

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

ない、さらに電子顕微鏡で観察した。

(5) 介在物の変形度の測定……接眼移動測微計を用い、前報¹⁾と同様に測定、計算を行なった。

IV. 結果および考察

(1) 清浄度

試料中の介在物を大型介在物 (50~250 μ) と小型介在物 (50 μ 以下) に分けてそれぞれの面積率を求め、Fig. 1 に示した。ここで小さい介在物は、アズキャストの分布状態から凝固末期に析出または晶出したものと考えられる。測定結果から、Mn 脱酸量を変えても存在する大型介在物の量はあまり変わらず、小型介在物は急激に減少していることが分る。したがって、全介在物の面積率が Mn 脱酸量の増加に伴って減少するのは、小型介在物の減少に依存する。これは、Mn 脱酸量が少ない場合には、溶鋼中にかなり酸素が残存し、凝固の際にそれらが小さな介在物として晶出あるいは析出するのに対し、Mn 脱酸量が多いと溶鋼中での Mn を含む酸化物の生成、凝集が多く (一部は浮上すると考えられる。すなわち大型介在物が減少する)、残存酸素量が低下して、凝固の際の小さな介在物としての出現が減少するためと考えられる。

(2) 介在物の組成変化

Mn 脱酸量の異なる各試料中の介在物の組成を X 線マイクロアナライザーで調べた結果、いずれも Mn と Fe からなる酸化物で、Mn 脱酸量の増加にしたがい介在物中の Mn 量が増加している。ここで介在物中の Mn 量は MnO として、Fe 量は FeO として存在すると考えて、Mn 量についてプロットしてみると Fig. 2 のよう

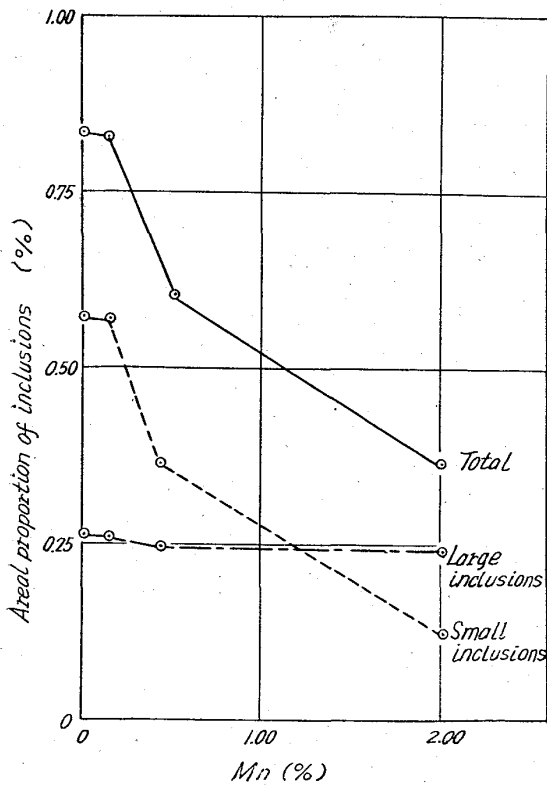


Fig. 1. Relation between added manganese content and real proportion of inclusion in steel.

になる。この MnO 量の増加の傾向は、他の報告²⁾³⁾とほぼ一致している。

(3) 硬度測定結果

各試料の硬度および介在物の硬度の値の 1 例を Fig. 3 に示す。介在物の硬度は Mn 脱酸量の増加とともに上昇する。これは上記 (2) の結果すなわち介在物中の Mn 量の増加によることが明らかである。なお、Mn 脱酸量 2.00% の場合の介在物の硬度は、測定の際に介在物が破壊するため、正確な値を示し得なかつた。一方、基地鉄の硬度は Mn 脱酸量に対してあまり大きな変動がなかつ

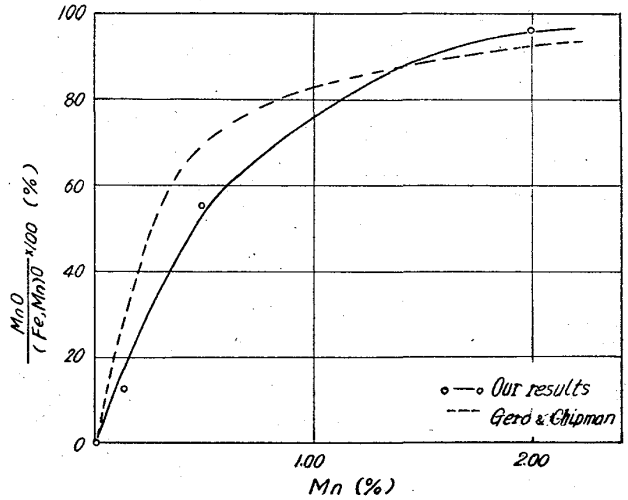


Fig. 2. Relation between added manganese content and MnO inclusion.

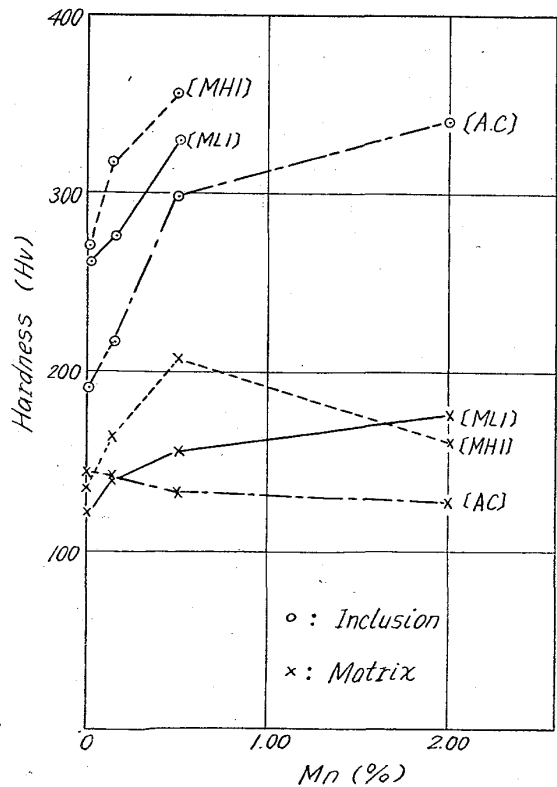


Fig. 3. Relation between added manganese content and hardness of inclusion and matrix.

た。また、鑄込んだままの試料中の介在物よりも圧延後の介在物の硬度の方が高くなっている。これは圧延の影響として考えられよう。

(4) 介在物の変形量

Fig. 4 に示すように、(Fe·Mn)O 系介在物は、各 Mn 脱酸量の場合を通じて、圧延比の増加とともに介在物の変形量は増加し、圧延温度が低い場合の方が変形量が大きい。ここで変形量としては前報¹⁾の場合と同様、介在物の圧延方向の長ささとそれに直角方向の巾の比をとった。圧延温度と圧延比を一定にとると、介在物中の Mn 量の増加とともにその介在物の変形量は減少するが、ある Mn 量を越えると再び増加する傾向を示した。この変形量極小値を示す Mn 量およびその原因についてはさらに検討中である。

次に介在物の大きさと介在物の変形量の関係を求め、

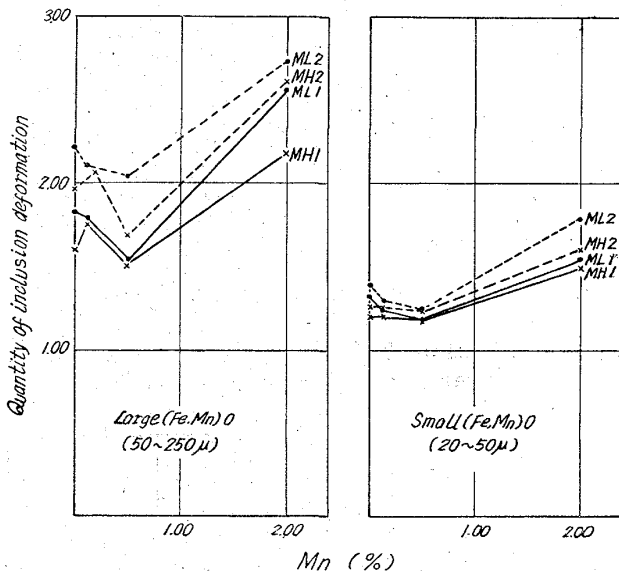


Fig. 4. Relations between added manganese content and quantity of inclusion deformation.

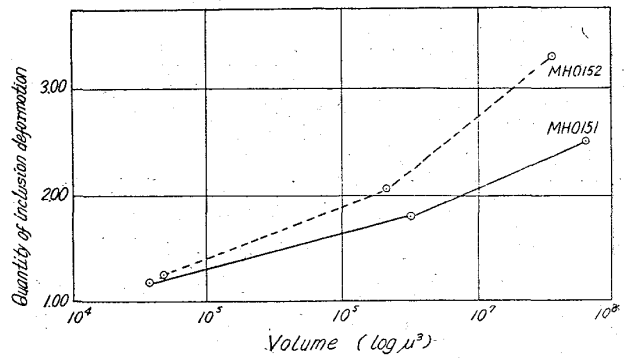


Fig. 5. Relation between size of inclusion and quantity of its deformation.

それを Fig. 5 に示した。横軸には、変形した介在物は回転楕円体をなしていると仮定してその容積を求め、その対数値をとった。すなわち、介在物が大きくなるほどその変形量は大きくなるが、その増加の割合は減少してゆくことがこれから推定される。

(5) 介在物の形態的観察

圧延前の介在物の形状は、Mn 脱酸量が少ない場合にはほとんど球状をなしているが、Mn 量の増加とともに介在物、特に小さい介在物は不定形のものが多くなっている。

熱間圧延した後では、各試料の場合とも、大型介在物の一部は破断 (shear) している状況が見られ、それに対して小さい介在物はほとんど破断されたものはない。これは介在物の変形量と関係づければ説明し得ると思われる。

文 献

- 1) 内山, 角田: 鉄と鋼, 49 (1963) 3, p. 1468
- 2) H. B. GERO, J. CHIPMAN: Trans. Met. Soc., Amer. Inst. Min., Met. & Pet. Eng., 167 (1946) p. 111
- 3) 学振 19 委資料 No. 6739 (介在 68) (八幡製鉄提出)