

(15) アルゴンおよび酸素の吹込による熔鋼中の水素、窒素の除去について (III)

Elimination of Hydrogen and Nitrogen in Molten Steel with Argon and Oxygen Flushing (III)

M. Imai, et alii.

川崎製鉄, 兵庫工場

渡辺富美夫・片山 善行

同 葺合工場

○今井 光雄・中山 竜夫・大井 浩

I. 緒 言

塩基性電気炉による Ni-Cr-Mo 鋼の如き低合金鋼は H 含有量が比較的高いため白点, 毛割れ等の H に起因する欠陥の生ずることがしばしばあつて製鋼の際 H を下げる必要がある. 前報(本誌第 42 年第 3 号)において塩基性平炉熔鋼の脱窒素に A, 高純度酸素の有効なることを述べたが, 今回電気炉製鋼の還元期に熔鋼中 A 吹込による脱 H について第 1 報に続き更に 20 t 電気炉において行つた結果, A 吹込により鋼浴の H をほぼ確実に減少せしめ鍛造成品も好成績を示したので茲にまとめて報告する.

II. 実験概要

A は 7Nm³ 入りシリンダーを 1 溶解に 6 本使用した. 2 本宛連結して 3 組とし 3/4 吋鉄管 3 本に各々接続して熔鋼に 2~4 kg/cm² の圧力で同時に 3 カ所より吹込んだ. 吹込速度は約 2Nm³/mn である, この際鋼浴の吹上げはかなり激しい. 吹込時期は還元末期, 出鋼直前で合金剤の添加の終了後に行い以後の [H] の吸収を避けて直ちに吹出した. 精錬の各主要時期にガス分析および清浄度試料を採取した.

Table 1. Chemical composition of steel tested.

Grade	Heat No.	Charge t	Chemical composition (ladle analysis) %						Amount of flushing A Nm ³ /t
			C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	
SNCM-2	949	17.5	0.30	0.22	0.65	3.17	0.62	0.31	2.6
	001	17.3	0.27	0.25	0.53	3.40	0.51	0.31	
SNC-2	955	17.5	0.32	0.26	0.53	2.69	0.80	—	2.2
	175	17.0	0.30	0.32	0.53	2.57	0.81	—	
SNC-1	221	22.0	0.36	0.26	0.62	1.10	0.65	—	2.2
SF-50	962	17.0	0.26	0.31	0.61	—	—	—	2.3
SF-50	027	17.0	0.27	0.19	0.59	—	—	—	2.5
SF-45	036	17.0	0.24	0.26	0.58	—	—	—	2.5

III. 実験結果

A 吹込を行つた溶解の化学成分等を Table 1 に示した.

i) [H] の変化

Fig. 1 に精錬中の [H] の変化および A 吹込の効果を示した, 図より熔鋼の [H] は左端の酸化末期の平均 0.00025% の低い値から還元期に入つて増加し脱酸の進行と共に還元末期では 0.0003~0.0009% に上つている. A 吹込を行うと [H] は一様に減少して 0.00025~0.00057% となり極めて有効で特に吹込前の [H] の高い程脱 H 量が大きい.

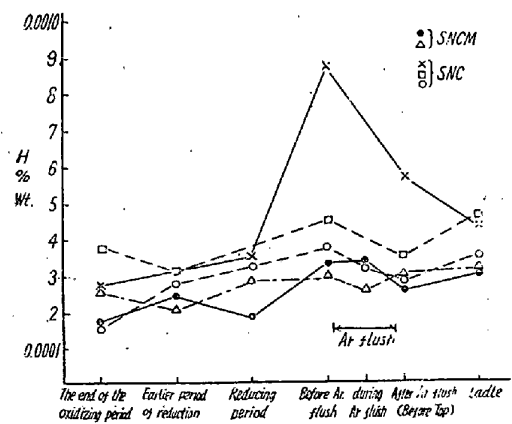


Fig. 1. Variation of hydrogen in molten steel during refining process.

ii) [N] の変化

A 吹込により [N] は減少せず平均 0.0007% の増加を示しているが, この程度の [N] の増加は材質的に影響はない. 還元期の [N] は先の平炉酸化期の [N] と異り脱窒素は殆ど行われぬ.

iii) [O] および清浄度の変化

A 吹込による鋼浴の攪伴吹上げが鋼の清浄度を悪くする懸念があつたため, 真空溶融法(本誌第38年第10号)

による酸素分析値と清浄度を調べた。A 吹込により [O] は僅かに減少し、清浄度もやや良くなつており A 吹込により何等材質的に悪影響は認められなかつた。

IV. 考 察

i) A 吹込による脱Hの計算

A 吹込量と脱 N 量が双曲線関数関係にあることは前報で示したが脱Hも同様な機構として考察を行つた。一般にHの溶解平衡は次式で示される

$$1/2 H_2(g) = [H] \dots\dots\dots (1)$$

$$K_H = [H]/P_{H_2}^{1/2} \dots\dots\dots (2)$$

$$K_H = 0.0027 (1600^\circ C)$$

A 中の H₂O は <0.1gNm³ の微量で無視して差支えない。今鋼浴に吹込んだ A は (2) 式による [H] に平衡な H₂ を鋼浴よりえて逃出すと考え VNm³/t の A 吹込の際の [H] の変化は次の微分方程式で示される。

$$d[H] = [H]^2/K_H^2 \cdot G \cdot 10^{-4} dV \dots\dots\dots (3)$$

G: 純 H₂/Nm³ の重量 89.3g, 10⁻⁴: 単位換算,
[H]²/K_H² · G: 逃ガス 1Nm³ 中の H₂ の重量,
1/K_H² · G · 10⁻⁴ = 1230

(3) 式に数値を代入して積分し、初期条件を (V=0, [H]=[H₀]; V=∞, [H]=0.00020) として解けば (4) 式の如くなる。

$$[H] = 0.00020 + 1/a + 1230V \dots\dots\dots (4)$$

$$a = 1/[H_0] - 0.00020$$

[H] と V は双曲線関係にある、(4) 式による理論曲線と実測値を Fig. 2 に示した。試料の採取および分析精度を考慮すれば比較的良く一致していると考えられる、特に図は吹込前の [H] の高い場合に脱Hが大である現象を良く説明しており夏期等で [H] が 0.0008% に上つたとき 3Nm³/t の A 吹込で約半量の 0.0004% に下るわけである。

ii) 大気水蒸気圧と [H] 含有量

大気湿度が [H] に影響をおよぼすことは既に報告されているが A 吹込前の鋼浴の [H] が季節によりかなり差があるので大気水蒸気圧を測定し [H] との関係を図 3 に示した。[H] は水蒸気圧に比例して高くなつていたので相関係数を求めると約 95% の信頼度で相関性がある。

以上の結果を利用して Fig. 3 の回帰直線より製鋼当日の湿度より水蒸気圧を求め相当する [H] を知り、Fig. 2 より適当な A 量を得て吹込を実施することにより燦鋼の [H] を一定値以下に調節できるわけである。

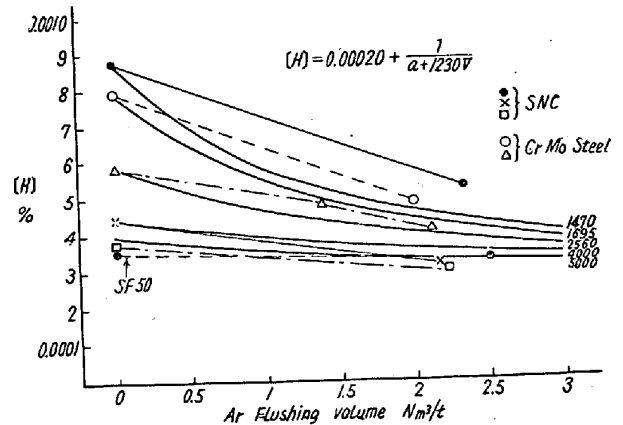


Fig. 2. Relations between flushing volume and hydrogen content in molten steel.

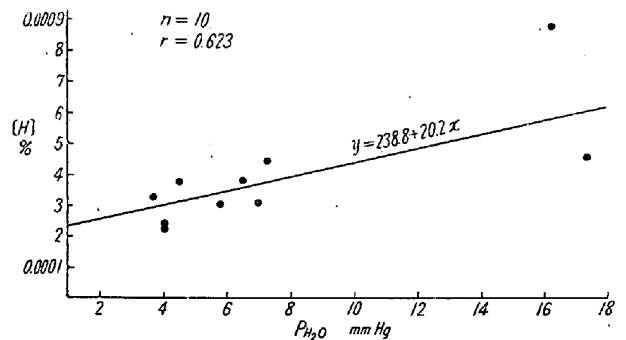


Fig. 3. Correlation of hydrogen in molten steel and partial pressure of H₂O in the air.

V. 結 言

塩基性電気炉還元末期の鋼浴に約 2Nm³/t の A 吹込により

- i) [H] は顕著に減少する。
- ii) [N] は平均 0.0007% 程度と僅かに増加する。
- iii) [O] は僅かに減少し、清浄度もやや良くなる。
- iv) 脱H機構を考察して [H] と吹込量 V が [H] = 0.00020 + 1/a + 1230V なる双曲線関係にあることを計算で求め実測値と比較的良く一致した。
- v) 大気中水蒸気圧と還元末期 A 吹込前の [H] とは相関性を有する。(文献省略)

(16) 焼入油の老化について (IV)

油の酸化重合過程と冷却能の変化
On the Deterioration of Quenching Oils (IV)
(The Variation of Cooling Ability with Oxidation and Polymerization of Oil)

I. Tamura, et alius.

大阪大学工学部 多賀谷 正義