

Table 1. Examples of slag composition (Heat No. 32)

Period	Bath temp. °C	Bath comp. %		Slag composition %									Slag Basicity CaO/SiO ₂
		C	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	P ₂ O ₅	FeO	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	CaF ₂	
End of oxidizing period	a. 1700	0.04	0.12	13.9	2.3	5.1	0.33	20.2	3.7	20.4	28.1	7.2	2.0
Reducing period	a. 1700	0.03	0.36	30.8	2.0	2.6	0.08	4.4	0.2	14.2	36.3	7.1	1.2

Table 2. Mechanical properties of trially produced steels.

Heat No.	Chemical composition %						Added Al %	Tensile properties				Heat treatment
	C	Si	Mn	P	S	Yield strength kg/mm ²		Tensile strength kg/mm ²	Elongation %	Reduction of area %		
18	0.45	0.23	0.93	0.029	0.016	0.036	98	104.5	16	43	850°C 20mn W.Q. 600°C 30mn tempering	
30	0.05	0.01	0.20	0.011	0.021	0.29	22.9	35.0	47	76	Normalized	

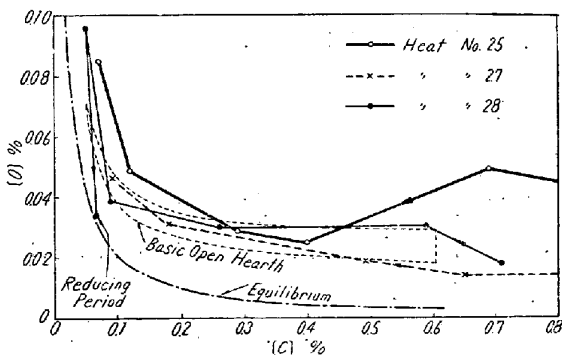
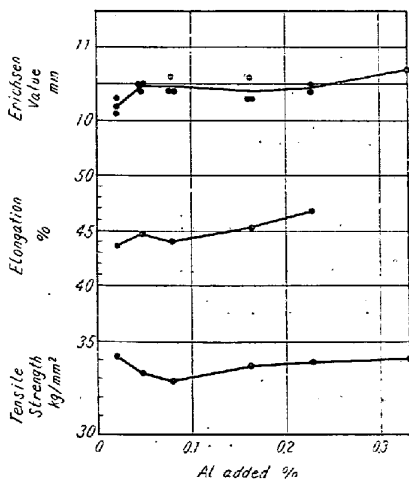


Fig. 1. Relation between C and O in molten steel at refining period.



C: 0.05%, Si: 0.08%, Mn: 0.40%, P: 0.23%
S: 0.024%

Thickness: 1mm, 725°C 10h annealed

Fig. 2. Mechanical properties of Al killed cold-rolled steel sheets (Heat No. 32)

Fig. 2. は熔落 C 0.12% のものを酸化精錬後 Ca-Si 粉末撒布による還元期精錬を行い、取鍋中に Al を順次添加して注型した扁平 10 kg 鋼塊より製造した冷間圧延鋼板についての結果であつて Al 添加の効果を知ることができる。なお、すべてキルド鋼である。

VI. 結 言

50 kg アーク炉による鋼の熔製実験を行い、かゝる小型炉でも鋼の熔製が可能であることが判明した。

(90) 塩基性電弧炉精錬における脱ガスについて (I)

(脱水素について)

Degassing in the Basic Electric Arc Furnace Operation (I)

(Elimination of Hydrogen)

Y. Kawamoto.

住友金属工業, 製鋼所

工 川 本 良 正

I. 結 言

鋼中の瓦斯が鋼質におよぼす悪影響については既に周知のことであり、問題は如何にしてこれを低下せしめるかと言うことである。特に水素が鋼質におよぼす影響は大きく、巣、気泡、ゴースト、白点等の発生の主要原因となつている。

一方塩基性電弧炉鋼においては一般に水素含有量が高く、しかも優良鋼の製造の場合には高温精錬を行わねば

ならないので、ますます低水素含有量の鋼を得ることが困難となる。

すなわち、塩基性電弧炉で優良鋼を製造するとき如何にすれば鋼の水素含有量を低下し得るかと言うことが真に焦眉の課題であるのである。

さて塩基性電弧炉鋼において水素含有量が高いのは酸化精錬において脱水素が不十分であるためと、還元精錬において水素含有量が更に増加することとに帰すると考えられる。

そもそも酸化精錬の種々の目的のうちで脱水素は最も重要な要素の一つであり、従来は鉄鉱石によるいわゆる沸騰精錬によつてその目的を達しようとしていたが、沸騰精錬の微弱、鉄鉱石中の水分等により実際には必ずしも脱水素が効果的に行われているとは言えない。

また還元精錬においてはもともと、その雰囲気より言つて水素が溶鋼に侵入し易い条件を具備している所へ、石灰、その他造滓材、合金鉄等の添加物の含有水素、または含有乃至附着水分が多いために溶鋼中の水素含有量が急激に増加するのが常である。

殊に優良鋼の製造の場合には高温精錬の必要があり、しかのみならずこの高温を得るために酸化精錬、還元精錬の時間を長くせざるを得ない。故に水素含有量はますます増加し、優良鋼の製造が困難となる。

以上のように従来の塩基性電弧炉の精錬作業は低水素含有量の優良鋼を得ると言う目的に対して必ずしも完全とは言い得ない実情であつた。

そこで筆者は塩基性電弧炉において水素含有量の低い鋼を得るために酸化精錬に水分の少い酸素を使用して激しい沸騰精錬を行い、酸化期末において水素含有量を低下せしめると共に短時間に高温精錬を行う試験を行つた。更に還元期においては添加物より溶鋼中に入る水素を防止するため添加物中最も吸湿し易く実際相当量の水分を吸収している生石灰を石灰石に替え、また他の添加物も充分乾燥または加熱して水素の溶鋼への侵入を抑え終局において高温精錬を行つてもなお水素含有量の低い鋼を得る試験を行つた。その結果、ほぼ目的を達したので以下にその概要を報告する。

II. 試 験 内 容

試験は鍛造用炭素鋼について 8 t 塩基性電弧炉で行つた。

1. 酸化精錬における酸素吹精

溶落 C % を製品 C % の下限 + 0.30 ~ 0.40%, 溶落 Mn % を 0.20% 以上とし、80% 溶解より鉄鉱石を投入して脱磷をはかりその後次の条件のもので酸素吹精を行つ

た。

i) 酸素吹込時溶鋼温度

脱磷後溶鋼温度 1550°C ~ 1600°C で酸素を吹込む。

ii) 使用酸素の純度および含有水分

O₂ 99.3%, H₂O tr.

iii) 酸素吹込圧力 6 kg/cm²

酸素吹込時間 2 ~ 3mn

iv) 分吹込パイプ直径 3/4in.

v) 脱炭速度 0.06 ~ 0.07%/mn

酸素使用量 2 ~ 3m³/t

2. 還元精錬における石灰石ならびにその他乾燥、加熱された添加物の使用。

石灰石ならびにその他乾燥、加熱された添加物の使用は従来の生石灰使用時と同様の精錬方案でおこなつた。

この方案は学振第 24 小委員会決定の鑄鋼溶解方案にはば準ずるものである。その際の使用条件は下記のごとくである。

i) 石灰石の成分および粒度

CaO 53 ~ 57%

SiO₂ 0.3 ~ 0.5%

MgO 0.5 ~ 0.7%

粒度 10 ~ 15 mm 角

ii) その他添加物の含有水分ならびに含有水素量

無煙炭粉、珪化石灰粉および合金鉄は充分乾燥されたもので水分は少なくとも無煙炭粉で 0.3% 以下、珪化石灰粉で 0.05% 以下、合金鉄の含有水素で 0.00040% 以下のものを使用する。

なおこれらの造滓材、合金鉄は各々専用の乾燥炉または加熱炉により乾燥、加熱をおこない、その脱水および脱水素の状況は Table 1 および Table 2 のごとくである。

なお水素分析は学振法によつた。

III. 試 験 結 果

1. 酸化精錬における脱水素

鉄鉱石を使用した場合と酸素吹精をおこなつた場合との酸化期の水素の挙動の代表的な例を Fig. 1(a), (b) に比較して示す。

従来は鉄鉱石による所謂沸騰精錬によつて脱水素がおこなわれるとされていたが実際には Fig. 1(a) のごとく脱水素はおこなわれずむしろ上昇する傾向にある。しかしながら酸素吹精をおこなつた場合には Fig. 1(b) のごとく水素含有量は明らかに減少し脱水素量は 0.00010 ~ 0.00020% に達する。図から明らかのごとくこの効果は溶落時の水素含有量の高い場合にはとくに著しい。

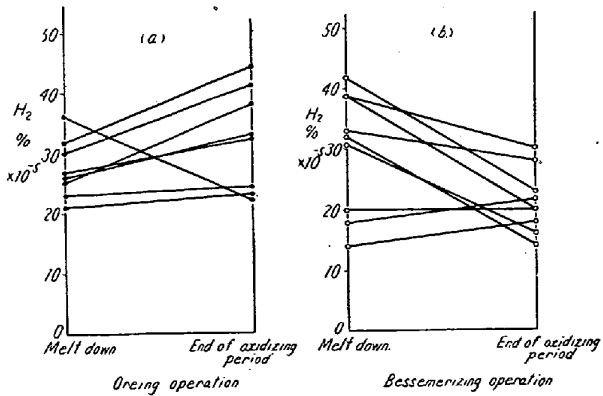


Fig. 1. Behaviour of hydrogen during oxidizing period

酸素吹精後の溶鋼中の水素含有量は Fig. 2(省略) のごとくふたたび徐々に増加する傾向が認められる。したがって酸素吹精終了後、長時間置くことは脱水素の見地から好ましくなく吹精終了後は 10mn 以内で酸化精錬を完了することが必要である。

2. 還元精錬における水素含有量の増加防止

従来の精錬法の場合と石灰石ならびに充分乾燥、加熱された造滓材合金鉄を使用した場合との還元期の水素の挙動の代表的な例を Fig. 3(a), (b)に比較して示す。

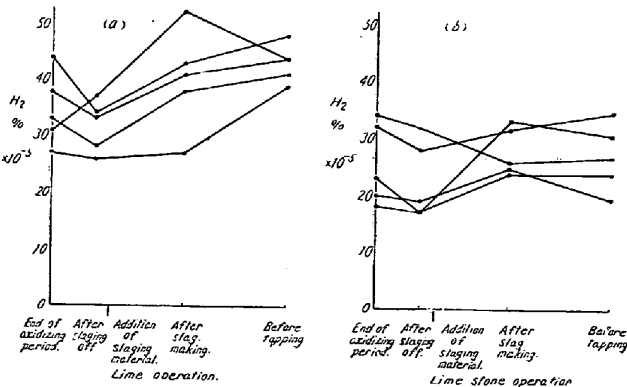


Fig. 3. Behaviour of hydrogen during reducing period.

従来の精錬法によれば Fig. 3(a)のごとく造滓材投入後造滓できるまでの 10~15mn の短時間の間に溶鋼の水素含有量は急増し、さらに造滓後出鋼までの間にも漸増する。しかしながら石灰石ならびに充分乾燥、加熱された造滓材、合金鉄を使用した場合には Fig. 3(b)のごとく造滓材投入後の水素含有量の増加は少なく、造滓後出鋼まではほとんど増加せず水素含有量の増加防止に対して著しく有利なことが認められる。

3. 本精錬法により製造された鋼の水素含有量

上記のごとく酸化精錬において酸素吹精をおこない、還元期において石灰石ならびに充分乾燥、加熱した造滓

材、合金鉄を使用すれば充分の高温精錬をおこなつても Fig. 4 (省略) のごとくなお塩基性電弧炉鋼の水素含有量を 0.00040% 以下に低下せしめることができ、従来の精錬法により製造された同種の鋼の水素含有量に比べて 0.00020% 低くすることができた。

IV. 本精錬法の品質および能率におよぼす影響

本精錬法による場合精錬上危惧される問題として石灰石を還元期に使用することにより溶鋼の酸化、脱硫、精錬時間の延長が挙げられる。

溶鋼の酸化については Fe-Si の使用量および製品 Si % で見ても解る。すなわち、もし本精錬法の方が従来の精錬法に比して溶鋼がより酸化されているならば Fe-Si の使用量多くまた製品 Si % が低くなるのが当然であるが Fig. 5 (省略) のごとく両者全く差はなく溶鋼の酸化はないものとする。また脱硫については製品 S % で見ると Fig. 6 (省略) のごとく本精錬法の方がむしろ低い傾向にある。さらに精錬時間の延長についても、酸素吹精により短時間で高温精錬をおこない得るので酸化精錬時間の短縮と、還元精錬の順調な推移とによりむしろ炉の能率は製鋼時間で約 5% 向上した。

以上のように本精錬法によつても製品の品質、炉の能率には全く影響なく、とくに品質の向上は目覚ましいものがあり、従来塩基性電弧炉において製造困難とされていた各種の製品の製造が可能となつた。

V. 結 言

以上塩基性電弧炉精錬の水素含有量の低下について述べたがこれを要約すればつぎのごとくになる。

1. 酸化期に酸素吹精をおこなうことにより高温精錬をおこないつつ脱水素を効果的におこなうことができる。なおこの際酸素吹精後は 10mn 以内に酸化精錬を打切ることが脱水素に対してさらに効果的である。
2. 還元期に石灰石および充分乾燥、加熱した造滓材、合金鉄を使用することにより水素含有量の増加を抑え得る。
3. 本精錬法を適用することにより出鋼時の水素含有量は高温精錬をおこなつてもなお 0.00040% 以下となり、従来より著しく水素含有量の低い鋼を製造し得る。
4. 本精錬法により製造の品質、炉の能率は向上する。

終りに当り本試験に対して御懇篤な御指導と御激励を賜つた当社の小倉製鉄所技術部長土居寧文工学博士、ならびに同じく吹田製作所製造課副長小田嶋弘氏に対し深甚の謝意を表す次第です。