

Fig. 3. Relation between the amount of shot Al added in the mold and the existence range of longitudinal blow holes of test ingots, no Al added in the mold.

明らかにされたので、実際に使用した shot Al の量から、爾後の均熱、圧延、手入れ作業の際の参考データが得られる。

(5) 表面気泡生成に及ぼす脱酸度以外の因子の影響

(i) 気泡発生に関して脱酸度の影響する度合から明らかかなようにセミキルド鋼では脱酸度の他に  $H_2$ ,  $N_2$  特に  $H_2$  の気泡生成に関与する度合が大きい事を考えねばならない。

(ii) 一旦表面気泡の成長が止つてから再び管状気泡が発生する範囲が認められるが、これは偏析によつてガス発生圧が高まるためと考えられる。従つて管状気泡の発生を防止すべき脱酸度の方が表面気泡の発生を防止すべき脱酸度よりも若干強くあつて然るべきである。しかし本試験結果では殆んど大差ないので、表面気泡の発生には熔鋼のガス発生以外に何等かの要因が加わつていゝと考えられる。我々はそれは鑄型内壁の状況（主として塗料）であらうと推察している。

(iii) 表面気泡生成の機構に関する考察の結果から、表面気泡の生成には鑄型内における熔鋼の上昇速度も大きな影響を持つと共に鑄型温度、熔鋼温度も初期の凝固速度を通じて表面気泡の生成に影響する事が推察された。

(iv) 更に上注と下注の場合の表面気泡状況の差は熔鋼の鑄型内における上昇速度の相異のみならず、前者は注入流による攪拌があるに対し、後者は静かに熔鋼が上昇すると言ふ相違も影響を与えているのではないかと推察される。

(v) 鋼塊の底部のコーナーサンプルの表面気泡状況と脱酸度との関係は中央高さのそれに比して極めて不明確である。底部のコーナーサンプルでは splash による box の形成が認められ、これが表面気泡の生成に大きく影響しているためであると思われた。

#### IV. 結 論

(1) 表面気泡の発生、成長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増加速度及び凝固速度等によつて説明し、定量的な検討によつて、その説明の正しい事を示した。

(2) 表面気泡の生成には脱酸度以外に影響する因子が多いが、注入の際の諸条件を一定とすれば、脱酸度の強い程表面気泡は小さく、少く肌になる事を示し、脱酸度との関係を定量的に示した。

(3) セミキルド鋼塊の凝固の際に発生するガス組成は脱酸度によつて異なるが、殆んどガスを発生しない位の脱酸度では  $CO$  約 30%,  $H_2$  約 60%,  $N_2$  約 10% と推察した。

(4) 鑄型における脱酸調整のために使用された shot Al の量から表面気泡の状況を知り、爾後の工程の参考に供する事が出来る事を示した。

(5) 表面気泡の生成に及ぼす脱酸度以外の因子を明らかにした。

### (70) セミキルド鋼の表面気泡と縦疵とについて (II)

(Sub-Surface Blow Holes of Semi-killed Steel Ingots and Seams of Products. (II))

Takeshi Kato, et alius

八幡製鉄所 工〇加藤 健・理修 森 久

#### I. 序 言

前大会に於て、セミキルド鋼塊の表面気泡と鋼片の縦疵との関係についての検討結果を報告したが、表面気泡状況調査のために試験鋼塊は必然的に冷塊とされる故、熱塊で送付する普通の作業の場合への適用に若干の疑義があつたので、気泡の酸化状況に関する実験を補足してその問題を解決し、更に縦疵の深さと気泡の大きさとの関係をも検討して、別報の脱酸度と表面気泡との関係と併せて縦疵調節のための脱酸度を明かにした。

#### II. 実 験

セミキルド鋼のビレットに径 2mm、深さ 2~8mm の人工気泡を穿孔して 0~6mm の径をしたもの及び鋼塊より採取したコーナーサンプルを鍛造用加熱炉 (C ガス) に入れ、 $1300^{\circ}C$ 、空気率 1.3 程度で 1.5~10 時間加熱し、スケールの出来方と気泡内の酸化状況を調べた。手動調節のため温度は  $1300 \pm 20^{\circ}C$ 、空気率は  $1.3 \pm$

0.2 程度の変動は免れなかった。

### III. 実験結果とその検討

加熱時間（昇熱迄の時間…1 h…を除く）と焼減り量との関係は直線と拋物線の間様の様相を示しているが、これは鋼の酸化反応に於ては拡散過程が律速段階ではあるが、加熱時間が長くなると、スケールが多孔性になり、この間隙をガスが気相拡散し、酸化速度が速くなつて、やや直線状に近くなつて来るためと考えられる。スケールの厚さの加熱時間による増加の状況は焼減り量の場合と少々異なるが、これは時間が長くなるとスケールが多孔性となり、見掛けの厚さが増すためである。この結果から焼減り量の少い所では、スケールの厚さは焼減り量の約 2 倍位である事が明らかである。

人工気泡の底の酸化の進行状況は Fig. 1 の如くである。気泡が長くなると底の酸化は急激に減少し、又径に比し長さが或程度以上長い気泡ではその底の酸化は時間に関せず略々一定となる様である。Fig. 2 に示した様に I → II → III と酸化が進むにつれて気泡内にスケールが生成して来るが、IV の状態となると反応は l なる厚さのスケール層を拡散して進行せねばならないので非常に遅くなるためであろう。

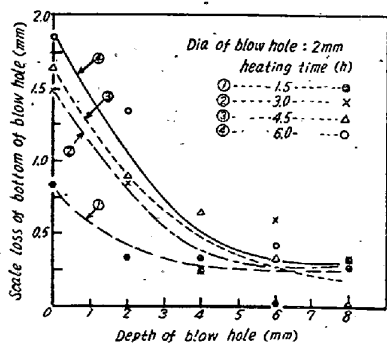


Fig. 1. Scale loss of bottom of artificial blow holes

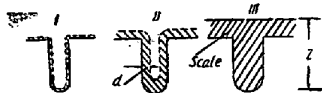


Fig. 2. Oxidation of the inner surface of blow holes

気泡底部を半球状とすれば

$$\frac{2}{3} \pi (a+x)^3 = \frac{2}{3} \pi a^3 \times 2 \quad a: \text{気泡の始めの半径}$$

$$x = 0.26a \quad x: \text{焼減り厚さ}$$

従つて直径 2mm の気泡の場合には  $x = 0.26 \text{ mm}$  となる事になる。

Fig. 1 では大体 0.3mm 位となつており、大体一致しておる。

別報の如く気泡径は大きくても大体 4mm 位であり、気泡径の大きいものは、大体脱酸度の弱いもので、長さも長くなり、肌よりの距離も遠くなる。Fig. 1 は気泡が始めから露出しておる場合であるから、実際の場合には気泡の底部の酸化が 1mm を越す事は稀であると考えられる。

コーナーサンプルの加熱前後の気泡分布を見ると Fig. 3 の如くで、(加熱前後で分布を調査した面は数 mm ずれている。) これから見ても気泡の底の酸化は殆んど省略して考えてもよい位である事がうかがえる。

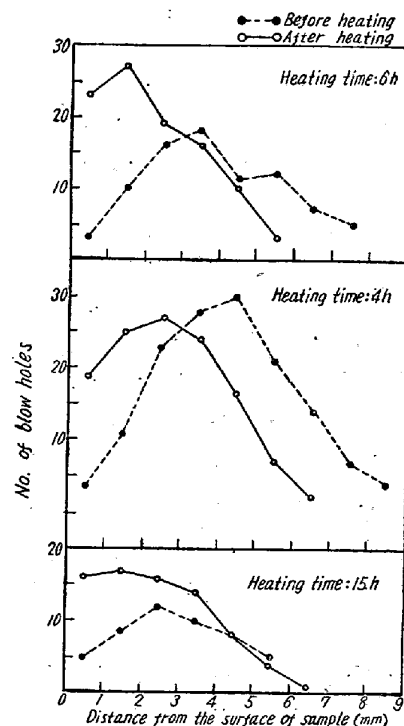


Fig. 3. Change of the distribution of blow holes of corner samples by heating

さてスケールオフによる気泡底の酸化を考え、又浅い気泡も縦疵の原因となると考えるならば、前報で極めて有意な関係にあつた気泡指数 (2) と縦疵数との関係よりも、気泡指数 (2) + 1.1\* と縦疵数との関係の方が強くなるべきである。或は深さ 2mm 位迄の気泡は問題にならないとすれば、気泡指数 (2) - 2.1\* 或は (2) - (2.1 + 2.2)\* と疵数との関係が強くなるべきであるが、何れの相関係数も気泡指数 (2) と疵数との場合よりも

\* 気泡指数 (2) 或は 1.1, 2.1, 2.2 等が如何なる位置の気泡であるかについては前報[鉄と鋼 9 (1955) 961] 参照

小さい。この事からもスケールオフによる気泡露出のための気泡底の酸化は余り大きくない事が推察され、同時にスケールオフ後の2mm位の長さの気泡も縦庇の原因となる事が推察される。

#### IV. 考 察

前報で冷塊とする場合は肌から3~4mm附近にある気泡が縦庇の原因として最も問題となるとの結論を得たが、以上の検討によつてこれは焼減り厚さが大略3~4mmである事を示す事になる。この程度の鋼塊の冷塊加熱の例から見て略々妥当の数字である。熱塊の場合には焼減り量は実秤或はスケールの厚さから測定して大体2~3mmである。従つて肌から2~3mm辺の気泡が庇の原因として最も問題となる事になる。

この事からセミキルド鋼の3つの型の限界が明になる。第1は表面気泡を肌から2mm以内にすする型で、脱酸度を強くするものであり、この場合別報を参照すれば鑄型に於けるshot Alの使用は殆んど不要である。パイプは必然的に大きくなる。第2の型は表面気泡を肌から3mm(安全度を考えれば4mm)より奥に発生せしめるもので、脱酸度は遙に弱くせねばならず、管状気泡の甚しい発生を防止するために鑄型でshot Alを可成りの量用いる必要がある。この使用量を適正にすれば、パイプは小さく出来る。第3の型は兩者の間であつて、若干のshot Alを鑄型で使用して脱酸を調節するもので、鋼片には若干の縦庇を生ずるが、鋼片の手入れ、再熱、或は成品迄の圧下率等によつて鋼片の若干の縦庇は問題とならないものである。

夫々の場合の脱酸度、shot Alの必要量、第3の型の場合の鋼片の庇の深さ等は別報を参照すれば明らかであり、又別報で考察した表面気泡生成の機構から考えて、夫々の場合のより有利な注入法も明らかであり、又夫々の型のより有利な均熱法も明らかである。これ等によつて夫々の作業法を確立し、又成品の要求、その工程からどの型とすべきかを考慮すれば、セミキルド鋼の応用分野も確立されるであろう。

#### V. 結 論

スケールオフに伴う表面気泡の酸化状況を検討して前報で求めた冷塊の場合の問題となる気泡位置を熱塊送付の普通作業の場合に適用する際の疑義を解決し、普通作業では肌から2~3mmの位置の気泡が最も問題となる事を示し、これからセミキルド鋼の3つの型の限界を確立し、別報と併せて夫々の型の作業法を確立して成品の

要求、工程との関係を明にし、セミキルド鋼の応用分野の確立に資した。

### (71) アルゴン及び酸素の吹込による 熔鋼中の水素及び窒素の除去に ついて (II)

Elimination of Hydrogen and Nitrogen  
in Molten Steel with Argon and Oxygen  
Flushing (II)

Tatsuo Nakayama, et alii.

川崎製鉄株式会社、茸合工場

下山田正俊・森田 健一・今井 光雄・

○中山 竜夫・大井 浩

前報<sup>1)</sup>に於て電気炉還元期のAr吹込が熔鋼の脱Hに有効なる事を述べたが、今回更に塩基性平炉に於けるAr及び高純度、低純度の酸素吹込の実験を行い熔鋼中のガスの挙動を調べた所、平炉に於ては鋼中のH、N含有量が電気炉と全く異なる傾向を示し、特にAr及び高純度酸素吹込が鋼浴の脱窒に極めて有効である事が認められたので、ここにまとめて報告する。

#### I. 実 験 概 要

実験に使用せるAr及びOはTable 1の如き純度である。

製鋼は35t塩基性平炉により燃料は発生炉ガスを使用した。鋼種は低炭素鋼(C=0.06%)に限定し大気湿度の影響を考慮して雨天の際は実験を避けた。酸素吹込精錬には各溶解毎に高純度又は低純度酸素を単独に使用し、両種の酸素の混用は行わず、又鉄鉱石は全く使用しなかつた。一方Ar吹込は鉄鉱石により脱炭を行い、C=0.10%以下になつてから実施した。酸素吹込は圧力7~10kg/cm<sup>2</sup>、流量6~8m<sup>3</sup>/mnで数回に分けて行つた。Arはボンベ入りを使用し、ボンベより直接吹込用パイプに連結し、1回4本宛2回計8本を吹込み、1本当り平均流量2m<sup>3</sup>/mnで4本で8m<sup>3</sup>/mnであつた。

精錬各時期にガス分析試料を採取し、NはJ. I. S.法による酸分解蒸溜法、Hは熔鋼より試料を急冷して採取し、急冷試料を水銀中に3日間放置し此の間に拡散放出されたガスは水銀上面に捕集し、マイクロオルザック装置で分析し、試料は更に錫熔融真空抽出法で分析した。

#### II. 実 験 結 果