

下の尺度は計算に供した鋼塊の各位置について、凝固開始後の時間的経過に対応する各時点の凝固層の厚さを $x = K\sqrt{t} - C$ 式より計算してふりあてた尺度である。いま K 鋼塊の頭部から底部にかけてとつた高さの尺度 (図では A, B, C および D 部の中央部に相当する高さ) 上に、たとえば矢印で示したようにリム層の中心をとり、それより垂線を立てて溶鋼中の C 量を示す曲線との交点をとれば、リム層の中心部が凝固しつつある場合の溶鋼中の C の濃度を知ることができる。このような方法によって凝固の進行に対応する各時点の溶鋼成分 (C, Mn, O) の濃度を求めて計算に供した。

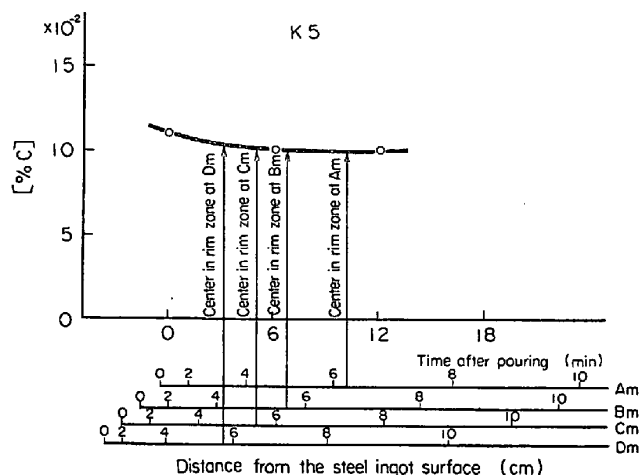


Fig. 1. Calibration diagram for carbon concentration in liquid steel in mould.

【座長】 なお δ と f との関係について、森氏、大久保氏の質問があるが、後に出てくる問題と関連して質問していただくこととする。

講演：大型鋼塊の横倒し凝固について*

川鉄千葉研 岡部俠児・小川治夫
松野淳一・岡野 忍

【質問】 富士広畑 浅野 鋼一

1) 逆V偏析線の生成原因の1つとして、側面から鋼塊内部に向かって成長する凝固殻先端の濃化層と底部に沈殿して生じた mushy zone 上面の交線を考えているが、一般に逆V偏析は鎮静鋼に特有の現象で未鎮静鋼、とくにリムド鋼には認められない。未鎮静鋼塊にも、当然凝固殻先端濃化層と沈殿晶部との交線は存在するはずであるが、この点については、どのようにお考えか。

2) 逆V偏析線は1本の線ではなく、通常数本の線になって現われる。この現象についてはどのようにお考えか。

【回答】

1) 蓋打ちの前と後に分けて考えると、まず蓋打ち前では活発なリミングアクションにより凝固殻先端は絶え

ず洗われており、濃化層が存在しないので逆V偏析は発生しえない。次に蓋打ち後は、ガス発生がおさえられるにつれて残溶鋼の動きが弱まり、今まで残溶鋼中にサスペンドしていた自由品の沈降が促進されて mushy zone が急速に成長すると考えられる。このリムド鋼での mushy zone の成長については、蓋打ち前でも大型鋼塊で注入後約 17 min 頃には mushy zone の高さが鋼塊高さの 30% 近くにも達するものがあるという報告¹⁾もあり、蓋打ち前にすでにかなりの量の mushy zone が形成されていると考えられるが、蓋打ち後に沈降する自由晶はこの既存の mushy zone の上にさらに積み重ねられることになり、結局、蓋打ちによつて湯動きの衰えが始まると短時間の中に未凝固部分の大半が mushy zone によつて占められるものと考えられる。この間にも凝固殻の成長は行なわれるが、初期にはまだ若干の湯動きが残り、かつ mushy zone の成長が非常に速いために、濃化層の発達が不十分であり、明りような逆V偏析はまだ現われないものと考えられる。最後に残されたのは上部の残溶鋼の部分であるが、この部分は範囲も狭く、普通の場合のような明確な形での沈殿現象による mushy zone の成長が行なわれるかどうか疑問であるが、一部にそのような Mushy zone の成長が行なわれて、凝固殻先端との間に濃化層が捕えられても、この部分の凝固殻先端では溶鋼内圧の変化に応じて、気泡の発生と変形とが随時繰り返されており、それにとらなつてその付近の濃化層は種々の気泡性偏析の形態をとつて複雑に変化するために、単純な形での逆V偏析としては残らないものとする。

2) 一般にセミキルド鋼塊で逆V偏析線が1本しか現われない場合はよいとして、キルド鋼塊で多数の逆V偏析線が現われる場合にもその全部を1つの生成機構によつて説明しようとは考えていない。その中には、セミキルド鋼塊について述べたのと同じ生成機構によるものが少なくとも1本は含まれているが、残りはその他の生成機構によるものであると考えてよいと思う。セミキルド鋼塊について述べたのと同様の生成機構によつて2本以上の逆V偏析線が現われる可能性は次の2つの場合に応えられる。すなわち、(1) mushy zone の上面が曲面であり、この曲面の勾配が時間とともに変化し、ある限界を越えるとその部分に滑りが起こり、mushy zone 上面と凝固殻先端との交線が不連続的に縦方向に移動し、この移動後の交線が新しい逆V偏析線の起点となる場合と、(2) 凝固殻先端には凹凸があり、その一部の凸部の上に自由晶の小堆積が生じ、これとここまで進んできた凝固殻先端との間に新しい交線が作られて逆V偏析線となる場合とである。しかし、(1)の場合によるとすれば、鋼塊の横断面では新しい逆V偏析線が元の偏析線と同心の輪の上に並ぶはずであるのに、実際には単なるスポット状に散在して現われるものが多いのはなぜかとか、また、(1)あるいは(2)のいずれの場合によっても、このようなことがセミキルド鋼ではなぜ起こらないかなどの疑問が残るわけで、結局、このような生成機構だけで多数の逆V偏析線を説明することには無理があると考えられる。同じ逆V偏析といても、その形態がいろいろ違っているように、その生成機構もそれぞれ違うのではないかと思う。

* 昭和42年10月本会講演大会討論会にて発表
鉄と鋼: 53 (1967) 10, S 511~514

文 献

- 1) 森, 松尾, 縄田, 田中, 北条: 鉄と鋼, 50 (1964) 11, p. 1754

【質問】 八幡技研 谷沢 清人

1) 横倒しリムド鋼塊の熱延板の伸びの劣化は, 偏析などの点から, どのように解釈されるか.

2) リムド鋼塊では, 横倒しによる残溶鋼の搅拌効果が, セミキルド鋼塊ほど著しく現われない理由は, リムド鋼塊のほうが残溶鋼にサスペンドしている浮遊結晶片が多く, mushy zone の範囲が広いためと筆者らは考えているが, 小川氏の解釈は?

【回答】

1) 伸びの劣化と偏析とは大いに関係があると思う. 本文図3からわかるように, 正立鋼塊に比べて横倒し鋼塊の伸びの劣化が著しいのは, コイル内の試験片位置にして鋼塊頭部から大体 10~60% の範囲であり, この範囲は横倒し鋼塊のSプリントや本文図2の偏析率からわかるように, 中心軸からややずれた位置に濃厚偏析線の存在する範囲と一致している. このことから, 横倒しリムド鋼塊の熱延板での鋼塊頭部から中央部にかけての伸び劣化の原因はこの濃厚偏析線にあると考えられる.

2) セミキルド鋼塊の場合には, 横倒しにより mushy zone が頭部側へ流動しているのが, そのSプリントで明らかに認められるが, リムド鋼塊の場合には, そのような mushy zone の流動の形跡は認められない. リムド鋼塊内の mushy zone がセミキルド鋼塊内のものと同程度の流動性を持つていすれば, mushy zone と残溶鋼との両範囲が共存する限り, mushy zone の範囲の大小に関係なく, リムド鋼塊内でも横倒しによる mushy zone の流動が起こり, その形跡がSプリントにも現われるはずである. それにもかかわらず, 実際にはこのような現象が認められないということは, mushy zone の流動性が悪いことか, または未凝固部分の全範囲が mushy zone によつて占められていることかのいずれかを示していると考えられる. しかし, 横倒しの時点ですでに未凝固部分の全範囲が mushy zone によつて占められているとは考え難いので, 結局, mushy zone の流動性が何らかの理由によつて悪いと考えざるをえない. すなわち, リムド鋼塊で横倒しによる残溶鋼の搅拌効果が少ないのは, mushy zone の流動性が悪いために横倒しによつても mushy zone がほとんど流動しないことによると考えられる.

【座長】 その理由は何か.

【小川】 リムド鋼の内圧が高いためではないかと考えているが, まだよくわかっていない.

講演: 超大型リムド鋼塊の偏析について

住金中研 荒木泰治・菅沢清志
池田隆果・丸川雄浄

【質問】 鋼管技研 大久保益太・榊井 明

HAYES らの式を用いて最高偏析率を定量的に取り扱っているが, ここで重要なのは濃厚偏析部の重量化 α ではないかと考えられる.

鋼塊形状, 寸法などにより変化するものと考えられるがこれについてさらに教示頂きたい.

【回答】

私どもが今回示した (2) 式は偏析を完全に定量化しているとは考えていない. それはコア部の凝固において取鍋値をとるということが理論的なものでなく, 特定の鋼塊 (基礎共研用 13 t 鋼塊 6 本) についての経験に基づいたものであり, α の値も種々の鋼塊について判明しているわけではない. ここでは特に分配係数が偏析率に影響するとすればどの程度であるかを知りたかつた.

今後とも上記の不明確な因子については検討を行ない, すべての条件下で用いられるように関数化を考えてゆきたいと思う. いまご質問の α と鋼塊形状との関係について私どもの判明している結果¹⁾から申し上げると, 同一チャージ内で偏平度とトラックタイムを変化した場合, Table 1 に示すように, トラックタイムの短い場合に偏平度が小の場合 α の値が大きくなり, 偏平度の小さい鋼塊でトラックタイムの短い場合に α が大きくなっている. すなわち, 内部の凝固速度が遅れるような条件下では最終凝固範囲 α が増大すると考えられる. 33 t 鋼塊ではまだデータが少ないので数値的には示せないが本文でのべたように α が大きくなる傾向にある.

Table 1. Effect of ingot dimension and track time on the volume ratio of segregated zone (α %) of 17 t ingots.

Track time	Short			Long		
	A	B	C	A	B	C
Heat	A	B	C	A	B	C
Flatness (Thickness)	α % (Average)			α % (Average)		
mm 1.73 (825)	2.7	3.2	3.0	2.4	2.7	2.7
	(3.0)			(2.6)		
2.38 (705)	1.9	2.2	3.0	2.2	2.7	2.7
	(2.4)			(2.5)		

Method of determination of max. segregation zone :

In the longitudinal direction, range of higher than 100% segregation; in the transverse direction, inner core of 30% of total thickness.

Track time: Short; 1°50'~2°30'

Long; 3°45'~3°55'

文 献

- 1) 波木, 荒木: 鉄と鋼, 49 (1963), p. 452

【質問】 富士室蘭 伊藤 幸良

S の偏析率が取鍋 S 値の増加につれて上昇する現象は多くの研究者によつて認められているが, その原因については十分な説明がなされていない. 今回荒木氏らはこの一原因として S 濃度によつて平衡分配係数が変わることをあげているが, 私も同意見である.

すなわち, Fe-S 系では S は RAULT の法則から負に偏位し, Fe-S 系状態図における Fe の液相線が concave になっており, S 濃度が大きいほど平衡分配係数が小さ