

# 人造研磨材工業について

大阪大学産業科学研究所\*

“  
“

青 武 雄  
桜 井 洗  
尾 山 竹 滋

## 緒 言

研磨研削作業は人類の原始時代からすでに行われてゐたと考えられるが比較的最近に至るまで余り発達しなかつた。即ち専ら砂岩、粘板岩等の如き天然砥材が用いられて近年に於いてエメリー、ガーネット、コランダム等が発見使用されるに至つたにすぎない。しかるに米国に於て1891年にカーボランダムが1897年に人造コランダムが製造されるに至つて驚異的な発達が見られた。特に現代に至つて機械類は各種の必要からその容積を小さくし重量を軽減ししかも高精能、耐久力の増大等が強く要求されるに及んで機械の各部は焼入鋼、特殊鋼、特殊合金等の硬い材料が用いられる様になつて来た。これらの材料は従来の旋盤に於ける刃物類では到底切削する事が出来ないので最近の人造研削砥石によつてのみ自由に切削研磨加工が行い得るものである。これを裏返して言へば即ち人造研磨材及砥石の発達が現代の精密機械類の進歩を招来したものである。しかも人造研削砥石はこの様な金属類のみではなく又硝子、光学レンズ、特殊陶磁器、ステアタイト、発火栓等の非金属工業品の加工からセルロイド、パークライト、パルプ等の如き軟き有機合成品に至るまであらゆる分野に応用されその用途は止まるどころを知らないものである。しかしこのような人造砥石は使用者側に於いてそれぞれの性能に関する基礎的な知識、根本的な研削理論を理解し適当な選択と使用方法によるのでなければその性能を十分に発揮することが出来ないのは論をまたない。以下人造研磨材並に砥石について、特に最近長足の進歩をしつゝあるエラスチック砥石について順を追つて詳述する。

## I 研磨材の分類

研磨材は天然研磨材と人造研磨材との二つに分類される。人類が有史以前より砂岩、凝灰岩、粘板岩の如き天然研磨材により木片、骨片等の日用品、武器を研磨して来た事が知られてゐるが尚今日に於いても丸砥又は角砥として工業的に或は家庭に於いて広く用いられてゐる。人造研磨材は1891年にカーボランダムが1897年には人造

コランダムが製造されるに至り我国に於いては大正6年カーボランダムが九州地方で登場化されたのが初めてである。この様な天然及人造研磨材は粉状のままで使用される事もあるが又研磨紙布、砥石等に加工し使用される事もある。これらの研磨材及研磨砥石類を分類表示すれば次の様になる。

第1表 研磨材及研磨砥石類の分類

1. 研 磨 材
  - 天然研磨材—砂岩、凝灰岩、珪藻土、金剛石、コランダム、エメリー、柘榴石、尖晶石、石英、フリント等
  - 人造研磨材—電気炉製品—A. W. A. C. G. C. 炭化硼素  
其他金属窒化物、炭化物  
金属質研磨材—銅粉、錫毛等  
其他—弁柄、酸化クロム、硬焼マグネシア、硝子粉等
2. 研 磨 紙 布
  - エメリー研磨紙布、柘榴石研磨紙布、カーボランダム研磨紙布、アランダム研磨紙布
3. 研 磨 研 削 砥 石
  - 天然砥石—丸砥、角砥
  - 人造砥石—ゾイトリフアイト砥石  
シリケート砥石  
エラスチック砥石—シエラツク砥石  
ゴム砥石  
レヂノイド砥石
4. 油 脂 研 磨 材
  - エメリー、トリポリ、軟珪石、ライム(マチレス)、ルーチ、クローカス

## II 天然研磨材

人造研磨材の発達と共に天然研磨材の消費は急激に減少したが尚或種のものには人造研磨材で得られぬ特性を具備する為今も尚一部の特種な用途に愛用される。以下重要なものについて略述する。

- a. ダイヤモンド—研磨用には黒色及屑ダイヤモンドが用いられる。さく岩機、ダイス、ドリル、硝子切り

\* 堺市北花田町

## 生産と技術

エラストック砥石、砥石用補正工具等に欠く事の出来ないものである。

b. コランダム 主成分は酸化アルミニウムである。次のエメリーと共に天然砥粒として最も広く用いられる。

c. エメリー コランダムと磁鉄鉱との緻密な混合組成を有する。ギリシヤ、及トルコ地方に多く産し或種の

金属研磨の仕上げ作業に人造研磨材を以つて代用し得ない特性を有す。

b. 石榴石 主として粉末又は研磨紙布として広く用いられる。

c. トリポリ。潜晶質珪酸の一種である。

重要な天然研磨材の化学成分の一例を第2表に示す。

第2表 天然研磨材の化学分析

	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	MnO	Alh.	H <sub>2</sub> O
コランダム	0.90	—	98.79	0.75	—	—	—	—	0.78
ナキサスエメリー 1	2.72	3.75	67.13	23.97	0.43	—	—	—	JgLoss 3.76
” 2	4.28	1.12	51.47	35.61	2.05	0.63	—	—	
石榴石	39.29	—	21.70	30.82	1.99	5.26	1.51	—	—
珪藻土 1	86.86	—	2.32	1.23	0.43	tr.	—	3.58	4.89
” 2	80.53	—	5.89	1.03	0.35	—	—	—	12.0
トリポリ	98.28	—	0.17	0.53	tr.	—	—	0.44	0.50

## III 人造研磨材

第1表に示した様に人造研磨材は電気製品、金属質研磨材、及其他の三種に大別されるがこの中金属質研磨材及其他に就いては他書にゆづり電気製品が最も重要である故にこれに就いて詳述することとする。人造砥粒の代表的工業製品はアルミナ質砥粒(A. WA.)と炭化珪素質砥粒(C. GC.)の二種存在する事は周知のことである。概括的に前者は抗張力の大きな工作物に適し後者は抗張力の小さい硬くて脆い工作物に利用されるものである。これらの砥粒は粉状のまま又は各種の油脂で固め羽布に附着させ或は各種の結合剤を用いて丸型又は角型砥石として使用されるものであるが我国に於いて最も多く用いられるのは所謂ゾトリフアイト砥石としてであ

るが最近エラストック砥石の進歩と共にその消費も増大しつつある。

(a) アルミナ質砥粒の製法

アルミナ質砥粒にはアランダム(A)と白色アランダム(W. A.)との二種がある。共に結晶酸化アルミニウムであるがA砥粒は不純物として鉄、チタン、マンガン等の微量を含むため赤褐色～褐色に着色し靱性が大であるがW. A砥粒は略純粋の酸化アルミニウムで白色又は無色でA砥粒に比して脆い。その製造法を述べれば先づ原料はA砥粒用には不純なボーキサイト又は高礬土質粘土と炭素が主原料で必要に応じて少量の鉄鉱石、砂鉄等が加えられる。これらの主原料は第3表に示す如き成分のものである。

第3表 アルミナ質砥粒製造原料の分析

	灼減	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>3</sub>	CaO	MgO
復州粘土	13.30	8.91	61.79	13.87	1.50	0.37	0.35
硬質ボーキサイト 1	13.70	8.02	49.94	24.31	3.30	—	0.23
” 2	17.50	2.10	60.0	18.10	2.30	—	—
印度産ボーキサイト	28.41	2.89	58.63	2.59	7.30	—	—
仏印産ボーキサイト	12.56	15.47	51.39	12.97	2.81	—	—
W A 用原料	0.33	0.036	97.74	0.07	—	0.09	—
コークス	C 82	SiO <sub>2</sub> etc. 6~7	9~10		—	—	—

ボーキサイトは予め回転炉等にて焼成脱水したものをを用いる。これらの原料を適当に混合したものを電気弧光炉で熔融する。その混合の一例は次の様である。

ボーキサイト 90  
コークス 10

又は 長 城 粘 土	45
ボーキサイト	40
砂 鉄	5
コークス	10

電炉中では 2100~2200°C の高温となりボーキサイトを熔融せしめ酸化鉄及珪酸の大部分は炭素により還元され珪素鉄となり炉底に沈みその上部に酸化アルミニウムを結晶させるものであるがこの時酸化チタン、酸化鉄、珪酸等の少量を固溶体として含有させる事により砥粒に適當の靱性を与え得るものである。その量は酸化チタン 3.0%、酸化鉄 0.5%、珪酸 1.5%程度が標準とされる。焼塊は冷却後破碎し珪素鉄より分離し荒砕き製粒する。次いで酸洗い、水洗い乾燥後磁気選別機を通し篩別、水篩、風篩等の工程を経て製品となる。

(b) 炭化珪素質砥粒の製法

炭化珪素質砥粒には黒色の C 砥粒とそれより純度高く色の少ない緑色の G. C. 砥粒との二種ある事は周知の事である。その製造原料としては珪砂、コークス、鋸屑、食塩が用いられる、適当に調合された原料は電気抵抗炉で焼成される。その調合の一例は次のようである。

珪 砂	54
コークス	34
食 塩	2
鋸 屑	10

珪砂は純度の高い銀砂又は石英を使用しなければならない。炉の高温において珪酸は炭素によつて還元されて炭化珪素が出来るが約 2240°C 以上では出来た炭化珪素は分解する。原料中の不純物として入つて来た酸化鉄及アルミナは食塩中の塩素と化合し塩化物となり揮散する。鋸屑は焼失し気孔を作り上記の化学反応により生成

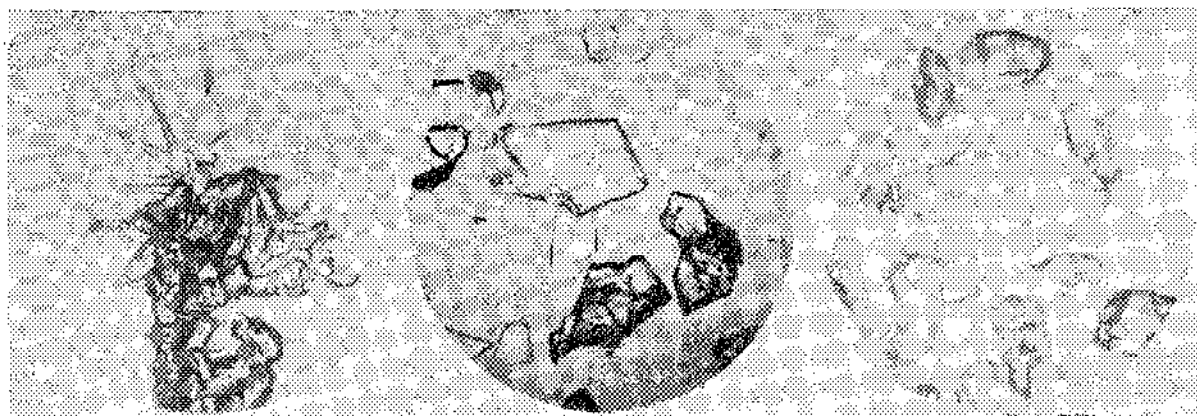
された多量の二酸化炭素及金属塩化物等の炉外への発散を容易にするものである。焼塊は結晶良質の部分を選別し粉碎し不純物を除くために酸洗いし水洗し乾燥し所定の粒度に篩別けされる。

(c) アルミナ質砥粒の性状

アルミナ質砥粒は大結晶から破碎された多角形粒状でその断面は緻密にして亀裂や気孔等が無く貝殻状破面を呈し鋭角を有しその外観色は A 砥粒においては赤褐色樹脂状光沢、W. A. 砥粒は白色又は無色でなければならない。電炉作業の不良のため小結晶の集合状であつたり珪素鉄等の不純物を包裹してはならない又粉碎行程の不適當のため砥粒の形状に偏平なものを多く含有してゐると砥粒を無駄に消耗し切削力を減少せしめる。アルミナの結晶には  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\epsilon$ ,  $\zeta$  の 6 種の変態がある。砥粒としては  $\alpha$  型でなければならない。 $\gamma$  型は焼成により  $\alpha$  型に変わる。アルカリの存在に於いては  $\beta$  型が出来易い。これらは夫々比重を異にしてゐる。 $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  の真比重は 3.98 (K. J. A. Benthron, u. R. Durrer, Zeit, anorg Chem, 1931, 198, 142,)

$\beta$ - $\text{Al}_2\text{O}_3=3.30$  (J. West, Zeits. Kristall, 1931, 198-257,)  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3=3.29\sim 3.47$ ,  $\delta$ - $\text{Al}_2\text{O}_3=2.39$ ,  $\epsilon$ - $\text{Al}_2\text{O}_3=3.6$ ,  $\zeta$ - $\text{Al}_2\text{O}_3=3.6$  で珪素鉄—6.42 である。従つてアルミナ質砥粒の鑑定上真比重の測定は有意義である  $\alpha$  型は六方晶系菱面体に属し複屈折人で  $\beta$  型は六方晶系定面体である。砥粒製造の際生成し易い  $\beta$  型は  $\alpha$  型より硬度低く再熱処理により  $\alpha$  型に轉移し亀裂を生じ砥石の切味を減ずるものでその混在は防止しなければならない。

$\beta$  型アルミナの化学組成を第 4 表に示す。



$\beta$  型アルミナ初期晶頭微鏡写真

W. A. 砥粒頭微鏡写真  
上方、 $\beta$  晶、下方、 $\alpha$  晶

W. A. 砥粒頭微鏡写真

第4表  $\beta$ - $Al_2O_3$  晶の化学分析

試料	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	ig Loss
1	0.25	92.98	0.38	0.07	0.47	0.50	4.38	-0.52
2	0.20	92.25	0.30	—	—	4.47	1.08	-1.59

A 砥粒の良質のものは赤褐色樹脂状光沢を有し貝殻状破面を呈する。この外観色はその化学成分と密接な関係を有し、淡褐色又は暗色のものは靱性低く砥粒として不

適である。今これら A, WA 砥粒の分析結果を第5表に示す。

第5表 各社製 #60A 及び WA 砥粒の分析結果

	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CaO	MgO	Alh	ig.Loss
A カーボランダム社	1.28	3.54	94.44	0.27	0.01	0.38	0.08	—	+0.10
” No. 1	1.62	1.35	96.40	0.14	0.02	0.39	0.08	—	-0.04
” No. 2	0.41	2.70	95.82	0.22	0.02	0.65	0.18	—	-0.05
” No. 3	0.79	3.67	94.14	0.66	—	0.59	0.15	—	+0.22
” No. 4	3.87	2.71	92.14	0.36	—	0.66	0.02	—	-0.12
” No. 5	1.50	3.00	95~6	0.50	—	—	—	—	—
WA カーボランダム社	tr.	—	99.82	tr.	—	—	—	0.18	-0.09
” No. 1	tr.	tr.	99.74	0.08	—	—	—	0.18	-0.06
” No. 2	0.01	—	98.53	0.17	—	—	—	1.29	-0.27

注— A. No. 1~4—国産, No.5—AA. Klein, Metal Ind., 1937, 35, [8], 401.

此等の分析結果を要約するに #60 A 砥粒中の酸化アルミニウムは 92~96%、酸化チタン及酸化ジルコンは 1.35~3.67%、珪酸は No. 4 の例外を除けば 0.41~1.62%でその平均は酸化アルミニウム94%、酸化チタン 2.6%、珪酸 1.3%で其他は 1%以下である。これらの微量含有物の中最も大切なものは酸化チタンである。酸化チタンが A 砥粒に及ぼす影響の根本的機構については酸化チタン-酸化アルミニウム二成分系の不完全平衡下に於ける研究を行はねばならぬが酸化チタンの存在は A 砥粒に靱性を与えその研削力に大きい影響を有することは既知の事実の様である。而して経験的肉眼的観察において意味のある樹脂状光沢のものは切味もよく優良とされてゐるが、かかる現象を単に化学成分のみから判定することは稍軽卒の懼れがあるが定性的範囲に於いて肉眼観察と試験結果とはよく一致する事を確めた。砥粒の外観色と酸化チタン含量との関係を色の順に表示すると第6表に示すようである。

第6表 A 砥粒の外観色と酸化チタン含有量との関係

外観色	試料	酸化チタン
紫褐色樹脂光沢	カーボランダム社 #60.A	酸化ジルコマン% 3.54
↓	6	3.67

淡黒灰色	7	2.71
↓	4	2.70
↓	2	1.84
↓	5	2.19
↓	3	2.19
灰 色	1	1.35

(d) 炭化珪素の性状

砥粒としては大結晶から破砕された多角形粒状で、状又は小結晶の集合であつてはならぬ。金属光沢を有し C 砥粒は淡黒色、G C 砥粒は緑色~緑青色である。帯黄色のものはシロキシンを含有するもので不適である。表面に虹光を有するものは珪酸の薄膜によるもので精製不良品である。比重 3.12~3.2、熱伝導度高く熱膨脹率小さく化学的に安定で耐火度が高い為砥粒以外に特殊耐火物としても重用される。高温酸化気圏では不安定で 2240°C 以上では珪素と炭素とに分解する。

(e) 炭化硼素砥粒

無水硼酸と石油コークスとを電気抵抗炉により 2800°C に熱して製造される。その硬度は炭化珪素とダイヤモンドとの中間で比重 2.52 である。黒色金属光沢で焼結性のある特殊新砥粒である。

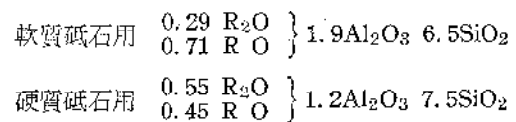
## VI 人造研削砥石

研削砥石は砥粒、結合材、気孔の三大要素から成るもので砥粒はその鋭角によつて直接研削研削作業を行い、結合材は砥粒を支持しその性能を充分發揮させると共に砥石を必要な形状に保つものであり、気孔は一時的な切削屑溜であると共に又クーラントの通路ともなるもので研削による発熱を防ぐに欠くべからざるものである。研削砥石はその用途目的によつてこれらの砥粒の種類、粒度、結合材の種類、結合強度、組織、砥石の形状等を適宜選択しなければならない。結合材には無機と有機との二種が用いられその種類によつて次の様に分類される。無機結合材—シリケート砥石、グイトリフアイト砥石、有機結合材—シエラツク砥石、ゴム砥石、レヂノイド砥石。シリケート砥石は結合材として水硝子を用いるもの填充料、変質材を加え加圧成形しマツフル窯にて10~20 閉暗赤熱に焼成して作られる。硬い砥石や薄いものは出来ないが比較的短時間で出来る事。使用注水により水硝子が溶出しクーラントの役目をする事。金具を砥石に焼き付け得ること等の特長がある。グイトリフアイト砥石は最も重要であるからレヂノイド砥石と共に項を改めて述べる。シエラツク砥石は印度、シヤム等に産するシエラツク樹脂を結合材とし加熱加圧成形して作られる。ゴム砥石は硫化ゴムに適量の増強材、老化防止材等

を加へたものを結合材としこれに砥粒を粘り込みカレンダールにて板状とし所定の形に打ち抜きて作る。他の砥石に比して最も弾力性に富み硝子、其他可塑物質の切断用に優秀な性能を有す。

### (a) グイトリフアイト砥石

グイトリフアイト砥石は各種の粘土と熔剤とからなる磁器質結合材を用いたもので砥石の結合度を広範囲に調整し得ること、研削力の良好なこと、使用に安定なこと等のため現代の砥石の約90%はこの種のものが用いられてゐる。結合材の原料は長石と陶石と黄土とがその基本をなし必要に応じて石灰石、マグネサイト、ペントナイト、タルク、弁柄等も添加される。陶石は柿谷石、天草石蛙目が主として用いられ黄土は京都伏見区大亀谷産のものが用いられる。業者によつてその割合割合は若干の差があるが普通長石、陶石、黄土の比は軟質のものには4:4:2、硬質のものには5:3:2とされる。R. C. Purdy (Jour. Amer. Cer. Soc., 1934 17. (2), 39~42)によれば結合材としては次式に示すものが良好であると述べてゐる。



我国の原料の分析結果を第7表に示す。

第7表 グイトリフアイト砥石結合材原料分析表

	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	ig.Loss
福島長石	66.71	—	18.56	0.18	—	0.24	tr.	10.42	3.48	0.37
苗木長石	63.53	—	20.37	0.20	—	0.69	0.15	2.36	3.15	0.54
柿谷石	79.81	—	13.10	0.45	—	0.25	0.11	1.51	0.84	4.02
柿谷石(二等品)	80.59	0.10	12.83	0.64	—	0.24	0.06	1.80	0.64	3.14
天草陶石	78.47	tr.	14.91	0.28	—	0.10	0.06	2.74	0.34	3.26
“(並)	81.48	”	12.42	0.65	—	tr.	tr.	2.10	0.42	3.05
本山木節	48.61	0.58	34.13	1.13	—	0.38	0.25	0.72	0.20	14.10
土岐国蛙目	49.37	0.52	34.95	1.12	—	0.28	0.29	0.93	0.23	12.40
京都伏見黄土	62.98	0.92	17.77	8.36	—	0.32	0.49	2.34	0.56	6.28
” 青土	67.34	0.18	18.75	2.36	0.04	0.86	1.43	0.17	0.34	8.14

適当に調合された結合材は砥粒と混合し流込法又は加圧法によつて成形し乾燥し焼成される。焼成温度は1300~1350°C が普通で約一週間で焼成し冷却に数週間を必要とする。窯出し後仕上整形し平衡試験、回転試験、硬度検査等を行い製品となる。筆者等の研究室においてもこの様なグイトリフアイト砥石の製造実験、顕微鏡試験結合材の熱変化等の多数の研究を行つて来たが特に砥石製造工程中に導入された酸化第二鉄を遊離状態で放置す

ると局部的に熔剤として働きすり鉢状に侵蝕し砥石に赤斑となり商品価値を減ずるのみでなくその強度、切削力等にも悪影響を及ぼすものであるがこの様な害を除去すると共に硬度及着色を任意に変更することが出来るように鉄酸石灰塩と酸化鉄との共融品を生成するように配合した研究室製ボンドの試験を行い良好な結果を得た。

### (b) レヂノイド砥石

レヂノイド砥石は結合材として合成樹脂を用いたもの

**生産と技術**

である。合成樹脂としてはフェノール-ホルマリン系のもので普通用いられる。これはベークライトなる商品名で知られてゐるものである。ベークライトは加熱によつて A、B、C の三段に変化を起し硬化する。この A 状態の時に砥粒及適当の填料と混合し金型に入れ加熱加圧機にて 160°C 程度 200~300kg/cm<sup>2</sup> にて成形するとベークライトは B から C 状態に変化したものを型よりはづして製品とされる。薄くて弾力性のあるものが出来るから主として切断用に用いられる。ダイヤモンド粉又は炭化珪素砥粒を鉄板に附着せしめたものもこの種の砥石であり、ディスク砥石として厚い鉄板に取りつけても用いられる。現在一般に対用されてゐる砥石結合材としての合成樹脂は上記した様なベークライトのみであるが近年の有機化学の進歩と共にその種類も非常に多くなつたが砥石結合材用として一応考慮されるべきものは次に示す様なものである。

第 8 表 研削砥石用として考慮されるべき可塑性樹脂

種 別	主 組 成	原 料
石炭酸樹脂	石 炭 酸	コールタール (石灰)
クレゾール "	クレゾール	"
尿 素 "	尿 素	カーバイト窒素
チオ尿素 "	チオ尿素	"
スチロール "	スチロール	エチルベンゾール
リゲニン "	リゲニン	植 物
フルフラール "	フルフラール	"

この様な合成樹脂も砥石用としては、砥粒との結合力、砥石としての抗張力、クーラントに対する安定性、成形の容易な事、価格の低廉等の特種の要求に応じ得るものでなければならぬ。次に砥石結合材用としての合成樹脂に関する筆者等の見解を述べる。

(c) 砥石用樹脂に就いて

樹脂は砥粒を適当に分散固定するために用いるものであるが、砥石は 9000~15000 フィート/分の高速回転で使用され、摩擦熱によつて高温にさらされる為樹脂として機械的強度及び砥粒との接着性と共に、耐熱性の大きいことが望まれ、又砥粒とよく混和成型し得る事が必要である。以上の様な要求をみたすものとして今日使用さ

れてゐるのは熱硬化性樹脂、専ら石炭酸樹脂をワニス状態で砥粒と加熱混和後、成型型(金型)につめて加熱加圧成型を行つてゐる。砥石の用途に応じて石炭酸樹脂の製法も変えられねばならないが、以上の必要条件よりして一般に分子が三次元的に成長する反応方法を採用してゐる。すなわちその基本型として、石炭酸とホルマリンをアルカリ主として苛性ソーダを触媒として反応せしめる方法が挙げられる。先づ初期反応においてホルマリンのメチロール基を 1 個又は 2 個もつフェノールと、それが結合した二核体程度のものよりなるいわゆるレゾールを生成して、これに熱を加えてゆくと硬化反応が進行して三次元化合物に変化する。この変型として苛性ソーダとアムモニアの混合触媒を使用して苛性ソーダの三次元化反応の特性に対して、フェノールの縮合反応を促進せしめることが行われている。又苛性ソーダを触媒とする初期反応後酸触媒に切り換えて二次元結合を促進する方法も実施されている。次に根本的に變つたものとして、先づ酸触媒によつていわゆるノボラックと云ふ線状分子の骨格を作り、これにアルカリ触媒法によつて三次元的に成長せしめて接着性を増大せしめることも行われている。以上は触媒の種類による砥石用ベークライトの製法例であるが、この他過剰ホルマリンの使用による三次元化樹脂の製法もあり、又機械的強度殊に弾性をもたせるため低温反応によつて一般のメチレン結合をエーテル結合とする方法も考えられている。

我が国に於いては専ら石炭酸樹脂のみを使用されているが、合成樹脂の長足の進歩が見られる今日他の樹脂のこの方面への応用も当然考えられねばならない。すなわち砥石用として必要な熱硬化性或は熱可塑性の樹脂として、フルフラール、フルフリール、スチレン等の高分子物が挙げられる。これ等は単一物として或は夫々を混合して、更に熱硬化性のない特殊な樹脂を混合して、夫々の特性を具備せしめることが考えられる。然し工業的実施にはその性状のみならず量産の可能なことが必要であつて、夫々の原料価格の低下が競つて計られてゐるが、現在においては特にポリスチレンが興味あるものである。然しながらこの樹脂は三次元的には成長せず、又未反応物等の低分子物或は極性基の存在等がないので、接着性及び耐熱性等が懸念され、有極性物質による変性を行うことによつて将来に期待されるものである。