

Table 7. Silica and silicate.

Sample No.	Si	Mn	Al	MnO ₂	Scale (g)	Crucible	Atmosphere	Max. temp. (°C)
1	1.0				2.5	SiO ₂	Nearly air	1670
2	1.6	0.9	0.4		8.0	SiO ₂	"	1670
3	0.5			2.0		MnO ₂	"	1670
4	1.0	0.9	1.0		8.0	Al ₂ O ₃	"	1700

Table 8. Micro-Vickers hardness and structure.

Sample No.	Micro hardness	Structure
1	Gray grain 850 White gray matrix 620	Silica Fe-Silicate
2	Gray grain 740	Silica
3	White gray grain 340 Gray matrix 650	MnO Mn-Silicate
4	White gray crystal 1800 White gray matrix 1200	α Al ₂ O ₃ Fe Mn Al Silicate
SiO ₂	850~930	

MnO-FeO 系または MnO 介在物の発生条件を調査するため、MgO および MnO₂ ルツボを使用し、Table 5 の溶解試験を行なった。加熱冷却法は前項 α アルミナの実験の場合とほぼ同様であつた。No. 1, 2, 3 については大気に近い雰囲気、No. 4, 5 については弱還元性で、また No. 6 は還元性で溶製した。また No. 4, 5 の試料については MnO は得られず、MnO₂ となつたものと考えられる。No. 6 の試料では MnO-SiO₂ の二元系より MnO の析出をねらつたものであり、肉眼で緑色の MnO を主成分とするものが得られた。これら試料の微小硬度を測定したものおよび組織を Table 6 に示した。

(iii) Silicate

Silica または silicate 系介在物の発生条件を調査するため SiO₂ その他のルツボを使用し、Table 7 の溶解試験を行なった加熱徐冷の方法はおおむね前項と同様である。

No. 1, 2 は SiO₂, No. 3 は MnO, No. 4 α Al₂O₃ を silicate より析出させようとしたものであり、また以上の試料および石英についての微小硬度を測定したものを Table 8 に示す。sample No. 1, 2 の灰色結晶 (silica) はもろく圧痕が不鮮明で硬度は若干低く示されている。

IV. 結 言

砂疵の顕微鏡的形態、化学成分さらに結晶組成の硬度

測定を行なうとともにこれら結晶組成の発生過程につき 2, 3 の実験を行なった。 α Al₂O₃, MnO, SiO₂, MnO-FeO および sulphide などについてはその性状を明らかにすることができたが、複雑な構造の silicate や aluminate などについてはなお不明なところが多い。また微小硬度はきわめて硬度の高い α Al₂O₃, もろい SiO₂ の外は一般に容易に測定された。

(146) クリンガーコッホ法によるリム ド鋼鋼塊の分塊圧延時における 非金属介在物の挙動について

(鋼中非金属介在物の研究—Ⅲ)

住友金属工業

中央技術研究所 工博〇下 川 義 雄

和歌山製造所 理博 藤 井 毅 彦

" " 山 本 鷹 義

On the Behaviour of Non-Metallic Inclusions in the Blooming of Rimmed Steel Ingots by Klinger-Koch Method.

(Study of non-metallic inclusions in steels—III)

Dr. Yoshio Shimokawa, Dr. Takehiko Fujii
and Takayoshi Yamamoto.

I. 緒 言

リムド鋼の非金属介在物の抽出は鋼塊より切出した試料をクリンガーコッホ法にて電解抽出することにより良好なる結果を得ることができた。これらの結果は前回に報告したとおりである。その鋼塊試料から抽出された非金属介在物の大部分は直径 0.1mm~1.0mm に達する大きな球状介在物である。このような大きな非金属介在物がその後の圧延工程でどのように変化するかを明らかにすることは鋼材の品質向上のため重要なことである。

したがつてわれわれはいろいろの分塊圧延工程の鋼材から、同様の方法で非金属介在物を電解抽出し、種々の試験を行なった。その結果につき報告する。

II. 試験方法

1. 供試材

供試材は Table 1 に示す化学成分の同一溶解、同一定盤の低炭素リムド鋼鋼塊 (2.25 t) の 5 本である。

Table 1. Chemical composition (Ladle)

Mark	C	Si	Mn	P	S
0	0.08	0.01	0.35	0.011	0.022

2. 分塊圧延

供試材は鋼塊からスラブまでの圧延工程において、各工程からそれぞれ取出したもので圧延方法、圧延寸法、および圧延率は Table 2 に示すとおりである。

3. 試験片採取位置

鋼塊および圧延鋼材からの電解試験片採取位置は鋼塊の top, middle, bottom に相当する部分の中央部からそれぞれ $\phi 20\text{mm} \times 70\text{mm}$ の試験片を切出した。

4. 非金属介在物の抽出

非金属介在物の抽出に前回と同様に、クリンガーコップの水簸法と塩素化法で行なった。

a. 電解ならびに水簸による分離……水簸法

b. 電解ならびに塩素化処理による抽出……塩素化法
以上の方法で得られた非金属介在物について顕微鏡観

察、化学分析ならびに X 線回折を行なった。

III. 試験結果

1. 形態の変化

鋼塊ならびに圧延率の異なつた各供試材から水簸法で抽出された非金属介在物の代表的な顕微鏡写真は Photo 1 に示すとおりである。

鋼塊の球状介在物はいずれも圧延率にしたがつて伸びているのが見られる。すなわち球状介在物 (大きなもの直径 $0.1 \sim 0.7\text{mm}$) は Cal. I の 4 pass (圧延率 33.1%) で楕円体 (長さ $0.13 \sim 1.0\text{mm}$) となり、つぎの Cal. I の 2 pass (合計圧延率 42.3%) でさらに細長い楕円体 (長さ $0.2 \sim 1.8\text{mm}$) となる。もう一度 Cal. I で 4 pass (78.8%) を行なうと介在物は薄く竹葉状 (長さ $0.3 \sim 4.0\text{mm}$) に伸ばされ、ほとんど厚さはなくなる。最終のスラブ (85.4%) ではさらに薄く長く (長さ $0.5 \sim 5.3\text{mm}$) 伸びている。

以上の球状介在物の伸び方と鋼材の伸びとの関係をみると Fig. 1 に示すように、ほぼ直線的関係が得られる。

なお水簸法の残渣を念のため塩素化処理すると前回の報告と同じように小さな介在物が抽出される。これらの小さな介在物も水簸法で分離した大型介在物と同じようにいずれも圧延率にしたがつて伸びている。

塩素化法では大きさの全範囲の介在物が抽出される。これら抽出介在物の形態の変化は水簸法の場合と同じでいずれも圧延率にしたがつて伸びている。

2. 抽出介在物の分析値

水簸法により抽出された介在物の化学分析結果は Table 3 に示すとおりである。

以上のように圧延材より抽出された介在物



Rolled 33.1% Rolled 78.8% $\times 15$ (1/2)
Photo. 1. Extracted inclusions from blooms.

Table 2. Rolling method in the blooming of ingot steels.

Mark	Rolling method	Rolled size	Rolled %	Elongation %
0	Ingots	Top 430×430×1790 Bottom 470×470×1790		
0-1	Cal. I 4 pass (no turn)	295×470×2300	33.1	1.6
0-2	Cal. I 4 pass → first turn → Cal. II 2 Pass →	360×355×2800	42.3	2.2
0-3	Cal. I 4 pass → first turn → Cal. II 2 pass → second turn → Cal. I 4 Pass	98×400×7000	78.8	4.4
0-4	Cal. I 4 Pass → first turn → Cal II 2 pass → second turn → Cal. I rolling by slabs (75×350)	76×354×11200	85.4	8.0

Table 3. Chemical composition of inclusions extracted from the center of ingots and blooms.

Mark	Part of samples	Samples (g)	Extracted inclusions		Composition of extracted inclusions %					Rolled %
			mg	%	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	FeO	Total	
0	Top	21.1	1.0	0.0046	14.0	20.2	45.5	13.8	93.0	Ingot
	Middle	21.8	1.4	0.0064	17.4	15.6	36.8	15.2	85.0	
	Bottom	21.3	5.0	0.0237	17.6	12.7	31.7	28.2	90.2	
0—1	Top	22.4	1.4	0.0062	19.5	10.0	49.0	10.3	88.8	33.1
	Middle	19.9	1.6	0.0080	18.6	14.9	40.5	8.2	83.2	
	Bottom	21.2	6.0	0.0283	15.8	18.7	40.5	13.5	88.5	
0—2	Top	21.7	1.2	0.0055	20.1	10.4	44.4	8.5	83.4	42.3
	Middle	19.9	2.5	0.0125	18.3	17.5	40.8	11.6	87.4	
	Bottom	20.9	4.5	0.0215	19.5	17.8	38.8	13.1	89.2	
0—3	Top	23.4	1.0	0.0042	20.0	11.7	48.0	10.5	90.2	78.8
	Middle	18.8	1.3	0.0069	19.1	13.8	45.8	11.2	84.9	
	Bottom	19.8	3.1	0.0156	18.7	15.1	44.1	10.2	88.1	
0—4	Top	22.0	0.8	0.0036	18.8	10.6	43.7	9.3	82.1	85.4
	Middle	18.7	1.0	0.0053	16.6	18.4	41.6	10.1	86.6	
	Bottom	20.0	1.8	0.0090	19.5	17.6	40.2	11.3	87.8	

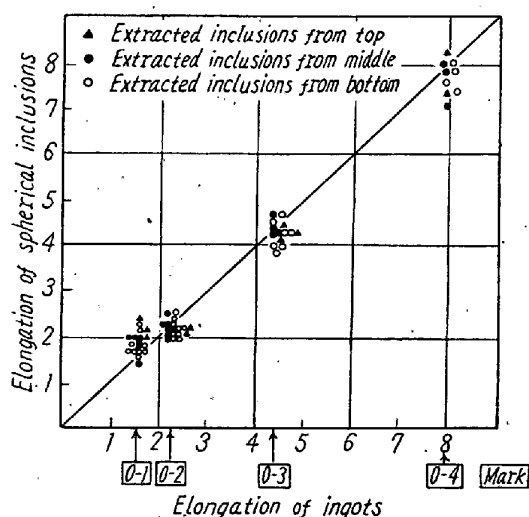


Fig. 1. Relation between elongation of spherical inclusions and elongation of ingots in blooming.

の組成は、鋼塊より抽出された介在物と同じであり、いずれも MnO を主成分とするものである。これらの抽出介在物はX線回折でも同じく Mn_2SiO_4 と Fe_2SiO_4 がその主要構成物質となつている。したがつて分塊圧延による非金属介在物の組成変化は見られない。

圧延材から抽出した介在物の重量は圧延率 33.1% の bottom では 0.028% であるが、42.3% では 0.021%, 78.8% では 0.015 % となり、85.4% のスラブでは 0.009% となつている。すなわち鋼材の圧延比が大きくなると非金属介在物は分散し同一重量の試料から抽出される非金属介在物の量は少なくなつている。また鋼塊の

位置ではいずれも bottom 側に多い。

塩素化法では大きさの全範囲のものが抽出される。(分析値略)

IV. 結 言

リムド鋼鋼塊の分塊圧延時における非金属介在物の挙動を介在物を抽出することにより、しらべた結果つぎのことが明らかとなつた。

1. リムド鋼鋼塊中の球状介在物は分塊圧延により伸ばされる。その伸び方と鋼塊の伸びとはほぼ直線的関係を有する。
2. 鋼塊の球状介在物は圧延率にしたがつて伸びている。すなわち抽出介在物は球状から、楕円体 (圧延率 33.1%) となり、つぎに細長い楕円体 (42.3%) さらに竹葉状 (98.8%) となり、最終のスラブではさらに薄く長い竹葉状 (85.4%) と、圧延率にしたがつて介在物の形態が変化している。
3. 圧延材の抽出介在物の組成は鋼塊より抽出した介在物と同じで、いずれも Mn_2SiO_4 , Fe_2SiO_4 を主成分とするものであり、分塊圧延による組成の変化は見られない。

(147) 高周波焼入の焼割感受性に対する非金属介在物の影響について

日立製作所電有工場 本 間 八 郎

Effect of Non-Metallic Inclusions on Induction-Hardening Crackability.

Hachiro Homma.