

Fig. 3. Selected area diffraction of sulfides in No. 630 as-cast sample.

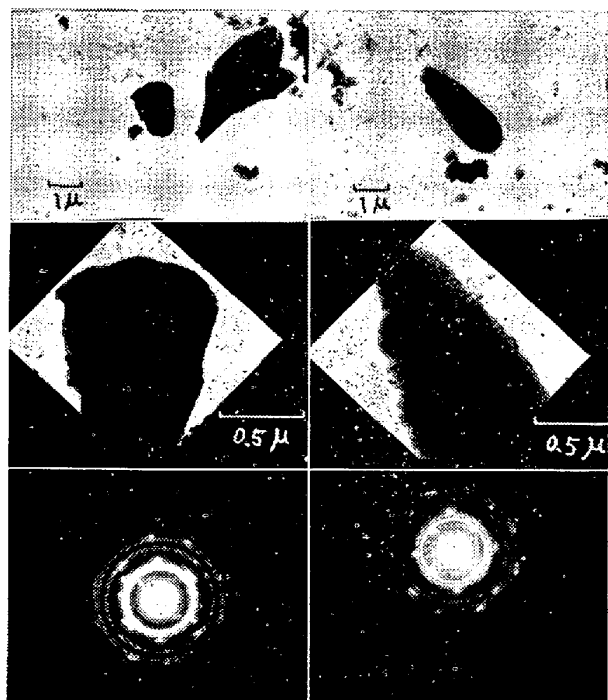


Fig. 4. Selected area diffraction of sulfides in No. 650 as-forged sample.

ような状態のものが多かった。

③ No. 650 (as-forged) では比較的伸びた硫化物 (B) はやはり、純粋な  $\alpha$ -MnS に近く、一方、粒状の硫化物 (A) は  $\alpha$ -MnS の他に FeS 乃至は (Fe, Mn) O が共存しており、かつ  $\alpha$ -MnS はをこれら固溶したものが多かった。回折結果の一例を Fig. 4. に示す。なお、Fig. 3. 及び 4 の回折像中にみられるデバイシエラー環

は標準物質として試料上に蒸着した金によるものである。以上、三試料の各々について多数の硫化物の制限視野回折像を撮つたが、N-pattern を示すものが多かった。このことは顕微鏡で観察される個々の硫化物中では各結晶が一定方位に揃って並んでいることを示すものと考えられる。

#### IV. 総 括

Al または Si を含んだ或は O 含有量の高い高硫黄含有鋼の同一試料中の形状の異なる硫化物について主として電解分離した硫化物を利用して制限視野電子回折法により、それぞれの同定を行なつた結果を総括すると、次の通りである。

(1) X線回折では抽出した硫化物中の多量成分の同定のみ可能であつたが、電顕による制限視野回折法によれば個々の形状をもつ硫化物 (微量でも) の同定が出来る。

(2) Al を含む試料の as-cast 状態で粒状硫化物は殆んど純粋な  $\alpha$ -MnS であり、細長い硫化物は  $Al_2S_3$  である。

(3) Si を含む試料及び O 含有量の高い試料の as-forged 状態で鍛伸方向に長く伸びた硫化物はやはり殆んど純粋な  $\alpha$ -MnS であり、(含 Al 試料の粒状硫化物と同一種類のものと考えられる。) 伸びてない硫化物は  $\alpha$ -MnS の他に FeS, (Fe, Mn) O 等が共存しており、かつ、回折線の diffuse から  $\alpha$ -MnS はこれらを固溶していると考えられる。

### (131) S 偏析部の硫化物系介在物が振り試験片の破面におよぼす影響

富士製鉄室蘭製鉄所

森永 孝三・津田 精三

佐藤 進・○泉 総一

#### Influence of Sulphide Inclusions in S-Segregated Zone on Fractured Surface of the Torsion Test Piece.

Kōzō MORINAGA, Sēzō TSUDA,

Susumu SATŌ and Sōichi IZUMI

#### I. 緒 言

極軟リムド鋼の S の偏析状況は、取鍋 S の値、鋼塊形状、造塊条件により変化する。通常 S の偏析状況は、サルファープリント、チェック分析によりマクロ的に調査されているが、鋼板に圧延した場合に S の偏析が材質におよぼす影響を検討するには、更に S のミクロ的な分布

Table 1. Ladle analysis. (%)

Elements	C	Mn	Si	P	S
Ingots					
A	0.07	0.28	0.005	0.007	0.031
B	0.07	0.35	0.010	0.014	0.021

状況を調査する必要がある。そこで著者等は、実用鋼塊およびスラブについてマクロ的なSの偏析と対応させつつミクロ的な硫化物系介在物の分布状況を調査し、次にこの結果と鋼板の振り試験の破面の状況との関係を検討した。

II. 実験方法および結果

(1) 極軟リムド鋼塊のS偏析部の顕微鏡観察

鋼塊のS偏析部の顕微鏡観察は、極軟リムド鋼の実用鋼塊およびそれより圧延したスラブについて行なつたが、鋼塊では厚さの中心で長辺に平行に切断し、スラブでは、巾の中心で長さ方向に縦断し、それぞれの断面についてサルファープリント、チェック分析と対応させながら顕微鏡により硫化物の分布状況を調査した。対象とした試験鋼塊の取鍋分析値は Table I. の通りである。

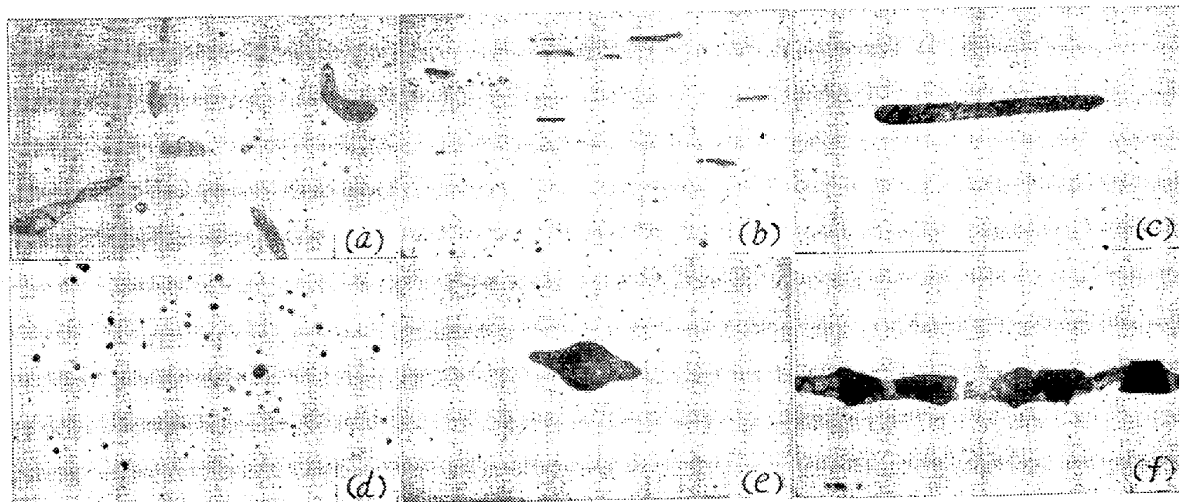
(a) 鋼塊試料での観察結果

鋼塊Aについて頭部より 30%, 53%, 85% の各位置から顕微鏡試料を切出し、介在物の分布状況を観察した結果、次の事が判明した。すなわち、鋼塊頭部より 30% の位置 (チェック分析 S 0.065%) では、一次晶の粒界に沿つて多数の球状の介在物が網目状に析出しており、53% の位置 (チェック分析 S 0.050%) では、介在物は一次晶の粒界に析出している様ではあるが、その数は 30% の位置の場合に比較して可成り少なくなつている。また 85% の位置 (チェック分析 S 0.023%) では

更に介在物の数が少なくなつている。なお、これらの介在物のうちで比較的大きなものを高倍率で見ると、明灰色と暗灰色との二相よりなり、micro-Vickers 硬度による判定から、Mn の硫化物を主体とする相 (明灰色部) と Mn の酸化物を主体とする相 (暗灰色部) からなる事が判つた。

(b) スラブ試料での観察結果

鋼塊試料での観察では、気泡の関係上濃厚偏析のピークの位置の試料の検鏡が困難であつたので引続き試験鋼塊Bより圧延したスラブより採取した試料の観察を行なつた。顕微鏡試料は、頭部より 14% (Sの濃厚偏析のピークの位置)、50%, 90% の位置で、スラブ厚さの中心およびリム層よりの部分から採取した。これらの試料で観察された介在物の分布状況を Photo 1. に示す。Photo 1. から次の事がわかる。即ち、スラブの濃厚偏析のピークの位置 (チェック分析 S 0.25%) では、一次晶の粒界にフレーク状の FeS-MnS 系介在物が多量に存在し、酸化物は非常に少ない (Photo 1. a)。濃厚偏析部を外れたリム層よりの位置 および頭部より 50% の位置 (チェック分析 S 0.030%) では、介在物の量が減少し、粒界のフレーク状硫化物は存在せず、圧延方向に伸びた Mn の硫化物と Mn の酸化物の共晶型の介在物および小さな球状の Mn の酸化物を主体とする介在物が存在する (Photo. 1. b, c, d)。鋼塊頭部より 90% の位置では、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> または MnO を多く含む大型の介在物の存在が認められる (Photo. 1. i.e)。なお、他に行なつた試験と合わせて検討した結果、14% の位置で認められたようなフレーク状の硫化物が多量に出るのは、スラブのチェック分析で大略 S 0.11% 程度以上で



(a), (c), (d), (e), (f) ×400 (2/3)  
(b) ×50 (2/3)

Photo. 1. Typical inclusions in rimmed steel.

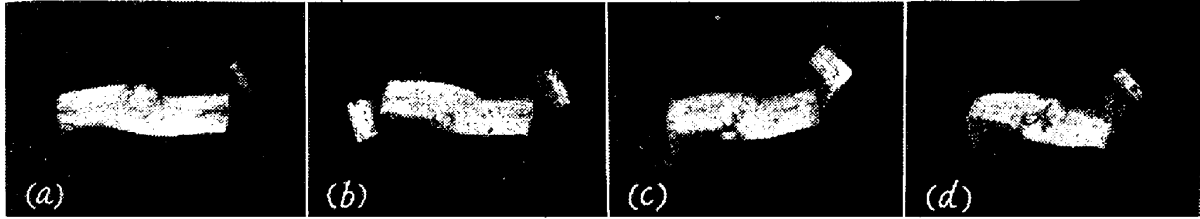


Photo. 2. Types of fractured surface of a torsion test piece.(3/5)

ある事がわかった。

(2) 捩り試験の破面と偏析の関係

上に述べたように極軟リムド鋼の濃厚偏析部には、硫化物を主体とする介在物が多く存在し、チェック分析のSの値によりその分布状況が異なる事が明らかになった。この多量の介在物の析出および偏析による他の変化の両者が材質的に種々の影響をおよぼすものと考えられる。これらの影響を調査する方法の一つとして鋼板の捩り試験の破面の状況との関連を調査した。試験は厚さ3・2mmの熱延コイルより15×150mmの試片を採取し、捩り試験を行なった。捩り試験の結果得られた破断面の状況はPhoto. 2に示すように4種類に大別出来る。(a)は板厚中央部にクラックが集中し、一本の太い断層線が走っている。(b)は(a)の程度の軽いもので、割れ口の段が小さい。(c)は小さいクラックが断面の数箇所に認められるものであり、(d)はその極く軽微のものである。現在このような破面状況と実際加工における加工限との関連については不明であるが、少なくとも二枚板状の欠陥を生ずる可能性のあるものは(a)状か(b)状の破面を呈する材料であろうと考えられる。そこでこれら4種類の破面を呈した試片の破断面を研磨後検鏡した結果、(a)および(b)状の破面を呈した試片はいずれも試片の中央部に非金属介在物が多量に集中して存在しており、Whiteley test<sup>1)</sup>によりこれらの介在物は何れも硫化物を主体とするものであることがわかった。以上の結果、鋼板の捩り試験の破面が硫化物系介在物の分布状況によつて左右されることがわかったので、これらの破面状況とスラブの濃厚偏析部のSのチェック分析値との関係を求めてみた (Fig. 1)。

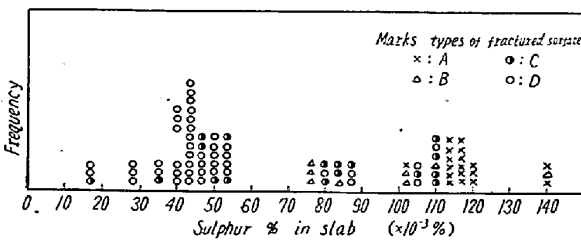


Fig. 1. Relation between sulphur segregation and fractured surface of torsion test piece.

Fig. 1によると、チェック分析S 0・060%以下ではすべて破面状況は(c)または(d)であるが、S 0・075以上になると(b)状が現われ、S 0・115%以上では(a)状が現われてくる事がわかる。

これらの結果を(1)の観察結果と照し合せて考えると、極軟リムド鋼塊のSの偏析は、偏析部に多量の球状介在物が一次晶の粒界に析出し網目状を呈する程度になると、鋼板の捩り試験の破面の状況を悪くし(b状)、またスラブで観察したようにフレーク状の硫化物が一次晶の粒界に析出する程度になると、破面の状況を特に悪くする(a状)ものと考えられる。この事は硫化物系介在物の分布状況が二枚板発生の危険性を増大する事を示しているものと思われる。

III. 結 言

リムド鋼のSの偏析をサルファープリント、チェック分析値と対応させつつ顕微鏡観察し、硫化物系介在物の分布状況を明らかにし、これと捩り試験の破面との関連性を検討して、次の結果を得た。すなわちリムド鋼塊のSの偏析は、偏析部に多量の球状の硫化物系介在物が一次晶の粒界に析出し、網目状を呈する程度(スラブのSのチェック分析値が0・065%以上)になると鋼板の捩り試験の破面に悪影響をおよぼし、またスラブでフレーク状の硫化物が一次晶の粒界に析出する程度(スラブのSチェック分析値が0・110%以上)になると特に悪影響をおよぼす。なおこのような場合には、二枚板発生の危険性があると思われる。

文 献

- 1) J. H. WHITELEY: J. Iron & Steel Inst. (U. K), 160 (1948) 3, P. 365~366