

t 鋼塊のパイプ量は 1.54% で、脱酸度から考えれば大型鋼塊のパイプ量はこの値より大きくなるはずであるが逆に小さくなっていた。パイプ性の気泡を含む部分の厚さは 20 t 鋼塊で 492mm, 4 t 鋼塊で 68mm であり、20 t 鋼塊がいちじるしく厚い。セミキルド鋼塊のパイプには脱酸度以外に鑄型の形状が関係していて、鑄型の(断面積/高さ)が大きくなるほど、パイプ性の気泡を含む部分が厚くなりパイプが小さくなることをさきに報告したが、大型鋼塊では鑄型のこの特性値が大きくなっているので、熔鋼のガス発生圧が低いにもかかわらずパイプが小さくなったのであろう。

4. 偏析 鋼塊内部の偏析としてはパイプ周辺の濃厚偏析部、入偏析線、V 偏析線があり、小型セミキルド鋼塊の場合と大差ないが、大型鋼塊では鑄型の断面積を大きくしたので、V 偏析が不明瞭で、入偏析が明瞭であった。

偏析の基本法則は偏析性凝固にあるが、偏析程度は凝固時の熔鋼の運動の影響を強く受ける。すなわち、脱酸度や鋼塊重量により異なる。もつとも偏析しやすい元素である S の偏析度を選び、鋼塊重量との関係を示すと Fig. 3 のごとくである。キルド鋼塊よりも鋼塊重量の影響を若干強く受け、20 t 鋼塊の場合 S で取鍋分析値の 3 倍程度になる。しかし、この値は径 20mm のドリルでもつとも強く偏析している部分より得たもので、その範囲は狭く、実用上問題になることはない。

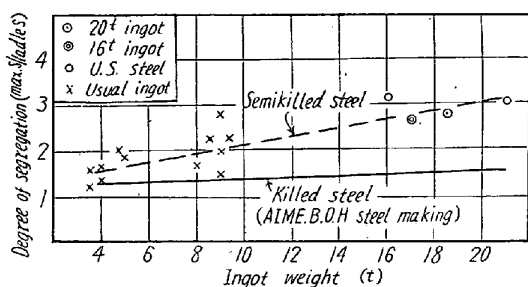


Fig. 3. Maximum segregation of S in semikilled ingots as a function of ingot weight.

IV. 結 言

大型鋼塊にすると、偏析はやや大きくなるが、気泡が少なくかつパイプも非常に小さい鋼塊が製造できることが明らかになった。したがって、偏析の点を除けば鋼塊の性状は大型化の方が有利である。また、脱酸度を弱くしても鋼塊頭部が破れ熔鋼が吹き出す傾向は大型化により小さくなるので、大型化の方が脱酸が安定し、製造しやすくなるといえる。パイプが小さいのは鑄型の形状のためであり、気泡が少ないのは大型化により注入中の熔鋼の空気酸化が少なくなるためであると考えた。し

かし、その機構については明らかでなく、さらに別の機会に考察を加えたい。

註) 文献 1. Fig. 4 の各点のバラツキと注入速度の関係より求めた。

文 献

- 1) 鉄と鋼 43 (1957) 1104~1110
- 2) " 45 (1959) 267~269 および 1042~1043

(73) 熱延薄板用キャップド鋼

八幡製鉄所戸畑製造所

御手洗良博・○藤巻 弘昭

Mechanical Capped Steel for Hot Rolled Sheet.

Yoshihiro Mitarashi and Hiroaki Fujimaki.

I. 緒 言

キャップド鋼は良好な歩留と偏析が少ないという点で秀れた特徴をもち、このことは製鋼、圧延能率向上のための鋼塊大型化にさいし、とくに考慮すべき要件である。

さきに、キャップド鋼塊の基本的特性と応用の一例について当所の状況が報告^{1)~3)}され、その中で、実用化にさいしての各種要件が示唆されているが、今回は純酸素転炉による薄板用大型鋼塊への適用について、その製造条件、および実際作業における鋼塊、鋼片、成品の性状について若干調査、検討を行なったので、その結果を報告する。

II. 調 査 対 象

対象としたヒートは純酸素転炉で熔製された。つぎの 2 種類の薄板材と、これと同程度のリムド薄板材である。

低炭キャップド鋼は、C=0.05~0.13%, Mn=0.27~0.42% の 82 ヒートで 14 t 徳利型偏平鑄型に注入した。中炭キャップド鋼は C=0.16~0.27%, Mn=0.40~0.53% の 11 ヒートでフルート付およびフラットの 20 t 徳利型偏平鑄型に注入した。熔製、圧延はこれと同程度のリムド鋼に準じて行なわれた。脱酸度、注入条件をいろいろ変更し現場的なキャップド鋼塊の製造条件を検討し、さらに S-print, 化学分析、機械試験などおよび各種作業記録により鋼塊から熱延成品までの各種性状を調査した。

III. 調 査 検 討

(1) キャップド鋼塊の製造

キャップド鋼塊は、その利点の一つに材質の均一性が挙げられるが一方、セミキルド鋼的な表面性状の高感受性という欠点をもっている。表面欠陥、とくにワレは鋼

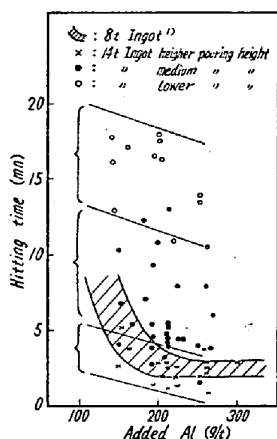
塊リム厚みが充分でないと生じやすく、逆に充分な厚みを確保するためには内質の均一性という点で問題がある。

さきに報告された結果^{1)~3)}によれば、リム厚さは注入高さ一定のときは蓋打時間に密接な関係があり、また蓋打時間は注入鋼塊高さ、取鍋投入 Al 量などと相関がある。Al 投入量はコア部の偏析（とくに S）に影響し、投入量が少ないと蓋打時間が長くなり、リム厚さが増大し、若干ではあるが偏析度が増す。とくに S の濃厚偏析と Al 投入量は強度の正相関がある。

結局、良好な表面性状と内質の均一性の兼ね合いが問題であり現場的には管理しやすい特性要因として蓋打時間と Al 投入量を採り、とくに少ない Al で蓋打時間の調節を行なうのが妥当であると考えられる。

以上の観点から低炭キャップド鋼 12 ヒート、中炭キャップド鋼 10 ヒートについて鋼塊注入高さ、Al 投入量などをいろいろ変え（中炭では注入高さのみ）詳細な調査を行なった。

“低炭” についての分散分析の結果では予想どおり“注入高さ”が高度に有意であつた。Fig. 1 は低炭キャップド鋼の投入 Al 量、注入高さと蓋打時間の関係を示したものである。また、Fig. 2 は注入鋼塊高さ（鑄型高さ一鋼塊



註：圖中 14t ingot higher pouring height は 14t ingot higher pouring height の誤り
Fig. 1. Effects of the added Al and the pouring ingot height to the hitting time.

高さ）と蓋打時間の関係を低炭、中炭両方について示したものであるが、低炭では Al 投入量の補助効果で若干のバラツキが認められるが、中炭では Al を使用していないので、蓋打時間は注入鋼塊高さのみで決定することが判る。そのほかの蓋打時間の特性要因としては、この調査の範囲での結果からは、注入鋼塊高さほど大きい影響のあるものではなく、出鋼温度、成分、注入速度などに若干の相関があるように思える。

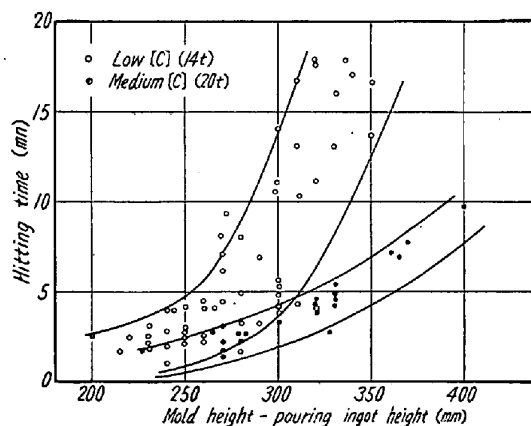


Fig. 2. Influence of pouring ingot height on hitting time.

このようにして、実際現場作業におけるさけられないバラツキを考慮に入れても、少ない投入 Al 量で脱酸度を調節しながら適正な蓋打時間を得ることができるようになった。

(2) 鋼塊、鋼片、成品の性状

このようにして製造されたキャップド鋼の鋼塊から熟延成品までの一貫した性状について調査を行なった。

a) 表面性状

型抜後の鋼塊肌状況と分塊圧延時の鋼塊表面状況観察結果を Table 1 に示す。

Table 1. Failure value of ingot surface after stripping and in slabbing.

Type of steel	Inner face of mold	Mean failure value of ingot after stripping					Mean failure value of ingot in slabbing					Slabs
		No. of ingot	Cross crack	Long.* crack	Corner crack	Splash	No. of ingot	Facial crack	Corner crack	Side crack	Long.* crack	
Low [C] capped	Flute	328	1.10	1.00	1.00	2.21	224	1.6	1.3	1.4	1.0	2.2
Low [C] rimmed	Flat	1937	1.18	1.01	1.01	1.67	1679	1.6	1.1	1.2	1.0	2.0
Medium [C] capped	Flat	11	3.0	1.2	1.0	1.2	* Longitudinal crack. Failure value is indicated by the mean value of ranks which are classified into 4 or 16 grades according to the surface condition.					
	Flute	11	1.0	1.0	1.0	2.5						
	Total	22	2.0	1.1	1.0	2.3						
Med. [C] rimmed	Flat	60	1.2	1.2	1.0	2.0						

造塊での鋼塊肌状況は、低炭ではリムド鋼よりもスプラッシュが多く発生しているが懸念されたワレには有意差がない。中炭ではとくにフラット鑄型にヨコワレが目立つが、同じフルート付の比較では、中炭キャップド鋼に多くのワレ発生が懸念されたが鋼塊がより大型なのにもかかわらず低炭キャップド鋼と大差がない。分塊圧延時の疵発生状況では低炭の場合、リムド鋼よりもヘゲ疵の発生が多いようである。いずれにしても現状作業の範囲では懸念されたワレは問題でない。スラブ冷却後、全数観察により手入がなされるが、このときのより多くの手入を要するスラブのしめる割合は、リムド鋼よりも約 20% 多い。この内訳を見ると鋼塊スプラッシュに起因するヘゲ疵がおもな要因となっており、注入方法、鑄型持続回数などと相関があるようである。鑄型手入、注入方法の改善などによりこれが解決を計らなければならない。

b) 歩留

低炭キャップド鋼と低炭リムド鋼の分塊歩留および成品までの総合歩留を Table 2 に示す。分塊歩留で 2~3%，総合歩留でも 4~6% キャップド鋼の方が良い。

Table 2. Comparison of the yield between capped steel and rimmed steel.

Type of steel	Slab		Hot-rolled sheet	
	No. of ingots	Yields	No. of coils	Yields
Capped	40	91.1	80	78.2
Rimmed	4253	88.8	7632	72.2

分塊歩留の良好な理由としては鋼塊形状に基づくメカニカルパイプの少ないこと、さらには濃厚偏析部が鋼塊下部へ移行する傾向、ないしは有害スカムの生成の少ないことなどが挙げられる。

中炭キャップド鋼についても同様なことがいえるが、フルート付とフラット鑄型の差については明らかな差が認められない。

前述のごとく、キャップド鋼では、スラブ表面性状が悪いが、それにもかかわらず成品までの総合歩留は良好であり、これは若干のスラブ手入工数の増大により充分カバーできることを示していて、このこともキャップド鋼のもつ大きな有利性といえよう。

c) 材 質

成品各位置別に行なつた引張試験結果によると、リム部ではリムド鋼よりも若干硬目であり、逆にコア部では軟目である。全体として、均一性に富み試験値はリムド鋼と大差ないが若干硬目となつていようである。この理由としては周知のように[C]の残留、そのほか 2, 3

の原因が挙げられよう。化学分析結果および S-print の結果によつてもまた、内質の均一性が確認される。

IV. 要 約

適正成品性状を得るため、キャップド鋼塊の特性要因として重要な蓋打時間を調査検討し、さらに鋼塊、鋼片、熱延成品と一連の工程について調査した。結果はつぎのごとく要約される。

(1) キャップド鋼の重要な特性要因である蓋打時間の調節のためにはとくに鋼塊注入高さが大きく影響し、少ない取鍋投入 A1 量で容易に現場的な管理を行なうことができるということが判り、ほかの作業条件とともに適切な基準を設定した。

(2) 鋼塊から熱延成品までの一連の工程での調査によりつぎのようなことが判つた。

a) 分塊歩留は 2~3%，成品までの総合歩留で 4~6% リムド鋼より良い。

b) リムド鋼よりもスラブ表面性状は悪いが、歩留の面で充分カバーできる。

c) 成品材質はリムド鋼と大差がなく、とくに均一性が優れているという点で鋼塊の大型化にさいし有利となる。

文 献

- 1) 加藤, 他: 鉄と鋼, 45 (1959), 10 p. 1139~1144
- 2) " " " 45 (1959), 11 p. 1261~1269
- 3) 北島, 他: " 45 (1959), 3 p. 261~263

(74) 上注および下注造塊法と砂疵との関係について

(鋼中非金属介在物, とくに砂疵に関する研究—II)

神戸製鋼所中央研究所

○下瀬高明・成田貴一・森 憲二・宮本 醇
On the Relation between the Sand Marks and, Top-and Bottom-Teeming Procedures.

(Studies on the non-metallic inclusions, especially sand marks in steel—II)

Takaaki Simose, Kiichi Narita,
Kenji Mori and Atsusi Miyamoto.

I. 緒 言

前報に引続き鋼中非金属介在物とくに砂疵に関する研究の一環として、塩基性電気炉溶製のクロム・モリブデ