

相転移を起した証拠と考えることができる。

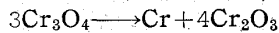
5% Cr 鋼の溶湯から水冷銅製金型に铸込んだ試片の介在物中に、X線回折には示されなかつたが、 Cr_2O_3 が光学的観察にて認められたという事実は、局所的にクロームの濃度集中が存在したためか、また他の原因に帰因するかわかれないが、D. C. HILTY³⁾の結果と一致せず H. M. CHEN & J. CHIPMAN⁴⁾の観察結果と一致するものと思われる。

V. 結 言

Fe-Cr-O 系鋼での生成酸化物型介在物が、 1000°C 1 hr 保持後急冷、 800°C ならびに 1000°C 10 時間保持後徐冷するなどの後熱処理をこうむることにより、いかなる影響を受けるかを研究した。その結果

1) 後熱処理を与えることにより、 Cr_2O_3 は完全に標準六方晶構造を取ることが判明した。またその生成量は Cr 含有量に比例している。しかしながら、 $\text{FeO}\cdot\text{Cr}_2\text{O}_3$ は完全に標準立方晶構造に戻り得ないこともわかつた。

2) $\text{FeO}\cdot\text{Cr}_2\text{O}_3$ 特有の立方晶形態、また本実験で示した正方晶形態を Cr_2O_3 が取ることから



の生成機構の外に、 $\text{FeO}\cdot\text{Cr}_2\text{O}_3 \longrightarrow$ ある process $\longrightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3$ なる相変態の機構も考えてもよいと思われる。

3) 800°C 前後の後熱処理を与えることにより、偏光下で赤色ないし赤橙色、または黄色を示すものが減少してくるが、これに対して、D. C. HILTY³⁾は Cr_3O_4 と命名している。しかしX線解析の結果と、光学的観察を對比させると、いわゆる Cr_3O_4 に近い歪み度を有する $c/a=0.90$ なる $\text{FeO}\cdot\text{Cr}_2\text{O}_3$ から $c/a=0.95$ の $\text{FeO}\cdot\text{Cr}_2\text{O}_3$ に至る範囲のものが、これらに相当していると考えられる。

文 献

- 1) 足立・岩本: 学振 19 委 7170 (介在 87)
足立・岩本: 鉄と鋼, 49 (1963) 10
- 2) 足立・岩本: 日本化学会・窯業協会・鉱物学会共催「人工結晶討論会」昭和 38 年 11 月名古屋にて講演
足立・岩本: 学振 19 委 7325 (介在 98)
- 3) D. C. HILTY, W. D. FORGENG & R. L. FOLKMAN Trans. Inst. Met. Soc., Amer. Inst. Min. Eng., 203 (1955), p. 253~68
- 4) H. M. CHEN & J. CHIPMAN: Trans. Amer. Soc. Metals, 38 (1947), p. 70
- 5) 足立・岩本・上田: 日本金属学会昭和 39 年春季大会発表予定

(78) 金属研磨薄片法による鋼中非金属介在物の研究

八幡製鉄, 東京研究所

理博草鹿履一郎・〇佐々木 稔・浜田 広樹

Study on Nonmetallic Inclusions in Steels by the Method of the Polished Thin Section of Metals.

Dr. Riichiro KUSAKA, Minoru SASAKI and Hiroki HAMADA

I. 緒 言

通常、岩石の鉱物組織を調べるのに、岩石の薄片(厚さ約 30μ) を作つて光学的性質を観察するが、とくに微細な組織の場合は、薄片の検鏡面をバフ仕上げして反射光、透過光の何れによつても観察できるような“研磨薄片”を使用することがある。

鋼中の非金属介在物の鉱物組織を調べる場合には、その組織状態が保持されるような検鏡試料を製作しなければならないが、それには研磨薄片が最良と考えられる。

われわれは非金属介在物を含む鋼材の研磨薄片を製作し、岩石顕微鏡によつて光学的性質を調べるとともにX線マイクロアナライザーによる分析を行なつたが、こうした方法は非常に有用と思われるので、その研究の結果を報告する。

II. 実験方法

1 金属研磨薄片の製作

非金属介在物を含む鋼材試料をまず鏡面に仕上げてから、この面をスライドガラスに貼りつける。試料の厚さは予め 1mm 以下にしておくのがよい。

接着剤は接着強度の高いものが必要だが、そのほかに岩石鉱物薄片の製作の際に使用されるカナダバルサムと同じ性質(無色透明、非晶質、屈折率)が要求される。“イーストマン-910”がこれに近い性質をもち、接着強度も $3\text{kg}/\text{mm}^2$ と非常に高いので、これを使用した。

スライドガラスに貼りつけた試料は研磨紙で荒いものから細かいものへと順に磨いて行くが、磨擦熱のために接着剤が劣化しないように注意するとともに、研磨面と接着面が平行になるよう注意深く磨かなければならない。最終の厚さは、介在物の微細な鉱物組織を見るためには、 $7\sim 8\mu$ にするのが適当と思われる。最後にアルミナのバフ研磨(椿油などを使用)して介在物表面の研磨キズをとつて仕上げる。

2 岩石顕微鏡による薄片中の非金属介在物の観察

岩石顕微鏡によつて観察される事項は数多いが、鋼中の非金属介在物には微細な鉱物からなる共生組織をもつものが多いので実際に観察できる事項は制約される。これまでわれわれが観察したのはおもにつきの事項であつた、(イ)透明度および色: 反射色、透過色は鉱物組織を決定する上で非常に重要な役割を果す。透過色の観察は、色調をはつきりさせるためにコンデンサー(薄片に投射する偏光の大部分が同心の円錐を形とつて斜に入る)を差し込んで行なうようにした。(ロ)形: 介在物の内部で結晶の破壊が起つており、外形と結晶形が一致しない場合が多い。ただし伸びた介在物で伸長方向の光学性の判るときがある。(ハ)光学異方性と等方性の区別;

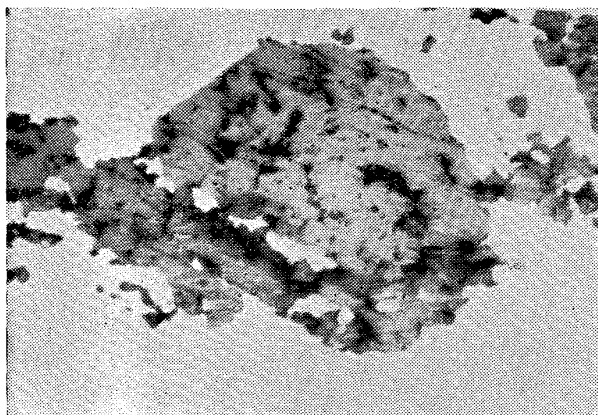


Photo. 1. Reflection $\times 400(1/2)$

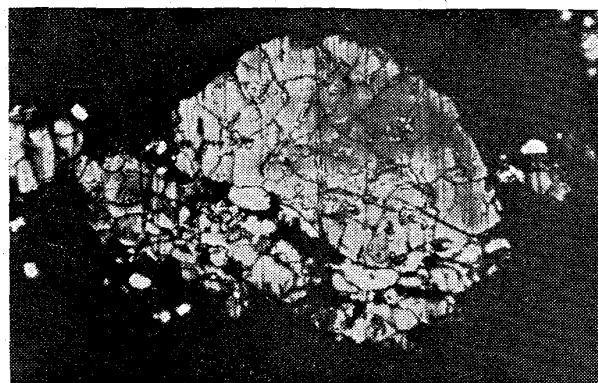


Photo. 2. Transmission $\times 400(1/2)$

一般に容易であるが、微粒 (1μ 以下) の凝集した組織は注意を要する。
 (二) 干渉現象: 薄片製作の途中, $20\sim 30\mu$ のときに予め観察しておく。

以上の観察により介在物の鋳物組織の状態は大体知ることができる。

3 X線マイクロアナライザーによる分析

薄片の観察によつて非金属介在物を構成する鋳物種の見当がつくから, マイクロアナライザーによる分析の容易な部分を予め探し出しておく。

使用したマイクロアナライザーは ARL 製である。

予め見当をつけた点に, 径約 1μ に絞つた電子線をあて, 波長分析を行ない, 検出された成分元素について定量分析を行なつた。定量分析は, その元素の純金属を基準にし, 一次近似で含有量を算出し参考値とした。さらに各元素で sweep 像を調べ, 介在物を構成する鋳物種に見落しがどうかを確認した。

最後に薄片の観察および X線マイクロアナライザーの分析の結果を総合的に判断して, 非金属介在物を構成する鋳物の同定を行ない, 介在物の鋳物組織を決定した。

III. 実験結果および考察

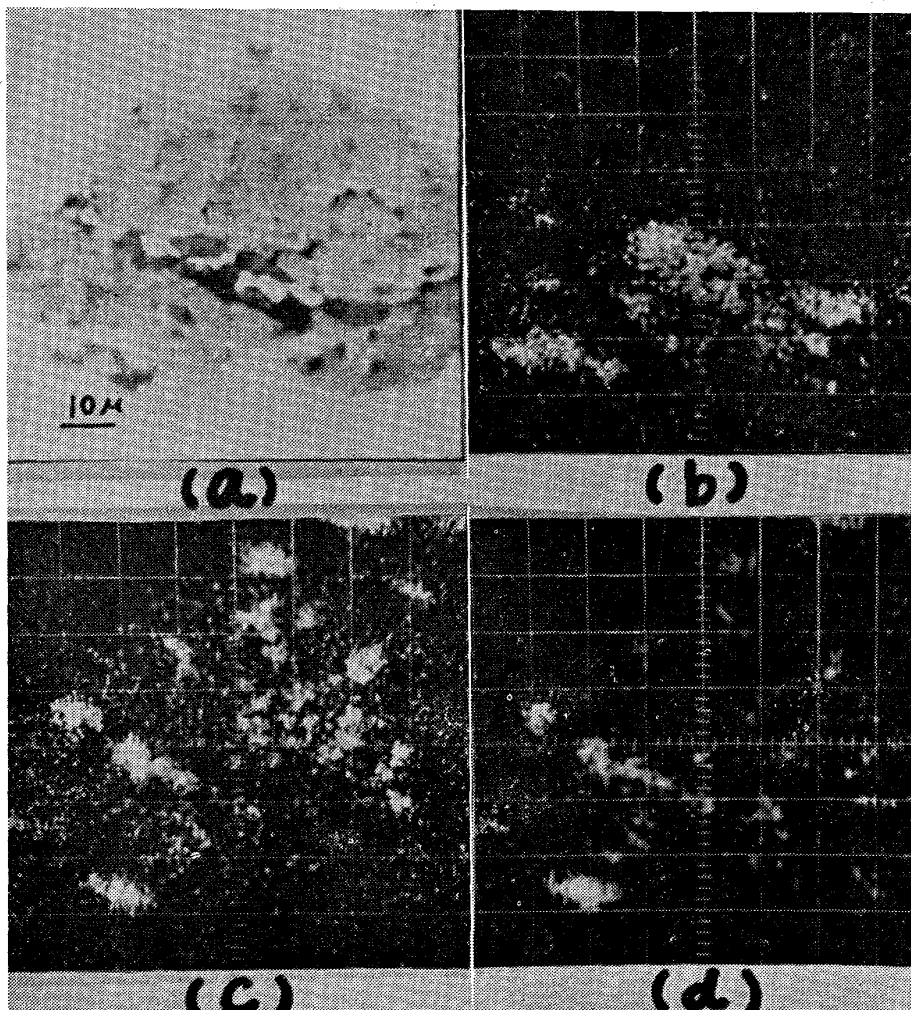
実験結果の一例をつぎに示す。

1 介在物試料

鋼種は SP で平炉リムド鋼, 板厚は $2\cdot 3\text{mm}$ で鋼塊頭部。薄片試料は鋼板平面に重直, かつ圧延方向に平行に切り出したものである。薄片厚さは約 8μ である。

2 顕微鏡観察

Photo. 1, 2 は反射および透過(開ニコル)の顕微鏡写真である。介在物各部分の透過色は Fig. 1 に示した。図中の梨地部は黄褐色で光学的等方体であり, 反射では灰色部である。粒状部は微粒が集合しているものと点在



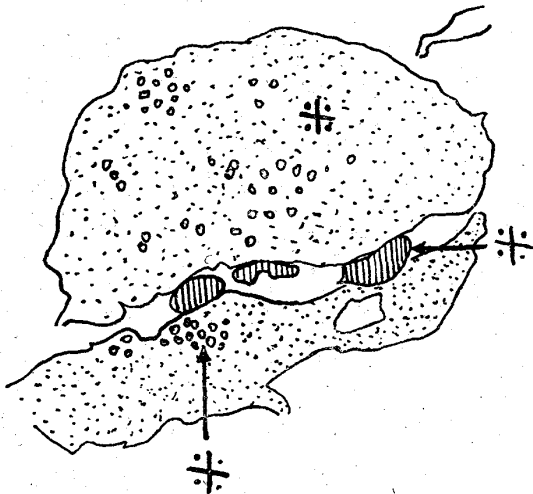
a) Electron image b) Si-X-ray image c) Cr-X-ray image d) Al-X-ray image

Photo. 3. Scanning image.

しているものを指しているが, 帯赤黄色で光学的等方体である。しかしこれは, 反射面では見出されない。斜線部は, 帯黄色で光学的異方体であり, レターデーションが大きい(複屈折率が大きい)。なお, 反射写真で見られる黒色部はバフ研磨不十分のための凹凸である。

3 X線マイクロアナライザーによる分析結果および sweep 像

波長分析の結果を一括して Table 1 に示した。なお, 分析個所は Fig. 1 に記してある。梨地部は Mn, Fe



Dotted area; Yellowish brown, isotropic
 Fine particles; Reddish yellow, isotropic
 Hatched area; Yellowish, strongly anisotropic
 (* Analysed part with XMA)

Fig. 1. Optical properties of inclusion

Table 1. Result of X-ray microanalysis

Wave length	Intensity		
	Dotted area	Fine particles	Hatched area
Mn $K\alpha \times 4$	87	36	56
Al $K\alpha$	0	30	0
Fe $K\alpha \times 4$	25	34	23
Si $K\alpha$	0	0	52
Cr $K\alpha \times 2$	16	Scale out	0
K $K\alpha$	0	0	4
Ca $K\alpha$	10	16	57
Ti $K\alpha$	0	0	4

が主成分で Cr, Ca をわずかに含む。なお、定量分析では Mn: 45.9% (as MnO 59.3%), Fe: 15.9% (as FeO 20.4%), Cr: 0.0% であつた (いずれも補正せず)。粒状部は Mn, Fe, Cr, Al, が主成分で Ca をわずかに含んでいる。斜線部は Mn, Fe, Si が主成分で Ca をわずかに含む。

Si, Cr, Al の sweep 像写真を Photo. 3 に示したが, Cr, Al は粒状部に, Si は斜線部に一致している。

4. 鉍物の同定および鉍物組織の決定

以上の結果を総合して考察すればつぎのごとくである。

- 梨地部: (Mn, Fe) O
- 粒状部: spinel, (Mn, Fe) (Cr, Al)₂O₄
- 斜線部: Tephroite, (Mn, Fe)₂SiO₄

IV. 結 言

鋼中非金属介在物の鉍物組織を調べるために、介在物を含む鋼材の研磨薄片を製作した。

岩石顕微鏡で介在物の微細な鉍物組織を観察するためには、薄片の厚さは 7~8 μ にしなければならなかつた。顕微鏡観察によつて非金属介在物の鉍物組織の状態がわかり、組織を構成する鉍物種もある程度推定することができた。

観察後介在物中の各種鉍物の分析を X 線マイクロアナライザーで行なつた。

最後に介在物各部の光学的性質および X 線マイクロアナライザーによる分析結果を総合的に考察し、その非金属介在物を構成する鉍物を同定し、組織を決定することができた。

(79) (Fe·Mn) O 系介在物の挙動について

(圧延の際の鋼中非金属介在物の変形—II)

金属材料技術研究所

工博○内山 郁・角田 方衛

On Behaviour of (Fe·Mn) O Inclusions.
 (Deformation of nonmetallic inclusions in steel during rolling of steel—II)

Dr. Iku UCHIYAMA and Masae SUMITA.

I. 緒 言

前報において、Mn 脱酸を行なつた 2 鋼種 (S10C, SK 3) を条件をかえていろいろの熱間圧延を施した際の介在物、主として MnS と MnO の変形について報告した。その結果、介在物の変形度は、圧延温度、圧延比のほか、介在物の種類とその鋼の基地の性質などに関係があることが分つた。本実験は、Mn 脱酸の場合に生ずる FeO-MnO 系介在物について基礎的にその変形を調べることが目的として行なつたもので、いろいろの Mn 添加量の場合の試料の清浄度変化、生成介在物の組成と硬度の変化、圧延温度と圧延比をかえて熱間圧延した際の介在物の変形などについて結果を述べる。

II. 供 試 材

高周波電気炉 (5kg 溶解, マグネシアルッポ) で電解鉄を大気中溶解し、Mn 脱酸量を 0%, 0.15%, 0.50%, 2.00% にした鋼塊をそれぞれ 2 本づつえた。これらの鋼塊を、それぞれ 1250~1000°C および 1000°C 以下の 2 種類の温度範囲で圧延比 9 および 36 になるように熱間圧延した。試料の記号をつぎに示す。

Mn 脱酸量	圧延温度	圧延比
0%	{ 1250°C ~ 1000°C — 9 1000°C 以下 — 9	記号 (MH0001), 36(MH0002)
		記号 (ML0001), 36(ML0002)
0.15%	{ 1250°C ~ 1000°C — 9 1000°C 以下 — 9	記号 (MH0151), 36(MH0152)
		記号 (ML0151), 36(ML0152)
0.50%	{ 1250°C ~ 1000°C — 9 1000°C 以下 — 9	記号 (MH0501), 36(MH0502)
		記号 (ML0501), 36(ML0502)
2.00%	{ 1250°C ~ 1000°C — 9 1000°C 以下 — 9	記号 (MH2001), 36(MH2002)
		記号 (ML2001), 36(ML2002)

III. 実験方法

- (1) 介在物の同定……X 線マイクロアナライザーおよび X 線回折, 電子顕微鏡などで行なつた。
- (2) 清浄度の測定……JIS 法により介在物の面積率を求めた。
- (3) 硬度測定……各試料について、その介在物および基地鉄の硬度をピッカース微小硬度計で測定した。
- (4) 介在物の観察……光学顕微鏡で形態的观察を行