

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。

[C]=0.19-0.21% [Mn]=0.48-0.52%

[P]=0.015-0.025% [Si]=0.08-0.16%

(2) 脱酸法

精錬末期, [C]=0.20%, [Mn]=0.15%より, 一部 Si-Mnによる炉内脱酸, および, Si-Mn を主とした取鍋脱酸により上述成分に調整されたもの.

なお取鍋投入 Al は 0.15g~0.20g/t のものである.

(3) 注入法

上注, 鋼塊単重約 4 t, 使用鑄型 C61 (底部 610mm 角, 頭部 520mm 角, 高さ 210cm,)

なおセミキルド鋼塊頭部形状には主としてつぎのごときものがあるが,

盛りり, ドーム, 平, 凹形, パイプ孔.

この調査では, チャージ内の全鋼塊本数に対する盛りり鋼塊の本数割合を盛りり発生率とし, 同様 (凹形+パイプ孔) の鋼塊本数の割合をパイプ発生率として検討した. すなわち

$$\text{盛りり発生率} = \frac{\text{盛りり鋼塊本数}}{\text{全鋼塊本数}} \times 100$$

$$\text{パイプ} \% = \frac{(\text{凹} + \text{パイプ}) \text{鋼塊本数}}{\text{全鋼塊本数}} \times 100$$

III. 調査結果

(1) 注入時期による取鍋分析値の推移

同一チャージ内での頭部形状不揃鋼塊発生理由として, 注入の初期, 中期, 末期における取鍋分析値の変化を調査したが, スラグカバーのない先鍋にあつては, 注入各期による取鍋分析値には相異は見られなかつた.

(詳細省略)

(2) 盛りり発生率

(i) 取鍋 [Si] 分析値

盛りり発生率は, Fig. 1 に示したごとく取鍋 [Si] により変化する. すなわち, [Si] が低くなるにしたがい盛りり鋼塊は発生し易くなるが, [Si] が高くなり, 特に 0.16% を超えるとほとんど盛りり鋼塊は発生しない. なお Fig. 1 の結果, および後述するごとく, 盛りりに大きく影響する湯上り速度, 加炭コークス量も考慮した重回帰結果によると, [Si] 0.01% の増加は盛りり発生率の約 4.5% の減少を伴う.

(ii) 加炭コークス投入量

盛りり発生率はまた, Fig. 2 に示したごとく取鍋投入の加炭コークス量によつても大きく影響される. すなわちコークス加炭を行わない場合には, 膨張鋼塊の発生はきわめて稀であるが, コークス量の増加にしたがい盛りり鋼塊も発生し易くなることを示している. なお Fig. 2 に示したごとく, コークスによる影響の度合は湯上り速度によつて若干異り, 湯上り速度の極端に早い

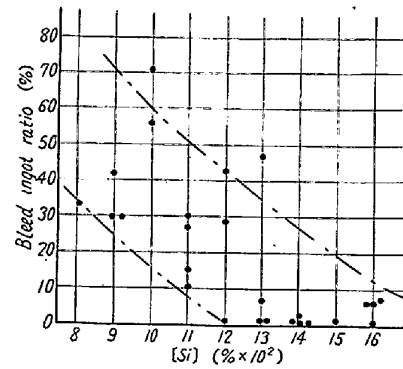


Fig. 1. Relation between [Si] ladle analysis and bleed ingot ratio (bleed ingot/total ingot x 100) pouring speed 1100-1300 mm/mn.

ときにはコークスの影響は非常にいちじるしくなる. なお通常作業 1100~1300 mm/mn においては, 加炭コークス 10 kg/ladle の増加に対し約 5% の盛りり発生率の増加が考えられる.

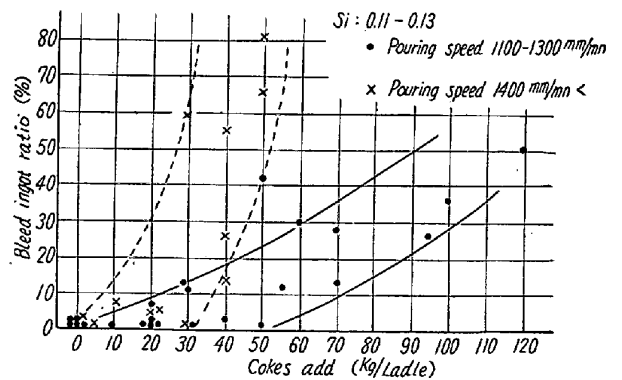


Fig. 2. Relation between cokes addition in a ladle and bleed ingot ratio.

(iii) 平均湯上り速度

Fig. 3 は, 湯上り速度が盛りり発生率におよぼす影響を加炭コークス量別に示したものである. すでに Fig. 2

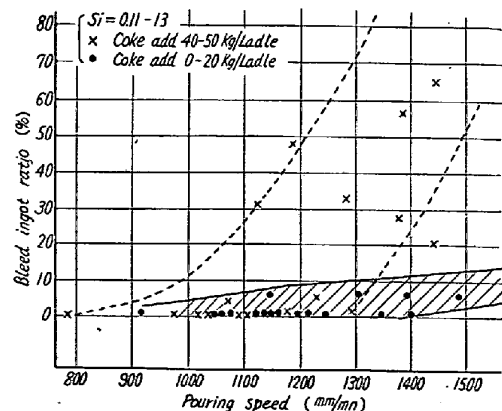


Fig. 3. Effect of the pouring speed on the bleed ingot ratio.

からもみられるごとく、湯上り速度と加炭コークス量の交互作用の結果、コークス投入量 20kg/ladle 以下にあつては、湯上り速度上昇するも盛り発生率には大差はないが、40~50kg/ladle の場合では、約 1100mm/mn より急に盛り発生率の増加をみる。

(iv) 鑄型内投入ショット Al

以上盛り発生率の主な変動原因たる取鍋 [Si]、加炭コークス、平均湯上り速度との関連において、ショット Al の効果を検討したが、盛り発生率と比較的明瞭な正相関を示した。(詳細省略)

しかし、この点については、盛り鋼塊には比較的多目のショット Al が使用され、かつこの調査範囲 (40g/t 以下) では未だ頭部を平滑するに至らなかつたと考えられる。

なおこの他、出鋼温度、鑄型温度、精錬上の要因などの影響も見たが、明瞭な結果を得られなかつた。

(3) パイプ発生率

(i) 平均湯上り速度

Fig. 4 に見られるごとく、パイプ性鋼塊は湯上り速

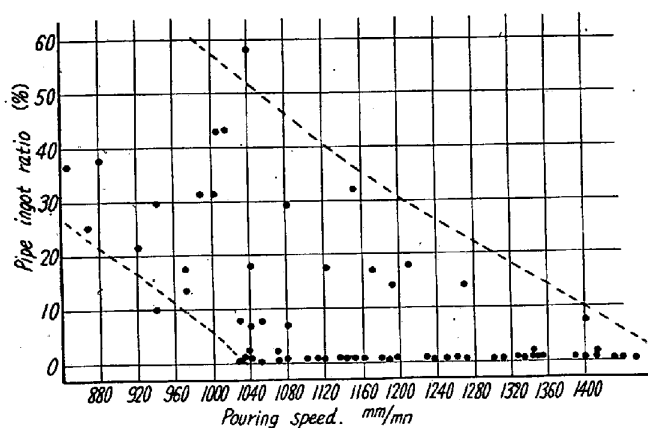


Fig. 4. Effect of the pouring speed on the pipe ingot ratio (凹+pipe ingot/total ingot $\times 100$).

度の低下により発生し易くなることを示した。なお湯上り速度と同様、パイプ発生率に大きく影響する加炭コークス量も含めた重回帰の結果は、100mm/mn の湯上り速度の減少により、約 3% のパイプ発生率増加の結果を示した。

(ii) 加炭コークス投入量

取鍋投入加炭コークス量もまた、パイプ発生率におよぼす影響は大きく、加炭コークス量の増加により、パイプ性鋼塊発生は減少の傾向を示す。

すなわち 10kg/ladle の加炭の増加により、ほぼ 1% パイプ発生率は減少しよう。

なお、パイプ発生率の調査では、盛り発生時に見ら

れるごとき、[Si]、shot Al などによる影響はほとんど見られなかつた。

IV. 結 言

以上、セミキルド鋼頭部形状調査の結果を要約すると、

(i) 取鍋 [Si] 分析値

[Si] 低くなると頭部膨脹鋼塊は増加するが、パイプ性鋼塊発生率には左程の影響はない。

(ii) 取鍋投入加炭コークス

頭部形状と密接な関係にあり、多量投入の場合は盛り鋼塊が、また投入なき場合はパイプ性鋼塊が発生しがちである。

(iii) ショット Al

普通セミキルド鋼に使用の程度では、頭部形状調節には、左程効果的とはいえない結果となつた。

(iv) 平均湯上り速度

頭部形状に影響する所大きく、湯上り速度の大なるときには盛り性の鋼塊が、又小に過ぎるときにはパイプ性の鋼塊を発生しがちである。

(48) セミキルド鋼塊の偏析について

(主として、トラックタイムの影響)

On the Segregation of Semi-Killed Ingots.

(The effect of track time)

Takayuki Ooka, et alii.

八幡製鉄所、技術研究所

工 加藤 健・松田亀松・工〇大岡耕之

I. 結 言

セミキルド鋼は、歩留が高いので、その用途は広範囲にわたっているが、材質面における高度の要求からセミキルド鋼塊の内質性状、主として偏析、収縮孔および気泡分布の改善向上に脱酸造塊作業面からいろいろ検討が加えられている。

セミキルド鋼塊の偏析は、鋼塊頭部中央の収縮孔直下の濃厚偏析、およびそれに続く若干の V 偏析、逆 V 偏析、鋼塊頭部の収縮亀裂性逆 V 偏析、ならびに沈澱晶領域の負偏析に分別され、これらの分布状況とその挙動は、気泡分布とともに、脱酸度、脱酸形式、鋼塊の大きさ形状、造塊条件などの諸因子によつて変化し、種々の検討が行われている。(関係図表省略)

優秀なセミキルド鋼板の生産に当り、逆 V 偏析を含めた鋼塊頭部濃厚偏析および鋼塊表面直下の点偏析群の軽