

(63) 環流式真空脱ガス設備の建設と 操業

富士製鉄, 広畑製鉄所

渡辺省三・渡辺秀夫・○浅野鋼一
松井一美・中山正時

Erection and Operation of R-H Vacuum Degassing Equipment.

Shōzō WATANABE, Hideo WATANABE
Kōichi ASANO, Kazumi MATSUI
and Masatoki NAKAYAMA

I. 緒 言

ドイツのヘルス社およびルールスタール社で開発された環流式脱ガス処理設備を当所平炉工場に導入することに決定し昨年3月上旬建設工事に着手した。

本方式は真空鑄造法と異り減圧下において真空槽内部でC-O反応を進行させることが可能であり, したがって低酸素, 低炭素の溶鋼を得ることができる。

さらに合金元素添加後の環流によつて, 非金属介在物の浮上, 成分の均一化を図ることができるのが大きな特徴となっている。

建設工事はほぼ予定通り進行し昨年5月上旬第1回の処理を開始し, 各種の鋼種に対する作業標準設定のための試験を行なつていたので処理回数は少ないが現在までに約150チャージ(15,000t)の処理を行なつている。

以下設備概要および操業結果について取まとめて報告する。

II. 設 備 概 要

(1) 設置場所

計画に際してはつぎの点に考慮を払つた。

(a) 設置後大量処理が可能であること。

(b) 処理鋼種の巾が広いこと。

(c) 脱ガス槽と真空ポンプは隣接して配置し, 配管はできるだけ短かくすること。

(d) 真空ポンプは排気能力を大きくする必要から, スチームエジェクターを使用すること。

以上の条件を満足するものとして, 当所平炉工場造塊場に設置することにした。Fig. 1 に設備配置図を示す。

(2) 真空ポンプ

(a) 型式: 2段ブースター型4段スチームエジェクター

(b) 到達真空度: 0.2 torr

(c) 構成: スチームエジェクター 4本
スターティングエジェクター 2本
コンデンサー 4基

(3) 脱ガス槽

脱ガスを行なうための密閉された槽であつて槽内はすべて耐火煉瓦によつて内張りされており, 下部には溶鋼の上昇, 下降両管を有し, 上部にはサイクロンダストコレクターにいたる排気孔2コを有する。

(4) 温度測定装置

脱ガス作業中溶鋼温度を測定するためのものであつて, 同型式の測定機構3台が1体のフレームに組込まれており, 3台のサイクロモーターによつておのものの, thermo element およびその, holder を上下方向に移動させることができる。

測定結果は計器室内において指示, 記録され直ちに利用できる。

(5) 各種ガス吹込み装置

(a) Ar

アルゴンボンベカードルから減圧弁, 計器室内パネル, 流量計などを経て脱ガス槽上昇管フランジにいたる配管により溶鋼中に吹き込まれる。

(b) H₂

前記 Ar ガスと同一の配管を利用して吹込むバルブの切替により, 両者を同時または, どちらか一方を吹込むことが可能である。

(6) 制御方式

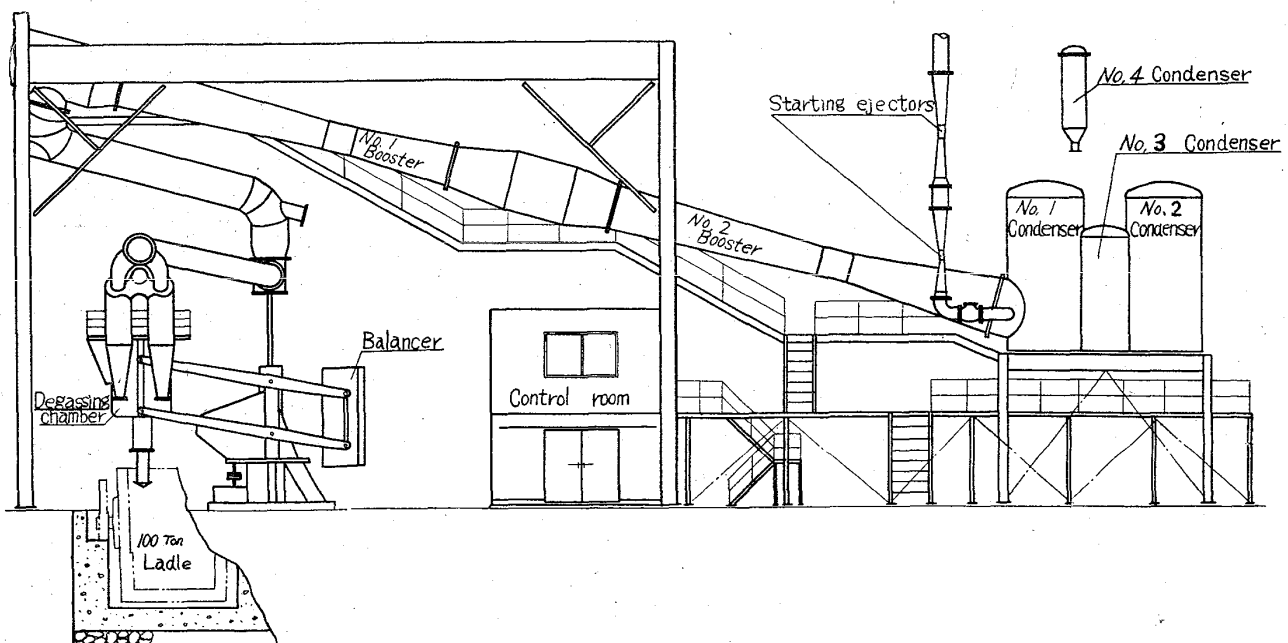


Fig. 1. Schematic view of R-H degassing plant.

Table 1. Results R-H vacuum degassing treatment.

Test No.	Chemical composition in metal bath just before tapping						Alloy additives in ladle (kg)					Chemical composition in metal before degassing treatment					Conditions of degassing treatment		Chemical composition in metal after degassing treatment					
	C %	Mn %	O ppm	H ppm	N ppm		Fe-Mn	Fe-Si	Ca-Si	Al	C %	Si %	Mn %	O ppm	H ppm	N ppm	Torr	Min	C %	Si %	Mn %	O ppm	H ppm	N ppm
1	0.14	0.16	333	3.6	30	500	30	80	50	0.19	0.068	0.70	58	5.5	58	0.26	24	0.17	0.094	0.70	25	2.0	48	
2	0.16	0.12	476	4.0	32	500	280	120	25	0.184	0.084	0.80	175	—	58	(0.85)	17	0.172	0.107	0.79	20	—	50	
3	0.06	0.13	501	3.3	32	—	400	40	100	0.07	0.02	0.34	95	3.7	58	0.29	25	0.06	0.02	0.33	24	2.1	52	
4	0.13	0.17	358	3.4	28	500	250	150	20	0.149	0.20	0.68	86	6.1	46	0.24	21	0.116	0.25	0.64	28	3.5	42	
5	0.04	0.11	632	3.3	38	—	560	40	80	0.047	0.022	0.44	159	4.7	40	0.25	26	0.033	0.04	0.43	90	3.2	38	
6	0.041	0.09	549	3.0	36	—	450	—	60	0.046	0.008	0.38	355	4.2	36	0.23	25	0.015	0.016	0.33	196	2.4	38	
7	0.040	0.12	603	5.3	30	—	450	—	60	0.058	0.009	0.37	309	5.3	44	0.22	23	0.039	0.014	0.32	69	3.0	40	
8	0.10	0.17	415	5.2	—	500	200	150	—	0.12	0.14	1.44	180	7.3	—	0.23	24	0.09	0.28	1.36	27	2.8	—	
9	0.051	0.12	693	3.8	—	—	500	—	—	0.041	0.01	0.38	485	4.0	—	0.48	26	0.015	0.02	0.38	146	2.8	—	
10	0.07	0.14	738	4.4	28	500	250	—	20	0.09	0.01	0.59	313	5.9	42	0.19	22	0.07	0.068	0.62	38	2.7	44	
11	0.04	0.06	879	3.0	—	—	500	—	40	0.051	0.004	0.37	368	5.0	—	0.29	24	0.021	0.008	0.31	57	2.2	—	
12	0.04	0.06	744	3.8	32	—	600	—	30	0.049	0.01	0.44	345	5.2	64	0.40	32	0.027	0.002	0.37	52	2.1	60	
13	0.038	0.07	985	2.6	—	—	600	—	20	0.040	0.01	0.35	426	4.4	—	0.32	26	0.011	0.001	0.26	121	1.7	—	
14	0.05	0.07	978	2.8	—	—	500	—	20	0.056	0.002	0.38	405	4.3	—	0.37	32	0.019	0.022	0.32	103	1.7	—	
15	0.08	0.14	532	3.6	36	500	100	80	25	0.09	0.08	0.82	188	3.9	64	0.21	23	0.06	0.158	0.80	33	2.8	62	
16	0.15	0.18	357	4.8	—	—	600	—	—	0.156	0.024	0.77	100	5.6	—	0.28	23	0.155	0.36	0.82	203	1.3	—	
17	0.041	0.09	568	3.7	24	—	450	—	80	0.052	0.008	0.36	235	4.2	46	0.24	27	0.042	0.016	0.32	41	2.4	44	
18	0.06	0.14	573	4.0	—	—	550	—	20	0.086	0.01	0.52	292	5.1	—	0.45	27	0.040	0.018	0.42	32	1.9	—	
19	0.07	0.25	443	4.4	28	—	400	80	—	0.078	0.14	0.76	246	7.0	64	0.45	27	0.050	0.25	0.78	30	2.1	64	
20	0.14	0.20	424	4.1	—	500	60	120	—	0.155	0.13	1.26	201	6.8	—	0.24	25	0.141	0.28	1.21	25	2.9	—	
21	0.24	0.25	246	4.2	—	500	430	100	—	0.25	0.13	0.83	95	6.0	—	0.8	18	0.23	0.027	0.80	22	0.76	—	
22	0.14	0.17	356	4.3	29	500	170	100	20	0.187	0.065	0.77	90	6.2	62	0.15	24	0.163	0.079	0.72	23	2.3	53	
23	0.043	0.07	734	4.8	34	—	500	—	50	0.045	0.002	0.37	444	5.2	80	0.20	28	0.017	0.004	0.30	79	1.9	56	
24	0.04	0.10	641	3.5	—	—	550	—	—	0.050	0.06	0.46	452	4.9	—	16.0	27	0.033	0.007	0.42	52	1.7	—	
25	0.06	0.11	900	2.4	34	—	400	—	60	0.07	0.07	0.38	278	3.1	44	0.20	26	0.02	0.014	0.28	48	1.7	40	
26	0.062	0.07	553	3.8	—	—	700	—	—	0.068	0.03	0.40	301	6.5	—	0.38	27	0.031	0.009	0.32	34	1.4	—	
27	0.09	0.12	619	3.1	—	—	400	—	—	0.08	0.05	0.41	222	3.8	—	0.23	25	0.045	0.011	0.34	35	1.8	—	
28	0.084	0.13	438	4.7	26	—	500	—	—	0.075	0.08	0.39	193	5.0	64	0.35	26	0.026	0.007	0.30	41	2.1	54	
29	0.11	0.24	385	4.7	34	400	130	250	—	0.192	0.13	1.07	88	5.6	64	0.20	22	0.113	0.24	0.69	29	2.5	60	
30	0.16	0.21	339	3.9	32	400	250	100	25	0.113	0.11	0.58	121	7.1	68	0.20	24	0.09	0.19	0.58	30	2.1	68	
31	0.11	0.14	370	3.5	—	500	300	—	40	0.10	0.16	0.89	169	6.6	—	0.18	21	0.09	0.23	0.78	26	3.2	—	
32	0.09	0.12	373	5.3	—	500	250	360	25	0.20	0.18	0.77	89	7.2	—	0.21	24	0.21	0.22	0.74	23	2.8	—	
33	0.071	0.09	509	4.5	—	—	500	—	—	0.068	0.04	0.40	191	5.0	—	0.23	26	0.03	0.010	0.34	48	2.0	—	

各機器の運転操作は、すべて計器室内に設置される。操作押鈕開閉器により行われるセミオートマチックワンマンコントロールである。

ただし、手動操作にても運転は可能である。

(7) 主要計器

- (a) 真空記録計 0~760torr
- (b) 真空記録計 0~12torr
- (c) マックレオード真空計 10⁻³~10torr
- (d) 蒸気圧力指示計
- (e) ガス分析用指示計および記録計 CO, CO₂, H₂, O₂
- (f) 2ペン式流量記録計 Ar および H₂ 流量測定用
- (g) 排ガス流量記録計
- (h) 蒸気流量記録計
- (i) 溶鋼温度指示記録計

III. 操業経過

昨年5月操業開始当初は、作業の習熟と作業標準確立のため、脱ガス槽煉瓦修理日以外は、1日1~2チャーシの操業を行なった。

作業標準確立までは、軟鋼、極軟鋼などの各鋼種共、いろいろ操業条件を変えて試験を行ない、操業上での最適条件を把握するとともに得られた成品の材質試験、介在物分析、ガス分析、表面欠陥などの調査を行なった。

その結果、現在は各鋼種についての作業標準が確立している。Table 1 に操業結果をまとめて示す。

IV. 操業結果

- (1) 到達真空度はほとんど初期の仕様を満足してお

り、0.2~0.3 torr である。鋼種によつてガス発生が異なるため最終真空度に到達するまでの時間は、やや、ばらつくが大略、脱ガス開始後3~4分である。

(2) Fig. 2 に処理前後の水素含有量の変化を示す。処理後の水素含有量は処理前の水素含有量に関係なく、1.9 ppm. であり平均脱水率で 62% 程度である。

(3) 酸素と炭素の関係については、Fig. 3 に示すごとくである。すなわち、出鋼前のC-Oの関係は、P_{CO}

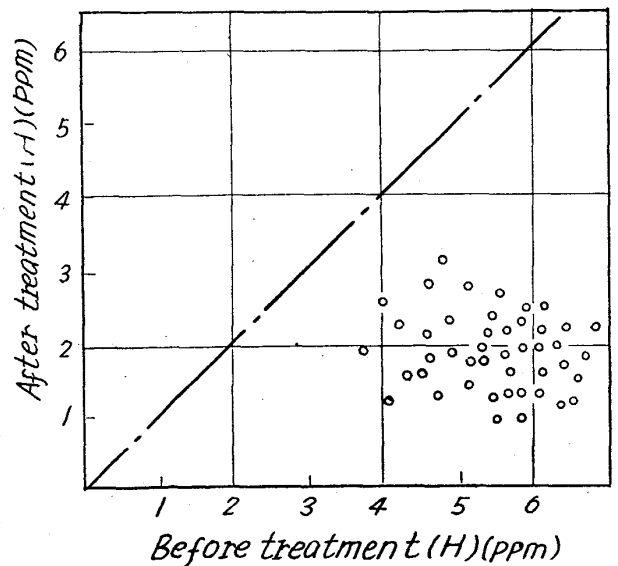


Fig. 2. Hydrogen content of steels before and after treatment.

=1 atm の線もしくはそれよりも高酸素側にずれているが、処理前の C-O の関係は出鋼時に脱酸剤の投入もあつて、 $P_{CO}=1$ atm の線よりも低酸素側にずれている。

さらに、この溶鋼を処理することにより処理後の C-O の関係は、ほぼ $P_{CO}=0.1$ atm の平衡線付近に近づいている。

処理によつて、炭素および酸素の減少する方向はすでに多くの文献に発表されているごとく、C : O がほぼ、12 : 16 で減少している場合が大半を占めている。

これは明らかに真空槽内部において、 $C + O \rightarrow CO$ の反応が進行し脱炭、脱酸、が行なわれているものと考えられる。

(4) 窒素含有量は処理によつても、あまり減少しない。

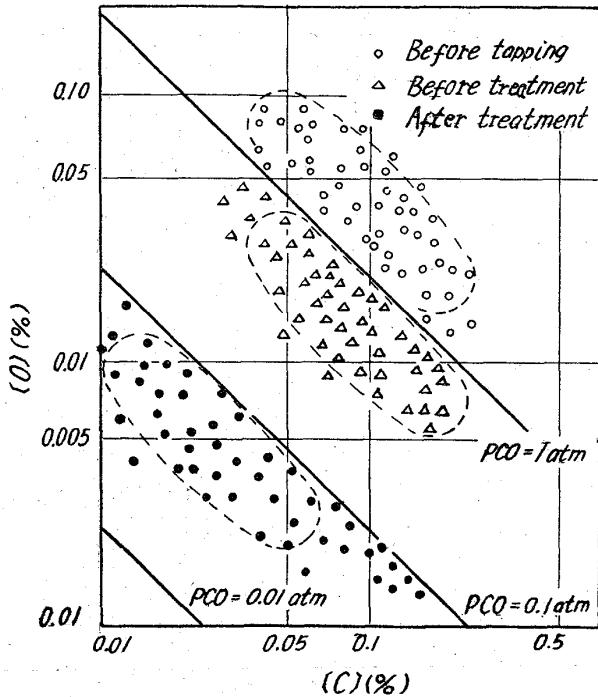


Fig. 3. Relation between carbon and oxygen in R-H process.

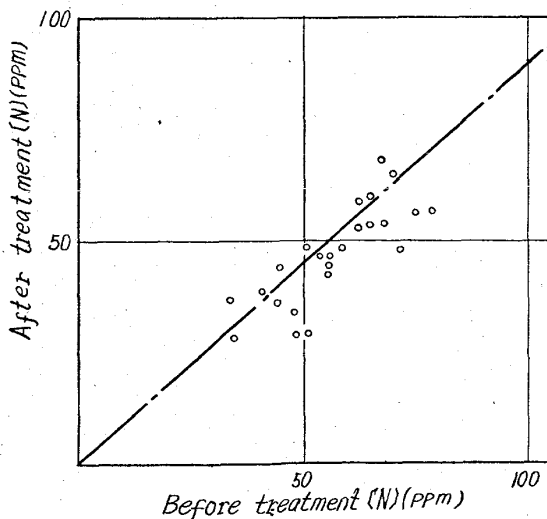


Fig. 4. Nitrogen content of steels before and after treatment.

い。Fig. 4 に示すごとく、脱窒素率で 10% 程度である。

(5) Mn は真空処理によつて平均 0.06% 程度減少する。これは真空槽中における Mn の蒸発と考へられる。鋼種による脱マンガン量の相違はあまりないようである。

Si は全ての真空処理によつて増加することが認められた。その値は 0.006%~0.013% 程度で、処理時間の延長とともに、漸次その値が上昇している。

これは真空槽内における耐火物の C による還元と考へられ、脱炭量に対して、脱酸量が化学量論的に少なくなる事実を多少なりとも裏付けるであろう。

P, S については処理によつてほとんど変化が認められない。

(6) 当初、真空処理を行うにあつて懸念されたのは、処理による温度降下であつた。

しかし、逐次操業に習熟するにつれて、温度降下も少なくなり、現在では、30~40°C 程度でありこの程度の温度降下は出鋼温度の上昇により容易に補へる。

V. 結 言

わが国で初めての環流脱ガス装置を当所に設置し、その設備概要および操業結果について述べたが、鋼中のガス成分および非金属介在物の減少には非常に有効な手段であることが判明した。

(64) 平炉天井用熱間吹付材の活用について

富士製鉄, 広畑製鉄所 熊井 浩
 " 生産管理部 山 広 実 留
 " 広畑製鉄所 古賀 貞 実
 " " 〇糟 谷 義 幸

Improvement in Roof Life of Open Hearth Furnaces with Hot Gunning Material.

Ko KUMAI, Minoru YAMAHIRO, Sadami KOGA and Yoshiyuki KASUYA

I. 結 言

平炉製鋼法における酸素製鋼の導入に伴い、生産性、製鋼能率の向上は著しいものがあつた。これに反し耐火物への影響も大きく、その対策として、天井レンガにおいては珪石レンガから逐次塩基性レンガ化への変遷を経てきた。しかし、さらに平炉天井の寿命延長のためにいろいろの方法が研究されているが、今回、広畑製鉄所の傾注式塩基性 200 t 平炉において、天井レンガへの熱間吹付材 (米クイグリー社製ルーフローム) 使用試験を実施し、かなりの効果がみられたので、ここにその概要を報告する。

II. 試 験 方 法

1 吹付準備操作

吹付に要する機械および工具は、ミキサー、ガン、ホース、吹付用ランスとノズルを以つて行なう。この吹付