

Photo. 2. A-streak segregates of capped and rimmed steel ingots (S. print).  $\times 1(1/2)$

このようなSの濃化した溶鋼がリミングによるCO気泡の断熱効果によつて鋼塊の内方に凝集するので、高い偏析を形成すると考えられる。なお、上述の溶鋼中Sの濃化現象については、鑄型の内壁から溶鋼に向つて成長する凝固壁の前面に生ずるSの濃化層が、リミングアクションによつて生ずるCO気泡の上昇および溶鋼の対流に乗つて上昇し、成分濃度の差による比重差などによつて鑄型の上部に集積すると考えられる。なおこの種のSの上昇は鋼塊頭部が閉塞後も可成り続くことが、鋼塊のサルファープリントに見られる八の字型線状偏析の様相から推定される。

#### (ii) 最終凝固位置の偏析

濃厚偏析の第2のピークに当る偏析はトラックタイムの短縮、短辺厚さの増加によつて底部側に移動するが、その発生位置はほぼ鋼塊の最終凝固位置に相当することが分つた。従来、この種の偏析は凝固の際生ずる不純物元素の残留溶鋼中への析出によるものと考えられているが、トラックタイムを変えた鋼塊において、しばしばこの種の偏析に異常な状況が観察されることから、鋼塊が可成り凝固した後も鋼塊内部の未凝固部分において(i)において述べたような溶鋼の相対的な移動が起つているものと考えられる。

#### (iii) 八の字型線状偏析

リムド鋼の八の字型線状偏析の生成機構については気

泡の通路、収縮亀裂などの説があるが、著者がキャップド鋼塊およびリムド鋼塊の八の字型線状偏析をサルファープリントおよび顕微鏡組織により検討した結果ではリムド鋼のこの種の偏析は凝固壁前面に生じたS濃化溶鋼の気泡に伴つた上昇および溶鋼自身の対流に伴う上昇によるものと推論されるが、この種の偏析と鋼塊頭部の濃厚偏析との関連性は前述の通りである。

#### IV. 結 言

以上、扁平リムド鋼塊のS偏析機構について検討した結果、リムド鋼塊には頭部気泡性偏析、最終凝固位置の偏析からなる濃厚偏析と八の字型線状偏析が認められるが、これらの偏析の成因にはいずれもリムド鋼の特徴ともいふべきCO気泡の上昇とこれに伴う溶鋼の流動が大きく作用していることが分かつた。

#### 文 献

- 1) 同時発表 第1報
- 2) 同時発表 第2報
- 3) A. L. FEILD: Blast. Furn. & Steel Plant, 15 (1927), p. 129.

669,14018,2:621,746,583-982:119  
046,517-982<sup>(72)</sup> 圧延用鋼材における真空造塊効果の検討

(溶鋼の真空脱ガスに関する研究—I)

日本鋼管川崎製鉄所

北村洋二・門間玄悟・摂待吉雄

技術研究所 1338~1340

大滝 浩・○大久保益太・谷地一男

#### Effect of Vacuum Casting on the Quality of Steel for Rolling.

(Study on the vacuum treatment of molten steel—I)

Yōji KITAMURA, Gengo MONMA,

Yoshio SETTAI, Hiroshi OTAKI,

Masuta OKUBO and Kazuo YACHI.

#### I. 緒 言

真空造塊法はBochumer Verein社の提案以来、多くの報告によりその効果が確かめられ我が国においてもすでにかなりの設備が稼働している。併しながらこれらの報告は主として大型鍛造用鋼などに限られるようであり一般圧延用鋼材においては必ずしも十分確かめられてはいない。

当社においてはその製造鋼種の関係から一般圧延用鋼材に適用する真空処理方式を検討中であつたが、以上のような理由から取り敢えず真空造塊法について検討を加えることとし昨年11月2段ブースター型4段スチームエゼクターを排気ポンプとする容量6tの試験設備を設置して2, 3の試験を行なつたのでその結果の概要について報告する。なお、この試験設備は当社鶴見造船所の設計製作により全く独自に製作したものである。

#### II. 供 試 材

##### 1) 製造条件

a. 溶製炉 塩基性固定式60t平炉, b. 対象鋼種 主としてC%0.40~0.50の機械構造用炭素鋼および油井管用鋼, C%0.10~0.16の低炭素管用鋼, c. charge

数 各 5~10 ch d. 出鋼温度 1600~1630°C, e. 造塊法 上注ぎ, 押湯付または水張り, f. 鑄込温度 1520~1550°C, g. 鑄込速度 2~3 t/mn, h. 鋼塊単重 6 t, i. 真空度 1) 処理前 0.4mmHg, 2) 処理後 0.6~1.0mmHg, j. トラックタイム 3~5h, k. 分塊圧延寸法 120~180φ

2) 試料

a. 確性試験試料 各チャージとも真空造塊鋼の他に比較材として大気造塊鋼 1 本を選び, いずれも分塊後のピレット T, M, B 部より採取

b. 鋼中ガス分析試料 中間取鍋および鑄込直後の押湯部から石英管吸い上げにより採取

III. 試験結果

1) 脱ガス効果

a. 水素 鍛造用鋼などにおける報告で繰返し認められているように圧延用鋼材においても真空造塊法の脱水素効果は顕著である。Fig. 1 は真空処理前後の鋼中水素の関係を示す。図より知られるように処理後水素%は処理前水素%に関係なくほぼ一定となる。したがって図に示したように処理前水素%が高いほど脱水素率は高くなる。分析法は真空加熱抽出法である。

b. 酸素および窒素 鋼中酸素の分析結果はややバラツキが多いが平均すると約 40% 程度脱ガスされる。窒素は吸上試料においてもピレット試料においてもほとんど除去されていない。

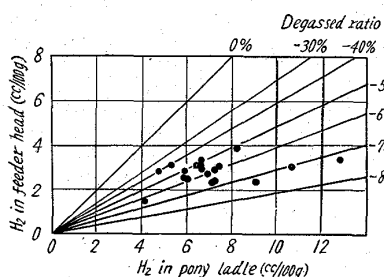


Fig. 1. Relation in H<sub>2</sub> content between before and after vacuum casting.

2) ピレット断面の性状

本試験においてはマクロ組織, S 偏析, インゴットパターンなどいずれも真空造塊, 大気造塊間に差は認められなかった。併し低炭素鋼材の真空処理せるものには注入中の溶鋼の散乱に起因すると思われる周縁部異常が認められた。この対策は今後の問題である。

3) 超音波探傷成績

高炭素鋼低合金鋼などのように白点感受性の高い鋼種においてはその改善効果はほとんど絶対的であったが, 低炭素鋼材においても Table 1 に示すように真空造塊の方が良好な成績を示した。この表は低炭素鋼材 M 部試料の超音波探傷結果を欠

Table 1. Results by supersonic test in low-carbon steel for tubing. (%)

C**	I*	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		A. C.	0	7.7	0	0	28.6	57.2	0	0
V. C.		0	0	0	0	0	0	0	0	0

I\* Ingot No., C\*\* Casting method

陥率によつて示したものである。

さらに白点感受性の高い鋼種については破断試験を行なつたが真空造塊せるものはいずれも全く白点は認められなかった。Photo. 1 はその一例を示す。この写真の A C 材は試験のため特に通常作業で行なう徐冷処理を行なわなかつたものである。

4) 非金属介在物

Table 2 は電解法による介在物分析結果を T, M, B 平均値により示したものである。この表より高炭素鋼材においては oxide は減少しないが, 低炭素鋼材においては 1/2 以下に減少することがわかる。さらに SiO<sub>2</sub>, MnO などは減少するが Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> は減少しないことも認められる。なお本試験においては上蓋注湯口には Al 板によるシールは行なっていない。さらに JIS 法に準拠して鋼材の清浄度も調査したが d 100×400 にいずれも大差は認められなかった。

5) 地 疵

JIS 法に準拠して三段削疵見試験を行なつたところいずれの鋼種においても地疵総長さ箇数とも真空造塊を行なうことにより減少する傾向のあることが判明した。この傾向は特に低炭素鋼の場合顕著であつた。Fig. 2 は低炭素鋼材 9 ch の平均値によ

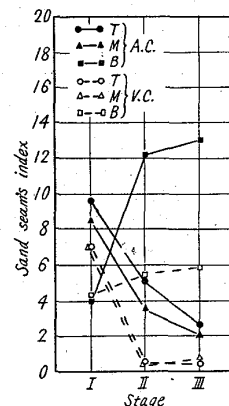


Fig. 2. Comparison of the sand seams in air and vacuum casting of low-carbon steel for tubing.

A. C. (without slow cooling)

V. C.

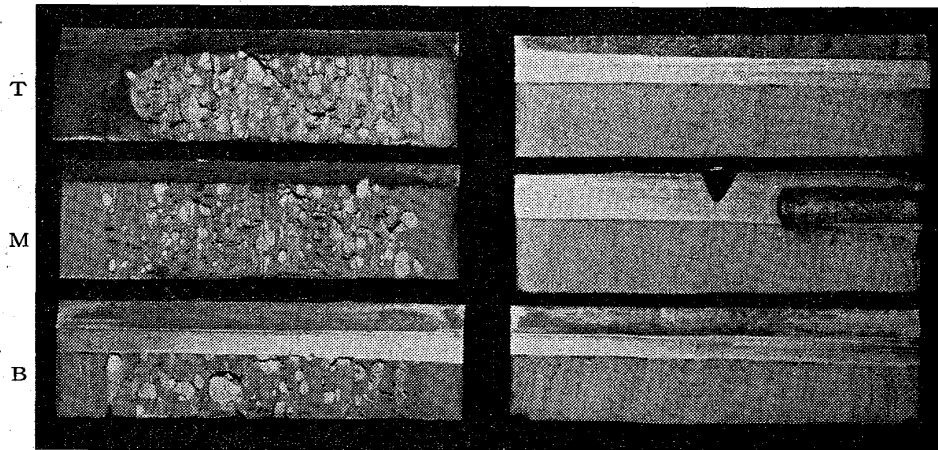


Photo. 1. Break out test pieces of SAE 4150 that shows the effect on vanishing of flakes by vacuum casting.

Table 2. Analysis of residual oxide in air and vacuum casting steels by means of electrolytic method. (%)

Grade	Casting method	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Total oxide
Low-carbon steel for tubing	A. C.	0.010	0.004	0.003	0.002	tr	0.019
	V. C.	0.002	0.004	0.002	tr	tr	0.008
High-carbon steel for mechanical constructional use	A. C.	0.007	0.002	0.003	tr	0.001	0.013
	V. C.	0.006	0.002	0.003	tr	0.001	0.012
High-carbon steel for tubing	A. C.	0.001	0.005	0.003	tr	0.001	0.010
	V. C.	0.002	0.005	0.003	tr	0.001	0.011

Table 3. Comparison of mechanical properties between air-cast and vacuum-cast steels.

Grade	Casting method	Yield point (kg/mm <sup>2</sup> )	Tensile strength (kg/mm <sup>2</sup> )	Elongation (%)	Reduction of area (%)	Charpy impact value (V-notch, at 15°C) (kg-m/cm <sup>2</sup> )
Low-carbon steel for tubing	A. C.	27.8	41.5	43.0	68.0	7.24
	V. C.	27.4	41.4	45.0	67.0	9.29
High-carbon steel for machine structural use	A. C.	44.8	68.8	29.0	49.0	3.56
	V. C.	45.0	69.1	30.0	50.0	3.68
High-carbon steel for tubing	A. C.	42.8	68.9	30.0	51.0	3.15
	V. C.	43.0	68.7	29.0	50.0	2.92

り鋼塊内位置別に地疵減少の傾向を示したものである。図の地疵指数というのは、ポアソン分布をなす試料群を正規化する時の常套手法にしたがつて地疵総長さの測定値に任意の常数を加えて平方根変換をした値である。図よりしられるように鋼塊内の地疵分布傾向は真空造塊鋼も大気造塊鋼も同様であるが、各位置ごとと比較するとB部外層以外はいずれも真空造塊を行なうことにより改善されていることがわかる。この改善効果は図より明らかかなように特にB部内質がいちじるしい。

以上の地疵減少の理由については現在なお地疵組成、鋼塊内サンドの偏析などについての調査が終っていないので判然としたことはいえないが、一応前述した全oxide量の減少と鑄型内においても引き続き脱ガスが行なわれてガスが放出される結果大型介在物の浮上が促進されることに起因するのではないかと考えられる。

この他 ch 間における地疵のバラツキが減少するという結果も得られた。

#### 6) 結晶粒度

本試験においてはオーステナイト、フェライト粒度とも真空造塊と大気造塊との間に差は認められなかつた。

#### 7) 材料試験

真空造塊を行なえば靱性が増し、伸び、絞り、衝撃値などが向上すると言われているが、本試験においてはTable 3に示す一例のようにいずれも差は認められなかつた。

### IV. 結 言

以上の試験の結果、真空造塊法は白点感受性の高い鋼種に効果があるばかりでなく低炭素普通鋼においてもある種の特性を改善する効果のあることが判明した。さらに現在これらの鋼質改善効果が最終成品の性状、圧延成績などにおよぼす影響について調査中で後日報告した

い。

669.14.24.4-412-621.746.62-984

### (73) 減圧下において凝固させたリムド鋼塊について

富士製鉄広畑製鉄所製鋼部

渡辺 省三・渡辺 秀夫・大久保静夫

所 1340~1342

○中山 正時・島崎 俊治

### On the Rimmed Steel Ingot Solidified under Reduced Pressure.

Shōzō WATANABE, Hideo WATANABE,  
Shizuo OKUBO, Masatoshi NAKAYAMA  
and Toshiharu SHIMAZAKI.

### I. 結 言

リムド鋼を流滴脱ガスした例、または鑄型内において減圧脱ガスした結果についてはいろいろ文献が発表されている<sup>1)2)3)4)</sup>。リムド鋼を低圧下で注入もしくは凝固させるとCOガス発生が著しく活潑となり溶鋼は脱酸されその結果偏析が軽減し、また鋼は清浄となる。ここでは従来発表されている方法と異り、真空タンク中に鑄型を置き大気注入後密閉して排気する方法により製造した低炭素リムド鋼塊の性状および製品品質について調査した。

### II. 製造条件および状況

鑄型を真空タンク内に据え、大気中に開放したまま注入を行なう。注入後すぐ蓋をして密閉し排気する。真空