

伸び:

各供試材ともほとんど差がなく、直角方向は若干鍛伸方向より劣る。

絞り:

base 材に比べて各快削鋼は二方向とも劣るが、とくに S 入りの直角方向は低く、Se 入りグループは大分回復している。各供試材とも F.R. の増加につれて方向差をます。

衝撃値:

base 材に比べて各快削鋼は二方向とも相当劣り、とくに S 入りの直角方向の低下ははなはだしい。各供試材とも F.R.=2 の増加につれて方向差をます。

F.R.=2 の場合の材料試験の結果を Fig. 1 に示す。

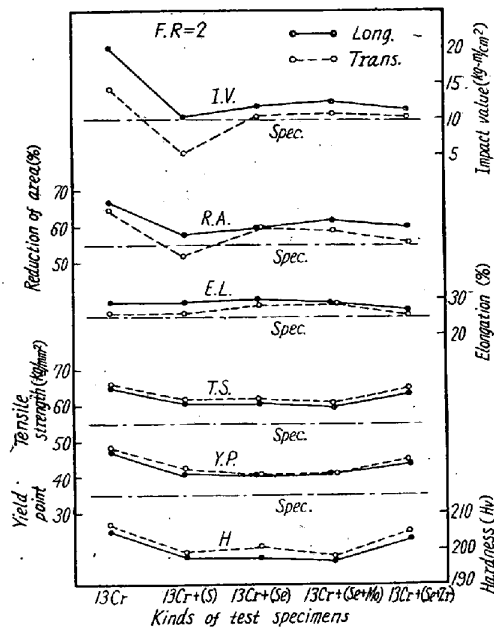


Fig. 1. Results of mechanical tests.

(3) 切削試験

70φ×250mm(F.R.=6)の供試材を 980°C×5h 油冷→750°C×5h 油冷し、側面切削法を採用して、数種類の切削条件下の切削効率、切削面、切屑の状態より各供試材の切削性を比較した。Fig. 2 に各供試材の切削効率を示すが、切削効率の点では Se 入り、S 入りが秀れ、Se+Mo 入り、Se+Zr 入り、base 材の順で、前回報告の 18-8 の場合に比し 13Cr 快削鋼の base 材を基準とした切削向上率は遙かに大で、30~45% の向上率を示している。

また本試験で行なつた切削条件下では base 材の切屑はいずれも完全な直線状流断型を示し、切削性の悪いことを如実に示しているが、他の供試材の中では、S 入り Se 入りの切屑が半円状不連続流断型が多く、最も安定したすぐれた切削性を示している。

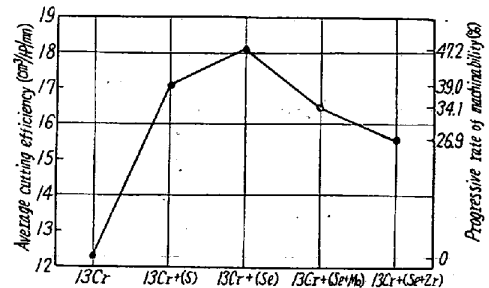


Fig. 2. Comparative curve of cutting efficiencies.

一方、切削加工面を観察すると Se 入りグループは base 材、S 入りに比べて美しい加工を呈している。

IV. 総 括

以上の試験結果を要約すると

種々な切削条件下の切削効率、切屑の状況などより切削性を総合判断すると S 入り、Se 入りが最も秀れており、Se に少量の Mo あるいは Zr を共存せしめたものは前二者より劣る。

一方、機械的性質は強度の点は S 入りと Se 入りグループ間には大した差がないが、絞り、衝撃値は base 材に比べて S 入り、Se 入りグループは相当劣り、特に S 入りの横目のそれが低く、Se 入りグループは S 入りの靱性の劣化をかなり回復する。

耐食性の点は 13Cr のようなマルテンサイト系で云々しても意味がないので、特に試験はしなかつたが Se に Mo あるいは Zr を共存せしめると base 材より向上することは期待できる。

したがつて 18-8 の場合と同様、快削 13Cr ステンレス鋼として切削性のみに重点をおく場合は、コストの点も加味して S 入りがよく、横目の靱性のある程度必要とするような場合には、S 入りより Se 入りが望ましく、少しでも耐食性を向上させるためには Se に Mo あるいは Zr を共存せしめるのが望ましい。

(155) 鉛—硫黄系快削鋼の硫化物について (その 1)

(鉛快削鋼の研究—VII)

大同製鋼研究所

工博 浅田千秋・門脇 亮・○加藤 剛志

On the Sulfide of Leaded High-Sulfur Free-Cutting Steels (Part I).

(Study on leaded free-cutting steels—VII)

Dr. Chiaki Asada, Ryō Kadowaki and Kōsī Katō.

Table 1. Chemical composition of specimens.

Sample	Chemical composition (%)								Mn/S	O ₂ %
	C	Si	Mn	P	S	Pb	Sol. Al	Insol. Al		
B	0.09	0.02	1.07	0.056	0.440	0.20	0.002	0.002	2.41	0.0115
E	0.08	0.04	0.88	0.059	0.327	0.15	0.009	0.002	2.69	0.0072

I. 結 言

切削性に影響をおよぼす因子は被加工材の材質の他、切削の条件など外的なものにも関係し、非常に複雑である。ここでは切削性と材質との関係を調査する資料の一環として、若干の実用、鉛—硫黄系快削鋼について、切削性に強く影響をおよぼす因子の一つである硫化物の形状、成分などについて比較検討したので、その結果について報告する。

II. 実 験 試 料

実験に用いた試料はいずれも 23mm-6 角材に圧延仕上げたもので、その化学成分を Table 1 に示す。なお、B材は大型鋼塊、E材は中型鋼塊から製造したものである。

III. 実験方法および実験結果

BおよびEのそれぞれの試料についてまず、顕微鏡により硫化物の形態を観察した。その一例を Fig. 1 の写真に示す。左はB試料、右はE試料であり、縦断面の写真

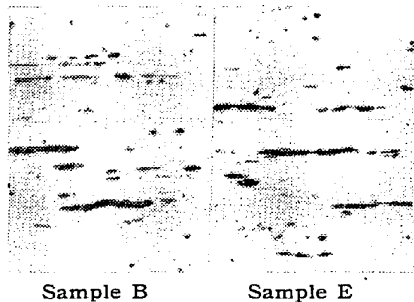


Fig. 1. Sulfides in steel (longitudinal section)
×140 (2/5)

である。つぎにBおよびEのそれぞれの硫化物を三次元的に観察し、さらにX線回折によつて結晶型を求め、化学分析により、組成を決めるために電解分離によつて鋼中の硫化物の抽出を行なった。用いた装置は Klinger-koch 式電解分離装置であり、電解条件はつぎの通りである。

電解液: 5% クエン酸ソーダ+1.2% 臭化カリ
+0.6% 沃化カリ
電流密度: 0.01A/cm²

BおよびE試料のそれぞれの電解抽出した残渣についてX線回折を行なった結果を Table 2 に示す。

Table 2. X-ray analysis of extracted sulfides.

Sample B		Sample E		α -MnS*		FeS*	
d (Å)	Intensity	d (Å)	Intensity	d (Å)	Intensity	d (Å)	Intensity
				3.015	13	2.98	90
						2.93	50
						2.67	90
2.617	vS	2.616	vS	2.612	100	2.52	30
						2.15	50
						2.14	50
						2.09	100
						1.95	50
						1.92	60
1.840	S	1.842	S	1.847	48	1.72	90
1.511	M	1.510	M	1.509	19		

* by ASTM-card.

電解分離により抽出した残渣には硫化物の他に炭化物、基地鉄などがかなり含まれているので、組成分析を行なう前にあらかじめ、磁気分離によつて炭化物、基地鉄などを分離除去した。残った硫化物の写真を Fig. 2 に示す。またこの硫化物について化学分析を行なった結果を Table 3 に示す。

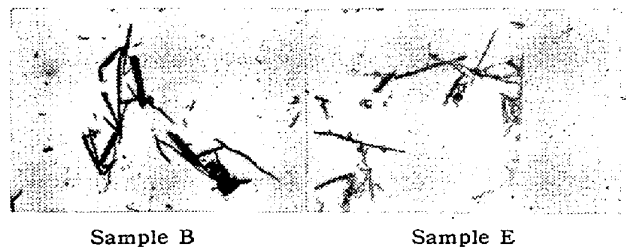


Fig. 2. Extracted sulfides after magnetic separation.
×150 (2/5)

Table 3. Chemical analysis of extracted sulfides.

Samples	Electrolytic residues %	Residues after magnetic separation			
		Σ S%	Mn%	S (MnS) %	S (FeS) %
B	1.42	23.3	18.1	10.6	12.7
E	2.11	19.8	27.4	16.0	3.8

なお、BおよびE試料のそれぞれの硫化物の硬度を測定した結果を Fig. 3 に、引き抜き加工による各硫化物

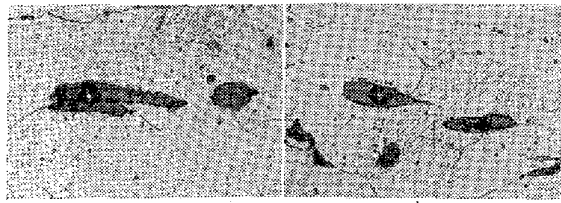


Fig. 3. Micro-vickers hardness of sulfide (longitudinal section). $\times 500$ (2/5)

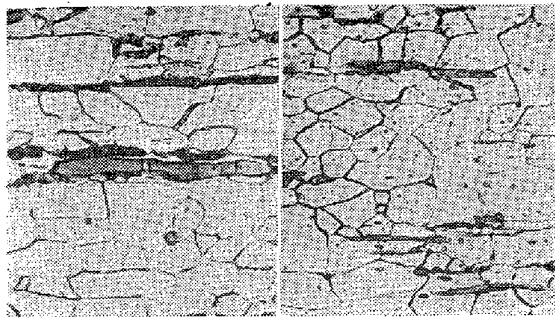


Fig. 4. Behavior of sulfides on drawing. $\times 600$ (2/5)

の変化の様子を Fig. 4 に示す。

IV. 結果の考察

1) 化学成分と硫化物の形状

B 試料は E 試料と比較すると大型鋼塊から出発しているために加工比は相当大きい。Fig. 1 に見られるように観察される硫化物は B の方が平均して太くて大きい。E の硫化物は比較的細長くて数も多い。このことは Fig. 2 に示すように抽出した硫化物を三次元的に観察しても同じである。すなわち、それぞれの硫化物は加工の割合とは必ずしも比例して伸びておらず、かえって逆の傾向さえ見られる。なお、これは sulfur-print による macro 的観察によってもたしかめられる。硫化物と化学成分の関係については Si, Al などの含有量が増すと硫化物が伸びた形になりやすいといわれているが (C. E. Sims ら), この観点からは Table 1 にみられるように E は B より, Si および Al の含有量多く、たしかに硫化物の伸びやすい要因をもっている。

2) 硫化物の構造および組成

B および E 試料のそれぞれの抽出硫化物の X 線回折の結果は Table 2 に示すようにいずれも結晶型は α -MnS であり、かつ Table 3 の化学分析の結果から判るようになそれぞれ FeS を固溶している。Mn/S は Table 1 より B については 2.41, E については 2.69 であり、また、Mn 含有量はいずれも 0.8% 以上であるので現われる結晶型が硫化マンガンであることはいままでに得られている結果と一致している。組織を見ても硫化物は

明らかに MnS の特徴ある存在状態を示している。以上 B および E 試料の硫化物がいずれも FeS を固溶した α -MnS であることが判ったが、Table 3 から判るようになそれぞれの FeS 固溶量にはかなりの差がある。すなわち、B 試料の硫化物には FeS が平均して 5 割以上含まれているが、E 試料では 2 割程度であつて非常に MnS rich である。

3) 硫化物の組成、硬度と形状の関係

一般に MnS と FeS の硬度を比較すると前者の方が若干軟かい。(Mellor) そこで、実際に各試料の硫化物の硬度を微小硬度計で測定すると B の場合には平均して 218 程度、E の場合には 205 程度の値を示し、E の方が一般に軟かい。この様子は Fig. 3 に示す写真からも判る。すなわち、MnS rich の組成と矛盾のない現象である。さらに引き抜き加工によつて各硫化物の伸び方、したがつて粘さを調査してみると Fig. 4 の写真のように B の場合にはそれぞれの硫化物が引き抜き加工によつてところどころに割れ目を生じてちぎれるものが多い。E では若干伸びるが、割れ目を生ずるものは少ない。以上の結果から始めに述べた B 試料の硫化物は加工比が大きいかかわらず、H 試料のそれに比して伸び難いことを考えてみると、つぎのように結論できる。すなわち、B 試料の硫化物が E 試料のそれと比べて平均して太くて大きいのは MnS 中の FeS 固溶量が多いため、加工によつて伸び難いからである。これに反し、E 試料の硫化物が細長いのは硫化物が塑性変形しやすい MnS が rich なためである。

V. 結 言

2 つの鉛-硫黄系快削鋼試料の硫化物についてその挙動を比較検討した結果、いずれも FeS をかなり固溶した α -MnS であるが、加工比が大きいかかわらず、加工によつて硫化物が伸び難く、その形が、平均して太くて大きい方は FeS の固溶量が多く、細長く、伸びやすい硫化物は MnS rich であることを見出した。