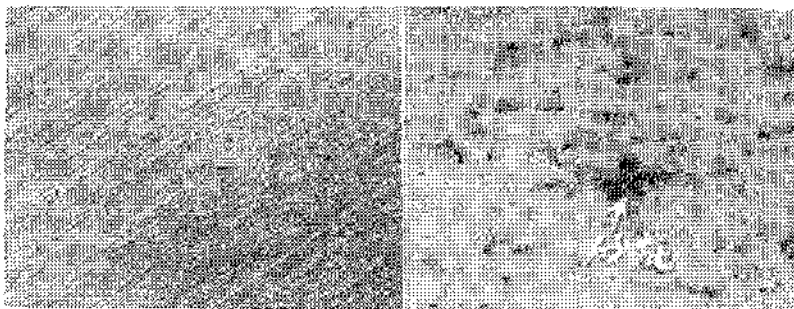


5. 砂疵について

砂疵は非金属介在物の大型のものであり、成因としては主として熔鋼中に混入した耐火物が浮上し得ずして生じたものと考えられてゐる。Carney^⑦は耐火物中でもNozzleの侵蝕に起因するケースが多く又鋳型の清掃も充分によく注意する必要があると述べている。然しながら吾々の経験によれば上述の原因で砂疵を発生する場合も勿論多いが硫化物系介在物により発生する場合も亦極めて多いことが判つてゐる。

第4図に砂疵発生部のサルファープリントの結果を示した。



砂疵 ×3 左図 S-プリントの結果×3
第4図 砂疵及砂疵発生部のS-プリントの結果

明かに砂疵発生部に硫化物の存在が検出され更に砂疵はGelatin Reagent^⑧でetchすることにより硫化物系介在物であることが確認された。従つて砂疵防止のためには耐火物の侵蝕等に就て考慮を払ふと共に鋼精錬のさい熔鋼中に含有される酸素、硫黄量に注意し出来る限り清浄な鋼の製造に努力する必要がある。

6. 結 言

顕微鏡的非金属介在物の学振法による測定において測

定値に誤差を生ずる最大の原因は試料研磨面の酸化によるものであることを述べた。酸化を防止するためには試料の研磨は測定直前に行ひ洗滌及乾燥は熱湯で行ふ方法が最良であることを示した。

A類介在物の殆ど大部分は硫化物である。

従つてA類清浄度は鋼に含有されるS量に支配される。又鍛鋼製焼入ロール、軸受鋼の如き高炭素低クロム鋼の焼入抗張力はA類清浄度及鍛造方法に支配されることを述べた。

砂疵の発生原因は従来主として化学的、機械的に侵蝕された耐火物が造塊のさい捲き込まれて生じたものであると云はれてゐたが、この他に硫化物系の介在物による場合も多くあることを簡単に述べた。

先に述べた通り測定に當つて研磨面の酸化に充分注意を払えば現行学振法は非常に有力な清浄度測定法であり、介在物を減少せしむるためには熔鋼中の酸素量及挙動によく注意すると共に硫黄についても同様な関心を注ぐべきである。

文 献

- ① Bell, Iron & Steel 27 (1954)
- ② A. S. M. Metals Handbook 1950
- ③ S. A. E 鉄鋼便覧 1952
日本鋼管技報 25年3月
- ④ 高島 金属 (1949年、3月、4月号)
- ⑤ Fapatz St. u. Ei. 5 Juni 1952
- ⑥ 柏原 鉄と鋼 29年8巻
- ⑦ Carney J. of Metals No.12. 1954
- ⑧ E.S.I. Seventh Report on Steel Ingot. 1937.

特殊快削鋼について

大阪特殊製鋼K.K.* 製 造 部 長 荒 木 透

1. はじめに

快削鋼とは何か。既にその名称については広く知られて来た様に思われるが、之の真の利用価値については未だ充分認識せられてゐるとは云へぬ様である。

鋼の被切削性は軽合金や真鍮などの非鉄材料や鋳鉄に

比して可成り悪くなるのは常識である。従つて鋼の機械工作の能率は、真鍮等に比して悪く工費は高くつくのが当然の如く考へられ勝ちであるが、その用途によつては快削鋼を用いて加工能率及び切削コストを非鉄の域に近づける事が出来るし、又之は常に進歩発達して行くものと思う。

最近では超快削鋼と云う名で呼ばれる域迄その切削性能

* 大阪府三島郡味舌町正雀

が向上したものが市場に出つつあり、被切削材料の研究は、ハイス、超硬合金等の工具や工作機械の改良研究と並んで今後益々発展して行かねばならぬと考えられる。

2. 快削鋼の種類と成分

快削鋼は、大別して次の如く成分上の区分を考慮することが出来る。

- 1) 硫黄系普通快削鋼
- 2) 鉛系特殊鋼快削鋼
- 3) 超快削鋼
- 4) 快削不銹鋼その他の高合金鋼

これ等を先づ順を追って紹介しよう。

§ 1) 硫黄系の普通快削鋼としては日本標準規格の SU M-1 乃至 SUM-5 が代表的なもので、硫黄 0.15% 程度の炭素鋼系のものである。炭素量は 0.45% まででこれ以上の高炭素のものは殆んど実用価値がない。

硫黄が鋼材の熱間加工性を害するのを防ぐためにマンガンを高めに配合してある。MnS の型の介在物が金相的に多量に存在するために之が Chip breaker となつて切削圧を減じ、「キリコばなれ」を良くして快削性を得るわけである。

米規格でも似た鋼種があるが一般に Mn 及び S の多い規格で、切削性及び加工歩留りを高め、又ハードナビリティを上げたものが多い。

米国の SAE には 1109 乃至 1151 迄の規格がある。低炭素のものでは P=0.07~0.12% の如く磷含量を規定してフェライトの脆化による「キリコばなれ」を期待しているものもある。稍々 C% の高いものでは、例へば

Mn-1.5% S-.28% (SAE 1144) の如く特に Mn/S の比率を高めてある。MnS の相当量より S に対して過剰の Mn が高い方が介在物の融点が高くなり分布も点状になりやすく材力上及び製造加工上に利点が出るために、低マンガン鋼の範囲に入るものが多いわけである。

次にその主なるものの成分規格を示す。

§ 2) 鉛快削鋼としては米国のインランド社のレツドロイが世界的に知られてをり、同社の特許として 1937 年頃から製造されて来た。(第 2 表)

含鉛の黄銅及び非鉄金属材料の切削性の高いことは古くから知られてをり挽物用として専ら用いられていたが鋼に対する利用は製造法の難点から可成り遅れた。

鉛は元来鋼中に溶解しないが、之の微粒を鋼の組織の中に分散せしめれば快削性を得ることが出来、然も材力等の面に悪影響を及ぼさない。故に低合金鋼は勿論殆んどすべての特殊鋼、高炭素鋼にまで利用範囲を拡大することが出来る。第 1 図に Pb 等の附加によつて切削性を向上する状態を明示したが、特に高級の特殊鋼で元来切削性の悪いものの場合切削性向上率は更に高くなる。

製造方法としては、鉛の微粒(約 2 μ位)を均一に分布させる技術及び管理方法が問題である。我国に於ては、当社が製法特許を有して製造している。第 3 表は炭素鋼、合金鋼に別つて成分例及び材力について示した。材力は非含鉛の同種鋼と差が見られない。硫黄及鉛の材力に及ぼす影響については後述する。

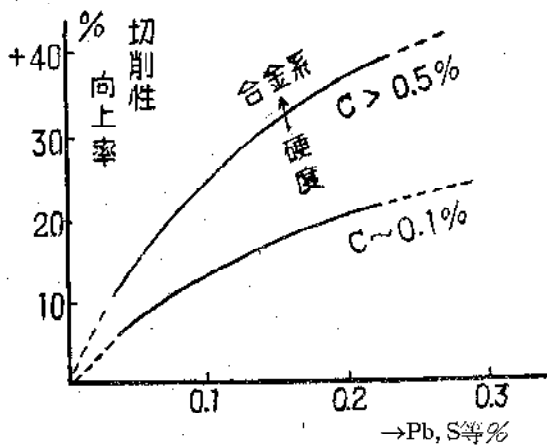
§ 3) 超快削鋼とは真鍮に近い切削性を得る様最近発達したもので最近 SAE1113 が快削鋼の最高切削標準として考えられているが、これを数 10% 上廻るものが進歩発

第 1 表

SAE	C	Mn	P	S	Si
1111	< .13	.6 ~ .9	.07 ~ .12	.08 ~ .15	(< .30) 要求あれば
1112	"	"	"	.16 ~ .23	(")
1113	"	.7 ~ 1.0	"	.24 ~ .33	(")
1115	.13 ~ .18	.6 ~ .9	< .04	.08 ~ .13	(")
1117	.14 ~ .20	1.0 ~ 1.3	"	.08 ~ .13	(")
1137	.32 ~ .39	1.35 ~ 1.65	"	.08 ~ .13	(")
1144	.40 ~ .48	"	"	.24 ~ .33	(")
1145	.42 ~ .49	.7 ~ 1.0	"	.04 ~ .07	(")
SUM (JIS)					
1 A	< .15	.4 ~ .8	.05 ~ .15	.15 ~ .25	< .04
1 B	"	"	< .05	.10 ~ .20	.10 ~ .30
2	.10 ~ .18	.6 ~ 1.1	< .04	"	"
3	.15 ~ .25	.7 ~ 1.2	< .05	"	"
4	.25 ~ .35	"	< .045	"	"
5	.35 ~ .45	"	"	"	"

第2表 鉛鋼の分析値 (%)

種	類	C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo	Pb
レッドロイ	A	≤ .15	.75~1.25	.04~.09	.25~.35	< .10	—	—	—	15~.35
"	B	≤ .15	.85~1.35	.04~.09	≥ .36	< .10	—	—	—	15~.35
レッドロイ	1018	.15~.20	.60~.90	< .04	< .05	—	—	—	—	15~.35
スペシャル	1022	.18~.23	.70~1.0	< .04	< .05	—	—	—	—	15~.35
"	1026	.22~.28	.60~.90	< .04	< .05	—	—	—	—	15~.35
"	1035	.32~.38	.60~.90	< .04	< .05	—	—	—	—	15~.35
"	1045	.43~.50	.60~.90	< .04	< .05	.15~.30	—	—	—	15~.35
"	4140	.33~.43	.75~1.00	< .04	< .04	.20~.35	—	.80~1.10	.15~.25	15~.35
"	8620	.18~.23	.70~.90	< .04	< .04	.20~.35	.40~.70	.40~.60	.15~.25	15~.35
"	8640	.38~.43	.75~1.00	< .04	< .04	.20~.35	.40~.70	.40~.60	.15~.25	15~.35
"	8632	.40~.45	.75~1.00	< .04	< .04	.20~.35	.40~.70	.55~.75	.03~.15	15~.35
303Pb (ステンレス)		< .15	—	< .04	.03~.12	<1.00	8.0~10.0	17.0~19.0	—	15~.25



第1図

達した。上述、レッドロイ A, B の如きものもこの範囲と考えることが出来る。が一方に C < .06%, Si 0.02% 程度におさえて、更に MnS の分布をよくするために亜硫酸ソーダ等の特殊な添加方法を用いて切削性を著しく向上し得る硫黄系のものが登場して来た。チヨンズラフリン社の E33 やカーネギー社の MX 等の商品名のも

ある。

何れもねち用鋼その他黄銅代用の用途等には広く需要の拡大が考えられている。

§4) 快削不銹鋼としては第4表に示す如き硫黄、セレンウム系のもの他鉛系のものもある。

不銹鋼は元来切削性の悪いものと観念されて来たが工作業量の多い部品の製作や、高能率の工作機械を用いる場合はホブ、ブローチ等工具の寿命が問題になる場合等には快削鋼を用いることによつて著しく能率及びコストを改善し得る。第2図の写真2は18-8系ステンレスの場合の1例である。

(尚ほ写真1及び3も鉛快削鋼による部品の1例である。)

不銹鋼の耐銹性や機械性から云うとセレンウム系、鉛系のものが硫黄系のものに優れているが一般の用途には硫黄系のものが広く用いられる様である。

その他高速度鋼に於ても快削系のものが市販される様になつて来た。これは特にシェーピングカッターの如く

第4表 快削不銹鋼の規格例

AISI	C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	Se	用途
416 *	< .15	<1.25	<1.0	12/14	—	< .06	> .15		13クロム快削鋼、ボルトナット、ネジ。カープレーターパーツ、釣りール、クラブ
416Se	< .15	<1.25	<1.0	12/14	—	< .06	< .06	> .15	同上 横方向材力に於て勝る
430 F	< .12	"	"	14/18	—	"	> .15		ネジ。機械部品。バルブ
430Se	"	"	"	"	—	"	< .06	> .15	同上 可鍛性良好
303	< .15	<2.0	<1.0	17/19	8/10	< .20	> .15		18-8系。ネジ。バルブ。シャフト。
303Se	"	"	"	"	"	"	< .06	> .15	同上 材力稍良好
SAE(1950)								(S < .07, Se < .07)	
50440 F *	0.6/.75	<1.0	<1.0	16/18	—	< .07	> .07		刃物用ステンレス。

* Mo < .6, Zr < .6

* Zr, Mo < .60 (旧規格に依る)

第3表 ダイアクト快削鋼の成分表
炭 素 鋼 系

大特記号 DAITOKU MARKS	化学成分 %						機械的性質				熱処理			
	C	Si	Mn	P	S	Pb	降伏点 Y. P. kg/mm ²	抗張力 T. S. kg/mm ²	伸長 E %	絞 R. A. %	衝撃値 CHARPY kgM/cm ²	硬度 BHN	焼鈍 ANNEAL	焼入 QUENCH
DO1FS	< 0.15	0.15 ~0.35	0.55 ~0.75	0.03 ~0.05	0.05 ~0.10	0.10 ~0.20	> 45	> 22	> 55	> 10	(149~207) 167~235	840~890	840~890 水 冷	550~650 急 冷
DO2FS	0.15 ~0.20	"	"	"	"	"	45	> 20	> 55	> 10	(149~207) 167~235	840~890	840~890 水 冷	550~650 急 冷
DO3F	0.30 ~0.40	"	"	< 0.030	< 0.030	"	> 31 > 40	> 23 > 22	> 55	> 10	(149~207) 167~235	840~890	840~890 水 冷	550~650 急 冷
DO35F	0.35 ~0.40	"	0.35 ~0.65	"	"	"	> 33 > 45	> 22 > 20	> 50	> 9	(156~217) 179~235	830~880	830~880 水 冷	"
DO4F	0.40 ~0.50	"	"	"	"	"	> 50	> 17	> 45	> 8	201~269	820~870 徐 冷	820~870 水 冷	"
DO45F	0.45 ~0.55	"	"	"	"	"	> 55	> 15	> 40	> 7	212~277	"	"	"
DO5F	0.50 ~0.60	"	"	"	"	"	> 60	> 14	> 35	> 6	229~285	"	"	"
DO6F	0.60 ~0.70	"	"	"	"	"	焼鈍BHN (焼入 RC) < 201	焼鈍BHN (焼入 RC) > 56	"	"	750~780 徐 冷	760~820 水 冷 (790~850) 油 冷	150~200 急 冷	
DO7F	0.70 ~0.80	"	"	"	"	"	"	"	"	"	740~760 徐 冷	"	"	"
DO8F(S)	0.80 ~0.90	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
DO9F(S)	0.90 ~1.00	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"

系鋼金台鋼燒肌

大特記号 DAITOKU MARKS	化学成分 % CHEMICAL COMPOSITION							機械的性質 MECHANICAL PROPERTIES					熱處理溫度 °C HEAT TREATMENT					
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Pb	降伏点 Y. P. kg/mm ²	抗張力 T. S. kg/mm ²	伸長 E. %	總引 R. A. %	衝擊 CHARNY kgM/cm ²	硬度 BHN	焼鈍 ANNEAL	焼入 QUENCH	焼戻 TEMPER
DTMF	0.45 ~0.50	0.15 ~0.35	0.60 ~0.80	<0.030	<0.030	1.50 ~2.00	0.45 ~0.60	0.15 ~0.35	0.10 ~0.20	-	>100 >120	>17 >15	>48 >45	>7 >5	>311 >331	730~750	820~870 油冷	550~650 急冷 450~500 急冷
TM7F(B)	0.43 ~0.48	"	0.70 ~1.00	"	"	0.40 ~0.70	0.40 ~0.60	0.15 ~0.30	"	>80	>100	>15	>45	>5	293~352	"	"	580~680 急冷
DTPF	0.27 ~0.35	"	0.65 ~0.95	"	"	0.90 ~1.40	0.65 ~0.90	0.10 ~0.25	"	>65	>80	>18	>50	>12				
DBF	0.95 ~1.15	"	0.35 ~0.50	"	"	-	1.20 ~1.40	-	"	鈍 < 75	< 75	>25	(焼入硬度) RC>63	<201	750~770	800~840 油冷	< 200	
DR1F(S)	<0.12	"	0.35 ~0.65	"	"	-	<0.15	-	"	>25	>40	>23	>55	>14	121~179	1次880 ~920油冷 2次750 ~800水冷	150~200 空冷	
DR2F(S)	0.13 ~0.18	"	"	"	"	-	"	-	"	>35	>50	>20	>50	>12	143~235	880~930	"	
DRPF	0.18 ~0.22	"	0.70 ~0.95	"	"	0.90 ~1.40	0.65 ~0.90	0.20 ~0.30	"	>80	>100	>14	>45	>8	285~341	1次850 ~900油冷 2次770 ~820油冷	"	
TM2IF(B)	0.17 ~0.23	"	0.65 ~0.90	"	"	0.40 ~0.70	0.40 ~0.60	0.15 ~0.30	"	"	>95	>17	"	>7	269~352	1次850 ~900油冷 2次800 ~850油冷	100~200 空冷	
DRMF	0.13 ~0.18	"	0.50 ~0.80	"	"	-	1.00 ~1.30	0.15 ~0.35	"	>70	>85	>15	>40	>6	>235	1次850 ~900油冷 2次800 (水冷)	"	
DRTF	0.10 ~0.18	"	0.30 ~0.60	"	"	3.00 ~3.50	0.70 ~1.00	-	"	>80	>100	>12	>45	>8	>265	1次830 ~880油冷 2次750 ~800油冷	"	

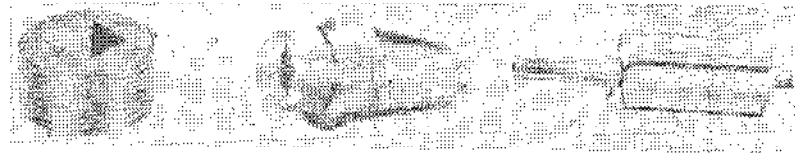


写真1. パイプ栓は J. J. Tourek 社 (Chicago) で鉛鋼によつて造られている。生産能率は上り不良は少くなつた。生産上昇のみでも高価な鉛鋼への切換えに対して引き合つた。

写真2. 噴射ノズル部品は鉛18-8ステンレス鋼から機削する。部品は約1吋の長さである鉛鋼を用いて切削速度は130呎/分から215呎/分に飛上つた。生産は1時間16から24筒へ上昇した。

写真3. このニューマチック・インパクトレンチ用のローターは5/8"φの引抜鉛鋼862Pbから切り出す鉛入りは25%生産上昇を示した。放射状の溝切りに用いる丸鋸刃の寿命は、今まで18箇で時々傷んだが鉛鋼によつて60箇保つた。

第 2 図

工具の形状上、工作が困難なものに利用されるものである。

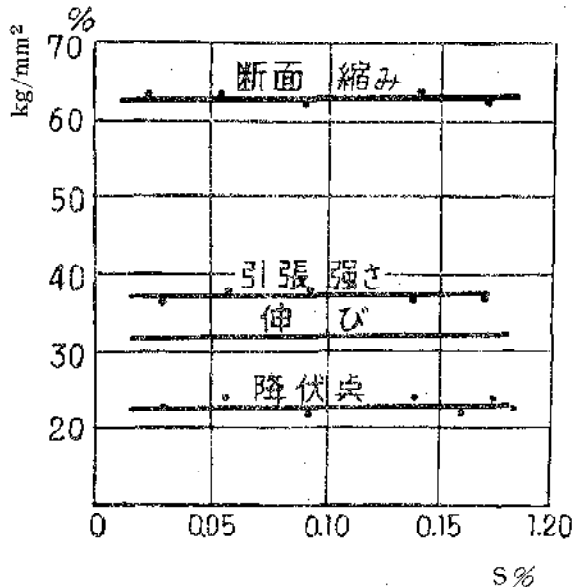
3. 快削鋼の材力と切削性の比較

各種快削鋼は上述の如く大々特長を有しているが、材力において非快削鋼と若干の差が見られる場合があるので少し実例によつて説明して見たい。

§ 1 硫黄系と鉛系の材力、強度の比較

硫黄系快削鋼においても製造法及び管理が妥当であれば有害な疵は少く、圧延と平行の方向の材力は一般に普通鋼と変わらない。

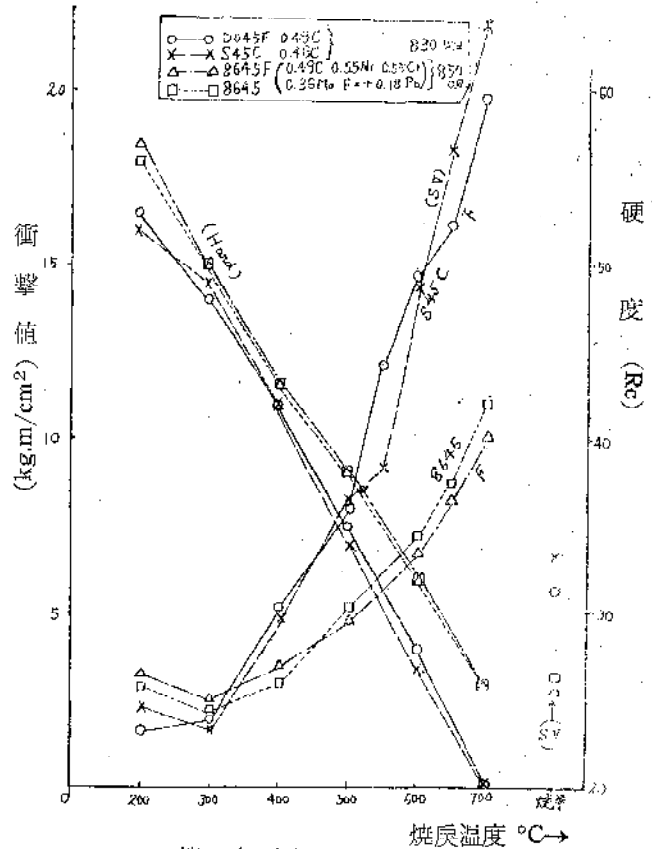
第3図は低炭素鋼に及ぼす硫黄の影響であるが、S0.2%程度迄材力には大きな差は見られない。



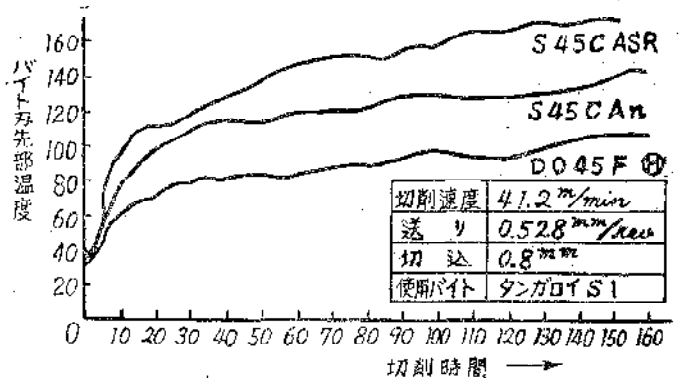
第3図 0.09% C 鋼に及ぼす S の影響

第4図は C=0.46~0.49% の炭素鋼と低 NiCrMo 鋼の材力を示したもので、図中 F の符号は鉛の含有せる快削鋼である。鉛の場合可成り高硬度、強靱の用途に対して非鉛鋼と同等の材力に用いられることがわかる。

硫黄系の場合の欠点は圧延の方向と直角の所謂ヨコ方



第 4 図



第5図 鋼中の S 量と横方向の機械的性質

向の材力が劣化が甚しくなることで第5図に見られる様に硫黄の含量が多くなると著しく脆くなる。S=0.06%

生産と技術

で既に衝撃値（ノツチエフェクト）が半減してう。之に反し鉛系の場合には各種の特殊鋼におけるデータを参照して見て。タテとヨコの差は非鉛鋼と大差が無い。Pb：0.1~0.2%で衝撃値又は疲労限、耐磨性の如き材力も変化を受けない。例へば

{ C = .38%
Ni = 1.48%
Cr = 1.04%
Mo = 0.29% } の強靱焼入鋼においても Pb=0 のものと Pb=0.16% とのタテ、ヨコの材力は下記の如くである。

(850°OilQ. 580°T.)

	耐力 (0.1%)	抗張力	伸%	絞%	アイソ ット	疲労限 抗張力	
Pb=0	タテ	100	109	20	56	47	0.5
	ヨコ	103	112	10	20	13	0.45
Pb=.16	タテ	96	108	20	56	46	0.5
	ヨコ	103	113	15	30	13	0.43

§ 2 切削性の比較

切削性には前述の如くS、Se、Pb等の元素の影響が圧倒的に大きい。その他の成分の影響は組織や材力と附随した副的なものであるが、特にC%とP、N、O等の不純分との関連や冷間加工による硬化等が（殊に低炭素の場合には）重要なことが多くこの基地の切削性を好条件としてS、Pb等を添加すると特に快削鋼としての性能を充分に発揮することが出来る。

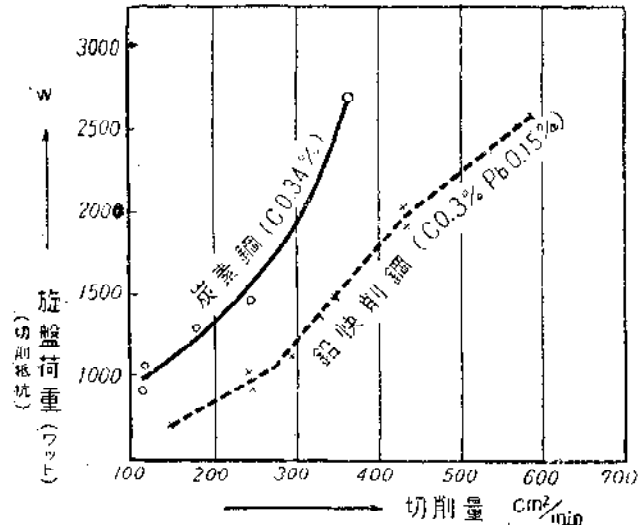
同量%のS、Pb等の影響は略々同程度の切削性向上を期待出来る。たゞしPbが切削機構に対する作用はSと異り、加工加熱したキリコの鉛が剪断及び刃物との滑潤に役立つためと考えられる。従つてこの両元素を同時に含有せしめればより有利な効果を得られる。

切削性を旋削で試験する場合、切削速度（V：M/分）と工具寿命（T：分）との関係で表現するが、基準の材料の時

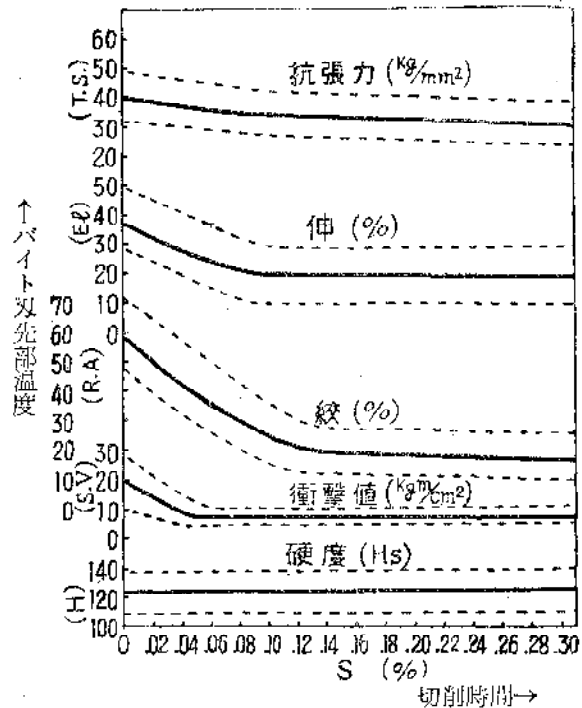
$VT^n = \frac{1}{K}$ (n≒0.1) で表され、比較材料ではK=K'/VT^nの式によつてK（切削性比）を得る。此のKの値は低速切削程快削鋼の向上比率は大きく又高速度鋼刃物の場合の方が超硬質合金より、快削性がひらきやすい。

低炭素鋼から高炭素合金鋼に至り、Pb（S）等が0.1~0.2%添加された場合、相当する非快削鋼に対する比較は大略：

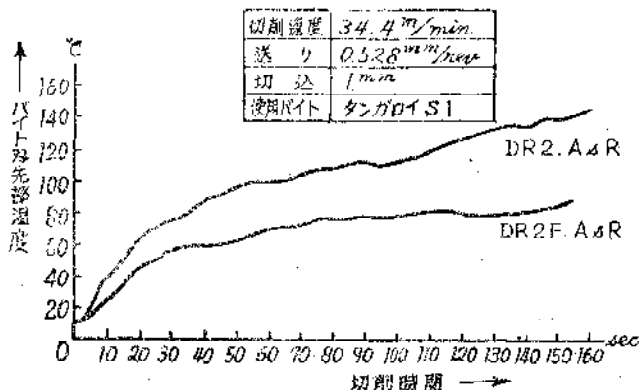
- A) 高速度鋼工具で、切削速度は20~50%上げ得る。
- B) 速度を一定とした場合、工具寿命は2~5倍若しくは之以上となる。
- C) 刃物の切削圧（抵抗）及び切削動力等は30%~50%程度減じ、キリコの色は~200°C低温側にずれる。キリコの形状も細く小巻きに分断される。之等の状況の一例を第6~8図に示した。
- D) 仕上面の美しさ及び精度が向上し、特に細物の切



(大阪工業奨励館にて実験) 使用機械、試験材料、バイト形状、試験方法、切削条件等を同一とす
第6図 ダイトク鉛快削鋼と炭素鋼の切削比較試験実験1例



第7図



第8図

(以下36頁え続く)