

巻換えの際の取除き取付けが極めて簡単である。

(3) スプリングにより常に任意の一定荷重を抱きにかけることが可能である。

等である。吾々は本装置単独の効果は明瞭にしていな
いが約 10% の天井寿命の増加に貢献しているものと考え
ている。

(d) 天井冷却送風機の設置

天井寿命の増加に役立つ今一つの方策として当所では
昭和28年頃より天井冷却送風機を設置していたが、送風
能力の不足、冷却方式の未検討のために充分なる効果を
期待し得なかつたが、最近になってこれを積極的に活用
することを始め、送風能力の増加および送風空気を煉
瓦表面に近接せしめるなどの手段により、その効果を明
瞭に認めることができた。すなわち従来使用したリブ型
Zebra 天井に (c) の押え装置の設置、天井空冷の実施、
さらに極めて局部的なる熔損部に後差を実施すること
により約 20~30% の寿命の増加を図ることができたので
ある。

(e) 後差方式を採用せる Semi Super Zebra 型天
井の実施

(d) にのべたごとく、箱型天井の利点は多くあつたが
この欠点とするところは

(1) 煉瓦の形状が複雑で種類が多い。

(2) 天井築造が難しく、築造に普通型天井の約 2 倍の
工数を必要とする。

点などである。そこで、これらを考慮して Semi Super
Zebra 型天井に後差方式を採用する試験を実施したが
ほぼ満足すべき効果を得ることができた。すなわち本天
井は築造方式がほぼ普通天井と同じで簡単であり、しか
も後差後も安定せる構造をとることが可能である。

吾々は今後、後差方式の天井を採用することを前提条
件としているがそれを箱型とするか Super Zebra 型と
するかは種々の条件を考慮して今数回の試験検討を必要
とするものと考えている。

以上種々の方法による効果として天井持続回数
の最近の状況を示せば Fig. 2 のごとし。これらの天井寿命の
増加により平炉の煉瓦原単位の最近の状況は Fig. 3 に
示した。

かくして天井寿命の増加につれて煉瓦原単位は徐々に
減少した。さらに最近酸素製鋼を実施しつつあるので天
井に対する条件は益々酷になつている。

III. 結 び

平炉の天井寿命を増加させるために過去数年間にわたり
種々なる築造方法、使用方法、煉瓦材質等に検討を加え

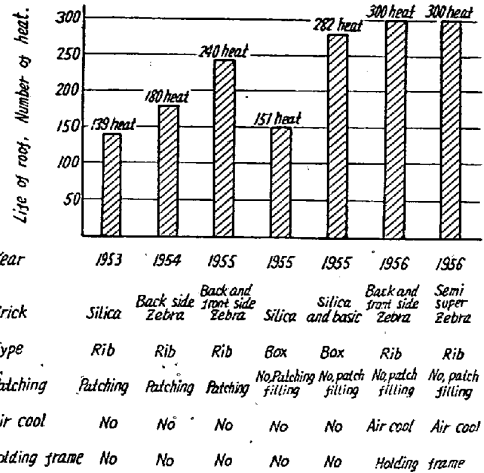


Fig. 2. Lives of various ceiling type.

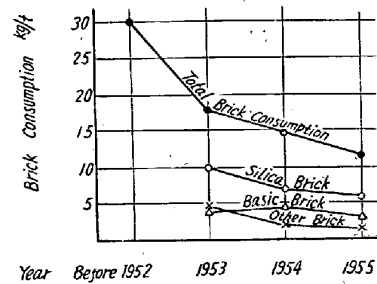


Fig. 3. Brick consumption.

た結果最近では天井寿命が酸素使用量の増加にもかかわらず大巾に増加してきた。ことに局部的に熔損を起した場合には従来は燃料を切つて差換をおこなつていたが、これを燃料を切らずに操業中に後差を実施しつつおこなう箱型あるいは Super Zebra 型は寿命の増加に有効であり、天井押え装置、冷却装置の実施とともにますます平炉の持続回数を増加させ、煉瓦使用量の減少に極めて大きな役割を果した。

(14) 平炉における低炭リムド鋼の現場的研究 (I)

(注入凝固過程における諸現象、特にリミング・アクションの強さと鋼塊頭部形状との関連性について)

Practical Study on Low-Carbon Rimmed Steel Making (I)

(Phenomena of Rimming Steel and Mainly the Relation between the Degree of Rimming Action and the Form of Ingot-Head)

K. Izu, et alii.

八幡製鉄，製鋼部

工 山野井 博・工 甲斐 幹
工 O伊豆 和能

I. 緒 言

リムド鋼の品質に影響をおよぼす諸条件のうち，リミング・アクションの強弱が最も重要な支配的因子であることは，すでに幾多の研究者によつて報告されている。すなわち，小平，下川両博士，Binne, Chipman, Hultgren & Phragmen らは，リミング・アクションの結果として生ずる凝固途上の放出ガスおよび成分変化，凝固鋼塊の偏析等からその凝固過程を論じ，また Swinden は凝固過程における [C]-[O] の関係からリムド鋼の内質について論じている。かかる報告は主として実験室的なもののため，リミング・アクションの強弱の結果として形づくられる鋼塊頭部形状については，あまり研究されていない。しかし実用大型リムド鋼塊では，この頭部形状はリミング・アクションの強弱によつて顕著な影響を受けるものである。このことはすなわち鋼塊頭部形状と内質の間にはなんらかの相関関係があることを意味するもので，したがつてこれを的確な方法により造塊調整することが鋼塊品質の安定化かつ向上を計る上に重要な役割を占めることは論を俟たない。

よつて第 1 報では，低炭リムド鋼のリミング・アクションの強弱と鋼塊頭部形状との関係を，注入凝固過程における諸因子相互間の関連性から現場的解析のもとに究明し，優良リムド鋼熔製のための造塊調整上の参考に資するため取纏めて報告するものである。

II. 調査概要および実験法

(1) 固定式塩基性 120t 平炉で熔製した低炭リムド鋼を， $1580 \pm 10^\circ\text{C}$ にて出鋼し，slag cover 下にてこれを注入し(上注，7~8t) 取鍋下試料の [C]-[O] 量とリミング・アクションの強さとの関係，凝固過程における諸成分の変化，さらに注入過程にともなう取鍋内反応による熔鋼諸成分の変化，およびこれら相互間の関連性のもとにおけるリミング・アクションの強さと頭部形状との関係等について主として調査をおこなつた。

(2) リミング・アクションの強弱程度は，注入後の肉眼的観察により，これを vigorous(strong), moderate(good), weak(poor) の 3 class に分類した。

(3) 取鍋試料は取鍋下をスプーンにて，また鑄型中の熔鋼試料は Herty 法の酸素分析採取容器に類似した鋼製容器にアルミニウム片を適量封入し，熔鋼表面から約 100mm のところにて採取した。なお本実験の酸素分析はいずれも Herty 法である。

III. 鋼塊頭部形状とリミング・アクションとの関係

鋼塊形状はリミング・アクションの強弱によつて変化し，これが vigorous の場合はガス放出が盛んなため，box hot ingot となり，逆に weak の場合は，ガス放出が緩慢なため内部に気泡を生じて rising ingot となり，ともに分塊歩留は低下する。

したがつて moderate なリミング・アクションにより，良質なリムド鋼塊を得るためには，適正温度 ($1580 \pm 10^\circ\text{C}$) にて出鋼，適正速度 ($1'50''$) にて注入せねばならぬことはすでに報告したが，さらに造塊注入時の [C]-[O] 量も，リミング・アクションと極めて重要な関係にあるため，これらの適正量を決める必要がある。Fig.1 は No.1 鑄型で少量の mold addition も，なまなかつた場合の [C]-[O] 量とリミング・アクションとの関係を示す。すなわち一定 [C] なら [O] が高い

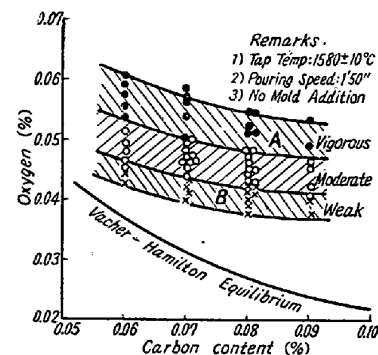


Fig. 1. Relation between oxygen in liquid steel and degree of rimming action.

場合は vigorous となり頭部は bootleg top となつて pipe (凹) を生じ逆に [O] が低い場合は weak となつて頭部は Level あるいは Rise 状態になる。また一定 [O] の場合も [C] の増減にともなつて一定 [C] 量の場合と同様な傾向が得られる。要約すれば [C], [O] が増加することにより，リミング・アクションは vigorous, 減少することにより weak の方向に，したがつて鋼塊頭部は bootleg top より level あるいは rise の方向へと移行し，頭部における rim の長さは短きより長きに，pipe は深きより浅きに移行し，level ingot にて pipe は零，rising ingot にて負となる。

したがつて良質なリムド鋼塊を得るには，図中の moderate zone で注入すべきであり， $[\text{C}] = 0.07 \sim 0.08\%$ にて $[\text{O}] = 0.045 \sim 0.047\%$ が適正であるといひ得る。

かくして moderate なリミング・アクションが得られれば熔鋼は鑄込面で凝固を開始し頭部での rim は長く，pipe は浅く，したがつて，box hot ingot のよう

な深い pipe もまた rising ingot のような膨脹もない良好な鋼塊となる。

IV. 凝固過程中的諸成分の変化

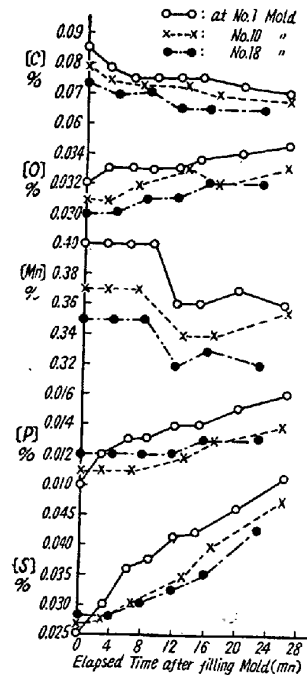


Fig. 2. Accumulation of element in liquid interior of ingot (7~8t)

によって大なる影響を受け、ガス洗滌作用の激しい程大である。

すなわち No. 1 鑄型はやや vigorous, No. 10 では moderate, No. 18 ではやや weak なリミング・アクションを起したもので、ガス放出の盛んな vigorous のもの程、[P][S] の増加度が大きくなること判る。

したがって vigorous の場合は、鋼塊頭部において不純物が極度に偏析しかつ脱酸生成物とともに pipe を生ずるため切捨量が大きくなって分塊歩留は低下する。一方 weak の場合は [P][S] の偏析は少く、pipe による切捨も少いが“thin-skinned”となつて表面欠陥を生じ品質、歩留は低下する。よつてこれらを、moderate にするには適正な mold addition による放出ガス量の調節が重要な課題となつてくる。

また Fig. 2 から解るとく、同一熔鋼成分でも注入直後は各鑄型毎にその濃度を異にするため、リミング・アクションの強さが鑄型毎に変化し、したがって鋼塊頭部の形状も変化する。このため、鋼塊品質の安定化にはますます的確な造塊調整法が必要となつてくる。

V. 取鍋内反応による成分変化

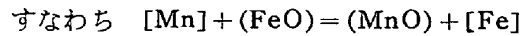
Fig. 2 から解るとく、最終鑄型になるにつれて注入直後の [C][Mn][O] は減少の傾向をたどっている。

リムド鋼は凝固過程に C+O→COなる反応が起るため凝固進行とともに湯面附近において一部熔鋼成分の富化現象が生ずる。Fig. 2 は同一チャージ中の No. 1(最初), No. 10(中央) No. 18(最後)の各鑄型において熔鋼成分が注入後、時間の経過にもなつていかに変化するかを示すもので凝固進行とともに [P][S][O] は増加し、[Mn][C] は減少している。[C][O] の増減は balanced composition と関係があるが、ここでは触れないことにす

る。[P][S] の増加度はリミング・アクションの強さ

([P][S] はさして変化しない。) 今、この現象を解明するため、同一チャージの注入初期より末期への移行にともなう諸成分の変化を調査しこれを Fig. 3 (省略、会場にて掲示する) に示した。

すなわち Mn は漸次減少し、最後の二、三本の鋼塊にいたつて急激に減少している。これは受鋼後の温度低下および機械的攪拌等にもない熔鋼が被覆スラッグと Mn 反応を起したことを意味するものと考えられる。



$$\log K_{\text{Mn}} = 6440/t - 2.95$$

また、チャージ間の Mn drop にも相当のバラツキがあるが、これは主として取鍋内強酸化スラッグ量の多少と関係があるように考えられる。

VI. 鋼塊頭部の形状変化と諸因子との関係

および造塊調整法

鋼塊凝固後の頭部における rim と pipe の長さとの間には、つぎのような実験式が成立した。

$$R + 2.5P = K \begin{cases} R \dots \text{rim の長さ (cm)} \\ P \dots \text{凹みの深さ (cm)} \\ K \dots \text{実験的恒数 (cm)} \end{cases}$$

K の値は勿論造塊注入条件によつて影響を受けるが、一定条件のもとでは、ほぼ constant 120mm となる。すなわちリミング・アクションが vigorous である時は、ガス放出が盛んなため P が大となり、したがって R は短かく vigorous→moderate へと移動するにつれて、P は小となり、やがて零が負となる。すなわちリミング・アクションの強弱によつて頭部形状 R-P の値は変化する。

また同一チャージでも注入末期に近づくにつれて各鑄型における注入後の同時期でのリミング・アクションは vigorous→moderate→weak へと移行する傾向が観察される。この現象はつぎのごとく説明し得る。これは Fig. 3 のごとく、[C] および有効 [O] は注入末期に近づくにつれて減少するため、Fig. 1 の A 点から B 点へとすなわち vigorous→weak へと移行することに起因するものと考えられる。

したがって、全鑄型いずれも moderate に、すなわち、頭部形状を一定にして品質を安定化するには的確な造塊調整が必要となつてくる。すなわちこのためには上記の現象を打消す方向に、注入速度、mold addition 等の調節をおこなうべきである。

VII. 結 言

リミング・アクションの強弱が鋼塊頭部の形状変化におよぼす影響について主として [C]-[O] 関係から調査しある値を境にして、また、注入の進行にともなつてそ

の傾向が異なることを知り得るとともに、これにより moderate なリミング・アクションを得るための適正な [C]-[O] 量の存在を確認し得、今後の検討すべき問題点を提起した。

(15) 平炉製鋼作業溶解期の研究

(ライム・ボイルにもとづく酸化について)

Study on Melting Practice of O. H. Furnace Steel Making

(On the Oxidizing Power of Lime Boil Reaction)

A. Yoshida, et alii.

八幡製鉄, 技術研究所 理田 尻 惟一
 “ 理〇吉 田 秋 登
 “ 田 中 徳 幸

I. 序 言

昨年度の実験研究において、溶解期の自然酸化量および酸素バランスを明らかにしたが、このうちライム・ボイルにもとづく酸化量は、諸種の事情のためこれを明らかにすることができなかつたので、やむを得ず文献からの数値を引用して推定値を出しておいた。そこで本報ではこのライム・ボイルの酸化量を解明するために改めて現場実験を行つた結果を報告する。

II. 実験方法

試験炉としては、傾注式 150t および 100t 塩基性平炉（重油、コークス炉ガス混焼）を選び、石灰石チャージ 15 回、焼石灰チャージ 5 回について試験をおこなつた。操炉条件は Table 1 (表省略) に示す通りである。排滓量は受銑後 30mn ないし 1 h の所謂 flush out 時に 4t 前後、さらに溶解末期に 8t 前後であつた。なおスラッグ、メタル、廃ガスなどの分析試料は約 15mn 毎に採取しあわせて詳細な炉況観察を行つた。

III. 実験結果

廃ガス中の CO₂% を変動せしめる未解明因子としては、①ライム・ボイルによつて発生する CO₂ ガス、②

装入地金の溶解率（脱炭にもとづく CO₂ 量が熔容量によつて規制されるから）③侵入空気率等の三因子が考えられる。したがつてライム・ボイルにもとづく酸化量を決定するためには、あらかじめ侵入空気率、スクラップの溶解率、全廃ガス量等の未知因子を明らかにしておく必要があつた。そこでこれら未知因子の解明実験から説明する。

1) 燃料関係の基礎データ

重油（分析成分 C 85.2%, H₂ 10.33%, Sp.gr 0.995）1 l を完全燃焼せしめるためには、10.90 m³ の理論空気を必要とし、その結果 1.61 m³ の CO₂ ガスを含む 12.13 m³ の廃ガスが生成される。また C gas（分析成分, C₂H₂ 4.1%, CO 9.2%, CH₄ 26.6%, H₂ 50.1%）を完全燃焼せしめるためには、4.76 m³ の理論空気を必要とし、その結果 0.47 m³ の CO₂ を含む 5.46 m³ の廃ガスが生成される。なお試験チャージの燃料状況を略記すれば第 2 表のごとくである。

2) 侵入空気率の決定

上記三因子の内、①②は熔浴反応が起つていない炉況あるいは熔浴反応が存在しても、ライム・ボイルが起らずかつ地金が完全に溶解していると思われる炉況について調査すればその影響を無視することができる。そこで著者らは焼石灰チャージの屑鉄酸化期および溶解前後の炉況について燃料状況を調査し、次式 $\frac{V'CO_2}{(1+l) \times W_s} = CO_2\%$ (V'CO₂ は全 CO₂ 発生量, W_s は全廃ガス量, l は侵入空気率, CO₂% は廃ガス中の CO₂ 分析値) にもとづいて計算した結果 0.072 (10回の平均値) なる値を得た。

3) 廃ガス量の決定

燃料が完全燃焼すると仮定して計算した理論廃ガス量に侵入空気量、過剰空気量を加算して全廃ガス量を決定した。なおこの理論上の全廃ガス量を屑鉄酸化期（熔浴反応無し）について廃ガス中の CO₂ 分析値から逆算した逆算廃ガス量を比較した結果、よく一致した値を示している。この方法で全廃ガス量を算出することとした。

第 2 表 試験チャージの燃料状況

Oil l/h	C gas m ³ /h	混焼比率 C gas/oil	蒸気流量 m ³ /h	二次空気流量 m ³ /h	過剰空気率	炉内微圧 mm	全廃ガス流量 m ³ /h	廃ガス中の CO ₂ 量 m ³ /h
900	500	0.4	850	15.000	1.10	3.0	15.000	2.000
}	}	}		}	}	}	}	}
1.150	800	1.8		19.000	1.40	4.0	24.000	2.500

[註] 燃料状況は両種チャージ間に差がなかつた。