

電気炉底吹き法のステンレス溶解への適用状況

Application of Bottom Blowing to EAF for Stainless Steel Making

日本ステンレス(株)直江津製造所 上村 政治*・鍋島 秀雄・石黒 毅志
和歌山製鋼所 加藤 博
直江津製造所 小山田 巖

1. 緒言

電気炉底吹き法については、溶解促進・合金歩留向上の効果が確認されており¹⁾²⁾³⁾、当所においても本技術の適用を進めてきた。

当初、高温・間欠操業のため、炉床耐火物寿命に問題があったが、炉底構造改善等によりオンライン化を図り、コスト低減に寄与しているので概要を報告する。

2. 電気炉設備及び製造プロセス

Table. 1 Specification of EAF

Capacity (max)	42t
Shell diameter	4600φ
Trans capacity	15000KVA
2nd voltage	400-112V
Electrode diameter	16inch
Water cooling ratio	70%

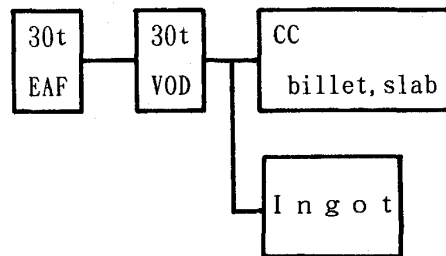


Fig. 1 Flow sheet of stainless steel making

30t 電気炉設備仕様を Table 1. に示す。

当所電気炉工場は夜間のみの間欠操業であり、また炉外精錬設備が VOD である事から、電気炉の出鋼温度は、1720～1800℃ と高温操業を行っているのが特徴である。

3. 底吹き設備仕様

底吹き設備仕様及びガス吹込条件を、Table 2. に示す。底吹きノズルは、炉底中央に 1 本埋設しており、攪拌ガスは Ar または N₂ の切替えが可能である。

Table. 2 Specification of bottom bubbling

Nozzle	Position	Bottom center
	Pipe	1.5φ×5 ℓ=684mm (sus)
	Material	MgO-C
Sleeve	Material	MgO-C, MgO-Cr ₂ O ₃
Gas	Gas	Ar or N ₂
	Pressure	5.5kg/cm ²
	Flow rate	30~100ℓ/min

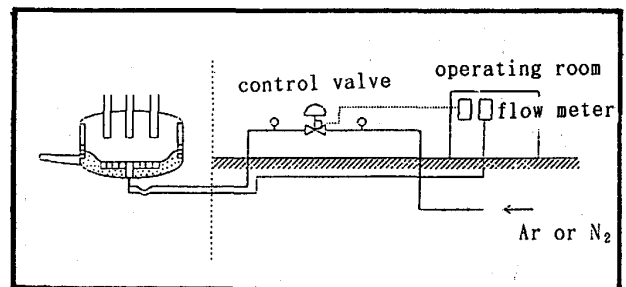


Fig. 2 Outline of bottom bubbling

平成 4 年 6 月 1 日受付 (Received on June 1, 1992)

* Masaji Uemura (Naoetsu Works, Nippon Stainless Steel Co., Ltd., 2-12-1 Minato-cho Joetsu 942)

4. 底吹き試験結果

4-1 底吹き条件の検討

① 均一混合時間

トレーサーとしてCuを炉内に投入し、均一混合時間を調査した結果、Fig. 3に示すように、均一混合時間 $\tau \approx 240$ secを得た。

攪拌により鋼浴中に付与されるエネルギー密度 $\dot{\epsilon}$ は次式で算出した。

$$\dot{\epsilon} = 0.0285 QT/w \log(1+H/148)$$

ただし Q: ガス流量 (ℓ/min)
 T: 鋼浴温度 (K)
 W: 鋼浴重量 (t)
 H: 鋼浴高さ (cm)

今回得られた $\tau \approx 240$ sec $\dot{\epsilon} = 24.3$ W/tは中西¹⁾らの結果と良い一致を示す。(Fig 4) この結果より、100 ℓ/minのN₂ガスバブリングでVOD並の攪拌が得られることが確認された。

② ガス流量

実操業のガスパターンをFig. 5に示す。溶解期は、100 ℓ/minとして溶解を促進するが、溶け落ち以降溶鋼の盛り上がりによりアークが不安定となるため30~50 ℓ/minとしている。なお休止時は、細管パイプ保護と、穴づまり防止を目的とし、N₂ 10 ℓ/minを常時流している。

4-2 底吹き攪拌の効果

① Cr回収率の向上

底吹きを行った場合、炉内でのCr還元が進行し、出鋼後の(%Cr₂O₃)も、従来に比べ約1%低減する。(Fig. 6, Fig. 7)

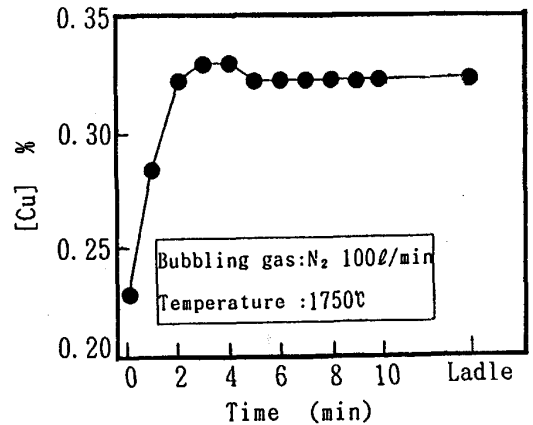


Fig. 3 Transition of [Cu] %

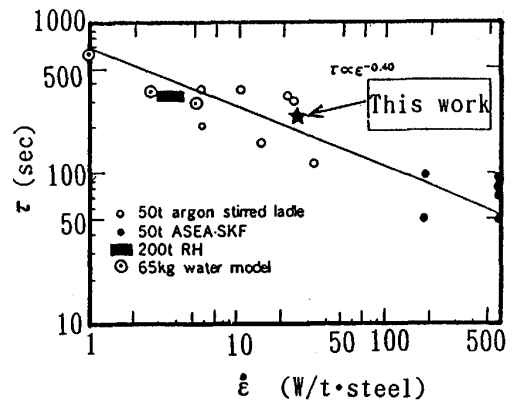


Fig. 4 Relation between $\dot{\epsilon}$ and τ

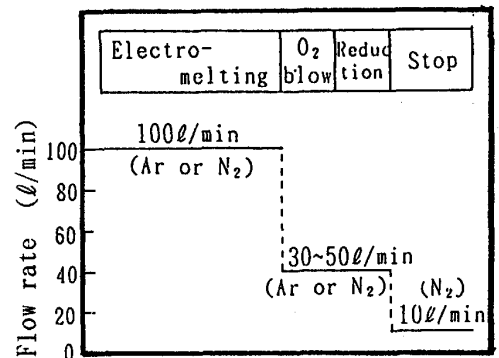


Fig. 5 Gas flow pattern

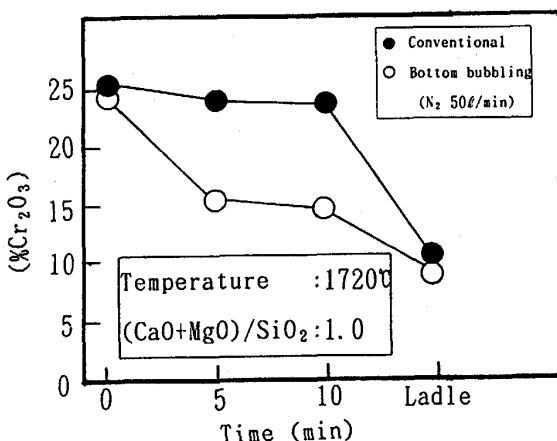


Fig. 6 Change of (%Cr₂O₃) in slag

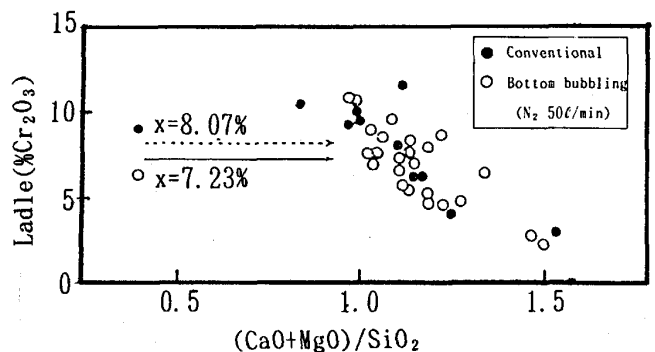


Fig. 7 Effect of bottom bubbling on ladle (%Cr₂O₃)

② エネルギー・熱間補修材原単位低減

溶け落ち時の炉内概略図を Fig. 8 に示す。底吹き攪拌による溶鋼温度均一化効果により、溶け残りが防止でき、スラグ上面からの抜熱も減少して、吹酸によるエネルギーが 10 KJ/T 低減した。また、スラグ過熱が抑制されるため、スラグラインレンが溶損は大巾に軽減し、熱間補修材原単位は、約 30% 低減した。

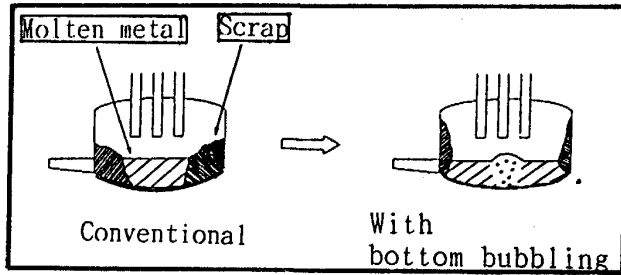


Fig. 8 Melting down condition

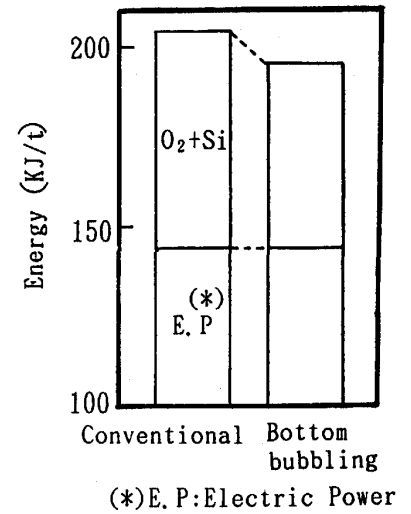


Fig. 9 Energy consumption

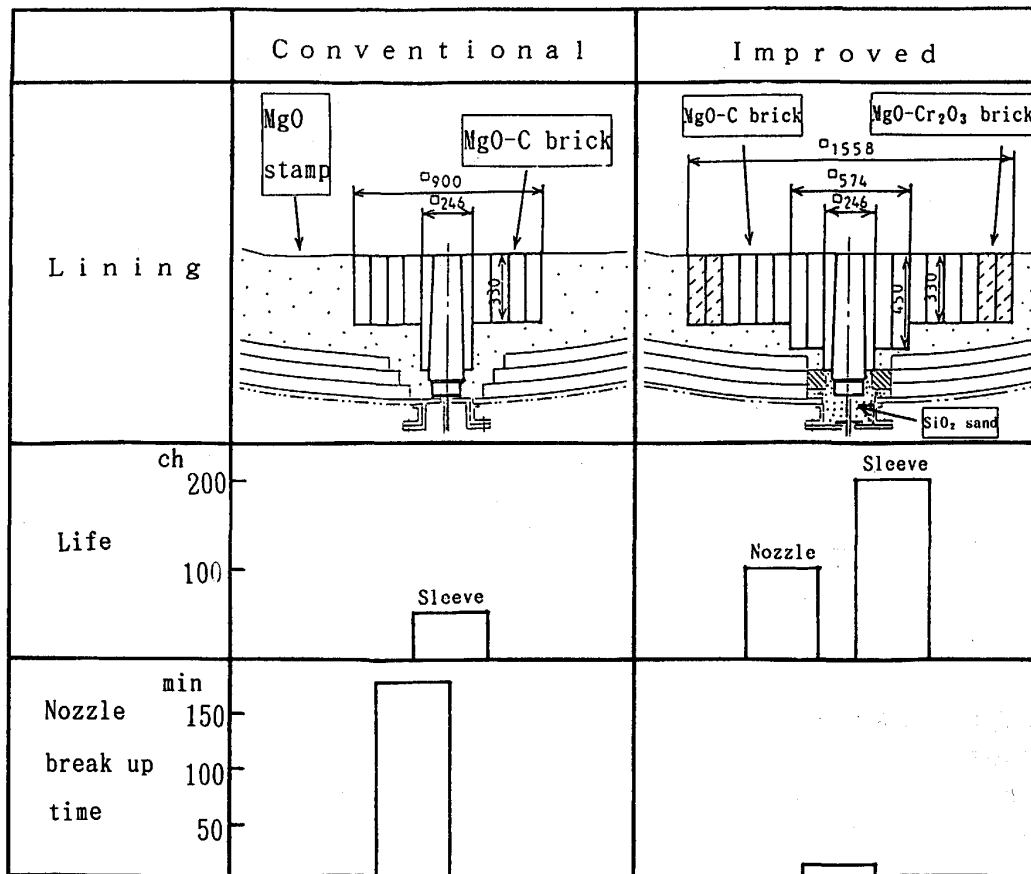


Fig. 10 Improvement of furnace bottom structure

5. 底吹き耐火物の改善

炉底構造の改善経緯を Fig. 10 に示す。主な内容は、

- ① MgO-C れんが外周にマグクロレンが施工。
(MgO-C れんがと MgO スタンプ境界部の異常溶損防止対策。(Fig. 11))
- ② 炉底フランジ部に詰め物 (SiO₂) 充填。
(ノズル解体性向上)

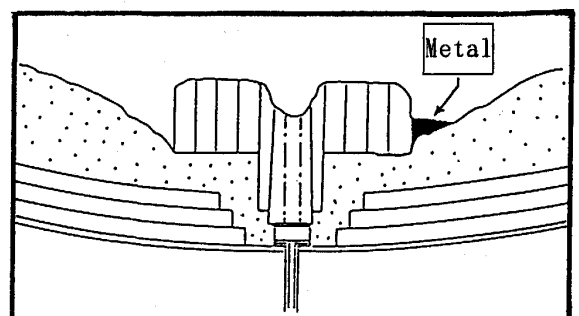


Fig. 11 Furnace bottom after 54 ch of conventional

6. 操業実績

6-1 ノズル及び炉床れんが溶損状況

ノズル及び炉床れんが溶損速度を Fig. 12 に示す。現在、100chにてノズルを交換し、200chで底吹きを停止するパターンにて操業を行っている。当所では、定期的にCrレス、Feレス合金を溶製するため、約250chごとに全炉修を行っているが一炉代全期を通じて底吹きを行うには、ノズル及び炉床れんがの延命が必要である。

6-2 生産諸元

底吹き化による生産諸元の向上を Table. 3 に示す。O₂、Fe-Si、及び熱間補修材原単位が大巾に向上した。

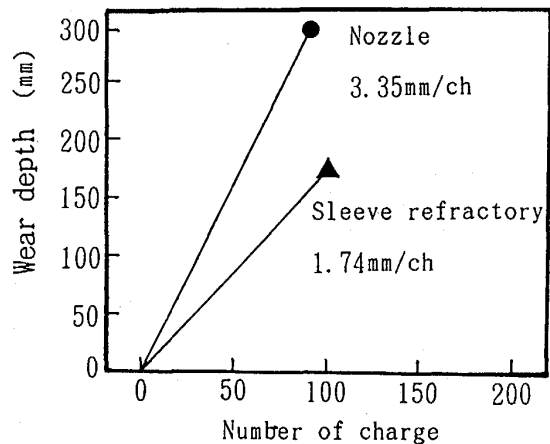


Fig.12 Wearing rate of nozzle and sleeve refractory

Table.3 Comparison of consumption(Index)

	Conventional	Bottom bubbling
Electric power	100	100
Electrode	100	100
Fe-Si	100	83
O ₂	100	84
Refractory	100	92
Hot repairing material	100	72
Cr yield	100	102

7. 結 言

間欠・高温という苛酷な条件下での底吹き操業に対し、築炉方法の改善を行うことにより、途中1回のノズル交換を含んで200ch耐用が可能となった。また底吹き化により、Cr回収率が向上するとともに、O₂、Fe-Si及び熱間補修材原単位が大巾に向上した。今後、底吹きノズル、炉床れんがの延命化を図り、電気炉底吹き技術の確立を目指したい。

参考文献

- 1) 中山ら：材料とプロセス，3（1990），P. 1240
- 2) 渡辺ら：材料とプロセス，1（1988），P. 1208
- 3) 徳田ら：鉄と鋼，73（1987），P. 962
- 4) 中西ら：Ironmaking & Steelmaking，3（1975），P. 193