

真空熔融法に依る鋼中のガス成分定量に関する研究 (II)

(真空熔融装置の氣體吸収に就て [2])

(昭和 25 年 4 月本會講演大會にて講演)

澤 繁 樹*

ON THE ANALYSIS OF GAS CONSTITUENTS IN STEEL
BY VACUUM FUSION METHOD (II)

(On the Gas Absorption by a Vacuum Fusion Apparatus [2])

Shigeki Sawa

Synopsis:—

The effects of cooling (air cool and water cool) of the same vacuum vessel of the furnace of a carbon spiral resistor type, constructed to have high evacuation velocity, for the gas analysis of several sorts of standard steel specimens, were studied. It was recognized that diminishing effects by evaporation of Mn or Al on the oxygen and the nitrogen values of the specimens were strengthened by strong cooling of the vessel, and that effects caused by previously condensed film of the Mn or the Al on the nitrogen values were rather increased by the hot vacuum vessel. The former effects were considered to be caused by pile of physical gas adsorption by condensation of the Mn or the Al every moment, and the latter by the chemical reaction or nitride formation of the condensed Mn or Al. In order to decrease both effects, the temperature of the vacuum vessel and the parts of condensed film of evaporizing materials must be maintained in adequate range.

I. 緒 言

前報¹⁾に於て著者は真空熔融法による鐵鋼のガス分析に障害となる真空爐の氣體吸収現象を靜的に(排氣速度のファクターを加えずに)測定し、これが真空爐容器の冷却條件と關係することを示した。この基礎研究に基いて新たに製作した真空熔融装置に就て、實際の鋼試料のガス分析値に及ぼす真空爐容器壁冷却の影響を求めた。

II. 真空熔融装置の改造

(1) 炭素螺旋爐

前報の炭素螺旋爐に次の改造を行つた。即ち爐體の構造を強固にし、炭素螺旋上部ターミナルの保持及び電氣絶縁方法の改良により(第1圖B)空値を軽減し耐震性を増した。又電流導入部(第2圖D)の改良により25A迄電流を安全に流せる様にした。爐の保温には黒鉛筒(第1圖K)2重のMo板(同J)を以てし、120V 15Aにて1900°Cの分析温度を保つ様にした。真空爐の容器として最大部外径78mmの透明石英管を用い、その外

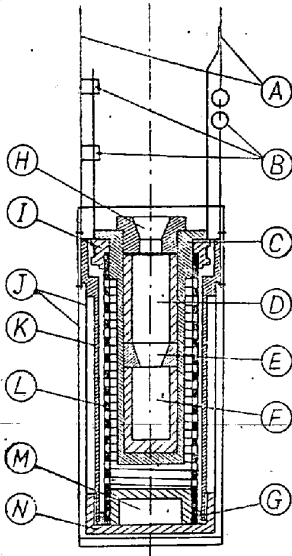
面は衝風により又は水冷外套により冷却する様にした。

(2) 排氣抽出装置

真空爐と鋼製4段型水銀擴散ポンプ間の大型コックを廢し、内徑60mm全長130mmの不銹鋼管を以て兩者を直結し排氣速度を向上せしめた。分析時の爐内壓力も従つて低くなり、抽出の終點に於てMc.Leod真空計の讀みが 1×10^{-5} mm Hg程度になし得た。第2圖は真空爐及び水銀擴散ポンプの結合を示す。

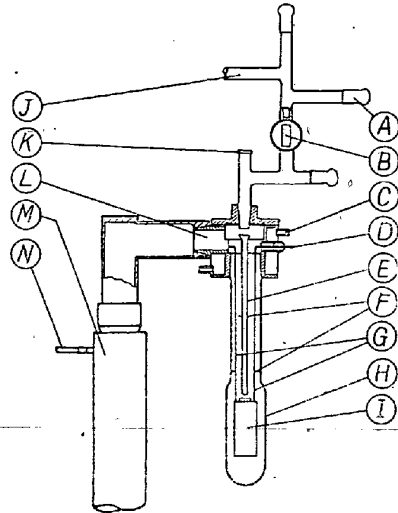
本装置に就ては朝8時に石英容器の洗滌、乾燥を行い坩堝を交換し、約2hrの排氣に依つて分析に堪え得る真空度に達するから、10時30分乃至11時より分析を開始することが出来る。第2圖の如き真空爐と水銀擴散ポンプの組を2組を以て1式とし、水銀滴下ポンプ及び抽出氣體分析装置に結合させると、1人の作業者にて能率よく分析を行うことが出来る。抽出氣體はマイクロオルザット装置により分析した。ガスビュレットは容量10cc最小目盛0.01ccである。

* 日本特殊鋼株式會社研究所



- A. 吊手兼電導帯
- B. 絶縁碍子
- C. 黒鉛製坩堝容器
- D. 黒鉛筒
- E. 黒鉛漏斗
- F. 黒鉛坩堝
- G. 下部電極
- H. 黒鉛漏斗
- I. 上部電極
- J. Mo⁻保熱筒
- K. 黒鉛製爐體
- L. 黒鉛製發熱體
- M. 黒鉛製遮熱體
- N. 黒鉛製底蓋

第1圖 炭素螺旋爐



- A. 試料入口
- B. 二重コック
- C. 冷却水管
- D. 電極
- E. 試料導入管
- F. Mo 遮熱板
- G. 爐體吊手兼電導線
- H. 石英フラスコ
- I. 炭素螺旋爐體
- J. 試料室排氣管
- K. 視窓
- L. 排氣管
- M. 4 段式水銀擴散ポンプ
- N. 排氣管

第2圖 真空爐

III. 標準試料のガス成分分析値に及ぼす Mn, Si 及び Al の影響

(3) 實驗方法

標準試料として2種類の炭素鋼を用いた。試料は鹽基性電氣爐に依て熔製した 600kg 鋼塊を 15mm 乃至 12 mmφ に熱間壓延した棒材より 6mmφ の丸棒を削出し適當の長さに切斷して用いた。分析値の比較には連続して相隣れる位置より切落した試料を使用した。第1表にその化學組成を示す。

坩堝中に特に添加した蒸發性金屬は、金屬 Si (98% Si) Fe Mn (77.9% Mn) 及び高純度 Al である。是等の金屬は坩堝中に投入すると大部分は短時間に蒸發し去るから、添加後 30min 以上も排氣して後に標準試料を投入する慣習的試驗方法では、蒸發性金屬の影響は過小に表われる。前報の實驗に示す如く、真空爐の氣體吸收

は刻々に蒸發し凝縮しつつある蒸發物の量が大きく影響するから、試料に含まれる蒸發性成分の影響を調べて真空熔融装置の適用範圍を決定する爲には、標準試料を投入した瞬間の坩堝中の蒸發物の量及び濃度を問題とすべきである。

かかる事は實驗上困難であるから、本研究に於ては、1400°C に於て Si, Mn 或は Al の所要量を坩堝中に投入し、5min そのまゝとして充分に合金せしめ、次に溫度を 1900°C となし (所要時間約 1min) 5min 排氣して添加した蒸發性金屬より發生する氣體を抽出し、直ちに標準試料を投入した。標準試料の抽出は 1900°C に於て 15min とし、蒸發性金屬の添加と標準試料の分析を逐次繰返した。

坩堝中の蒸發物の量は不明であるから、比較の目安として、坩堝中に投じた蒸發物の累計が、その直後に投入する標準試料を含めて坩堝中に投入した全 Fe に對する

第1表 標準試料の化學組成

試料	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Al
炭素鋼A	0.40	0.30	0.47						
炭素鋼B	0.23	0.33	0.69						
窒化鋼	0.45	0.41	0.41	0.014	0.015	1.63	—	0.38	1.20
Si-Mn-Cr鋼	0.43	1.12	1.06	0.011	0.021	1.07	0.16	—	—
Ni-Cr鋼	0.32	0.33	0.48	0.026	0.024	0.85	3.00	0.09	—

比率（便宜上累計添加量とする）及び標準試料の直前に投入した蒸発物の同じく全 Fe に対する比率（直前添加量と呼ぶ）を以て示した。真空爐の容器を空冷したときと水冷した場合とは、略同一條件で實驗したから、兩者の比較には差支え無い。

(4) 實驗結果

a. Si の影響

第2表は真空爐の器壁空冷の場合、第3表は水冷の場合の Si の影響を示す。Si 添加量は累計 3.25% (空冷) 及び 3.02% (水冷)迄實驗したが、試料 A の分析値に影響が認められない。但空冷を水冷と比較すると O 分析値が平均 0.0005% 高く現われる。

b. Mn の影響

第4表及び第5表は夫々真空爐の器壁空冷及び水冷のときの Mn の影響を示す。Mn 添加量を増すと O 分析値を低下せしめるが、その作用は器壁を水冷した方が強い。N 分析値は空冷のとき Mn 添加量が増すと共に漸減の傾向がやゝ認められるが、水冷の場合は平均して低く現われ、漸減の傾向は認められない。

c. Al の影響

試料 B の分析値に及ぼす Al の影響を第6表及び第7表に示す。この實驗方法では Al の影響は N 分析値に強く現われる。殊に器壁空冷の場合の Al の N₂ 吸収現象は著しい。

IV. 標準試料のガス分析値に及ぼす真空爐器壁冷却の影響

(5) 實驗方法

前章と同一の装置を用い、標準試料として Al 1.20% を含む窒化鋼。Si 1.12% Mn 1.06% を含む Si-Mn-Cr 鋼及び Ni-Cr 鋼を撰んだ。その化學組成は第1表の通りである。之を前章と同様に調製した。分析温度は蒸発物の影響の成可く大きく現われる様高温度とし 1900°C を撰んだ。

先づ標準試料のガス成分の絶対値を知る爲に、電解鐵を加炭して作った白銑を坩堝中に投入し、標準試料の含む蒸發性成分を銑鐵を以て稀釋しその吸収の影響を出来る丈少くして分析した。第8表はその結果である。この

第2表 Si の影響 (器壁空冷)

分析 順序	試料	重量 g	Si 添加量 %		抽出氣體 cc*			分析値		
			累計	直前	CO	N ₂	H ₂	O%	N%	H ₂ cc/100g
1	A	5.4711	0.30	0	0.33	0.47	0.05	0.0040	0.0099	0.8
2	Si	0.0505								
3	A	5.4300	0.75	0.45	0.33	0.42	0.04	0.0040	0.0089	0.7
4	Si	0.0793								
5	A	5.1397	1.03	0.48	0.37	0.41	0.05	0.0047	0.0092	0.9
6	Si	0.1011								
7	A	5.1770	1.37	0.47	0.35	0.41	0.05	0.0044	0.0092	0.9
8	Si	0.2037								
9	A	2.9975	2.06	0.83	0.19	0.25	0.03	0.0042	0.0096	0.9
10	Si	0.4045								
11	A	3.6275	3.25	1.42	0.26	0.29 ₄	0.03 ₆	0.0047	0.0094	0.9

空値 15 min CO=0.03 cc H₂=0.02 cc N₂=0.01 cc * 空値を差引く (以下同様)

第3表 Si の影響 (器壁水冷)

分析 順序	試料	重量 g	Si 添加量 %		抽出氣體 cc			分析値		
			累計	直前	CO	N ₂	H ₂	O%	N%	H ₂ cc/100g
1	A	3.5310	0.30	0	0.16	0.28	0.04	0.0030	0.0091	1.0
2	Si	0.0735								
3	A	3.5597	1.35	1.05	0.18	0.22	0.06	0.0034	0.0071	1.5
4	Si	0.1778								
5	A	3.9784	2.57	1.60	0.22	0.23	0.04	0.0037	0.0067	0.9
6	Si	0.2140								
7	A	4.2835	3.28	1.38	0.19	0.33	0.03	0.0029	0.0089	0.6
8	Si	0.0987								
9	A	5.0210	3.02	0.48	0.24	0.38	0.04	0.0038	0.0087	0.7

空値 15 min CO=0.04 cc H₂=0.01 cc N₂=0.01 cc

第4表 Mn の 影 響 (器壁空冷)

分 析 順 序	試 料	重 量 g	Mn 添加量 g		抽出氣體 cc			分 析 値		
			累 計	直 前	CO	N ₂	H ₂	O%	N%	H ₂ cc/100g
1	B	3.1537	0.69	0	0.18	0.10	0.03	0.0037	0.0036	0.9
2	FeMn	0.0795								
3	B	4.3034	1.52	0.83	0.23	0.09 ₄	0.03 ₆	0.0035	0.0025	0.8
4	FeMn	0.1708								
5	B	3.3628	2.94	1.24	0.15	0.09	0.04	0.0029	0.0031	1.1
6	FeMn	0.2925								
7	B	3.3810	3.62	1.61	0.13	0.07	0.03	0.0025	0.0024	0.8
8	FeMn	0.5107								
9	B	3.5829	5.30	2.25	0.11	0.09	0.03	0.0020	0.0029	0.8

空値 15 min CO=0.02 cc H₂=0.02cc N₂=0

第5表 Mn の 影 響 (器壁水冷)

分 析 順 序	試 料	重 量 g	Mn 添加量%		抽出氣體 cc			分 析 値		
			累 計	直 前	CO	N ₂	H ₂	O%	N%	H ₂ cc/100g
1	B	4.6767	0.69	0	0.25	0.09	0.08	0.0036	0.0020	1.6
2	FeMn	0.0660								
3	B	3.5880	1.31	0.62	0.14	0.08	0.06	0.0026	0.0026	1.6
4	FeMn	0.1555								
5	B	2.8785	2.25	1.09	—	—	—	—	—	—
6	FeMn	0.2100								
7	B	3.4475	3.00	1.13	0.10	0.06	0.05	0.0019	0.0020	1.4
8	FeMn	0.4500								
9	B	3.5967	4.99	1.94	0.07	0.06	0.04	0.0013	0.0023	1.0

空値 15 min CO=0.01 cc H₂=0.03 cc N₂=0.01 cc

第6表 Al の 影 響 (器壁空冷)

分 析 順 序	試 料	重 量 g	Al 添加量 %		抽出氣體 cc			分 析 値		
			累 計	直 前	CO	N ₂	H ₂	O%	N%	H ₂ cc/100g
1	B	3.6695	0	0	0.205	0.15	0.04	0.0037	0.0048	1.0
2	Al	0.0146								
3	B	3.0740	0.217	0.217	0.185	0.06	0.03	0.0040	0.0023	0.9
4	Al	0.0500								
5	B	3.4189	0.632	0.492	0.175	0.04	0.03	0.0037	0.0014	0.8
6	Al	0.1295								
7	B	3.8290	1.39	0.925	0.215	0.00	0.05	0.0037	0.000	1.2
8	Al	0.3610								
	B	2.7770	3.31	2.15	0.14	0.00	0.04	0.0034	0.000	1.4

空値 15 min CO=0.02₅ cc H₂=0.02₅ cc N₂=0

第7表 Al の 影 響 (器壁水冷)

分 析 順 序	試 料	重 量 g	Al 添加量 %		抽出氣體 cc			分 析 値		
			累 計	直 前	CO	N ₂	H ₂	O%	N%	H ₂ cc/100g
1	B	3.0975	0	0	0.18	0.12	0.026	0.0040	0.0050	0.8
2	Al	0.0153								
3	B	2.8930	0.255	0.255	0.16	0.12	0.03	0.0038	0.0049	1.0
4	Al	0.0510								
5	B	3.1462	0.715	0.558	0.18	0.03	0.04	0.0039	0.0013	1.2
6	Al	0.1326								
7	B	3.3426	1.59	1.07	0.20	0.01	0.04	0.0041	0.000 ₄	1.1

8	Al	0.3740								
9	B	3.8507	3.50	2.29	0.22	0.01	0.02	0.0038	0.000 ₃	0.5

空値 15 min CO=0.02 cc H₂=0.03 cc N₂=0

第 8 表 標準試料の瓦斯分析値

試料	O%	N%	H ₂ cc/100g
窒化鋼 平均	0.0037	0.0068	0.9
	0.0035	0.0074	0.8
	0.0036	0.0071	0.8 ₅
Si-Mn-Cr 鋼 平均	0.0045	0.0054	0.8
	0.0045	0.0059	0.4
	0.0045	0.0056 ₅	0.6
Ni-Cr 鋼 平均	0.0030	0.0050	0.8
	0.0028	0.0058	0.6
	0.0029	0.0054	0.7

分析値を標準として、真空爐の器壁を空冷又は水冷とし標準試料を順次に數個連續分析して分析値の變動を調べた。

(6) 實驗結果

第 9 表は窒化鋼の器壁空冷のときの分析結果、第 10 表は同じく器壁水冷のときの分析結果を示す。第 11 表及び第 12 表は Si-Mn-Cr 鋼、第 13 表及第 14 表は Ni-Cr 鋼の夫々器壁を空冷及び水冷した場合の分析結果である。

第 9 表 窒化鋼の分析に及ぼす真空爐器壁冷却の影響 (器壁空冷)

分析 順序	試料重量 g	抽出氣體 cc			分析値		
		CO	N ₂	H ₂	O%	N%	H ₂ cc/100g
1	5.060	0.36	0.22	0.03	0.0044	0.0047	0.5
2	3.780	0.27	0.19	0.04	0.0045	0.0034	0.9
3	4.993	0.24	0.14	0.03	0.0032	0.0030	0.5
4	3.689	0.24	0.17	0.03	0.0040	0.0050	0.7
5	6.108	0.38	0.19	0.04	0.0038	0.0034	0.6

空値 15 min CO=0.04cc H₂=0.02 cc N₂=0.03 cc

第 10 表 窒化鋼の分析に及ぼす真空爐器壁冷却の影響 (器壁水冷)

分析 順序	試料重量 g	抽出氣體 cc			分析値		
		CO	N ₂	H ₂	O%	N%	H ₂ cc/100g
1	3.750	0.07	0.19	0.03	0.0013	0.0059	0.8
2	3.893	0.10	0.09	0.03	0.0017	0.0027	0.7
3	3.991	0.11	0.06 ₅	0.04	0.0018	0.0019	0.9
4	3.621	0.09	0.07	0.02	0.0017	0.0023	0.5

空値 20 min CO=0.01 cc H₂=0.02 cc N₂=0.01 cc

第 11 表 Si-Mn-Cr 鋼の分析に及ぼす真空爐器壁冷却の影響 (器壁空冷)

分析 順序	試料重量 g	抽出氣體 cc			分析値		
		CO	N ₂	H ₂	O%	N%	H ₂ cc/100g
1	5.029	0.19	0.34	0.01 ₆	0.0026	0.0081	0.3
2	4.763	0.33	0.26	0.07	0.0047	0.0065	1.4
3	5.242	0.35	0.28	0.04	0.0046	0.0064	0.7
4	5.347	0.36	0.23	0.03	0.0046	0.0051	0.5
5	3.761	0.28	0.18	0.03	0.0050	0.0057	0.8

空値 15 min CO=0.01 cc H₂=0.01 cc N₂=0.01 cc

第 12 表 Si-Mn-Cr 鋼の分析に及ぼす真空爐器壁冷却の影響 (器壁水冷)

分析 順序	試料重量 g	抽出氣體 cc			分析 値		
		CO	N ₂	H ₂	O%	N%	H ₂ cc/100g
1	6.363	0.12 ₅	0.41	0.04	0.0013	0.0076	0.6
2	5.382	0.15 ₅	0.33	0.03 ₅	0.0019	0.0072	0.6
3	4.934	0.17 ₅	0.26	0.01 ₅	0.0024	0.0062	0.3
4	6.043	0.22 ₅	0.35	0.04	0.0025	0.0069	0.6
5	4.406	0.18	0.31	0.02 ₅	0.0028	0.0083	0.5

空値 15 min. CO=0.005 cc H₂=0.005cc N₂=0.01 cc

第 13 表 Ni-Cr 鋼の分析に及ぼす真空爐器壁冷却の影響 (器壁空冷)

分析 順序	試料重量 g	抽出氣體 cc			分析 値		
		CO	N ₂	H ₂	O%	N%	H ₂ cc/100g
1	5.298	0.23	0.27	0.04	0.0029	0.0060	0.7
2	5.214	0.22	0.24	0.04	0.0028	0.0054	0.7
3	4.431	0.17	0.20	0.04	0.0026	0.0053	0.8
4	5.487	0.24	0.22 ₅	0.03	0.0029	0.0048	0.5
5	4.737	0.21	0.18 ₅	0.02	0.0030	0.0046	0.4

空値 15 min CO=0.01 cc H₂=0.01 cc N₂=0

第 14 表 Ni-Cr 鋼の分析に及ぼす真空爐器壁冷却の影響 (器壁水冷)

分析 順序	試料重量 g	抽出氣體 cc			分析 値		
		CO	N ₂	H ₂	O%	N%	H ₂ cc/100g
1	7.002	0.29	0.38	0.04	0.0027	0.0063	0.5
2	4.977	0.21	0.22 ₅	0.01 ₂	0.0028	0.0053	0.2
3	5.275	0.19	0.23	0.02	0.0024	0.0051	0.4
4	4.766	0.17	0.18 ₄	0.01 ₆	0.0024	0.0045	0.3
5	5.274	0.18	0.36 ₆	0.02 ₄	0.0023	0.0082	0.4

空値 15 min CO=0.01 cc H₂=0.02 cc N₂=0

第 15 表 標準試料の分析の平均値

分析 方法	窒 化 鋼			Si-Mn-Cr 鋼			Ni-Cr 鋼		
	O%	N%	H ₂ cc/100g	O%	N%	H ₂ cc/100g	O%	N%	H ₂ cc/100g
標 準	0.0036	0.0071	0.8	0.0045	0.0056	0.6	0.0029	0.0054	0.7
空 冷	0.0039	0.0043	0.6	0.0045	0.0065	0.7	0.0028	0.0052	0.6
水 冷	0.0019	0.0030	0.7	0.0022	0.0072	0.5	0.0025	0.0053	0.4

(7) 實驗結果に対する考察

Al 窒化鋼, Si-Mn-Cr 鋼及び Ni-Cr 鋼の標準試料を夫々數個宛連続分析して, 真空爐の器壁の冷却の影響を検討した. その結果を要約すると第 15 表の如くである.

即ち窒化鋼及び Si-Mn-Cr 鋼に於ては, O 分析値は真空爐の器壁を水冷すると決定的に低くなり, 器壁を空冷すると標準値に近い値を得る. 又 N の分析値は Al を含む窒化鋼に於ては, 空冷水冷共に標準値より遙かに低

く前章の實驗結果と一致する. Ni-Cr 鋼の如き普通の構造用鋼に對しては, 器壁冷却の影響は輕微である. 一般に O の分析を目的とする場合には, 真空爐の器壁を稍々高温に保ち空冷した方が, 蒸發物の影響を輕減出來て有利であり, この結論は第 I 報の實驗結果を裏書するものである.

次に同一組成の試料を連続して分析した値の變動をみると次の 3 つの型式に分けられる.

1. 投入順に拘らず分析値が變化しないもの

2. 投入順の進むと共に分析値が増加するもの。
3. 投入順に従つて分析値が減少するもの。

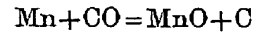
Ni-Cr 鋼の器壁空冷のときの O 分析値は 1 に相当し、Si-Mn-Cr 鋼の O 分析値は 2 に該当する。N の分析値は 3 に相当し、特に窒化鋼の分析にその傾向が強い。

坩堝中に投入された試料の含む蒸発性成分の濃度はその蒸発が速かに進行する爲に時間と共に減少する。即ち試料の投入順と共に蒸発物の蒸発速度を減じ、逆に器壁等に附着した蒸発物の量が増加する。

上記第 2 の型の氣體吸収作用は、刻々に蒸発し凝縮する蒸発物の蒸発速度と關聯し、Mn 或は Al 等の新しい被膜が器壁等に刻々に生成されるとき、その被膜特有の物理的氣體吸着の堆積の結果生ずるものであり、被膜の温度の低い程吸着量が大きいと云う物理的氣體吸着の一般的性質に従うものであると解釋すると、實驗結果を無理無く説明することが出来る。真空爐の器壁を空冷するとこの種の吸着は大いに輕減することが出来る。

第 3 の型は既に器壁等に存在している蒸発物が氣體を吸収する場合である。是は一種の化學的結合と考えられ Mn, Al 等窒化物を作り易い成分と N₂ との作用が之に該当する。反應には適當な温度が必要であり、器壁の温度が或程度高いと反應は速かに進行する。N₂ の吸収作用は物理的吸着と化學反應との両者が共に起ると考えると實驗結果がよく説明される。従つて真空爐の N₂ 吸収を少くする爲には、物理的吸着も化學反應も起らない適度の中間温度に蒸発物の温度を保つことが必要である。この觀點の下に設計した真空爐は所期の成績を収めることが出来た。その概要は後報にて紹介する豫定である。

蒸発物と氣體との化學反應にはこの他に古くから有名な CO の Mn に依る活性化吸着が挙げられる。是は排氣速度の遅い真空爐に於て、器壁の温度を高めると明らかに認められる。即ち Mn 1% 程度を含む試料を連続分析すると分析値が漸減し、真空爐容器の高温部部に C の沈積を生ずる。これ共本研究に使用した排氣速度の高い真空爐に於ては殆ど認められない。



の反應は恐らく反應速度が小さく、Thanheiser (第 1 報記述) の如く靜的に試験した場合或は排氣速度を遅くして CO を爐内に停滞せしめたときに認められるのであらう。

IV. 結 論

真空爐の氣體吸収現象が主として真空爐容器の内面に附着する蒸発物に依て起り、同一構造の真空爐に於ても器壁の冷却條件が強く影響することを明らかにした。従つて真空爐の設計には排氣速度を大にすることは勿論であるが蒸発物による物理的氣體吸着と、蒸発物と氣體との化學反應とを同時に抑制し得る適當な温度に器壁を保つ必要のある事を示した。

本研究は當社前社長渡邊三郎博士の御指導御鞭撻と、村上武次郎先生の御懇篤なる御指導の下に遂行されたものである。茲に深甚なる感謝を捧げます。又實驗は松澤潤君及び森俊雄君の助力に負うもので併せて謝意を表する次第である。(昭和 27 年 3 月寄稿)

文 献

- 1) 澤; 鐵鋼と 38 (1952) No. 8 567.

抄 録 募 集

抄録原稿の手持が手薄となりましたので、奮つて御寄稿下さい。(薄謝進呈)

執筆要領は毎號掲載の抄録欄を参照して頂き、一題につき原稿用紙 3 枚程度にお願い致します。

尙原稿用紙は 400 字詰のものを御使用願います。協會所定の原稿用紙(一冊 30 枚綴 30 冊)がありますので御請求次第お願ひ致します。