

扁平リムド鋼塊の S 偏析におよぼす鋼塊形状の影響*

(大型扁平リムド鋼塊の偏析の研究—I)

森永孝三**・北川一智***・佐藤 進****・泉 総一***

Influence of the Ingot Size on Segregation of S in Rimmed Steel Slab Ingots.

(Study on segregation in large rimmed steel slab ingots—I)

Kozō MORINAGA, Kazutomo KITAGAWA, Susumu SATŌ and Sōichi IZUMI

Synopsis:

Recent advance of steelmaking, especially application of LD process has made it necessary to use an enlarged rimmed slab ingot. Under this circumstance, it became important to select the dimensions of the ingot so that the segregating zone may be as small as possible and high yield of slabbing may be ensured.

Authors investigated the effect of dimensions of ingot on the segregation, used several experimental molds with varied thickness, height, ratio of width to thickness and weight, in Muroran Iron Works, Fuji Iron & Steel Co. Ltd.

The obtained results were as follows.

(1) The effect of three factors representing the design of ingot on sulphur-segregation seems to be greater in the following order; thickness, height and width.

(2) Increase in the thickness of ingot tends to reduce the degree of max. segregation, change the location of max. segregating zone (segregating ratio is over 4).

In the case of track-time being less than 3 hrs, two peaks of segregation appear as the thickness of ingot exceeds 800mm.

(3) When the height of ingot is increased, the location of max. segregation is changed to top-side and the range of high segregating zone is reduced.

(4) The high segregation of rimmed steel ingot consists of two kinds of segregation, one with the location changed to bottom-side and one with the location not changed by the dimensions of ingot. And as these segregations are overlapped, the peak appears only one, besides double peaks do as the segregation is separated.

(Received 21 Aug. 1963)

I. 結 言

リムド鋼塊は高い分塊歩留と良好な表面性状をもつので、各種の鋼板の製造に広く用いられているが、周知のとおり、この種の鋼塊の頭部側には、濃厚な成分偏析を生じ^{1)~3)}。これは成品の均質性および加工性に悪影響を与える。

一方、最近の製鋼技術の進歩、特にLD法の採用は鋼塊の大型化を余儀なくする傾向にあり、これにともなつてリムド鋼塊頭部の濃厚偏析の問題が特に重要視され、工業的見地からは濃厚偏析部が小さく、かつ歩留の高い鋼塊形状の選定が非常に重要な問題となつてきた。

大型リムド鋼塊のこの種の偏析については、最近かなり多くの研究報告^{6)~11)}が見られるが、偏析におよぼす要

因は多く、また各研究者の対象とした調査鋼塊の製造条件がそれぞれ異なるため、未だ明確な結果が得られていないのが現状である。

そこで、筆者らは室蘭製鉄所の各種の作業条件に適した良質な大型扁平リムド鋼塊製造上の指針を得るため、リムド鋼塊頭部側濃厚偏析におよぼす鋼塊形状および造塊条件の影響を検討し、かなりの程度その影響を明らかにすることができたので、その結果について述べる。

* 昭和37年10月本会講演大会にて発表
昭和38年8月21日受付

** 富士製鉄広畑製鉄所技術管理部

*** 富士製鉄室蘭製鉄所研究所

**** 富士製鉄室蘭製鉄所研究所, 工博

報告は、鋼塊形状の影響と造塊条件の影響の2報に分けて行なうが、本報では主として前者を、第2報では後者と両者の結果をまとめて考察する。

II. 試験鋼塊および調査方法

(1) 試験鋼塊

調査に用いた試験鋼塊は、11種類でそのデイメンションは、Table 1に示すように平均短辺厚さを450mm~910mm、平均長辺長さを1125~1570mm、鋼塊高さ1800~2300mm、扁平比(平均長辺長さ/平均短辺厚さ)を1.30~3.24、単重7.4~17.4tに変化している。これらはいずれも200t固定式平炉で溶製した極軟リムド鋼で、Table 2に示すような取鍋分析値である。なお、鋼塊形状の影響をはつきりさせるために、造塊作業条件をできるかぎり同じにした。トラックタイムは、現場作業に差支えない範囲で、完全凝固時間*以上になることを目標としたが、実際に得られたトラックタイムはFig. 1に示す通りであつた。

(2) 調査方法

偏析の調査は、主として前述の試験鋼塊をスラブに圧延後、その軸心に沿つて縦に切断し、切断面についてサ

Table 1. Size of ingots tested.

Weight (kg)	Thick-ness /width	Thick-ness (mm)	Width (mm)	Height (mm)
7800	3.24	450	1460	1800
7400	2.04	550	1125	1800
9700	2.29	595	1370	1800
14900	1.99	720	1430	2150
14300	2.62	750	1215	2300
14500	1.77	775	1375	2000
15000	1.99	790	1570	1800
14400	1.60	800	1240	2150
16300	1.76	800	1405	2150
17400	1.88	800	1500	2150
15000 ~15500	1.30	910	1180	2000~ 2100

Table 2. Ladle analysis of ingots tested.

Chemical composition	C	Mn	Si	P	S
%	0.07 ~0.10	0.29 ~0.35	<0.01	0.011 ~0.014	0.015 ~0.023

* 岡田芳太郎、河野慎一氏の提出された¹²⁾次式により計算した。

$$\tau = (B + 0.1A)^2 / 45$$

τ : 凝固完了時間 (min)

A: 鋼塊長辺長さ (cm)

B: 鋼塊短辺厚さ (cm)

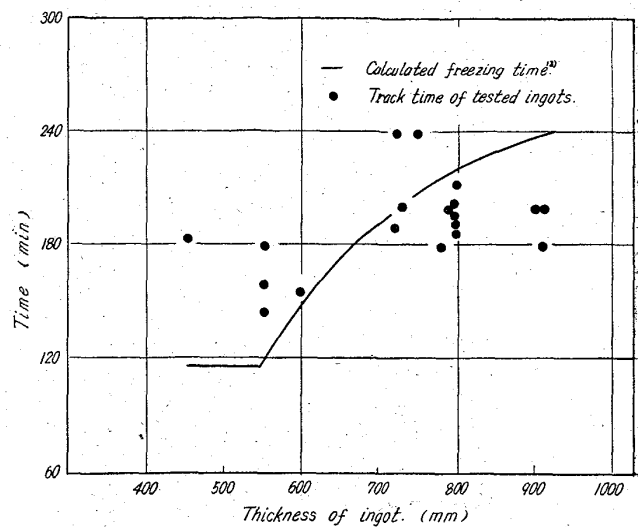


Fig. 1. Track time of ingots tested.

ルフーププリントおよびチェック分析を行なつた結果によつた。なお、一部の鋼塊については、冷塊後縦割りして同様な調査を行なつた。チェック分析試料の採取は、スラブ(厚さ110~160mm、巾950~1260mm)の軸心上(巾と厚さの中心を通る直線)で、鋼塊の頭部側から5%おきに10mmφのドリルを用いてスラブの巾方向に深さ15mm程穿孔して行なつた。冷塊については20mmφのドリルを使用している。

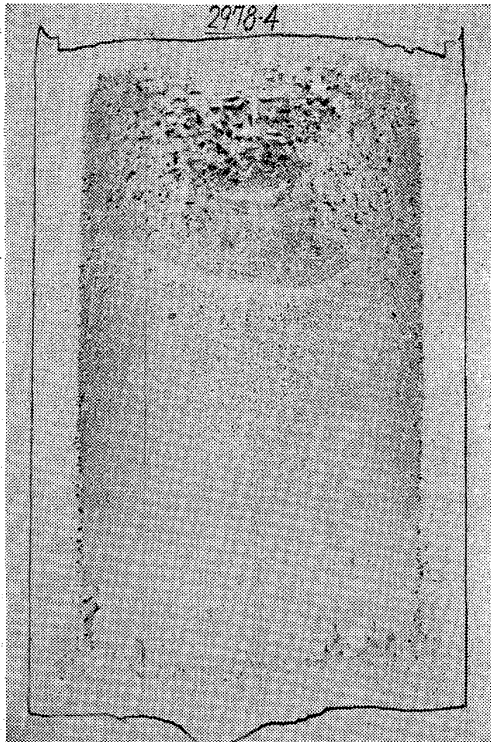
III. 調査結果

鋼塊の形状は、長辺、短辺および高さにより決まるがこれらの要因のうち、いずれが扁平リムド鋼塊の頭部濃厚偏析に最も大きな影響を与えるかを検討した結果、短辺厚さの影響が最も顕著で、鋼塊高さの影響がこれに次ぎ、長辺の影響は比較的小さいことが明らかになつた。テーパーは、各鋼塊ともほぼ同一で、その値も比較的小さいので、その影響については特に調査しなかつた。なお、ここで鋼塊の軸心方向の濃厚偏析の状況を示す指標として、最高濃厚偏析の位置、偏析度(スラブのチェック分析値と取鍋分析値の比)および濃厚偏析の範囲(スラブの軸心線上で、偏析度が4以上を占める長さのスラブ全長に対する割合)を採用した。ここで偏析度4を採用したのは、筆者等が本調査に関連して行なつたリムド鋼の非金属介在物の研究^{13)~15)}において、鋼板の加工性に悪影響をおよぼすと考えられるフレーク状のFeSに富んだ大型硫化物が多量に析出するのがスラブのSチェック分析値で、約0.1%以上であることが判明し、かつ普通平炉で溶製される鋼の取鍋S分析値が0.020~0.025%程度のものであることによる。先に述べたように、工業的見地からは、上記の偏析度4以上の範囲をできるだ

け小さくし、かつ分塊歩留が高い（フィッシュテールおよびメカニカルパイプによる切り捨てが小さい）鋼塊形状をきめることが目標となる。

(1) 扁平リムド鋼塊の高さ方向のS偏析の特徴

リムド鋼塊のSの偏析は、全面偏析としてはリム層とコア層に分かれ、局部的偏析としては気泡性偏析（鋼塊頭部側、リムとコア境界部）および逆U線状偏析¹⁶⁾がある。



×70・2/100 (3/5)

Photo. 1. S-print of rimmed steel ingot (width 550mm, weight 7.4 t)

る。偏析状況の1例として、7t 扁平鋼塊のサルファープリントを Photo. 1 に示す。なお、さらに大型の鋼塊では、後述するように、上記の偏析以外に最終凝固位置に偏析がみられる。この内ここで問題にするのは、鋼塊頭部側の気泡性偏析と最終凝固偏析の両者である。

本調査の結果得られたリムド鋼塊の高さ方向のSの偏析曲線のうちの典型的なもの二つを Fig. 2 に示す。これからわかるように、扁平鋼塊の偏析状況は、鋼塊形状により大きく異なっており、偏析のピークが1つあるものと2つあるものとの二種類に分けられ、後者はほとん

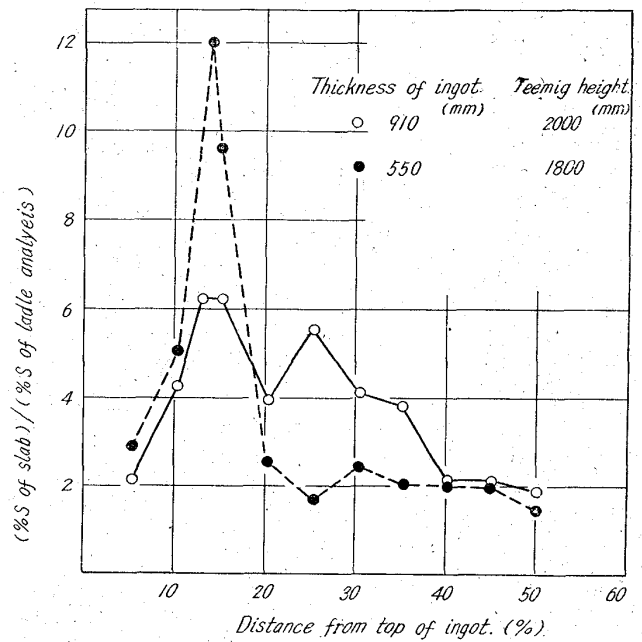
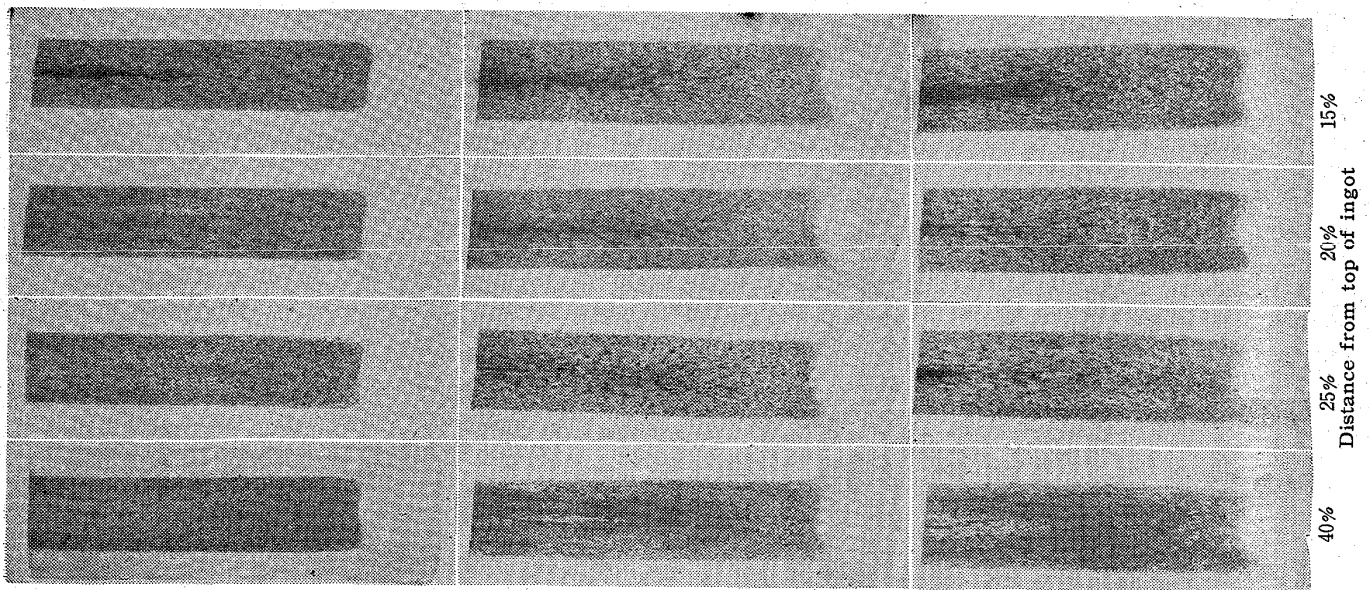


Fig. 2. Typical distributions of sulphur in longitudinal section of slabs.



(a) ingot thickness 550mm (b) ingot thickness 775mm (c) ingot thickness 910mm
Photo. 2. Sulphur print of slabs from various ingots.

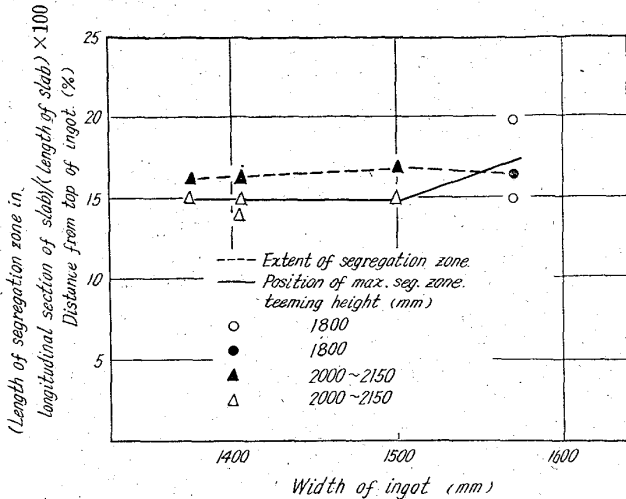


Fig. 3. % Segregation zone over the degree of segregation 4 and the position of max. segregation.

ど短辺の厚い大型鋼塊にみられる。Fig. 2に示した両鋼塊のサルファープリントを Photo. 2(a), (c)に示すが、(c)で明らかなように、第1のピークの気泡性偏析に比較して、第2のピークはスラブ厚さの中心部に集中しており、凝固により濃縮生成した様子を知ることができる。

(2) 偏析におよぼす長辺の影響

Fig. 3. に鋼塊高さおよび短辺厚さがほぼ同一 (775~800mm) で、長辺の長さだけが異なる鋼塊の最高濃厚偏析の位置および濃厚偏析の範囲を示した。Fig. 3によると、この種の鋼塊では、この程度の長辺の長さの変化は濃厚偏析の範囲にはほとんど影響しないものと思われる。一方、最大偏析の位置は長辺の長さが大きくなるとわずかに鋼塊の底部側に移動する傾向があるように思われるが、あまり大きな影響はないようである。しかしながら、本調査で得られた偏析曲線およびサルファープリントの結果によると、短辺厚さが800mm程度の鋼塊では、トラックタイムを3hr程度として長辺長さを1400mmから1500mmに増加した場合、偏析のピークが2つになる徴候が認められ、この結果、長辺長さの増加は濃厚偏析の範囲を多少拡げる可能性がある。

(3) 偏析におよぼす短辺の影響

Fig. 4~Fig. 6に最高偏析度、最高偏析の位置および濃厚偏析におよぼす短辺厚さの影響を注入高さ別、また一部は取鍋S分析値別に示した。次に、これにもとづいてそれぞれにおよぼす短辺の影響について述べる。

(a) 最高偏析度

Fig. 4に示した結果によると、全体的な傾向として、本調査の範囲内では短辺が厚くなる程最高偏析度は低くなる傾向を示したが、短辺厚さがほぼ550mm程度の所

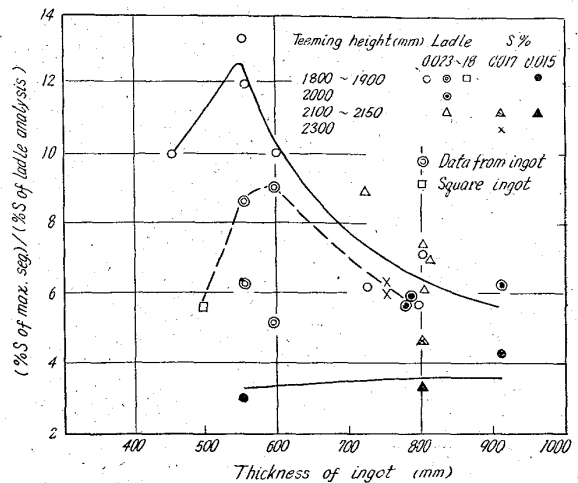


Fig. 4. Degree of max. segregation at the top center of slabs and ingots.

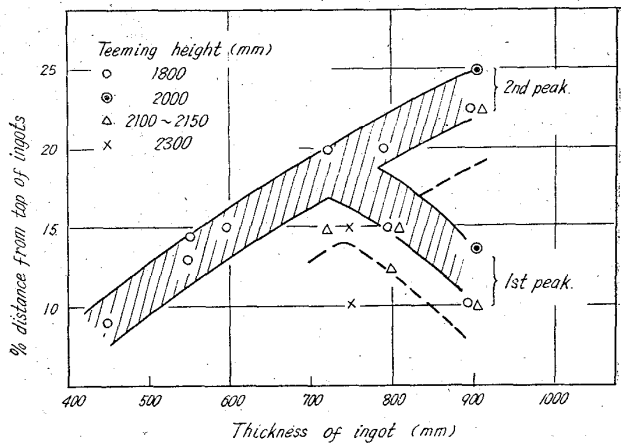


Fig. 5. Position of max. S segregation.

にピークが存在し、これ以下では、短辺が薄くなるにつれて最高偏析度が減少する傾向を示した。Fig. 4中の◎印は冷塊を切断して調査した結果であるが、短辺厚さが550~600mm付近で鋼塊間のバラッキが非常に大きく、不安定な結果を示したが、ほぼスラブからの結果と同様な傾向が観察されている。なお、取鍋S分析値も最高偏析度に影響をおよぼすが、0.015%の程度にさがると、短辺厚さによる最高偏析度の変化は少なくなり、ほとんど一定に近い結果を示した。

(b) 最高偏析の位置

Fig. 5に最高偏析の位置と短辺厚さとの関係を示した。同図によると、最高偏析の位置は、短辺が厚くなるにつれて鋼塊の底部側に移動するが、短辺厚さが800mm程度以上になると濃厚偏析が2つに分離する傾向が認められ、910mmの鋼塊では非常に明瞭な2つのピークが見られる。これについては既にFig. 2に示した。

(c) 濃厚偏析の範囲

Fig. 6に偏析度4以上の範囲と短辺厚さとの関係を示

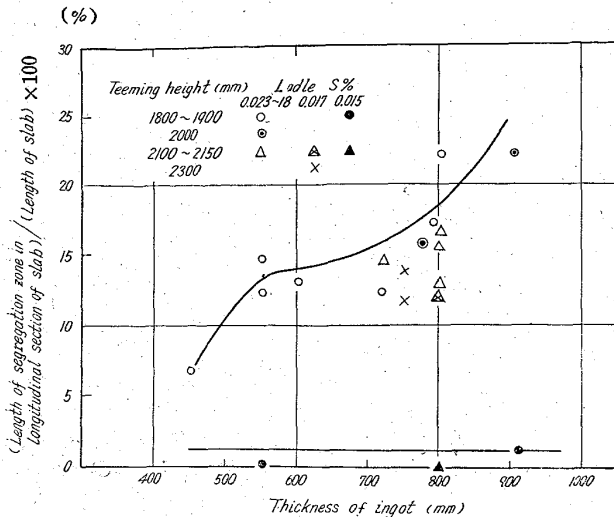


Fig. 6. % Segregation zone over the degree of segregation 4.

した。同図から、濃厚偏析の範囲(%)は一般に短辺が厚くなるにつれて広がる傾向が認められるが、その増加の程度は短辺が550mm以下か、あるいは750mm以上の場合にいちじるしい影響をうけ、550mmと750mmの間ではあまり大きな影響をうけないようである。1例として、Photo. 2(a)~(c)にそれぞれ短辺厚さ550mm, 710mm, 910mmのスラブのサルファープリントによる濃厚偏析の変化状況を示している。

(4) 偏析におよぼす鋼塊高さの影響

偏析におよぼす鋼塊高さの影響を示すために、前述のFig. 4~Fig. 6中に、注入高さの異なる鋼塊の偏析状況を記載した。この結果によると、鋼塊高さの増加は、濃厚偏析部の最高偏析度を幾分高目にする傾向が見られるが、一方最高偏析の位置を鋼塊頭部側に移動させるとともに、濃厚偏析の範囲を減少する傾向が認められる。

以上、リムド鋼塊の高さ方向の偏析におよぼす鋼塊形状の影響を調査した結果を報告したが、これらをまとめると次のようになる。

リムド鋼塊の高さ方向の偏析におよぼす鋼塊形状の影響としては、鋼塊形状を表わす3つの要因のうち、短辺厚さの影響が最も大で、注入高さの影響がこれに続いている。特に短辺厚さの増加は、濃厚偏析範囲を拡大し、最高偏析の位置を鋼塊底部側へ移動するので重要であるが、一方、注入高さの増加はこれと逆の影響をもたらす。また、長辺長さの増加は偏析にあまり大きな影響を与えないが、トラックタイムを幾分増加せしめるので間接的な影響がある。なお、トラックタイムの影響については第2報で報告する。

IV. 考 察

Ⅲにおいて、リムド鋼塊の高さ方向のS偏析におよぼす鋼塊形状の影響を調査した結果を述べたが、以下、これらの結果に基づいて、鋼塊の大型化に際して望ましい鋼塊形状の方向およびこれにともなう問題点を検討するとともに本調査で得られた個々の現象について考察する。

(1) 大型鋼塊の形状

前述のように、リムド鋼塊の高さ方向の偏析は、鋼塊形状によつていちじるしく影響を受けるので、鋼塊を大型化するにあたって適正な鋼塊形状を決めることは、成品の品質および歩留向上の面から重要である。

本調査の結果によると、リムド鋼塊の偏析に特に顕著な影響をおよぼすのは、短辺厚さと注入高さで、長辺長さの影響は少ない。この内、短辺厚さの増加は濃厚偏析の範囲を増大し、偏析部を鋼塊底部側へ拡大するが、鋼塊高さの増加はこれと逆の効果をもつ。しかし、鋼塊形状の問題は偏析のみで決定されるものではなく、当然分塊歩留を考慮しなければならない。この点について、当所で検討した結果では、リムド扁平鋼塊の歩留はほぼ鋼塊高さと同面積とによつて支配され、前者が大、後者が小になるに従つて高くなり、扁平比の影響は通常範囲内ではあまり大きくないことが判明している。

このような点から、ある単重の扁平鋼塊の形状を決める場合、長辺長さは(所定のスラブ巾+エッチング量)によつて大略決まってくるので、残りの短辺厚さと鋼塊高さについてはできるだけ前者を小、後者を大にするのが偏析、分塊歩留の両者からみて望ましい。

しかし一方、鋼塊高さの増加は溶鋼の静圧を増加し、リミングアクションを低下せしめ¹⁷⁾リムド鋼の生命ともいべきリム層の清浄性およびソリッドスキンの健全性をそこなら恐れがあるので、おのずから注入高さに限度があり比較的注入高さの高い場合には、特に脱酸作業の管理、注入速度の調節、リミングアクション促進剤の使用などによつてリミングアクションの向上を計ることが必要である。Fig. 7に注入高さと同溶鋼の脱酸度が鋼塊下半分のリム層に認められる黒点(Photo. 3(a)(b), Al₂O₃質を含む比較的大型の珪酸塩系介在物で、成品表面の線状疵等の原因となる可能性がある)の分布におよぼす影響を示した。この結果によると、チャージおよび注入高さにより黒点の分布に差があり、前者ではリミングアクションの良いもの、後者では注入高さの低い方が黒点の発生量は少ないことがわかる。

(2) 偏析におよぼす鋼塊形状の影響

(1)では、リムド鋼塊の大型化に際し、S偏析および

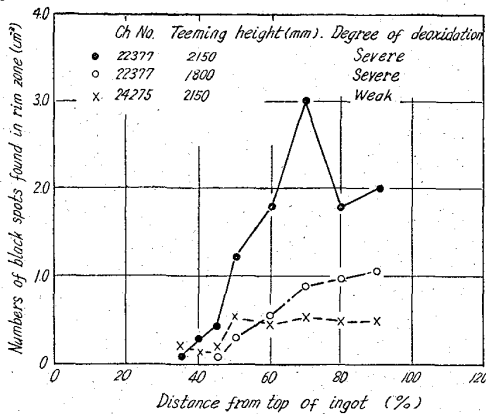
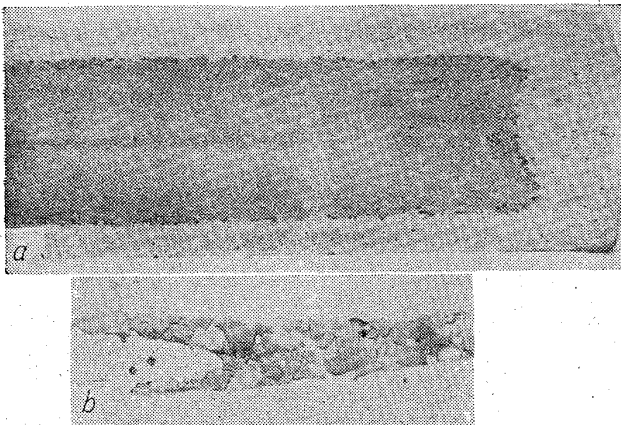


Fig. 7. Influence of the teeming height on the distribution of black spots found in rim-zone.



(a) Sulphur print from cross section of slab. $\times 1/3$
 (b) Inclusion found in black spots in rim-zone $\times 400$
 ($Al_2O_3 \cdot MnS \cdot Mn-Silicate$) (3/7)

Photo. 3. Sulphur print from cross section of slab and the inclusion found in rim-zone.

分塊歩留について最も有利と考えられる鋼塊形状の方向を明らかにしたが、次に鋼塊形状を表す各要因の偏析におよぼす個々の影響について考察しよう。

(a) 短辺厚さの影響

短辺厚さがリムド鋼塊の偏析に与える影響については J. F. ELLIOTT はじめ、幾つかの報告^{6)~9)}があるが、その結果は先に述べたように必ずしも一致していない。特に、最高偏析度の問題は、研究者によつて相反する結果さえ見られる。

本調査の結果は、全般的な傾向としては W. H. MAYO⁷⁾、あるいは J. F. ELLIOTT⁹⁾の結果とほぼ一致するが、得られた結果が比較的明瞭で、特に短辺厚さの増大によつてS偏析曲線に2つのピークが現われるなど、リムド鋼塊の高さ方向の偏析を考える上に重要と思われるデータが得られているので、この結果をさらに検討することは興味深い。

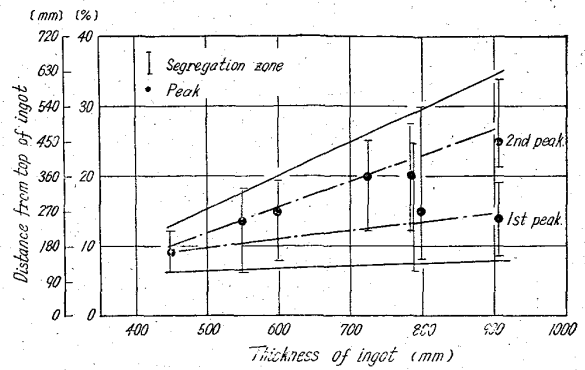


Fig. 8. Relation between the segregation zone over the degree of segregation 4, position of max. segregation and thickness of ingots.

Fig. 8 は、Ⅲ、(3) で述べた偏析におよぼす短辺厚さの影響をさらに明瞭にするため、鋼塊中の濃厚偏析の位置、範囲および短辺厚さの3者の関係を一つの図に示したもので、これから次のようなことがわかる。

短辺厚さの増加は濃厚偏析の範囲(偏析度4以上の範囲をいう)を増加するが、その際、濃厚偏析の範囲の中の最高偏析の位置は、短辺厚さが450mmの場合はほぼその中央に位置しているが、短辺厚さの増加にともなつて鋼塊の底部側に移動し、それとともに濃厚偏析の範囲内中央からのずれが大となり、これら最高偏析を結ぶ直線の延長は短辺厚さが910mmの鋼塊に認められる2つのピークのうちの第2のピーク(以後、ピークが2箇所ある場合その頭部側のピークを第1のピーク、底部側のピークを第2のピークと呼ぶ)と一致する。

なお、短辺厚さが800mmの鋼塊では、その位置が上述の直線にのる場合とこれよりもかなり頭部側に寄つた位置に生ずる場合があり、後者の場合は、むしろ短辺厚さ910mmの鋼塊の第1ピークに近い所に位置している。

また、短辺厚さ910mmの鋼塊のようにピークが2コある場合には2つのピークはそれぞれが属する偏析範囲のほぼ中央か、または頭部よりに位置しており、第1のピークは鋼塊頭部から10~15%で、短辺の薄い鋼塊のピークの位置と大体同じである。このような濃厚偏析の範囲、最高偏析の位置および短辺厚さの三者の関係からリムド鋼塊頭部の濃厚偏析部は、鋼塊形状の変化によつてそのピークの位置の移動が比較的少ない偏析と、大きく鋼塊底部側に移動する偏析との2つからなるものと考えられ、Ⅲで述べた短辺厚さによる影響は主として後者のピークの移動による2つの偏析の重複、または分離によるものと考えられる。Fig. 8において、短辺厚さ450

mmの鋼塊のピークの位置と910mmの鋼塊の2つのピークの位置を結ぶ2本の鎖線は、上述の2つの偏析のピークの推定位置を示している。以下このような考え方にしたがって、Ⅱで述べた濃厚偏析の各指標におよぼす短辺厚さの影響を考察してみよう。

(i) 最高偏析度

本調査の結果によると短辺厚さの増加にしたがって最高偏析度が低くなる傾向が認められた。この原因としては、次の二つの原因が考えられる。

(i) 上に述べたように、短辺の薄い鋼塊では2つの偏析のピークが重複しているため、その偏析度は高いが短辺厚さの増加とともにこれらの2つの偏析のピークが分離してくるので、その偏析度は個々の偏析のもつ値に近くなり、相対的には低くなる。

(ii) 短辺厚さの増加によりリム層の面積率は減少する。このためコア層内へのSの濃化は減少し、これともなつて頭部への偏析成分の移動量が少なくなり濃厚偏析度が低くなる。

(i)については既に述べたので省略するが、(ii)についてFig. 9に示すように短辺厚さの増加によりリム層の面積率(鋼塊横断面中のリム層の面積/横断面の面積×100)は減少する結果が得られている。

しかしながら、最高偏析度についてはリミングアクションによる溶鋼の攪拌効果、側面からの凝固による溶鋼中[S]の捕捉などのさらに多くの要因が関係しておりFig. 4にも示しているように短辺の比較的薄い(550mm~600mm)鋼塊では、これらの影響に対して敏感なため、その値が広い範囲にバラツクものと考えられる。筆者らは、この点については第2報でさらに詳細な検討をするつもりであるが、その際短辺がさらに薄い(4500

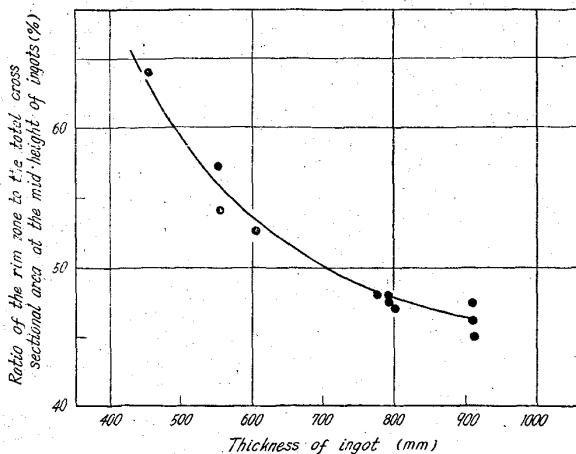


Fig. 9. Relation between the rim-zone and thickness of ingots.

mm~500mm)鋼塊でみられる最高偏析の低下についてもふれたい。

(ii) 最高偏析の位置

短辺厚さの増加にともなう最高偏析位置の挙動は、Fig. 5, または Fig. 8 に示したとおりであるが、これらの結果は Fig. 8 から次のように説明される。

リム鋼塊の頭部濃厚偏析部が既述のような2つの偏析から構成されると考えると、合成された濃厚偏析部の最高偏析位置は、両者の偏析度が同一の場合は(両者の偏析が完全に分離した場合を除く)、両者のピークの位置のほぼ中間に生ずると考えられるが、本調査の場合は両者の偏析度に差があつたため、偏析度の大きな第2のピークによつてその位置が支配されたものと考えられる。短辺長さ800mm付近でこの位置が広い範囲にバラツキているのは、この短辺の厚さが2つの偏析の分離する臨界点にあたり、かつ、第1のピークが比較的強く現われるような条件を持つているためと考えられる。

なお、第2のピークの位置と短辺厚さの直線的な関係は、短辺側の凝固の進行によつて鋼塊の凝固がほぼ終了するに要する時間と、この間に進行する鋼塊頭部からの凝固厚さとの関係を示すものと考えられ、第2のピークは、鋼塊形状によつて定まる鋼塊の最終凝固位置にあたるということが明らかである。第1のピークの挙動については第2報で詳細に検討するので、ここでは省略する。

(iii) 濃厚偏析の範囲

Fig. 8の結果からわかるように、短辺厚さの増加による偏析範囲の拡大は、主として第2のピークの鋼塊底部側への移動によつて起こるものと考えられる。しかし第2のピークが分離する臨界短辺厚さは800mm程度でこの程度の厚さではトラックタイムの長短により、最高偏析の位置が通常の第1ピークの近くによつたり、第2ピークの近くに現われたりする。

(b) 鋼塊高さの影響

Ⅱで述べたように、鋼塊高さの増加によつて最高偏析の位置は鋼塊の頭部側に移動し、濃厚偏析の範囲は減少するが、このような現象は前述の短辺厚さの影響の説明と関連して、次のように考えることができる。

鋼塊頭部から第2のピーク迄の距離は、蓋掛けの条件などに大差がないとすると、主として短辺側の凝固が完了するに要する時間によつて決まり、高さによつては影響されないで、短辺厚さが同一の鋼塊では第2のピークの鋼塊頭部からの距離は一定となり、鋼塊高さに対する割合は高さが増加するにしたがって減少する結果となる。濃厚偏析の範囲についてもまったく同様なことが考えられる。

V. 結 言

リムド鋼塊高さ方向のS偏析におよぼす鋼塊形状の影響を調査した結果、次の結論を得た。

(1) 鋼塊形状を表わす3つの要因のS偏析におよぼす影響は、短辺厚さの影響が支配的で、鋼塊高さの影響がこれにつき、長辺長さの影響は比較的小さいようである。

(2) 鋼塊短辺厚さの増加は、最高偏析度を低くし、最高偏析の位置を底部側に移動し、濃厚偏析の範囲(偏析度4以上の範囲)を拡大する傾向がある。トラックタイムが3hr程度以内の場合、短辺厚さが800mm以上になると偏析のピークが2つに分かれる現象がみられる。

(3) 鋼塊高さは、短辺厚さの影響と逆の効果を示しその増加は最高偏析の位置を頭部側に移動するとともに濃厚偏析の範囲を減少する。

(4) リムド鋼塊の濃厚偏析は、2種類の偏析、すなわち、鋼塊形状によつてほとんどその位置を変化しないものと、底部側に移動するものから構成されており、それらが重複して1つのピークを示す場合と、分離して2つに現われる場合とがあり、これは主として短辺厚さ、トラックタイムにより変化する。

本研究を行なうにあたり御指導、御鞭撻をいただき、また発表を許可された当社室蘭製鉄所副所長田村純治郎氏、種々御協力をいただいた製鋼部長豊田茂氏、釜石製鉄所製鋼部副所長前田正義氏、平炉課長補佐都築誠毅氏、本社市場開発部調査役池田保氏、中央研究所企画管理課長田島喜久雄氏、研究所製鋼研究室星野彰氏に深謝いたします。

文 献

- 1) Hayses, CHIPMAN: Trans. AIME: Iron Steel Div., 135 (1939), p. 85~125
- 2) Halley WASHBURN: Trans. Met. Soc., Amer. Inst. Min., Met & Pet. Eng., 131 (1938), p. 195
- 3) J. MITCHELL: J. Iron & steel Inst. (U.K.), 146 (1942) 2, p. 327
- 4) H. RELLERMEYER, R. HAMMER: Stahl u. Eisen, 78 (1958), p. 1505
- 5) K. KUPZOG, R. HAMMER, H. RELLERMEYER: Stahl u. Eisen, 82 (1962) 7, p. 394
- 6) C. F. SCHRADER: Open Hearth Proc. AIME, 39 (1956), p. 166
- 7) W. H. MAYO, S. B. PRELLWITZ, M. B. JACOBS: Open Hearth Proc. AIME, 39 (1956), p. 146
- 8) McNAIRN: Open Hearth Proc. AIME, 39 (1956), p. 14
- 9) J. F. ELLIOTT, K. R. MATTSON, J. TATU: Open Hearth Proc. AIME, 38 (1955), p. 142
- 10) K. K. ASCHENDORFF, E. KÖHLER, H. SCHRODER, B. ABEL: Stahl u. Eisen, 82 (1962), p. 1356
- 11) F. D. VORONOV et alli: Stal in English, (1962) Aug p. 608
- 12) 岡田, 河野: 製鉄研究, 230号 (1960), p. 66
- 13) 森永, 他: 鉄と鋼, 49 (1963) p. 1079
- 14) 森永, 他: 鉄と鋼, 49 (1963) p. 1773
- 15) 森永, 他: 日本金属学会誌, 27 (1963) 1, p. 23
- 16) Rimming Steel ad hoc Group of the BISRA Rolling Ingots Sub-Committee; J.I.S.I. 200 (1937)
- 17) 小平: “縁付鋼塊の研究”, 日本製鉄株式会社八幡製鉄所