

## (4) 熔鉄流出試験

結果の概要は次のとおりである。

(i) 特殊ノズルによる流出時間は普通ノズルによるものに比して短い。水銀実験の結果によれば内面の摩擦が小さい場合は実験的にもノズルの長い方が流速が大となるはずである。この実験ではノズル内面の摩擦が大であつたことおよび熔鉄がノズル内面に接する部分において温度が低下したこと等のため反対の結果となつたものであろう。

(ii) 特殊ノズルと普通ノズルとを比較した場合、高い head (900~800mm) における乱流の程度の差異は写真撮影では全く判別されなかつた。前報の水銀実験の場合においても水中に空気の巻き込みを生ずる程度の乱流では撮影による jet の形状からは乱流の程度の判別は出来なかつた。

(iii) 低い head (400mm 以下) における層流より滴下流への遷移については特殊ノズルの方が普通ノズルよりもやゝよい性質を示している。

両ノズルの場合とも水銀実験で予想した以上に滴下流の範囲が大となつた。滴下流の範囲は前報に水銀実験の結果を報告したごとく、ノズル径の増大する程減少するので熔鉄の場合も 40mmφ 程度のノズルを使用すれば総体的にはかなり減少するものである。ただしこの場合は高い head における乱流が増加する。これ等の点については目下実験中である。

## (27) リムド鋼のリミングアクション調整法に関する一考察

### Some Considerations on the Rimming Action Control.

K. Yamada, et alii.

住友金属, 小倉製鉄所

工 永見勝茂・工 神谷 稔・工〇山田一人

#### I. 緒 言

リムド鋼の良否は rimming action の如何により決定され、したがつて rimming action を如何に調整するか、リムド鋼の製造では最も肝要である。当所においては設備の関係上、キルド鋼用の偏平鑄型を使用して、単重 400kg の細長い小型リムド鋼を製造して居るが、これは普通の大鋼塊の場合に比べて、rimming action の変化が非常に鋭敏に現われ、注入中 rimming action の波が見えなくなることがある。鑄込速度と鋼塊内部性状に関しては、すでに報告したところであり、今

回は現在の作業条件のもとにおいて、この rimming の波の見えなくなる時の湯上り高さ、熔鋼中の酸素量、湯上り速度、Al 使用量、および圧延成績等の関連性について、現場的に解析することによつて、適正酸素量を求め、またこの高さが Rimming action 調整の一つの手掛りになりうるかどうかを調査したもので、これについて報告する。

#### II. 調査要領

(1) 注入型式: 下注法 (2) 鑄型: 底面 243×18<sub>2</sub> mm 上面 228×167・4 mm 長さ 1650 mm 注入高さ 1480 mm (3) 定盤: 鋼塊 36 本立 (4) 取鍋湯口の径: 35 mm (5) 注入時間: 6'±20" (6) 出鋼温度: 1640~1650°C (7) 対称鋼種: C 0・08~0・12 % Mn 0・30~0・40% 以上現行の作業条件のもとで、注入中 Rimming action の波が見えなくなる時の湯上り高さ、(これを h とする) h までの平均湯上り速度、Al 添加量を測定。O<sub>2</sub>% は鍋下試料の分析値で Herty 法による。

#### III. 調査結果

(1) h に対する O<sub>2</sub>% の影響。

Fig. 1 に示す如く強い逆相関々係にある。

(2) 湯上り速度も可なり強く h に対して影響をおよぼし、これも逆相関である。r = -0・61\*\* (Fig. 略)

(3) O<sub>2</sub>% および湯上り速度の h に対する重相関では、強度の逆相関を示し、また O<sub>2</sub>% の影響の方が遙かに大きい。

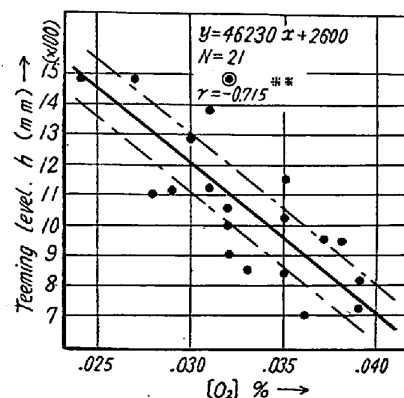


Fig. 1. Effect of the [O<sub>2</sub>] content in molten steel on rimming action.

(4) Al 添加の時期と使用量。

Fig. 2 に O<sub>2</sub>% と Al 使用量の関係を示す。他の因子による影響をも考慮すれば、一応 O<sub>2</sub>% に対応した Al 使用量の傾向としては可なり妥当なものである。

Fig. 3 は Al 使用量と h の関係を示したもので、ほぼ直線的な傾向になつて居る。

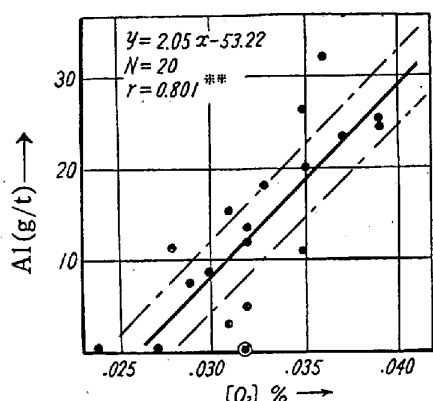


Fig. 2. Relation between amount of Al. addition and the [O<sub>2</sub>] content in molten steel.

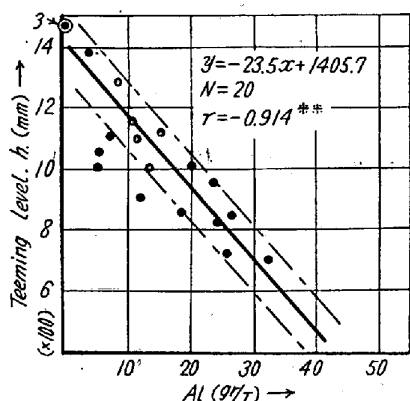


Fig. 3. Relation between teeming level (h) and amount of Al. addition.

はよい結果となり、また Al 使用量の多いもの程、1 級歩留は低下して居る。

IV. Rimming Action の変化に対する考察

rimming action は  $FeO + C \rightarrow Fe + CO$  反応によつて発生した CO ガスが、側壁に沿ふて浮上することによつて起る、熔鋼の対流運動であり、ガス発生量に強く支配される。従つて適量のガス発生があつて、しかもガスの逸散がそれに釣合つた状態のもとに、はじめて適当な rimming action が得られるものである。細長い小型の場合には、ガスの発生する側壁面積が大きい割に、逸散する面積が小さいために、冷却速度の早いことと相俟つて、注入が進むにつれて中央からも逸散するやうになつて、rimming の波は次第に小さくなり、遂には湯面全部が盛り状となり、rimming の波は見えなくなるのである。すなわち一般の大型鋼塊の場合に比べて、O<sub>2</sub>%湯上り速度等の諸要因の僅かの変化が、ガス発生と逸散の均衡の関係から、鋭敏に rimming action に影響をおよぼすので、湯上り高さに応じて rimming の波の変化となつて現れてくるものである。

V. 結 言

(1) 単重 400 kg の細長い小型リムド鋼の製造においては、一般の大型鋼塊あるいは L/D の小なる場合に比べて、rimming action の変化が O<sub>2</sub>%, 注入速度に鋭敏に左右され、rimming action の調整は現場的に肉眼観察により、注入時における rimming の波が見えなくなる時の湯上り高さ (h) を一応基準にとることが出来る。

(2) 現行の作業条件のもとで、C 0.08~0.12% Mn 0.30~0.40% の鋼種では、h は熔鋼中の O<sub>2</sub>% に最も強く影響され、また湯上り速度にも相関があるが、O<sub>2</sub>% の方が遙かに影響度が強い。

(3) rimming の波の見えなくなる時期より添加し始めて rimming action の調整に使用した Al 量は、O<sub>2</sub>% にほぼ対応した値で、傾向としては妥当なものであり、従つて O<sub>2</sub>% に最も強い関連のあるこの h により h を定めることが出来る。

(4) 圧延成績は Al 使用量と逆相関々係にあり、Al 添加の必要のないものや、注入末期に少量の Al 添加でよいもの程、圧延成績は良好である。換言すれば、注入中の rimming action の変化の少ない、h が高いもの程、よい結果になる。これより Al 使用限度 20 g/T 以下になるような O<sub>2</sub>% の適正範囲が限定され、これは 0.025~0.035% である。

(5) 頭部膨脹が大になれば、圧延成績が低下するこ

(5) 膨脹と圧延成績との関係は、強い逆相関々係があり、少くとも 80 mm 以下でなければならない。(Fig. 略)

(6) 圧延成績と h および Al 使用量との関係。  
70×140 mm の slab に圧延したときの 1 級歩留と h、1 級歩留と Al 使用量の関係をそれぞれ Fig. 4 (略) Fig. 5 に示す。これより h が大なるもの程、1 級歩留

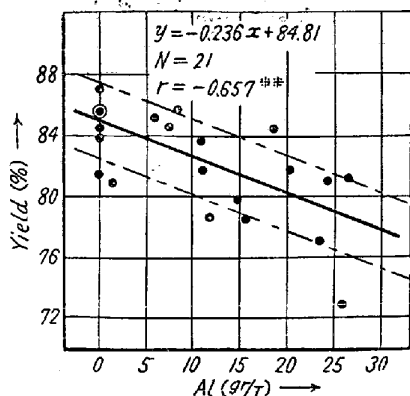


Fig. 5. Relation between amount of Al. addition and yield.

とは明らかで、少くとも 80 mm 以下に抑へることが必要である。  
(文献省略)

(28) 注入管脱酸の研究

Study on Center-Runner Deoxidation.

O. Otu, et alius.

土佐電気製鋼所, 製造部

工 山本 禎一・〇大津 修

I. 緒 言

塩基性電気炉による迅速精錬熔解法<sup>1)</sup>は迅速性においては、優れた点を認めるが脱酸においては幾多の難点が見出される。当社においては迅速熔解法を改良しつゝ今日に至っているが迅速なため slag の熟成を待たず Fe-Si による強制脱酸を行っている。これによると出鋼操作による Si の歩留の低下と、それに関連して Fe-Si 量の増大、slag の塩基度の低下およびそれともなう復硫等、品質的にも経済的にも悪影響をおよぼす点が大である。そこで鑄込中注入管から Fe-Si 粉を添加し脱酸を行い前記のごとき諸々の悪影響を防止することを試みた。

II. 熔製および造塊方法

熔製は 8 t エルー式塩基性電気炉にて行い、低炭素鋼を熔製した。除滓後 Fe-Mn を投入し取鍋分析値の Mn は 0.4~0.5% を目標とし還元期は約 15~20 分で、出鋼前 Fe-Si (75% Si) を 1.25 kg/t 添加した。出鋼前の鋼滓の化学成分は SiO<sub>2</sub> 20~22%, FeO 4~5%, MnO 3~4%, CaO 50~55% で CaO/SiO<sub>2</sub> は 2.5 附近である。造塊は 100 kg 型鋼 96 本に鑄込み、注入管への脱酸剤の投入は樋を用い、鑄込開始 30 秒後より徐々に少量宛添加し 30 秒前に終了するようにした。脱酸剤は、Fe-Si 単味のものが非金属介在物の点から良いよう<sup>2)</sup> Fe-Si を 3~5 m/m の粒度のものを使用した。脱酸剤の使用は 0.35 kg/t ~ 1.0 kg/t の範囲で使用した。Table 1 に製鋼作業記録の一例を示す。

Table 2. Cleanliness of ingot by center-runner deoxidizer.

Position	4588		4581		
	Cleanliness ("B")	Thickness	Cleanliness ("B")	Thickness	
Top	Sub-surface	1.8	3.1 μ	2.2	3.2 μ
	Center	4.8	3.0	4.5	3.2
Bottom	Sub-surface	2.0	3.3	2.5	3.5
	Center	4.9	3.1	4.7	3.7

Table 1. Steel-making practice.

Charge No.		4588	4581
Melting down	C%	0.25	0.30
Before slag off	C%	0.09	0.08
Furnace addition of deoxidizer	75% Fe-Mn	50	50
	75% Fe-Si	10	10
Ladle addition		Non	Non
Bath temperature at before tapping	°C	1620	1630
Ladle analysis	C%	0.10	0.11
	Si	0.04	0.05
	Mn	0.45	0.40
	P	0.025	0.023
	S	0.029	0.025
	O <sub>2</sub>	0.030	0.035
Mould type		100 k	100 k
Nozzel size	mm	45	45
Pouring temperature	°C	1530	1540
Pouring velocity	mm/mn	420	330
Center-runner deoxidizer	75% Fe-Si	0.35 kg / t	1.0 kg / t

III. 製品の材質

(i) 鋼塊の Si および非金属介在物の分布

鋼塊縦断面につき Si の分布を調べた結果、Fig. 1 に示すごとくである。Si の分布は比較的均一であるが中心部はやや高くなっている。blow-hole は全く認められず鋼塊周辺に硫化物の局部偏析がサルファープリントによつて認められた。これは一次気泡が内部の熔鋼により充填された形

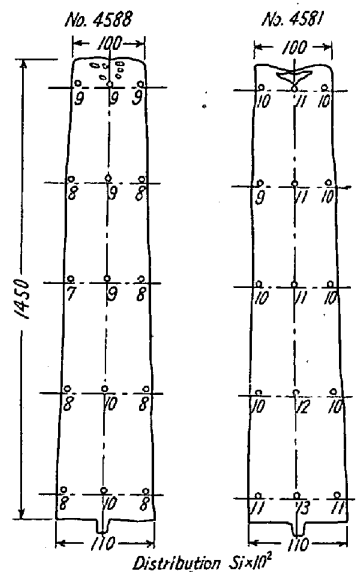


Fig. 1. Distribution of Si in a killed steel ingot by center-runner deoxidation.