

討4 転炉-RHOB法によるステンレス鋼溶製技術の開拓

新日本製鉄、室蘭製鉄所 神谷詮正、大久保静夫、真藤文二

I 緒言

1960年代後半からステンレス鋼生産量の増大に伴い、より生産性が高く、低コストの製造プロセスが次々に開拓されてきた。西独 Witten 社の VOD 法、米 U. C. C. 社の AOD 法は最も良く知られている方法で、我が国にも技術導入が行われている。

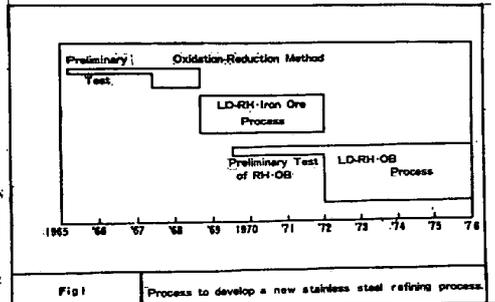
一方新日本製鉄室蘭製鉄所では昭和39年より60才転炉でステンレス鋼溶製の研究を始め、昭和42年7月初出鋼以来多くの問題を解決して43年3月建設1号RH真空脱ガス装置の併用により独自のRHOB法を確立した。

操業開始以来10年を経過し、生産量も約4万才に達することにも、その功績、製鋼時間等の諸作業成績もAOD、VOD法に比べて勝るとも劣らぬ実績をあげている。

本報ではRHOB法の概要及びその特徴について報告する。

II. 開拓の経緯

昭和40年当時転炉でのステンレス鋼吹錬は全く行われていなかった。Fig.1は室蘭製鉄所におけるステンレス鋼製造法発展の経緯を因示したものである。基礎研究の後、60才転炉で次の3段階の発展過程を経て現在のRHOB操業法を確立した。



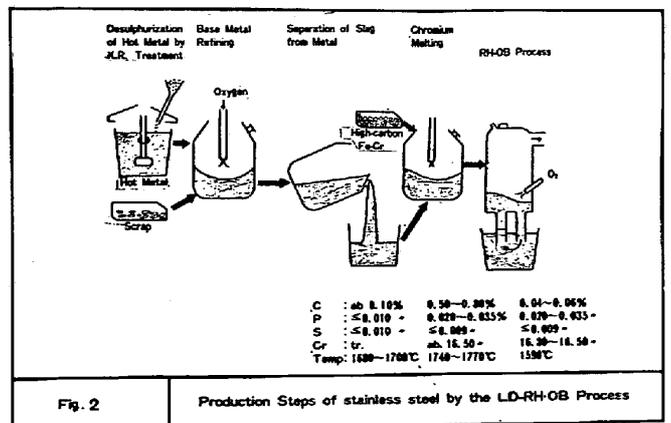
- ①還元期法：従来の電気炉で行なってきたと同様の作業を転炉内で行なわせる方法で、酸化期、クロム溶解期、還元期から成っていた。
- ②RH鉱石法：製鋼時間短縮のためのクロム溶解期ではCrの酸化が余り進まない0.30~0.40%まで脱炭し、それ以後は鉄鉱石又はペレットをRH真空槽内に添加して脱炭する方法。
- ③RHOB法：鉄鉱石での脱Cは吸熱反応のため、RH槽内の温度降下が大きくなり、転炉の吹止めCは0.40%以上に出来ずCrロスが大きい。これを改善するためRH槽内に気体O₂を吹込んで脱Cするようにした。昭和45年以來現在まで継続して操業中の方法。

III. RHOB法の特徴

(1) RHOB操業法

Fig.2はLD-RHOB法の操業法を因示したものであるがこの操業法は次の5段階から成っている。

- a) 溶銹脱S：KR脱S装置を用いて溶銹のSを0.005%前後にまで下げる。
- b) ベースメタル溶製：転炉にKR銹をスクラップを装入し低炭リムド鋼を溶製する。この際Pは0.010%以下に下げる。
- c) 出鋼精査：脱P後のノロを完全に除去する目的で一度赤滓鋼に出鋼し、再び溶鋼のみ転炉に再装入する。
- d) クロム溶解：高炭素石-Crを添加し0.50~0.80% C、1740~1770°Cの粗ステンレ



ス鋼E吹煉する。

②) RHC B処理: 真空下で炭素C₂により脱炭するこによりC_nの酸化ロスを防止するとともに脱ガス, 精錬E行なう。

(2) 操業成績

Fig. 3は転炉のクロム溶解期における吹止のC%とノロ中のCr₂O₃ %との関係E図示1とされている。この点, 附近まで吹止めC%が高い程Crロスが少なくなる。RHC B法では温度降下を心配なくRH槽内で自由に脱炭出来るため, 転炉のクロム溶解期における吹止のC%は自由に選択出来る。

Fig. 4はRHC B処理中のC, Cr, 温度の変化E図示1とされているがCrロスが少なくなっているのが判る。温度は処理開始時に30°C程度下がっているが, これは脱ガス槽に熱を奪われるためであり, 処理中は殆んど温度変化しない。終了直前の温度降下は成分調整のための合金鉄添加が原因である。

Fig. 5はLD-RHC B法における転炉の吹煉時間, ステンレス鋼生産量, C_n歩留の推移E示す

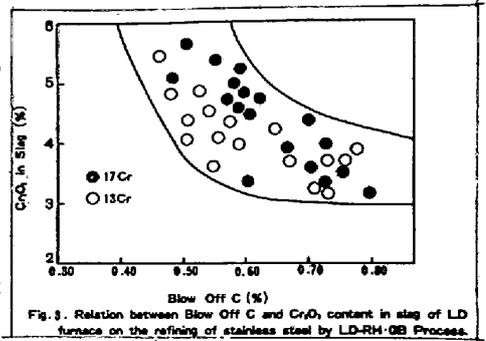


Fig. 3. Relation between Blow Off C and Cr₂O₃ content in slag of LD furnace on the refining of stainless steel by LD-RH-OB Process.

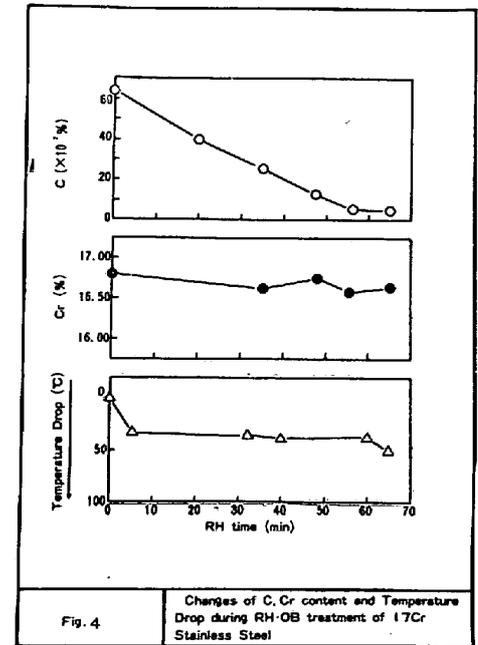


Fig. 4. Changes of C, Cr content and Temperature Drop during RH-OB treatment of 17Cr Stainless Steel

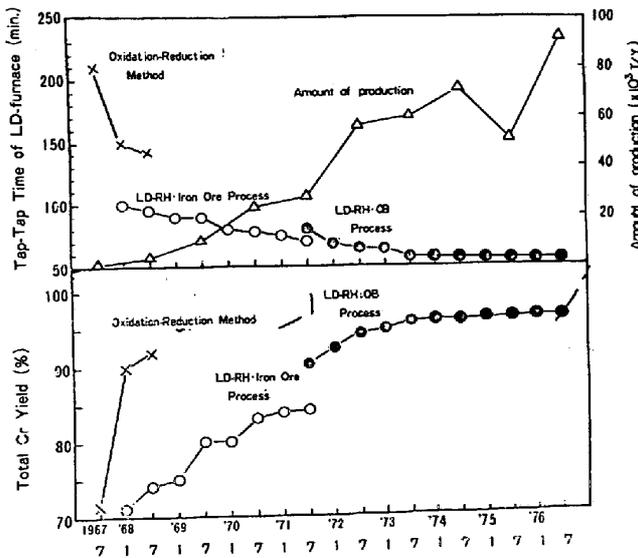


Fig. 5. Progress of LD steelmaking time, Cr yield and amount of production

転炉吹煉, RHC B処理河川においてCrロスが少ないためC_n歩留は安定して96%前後の成績E示している。Table 1にはクロムバランスの実験例E示す。

Table. 1. The Ratio of Output to Input of Cr in LD-RHC B Process.

Items	Good Input and Terminals Scrap.	Slag in L.D. furnace.	Slag in ladle	metallic iron in slag.	L.D. dust.	Not Specified	Total.
Cr %	96.67	1.96	0.30	0.24	0.30	0.53	100

最近までLD-RHC B法採用当初は50分程度かかっていたが, 最近では50分前後に安定してEり, 更に短縮するこEが研究されている。従つてステンレス鋼生産量も逐年増加し, 昭和50年7月~昭和51年7月には9万t/年以上E生産した。

(3) 他製造法との比較

Table 2. は各種ステンレス製造法の歩留りと生産性を比較したものである。

Table 2. Comparison of Productivity and Yield in each Process.

Process.	Metal Yield (%)	Cr Yield (%)	Steel making Time (min.)	Grade, Notice.
E. F.	99	95	200	SUS304 & 430 (Kawasaki Steel, Japan)
VOD	99	98	90	
Total.	98	93	290	
E. F.	93	94	360	SUS304 (Allegheny U.S.A.)
ASEA-SKF	98	98	150	
Total.	91	93	510	
L. D.	*	97	50	SUS430 & 304 (N.S.C. Japan)
RHOB	*	99	70	
Total		96	120	
E. F.			150	SUS304 & 430 (Toslyn U.S.A.)
AOD	98	97	90	
Total			240	

* difficult to compare because the main raw material of LD is Hot metal of B.F.

Cr 歩留、生産性何れの実においても RHOB 法が VOD, AOD 法等と比べ勝ると断言できると判る。特に生産性では他の方法と比べ格段優れていると言える。

(4) 今後の検討課題

LD-RHOB 法は既述のような特徴を持つ優れステンレス製造法であるが、今後更に次のような諸点が問題点として残っている。

- a) 転炉吹錬時間の短縮: 同種その他ステンレス鋼製造法と比べ吹錬時間は短い、転炉での普通鋼吹錬時間と比べて約30~40分長い。転炉の利点である高生産性を生かすために普通鋼並みにして吹錬時間を短縮したい。
- b) RHOB 処理時間の短縮: RHOB 処理時間と他の真空脱炭法と比べ操業はできないが、O₂ 吹込み方法、作業方法の改善により更に一層の時間短縮が期待出来る。
- c) 耐火物寿命の延長: RHOB 法では転炉、RH 下部槽、浸漬管の寿命延長が処理能力の向上、処理費低減に大切である。転炉炉体は煉瓦修復、操業方法の両面から改善が進められており、下部槽は熱間補修、浸漬管は煉瓦化等により寿命延長が計られている。

d) 自動制御: 省力化および作業精度向上のため、排ガス分析による O₂ の自動連続計量、真空度制御、合金鉄切出し、通酸量制御等と E 連動し、作業を自動化することに検討されている。

IV. 成品の精長

Table 3. は RHOB 法で製造したステンレス鋼の成分範囲を示す。

Table 3. Qualities attained by RHOB process.

C %	Si %	P %	S %	H p.p.m.	O p.p.m.	N p.p.m.	Cleanliness %
≤ 0.06	optional	0.02~0.035	≤ 0.008	1~3	30~60	≤ 150	0.010~0.040

LD-RHOB 法は製造法から容易に推定出来るように脱炭性能が優れており、容易に 0.01% 以下の極低炭素ステンレス鋼も製造出来る。H 及び O 含有量は RHOB 処理終了後 RH で脱ガスを計り

その表示のように低くなる。Nは転炉鋼及びRHOB法の特徴が生せて一般に低いのが、特に注意を払えば100ppm以下にも下げることが出来る。

尚S₂%は自由に調節出来るが、Cu, Sn, As, Pb, Ni等の微量不純元素の含有量は少ない。清浄度は0.010~0.040%と良好である。

以上のよう成分のためRHOBで製造したステンレス鋼は伸びが大きく、硬さが低く、軟質で冷間加工性に優れている。

Fig. 6. は18Cr鋼の介在物量と曲げ加工性との関係を探るものであるが、RHOBは介在物が少ない上、介在物の曲げ加工性に及ぼす感度が低いので曲げ加工性が優れていることを示している。

V. 結言

新日本製鉄、室蘭製鉄所ではLD-RHOB法によるステンレス製造法を開発し、安定した生産を続けている。この方法は次のような特徴がある。

- (1) Cr歩留、生産性昇の操業成績はAOD, VOD法昇に比べて勝々とも劣らない成績をあげている。
- (2) 成分元素の調節が容易であり、特に硫黄C, Nステンレス鋼のような高純度ステンレス鋼の製造に適している。
- (3) RHOBは軟質で加工性が優れている。

然し従来のステンレス鋼製造法である電気炉法も最近では殆んどAOD, VOD法昇と結合した新プロセスに移行してEり両者の差は少なくなってきた。

LD-RHOB法も今後一層、イ) 生産性の向上、ロ) 処理コストの低減、ハ) 自動制御方法の確立昇について努力する必要があると考える。

文献

- 1) 惠藤; 六の三回西山記念講座, 1974, p.40.

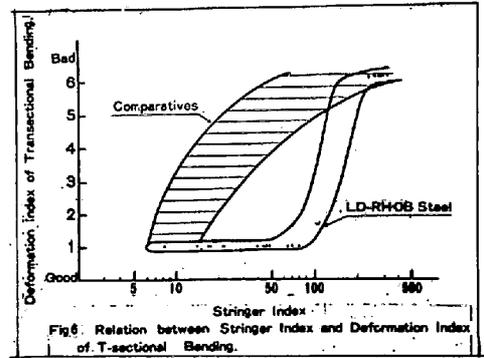


Fig. 6. Relation between Stringer Index and Deformation Index of T-sectional Bending.