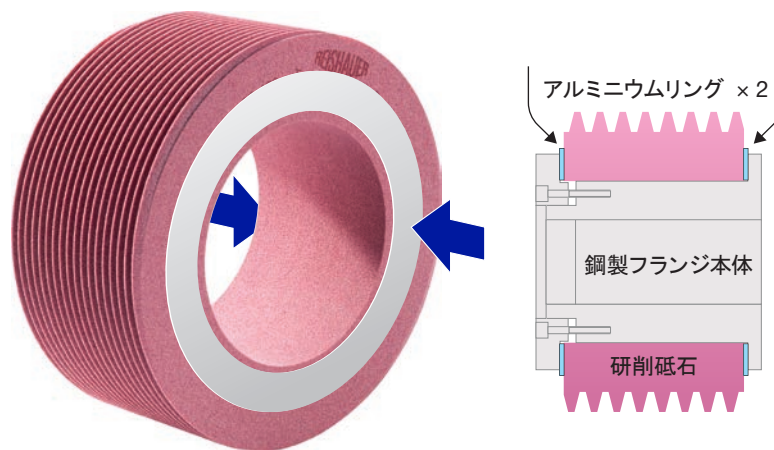
安全性：リング試験



ビトリファイド接着研削砥石のリング試験

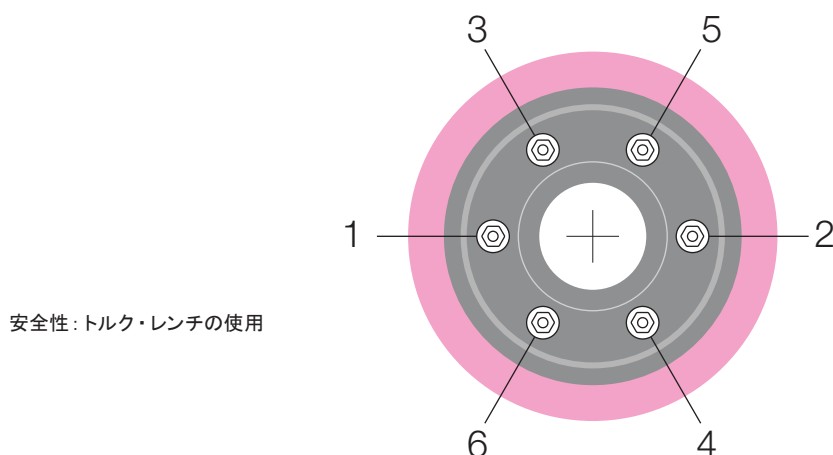
研削砥石をフランジ上に組み付ける前に、上図に示すようにリング試験を実施しなければなりません。この単純な試験方法で、ユーザは研削砥石に亀裂が生じているか否かを知ることができます。非金属性のハンマーで研削砥石を軽く叩くと、鐘を叩いたときのような音がはっきりと生じるはずです。

鈍い音が生じるときは亀裂が生じている可能性が高いため、その研削砥石は処分してください。いかなる状況においても、亀裂が生じた研削砥石は使用してはなりません。



研削砥石をフランジ上に組み付けるときは、上図に示すように研削砥石の両側にアルミニウムリングを配置しなければなりません。このリングは、研削砥石面の凹凸を平坦にする効果を発揮します。また、フランジが研削砥石面に干渉し、弱化させるのを

防ぐことができます。リングは、安全性を確保する上で欠かせない役割を果たします。



図に示すように、対角の順に締め付けてください。

トルク・レンチを20 Nmまたは15 ft-lbに設定してください。



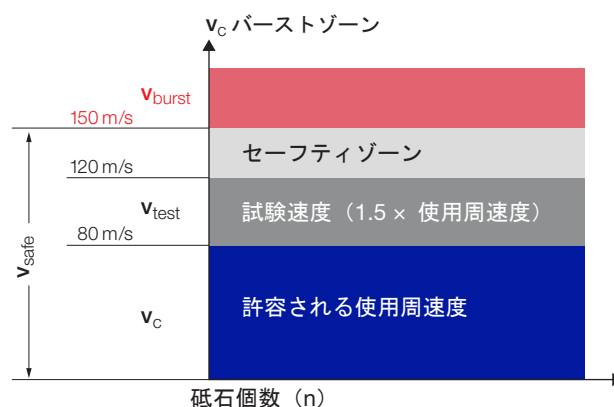
研削砥石を金属製フランジ上に組み付けた後、締め付けトルクを20ニュートン・メートル (Nm) または15フィート・ポンド (ft-lb) に設定したトルク・レンチを使用してフランジ・ボルトを締め付けてください。上図に示すように、対角の順に締め付けます。

前述の通り、研削砥石上に示す周速度を超えてはならないものとします。この速度を超えると、研削砥石がバーストしたり、甚大な人身事故や工作機械の損傷を招いたりする恐れがあります。右図に、最大周速度がレーザー・マークで示されたネジ状研削砥石を示しています。ライスハウアーでは、プレス工程から焼成工程に至る研削砥石の生産工程全体にわたり監視を行い、記録を残しています。



研削砥石上に示される最大速度を絶対を超えてはなりません。この場合、80 m/sまたは15,750 sfpmを最大表面速度とします。

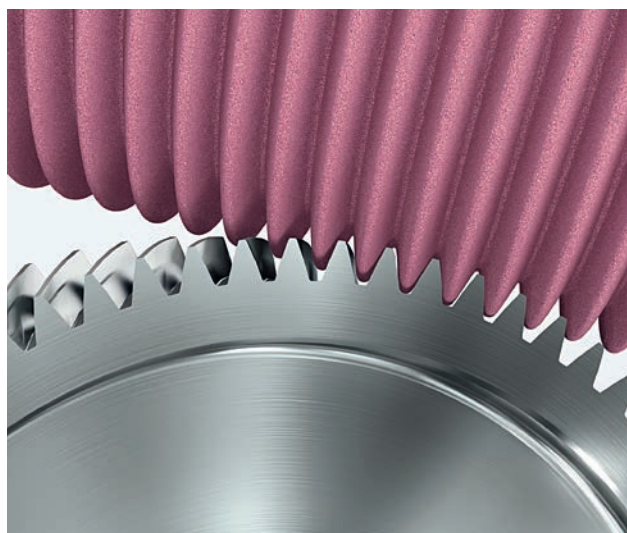
欧州および米国市場に向けた各種研削砥石について、ライスハウアーは許容される周速度の1.5倍の速度で試験を行っています。周速度80 m/sで承認された研削砥石の場合、周速度120 m/sで試験が実施されたことになります。(日本市場向けの研削砥石については、許容される周速度の2.0倍の速度で試験を行っています。) 各砥石にはQRコードを用い、レーザー・マーキングをしています。プレス工程から焼成工程および速度試験に至るまで生産工程の全体にわたり監視を行い、トレーサビリティ管理が可能です。さらに、ライスハウアーでは砥石の計画的かつ頻繁にバースト試験を実施しています。これにより、ばらつきを最小限に抑えた製品の一括生産が可能となっています。また、右図に示されるように、すべての研削砥石に対して密度及び弾性係数の均一性を検査しています。



安全性: 砥石の使用および試験速度

研削砥石の生産はスイス本国 の工場で行っています

砥粒材から研削砥石の仕上げまで



Reishauer worldwide

SWITZERLAND

Reishauer AG
Industriestrasse 36
8304 Wallisellen
Switzerland
☎ +41 44 832 22 11
info@reishauer.com

GERMANY

Reishauer GmbH
Humboldtstrasse 32
70771 Leinfelden-Echterdingen
Germany
☎ +49 711 947 56 0
germany@reishauer.com

CHINA

Reishauer AG
Beijing Representative Office
Room 1708, SCITECH TOWER
No.22 Jian Guo Men Wai Da Jie
Beijing 100004
China
☎ +86 10 651 571 75
china@reishauer.com

USA

Reishauer Corp.
1525 Holmes Road
Elgin, IL 60123
USA
☎ +1 847 888 38 28
usa@reishauer.com

FRANCE

Reishauer AG
21 rue de la Croix Blanche
33000 Bordeaux
France
☎ +33 6 0830 64 20
france@reishauer.com

JAPAN

Reishauer KK
Nisso Dai-17 Bldg. 3F
2-14-30 Shinyokohama
Kohoku-ku, Yokohama-shi
222-0033 Kanagawa-ken
Japan
☎ +81 45 476 58 33
japan@reishauer.com

Find additional representatives at www.reishauer.com

Head Office:

Reishauer AG

Industriestrasse 36
8304 Wallisellen
Switzerland
☎ +41 44 832 22 11
reishauer.com



REISHAUER

Gear Grinding Technology