

わちこの式の物理的意義について尋ねたい。

(2) リムド鋼塊内の最大偏析度や最大偏析点の位置は鑄型の諸元とともに、リミングアクションの状況やふた置き時期などが大きく影響すると思うが、どうか。

(3) 実験された鋼塊のふた打ち時間がわかれば教えてください。

【回答】 リミングアクション終了後のリムド鋼塊の偏析は溶質の拡散と、溶質濃化による溶鋼の物性変化とに支配されると考えられる。そして、これらの現象は定性的には鋼塊の凝固所要時間と密接な関係にあることが推定される。

そこで、凝固所要時間を示す簡単なパラメーターとして  $X$  を選んだのであるが、これは凝固所要時間が鋼塊重量に比例し、扁平比および高さに反比例するという経験的事実より定性的に定めたものである。

(2) たしかに、リムド鋼塊の場合、リミングアクションの強度ならびに持続時間が、偏析に大きく影響すると考えられるが、今回の結果はこれを考慮していない。したがって、実測データのばらつきの中に当然リミングアクションの影響も含まれていると考えられる。

(3) 実験に供した鋼塊は 7~20 t であるが、この範囲でふた打ち時間は 10~25 min 程度である。

【質問】 八幡技研 梶岡 博幸

偏析にはリミングアクションの強さ、リミングアクションの継続時間が関係していると考えますが、その点どのように考えられるか、特にいずれの偏析ピークにリミングアクションが関係しているのか。

【回答】

(2) にも述べたように、リミングアクションは偏析に大きく影響すると考えられるが、これを定量的に解明することは現段階では困難である。ただし、リミングアクションが強くと、かつ持続時間が大なるほど、リミング終了時の溶質濃度が大となるため、本論文 Fig. 1 (p.1520), Fig. 2 (p. 1520) の左方に移行すると考えられる。したがって、比較的小なる  $X$  のところで偏析度が最大となり、また偏析ピークが 2 カ所に分離すると考えられる。

講演 148: 52 (1966) 9, p. 1519~1522

リムド鋼塊の偏析におよぼす鑄型形状の影響について (大型リムド鋼塊の偏析に関する研究-I)

富士広畑 大橋 徹郎

【質問】 住金中研 荒木 泰治

Parameter  $X$  は鋼塊が 30 t 以上になつた場合にも適用してよいか。

われわれはこの種大型鋼塊で偏析が大となるという経験をもつておりその場合の  $X$  は Fig. 2 で取扱われているよりは大きいと思う。

そうすれば Fig. 2 は  $X$  が大になれば、再び偏析が大となるはずで、かなり複雑な関係となると推定される。これに対しての physical meaning をどういう風に考えればよいか。

【回答】

Fig. 4 (p. 1521) から推定できるように、偏析ピークが 2 カ所に分離した後も、さらに  $X$  が大になると、それぞれの偏析ピークの値が再び上昇すると考えられる。し

たがって Fig. 2 (p. 1521) の曲線が  $X$  が大なるところで再び増加すると考えられる。

しかし、実際問題として、30 t 程度の鋼塊でも  $X$  はそれほど大きくなるとは考えられず、したがって偏析ピークの変化もそれほど大きくなるとは考えられない。

講演 149: 52 (1966) 9, p. 1522~1525

リムド鋼塊凝固時の反応に関する考察

川鉄技研 松野 淳一

【質問】 住金中研 荒木 泰治

われわれの経験によるとリム層中の介在物とコア部とは介在物の量として段階的に変化し、コア部が高い。

この理由として私はリミングアクション時の CO 反応によつて MnO 系介在物の生成がおさえられているものと考えている。本研究のモデルにおいてはリム層とコア部で界面での  $Mn$  と  $O$  はあまりかわらないはずだから介在物の生成に大きな差が生じるという説明はできないのではないかと思う。その点どのように考えるか。

附… (介在物の浮上の問題はあるが一般に固一液界面に生じた介在物は小さく浮上困難であること、またこのモデルでは界面の湯の動きはないものとされているのでリム層で浮上分離したと考えることに疑問はあると思われる)

【回答】 私どものモデルでも C-O 反応によつて Mn-O の反応が規制される。すなわち C-O 反応界面の  $O$  ( $O_i$ ) が C と平衡関係にあるため凝固界面での  $O$  ( $O_o$ ) が C-O 反応を行なわない場合よりも低くおさえられ、 $O_o$  と平衡する凝固面での  $Mn$  ( $Mn_o$ ) は同一の  $Mn_L$  (bulk の  $Mn$ ) に対して高くなり拡散量が増すため反応量が少なくなるという関係になる。しかしリム層とコア部で MnO 系介在物量が異なる最も大きな原因はリム層の凝固の場合は溶鋼の流動によつて拡散層が薄くそのため凝固界面での  $O$  がコア部の凝固の場合に比して低いことであると考えられる。

【質問】 神鋼中研 森 隆資

反応論的に考えて、CO 反応面を凝固面から離れた場所と考えるのは MnO の反応面と考え合わせ、少し無理があるのではないか。

【回答】

CO 気泡の核生成の場所としては凝固界面を考えるのが最も自然であろう。しかし一たん気泡が形成されればその成長の過程においては凝固面から離れた溶鋼内に気液界面すなわち C-O 反応界面が存在する。いいかえれば気泡の大きさが拡散層の厚さにくらべて無視しえない程度の大きさになつたならば C-O 反応は凝固面から離れた位置でも起こると考えてよいということである。更に凝固後の C 分析値から推定した凝固界面での  $C$  が bulk の  $C$  より高く、凝固面に垂直な方向の濃度勾配が存在するのは明らかであるから、凝固にともなつて排出される C 原子の一部は凝固面から拡散していく。更にその一部は bulk の溶鋼に達する前に気泡の側面に達して C-O 反応をおこなはずである。この場合正確には凝固面に平行な方向の拡散も考慮しなければならないが気泡の形、大きさ、分布が不明のため、この計算では凝固面に平行な方向に関しては平均的に考えている。また凝固面

に垂直な方向では反応の起こる位置を一点に集めて考えている。そのため一部でも凝固面から離れた場所でC-O反応がおこなわれるならば、反応面を凝固面から離して考えなければならないわけです。逆に、C-O反応界面を凝固面そのものにおくことは、C-O反応がすべて凝固面で起こるとすることで、気泡で覆われた場所では凝固が起こらないことを考えるならば、気-液-固三相共存の場所を除けばC-O反応はすべて新たな気泡核の生成を伴うもので、凝固面から拡散したC原子はすべてbulkの溶鋼に到達するという極めて不自然な過程を考えることになる。

【質問】 住金和歌山 池田 隆果

溶鋼表面からのOの吸収およびC, Mnの低下などを理論計算でどうとりあつかっているのか。たとえば、Fig. 4のOとして0.02~0.06%までの場合を計算しているが、実際にはCなどによって任意のOはとれないのではないか。

【回答】

溶鋼表面での反応は取り扱っていない。したがって注入直後の成分からその後の成分変化を予測するようなことはこの計算では不可能である。鑄型内溶鋼のOは確かにCなどによって規制されるがその関係は一義的なものではなく、加炭、脱酸などの履歴によつてかなりの巾がある。したがってFig. 4のすべての場合が実際に起こるというわけではないが、傾向を示すためにある程度の余裕を見て計算を行なつた次第である。

講演 151: 52 (1966) 9, p. 1528~1530

表面気泡の長さについて

(セミキルド鋼塊の凝固組織に関する研究-V)

富士広畑 渡 辺 省 三

【質問】 東大 松下 幸雄

酸素量と気泡長さの関係において、理論計算によると140 ppm前後でflatな傾向になつている。一方、実測値のプロットでは必ずしもこのようにはならないが、この点に関する考察はどうか。

【回答】 たしかに、実測値からはフラットな傾向になると考えられるが、計算値ではこれから再び立ち上がつており、この傾向は高酸素濃度範囲まで続き、リムド鋼塊の管状気泡のごとききわめて長い(約50~100 mm)気泡の場合にも適用できるものと考えられる。したがって、この部分に変曲域が存在すると考えて妥当ではないかと思う。

【質問】 川鉄技研 平野 豊

注入温度の変化による気泡長さへの影響についてはどのように考えるか。

【回答】 注入温度が高くなると溶鋼中の遊離酸素が大になり、凝固速度が小となるほかに、溶鋼の粘性も低下すると考えられる。この結果、気泡の成長速度は大きくなるが、できた気泡が浮上しやすい条件にあるため、気泡は若干短くなるものと推定される。

しかし、この関係を定量的に計算することは現段階では不可能である。

講演 154: 52 (1966) 9, p. 1535~1538

鋼塊の凝固過程における結晶沈殿現象に関する2, 3の試験結果について(大型鋼塊負偏析部の生成機構と酸化物系介在物の成因との関係に関する研究-IV)

日鋼室蘭 百瀬 昭次

【質問】 八幡技研 一戸 正良

(1) 沈殿晶説での結晶片発生の位置について「上部または上部の任意の位置において」として発生機構(有無)を論じているが、われわれは側面より冷却されつつある凝固前面のある範囲で考えるべきだと思うがその場合はどうか。

(2) キルド鋼塊の凝固中、凝面前面にそつて降下し中央部を上昇する熱対流を生ずることが確認されているが、このような湯の動をどのように考えるか。

(3) ①②にも関連し、側面よりの冷却のきわめて緩い条件である砂型で鋼の凝固実験より沈殿晶の否定は困難ではないか。

【回答】

(1)(2) キルド鋼塊の凝固過程では自然対流(thermal convection)が発生し、側面からの凝固先端近傍でこれが下降流として作用するとの説に対しては否定しない。しかし、この対流と結晶の沈殿現象を直ちに結びつけることは大きな疑問を感じる。

すなわち、ラジオアイソトープその他の実験によると、結晶の沈殿現象に与かる対流作用は主として柱状晶の成長時期に行なわれるとされているが、柱状晶の成長途上、果して凝固先端近傍において新しい結晶粒子の生成をもたらすような過冷状態が形成されるかという点になると、はなはだ疑問の余地があるように思われる。

組成的過冷却を中心とした現在の凝固理論によると、一般に柱状晶から粒状晶へ転移する際には、いわゆる分岐樹状晶が形成され、しかる後にはじめて粒状晶の形成が開始されると考えられている。したがって、これが発現している位置までは新しい結晶粒子の生成は行なわれなかつたことになる。しかるに分岐樹状晶が実際に発現している位置は、凝固の時期からすると、丁度対流が停止しハゴーストの形成が開始される時期に相当している。これらのことから、たとえ柱状晶の成長過程において対流が行なわれたとしても結晶の沈殿現象とはあまり関係がないように思われる。

(3) 本実験は、いわゆる沈殿晶説(gravity theory)の適否を論ずる目的で行なつたもので、その意味では目的を達成していると考えられる。

また、多少質問の意味からずれるかもしれないが、水平鋼塊に着目すればわかるように、下半部には広範囲に負偏析部が発現している。いまこの成因を沈殿晶説的に考えると、側面凝固先端部のものが対流によりもたらされたか、上方からの沈殿によるか、いずれかによると考えられる。しかし、鋼塊鑄込時の形状から考えて前者には明らかに無理があるし、また、後者も考察中で指適したように矛盾点が多いように思われる。これらのことから少なくとも鋼塊下半部にみられる負偏析部の成因は必ずしも沈殿晶によるものでないということはいえると思う。