

## 工業用砥石廃材の再生による有用化 (1)

山口幸男

名古屋工業大学セラミックス基盤工学研究センター  
〒 507-0071 岐阜県多治見市旭ヶ丘 10-6-29

## Utilization by Recycling of Waste Grinding Wheels I

Yukio Yamaguchi

Ceramics Research Laboratory, Nagoya Institute of Technology  
Asahigaoka 10-6-29, Tajimi, Gifu 507-0071 JAPAN

From viewpoint of resources utilization and environmental protection, first of all waste vitrified grinding wheels were recovered, separated, crushed, pulverized, sorted and so on, subsequently were developed abrasive grains for barrel polishing, grits for gardening and water clarification, etc. Part of the circulatory manufacturing system was achieved.

## 1. はじめに

わが国の主要産業である鉄鋼・金属産業をはじめ、自動車産業やその部品関連産業など多くの産業においては、年間約 40,000ton の工業用砥石が使用<sup>1)</sup>されているが、そのうちの 1/4 ~ 1/3 は使用されず、産業廃棄物として管理型処分場において埋め立て処分されている。そこで、深刻となっている管理型処分場の不足問題への対処、環境への負荷低減や資源の有効利用の観点から、砥石廃材を回収し、適正な再生処理を施して、その有用化を図ることが強く求められている。ここではその有用化についての取り組みを紹介する。



Fig.1 工業用砥石の外観

## 2. 工業用砥石とは

工業用砥石は、アルミナ系または炭化珪素系の砥材を、ガラス質（ビトリファイド）または有機質（レジノイド）の結合剤で固化した、一般的には多孔質の複合体である。

前者はビトリファイド砥石と称し、主に自動車部品などの精密加工に、後者はレジノイド砥石と称し、主に鉄鋼・金属の加工に供されている。その構成成分は Table1 に

Table1 工業用砥石の主な構成成分

		ビトリファイド砥石	レジノイド砥石
砥材		アルミナ系 (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) 炭化珪素系 (SiC)	アルミナ系 (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )、炭化珪素系 (SiC) 両者のコンビあり
結合剤		ガラス質バインダー	有機質 (フェノール樹脂、エポキシ樹脂、等)
添加材	気孔材	(製造工程で消失)	シリカバルーン、顆粒状物 (水溶性)、等
	補強材		ガラスクロス、等
	研削助剤	(一部硫黄含浸あり)	硫化鉄、等

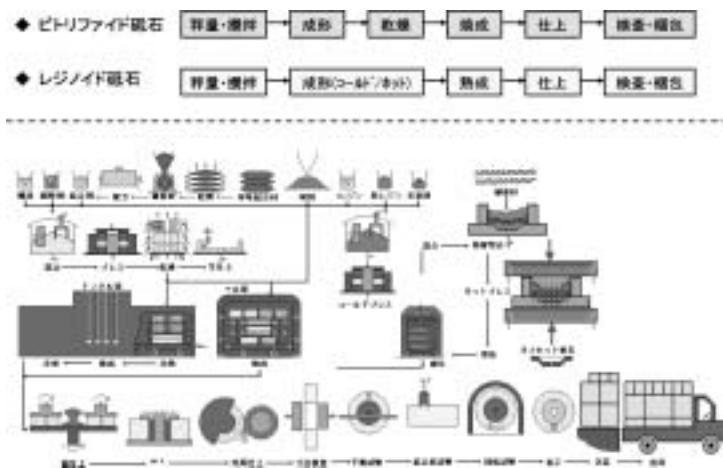


Fig.2 工業用砥石の製造工程概略

示す如くである。表からも分かるように、ビトリファイド砥石は主に2成分系であるが、レジノイド砥石は砥材・結合剤の他に、気孔材・補強材・研削助剤として無機質・有機質の化合物を添加している場合が多い。

一般的な工業用砥石の外観をFig.1に示す。

また、その製造工程は概略Fig.2に示す如く、ビトリファイド砥石は高温で焼成することにより製造されているが、レジノイド砥石は200℃以下の低温で有機質結合剤（樹脂）の化学反応（重縮合や付加重合）にて製造されている。

### 3. 砥石廃材の再生について

再生に取り組むに際して最も重要なことは、再生した後の製品の用途が明確であること、且つ持続的な運営に

は法遵守の下、適正な再生方法を選定し、適正なコストで再生可能であることなどが挙げられる。そこで、砥石の特徴である、砥材の研磨力と、気孔を多量に有する多孔質体であることに着目した用途開発を行なった。また、2章でも記述したように、ビトリファイド砥石とレジノイド砥石では、その構成成分が大きく異なるため、同じような再生方法を用いて製品開発を行なうことは難しいので、先ずは無機質のみで構成されるビトリファイド砥石の再生に取り組んだ。<sup>2)3)</sup>

#### 3-1. ビトリファイド砥石廃材の再生方法

再生製品を製造するために考案した再生フローをFig.3に示す。より良い品質の再生製品を製造するためのポイントとなる工程は、顧客より回収した砥石廃材の種類毎の選別と目的の粒度に仕上げる分級の工程である。

各工程の簡単な説明は以下の通りである。

- ・顧客より砥石廃材の回収：顧客にて使用済みとなった砥石廃材を回収（収集・運搬）する。
- ・回収砥石廃材の計量：回収した砥石廃材の重量を計測し記録する。
- ・選別・破碎：砥石廃材を砥材の種類・色別に選別し、クラッシャーを用いて破碎する。
- ・熱処理：破碎物に熱歪を与えることによって、後工程の粉碎を容易にする。
- ・粉碎：粉碎用のクラッシャーを用いて、砥材一粒サイズや3～10mmのグリットに粉碎する。
- ・目的の粒度に分級：粉碎物を目的とする製品の粒度やグリットサイズに分級する。

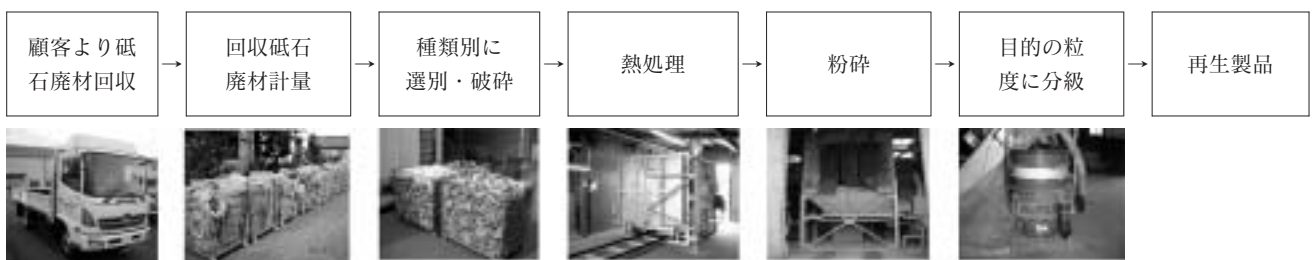


Fig.3 ビトリファイド砥石の再生フロー

特徴	用途	再生製品・形状
砥材の研磨力	ベアリング部品のパレル研磨	再生砥材；粒状（砥材一粒0.1～0.3mm）
多孔質体	①ガーデニング	グリット；塊状（3～10mm大）
	②水浄化	光触媒担持グリット；同上（TiO <sub>2</sub> コーティング）
	③研削液浄化	同上
	④空気清浄化	同上

Fig.4 ビトリファイド砥石廃材を利用した再生製品

### 3-2. ビトリファイド砥石廃材の用途探索

ビトリファイド砥石の特徴である、砥材の研磨力、多孔質体を活かすべく用途探索を行なった結果、Fig.4に示す用途向けの製品開発に至った。

次に砥石廃材の再生から開発した製品群を紹介する。

- 1) バレル研磨用再生砥材
  - ;再生工程(粉碎→分級)にて生成する凡そ0.1～0.3mm大(#46～#150相当)の研磨材
  - ローラーベアリング用部材であるニードルピンのバレル研磨に適用したところ、その研磨力は新砥材とほぼ同等であった。
- 2) ガーデニング用グリット
  - ;再生工程にて生成される3～10mm大の多孔性塊状物(グリット)
  - Fig.6に示すような用途に用いたところ、植物の発育が良い(グリットの保水性)、外観が美しい(グリットの色:赤・青・緑・白)、雑草が生えにくいなどの効果が見いだされた。
- 3) 水浄化用光触媒担持グリット
  - ;再生工程にて生成される3～10mm大の多孔性塊

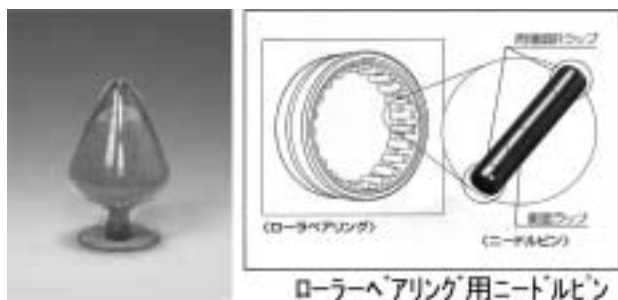


Fig.5 バレル研磨用再生砥材と被加工物



Fig.6 ガーデニング用グリット



Fig.7 水浄化用光触媒担持グリット

状物の表面に、TiO<sub>2</sub>をコーティングして光触媒効果を持たせたもの

このグリットを観賞用の金魚鉢に適用したところ、藻の発生が抑制され、水の汚れが殆ど生じなかった。

- 4) 研削液浄化用光触媒担持グリット
  - ;3)項と同じグリットを、自動車部品の研削加工に用いられる研削液に適用し、長期間に亘り研削液の性能低下や研削加工作業場の臭気をモニタリングしたところ、研削液のロングライフ化や作業場の臭気低減効果が見いだされた。
- 5) 空気清浄化用光触媒担持グリット
  - ;3)項と同じグリットを自動車内の臭気低減用に使用したところ、目的とする脱臭効果が認められた。(Fig.10参照)また、その効果の実証試験としてアセトアルデヒドの除去実験を行なったところ、Fig.11に示すような結果が得られた。光触媒担持

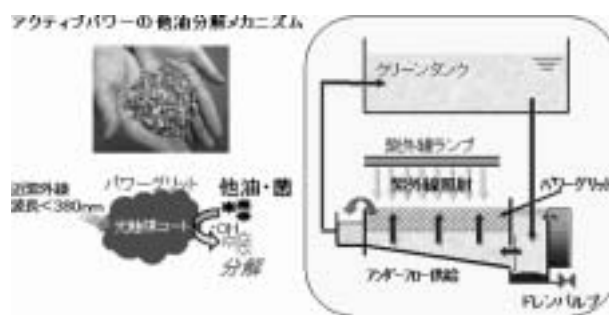


Fig.8 浄化装置による他油分解メカニズム

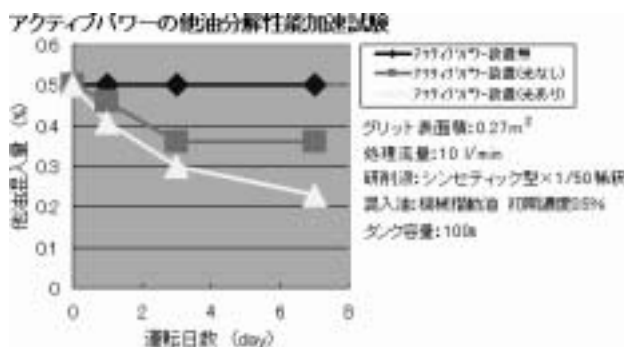


Fig.9 分解性能加速試験結果



Fig.10 脱臭器具

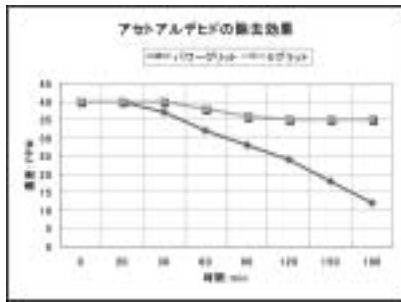


Fig.11 アセトアルデヒド除去試験結果

なしのグリットでは、アセトアルデヒド濃度の低下は僅かであったが、光触媒担持ありのグリットでは著しい低下が認められた。

以上の他にも用途は考えられるが、大略のビトリファイド砥石廃材の有用化は確立できたものとする。

#### 4. 資源循環型生産システムを目指して

##### 4-1. 逆生産の概念とは

部品・製品などの通常の流れを人の血液に例えて動脈物流と称するのに対し、顧客にて使用・消費されて不要になったものを回収、選別、分解して、再び素材・部品・エネルギーとして利用する流れを静脈物流と称する。前者の生産に対して後者を逆生産と呼び、資源の有効活用や環境負荷削減活動においては極めて重要な概念である。

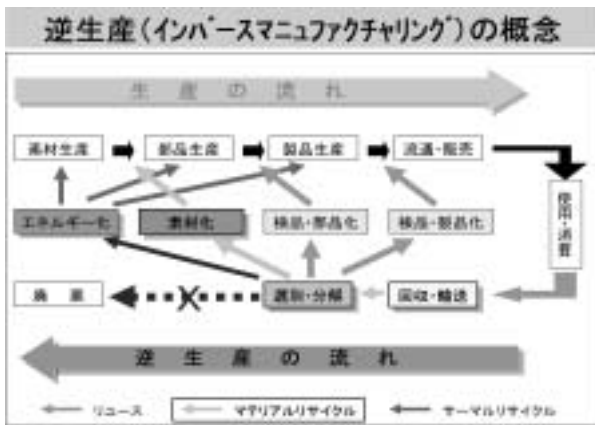


Fig.12 逆生産の概念

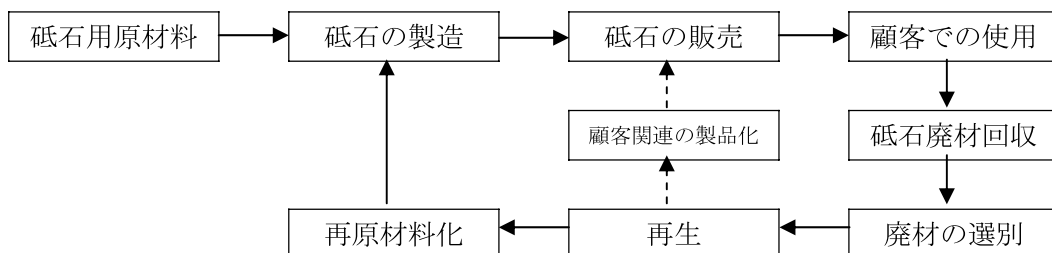


Fig.13 資源循環型の工業用砥石生産システム (構想)

その概念を図式化すると Fig.12 のようになる。

##### 4-2. 工業用砥石分野における資源循環型生産システム

資源の有効活用や環境負荷削減の観点より、工業用砥石の分野において我々が目指すものは、Fig.13 に示す資源循環型の生産システムである。図中の実線が主たる再生工程で、破線が二次的な再生工程を示す。

#### 5. 今後の課題

大きく2種類に分類される工業用砥石のうち、ビトリファイド砥石の再生・有用化は前述の如くほぼ確立することができ、目指す資源循環型生産システムに一步近づいたものとする。しかしながら、レジノイド砥石については、例えば構成成分の複雑さからくる再原材料化コストの問題、樹脂結合剤の除去<sup>4)</sup>に伴う煤塵・臭気対策問題などから、その有用化が遅れているのが実情である。

現在、レジノイド砥石についてもビトリファイド砥石同様に、資源循環型の砥石生産システム構想に基づき、回収した砥材は再び砥材として研削・研磨用に活用することを基本的な考えとして、レジノイド砥石に最適な再生方法を見出し、その再生方法を用いた有用化に取り組んでいる。その成果については工業用砥石廃材の再生による有用化(2)での紹介を予定している。

##### [参考文献]

- 1) 経済産業省ホームページ (2006年度版)  
<http://www.meti.go.jp/statistics/>
- 2) 株式会社ノリタケカンパニーリミテド：社会・環境報告書 2006年度版 pp.4-5
- 3) 株式会社ノリタケリサイクルセンター：「2007 愛知環境賞」事例集 pp.17
- 4) 佐々木健作, 小島義弘, 松田仁樹, 寺田好晴, 加納勝博：工業砥石廃材の酸化処理および水蒸気処理による砥材の回収, 廃棄物学会論文誌別冊, Vol.15, No.1 pp.19-27, 2004