

669.15-194.3-412:620,191,34:620,192
 3:621(74) 高合金鋼鋼塊の表面気泡および
 393:621,746 皮下気泡の発生におよぼす鑄型
 513 内面条件および鑄込速度の影響

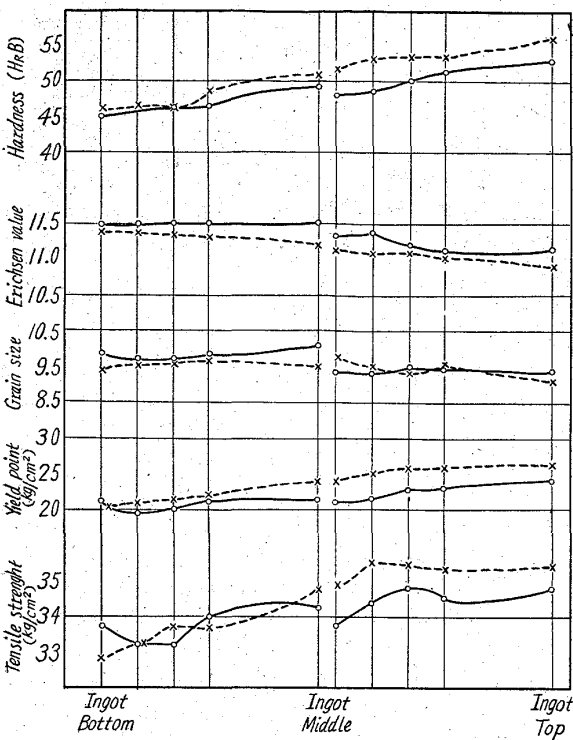


Fig. 3. Mechanical properties of vacuum-treated rimmed steel and normally cast rimmed steel.

VI. 総括

リムド鋼を鑄型内で脱ガスした鋼塊につき、鋼塊の内部性状、ホットコイルの諸性質、および冷延成品の材質を調査した。その結果真空処理により鋼塊内部の偏析状況は好転し、また清浄度が向上した。冷延成品では大型鋼塊でもトップからボトムにかけ材質の均質性をました。またエリクセン値が向上している。

この真空処理法はリミングアクションのコントロールも可能で任意の厚みのリム層を形成させることができると同時に、脱酸剤を添加することなく均質な凝固を行なわしめ、かつパイプを発生させないので、リムド大型鋼塊の生産法として極めて有利である。

文献

- 1) GEORG HENKE & WALTER HESS: Stahl u. Eisen, 79 (1959) 7, p. 405~407
- 2) HUBERT HOFF, et al: Stahl u. Eisen, 79 (1959) 7, p. 408~410
- 3) A. TIX, et al: Stahl u. Eisen, 79 (1959) 8, p. 472~477
- 4) A. M. SAMARIN: J. Metals, 10(1958)March, p. 190~192

Influences of Mold-Surface and Pouring Rate on the Formation of Surface Blowholes and Subsurface Blowholes in High-Alloy Steel Ingots.

Dr. Chiaki ASADA, Kumesaburo SAKAI, Dr. Taro SUGIYAMA and Tatsuo HAYASHI.

I. 緒言

鋼塊の表面欠陥は、あとの鋼材製造工程における歩留低下の大きな原因となる。特に高価な高合金鋼の場合にはその防止手段の開発を計ることの意義は大きい。本報告は、高クロム耐熱鋼塊における表面気泡あるいは皮下気泡の発生原因を明らかにするため、電気炉製鋼工場において行なつた実験結果である。ここでは鑄型内面の肌荒れ、湿気、塗料および鑄込速度の影響を調査した。

II. 実験方法

2t 塩基性電弧炉による高クロム耐熱鋼(SEH)溶解において、取鍋内溶鋼の一部を 160 kg 鑄型に上注させた。鑄型が冷えている時は、その内面に湿気を帯びることおよび塗料を塗布したときそれが乾かないことが問題になる。そこでこの実験では次の2系列を考えた。

系列1—塗料を塗布したとき、その塗料が乾いた場合あるいは乾かない場合。塗布前の素肌は乾燥状態にある。

系列2—塗料を塗布しない素肌の状態。その鑄型内面に湿気があつた場合あるいはなかつた場合。

以上の2系列のそれぞれにつき、鑄型が新品の場合あるいは肌荒れしている場合および鑄込速度が普通の場合あるいは遅い場合の組合せで実験を計画した。

塗料の乾かない状態：鑄型を約 200°C に加熱後約 40°C に空冷し、量産で使用している某社製タール系塗料を約 25cc 刷毛で塗布直ちに鑄込んだ。

塗料の乾いた状態：約 200°C に加熱した鑄型に直ちに前記と同量の塗料を塗布、完全に乾いた状態で鑄込んだ。

湿気のある状態：常温の鑄型に約 10cc の水を刷毛で塗布した。塗料は塗布しない。

湿気のない状態：鑄型を加熱して空冷し、40°C ~ 60°C の鑄型温度で鑄込んだ。塗料は塗布しない。

肌荒れ鑄型：延 200 回使用、この間 1~1.5mm ずつ 3 回内面切削。

新品鑄型：使用回数 1 ~ 5 回の範囲。

鑄込速度が普通の状態：7~8 kg/s

鑄込速度が遅い状態：2~3 kg/s

鑄込速度は、鑄型内の溶鋼温度に可成りの影響を与える。故にこの鑄込速度の因子には、温度の因子も加わつていられる。試験鋼塊は黒皮外觀、グラインダーによる表面研削後の皮下および縦断面について調査し

た。また試験鋼塊およびそれと同じチャージの非試験鋼塊から、鑄込終了と同時に、シリカチューブで鑄型内溶鋼を吸上げ水素分析を行なった。

III. 実験結果と考察

1. 表面気泡

鋼塊表面に発生する表面気泡は、一般にいちじるしく深いものではないが 6~7mm の深さに達するものもある。

a) 塗料による表面気泡の発生

(1) 表面気泡は鑄型内面が荒れていたときにだけ発生した。この場合、塗料が乾かない時にはこの傾向がいちじるしかつた。塗料が乾いていても表面気泡は発生するが、乾かない時より浅かつた。

(2) 鑄型が荒れかつ塗料が乾かなくとも、鑄込速度が遅い場合には表面気泡はなくなる傾向にあつた。しかし湯じわで鋼塊肌が悪くなつた。

(3) 鑄型が新品なら、塗料が乾いても乾かなくとも表面気泡の発生は全然認められず、極めて美しい鋼塊肌であつた。

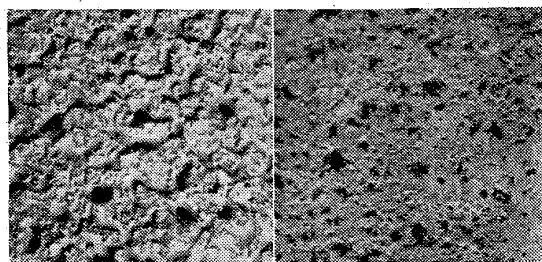
(4) (3) の場合、鑄込速度を普通の約 2 倍近くの 13 kg/s で鑄込んでも表面気泡の発生は皆無であつた。

(5) 以上の結果をさらに確認するため、鑄型内面に径 3mm、深さ 10mm の孔を数カ所あけ、その半数の孔に塗料を満たし、残りの半数はそのままにして鑄型内に溶鋼を鑄込んだ。その結果塗料が充たされた孔に対応する鋼塊面には径数 mm、深さ 5~8mm のピットが発生し、塗料の入っていない孔に対応する鋼塊面には凸部が発生した。そしてこの場合も鑄込速度が遅いとそうした傾向を示さなかつた。

(6) 以上の結果から次のことがいえる。表面気泡の発生は、鑄型内面で、塗料が溶鋼に触れて急熱燃焼する際に発生した揮発分および燃焼ガスのガス圧（鑄型内面と鋼塊表面間における）に、凝固しはじめた薄い表皮が耐えるかどうかで定まると考えられる。乾かない塗料と鑄型の肌荒れは、このガス圧を増大させる因子になる。すなわち、荒れた肌の亀裂部には塗料が溜るし、またその亀裂の形状、深さによつてはガス圧が局部的に増大して深い表面気泡をつくるであろう。一方鑄込速度と鑄込温度は鋼塊表皮の強さに影響を与える。鑄込速度が遅ければ溶鋼温度も下がり、厚い丈夫な表皮が形成されてガス圧に耐えると考えられる。また遅い鑄込速度は溶鋼上面で塗料を揮発放散させるにも役立つているかも知れない。

(7) 鑄込速度に関し THORNTON¹⁾は模型実験の結果から塗料を厚く塗り鑄込速度が早い場合、揮発性物質が界面上に逃げ切らないうちに溶鋼がそれを追越して表面気泡を発生させると述べている。鑄型が荒れている場合は、鑄込速度を早くしなくともこのような現象が起り易い筈である。しかし鑄型が新品なら、鑄込速度を可成早くしても、(3) で述べたごとく表面気泡は発生しなかつた。これから、実際作業で変えうる程度の早い鑄込速度では、鑄込速度と塗料だけでは表面気泡は発生しないものと考えられる。

(8) 鑄型に亀用状のクレージングがあつたとき、鋼塊にそれと同じ形の凹んだ網目をつくることがしばしば見



Poured in a tar-painted mould Poured in a moistened mould

Photo. 1. Surface blowholes. $\times 1/2$ (2/3)

られる。これは割れ目に鑄型塗料が蓄積して炭素質の残渣を生じ、それがガスになつて網目をつくるといわれている。表面気泡はこの傾向が深い亀裂、乾かない塗料、早い鑄込速度および高い溶鋼温度によつていちじるしく助長されたものと考えられる。

b) 吸湿鑄型による表面気泡の発生

(1) 塗料を塗布しなくとも、鑄型内面に湿気があつた場合に表面気泡が発生した。塗料が乾かない場合の鋼塊肌は比較的丸味を帯びた凹凸および表面気泡からなつていますが湿気を帯びた鑄型の鋼塊は表面が多孔質な感じで表面気泡も丸味を帯びていない。(Photo. 1)

(2) 吸湿鑄型による表面気泡の発生は、塗料の場合と全く同様な傾向を示した。すなわち鑄型が荒れているときにだけ表面気泡が発生した。この場合、鑄込速度が遅いと表面気泡の発生が減少する傾向にあつた。しかし湯じわやスプラッシュで鋼塊肌が悪くなつた。

(3) 新品の吸湿鑄型では表面気泡の発生がなく、極めて美しい鋼塊肌であつた。この場合鑄込速度を 13 kg/s と、普通の 2 倍近くにしたが表面気泡の発生は皆無であつた。

(4) 鑄型内面に湿気がない場合、表面気泡の発生はなかつた。しかしスプラッシュや湯じわで鋼塊肌が悪くなつた。

(5) 湿気による表面気泡の発生は、溶鋼が水分に触れたときに発生する水蒸気によるものと考えられ、こたが塗料の場合と同様鋼塊表皮を圧迫するのであろう。

2. 皮下気泡

(1) 表面気泡を調査した鋼塊の表面をグラインダーで切削し、また縦断して皮下気泡の発生状況を調査した。塗料による試験鋼塊は何れの場合も皮下気泡の発生はなかつたが吸湿鑄型によるものの中に皮下気泡の発生が見られた。皮下気泡は表皮を 3~6mm 研削した下から発生した。

(2) この場合の皮下気泡の発生条件は、表面気泡の場合と同じで、鑄型が荒れかつ普通の鑄込速度の場合に発生した。この鋼塊を縦断してみると、内部迄気泡が発生しており、鋼塊の引けも悪かつた。この鑄型内溶鋼の鑄込直後の水素量は、非試験鋼塊の場合に比し約 10cc/100 g 高かつた。

(3) 肌荒れの吸湿鑄型でも、鑄込速度が遅い場合には皮下気泡の発生がなかつた。この溶鋼中水素量は、非試験鋼塊の場合に比し約 2cc/100 g 程度の富化であつた。

(4) 新品の吸湿鑄型の場合には、鑄込速度が普通でも遅くとも皮下気泡の発生は全くなく、水素量の富化も約

669,141,244-412:621,746,628 < 621,746
393 (75) 鋼塊高さのリムド鋼塊におよぼす影響 62255

八幡製鉄所技術研究所

工博 加藤 健・松田亀松・○徳重 勝

Effect of the Ingot Height on Rimmed Steel Ingots. 1344~1346

Dr. Takeshi KATO, Kamematsu MATSUDA and Masaru TOKUSHIGE.

I. 結 言

リムド鋼塊は鋼塊重量の増加に伴って鋼塊頭部の偏析度が増加し、また鋼塊厚さが大きくなると頭部の高い偏析度を示す部分の厚さが大きくなると同時に偏析の位置が下ることを前回の報告で明らかにした。鋼塊巾が成品巾に対して大きくなりすぎると圧延能率が阻害されるとともにメカニカルパイプが増加してこれが歩留りを低下させる。したがってリムド鋼塊の大型化に際しては上述の鋼塊断面形状の制限とあわせて高さの増加を考える必要がある。

リムド鋼塊の高さには、良好なりミングアクションを得るために、その増加に制限がある。その制限はこれまで 1800mm 程度と考えられたが近年りミングアクション促進剤が導入されてから 2000mm 或は若干これをこす程度にまで注入されている例がでてきた。われわれは高さを高くしても注入速度を遅くすることにより注入中の溶鋼の静圧があまり大きくならない間に凝固厚さを厚くして、リム部の健全性を確保し、表面欠陥の発生を防止できるのではないかとこの考えのもとに特に高さを増加した鑄型を製作し、高さの増加による鋼塊品質、圧延能率作業性および影響を確かめるための一連の試験を計画した。これは最近試みられているリムド鋼の連続鑄造や小型鋼塊におけるキャストビレットの考え方を大型鋼塊の場合にも適用できるのではないかという考えに基づいており、鋼塊の大型化、圧延能率および鋼塊品質の向上を合わせ達しようとするものである。

II. 実 験 結 果

1. 高さ 3000mm の鋼塊は通常の鋼塊の膨張が 0~100mm 程度を示すのに対し 100~300mm と大きい値を示しており、高さが高くなると膨張が大きくなる。リム部性状を代表するデータを通常鋼塊の例とともに Table 1 に示した。管状気泡の不発生圏の高さは変わらないが、発生圏の高さが高さの増加とともに高くなり、これが膨張を大きくした主な原因となつている。

鋼塊肌から管状気泡までの深さ、すなわちソリッドスキンの厚さは Fig. 1 に示したごとく通常の鋼塊の場合と変わらない。

鋼塊底部のリム部は溶鋼の静圧をうけてりミングアクションが弱くなり、リムの形成がほとんどないのではないかと考えられた

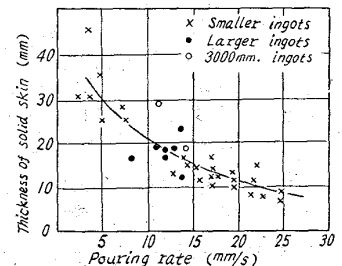


Fig. 1. Relation between the solid skin and the pouring rate.

1cc/100 g 以下で、非試験鋼塊と大差なかつた。

(5) 皮下気泡の発生は、溶鋼の水素含有量上昇によることは明らかである。鑄込速度が遅い場合に水素の富化が少ないのは、溶鋼温度が下がること、注入中の表皮が厚く形成されることおよび多少なりとも鑄型内面の水分が乾くことなどに起因すると考えられる。また鑄型の肌が滑らかなときは、表面が可成り濡れた状態でも水素の富化はなかつたが、この理由については明らかでない。

3. 表面気泡と皮下気泡の関係について

皮下気泡の発生は吸湿鑄型に限つたので、ここでは吸湿鑄型鋼塊について述べる。表面気泡が発生した鋼塊は皮下気泡も発生し、同時に溶鋼中の水素量も高かつた。この水素量の増加が皮下気泡を発生させた支配的因子になつたことは明らかであるが、表面気泡の発生もこの溶鋼中水素量の増大に起因していないかを確かめるため、消化した石灰を入れた小取鍋に約 30 kg の溶鋼を受けて小鑄型に鑄込んだ。鋼塊は吹き、鋼塊内部に気泡が多数発生したが表面気泡の発生はなかつた。これは表面気泡が、溶鋼中の溶解水素が増大した結果生じたものでないことを示すもので表面気泡は鑄型内面と鋼塊表面間のガスによつてのみ生ずると考えられる。また気泡の発生位置について調べてみたが表面気泡の下に続いて皮下気泡が発生していなかつた。

IV. 結 言

(1) 高クロム耐熱鋼について表面気泡は肌荒れ鑄型に塗布した塗料が乾かなかつた場合および肌荒れ鑄型内面に湿気があつたとき(塗料は塗らない)に発生した。この場合鑄込速度が遅いと表面気泡はなくなる傾向にある。

(2) 新品鑄型の場合は塗料が乾かなくとも湿気があつてもまた鑄込速度をいちじるしく早くしても表面気泡の発生はなかつた。

(3) 湿気のある肌荒れ鑄型に鑄込んだ場合、溶鋼中の水素がいちじるしく上り、皮下気泡を発生させた。この場合鑄込速度を遅くすると水素の富化が少なく、皮下気泡の発生もなかつた。

(4) 新品鑄型の場合は湿気があつても水素の富化および皮下気泡の発生はなかつた。

(5) 表面気泡の発生は、溶鋼の水素とは関係がなく、鋼塊表皮と鑄型内面間に発生したガス(塗料からの揮発物塗料の燃焼ガスおよび湿気からの水蒸気等)の作用によると考えられる。

文 献

1) J. IRON & Steel Inst.(U.K.), 183 (1956) 3, p. 300~315