

# 高合金工具鋼の被研削性

## On the Grindabilities of High Alloy Tool Steels

田 中 和 夫\* 奥 野 利 夫\*  
Kazuo Tanaka Toshio Okuno

### 内 容 梗 概

定圧式研削性試験機を自作して、乾式および湿式研削における高速度鋼および冷間ダイス鋼の研削における適正砥石(といし)仕様(砥粒の材質, 粒度, 組織, 結合度, 結合剤)の選定を行なった。その結果, 工具研削に際して一般に採用される乾式研削においては粗仕上ないし中仕上研削の場合, グリーンカーボラダム系のGC 120H7V 程度を標準仕様と考えるのが妥当であると結論した。

なお, 湿式研削の場合には高速度鋼研削に単結晶アランドムのDA 砥石を使用することも有効であることが判明した。さらに現用の各種高速度鋼および冷間ダイス鋼の被研削性の相互比較検討を行ない, 高C高V高速度鋼におけるS添加の有効なることを確認した。

### 1. 緒 言

近年高度の耐摩耗性を有する高性能の高速度鋼, 冷間ダイス鋼の開発が活発に進められているが, これらはいずれも高硬度の特殊炭化物を含むもので, とくに高V鋼の場合被研削性のわるいことが使用上における大きな支障となっている例も少なくなく, 新材料開発上のネックともなっている。

これらの問題の解決策としては, 材質的にはS添加などにより快削性を与える方法および適正な研削砥石の適用による方法が考えられる。

従来, 研削に関する研究は研削機構についてのものが主体であり, 現用の各種高速度鋼, 冷間ダイス鋼の被研削性につき鋼種×砥石仕様の交互作用をも含めて広く実験検討を加えた文献は非常に少ない。この状況にかんがみ, 本実験では簡単な定圧式研削性試験機を自作し, 統計的手法を用いて高速度鋼および冷間ダイス鋼研削のための適正砥石仕様の選定を行なうとともに現用の各種高速度鋼および冷間ダイス鋼につき被研削性の相互比較を行なった。また高C高V高速度鋼におけるS添加の効果を調べ, 高合金工具鋼の研究, 材質選定および実際研削作業上の参考に供した。

### 2. 試料および実験方法

本実験に用いた自作研削性試験機の概要を第1図に, 試験片の形状寸法を第2図に示す。カップ形砥石(JIS 6号A)による定圧研削方式であり, 研削作用を行なう砥石の縁部の周速度は1,230 m/min, 試料にかかる荷重は5 kg (1.1 kg/cm<sup>2</sup>) である。

研削方法としては, 砥石面をダイヤモンドドレッサーにて平坦にドレスしたのち, 上記条件にて研削し, 1 hr 研削 (20 min 研削ごとに5 min 休止, 計3回, のべ1 hr 研削) した場合の試料の研削代, 研削面の肌(焼け), 研削による硬度減の傾向をもって被研削性を表示した。

なお, 研削肌(焼け)および硬度減の要素は被研削材の上記現象に対する感受性の目安としてとらえたものであり, 一般の実際研削作業は焼けあるいは硬度減などの生じない条件にて行なわれることは無論である。

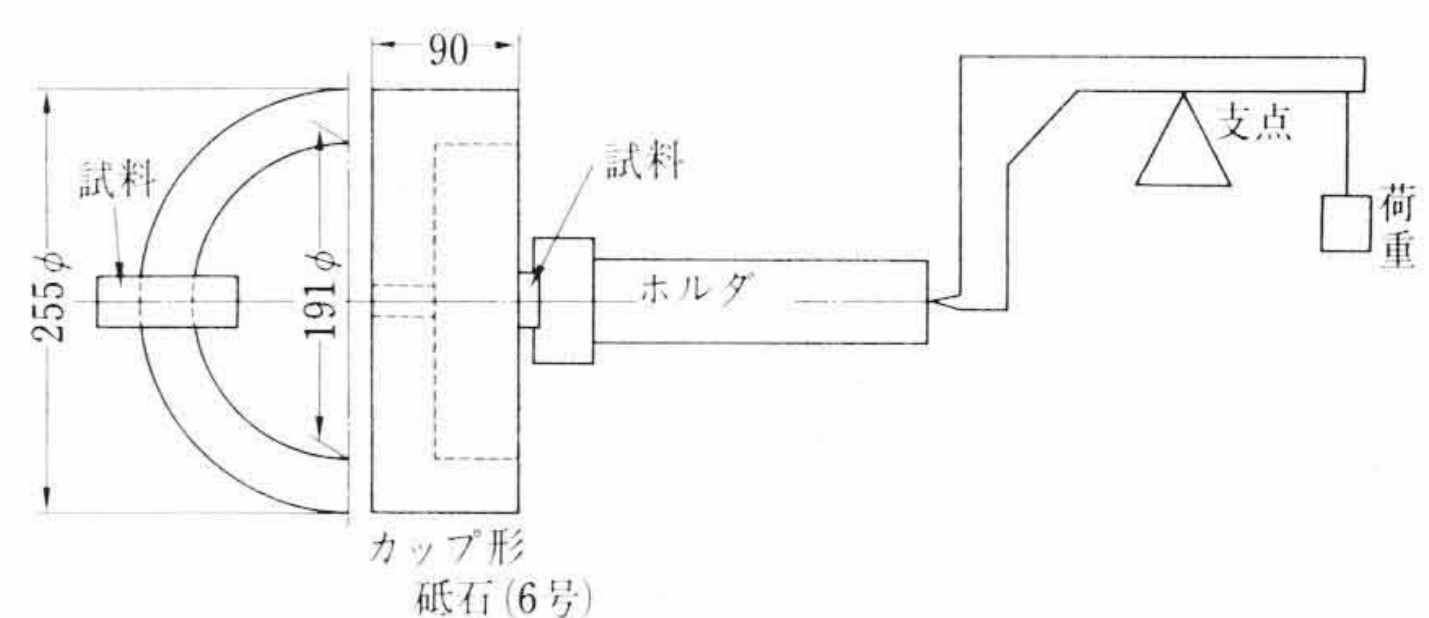
### 3. 実験結果および検討

#### 3.1 高速度鋼, ダイス鋼研削用適正砥石選定に関する実験結果

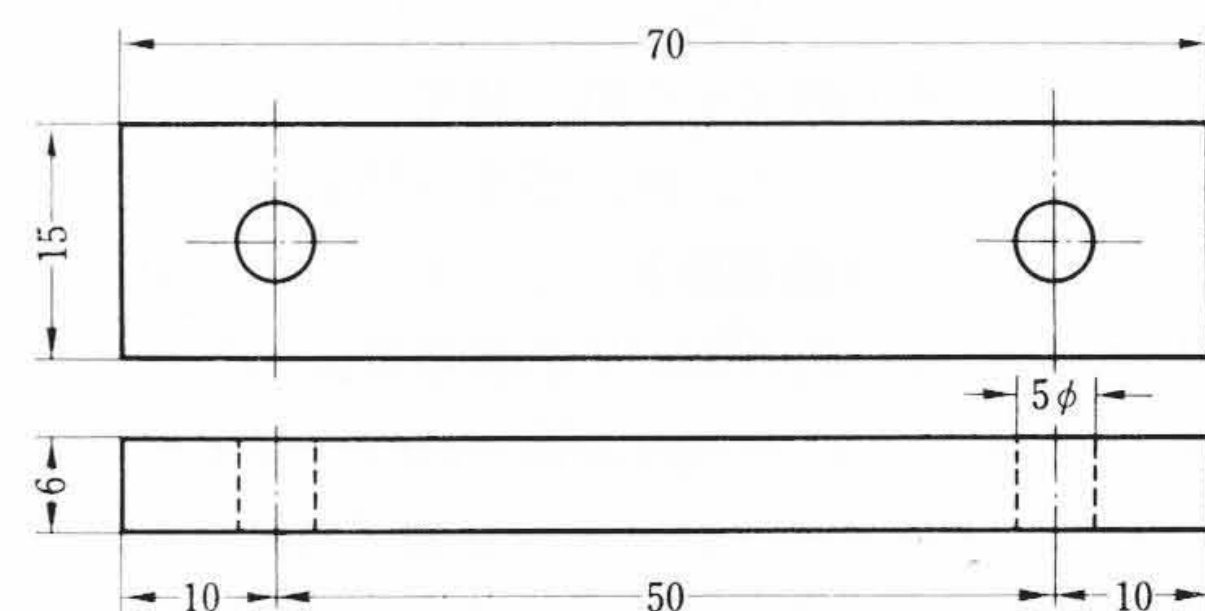
##### 3.1.1 第一次実験結果

試料としてW系高速度鋼YHX 2, 高C高V高速度鋼XVC 1お

\* 日立金属工業株式会社安来工場



第1図 研削性試験機の概略



第2図 試料の形状および寸法

第1表 試料の化学組成および熱処理条件

鋼 種	C	Cr	W	Mo	V	焼入温度 (°C)	焼戻温度 (°C)	硬 度 (HRC)
YHX2	0.82	3.98	18.22	0.57	0.99	1,280	570 (2回)	64.3
XVC1	1.31	3.86	8.98	1.65	4.25	1,250	560 (2回)	65.6
CRD	2.06	13.04	—	—	—	980	200	61.8

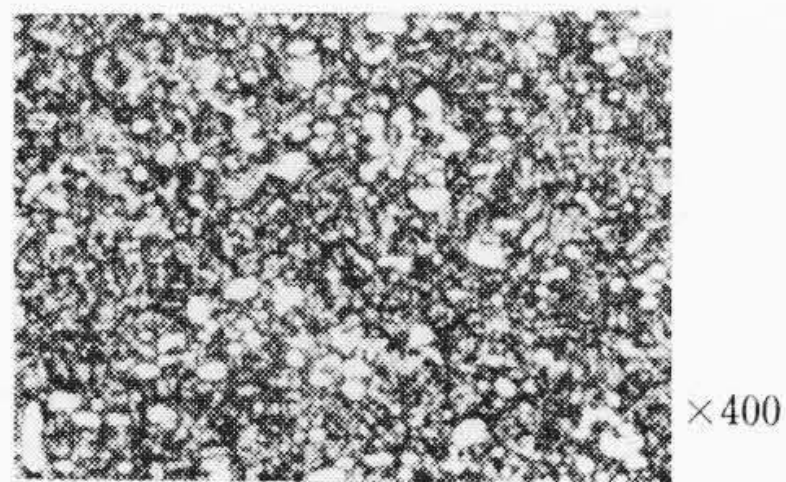
および高C高Cr冷間ダイス鋼CRD, 砥粒の材質としてDA(単結晶アランドム), WA(高純度, ホワイトアランドム), GC(高純度, グリーンカーボラダム) 砥粒, 砥粒の粒度として60, 120, 320 meshのものを選んで3因子3水準のL<sub>27</sub>(3<sup>13</sup>) 形直交配列にわりつけて実験を行なった。砥石はすべて呉製砥所製のものである。

試料の熱処理条件は第1表に示すとおりであり, それらの熱処理組織を第3~5図に示す。研削方式は乾式である。

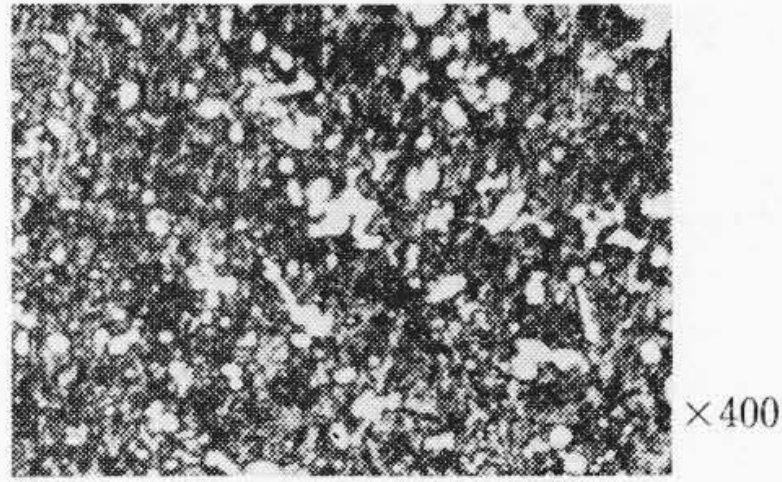
実験計画の詳細および結果は第2表に示すとおりである。研削面肌(焼け)類別基準は第6図, 硬度減等級基準は第3表に示すとおりである。

実験結果より研削量に関して分散分析を行なった結果を第4表に示す。鋼種による差および砥粒材質の影響がとくに大となっている。鋼種×砥粒材質の交互作用, 砥粒粒度の主効果も存在すると一応みなすことができる。

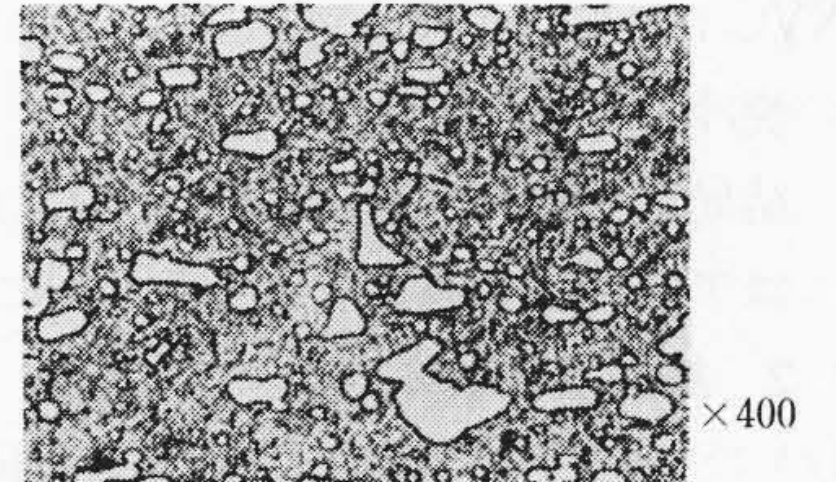




第3図 YHX2の焼入焼戻組織



第4図 XVC1の焼入焼戻組織



第5図 CRDの焼入焼戻組織

第2表 第一次実験の実験計画および結果

実験番号	砥粒の材質	粒 度 (メッシュ)	鋼 種	研 削 量 (mm)	研削肌 等 級	硬度減 等 級
1	DA	60	YHX 2	2.04	b	B
2	DA	60	XVC 1	0.54	c	B
3	DA	60	CRD	0.84	e	A
4	DA	120	YHX 2	2.13	b	B
5	DA	120	XVC 1	1.03	c'	C
6	DA	120	CRD	0.83	e'	A
7	DA	320	YHX 2	2.55	b	C
8	DA	320	XVC 1	0.90	b	B
9	DA	320	CRD	1.71	b	C
10	WA	60	YHX 2	1.86	b	A
11	WA	60	XVC 1	0.60	c'	A
12	WA	60	CRD	0.65	e	A
13	WA	120	YHX 2	2.36	c'	C
14	WA	120	XVC 1	0.96	c'	B
15	WA	120	CRD	0.99	e'	B
16	WA	320	YHX 2	2.72	c'	C
17	WA	320	XVC 1	0.93	c	C
18	WA	320	CRD	1.85	c'	C
19	GC	60	YHX 2	2.71	a	A
20	GC	60	XVC 1	0.80	c'	A
21	GC	60	CRD	2.81	a	B
22	GC	120	YHX 2	2.07	a	A
23	GC	120	XVC 1	0.87	b	A
24	GC	120	CRD	2.63	a	A
25	GC	320	YHX 2	2.35	a	A
26	GC	320	XVC 1	1.36	c'	C
27	GC	320	CRD	2.15	a	B

結合度：H

組 織 { 5 (粒度 60)  
7 (粒度 120)  
11 (粒度 320)

結合剤：ビトリファイド(V)

第3表 研削における硬度減等級分け基準

鋼 種	研 削 後 の 硬 度 (H <sub>RC</sub> )					研削前 硬 度 (H <sub>RC</sub> )
	平均 硬度	硬度バラツキ	等 級 A	等 級 B	等 級 C	
YHX 2	64.1	62.7~65.1	64.7~65.1	63.7~64.6	62.7~63.6	64.3
XVC 1	63.5	61.2~65.0	64.1~65.0	63.1~64.0	61.2~63.0	65.6
CRD	57.2	53.1~59.1	58.3~59.2	56.3~58.2	53.1~56.2	61.8

第4表 第一次実験における研削量に関する分散分析結果

要 因	S	$\phi$	V	F <sub>0</sub>
砥 粒 の 材 質	1.83	2	0.92	3.87 *
粒 度	0.76	2	0.38	1.60
鋼 種	9.06	2	4.53	19.03 **
砥 粒 材 質×鋼 種	1.66	4	0.42	1.75
誤 差	3.81	16	0.24	—

S：各要因に対する二乗和

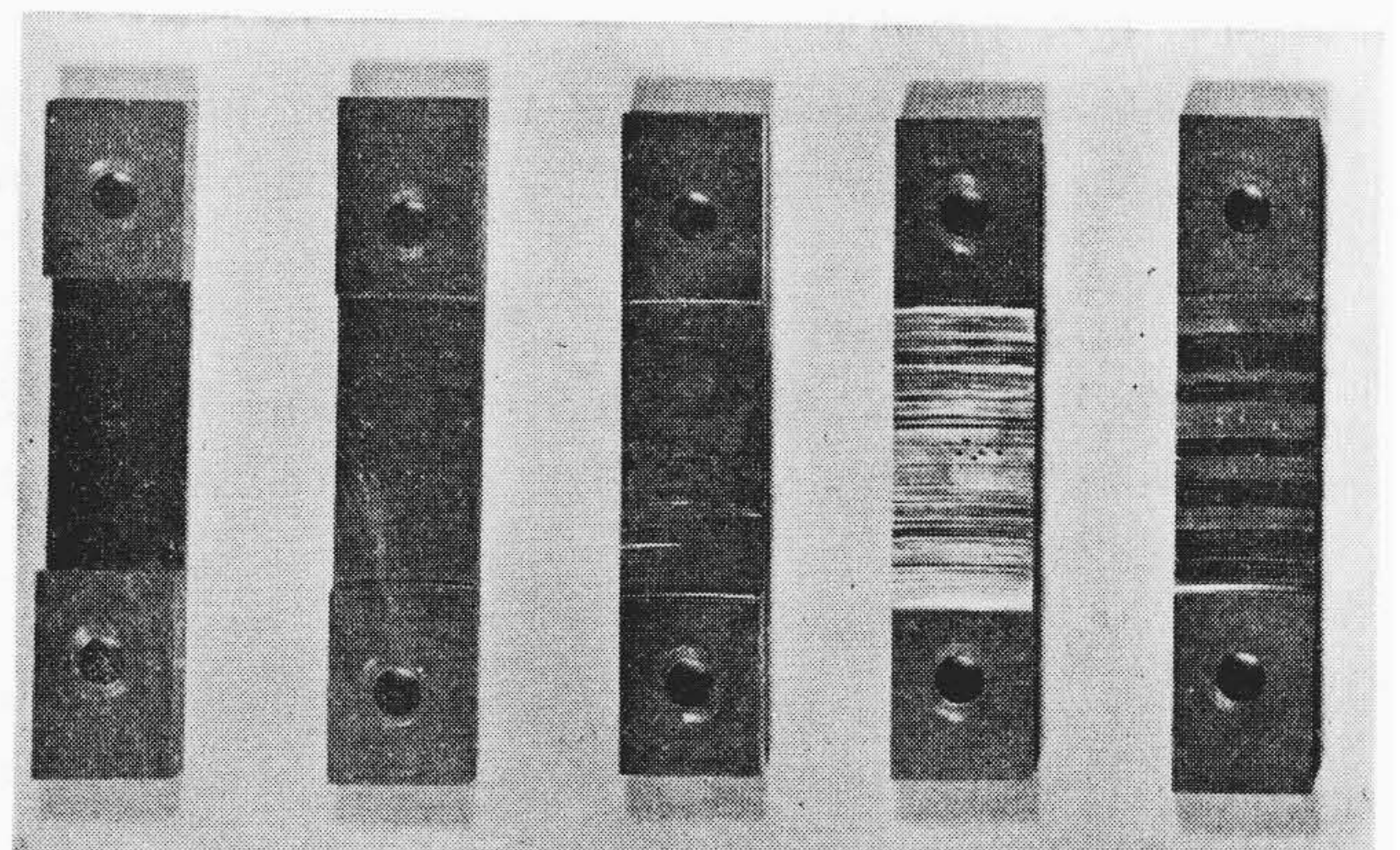
 $\phi$ ：各要因に対する自由度

V：不偏分散

F<sub>0</sub>： $\frac{\text{各分散}}{\text{誤差分散}}$ 

第5表 砥粒材質の効果の内訳

砥粒材質	研削量総和 (mm)	研削肌等級総和	硬度減等級総和
DA	12.57	5b+c'+c+e'+e	2A+4B+3C
WA	12.92	b+5c'+c+'e+e	3A+2B+4C
GC	17.75	6a+b+2c'	6A+2B+C

a  
軽焼けb  
中位の焼けc  
重焼けd  
軽しまe  
重しま

(a, bの中間に位するものはb'とする。他の場合も同様)

第6図 研削肌の種類基準

第6表 砥粒の粒度の効果の内訳

粒 度 (メッシュ)	研削量総和 (mm)	研削肌等級総和	硬度減等級総和
60	12.85	2a+2b+2c'+c+2e	6A+3B
120	13.87	2a+2b+3c'+2e'	4A+3B+2C
320	16.52	2a+3b+3c'+e	A+2B+6C

第7表 鋼種の効果の内訳

鋼 種	研削量総和 (mm)	研削肌等級総和	硬度減等級総和
YHX 2	20.79	3a+4b+2c'	4A+2B+3C
XVC 1	7.99	2b+2c+5c'	3A+3B+3C
CRD	14.46	3a+b+c'+2e+e'	4A+3B+2C

## (1) 砥粒材質の効果の内訳

砥粒材質の主効果の内訳を第5表に示す。これによれば研削能率, 肌, 硬度減いずれの点においてもGCが良好であり, DAとWAでは大差ない結果になっている。

## (2) 砥粒粒度の効果の内訳

砥粒粒度の主効果の内訳を第6表に示す。これによれば本実験範囲内では研削能率の点からは粒度の細かいもののほうが若干良好な傾向を示しており, 一方硬度減よりみれば粒度のあら

## (3) 鋼種の効果の内訳

鋼種の主効果の内訳を第7表に示す。これによればXVC1の被研削性が他2者に比していちじるしくわるい。

## (4) 砥粒材質×鋼種の交互作用

砥粒材質×鋼種の交互作用の内訳を第8表に示す。GC砥粒の場合, CRDの被研削性が比較的良好, XVC1のそれがもっともわるい。

DAおよびWA砥粒の場合YHX2の研削能率が最大であり,



XVC 1のそれが最小である。この場合、CRDは独特のしま状の焼けを生じた。

結局、3鋼種ともGC砥粒のほうが適しており、とくにCRDにはアランダム系砥石は適さないことがわかる。

3.1.2 第二次実験の結果

DA砥石によるYHX 2, XVC 1, CRD研削における結合度、組織および結合剤の効果を調べた。研削条件は第一次実験の場合とまったく同様で、乾式研削である。

(1) 結合度の効果

本実験範囲内では結合度の増加は全般的に若干研削能率の低下をまねく結果を得た。研削肌などには明瞭な効果はなかった。

(2) 組織の効果

組織を粒度に応じた標準値より大、すなわちあら目にすれば若干研削能率は低下する結果を得た。研削肌、硬度減などには明瞭な影響はなかった。

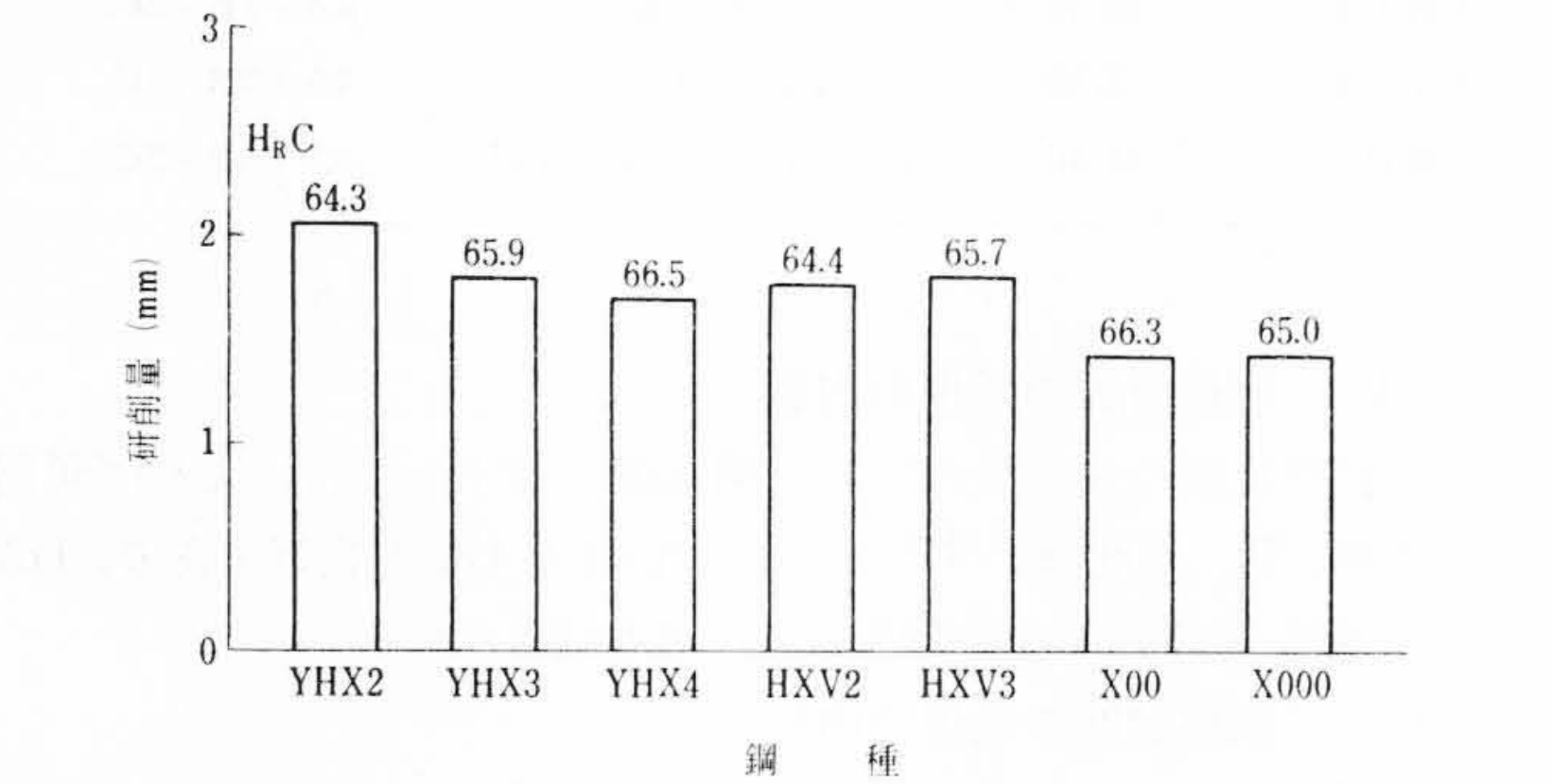
(3) 結合剤の効果

ビトリファイド(長石系)、セラック(天然樹脂系)およびレジノイド(人造樹脂系)の比較を行なった結果、セラック、レジノイドともビトリファイドの場合に比べて研削能率をいちじるしく低下させることが判明した。

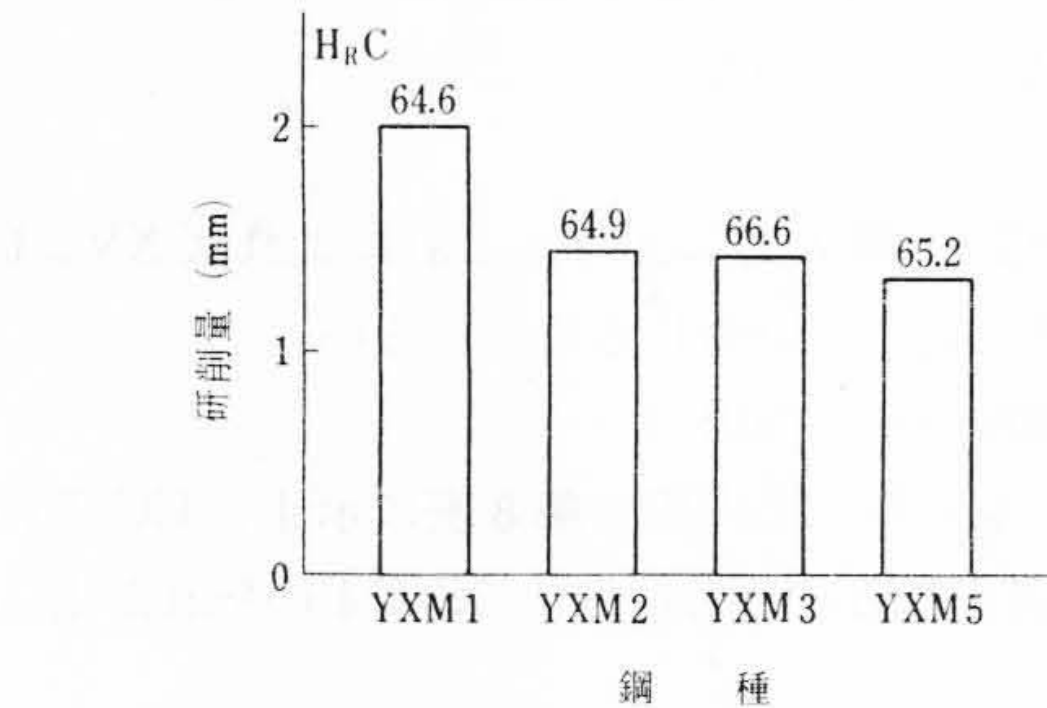
3.2 各種高速度鋼および冷間ダイス鋼の被研削性

GC 120 H 7 V 砥石を用い、乾式研削にて安来規格の各種高速度鋼および高C高Cr系冷間ダイス鋼について被研削性を調べた結果を第7～10図に、試料の熱処理条件を第9, 10表に示す。なお、高C高V高速度鋼におけるS添加の影響もあわせ調べた。

高速度鋼においては研削量はW系、Mo系、高C高V系いずれにおいてもV含有量とかなり密接な関係を有していることがみとめられる。W系についてみるに、HXV 2, HXV 3はそれぞれYHX 2, YHX 3に比べてV量がそれほど高くないためか被研削性はほとんど低下をみせていない。しかし、XOO, XOOOなどではV量が2%に近く、被研削性はやや急激に低下している。しかし、全般的にW系高速度鋼の被研削性は他の系のものに比べてとくに劣るとはいえないようである。



第7図 W系高速度鋼の被研削性



第8図 Mo系高速度鋼の被研削性

Mo系についてみるに、YXM 1は2%Vを含有するが被研削性は良好であり、XHX 2級の値を示している。

YXM 2, YXM 3 および YXM 5 はいずれも2.65%程度のVを含有しており、YXM 1に比して被研削性はかなり劣っている。

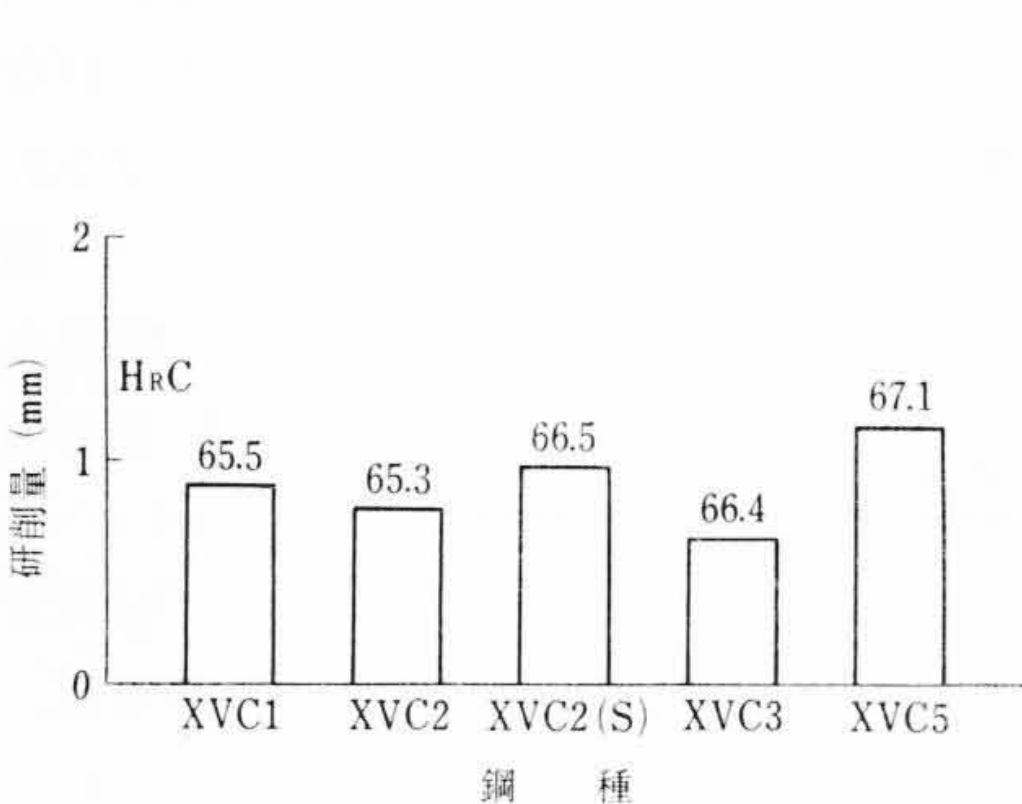
一方、高C高V系のものは上記W系およびMo系鋼に比べて明らかに被研削性はわるく、とくに5%Vを含有するXVC 3の被研削性はわるい。高C高V系の中ではXVC 5がもっとも良好である。

また、XVC 2にSを約0.11%添加した場合、被研削性は30%程度上昇していることがみとめられる。また、冷間ダイス鋼の場合

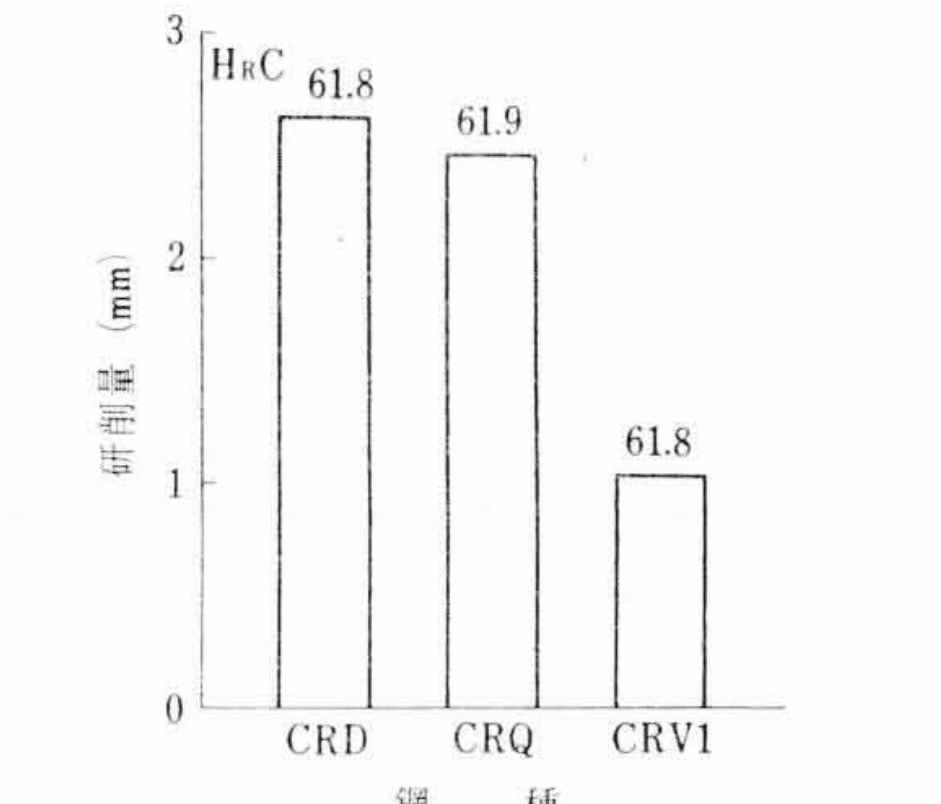
第8表 砥粒材質×鋼種の効果の内訳			
砥粒材質×鋼種	研削量総和 (mm)	研削肌等級総和	硬度減等級総和
DA×YHX 2	6.72	3b	2B+C
DA×YVC 1	2.47	b+c+c'	2B+C
DA×CRD	3.38	b+e'+e	2A+C
WA×YHX 2	6.94	b+2c'	A+2C
WA×XVC 1	2.49	2c'+c	A+B+C
WA×CRD	3.49	c'+e'+e	A+B+C
GC×YHX 2	7.13	3a	3A
GC×XVC 1	3.03	b+2c'	2A+C
GC×CRD	7.59	3a	A+2B

第9表 安来規格高速度鋼試料の化学組成(%) および熱処理条件										
	鋼種	C	Cr	W	Mo	V	Co	焼入温度 (°C)	焼戻温度 (°C)	硬 度 (HRC)
W系	YHX 2	0.82	3.98	18.22	0.57	0.99	—	1,280	570×2回	64.3
	YHX 3	0.81	4.06	17.94	0.48	0.98	5.14	1,300	570×2回	65.9
	YHX 4	0.83	4.06	19.07	0.52	1.35	10.30	1,300	570×2回	66.5
	HXV 2	0.78	4.08	18.10	0.85	1.58	—	1,290	570×2回	64.4
	HXV 3	0.83	4.49	18.70	0.70	1.61	5.04	1,300	570×2回	65.7
	XOO	0.90	3.91	12.22	0.28	1.90	5.38	1,280	570×2回	66.3
	XOOO	0.80	4.27	15.51	0.31	1.84	10.00	1,290	580×2回	65.0
Mo系	YXM 1	0.90	3.89	6.00	5.35	1.95	—	1,230	550×2回	64.8
	YXM 2	1.01	3.97	6.64	5.22	2.65	—	1,220	550×2回	64.8
	YXM 3	1.04	4.08	10.03	2.85	2.64	5.17	1,250	560×2回	66.8
	YXM 5	1.00	3.98	6.67	4.80	2.65	7.50	1,240	570×2回	65.6
高C高V系	XVC 1	1.31	3.86	8.98	1.65	4.25	—	1,250	560×2回	66.8
	XVC 2	1.35	4.11	9.03	1.67	4.23	5.25	1,250	570×2回	65.3
	XVC 2(S)	1.33	3.95	9.08	1.78	4.10	5.05	1,250	560×2回	66.5
	XVC 3	1.51	3.80	11.67	1.10	5.16	5.25	1,250	570×2回	66.4
	XVC 5	1.35	4.00	9.85	4.05	3.72	10.23	1,250	570×2回	67.1
	XVC 5(S)	1.36	4.02	9.90	4.00	3.50	10.23	1,250	570×2回	67.7

第10表 安来規格高速度鋼試料の化学組成(%) および熱処理条件								
鋼種	C	Cr	W	Mo	V	焼入温度 (°C)	焼戻温度 (°C)	硬 度 (HRC)
SLD	1.45	11.52	—	0.97	0.39	1,020	180	62.0
CRD	2.06	13.04	—	—	—	980	200	61.8
CRQ	2.10	13.60	—	1.58	0.83	1,020	200	61.9
CRV 1	2.10	12.38	1.13	0.92	3.35	1,050	200	61.8



第9図 高C高V高速度鋼の被研削性



第10図 冷間ダイス鋼の被研削性



第11表 XVC1研削における砥石摩耗量測定結果

	DA 320 H 11 V	GC 60 H 5 V
試料研削量 (mm)	1.31	1.71
砥石摩耗量 (mm)	0.03	0.028
研削比*	0.94	1.31

\* 研削比 =  $\frac{\text{試料の体積被研削量}}{\text{砥石の体積摩耗量}}$   
20 min 単位, 6 回のべ 2 hr 研削

第12表 高速度鋼, 冷間ダイス鋼の熱処理と炭化物に関する実験結果例

鋼種	焼入温度 (°C)	焼戻温度 (°C)	炭化物量 (%)	炭化物組成 (%)			
				M <sub>6</sub> C	M <sub>23</sub> C <sub>6</sub>	MC	M <sub>7</sub> C <sub>3</sub>
YHX 2	1,280	575	23.54	100	—	—	0
XOO	1,280	575	17.54	94	—	6	—
XOOO	1,300	575	20.99	94	—	6	0
YX 1	1,270	575	14.46	94	—	6	—
YXM 1	1,250	575	17.67	90	2.5	7.5	0
XVC 1	1,260	575	15.72	12	0	88	0
CRD	980	200	20.45	0	0	0	100
CRQ	1,025	200	20.80	0	3	0	97
CRV 1	1,050	200	21.43	—	17	15	68

第13表 高速度鋼, 冷間ダイス鋼における主要炭化物および基質の微小硬度

炭化物, 基質	平均硬度 (Hv, 50 gr)	備考
M <sub>6</sub> C (Fe, W, Mo, Cr, V) <sub>6</sub> C	1,940	SKH 2
M <sub>23</sub> C <sub>6</sub> (Cr, Fe) <sub>23</sub> C <sub>6</sub>	1,560	
MC WC (V, Fe, W, Cr)C	2,740	高C高V高速度鋼
	2,850	
M <sub>7</sub> C <sub>3</sub> (Cr, Fe) <sub>7</sub> C <sub>3</sub>	2,350	SKD 1
マルテンサイト	900	
オーステナイト	300	
フェライト	100	

CRD, CRQ など, Cr 炭化物を主体とするものの被研削性は高速度鋼に比してかなり良好なることがみとめられる。しかし, 3.35%V を含有する CRV 1 の被研削性はきわめてわるく, 3.72%V の高速度鋼 XVC 5 よりもさらに不良である。なお, この傾向はアランダム系砥石使用の場合にはさらに大きくなるものと考えられる。

### 3.3 熱処理硬度と被研削性

XVC 1 につき, 熱処理硬度と被研削性との関係を求めたが, 硬度増加とともに被研削性は低下することがみとめられ, H<sub>R</sub>C 60 以上では硬度増加に伴う被研削性低下の度合いがやや小になることがみとめられた。

### 3.4 砥石摩耗に関する実験結果

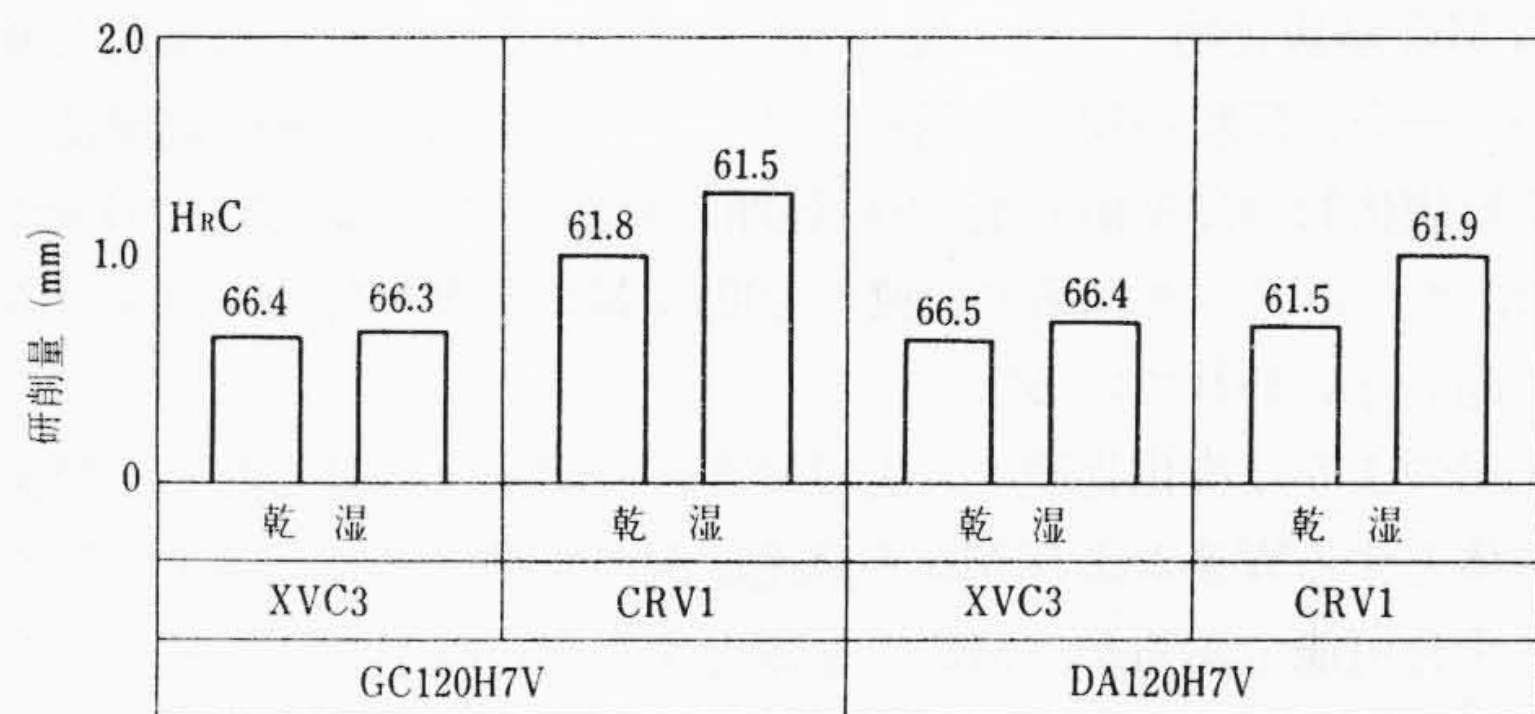
GC 60 H 5 V, DA 320 H 11 V を用い, XVC 1 の研削における砥石摩耗の挙動を調べた結果を第11表に示す。研削比では GC 系のほうがやや大なる値を示しており, 粒度の差異はあるがカーボランダム系砥石は砥石摩耗が大きいという従来の一般的概念は本実験範囲内では一応否定される。

### 3.5 乾, 湿両研削方式の比較

XVC 3, CRD につき, GC 120 H 7 V および DA 120 H 7 V 砥石を用いて乾, 湿両研削における研削能率の比較を行なった。その結果は第11図に示すとおりである。

研削液としてはクレカット TC 110 (ソリューションタイプ) を 30 倍水希釈したものを用いた。

DA 砥石の場合には湿式研削による研削能率の増加が顕著であ



研削液: クレカット TC 110 (ソリューションタイプ) × 30 倍水希釈

第11図 乾湿研削方式の能率比較結果

る。GC 系でも若干増加している。

### 3.6 検 討

実際作業における研削様式は数多くあり, 砥石選定の基準もおのずと異なってくるわけであるが, 本実験結果より YHX 2, XVC 1, CRD などのあら仕上ないし中仕上研削における適正砥石仕様の選定を行なえば, 乾式研削の場合, 砥粒材質は GC, 粒度は 120 mesh 程度を標準とし, YHX 2 についてはやや小さい目に, また CRD, XVC 1 についてはやや大きい目に選ぶのが焼けその他の面より有利であろう。

結合度は一般の平面研削ないし円筒研削の場合には H ないしそれよりやわらかい目を選ぶのが好ましいと考えられる。

ただし, ミクロンオーダーの精度を要求される精密工具成形研削の場合にはあまり軟質のものは不適当であろう。

組織は砥粒の粒度によって, 製造上その標準はおのずと決定されるのが普通であり, 粒度 120 mesh に対しては 7 程度を選ぶのが妥当であろう。

また, 結合剤は研削能率に関するかぎりビトリファイド系を用いるのが妥当であろう。

したがって, あら仕上ないし中仕上程度の研削の場合には GC 120 H 7 V 程度の仕様が最適と考える。

なお, アランダム系砥石の場合にも上記に準ずればよいと考える。

一般に高速度鋼の研削, とくに精密工具成形研削においては GC 系は使用されていないのが実情である。

これは先述のように GC 系は砥石摩耗が大きいという観念に基づいているようであるが, 本実験結果より見るならば上記の懸念は一応不要と考えられる。

つぎに現用高合金工具鋼の被研削性比較実験の結果について若干の考察を試みることにする。

一般に被研削性を支配する 2 大要素は炭化物とマトリックスであるといわれている。

高速度鋼および冷間ダイス鋼の焼入焼戻状態における炭化物量, 炭化物の構造およびそれらの硬度に関する従来の実験結果を第12, 13表に示す<sup>(1)(2)</sup>。これによれば W 系および Mo 系高速度鋼においては M<sub>6</sub>C 形炭化物が主体であり, 一方高C高V高速度鋼においては MC 形炭化物が主体をなしている。

一方, 冷間ダイス鋼に関しては CRD, SLD, CRQ では M<sub>7</sub>C<sub>3</sub> 形炭化物が主体であり, 一方 V 量の高い CRV 1 では M<sub>7</sub>C<sub>3</sub> 形以外に MC 形炭化物も相当量みとめられる。

炭化物量に関しては W 系, Mo 系のそれは高C高V系のそれに比べてやや大であり, 20% を越している。

第13表にみられるように, W 系および Mo 系高速度鋼における主要炭化物たる M<sub>6</sub>C は Knoop 硬度平均 1940 程度であり, 高C高V系高速度鋼において主体をなす MC 形炭化物の硬度は M<sub>6</sub>C に比べてきわめて高く, 平均 2850 にも達している。

冷間ダイス鋼における M<sub>7</sub>C<sub>3</sub> 形炭化物の硬度は前記高速度鋼にお



けるMC形炭化物のそれに比べれば低く、 $M_6C$ に比較すればかなり高い。一方、砥粒の硬度に関してはアラシダム系のそれは高硬度のMC形炭化物の硬度値の上、下の範囲にわたって分布するといわれ、また、カーボランダム系の砥粒の硬度はMC形炭化物のそれよりさらに高いといわれている<sup>(3)</sup>。

上記のような炭化物硬度と砥粒硬度との関係より見るならば $M_6C$ を主体とするW系およびMo系高速度鋼の研削はアラシダム系砥石にて十分可能であるが、MCを主体とする高C高V高速度鋼および $M_{23}C_6$ を主体とする高C高Cr系冷間ダイス鋼の研削にはカーボランダム系のほうが有利であることが考えられ、本実験では乾式研削の場合上記の傾向がみとめられた。

一方、湿式研削においてDA砥石の研削能率の増加の度合がGC砥石に比べて大なること、S添加により被研削性がかなり上昇することなどはマルテンサイトマトリックスの被研削性の要素も小さくないことを示すものであるといえよう。したがって高硬度にてしかもマルテンサイトマトリックスの研削にも適した砥粒材質を研究することが今後の課題の一つである。

#### 4. 結 言

- (1) 高速度鋼および高C高Cr系冷間ダイス鋼の研削に関し、適正砥石仕様選定のための実験を行ない、砥粒の材質、粒度、結合度、組織、結合剤の影響を明らかにし、あら仕上

ないし中仕上研削の場合、GC 120 H 7 V が最適であると結論した。

- (2) 各種現用高速度鋼および高C高Cr冷間ダイス鋼につき、被研削性の相互比較を行ない、被研削性についての若干の考察を試みた。
- (3) そのほか、研削液の効果、高C高V系高速度鋼研削におけるS添加の効果、研削比などについて実験検討を試みた。

大略以上の結果をみちびいたが高合金工具鋼の研削には従来より使用されているアラシダム系砥石よりもカーボランダム系砥石のほうがすぐれているという一応の結果が得られたわけで、今後実際作業条件下にてその効果を確認のうえ、鋼種、研削条件などに応じた具体的砥石仕様を指定することが材料メーカーとしても必要である。今後この方向に沿って実験を進めたいと考えている。

なお、某メーカーでの平面研削盤による高速度鋼の研削実験の結果では、3%Vまでのものはアラシダム系砥石による研削も一応可能であるが、4%VのものではGC系砥石を使用するかあるいはこれにまさる新種砥石の開発にまたねばならないとの結論を得ている。

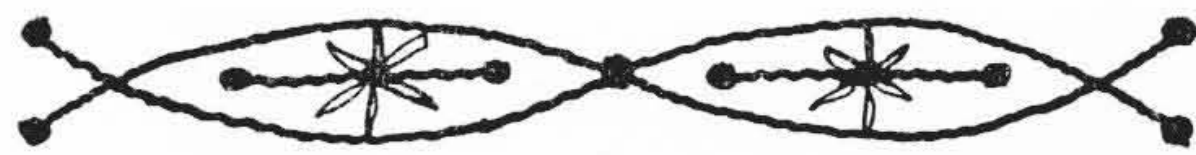
#### 参 考 文 献

- (1) 佐藤，西沢：鉄と鋼 44, 5, 565 (1958-5)
- (2) 佐藤，西沢：日本金属学会誌 23, 7, 403 (1959-7)
- (3) L. P. Tarasov: Tool Engineering 45, 10, 109 (1959-11)



特許第436421号

### 特 許 の 紹 介



間 瀬 喜 好・江 尻 義  
飯 田 正 巳

#### 変 圧 器 用 巻 線 の 製 造 方 法

この発明は、変圧器に用いられる巻線の新規な構造と、製造方法に関するもので、その目的は、変圧器の巻線内に生ずる漏えい磁束が、巻線導体を貫通して交差磁界を生じ、導体内に部分的に著しい渦流損を生じるという問題を解消させた巻線を提供しようとするものである。

この発明の要旨は、巻線内に生ずる漏えい磁束を、巻線の軸方向に通じるようにするため、センダスト鉄粉あるいはカーボニル鉄粉などのような強磁性体粉末を含んだテープを、巻線導体の両側面に軸方面に沿って添着し、さらにそれら導体とテープの周りに、テープ巻絶縁層を設けて構成したことを特長とする。

図面により、この発明の巻線を説明すると、センダスト鉄粉あるいはカーボニル鉄粉のような粉末状強磁性体を、分散して付着させたテープ、たとえば紙テープ、絹テープ、綿テープあるいは羽二重テープ2, 2を、導体1の両側面に添着し、それらの周上に、クラフト紙巻層3を設ける。このように構成する実施例の巻線を変圧器に用いると、センダスト鉄粉付きのテープ2, 2は、巻線内部で漏えい磁束をうまく導いて、従来問題となっていた交差磁界の形式を妨げ、この結果、巻線内の渦流損を著しく減少させることができる。この発明によると強磁性体粉末を含んだテープは、導体に直接設け

る代わりに、一枚のクラフト紙のような他の絶縁層を介在させて設けてもよい。さらに、テープ2, 2はあらかじめ強磁性体粉末を含浸処理したものをを用いることにより、従来の巻線と同様に一工程で製造できる利点がある。(斎藤)

