

討 2

NiOシンターのAODへの利用

大同特殊鋼 星崎工場

福本行男
斎藤哲世
○ 森 広司

1. 緒言

ステンレス製鋼におけるAODプロセスは、近年めざましく進歩し、最も将来性のある製鋼法の1つとなりつつある。実際操業上の技術については各社とも操業条件、耐火物等さまざまな改善を加えて、かなりの実績もあげているが、まだ完全に確立されたとは言えない。当社星崎工場にも、ステンレス鋼製造原価低減、品質向上、生産性向上等を目的として、1974年4月AOD炉を設置しその後順調に操業を行なっている。

このAODの特徴は脱炭に使用する酸素ガスをアルゴンで希釈し、CO分圧を下げることにより、クロム酸化を抑えながら脱炭を進行させる点であるが、最近の技術上のトピックとして、クルップ社とドイツ・インコ社が共同実験した、AOD炉体上部からのNiOシンター連続吹込によるAODステンレス製鋼法の改善があげられる。(1)

今回報告するNiOシンターの利用は、クルップ社の情報をもとに試験を行なったもので、AOD操業初期段階にNiOを投入することによって効率よくニッケル添加を行なうと同時に、希釈ガス法と異なる付加酸素(NiOの解離酸素)を直接、溶鋼に送り込み、AOD脱炭速度増大とニッケル合金からの[C] pick upを抑えAOD処理時間短縮を図るのを主目的としたものである。各種歩留、脱炭速度等を試験を経て調査したところほぼ実用化できる見通しを得たのでその概要を報告する。

2. 試験の目的

AOD脱炭速度を増大させるためには次の考え方があつた。

- ① 羽口からのガス吹込量の up
- ② 上吹きランスからの酸素吹精
- ③ 酸化物の解離酸素の利用

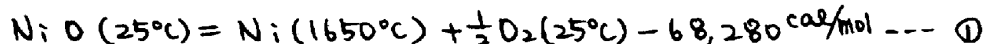
①、②については設備的な制約とともにスプラッシュ問題があるため、我々は③の酸化物の解離酸素の利用について検討を行なった。利用可能な酸化物としては、NiO、MoO₃等があるが、Niステンレス製鋼という観点からすれば、高炭ニッケルの代替ができるNiOの利用が妥当であつた。しかしNiOシンター利用を実用化するにはあつては下記項目の調査が必要であつた。

2-1 AODでの吹精時間短縮

NiOシンターが分解することによって発生する酸素(0.15^{NM}kg.wt)を有効に活用し、脱炭速度を上げて処理時間の短縮を図る。

2-2 NiOの冷却効果の確認

NiOの分解反応は①式で表わされる。



上式は吸熱反応であるためNiOの投入時期と量を調整すれば、溶鋼の温度をコントロールできる。

2-3 NiOの添加方法の検討

クルップ社で実施した圧縮空気による連続吹込方法のほか、シューターを使って紙袋入りのNiOをそのままAOD炉内に投入する方法を行ない比較した。

2-4 その他

×タル酸化量の増加およびそれに伴う還元費の上昇が懸念されるのでそれらのチェックを行なうと

ヒモに経済性の評価を行なう。尚参考までにNiOシンター諸元を表1に示す。

表1

荷姿および形状	化学成分 (wt%)					
Ni純分20%紙袋入り 砂状	Ni	Co	Cu	S	Fe	O
	74~76	0.5~1.0	0.5~1.0	0.04~0.08	0.5~1.0	bal.

3. 試験方法

3-1 NiOシンター添加方法について

(1) AOD炉へのNiOシンターの添加方法は図1に示す2方法を比較検討した。

① AOD炉近くに設置した圧力容器にNiOシンターを充填し、ランスを用いて圧縮空気とともにAOD炉内に連続的に吹込む。表2に吹込装置の諸元を示す。

② シューターを用いて袋ごと一度にAOD炉内に投入する。

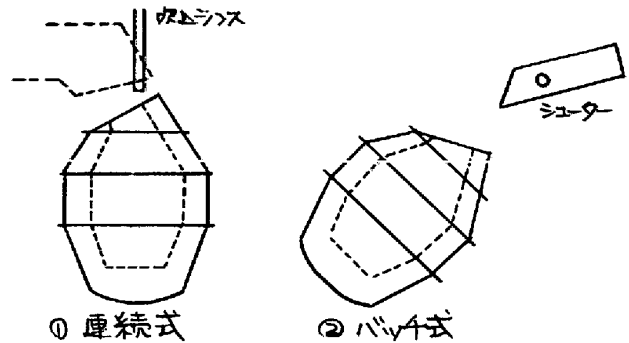


図1. NiO添加の模式図

(2) 添加時期: AOD脱炭期第1ステージ(高炭域、低炭域からの投入)

(3) 添加量: グロス約20kg/吹 (Ni約1.5%分に相当)

(4) 羽口からのガス吹込量: NiO投入中、従来のガス吹込量は変更しなかつた。(O₂: N₂=13.5Nm³/min: 4.5Nm³/min)

3-2 AOD溶製パターン

AOD溶製パターンの概略とNiOの添加時期を図2に示す。

表2 NiO吹込装置(試験機)

名称	ワンドプラスチック機
重量	390kg
直径	900mm
容量	400ℓ
空気元圧	5.0kg/cm ²
最大圧力	7.0kg/cm ²
吹込速度	40~60kg/min

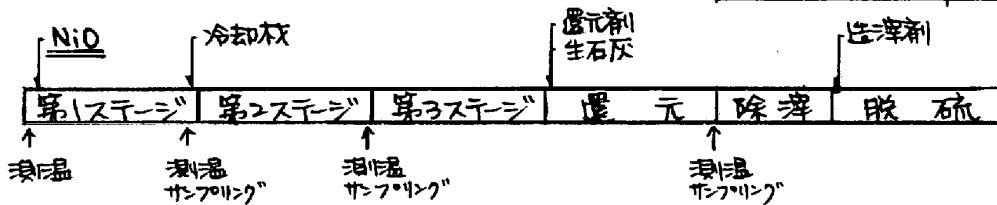


図2. AOD溶製パターン概略図

4. 試験結果

NiOの添加による[C], (C), 温度変化の代表例を図3に示す。また表3にAOD脱炭期第1ステージの脱炭速度、脱炭効率とAOD内のNi歩留, C歩留を示す。図3, 表3から下記のことが推定できる。

表3

NiO添加法	脱炭速度	脱炭効率	Ni歩留	C歩留
連続	0.042%	54%	98.5%	98.0%
バッチ	0.044	56	98.8	99.3
—	0.039	60	99.1	98.7

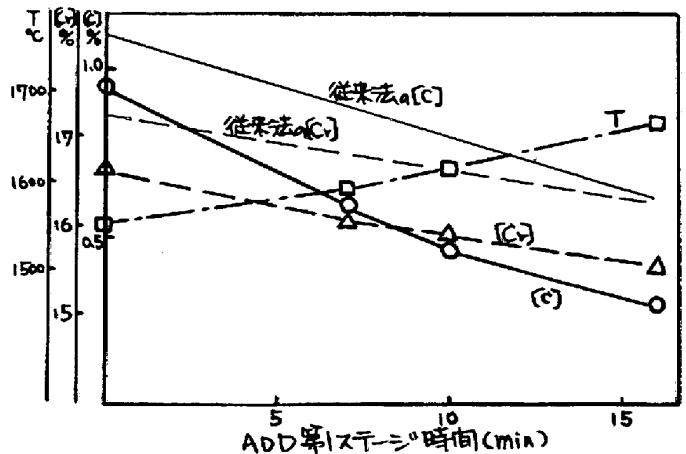


図3. NiO添加による[C], (C)温度変化

4-1 脱炭速度および脱炭効率について

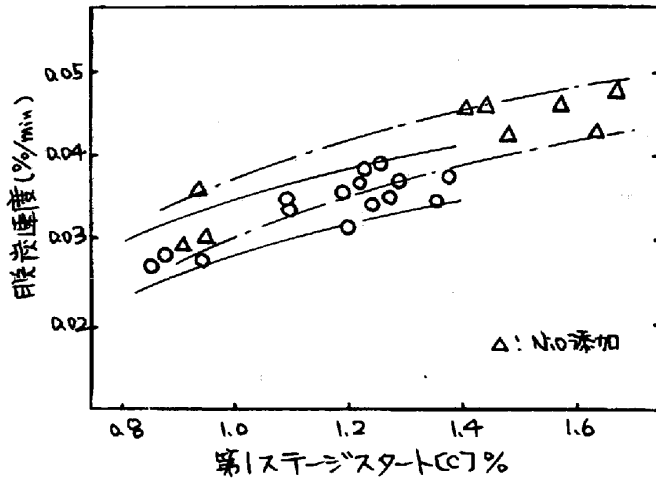


図4 AODスタート[C]と脱炭速度の関係

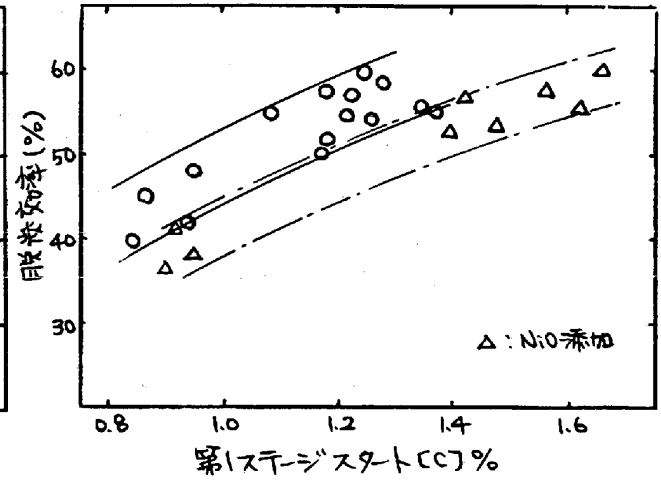


図5 AODスタート[C]と脱炭効率の関係

一般的にAODスタート[C]と脱炭速度の関係は図4に示すごとく、ほぼlinearな関係にあり、高炭域ほど脱炭速度は大きい。また、NiOを使用した場合更に0.005%/min程度脱炭速度が向上しているのがわかる(図中△印)。しかし低炭域では、脱炭速度の向上は少ない。これは高炭域でNiOを添加すれば、NiOからの解離酸素は比較的[C]と反応しやすい状態にあることを示唆している。

次にAODスタート[C]と脱炭効率の関係を図5に示す。図5から、NiOを使用した場合、脱炭効率は若干低下しているのがわかる。つまり高炭領域でNiOを添加したときのNiOからの解離酸素の脱炭効率を②式から求めてみる。(解離酸素は溶鋼中、単独で反応すると考えた。)

$$(NiOの解離酸素)^{NM^3} \times \eta_1 + (AOD第1ステージ吹精酸素)^{NM^3} \times \eta_2 = (AOD第1ステージで脱炭に使用された酸素)^{NM^3} \dots \textcircled{2}$$

η_1 : NiOの解離酸素の脱炭効率

η_2 : 炉口からの吹込酸素の脱炭効率

②式に試験chの実績値を代入して η_1 を求めてみると表4のようになる。

表4

Heat NO.	η_1
AX463	0.24
AX464	0.39
AN586	0.30
AN604	0.26
AN605	0.21
平均	0.28

4-2 溶鋼温度変化(冷却効果)について

NiOの分解吸熱反応による冷却効果を確認するため③式を用いて溶鋼温度変化を計算した。

$$W \times C \times (\Delta T + H_L \times t) = \Delta H - \Delta H_{NiO} \dots \textcircled{3}$$

W: 溶鋼量(kg)

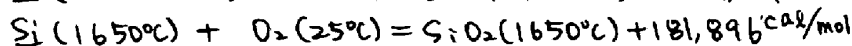
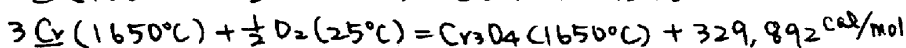
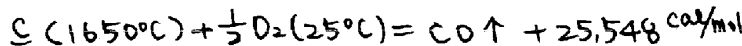
C: 溶鋼の比熱(kcal/kg.°C) C≒0.21

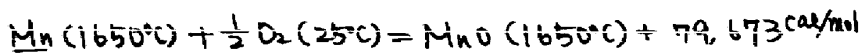
ΔT : 溶鋼温度変化

H_L : AODバッチセルからの熱損失と不活性ガスの顕熱による温度変化(°C/min) $H_L \approx 1.7$

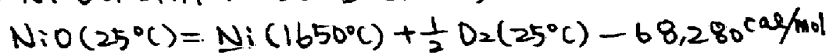
t: AOD第1ステージ所要時間(min)

ΔH : 各元素の酸化熱(kcal)





4) 1/2: NiOの分解による吸熱量 (kcal)



②式に実験データと各理論吸熱量を代入して計算したところ

AOD第1ステージ未の計算温度と実験温度は±20°Cの範囲にあり、NiOの分解吸熱反応による冷却効果を確認できた。(NiO約20kg/tの使用により、70°C程度の冷却効果がある。)尚、表5に計算結果を示す。

表 5

Heat No.	第1ステージ未温度	
	実験値(°C)	計算値(°C)
AX463	1665	1654
AX464	1710	1705
AN606	1720	1743

4-3 Ni歩留, Cr歩留について

NiO添加法がうまくいかかわらず、Ni歩留、Cr歩留の悪化は認められなかった。この理由は次のように考える

(1) Ni歩留について: マークXPでの先入れにNiOを使用すると集塵等の影響により、後入れ調整時と比べて歩留が6%程度悪化する。我々は経験しているが、今回の試験結果から推定するとNiOを物理的に流鉄炉に投入できさえすれば歩留ロスが小さく添加可能なことが判明した。

(2) Cr歩留について: NiOの解離酸素をNm³に換算し、酸素当量に見合う還元剤を添加しさえすれば、AOD内でCr酸化を完全に回復できCr歩留の悪化がなうことを確認できた。

5. NiOシッター使用による経済性

以上のテストデータをもとにして、AODでのNiOシッター使用による経済性をまとめると、表6のようになる。

表 6

		NiO使用した場合
AODの吹掃時間		85~90
電気炉の溶解時間		105
ガス原単位	O ₂	80~85
	不活性ガス	85~90
還元剤原単位	FSi	95
	CaO	98
電力原単位		105
電極原単位		105

* NiOを使用しない場合の指数を100とした。

6. まとめ

AODでのNiOシッター-約20kg/t使用試験結果をまとめると次のようになる。

(1) NiOの投入法はバッチ式投入方法で十分であるが、装置の自動化から連続式がベターと思われる。

(2) 高炭領域でNiOを添加することにより、Ni/Cr歩留ロスなく、解離酸素を有効に活用でき脱炭速度は従来法より、約2割程度up(脱炭効率も低下)し、AOD処理時間短縮により生産性向上を果せた。また、理論式通りNiOの分解吸熱反応による冷却効果が認められた。(NiO約20kg/tの使用で70°Cの冷却効果がある。)

参考文献

- (1) W. Pulvemacher, H. Lutz, K.H. Schmitz : Improved AOD Melting of Stainless Steel by Continuous Injection of Nickel Oxide Sinter