

Fig. 4. Effect of pouring rate in vacuum on the surface condition of rolled billets.

一定しないので、ここでは平均値で示してある。

3 地 疵

丸鋼片に圧延後、鋼塊の頭部・中部・底部相当位置別に JIS 三段削法による地疵調査を行なった。操業初期においては作業の不慣れのために造塊耐火物に起因すると思われる地疵が多かったが最近に至つて漸く安定して Fig. 3 のごとき結果が得られており、従来の結果^{2,3,5,9)}が再確認された。

4 圧延成績

(1) 鋼片検査成績

真空鑄造の工業化に当つて上注法でなく下注法を採用した理由の一つは鋼塊表面性状にあつた。すなわち上注真空鑄造では散乱溶鋼の鑄型への付着のために、表面旋削をせずにそのまま圧延工場へ供給される素材の場合には検査合格率が普通チャージよりも低下する傾向を示し、特に高 C 高 Mn 材において問題があつた。

ところが下注法においても同様な問題が発生した。この場合は勿論飛散溶鋼のためではなく、鑄型内溶鋼の沸騰(二次脱ガス作用)による表面殻(二重肌状)のためであつた。したがつてこれが問題となる高 C 高 Mn 鋼種は鑄込速度を遅くし、受皿上での脱ガスを十分行なわせて鑄型内沸騰を抑えることによつて解決した。鋼種 D における鑄込速度と検査合格率との関係を Fig. 4 に示す。

(2) 管用鋼塊の圧延成績

これまで述べて来た鋼質改善の効果が製品圧延成績にどのように影響しているかを示すため、管用鋼塊の製品検査成績の一例を Table 4 に掲げる。いずれも VC 材は無手入合格率が向上し、内面下良率が減少している。

V. 結 言

川崎製鉄所平炉工場に設置された下注真空鑄造設備は昨年 6 月より稼働を開始したが、果して所期の効果をあげているかどうかを調査するために確性試験を行なった。その結果、ガス含有量、地疵、介在物などの減少の目的を十分に達成し、製品化工程の迅速化と製品歩留の向上に大きく寄与していることが明らかとなつた。

この方式による真空鑄造は世界でも稀なものと考えられるが、大量生産鋼種を十分な作業性を以て処理する方法として低建設費のほか、いろいろの利点を有しており、

今後さらに普及発展しうるべきものであると信ずる。

文 献

- 1) 第 13 回真空冶金分科会資料 (1962. 3)
- 2) 第 14 回 " No. 103, (1962. 7)
- 3) 大久保, 他: 鉄と鋼, 48 (1962), 11, p. 1338~1340
- 4) 大久保, 他: " , 49 (1963), 3, p. 463~465,
- 5) 大久保, 他: 日本鋼管技報, Oct. (1963), 27., p. 259~270
- 6) ペトロフ: スターリ, Feb. (1962). p. 113~117
- 7) L. Szöke: Neue Hütte, 7 (1962), 2, p. 94~102
- 8) 第 16 回真空冶金分科会資料 (1963. 12)
- 9) 北村, 他: 学振 19 委 3 分第 72 回資料 No. 72. (1963. 4)
- 10) 小原: 日本鋼管技報, Jan. (1963) 25, p. 73~78

(57) キャップド鋼塊の性状について

富士製鉄, 室蘭製鉄所

北川一智・工博○佐藤 進・泉 総一

On the Capped Steel Ingots.

Kazutomo KITAGAWA, Dr. Susumu SATO
and Soichi IZUMI

I. 緒 言

キャップド鋼塊はリム層を持ち、かつ偏析がリムド鋼塊に比較して少ないため、ブリキ用または薄板用として最近大量に用いられるようになってきており、その重要性は増しつつある。この鋼種は、リムド鋼とほとんど同じ組成の湯を使用するが、造塊方法が異なるため、鋼塊性状はリムド鋼塊とかなり異なっているものと考えられる。このような観点から、キャップド鋼塊の性状を調査したので、その結果について概要を報告する。

II. 調査内容

調査鋼塊のデimeションは、Table 1 に示すような 3 種類で、鋼塊およびスラブで切断して調査した。切断方法は、鋼塊は、長辺に平行な中心面で、スラブでは巾方向の中心で長さ方向に切断した。蓋打時間は、本調査では、1'~9' の範囲にわたっているが、通常は 3' 程度である。溶鋼は、塩基性平炉および上吹転炉で溶製したもので、取鍋組成の範囲は、Table 2 に示すようなものである。鋼塊の調査内容は、偏析、鑄造組織、非金属介在物、リム層の諸点である。

偏析の調査は、サルファープリントおよびチェック分析により行なった。使用ドリルは、切断鋼塊では、径 20 mm スラブでは 12 mm である。鑄造組織を出すための腐食液は、ゲー氏液を使用した。

III. 調査結果

(1) 偏 析

Photo. 1 (a) に縦割 B 鋼塊 (蓋打ち 1' 53") のサルファープリントをほぼ同一単重、同一短辺厚さのリム

Table 1. Dimension of ingots tested

Type of ingot	Weight of ingot (t)	Thickness of ingot (mm)	Hight of ingot (mm)	Length of neck (mm)
A	6.4	495	2,000	200
B	6.6	570	2,000	200
C	12.0	800	2,000	100

Table 2. Ladle analysis. [%]

C	Mn	Si	S	P
0.07~0.10	0.29~0.35	0.01	0.014~0.023	0.011~0.014

ド鋼塊のそれ (Photo. 1, (b)) と比較して示す。これによるとキャップド鋼塊の頭部濃厚偏析は、リムド鋼塊と比較してその範囲が狭いことが明瞭である。リムド鋼塊の頭部濃厚偏析は、溶鋼組成、鋼塊形状——特に短辺厚さ、トラックタイムにより変化する¹⁾。キャップド鋼塊では、このほかに蓋打時間も当然影響する。キャップド鋼塊の濃厚偏析の程度をリムド鋼塊と比較したのが Fig. 1 である。これによると、蓋打時間が 2'~8' の場合、濃厚偏析部の偏析度は、同一取鍋範囲、同一短辺厚さのリムド鋼塊の 1/2~2/3 程度である。当然ながら同一湯では、蓋打時間の長い方が最高偏析度は高くなる。また、興味深いのは、短辺の厚い C 鋼塊 (800mm) では、上に述べた濃厚偏析の下方に大型リムド鋼塊で見られるような第 2 のピークが見られることで、このような場合には偏析部の範囲は広がる。これは短辺厚さが大になると、リミングアクションに起因する頭部気泡性濃厚偏析以外に、キルド鋼塊に見られるような撰択凝固による最終凝固位置の偏析が生ずるものと考えられる。濃厚偏析の位置は第 1 のピーク、第 2 のピークともリムド鋼塊と同様な位置に存在している。逆 V 線状偏析は、キャップド鋼塊では非常に明瞭で、濃厚偏析部に向つて平行に線状にはしつており、この部分を詳細にみると気泡をとまなう場合が多い。コア層内のスポット状の S の偏析は全体的に分布しており、蓋打時間が長くなると、この量は増加し、かつ底部側まで広がる傾向がある。

(2) 铸造組織

キャップド鋼塊の铸造組織の模式図を、リムド鋼塊、セミキルド鋼塊のそれ (Fig. 2 (a), (c)) と比較して Fig. 2 (b) に示す。リム層が存在するのはリムド鋼塊と同様であるが、リム層の厚さはリムド鋼塊に比較して薄い。勿論リム層は両者とも柱状晶からなっている。リムド鋼塊のコア層は

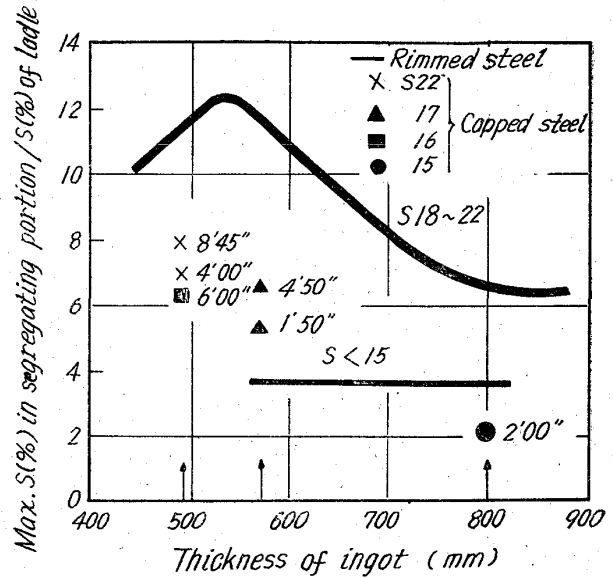


Fig. 1. Segregation degree of capped steel ingots.

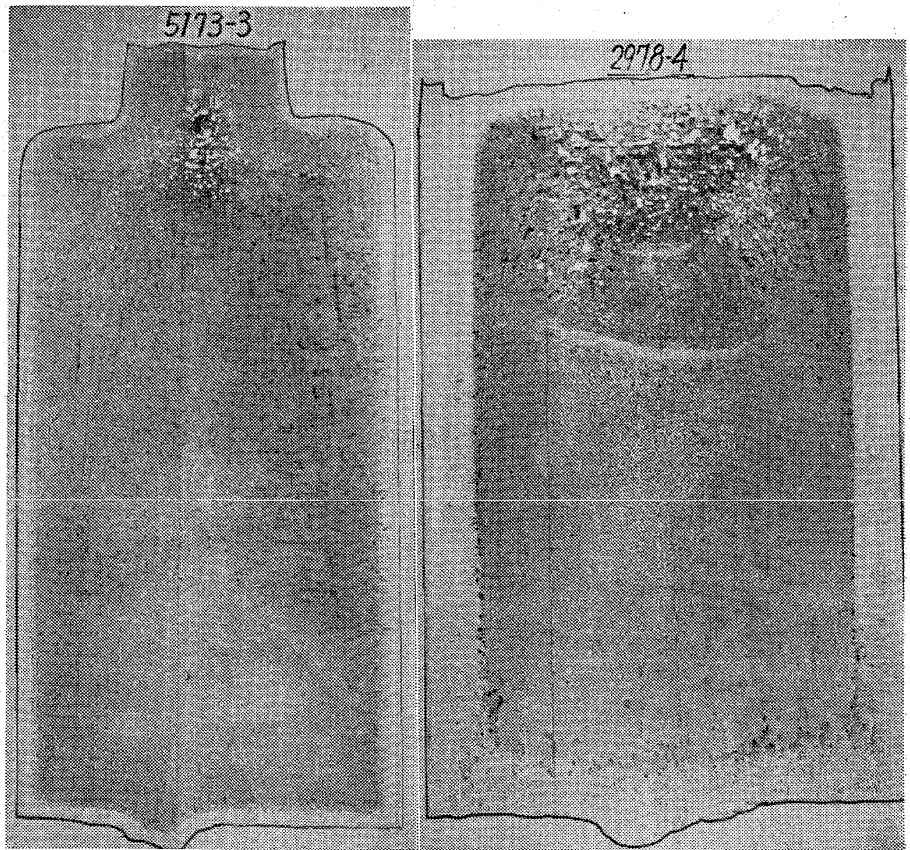


Photo. 1. Sulphure print of capped and rimmed steel ingots. ×7/100

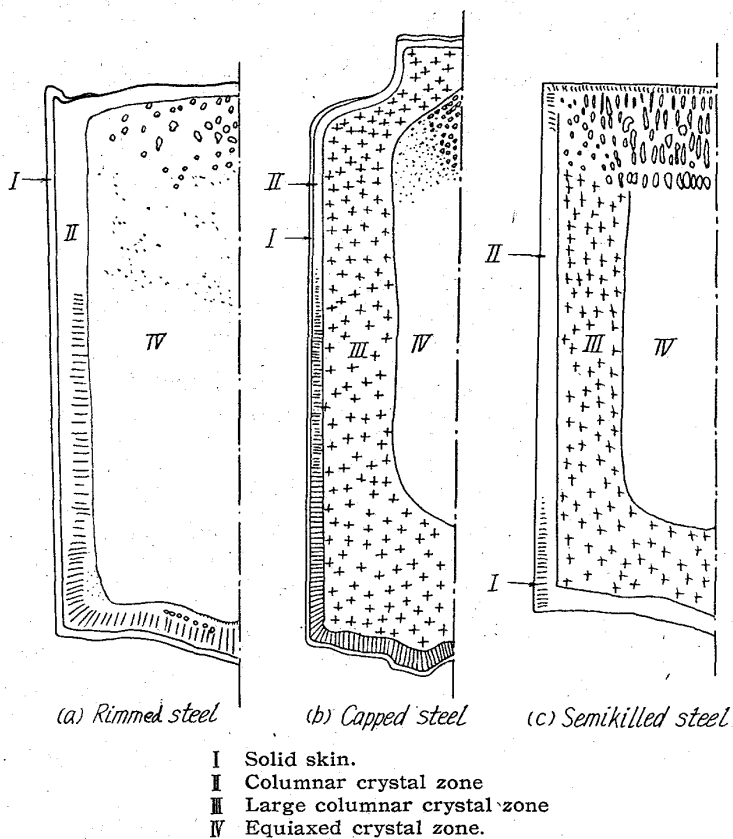


Fig. 2. Schematic macrostructure of capped, rimmed and semikilled steel ingot.

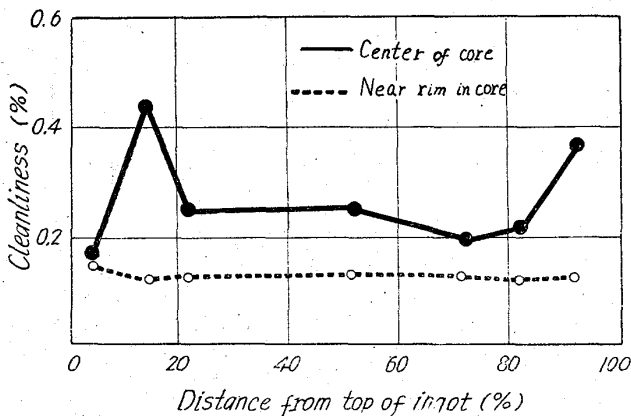


Fig. 3. Cleanliness of capped steel slab.

全部自由晶からなっているのに対して、キャップド鋼塊の場合にはコア層内の外層部は、肥大柱状晶からなる領域が発達しており、自由晶はコア層の極く内層部を占めているに過ぎず、その様子は Fig. 2, (c) に示すようにセミキルド鋼塊に類似している。

(3) 非金属介在物

ブリキおよび薄板に圧延された場合、介在物として問題になるのは、コア層内の大型介在物とリム層内の介在物の二者であり、前者は板の加工性に、後者は表面性状に影響をおよぼすものと考えられる。コア層内の介在物は、硫化物系と珪酸塩系の両者からなっており、前者はサルファープリントによりその分布を知ることができ、偏析部に多いことが知られる。鋼塊頭部濃厚偏析部を検

鏡すると MnS, MnO, Mn・Silicate からなる三相介在物が主で、リムド鋼塊の濃厚偏析部にみとめられるような FeS を含む大型硫化物はほとんど認められない。大型の珪酸塩系介在物は、鋼塊底部側中央部に多く認められ、組成は主として Al₂O₃ 系を含む Mn・Silicate である²⁾。Fig. 3 にスラブコア層内の清浄度の変化状況を示すが、これからわかるように鋼塊頭部側から 15% および 90% の位置で清浄度は特に悪い値を示し、前者では、主として Mn・Silicate をともなう硫化物、後者は Al₂O₃ 系を含む珪酸塩系大型介在物に起因している。すでに当所からの他の報告で述べているように²⁾、鋼塊底部側中央部の大型介在物の量は、蓋打時間と密接な関係がみとめられ、蓋打時間が短いほど多く、長くなるにしたがつてその量は減少し、リムド鋼では最も少ない。一方、その大きさに注目すると、キャップド鋼塊では小さいが、リムド鋼塊では非常に大型のものがみとめられる。このことは後述するように、スカムの発生、リミングアクションの状況と密接な関係があるものと推測される。

(4) リム層

鋼板に圧延された場合、美しい表面を得るためには、リム層の性状は非常に重要な問題である。この点からキャップド鋼塊のリム層の性状を調査した。この種の鋼塊は、蓋打ちによつて早期にリミングアクションを停止させるため、リム層が薄く、特に鋼塊下半分は非常に管状気泡が発達しており、ソリッドスキンの厚さはリムド鋼塊に比較して薄い。コーナーサンプルの 1 例 (鋼塊底部から 1/6 の高さの位置) を Photo. 2 に示すが、管状気泡の凹凸が目立ち、ソリッドスキンにスキンホールが存在する場合もある。リム層の清浄性も一般にリムド鋼より劣っており、Al₂O₃ 系介在物がみとめられることが多く、たまには球形

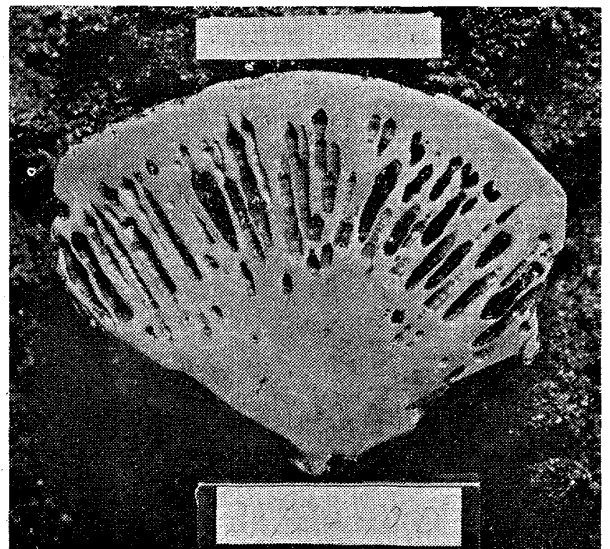


Photo. 2. Corner sample of capped steel ingot. (×1/2)

の Mn・Silicate がある。また、気泡痕跡が存在する場合も多い。

IV. 考 察

Ⅲにおいて、キャップド鋼の偏析、鑄造組織、非金属介在物、リム層の性状について主としてリムド鋼塊と比較して調査した結果を報告したが、この結果からみるとキャップド鋼塊は、リムド鋼塊とセミキルド鋼塊の性格の両面をもっていることは明白で、はなはだ興味深い。すなわち、鋼塊の外層部はリムド鋼塊の色彩が、内層部はセミキルド鋼塊の色彩が強い。しかし、外層部についても勿論細部はリムド鋼塊とかなりことなり、切断鋼塊のサルファープリントおよびコーナーサンプルからわかるように気泡の発達著るしく、この点はおもむきを異にする。このように、リム層の性状が両者で異なる理由としては、蓋打ちさせるために脱酸剤の使用量が比較的多いことその他に、キャップド鋼特有の鑄型の形状がリミングアクションの強さに影響をおよぼしているものと推測される。以前からリミング時の捲き込み空気の多少がその強さに影響する³⁾ということがいわれており、この点からもキャップド鋼塊の bottle top 鑄型は不利であるが他に、首および肩の所のフロフィールがリミング時の CO の放出に、ひいてはリミングアクションの強さに影響しているものと考えられる。模型実験でリミングアクションを再現することは非常に困難であるが、open top と bottle top 鑄型での差を定性的に示るために、著者らは透明プラスチック板でジャケットになっている模型の open top と bottle 鑄型を作り(容積約 1.8 l)、溶蠟を満ちし鑄型壁に接して底部近くからガラスパイプにより温風を吹き込み溶蠟の動きを観察するという初歩的な実験を試みた。その結果では、両方の鑄型内部の溶蠟の動きはかなり異なっており、bottle top 鑄型では首の所がしばられている点が吹き込み空気の放出、ひいては溶蠟の流れに大きく影響していることが観察された。すなわち、鑄型壁近傍の溶蠟の動きについてみると、open top 鑄型では上方への流れが強く壁を洗うように流れるのに対して、bottle top 鑄型では肩、首の所で流れがおさえられる関係上部分的な渦流が多く、上方向への流れが弱いようである。一方、鑄型内中心部での下向流についてみると、bottle top 鑄型では首からのガス放出が少ないだけ下方流は強く、下部にまでおよんでいる傾向がある。以上は単なる模型実験にすぎないので、そのまま実用鋼塊の場合にあてはまるとも思われないが、このような傾向があることは実際の両者の鑄型に湯をつぎわけた時に観察されるところである。

次に、切断鋼塊の鑄造組織および大型介在物の分布状況からみると、中期以後の凝固状況はリムド鋼よりもむしろセミキルド鋼に類似している。この理由としては、リミングアクションの継続時間が短いから、自由晶を発達させる原因となる結晶核の生成が少なく、また、蓋打ち後は鋼塊内部のガス圧力が高くなるため、常圧では CO を充分発生させる [O] 量をもちながらも CO の発生がおさえられ、中途半端な脱酸の場合のセミキルド鋼とその凝固状況が似てくるものと考えられる。このことは、鑄造組織のみならずコア層内の大型介在物の分布

が両者で非常に似ているのも上記の理由によるものである。

また、キャップド鋼塊の介在物が Mn・Silicate を常にともなっており、リムド鋼の場合と異なっているのは、スカムオフの有無が影響しているものと思われる。

V. あとがき

キャップド鋼塊の性状を偏析、鑄造組織、非金属介在物、リム層の諸点について、主としてリムド鋼塊と比較した結果について述べた。

文 献

- 1) 森永, 他: 鉄と鋼, 48 (1962), p. 1333
- 2) 森永, 他: 鉄と鋼, 49 (1963), p. 1663
- 3) 加藤, 他: 製鉄研究, 200 号 (1952), p. 127

(58) 取鍋内におけるフェロアロイの溶解と混合状況

(製鋼工場における RI の利用—Ⅲ)

八幡製鉄所, 技術研究所

森 久・松尾 翠・○繩田 義訓

〃 戸畑製造所

山口 武和・田中 功

Dissolution of Ferroalloy and Mixing of Metal in Ladles.

(Tracer application of RI to steel works—Ⅲ)

Hisashi MORI, Midori MATSUO

Yoshikuni NAWATA, Takekazu YAMAGUCHI

and Isao TANAKA

I. 緒 言

出鋼中に取鍋に投入したフェロアロイの溶解と混合状況に関して、BOGDANOVA らが RI で標識した Fe-Si, Fe-Mn, Fe-Cr を使用した研究があり、多量の Fe-Si を投入した場合には、各鋼塊試料の計数値が 300 ないし 900 c. p. m と著しく変動することが報告されている。

筆者らは、取鍋内におけるフェロアロイの溶解と混合状況は、合金の融点・比重・粒度などと取鍋内の湯動きの程度などの要因によつて支配されるものと考え、比重と融点が高い合金の例として Fe-Nb を、比重が低く融点が高い例としてコークスをとり、それぞれ¹⁹⁸Au で標識したものを取鍋に投入して、溶解と混合状況をしらべた。また出鋼後の取鍋内の湯動きを知るため、出鋼後取鍋に¹⁹⁸Au を挿入する試験をもあわせて行なつた。

II. 実 験 法

フェロアロイの RI 標識と取鍋への添加法は、Fe-Nb についてはなるべく立方体に近い形状の Fe-Nb 塊の中央部に 3~5mm φ の孔を全体の 3/5 程度の深さまで放電加工によつてうがち、孔の底に 1mm φ × 2mm × 2mm の約 2mC の金属状¹⁹⁸Au を入れ、その上に 2mm 厚さ程度に電解鉄粉を入れてエバタイトで栓をしてよく乾燥した。Fe-Nb の Nb 含有量は 66% である。この標識 Fe-Nb を紙袋入りの約 10kg の Fe-Mn の中央に埋め、平炉より 70 t 取鍋に出鋼中に、全容量の 1/2 まで受鋼したとき鍋内に投入した。コークスの場合は、