

ビトリファイド砥石

(19世紀末～現在)

見学可能：
フリタケの森（愛知県
名古屋市）

Key-words：砥石、ビ
トリファイド砥石、砥
粒、結合剤、気孔、
ビトリファイド CBN
ホイール

注1 ガラス質、磁器
質。

研削は高速で回転している砥石を用いて、ワークを細かく削り取ってゆく精密加工法の一つです。研削は自動車部品を代表としたあらゆる産業分野で行われています。代表的な砥石の一つにビトリファイド砥石が挙げられます。ビトリファイド砥石はアルミナや炭化ケイ素等の砥粒と長石・陶石・粘土・フリット等の窯業原料を混合して高温（900～1300℃）焼成し結合させた一種のセラミックスです。従って、その特徴はガラスや陶磁器の様な無機質結合剤で砥粒を固定している為、保持力が強く劣化や経時変化がなく安定しており数多くの精密部品加工に使用されています。

1. 製品適用分野

自動車・航空機・船舶などの乗物やエアコン・冷蔵庫などの家電製品の部品研削

2. 適用分野の背景

精密部品加工に工具として無くてはならないものが砥石です。

代表的な製品に自動車エンジン部品があり、高精度

加工が可能な工具として砥石が必要とされてきました。図1に自動車エンジン部品の研削例を示します。

近年では、世界的な環境問題への取組から電気自動車（EV）に代表される次世代自動車の普及が進み、静粛性向上や航続距離の延長、燃費向上へのニーズに応えるため、部品への高精度化が求められています（図2）。また、自動車部品だけでなく、エレクトロニクス分野の加工需要も増加し、半導体製造にかかせない工具となっています（図3）。砥石にはさまざまな種類の砥石（図4）がありますが、中でも最も多岐に渡り使用される砥石がガラス質の結合剤を用いたビトリファイド^{注1}砥石（以下、砥石）です。ビトリファイド砥石の特性を

表1に示します。

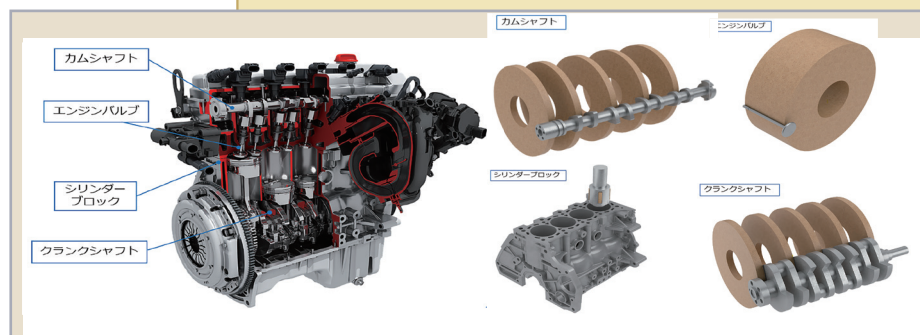


図1 自動車エンジンの研削

主要部品である「カムシャフト」、「クランクシャフト」、「エンジンバルブ」、「エンジンブロック（シリンダーボア）」を高精度で研削します。



図2 歯車の研削

歯車を高精度に研削して静粛性を高めます。

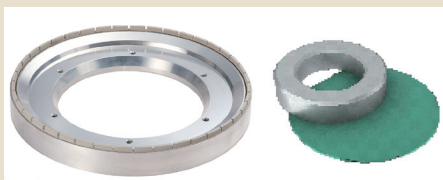


図3 半導体ウェーハの研削

半導体ウェーハの裏面研削を行います。



図4 砥石

使用用途に応じたさまざまな種類の砥石が製造されています。

3. 製品の特徴

砥石は砥粒と結合剤を混合し高温で焼き固めたもので、高速度で回転することで硬い金属材料などのワークを削る工具です。

その特徴はガラスや陶磁器の様な無機質結合剤で砥粒を固定している為、保持力が強く劣化や経時変化がなく安定しており多くの精密部品加工に使用されています。砥石の構造は図5に示す様に砥粒、結合剤、気孔の3つで構成されます。砥粒は切れ刃となって材料を削る役目、結合剤は砥粒をしっかりと保持し砥粒と砥粒を結合させる役目、気孔は切り屑の逃げを助けることや冷却を促進する役目を果たします。

表1 ビトリファイド砥石の特性

結合剤材質	焼成温度	結合剤の特性	構造
ガラス質，磁器質	900～1300℃	砥粒保持力：強 剛性：高 耐熱性：高	有気孔

砥粒保持力が強く、高剛性、高耐熱性のある結合剤と有気孔構造を持つ為、砥石寿命が長く劣化や経時変化が少なく安定して優れた加工精度が維持できます。

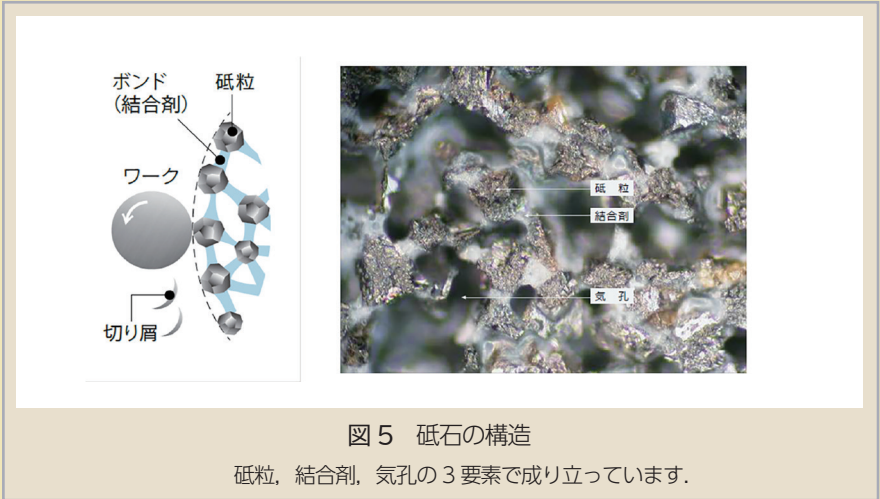


図5 砥石の構造

砥粒，結合剤，気孔の3要素で成り立っています。

注2 1957年にアメリカGE社で開発された立方晶窒化ホウ素（Cubic Boron Nitride）砥粒でダイヤモンドと同じ結晶構造に合成されたもので、ダイヤモンドに次ぐ硬さを持ち、ダイヤモンドに比べて熱安定性に優れている。主に鉄系金属の高能率・高精度・長寿命の研削加工に適している。

注3 1955年にアメリカGE社で開発された人工ダイヤモンド砥粒で、主に非鉄金属やセラミックスの研削加工に適している。

注4 さまざまな岩石に含まれている最も主要な造岩鉱物で、アルミニウム（Al）とケイ素（Si）と酸素（O）、その他の元素から構成されています。普通に産する長石は、 $KAlSi_3O_8$ （カリ長石）、 $NaAlSi_3O_8$ （曹長石）、 $CaAl_2Si_2O_8$ （灰長石）の3成分系のものがあります。

注5 焼成すると磁器化する性質を持つ岩石で、主成分はシリカ（ SiO_2 ）、アルミナ（ Al_2O_3 ）です。

注6 粒径が0.005mm以下の土で、主成分は層状珪酸塩鉱物（ $Na_2O \cdot SiO_2 \cdot nH_2O$ ）です。

4. 製法

図6に砥石の製造工程を示します。表2に示すような切れ刃となる砥粒（アルミナ、炭化ケイ素、CBN注2）、ダイヤモンド注3）と砥粒を保持する結合剤（長石注4）、陶石注5）、粘土注6）、フリット注7）等を攪拌機中で混合する「攪拌工程」、その混合物を金型に装填しプレスし形状を作る「成形工程」、それを窯（単独窯、トンネル窯）で高温焼成する「焼成工程」、焼結した砥石を必要な形状に仕上げる「仕上工程」、最終製品の品質を検査する「検査工程」、製品の梱包・発送を行う

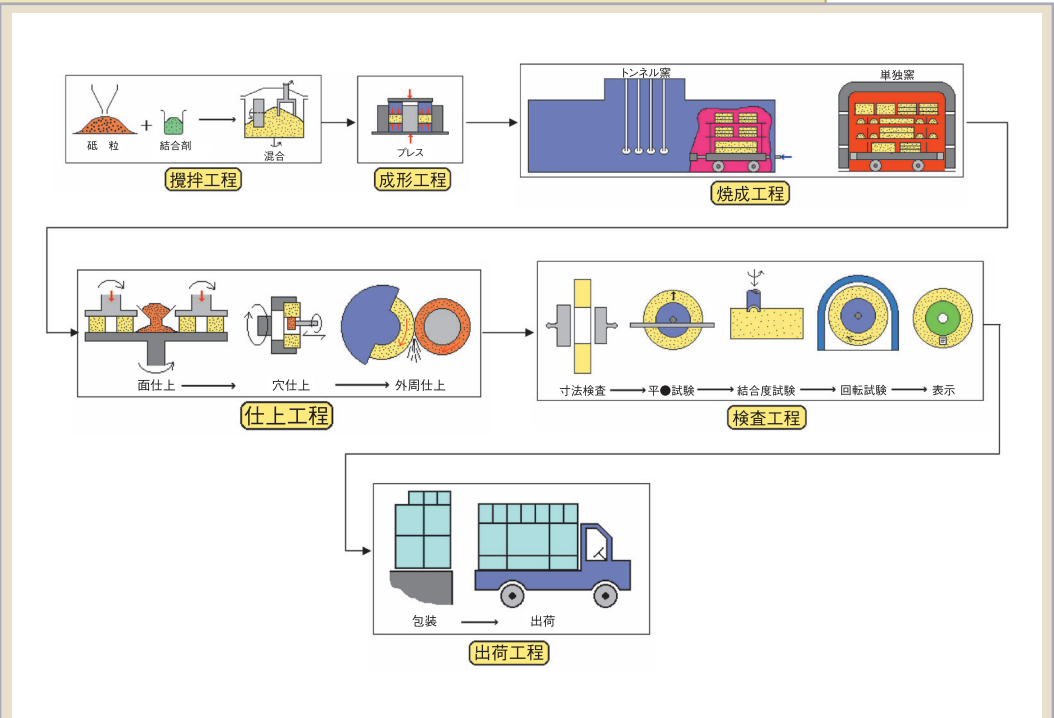


図6 砥石の製造工程

原材料を混合する「攪拌工程」、プレスで砥石の形状を作り出す「成形工程」、砥石を焼き固める「焼成工程」、必要とされる砥石形状に仕上を行う「仕上工程」、砥石品質を確認する「検査工程」、梱包・出荷する「出荷工程」で製造されています。

表2 砥粒の種類と物性値

砥粒	品名	主成分	ヌープ硬度	熱伝導率 (Cal/°C・cm・s)
一般砥粒	アルミナ (A系砥粒)	Al ₂ O ₃	2100	0.07～0.09
	炭化ケイ素 (C系砥粒)	SiC	2500	0.22
超砥粒	立方晶窒化ホウ素 (CBN)	B、N	4700	3.10
	ダイヤモンド	C	7000～8000	5.00

一般砥石に使用される人造砥粒「アルミナ、炭化ケイ素」、超砥粒ホイールに使用される人造砥粒「ダイヤモンド、CBN（立方晶窒化ホウ素）」などが挙げられます。

「出荷工程」を経て客先へ提供されます。

5. 現在・将来展望

厳格化する環境規制に適応するため、今後も次世代自動車市場は拡大し、車体構造の変化による部品形状の複雑化や超精密化が進むと考えられます。さらに、次世代自動車は軽量化を目的としたマルチマテリアル化や新材料の採用が増えると予想され、研削はより困難になることが考えられます。

したがって、今後の砥石には、新材料に対しても研削能率を落とすことなく高精度に加工できることが求め

られます。また、環境への負荷を低減するために、研削時に発生する廃棄物や二酸化炭素 (CO₂) 量を抑制することなども重要です。

[連絡先] (株)ノリタケカンパニーリミテド
研削ソフト技術部
〒496-0005
愛知県津島市神守町字二ノ割16番地の1
(同社神守工場)