

調査した結果、以下のことが判明した。

(1) 管状気泡の半径は脱酸度が大になるにつれて短くなる。この傾向は計算値、実測値ともに一致した傾向であるが、脱酸度大なる範囲では相違が生じる。

(2) 管状気泡の長さは溶鋼深さが大になると短くなり、この傾向は計算値、実測値ともに一致する。ただ、脱酸度の影響に関してはやはり脱酸度大なる範囲で相違が生じる。

文 献

- 1) R. SCHUHMAN: Trans. Met. Soc., Amer. Inst. Min., Met. & Pet. Eng., 212 (1958), p. 132
- 2) H. KNÜPPEL: Arch. Eisenhüttenw., 33 (1962) 11, p. 729
- 3) 鉄鋼便覧: (1962)

(65) リムド鋼塊凝固中のリミングアクションの持続状況

(製鋼工場における RI の利用—Ⅸ)

八幡製鉄所, 技術研究所 理博○森 久

松尾 翠・谷沢清人・山手 実

Duration of Rimming Action in Ingot Solidification of Rimming Steel.

(Tracer application of RI to steel works—IX)

Dr. Hisashi MORI, Midori MATSUO,

Kiyohito TANIZAWA and Minoru YAMATE.

1. 緒 言

大型リムド鋼塊注入後に鋳型内に ^{198}Au を挿入し、凝固した鋼塊内の ^{198}Au の分布した範囲をスキヤニング法でしらべた結果、凝固則によつて予期される厚さよりも著しく厚い ^{198}Au が分布しない範囲が、リミングアクション中の鋼塊底部に生長し、この範囲は、凝固はしていないが湯動きのない部分と推測されることを、前報¹⁾で報告した。

今回、オートラジオグラフ法によつて、鋼塊底部のリミングアクションの持続状況について、さらに調査したので、その概要を報告する。

2. 実験方法

2t 試験転炉で溶製した低炭リムド鋼を上注ぎ注入した後(鋼塊単重は約 1.6t)、前報と同様な方法により約 20mC の ^{198}Au を鋳型内に挿入した。鋼塊形状は底部が 470mm φ、頭部が約 330mm φ、高さ約 1.6m である。鋼塊のオートラジオグラフ検査要領は後報²⁾に準ずる。

3. 実験結果

調査した鋼塊は 4 鋼塊であつて、試験条件の概要を、Table 1 に示す。 ^{198}Au は、いずれもリミングアクション中期以後に挿入した。

鋼塊底部縦断面を中心軸で 2 分した片側のオートラジオグラフの 1 部を、Photo. 1 に示す。白く現われている範囲が、 ^{198}Au が分布した範囲である。Photo. 1 によると、No. 1 鋼塊ボトムから 30cm 以上の高さの鋼塊側面方向については、 ^{198}Au の分布した境界が明瞭に認められる (No. 2, 3, 4 鋼塊についても、Photo. 1 に

示した高さより上部においては、側面方向の ^{198}Au 分布境界は明瞭であつた)のに対して、鋼塊底面方向の ^{198}Au の分布境界は明瞭でなく、かつ不規則な形状をしていることが注目される。ドリルで鋼塊中心軸にそつて試料を採取し、中心軸方向の比放射能の変化を調べたところ、高さ数 cm の範囲で比放射能が 0 から定常値まで連続的に変化していることが認められた。

さらに、鋼塊底面側の Au が分布しない範囲の厚さは、側面側の ^{198}Au が分布しない厚さより厚く、前報¹⁾の結果と一致しており、また鋼塊 No. I < II < I < IV の順に厚くなつている。No. 4 鋼塊は、 ^{198}Au 挿入時期が早いにもかかわらず、No. 1 鋼塊に比べて Au の分布しない厚さが厚い理由は、溶鋼温度が低く、蓋置きまでの

Table 1. Experimental condition.

	Ingot* No.				
	I	II	III	IV	
Pouring time	2.5	2.5	2.2	2.6	
Period between beginning of pouring and ^{198}Au addition (min)	15.5	10.5	12.2	12.9	
Period between beginning of pouring and capping (min)	19.2	19.0	16.8	14.3	
Metal temp. in ladle (°C)	1580	1540	1570	1534	
Metal composition in ladle	C (%)	0.047	0.10	0.05	0.07
	Si (%)	0.009	0.01	0.01	0.01
	Mn (%)	0.32	0.28	0.14	0.34
	S (%)	0.021	0.010	0.027	0.020

* Size of the ingot; Bottom; 470mm φ, Top; 330mm φ, Height; 1.6 m, Weight; 1.6 t

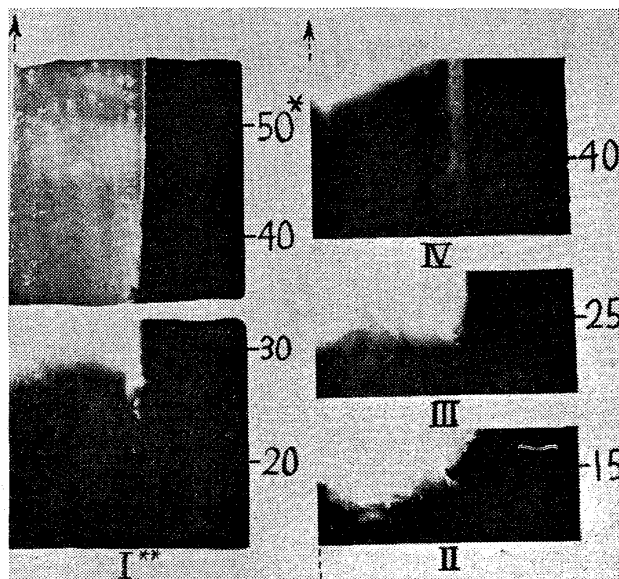


Photo. 1. Autoradiograph of longitudinal section of the ingots (50* denotes 50 cm from bottom of ingot, and I** denotes No. 1. ingot) ↑ denotes central axis.

時間が短いためであろう。

つぎに、 ^{198}Au が若干分布した高さ位置の鋼塊横断面の約 1/4 のオートラジオグラフを、Photo. 2 に示す。 ^{198}Au が離れ小島状に散在して分布していることが認められる。Photo. 2 に示した位置よりも 2~3cm 上部のオートラジオグラフでは、Photo. 2 で散在して分布している場所の ^{198}Au 濃度はより高くなっており、その他の場所にも ^{198}Au が分布し、全体としてかなり均一に ^{198}Au が分布していた。

また、 ^{198}Au がかなり均一に分布していた高さ位置の鋼塊横断面の約 1/4 のオートラジオグラフとサルファープリントの例を Photo. 3 に示す。鋼塊底面側の ^{198}Au

が分布しない範囲よりも約 10cm 以上高い位置の断面のオートラジオグラフは、すべて Photo. 3 の No. 1 鋼塊のそれとほとんど同じ Au の分布状況を示していた。

4. 考 察

以上の実験結果に基づき、筆者らは、鋼塊底部におけるリミングアクションの持続状況について、Fig. 1 に模式図として示した説を提出し、以下にその理由を述べよう。

リミングアクション初期におけるリミングアクション密度——すなわち気泡発生密度——は、溶鋼の静圧のためにボトムに近い場所ほど低いであろうが、鋼塊底面側の凝固面においても、一様に気泡が発生しているであろう。リミングアクション中期になると、底部に粘調な相が滞留し始める。この期における粘調な相の上面の形状は、Photo. 1 で ^{198}Au の分布しない範囲が最も薄い No. 2 鋼塊のオートラジオグラフに認められるように、下の凸の曲面状である。注入終了より 8min 後に ^{198}Au を挿入した No. 2 鋼塊では、中心軸にそつて採取した試料の比放射能測定結果から、鋼塊底面より 8cm の高さで放射能が出現していたが、この厚さは鋼塊側面方向の ^{198}Au の分布しない厚さとほぼ等しいので、粘調な相が生成する初期と考えられるが、それにもかかわらず、底面より 12cm 高さ横断面のオートラジオグラフ(Photo. 2) では Au が離れ小島状に散在しているのみであり、こ

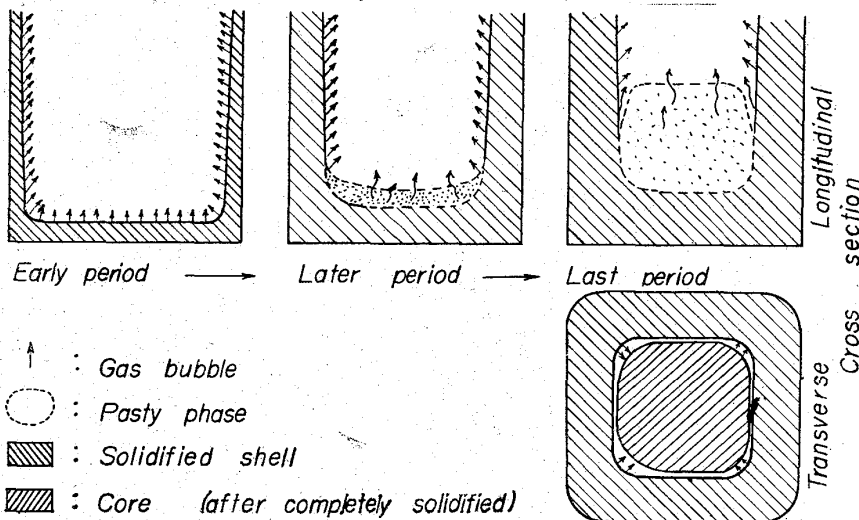


Fig. 1. Schematic explanation on the duration of rimming action in ingot bottom.

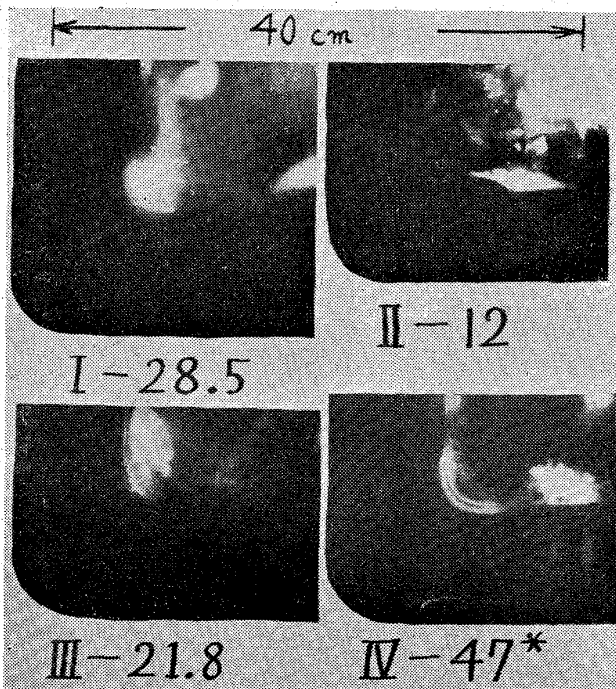


Photo. 2. Autoradiograph of quarter of transverse cross-section of the ingots. (IV-47* denotes 47 cm from bottom of No. 4 ingot)

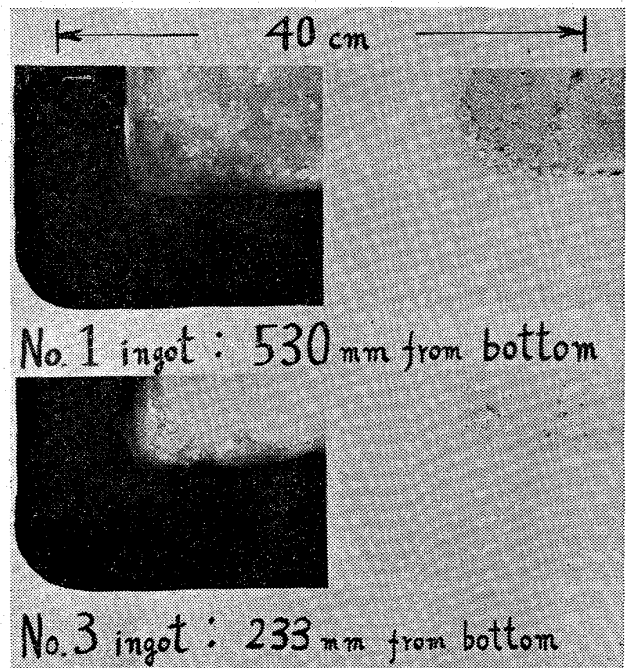


Photo. 3. Autoradiograph and sulfur-print of quarter of transverse cross-section of the ingots.

の期に至ると底面側における気泡発生は、側面方向のそれに比べて、かなり押えられて散発的となることを示している。離れ小島状に散在する ^{198}Au 分布箇所は、粘調な溶鋼内から気泡が浮上したあとに、上方からAuを含む溶鋼が入り込んだ痕跡と考えられる。

このようにして次第にボトム部に粘調な相が滞溜してくると、ますます底面側からの気泡発生と浮上は抑えられ、ついには、一旦底面側から浮上してきた気泡が、粘調な相内で浮上途中に停止してしまうようになる。注入時に ^{140}La を投入したリムド鋼塊縦断面のオートラジオグラフで、鋼塊ボトムコア部に $^{140}\text{La}_2\text{O}_3$ を捕集しつつ浮上した気泡が途中で停止した痕跡が認められた²⁾。

さらに粘調な相の滞溜が進んでリミングアクション最終期に至ると、気泡発生は、ほとんど鋼塊側面方向の凝固面で起こるようになる。このことは、Photo. 1において、底面方向の ^{198}Au の分布しない厚さが最も厚いNo. 4鋼塊では、 ^{198}Au の分布した範囲が側面側凝固面にそつて下方に突出しており、ここでのリミングアクションによる湯動きが最も長く持続したことを示していることから明らかである。No. 4鋼塊に次いでAuの分布しない厚さの厚いNo. 1鋼塊についても、同様な傾向が認められる。

なお、鋼塊底面方向の凝固速度は側面方向のそれに比べて速いとする説が多いようであるが、Photo. 1のNo. 4鋼塊でAuが側面側凝固面に沿つて下方に突出していることから明らかなように、ボトムに滞溜する湯動きのない相は、pasty zoneであつて、凝固完了相ではないことを付け加えておきたい。

以上は、鋼塊縦断面についてであるが、リミングアクション末期の鋼塊横断面については、次のごとく考えられる。

Photo. 2で、鋼塊底面側の ^{198}Au が分布しない厚さが厚い鋼塊 (No. 4およびNo. 1鋼塊) では、鋼塊隅角部のAuの分布した輪郭が明瞭であることから、隅角部においてリミングアクションが持続していることが認められるが、Auの分布しない厚さが薄い鋼塊では、隅角部以外の場所に ^{198}Au が分布している (^{198}Au が分布しない粘調な相の厚さが薄い場合は、粘調な相の上面形状は下に凸の曲面であるから当然であろう)。

また、Photo. 3で示したオートラジオグラフにみられる ^{198}Au の分布した範囲とサルファープリントでみられるコア部境界との間隙の厚さをみると、隅角部の間隙の厚さは平面部のそれに比べて明らかに厚く、リミングアクションが隅角部において最も長く持続したことを示している。なお、Auが分布した境界線の曲率は鋼塊のそれに比べてかなり小さく、隅角部における凝固速度は平面部のそれに比べて大きいとは考えられないようである。

さらに、Photo. 3で、隅角部の ^{198}Au の分布状況を詳しく観察すると、凝固面にそつて層状に分布していることが認められる。これは、 ^{198}Au が連続的に供給されたものではなく間歇的に供給されたこと——すなわち、隅角部におけるリミングアクションは、断続的に持続したことを示している。

5. 結 言

リミングアクション中期以後に ^{198}Au を挿入したリム

ド鋼塊断面のオートラジオグラフから、リミングアクション中に鋼塊ボトム部に、湯動きのほとんどない粘調な相が滞溜生長し、底面側における気泡発生は抑制され、鋼塊側面側の凝固面——特に隅角部——においてリミングアクションが最も長く持続し、ただし隅角部においては断続的に持続することがわかつた。

文 献

- 1) 森, 他: 鉄と鋼, 50 (1964), p. 1754
- 2) 森, 他: 鉄と鋼, 51 (1965) 10, p. 1898, p. 1930

(66) リムド鋼塊のスキン厚さの算定について

八幡製鉄所, 技術研究所 工博 一戸正良
戸畑製造所 森田重明
技術研究所 梶岡博幸・○神田光雄

Assessment of Skin Thickness of Rimming Ingots.

Dr. Masayoshi ICHINOE, Shigeaki MORITA,
Hiroyuki KAJIOKA and Mitsuo KANDA.

1. 緒 言

冷延薄板の需要の増加に伴い量的に大きな比重をしめるリムド鋼に対してますます高度の品質が要求される状況にある。冷延薄板の表面性状、絞り性、機械的性質などの品質上の問題点は加熱、圧延、熱処理などの工程に起因する場合もあるとはいえ、根本的には鋼塊性状に左右されることが多く、良好な鋼塊を製造することは良好な冷延薄板を得る上に不可欠である。

リムド鋼塊の良悪の判定を行なうのに多くの場合、鋼塊を切断し気泡の状況や偏析を調査する方法が採用されている。これらの鋼塊性状と製鋼要因との対応を求め最も適当な製鋼製造塊の作業標準を作成しそれを守ることによつて良好な鋼塊を製造しようとする方法が一般に採られている。しかしこのような方法では個々の鋼塊の品質判定が不可能でありヒート単位の管理とならざるを得ない。われわれは鋼塊の頭部形状と内部性状の間に密接な関係があると考え、頭部形状による鋼塊品質の判定を可能とすべく試験を始めた。試験の結果、鋼塊内部性状は鋼塊頭部形状の外観観察によりかなり推定できる見通しがついたので報告する。

2. 試験方法

試験鋼種にC < 0.10%, Mn < 0.45%の低炭素リムド鋼を選んだ。鋼塊形状は665mm × 1070mm × (1700~1900mm)の単重10tの扁平型である。70t出鋼の純鉄素転炉で溶製した溶鋼を前記鑄型に注入し、凝固後冷塊の状態に頭部形状を測定すると同時に鋼塊底部より400mmの位置よりくさび型のコーナサンプルを切り出しスキン厚さや気泡形状を測定し鋼塊頭部形状との関係を探った。試験鋼塊を製造する際の変更要因としてi) 湯上り速度, ii) 取鍋投入Al量, iii) 鑄型内スケール添加量など主として造塊上の要因を選び、異なつた頭部形状が得られるようにしてヒートの異なる40鋼塊を調査の対象とした。吹錬条件の変更は転炉製鋼法の根本的問題であり現在の安定した操業状態を乱したくないことから