

Fig. 3. Relation between crack value and the ladle [O]

ど割が発生しやすいことは蓋打時間におよぼすのと同様のことがいえるわけである。実際にこの取鍋 [O] についてはその大部分をリムド鋼と同様の脱酸度で行つたがそれらは大体 0.030% [O] 付近のものである。われわれの条件の場合、蓋打時間および割発生点からこの程度の取鍋 [O] が適当と考えられる。

IV. 要 約

キャップド鑄型 X, Y, Z の 3 種類の鑄型によつて 1 ヒートを構成し、実際的な生産の流れにおいて主として外面状況について、ch 単位の注入条件と成績を検討し、つぎの結論を得た。

(1) 外面状況として割が問題であるが、鋼塊肩部のコーナー縦割は鑄型形状も検討すべき条件であろうと考えられるが、蓋打時間によつて決定され、分塊割についても蓋打時間短いほど、取鍋 [O] 低いほど発生しやすいことが確認された。しかし全般に割は少なくセミキルドの 1/3 以下であつた。

(2) 現場的にもつとも注意すべきは取鍋 [O] 換言すれば脱酸度および蓋打時間であり、それぞれ適正な範囲があることを確認し、外面状況を主としたわれわれの条件での標準となるべき値を設定した。

文 献

- 1) 加藤, 今井, 広瀬, 梶岡: 鉄と鋼 44 (1958) 9, p. 979

(46) 小型リムド鋼塊の性状について
Study on the Quality of Small Rimmed Steel Ingots.

Akiji Suseki, et alii.

東都製鋼東京製鋼所
工博 浅野栄一郎・工 小倉貞一・〇須関昭二

I. 緒 言

リムド鋼塊の製造は通常、大型鋼塊のみに限定され、1 t ないしは、それ以下の小型鋼塊はキルド鋼で作ることが普通とされていたが、近年にいたり、小型リムド鋼塊の製造が着目されつつある。リムド鋼は Si の含有を望まない材質にはもちろんのこと、鋼塊表面が良質なスキンに覆われているため、キルド鋼塊に比べ、製品表面に疵が出にくく、熱間加工性が良いなどの見逃せない利点があるため、小型鋼塊の製造に適用することが可能であれば、小型キルド鋼塊における諸問題を解決し、さらに大型リムド鋼塊における欠点とされている成分偏析、材質不均一を少なくすることが可能となるので、これが試作に着手し、実用化の段階に到達した。本研究で取上げたものは、従来の概念によればリムド鋼塊としては最も困難なタイプに属する型で、鋼塊の高さに比し、断面積の極端に小さい、いわゆる、細長小型鋼塊である。本報告では、これらリムド鋼塊で最も重要な鋼塊性状につき調査したもので、(1) 熱間圧延作業に耐える十分な厚さをもつたスキンがつくられるか、(2) 鋼塊頭部が健全で膨張が少なく外皮に気泡が露出せずすむか、(3) 鋼塊表面の状況如何、(4) 鋼塊内部の各種気泡圧着性などの諸点について調べ、一、二の考察を加えた。

II. 試作ならびに試験方法

試作を行つた鋼塊サイズは Table 1 のごとくで重量 60 kg より 450 kg の小型鋼塊である。化学成分は 0.10~0.20% C の普通炭素鋼である。熔製は 3 t 塩基性エル一式電気炉、および 50 t 塩基性平炉によつた。造塊では、試験初期は同一定盤に二、三の異なつたサイズの鑄型を配置して試験したが、試験が順調に推移するにした

Table 1. Ingot moulds.

For ingot size	Type	Height	Top	Bottom	Weight
60 kg	Double	1550 mm	70 × 70 mm	85 × 85 mm	320 kg
80	//	1550	80 × 80	100 × 100	475
170	//	1550	120 × 120	140 × 140	895
200	//	1550	132 × 132	154 × 154	855
250	Single	1450	210 × 110	230 × 130	580
350	Double	1650	170 × 170	190 × 190	1060
450	Single	1650	230 × 160	250 × 180	680

がつて、同一定盤、同一鋳型の方式によつた。注入法はいずれも下注である。

試験事項としては、(1) 鋼塊外観および頭部凝固状況の検査、(2) 鋼塊内部性状調査、(3) 鋼塊圧延後の内部各種気泡の圧着状態の検査、(三段削り試験・マクロ試験・) (4) 鋼塊の偏析、圧延製品の機械的性質のばらつきなどについて実施した。

III. 実験結果と考察

(1) 鋼塊外観

(1-1) 鋼塊の表面状況は 60 kg ~ 450 kg の各鋼塊とも大型リムド鋼塊には見られない粟粒大の酸化鉄の附着物が底部の一部を除いて全面に認められる。これはリング作用により、飛散した熔鋼の飛沫と考えられるが、加熱炉内でスケール化して特に製品に悪影響をおよぼすことはない。湯じわは認められなかつた。

(1-2) 表面近傍のピンホール

キルド鋼塊について実施しているスカーフテストを実施して鋼塊隅角および辺部の表面近くのピンホールの発生状況を調査した。その結果、当社で常時製造している同型のキルド鋼よりはるかに多くのピンホールが発生していたが、キルド鋼に発生するような大きなものは少なく、非常に微細な孔のヘヤーホールともいふべきものがスカーフ面に無数に認められた。これはリング作用により生じたCOガスないしはこのとき発生した酸化鉄が再び熔鋼により還元され、ガス化して発生したものと考ええる。このヘヤーホールは、圧延後製品の表面に、特に致命的な欠陥としては残らない。

(1-3) 頭部の膨張状況は、鋼塊のサイズ、試作条件により異なるが、頭部凝固状況の良好なことは、小型リムド鋼塊としての第一条件である。また鋼塊では注入末期まで理想的なリング作用を維持することが非常に困難で、不均一なガス発生現象が生ずる。特に 200 kg 以下のサイズでは所定の鋼塊高さ付近ないしはそれ以下で表面が半凝固状態となり、内部のガス圧により蜂の巣状に膨張してキャップをかぶせるにいたらずして自然に熔鋼の上昇が停止する。このようなものは頭部付近に外気と通じた気泡が多数生じ、圧延後、製品表面に疵を発生し、歩留をいちじるしく悪くする。しかし、熔鋼中に健全なリング作用を十分行うように酸素を含有せしめ、適正な温度と注入速度のもとに造塊したものは、上述のような現象は見られず、キャップ面より、若干頭部が収縮気味な状態で凝固している。

(2) 鋼塊の内部性状

(2-1) 試作条件を種々に変化した鋼塊を縦割し、

さらに一部分のものはマクロ試験、Sプリント試験して内部性状を検査した。その結果は Fig. 1 のごとくに大別できる。

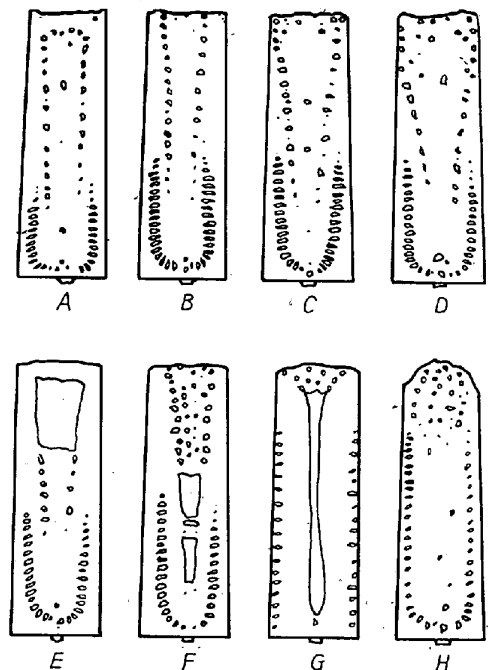


Fig. 1. Vertical sections of the small rimmed steel ingots.

A型は管状気泡、内殻気泡が十分な厚さのスキンにより覆われて自由気泡も少なく、良好な状態のものである。B型は頭部を除いては良好な状態にある。すなわち頭部で内殻気泡が露出しているため、圧延時表面疵となりやすい。C型は内殻気泡が朝顔型を呈してB型よりさらに悪い頭部凝固状態である。D型は、さらにこの内殻気泡が底面から3/5ないし4/5の高さの位置で鋼塊表面に露出し、リムド鋼としてきわめて望ましくない性状を呈したもので、このような鋼塊を圧延すると、この部分に顕著な疵が発生するのはもちろんのこと、他の製品部分にも悪影響をあたえる。F型、G型は鋼塊内殻部に一種のキャビテーを有する型で、注入後、注入管より熔鋼が逆流した場合に発生する。また、注入中に熔鋼がガスとともに鋼塊頭部より吹き上げた場合はH型のような状態を呈し、健全なスキンは全く存在していない。I型は頭部膨張のいちじるしい場合である。

(2-2) 鋼塊における化学成分の偏析を調査したところ、傾向は大型リムド鋼とは異なるが、偏析の程度は非常に軽度である。

(2-3) 内部性状に対する考察

小型鋼塊における管状気泡、内殻気泡、自由晶部気泡の生成機構はつぎのごときものと考ええる。熔鋼が鋳型内

に注入されると、まず鑄型に接する部分が冷却凝固し、外殻層ができ、続いて柱状晶の生長が始まる。しかし、リミング作用によるガスの浮上と、熔鋼の攪拌作用によつて、柱状晶の凸部の生成が妨げられ、外殻層に引続いて均一な厚みの気泡のない柱状晶層が生成する。一定時間経過すると、熔鋼温度が低下し始め、小型のためリミング作用が急速に弱くなる。そのため柱状晶は自由な生成を開始し、主幹部と主幹部の間に、枝間部に相当する凹部が生ずる。この部分に凝固面に沿つて上昇してきたガスおよびこの枝間部付近で発生したガスはこの凹部に停滞し、結晶の生成を阻止する。このような状態がある時間続いて管状気泡は形成されてゆく。これは管状気泡の発生状態によつても十分裏付けられる。かくして、管状気泡はガス通過量が少く、熔鋼の静圧の大きい、鋼塊底部に発生しやすく、頭部には発生し難い。また、リミング作用の弱い場合は鋼塊外皮の近くに発生し、かつ、頭部近くまで生成する。内殻気泡の生成には、二つの場合が考えられる。その一つは管状気泡とほぼ同一な経過をたどつて形成するが、この時期になると鑄型温度も高くなり、かつ、鋼塊外皮との間に空間ができるため、熔鋼の冷却に方向性がほとんどなくなり、柱状晶の生成は終了し、自由晶の凝固域に入っている。そのため気泡も柱状晶に類似した管状を呈することなく、任意な形で存在するようになる。そのため、特に区別して内殻気泡とよぶ。他の一つの場合は自由晶気泡と同一な状態で発生する場合である。すなわち、管状気泡の生成末期になると、熔鋼の温度は相当低下し、凝固点以下になつてくる。しかし、リミング作用のため凝固することなく半熔融状態を保っている。しかし、頭部が凝固し、閉塞すると、内部圧が急に増加しリミング作用によるガスの発生が阻止され、過冷の度合いが大きい内部全体が一度に凝固し、上昇中のガスはそのままの位置にとどまつてしまう。このため凝固層に沿つて上昇していたものが、内殻気泡となり側壁へ移動すべく、中央部にあつたものは自由晶部気泡となる場合である。鋼塊に発生した気泡がいずれであるかを判定するには、その鋼塊が示す他の性状を参考にすることが必要である。このような気泡の生成機構を基にして考えれば、小型リムド鋼塊では偏析の度合いが少いので、極力リミング反応を活発に行わせるような状態のもとで造塊し、圧延に耐える十分な厚さと良質なスキンを作り、管状気泡の発生をできるだけさけるべきである。良好な鋼塊頭部を作るためにも、また、内殻気泡、自由晶気泡を少なくするためにも、このことは必要である。すなわちリミング作用が強いと熔鋼の過冷の

程度が大きくなり、そのため頭部凝固後はより短時間で全体が凝固し、ガスの分離する時間が最少となり、頭部膨張などの危険はなくなるわけである。

(3) 圧延材に関する試験

小型リムド鋼塊を丸棒、山形鋼、溝形鋼、サッシュ材などに圧延し機械的性質のばらつき度合、各種気泡の圧着状態をマクロおよび三段削り試験で調査した結果、強度のばらつきは、キルド鋼とほとんど差がなく、また、気泡の未圧着疵も強酸で腐蝕した場合、少量認められるにすぎなかつた。

III. 結 言

以上が今回試作研究した細長小型リムド鋼塊の性状に関する調査結果であるが、従来困難とされていたこの種のタイプの鋼塊でも、製鋼および造塊に留意すれば多くの特質を十分生かしたリムド鋼塊ができることが判つた。

(47) セミキルド鋼塊頭部形状におよぼす作業上の影響

Operational Factors Effective to the Top Shape of Semi-Killed Steel Ingots.

Yuji Miura, et alii.

八幡製鉄所、製鋼部

工 窪田竜一・渡辺克行・工〇三浦祐治

I. 緒 言

セミキルド鋼塊脱酸度の不足は、圧延時の横ワレおよび表面欠陥を誘起し易く、作業上に影響するところも大きい。適正脱酸度については、すでに鋼塊切断などの方法で気泡の発生分布および偏析などの面で詳細に報告されている。しかし作業的にみると、鋼塊の脱酸度の適否の判定は、主としてその頭部形状観察により推測している現状である。一方セミキルド鋼塊は、同一チャージ内にあつても、頭部形状不揃の場合がまま見受けられ、頭部形状安定化に対しては、取鍋脱酸度以外にも検討すべき点が多く、日常の工場作業記録を基にし、検討を行なつた。

II. 調査の概要

(1) 対象鋼種

傾注式 100 t 炉 (実装入約 150 t) にて熔製せるセミキルド鋼の先鍋受鋼 (約 70 t) より製造せる鋼塊。ただし、注入最後の鋼塊を除く、また取鍋成分が以下のときもののみを取扱つた。