

ち、脱酸程度の強い場合はキルド鋼に類似した性状をもつことが明らかにされた。

簡単に、脱酸程度の弱い場合および強い場合のセミ・キルド鋼塊の特徴をのべると、次のように考えられる。

脱酸程度の弱いセミ・キルド鋼塊は、凝固初期においてガス発生がきわめて小さいので、表面気泡が表皮近くに小さく発生するのみで、負偏析のリム層の発達は認められない。ただ鋼塊頭部においては、ガス発生圧より溶鋼圧が相対的に小さくなるので、管状気泡が生成する。

凝固が鋼塊中心に進むと、ガス生成元素の濃縮により再びガス発生が認められ、鋼塊中心に porous 部分、鋼塊頭部のキルド鋼におけるパイプ部に数多くの気泡を生成する。したがって溶鋼の収縮によるパイプが存在せず、パイプ部分の容積はきわめて小さい。

この場合、ガス圧によつて鋼塊頭部が膨張して crown top を示し、また気泡発生により溶鋼が動き凝固が一樣に進行して、逆 V 偏析および沈殿晶部の負偏析ができない。たゞ、数多くの気泡の発生により、気泡内面は一般に純粋であるが一部に不純物が遊離して、鋼塊中心の porous 部および鋼塊頭部のパイプ部分に正偏析を生ずる。

次に、脱酸程度の強いセミ・キルド鋼塊は、凝固初期にガス発生がほとんどおこらないので、表面気泡および管状気泡ができない。

凝固中期においては、凝固速度が緩かになるため、不純物を多くふくむ熔融点の低い溶鋼は鋼塊頭部へ上昇し純粋な結晶が鋼塊底部に集り、いわゆる逆 V 偏析と沈殿晶部の負偏析が生ずる。

凝固末期においては、鋼塊頭部でガス生成元素の濃縮がおこりわずかではあるが気泡を発生し、溶鋼の収縮によるパイプとこれら気泡発生による porous 部分で鋼塊頭部のパイプ部分を形成する。したがってパイプ部分の容積は大きい。また、溶鋼の動きが少いのでマクロ的偏析が生じ難く、わずかにパイプ部分直下に正偏析をおこすにすぎない。なお、鋼塊頭部表面からの凝固で不純物は下方に析出するので、bridge 下面は純粋で負偏析を示し、鋼塊頭部はむしろ収縮気味で flat top となる。

結局、セミ・キルド鋼塊は脱酸程度により、以上のごときリムド鋼類似のものとキルド鋼類似のものを両極端として、両者の中間を巾広く変化しているが、このような鋼塊内部性状の変化は、脱酸程度の強弱がガス発生圧に影響し、このガス発生の時期およびその強さが鋼塊の凝固の状況を変化させることに基因するものと考えられる。

(24) キャップド鋼塊について

Mechanically-Capped Steel Ingots

H. Kajioka, et alli.

八幡製鉄所技術研究所

工 加藤 健・工 今井 純一

・工 広瀬 豊・工〇梶岡 博幸

I. 結 言

キャップド鋼はリムド鋼に比し偏析が少く、歩留が高いので諸所で採用されていることは衆知のごとくである。キャップド鋼を特定な鋼種に適用した場合の文献はあるが、その根本的問題であるキャップド鋼塊の性状と製造要因の関係については多く調査されていないようである。一方、鋼塊が次第に大型化されしかも成品の均一性に対する要望が強くなるにつれてキャップド鋼がリムド鋼にとつてかわるような傾向が認められる。このような情勢に鑑み、キャップド鋼の適用鋼種やそれに応じた造塊型式決定の参考資料とするためにキャップド鋼塊の性状と製造要因の関係について若干の検討を加えた。

II. 実験の範囲

対象とした鋼塊は 60 t 塩基性平炉で熔解した C = 0.07~0.09%, Mn = 0.40~0.50% の徳利型 8 t 扁平鋼塊で取鍋での Al 投入量により脱酸の程度を変化させた。これらの鋼塊を切断時にはコーナーサンプルを取りソリドスキンの厚さ、リム部の厚さを測定し、偏析を調査した。

III. 実験結果および検討

(1) ソリドスキンの厚さ

熔鋼の静圧がある程度以上になるとリミングアクションが弱まり、発生するガスが気泡として残るようになる。熔鋼の静圧が管状気泡の発生を許す臨界値 (h mm) になるに要する時間は注入速度 (V mm/sec) によつて定まり h/V sec である。この時までには表面から凝固した厚さ ($k\sqrt{h/V}$ mm) がソリドスキンの厚さ (D_s mm) であるので、 $D_s\sqrt{V} = k\sqrt{h}$ なる関係がある。 h は脱酸程度および注入速度の函数であるが、 h mm におよぼす V の影響は比較的小さいから、脱酸度の尺度として取鍋投入 Al % を取り $D_s\sqrt{V}$ との関係を示すと Fig. 1 のごとくきわめて明瞭な関係があり、ソリドスキンの生成機構に関しては上述のごとき定性的な説明が可能であることが明らかになった。

以上取扱つてきたソリアスキンの厚さは表面から各気泡までの平均値であるが実際には注入流による湯面の動揺や鑄型の表面状況により凝固速度が局部的にことなる

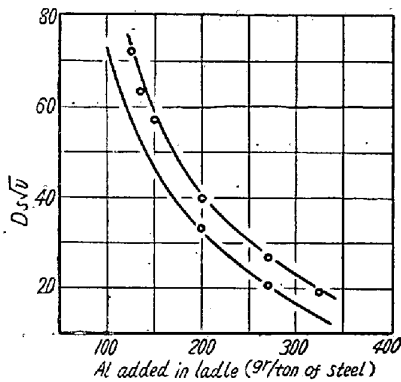


Fig. 1. Influence of degree of deoxidation and teeming rate on skin thickness.

ため 2mm 程度の変化がある。とくにスプラッシュや割れの直下のソリドスキンの厚さはいちじるしくことなることが認められた。なお、キャップド鋼のソリドスキンは同じ脱酸度、注入速度のリムド鋼のそれよりうすいようである。鑄型の形状の相異による空气中酸素との接触の度合の相異によるものであろう。

(2) 蓋打時間

リムド鋼塊の頭部膨張量は管状気泡の量によることが認められている。管状気泡の長さは凝固速度によつて定まるので、キャップド鋼の蓋打時間は鑄型内に残された膨張余地を一定とすれば、管状気泡の発生圈、大きさおよび単位辺長当りの数によつて左右される。これらは取鍋投入 Al 量、注入速度、鑄型投入 Al 量、蓋打時間に関係したものであるが、比較的他の条件の一定したものとつき、取鍋投入 Al 量と蓋打時間の関係を示すと Fig. 2 のごとくかなり明瞭な関係があり、脱酸度が弱くなると蓋打時間は短くなる。

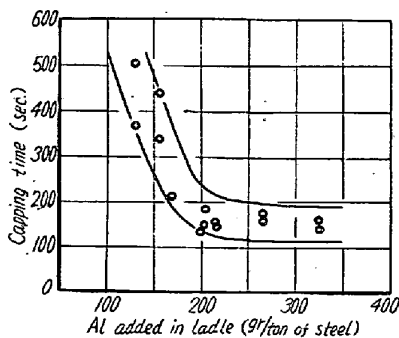


Fig. 2. Relation between capping time and Al added in ladle.

取鍋投入 Al 量以外の要因については、注入速度は管状気泡発生圈におよぼす影響からそれが大きい程蓋打時間は短くなり、鑄型内投入 Al 量については取鍋投入 Al 量に比し小さい場合にはほとんど影響がないことが明らかになった。また注入高さが高くなれば当然蓋打時間は

短くなる。蓋打時間は鋼塊の性状に関係した一因子であり、熔鋼の蓋打により管状気泡の生成が抑えられるため蓋打時間とリム部の厚さの間には凝固速度の関係式があてはまり、またこれが早期にすぎるとリム部の厚さが不十分なため内圧増加による割れが生じやすいことが認められた。

(3) コア部の偏析

コア部の偏析状況は鋼塊下部の負偏析帯、頭部の濃厚偏析帯およびそれに端を発した八偏析に大別できる。キャップド鋼塊ではリムド鋼塊に比しパイプ性偏析が明瞭であり、リムド鋼塊よりむしろセミキルド鋼塊の偏析状況に類似している。それ故にキャップド鋼塊のコア部の偏析についてはリムド鋼的な偏析傾向とセミキルド鋼的な偏析傾向を兼ね合せて考える必要がある。

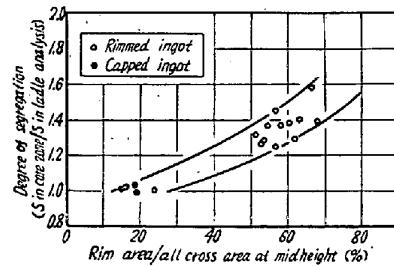


Fig. 3. Effect of rimming action on segregation in core zone.

リミングアクションの影響はコア部偏析度にあられわれそれが強い程偏析元素の凝集も大きいのでコア部の偏析がはげしくなる。リミングアクションの尺度としてリム部面積率をとり、コア部の偏析との関係を最も偏析しやすい元素である S の偏析度について調査すると Fig. 3 のごとくなる。同図には同一取鍋より注入したリムド鋼塊の値も併示したが、これよりキャップド鋼塊のコア部は同じ単重のリムド鋼塊のコア部に比し清浄であることが認められる。コア部を清浄にするにはリム部面積率すなわち蓋打時間を早くすることであるが、キャップド鋼では蓋打時間による偏析の度の変化は小さいようである。

濃厚偏析の基本法則は偏析性凝固にあるが、同一単重のキルド鋼塊に比し偏析が強くなる他の因子が働いていると思われる。脱酸度が弱くなると濃厚偏析が強くなることをセミキルド鋼塊で経験しているが、この考えを入れて脱酸度として取鍋投入 Al 量をえらび、濃厚部の S 偏析度 (コア部平均値に対する) との関係を示すと Fig. 4 のごとくで、セミキルド鋼塊とは逆に脱酸度とともに偏析も強くなっている。この原因としては脱酸度が強くな

ると気泡による不純物の分散がおこなわれず、偏析元素の凝集がいちじるしくなるためであると考えられるが、気泡の量は蓋打後の残存熔鋼の凝固収縮量に限定されていることを考えれば、コア部凝固時の内圧の取鍋投入 Al 量による変化が関係しているようである。

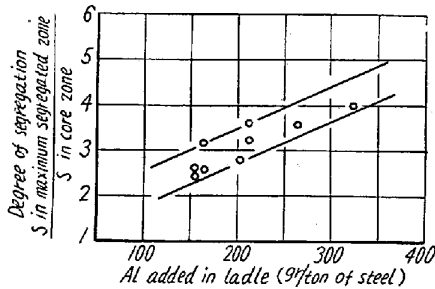


Fig. 4. Relation between degree of segregation in maximum segregated zone and Al added in ladle.

IV. 結 言

(i) ソリドスキンの厚さを熔鋼のガス発生圧と注入中の湯面上昇速度による熔鋼の静圧の増加速度および鋳型表面からの凝固速度によつて説明し、定量的な検討をおこないその説明の正しいことを示した。すなわちソリドスキンの厚さは取鍋投入 Al 量および注入速度によつて定まる。

(ii) 蓋打時間は管状気泡の数および大きさ、凝固速度に関係あると考え、蓋打時間に関係した製造要因を挙げ、その中で取鍋投入 Al 量と蓋打時間の関係を定量的に示し、さらに蓋打時間と鋼塊性状の関係を明らかにした。

(iii) コア部の偏析はリムド鋼塊的およびセミキルド鋼の偏析傾向の結果であるが、リムド鋼に比しコア部が清浄であることおよび濃厚偏析は取鍋投入 Al 量が多くなる程大きくなることを認めた。

(25) セミキルド厚鋼板の頭部欠陥について

Internal Defects of Semi-Killed Steel Plates

H. Gondo, et alii.

八幡製鉄所, 技術研究所

工 大竹 正・工 清水 峯男
工○権藤 永・ 佐々木幸人

I. 緒 言

近年熔接技術の発達、普及とともに、熔接性が良好で

安価なセミキルド鋼板が大量に生産されるようになった。熔接性は主として切欠靱性、硬化性および内部欠陥によつて左右される。前二者については、多くの研究がなされつつあるが、後者の研究もきわめて重要であることは言を俟たない。セミキルド鋼は、リムド鋼と同程度の歩留りで、しかもキルド鋼に匹敵する材質を持つもので、両者の長所と同時に短所も包含し、したがつてその製造には、特別な配慮を必要とする。本報告でのべるのはセミキルド鋼板の頭部に集中的に存在する欠陥の実態と、それに対する影響因子および防止対策を、主として超音波探傷によつて研究した結果である。

II. 実 験 方 法

試料として、総数 20 チャージ、約 100 枚の、板厚 28~35mm のセミキルド厚

鋼板をえらび、頭部付近を島津 TN54 型超音波探傷機によつて、直線探傷をおこなつた。その中、10 数個は、探傷線上で剪断またはガス切断して、欠陥部の顕微鏡観察および分析をおこなつた。探触子と被検材との間の媒質には、普通用いられる油より、安定な探傷図形のえられる水を用い、

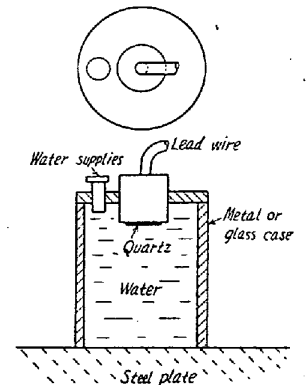


Fig. 1. Water medium attachment of ultrasonic test. (Schematic)

Fig. 1 のごときアタッチメントを考案して使用した。探傷感度は、約 80mm 厚の鋼ブロック（両面研磨）で、第一底面波が飽和し、第二底面波が 35mm となるように規正した。探傷欠陥は、第二底面波高が 5mm 以下となるものだけを記録し、この程度の欠陥が頭部端より存在する範囲を“欠陥深さ”とし、その値におよぼす製鋼、造塊条件の影響をしらべた。したがつて、分塊圧延後の頭部の切捨はなるべくおこなわず、また切捨てた場合でも切捨量を正確に実秤するようにし、後で欠陥深さを切捨てない場合に補正した。

III. 実 験 結 果

a) 注入順の影響

Fig. 2 は注入順(上注)と欠陥深さとの関係を示すもので、中期の 4~5 番注入付近で欠陥深さが最大となり、初期と後期では減少している○印の点が、均熱炉中に鋼塊頭部を上にして装入した最も普通の場合である。

b) 倒立装入の影響

Fig. 2 中に●印でプロットされたものは、均熱炉中に