

# カーボンライニングで粒鉄を製造した時の S 及び P の配分と粒鉄の還元度

森 棟 隆 弘  
平 沢 良 介

Studies on the Distribution of Sulphur and Phosphorus  
in Luppe, Smelted in Graphite Crucible.

Takahiro MORIMUNE  
Ryosuke HIRASAWA

Synopsis: We study the disulphurization of metal in smelting luppe in graphite crucible with reducible atmospheres. With this experiment the Sulphur distribution of luppe was 4.37~15.0%, changed by their basic degrees, and can be reached about 50% of ordinarily practices. Reducibility and purity of luppe was about 95~96%.

## I 緒 言

低塩基度製鉄について、著者等は純酸化鉄を使って、基礎的研究を行い、<sup>(1)(2)(3)</sup>ルッペ、磁性酸化鉄、スラグにつき X 線の及び化学的に調べ、又塩基度 0.1~0.7 の間の製鉄における変化を研究した。この研究でルッペの組織を明らかにすることが出来、<sup>(4)</sup>その選択還元性についても知ることが出来た。

本研究は黒鉛ルツボを用いて、ルッペを造ったので、脱硫性がかなり良く、隣の歩留も低い傾向があった。又粉コークスを還元剤に使ったが、特に木炭を使った場合はこの傾向が著しい事が解った。従って、本実験によって、クルップ法の最も欠点とする粒鉄に S が高いということに対して解決を与える基礎実験を行うことが出来たものである。然し、実際化に対しては未だ多くの困難を伴うことと思っている。

## II ルッペ及びスラグの P 及び S 含有率

ルッペ及びスラグの P 及び S の含有率は各塩基度の数個の実験を平均にして出すこととし第 1 表の様な平均分析値が得られた。即ちルッペの S 含有量は塩基度 0.1 及び 0.2 が 0.1% で塩基度が上るにつれて、次第に S が低くなり、0.6 及び 0.7 では 0.03% と 0.02% でかなり低い値となる。これはルッペの側では黒鉛ライニングなので脱硫が良く行われ、スラグの側では塩基度が上るにつれてスラグに硫化物の包含率が高いためである。

又 P は塩基度 0.1 で 0.045% であるが、塩基度 0.7 では 0.02% でかなり低くなるがスラグの P は 0.019% から 0.03% に上るに過ぎない。次に S 及び P の配分を求める為にはコークス、ルツボ、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  中の S 及び P を求めねばならない。 $\text{SiO}_2$  及び CaO は試薬一級であったので計算に入れなかった。

第1表 各種の塩基度のルツベ及びスラグのP及びSの含有量

No.	塩基度	ルツベ			スラグ			燃料
		Wt(g)	S (%)	P (%)	Wt(g)	S (%)	P (%)	
51	0.1	9.50	0.103	0.045	23.65	0.059	0.019	粉コークス
52	0.2	11.00	0.113	0.040	22.60	0.075	0.020	"
53	0.3	10.95	0.093	0.032	25.00	0.083	0.024	"
54	0.4	13.72	0.073	0.031	25.12	0.083	0.026	"
55	0.5	15.20	0.069	0.031	23.17	0.084	0.028	"
56	0.6	19.25	0.034	0.028	18.33	0.178	0.032	"
57	0.7	19.07	0.026	0.021	18.42	0.217	0.031	"

第2表 P及びSの含有量

品名	S %	P %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.109	0.010
コークス	0.44	0.019
ルツボ	0.10	0.018
木炭	0.04	0.03

次にこの第2表の値を使って、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、コークス、ルツボ等の使用量からS及びPを計算したものは第3表である。

第3表 コークス、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>及びルツボ中のS及びP

No.	塩基度	試料 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (g)	コークス (g)	ルツボ減少 (g)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ,コークス及び ルツボ中のS( $\frac{1}{100}$ g)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ,コークス及び ルツボ中のP( $\frac{1}{100}$ g)
51	0.1	16.6	5.0	37	7.71	0.928
52	0.2	18.0	5.5	39	8.28	0.989
53	0.3	19.7	6.0	41	8.89	1.049
54	0.4	21.5	6.5	43	9.50	1.113
55	0.5	23.4	7.0	45	10.13	1.177
56	0.6	25.2	7.5	47	10.74	1.241
57	0.7	27.0	8.0	49	11.36	1.304

第3表から見ると、塩基度が上るにつれて、製錬温度が上るので、黒鉛の消耗が大きいので、S及びPの量が上る。即ち、Sでは0.07grから0.10grに、Pでは0.009grから0.013grに上る。木炭で還元した場合は第4表の如く反応に与かるSは少ないが、Pは同じ塩基度のものより少し多い。

第4表 反応に与かる木炭、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ルツボ中のS及びPの量

塩基度	S 1/100gr				P 1/100gr				還元剤
	木炭	ルツボ	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	計	木炭	ルツボ	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	計	
0.1	0.20	3.7	1.82	5.72	0.150	0.666	0.166	0.982	木炭
0.2	0.22	3.9	1.96	6.08	0.165	0.702	0.182	1.049	"

### Ⅲ 硫黄及び燐の配分

配分はルツベとスラグについて求め、磁性酸化物に含まれるものはその中へ入れた。従ってその他の内にはSO<sub>2</sub>となって飛んだものも含まれている訳である。

第5表はSの配分であるが、ルッペに入るSは塩基度0.1で12%、0.2が最高で15%であって、塩基度が0.6、0.7と高くなるにつれて6%、4%と著しく下り、脱硫効果が極めて良くなる。これは黒鉛ライニングで還元気流中での加熱による脱硫と考えられる。

スラグへの配分は18~35%でかなり多量にスラグに入ることが解った。

第5表 硫黄の配分

塩基度	Total S ( $\frac{1}{100}g$ )	配分		
		ルッペ	スラグ	その他
0.1	7.71	12.69	18.09	69.22
0.2	8.28	15.01	20.47	64.52
0.3	8.89	11.45	23.34	65.21
0.4	9.50	10.54	21.95	67.51
0.5	10.13	10.36	19.21	70.43
0.6	10.74	6.09	30.38	63.53
0.7	11.36	4.37	35.18	60.45

燃料一粉コークス

この結果を Lehmkuhler<sup>(5)</sup> のものと比較すると、通常のグループ法ではルッペのSの配分は14~31%で、本研究と比べて、ルッペに入るSが高い。

次に燐の配分は第6表の如くルッペには31~46%、スラグには43~58%で、Lehmkuhler のものと比較すると、ルッペへの配分は同氏の報告は56~69%であるのに比べてかなり低く、スラグへの配分は逆に同氏は11~22%であることから著しく低く、カーボンライニングの優秀性が解る。

第6表 燐の配分

塩基度	Total p ( $\frac{1}{100}g$ )	配分		
		ルッペ (%)	スラグ (%)	その他 (%)
0.1	0.928	46.07	48.43	5.51
0.2	0.989	44.48	45.70	9.82
0.3	1.049	33.40	57.20	9.40
0.4	1.113	38.21	58.68	3.11
0.5	1.197	39.36	55.12	5.52
0.9	1.241	43.43	47.27	9.30
0.7	1.304	31.04	43.78	25.18

燃料一粉コークス

次に木炭を還元剤とした時のS及びPの配分は第7表の如くで、

第7表 木炭を還元剤とした時のS及びPの配分

塩基度	Sの配分			分析S%	
	ルッペ	スラグ	その他	ルッペ	スラグ
0.1	8.47	20.26	71.27	0.05	0.05
0.2	14.29	27.13	58.58	0.08	0.07
0.1	28.05	28.90	43.05	0.029	0.012
0.2	34.60	30.16	35.24	0.033	0.014

ルッペへのSの配分は8~14%で低く、その上そのSは0.05及び0.08%で、Pは0.03%で稍く高い塩基度を選べば高級な材料が得られる事が解る。即ち、本法によれば、還元剤に木炭を用いなくても第1表の56、57の如く、ほぼ木炭鉄成分<sup>(6)</sup>に近いものが得られた。

IV 粒鉄及びスラグの重量比

粒鉄、スラグ及び磁性酸化鉄の分け方は前報<sup>(7)</sup>の7頁で報告した様に、スラグは磁選で分けられるが、ルッペと磁性酸化鉄とは65メッシュの篩を使えば別けられる事が解ったので、第8表の結果もそれに依ったものである。

此の第8表の結果によると、粒鉄の歩留りは塩基度が上る程良くなり、スラグの半分位のものから次第にスラグが減り、塩基度0.6及び0.7のものでは略スラグとルッペは1:1の重量比となる。磁性酸化物は実際作業では繰り返して使われる片刃に相当するもので、2.8~9%

第8表 粒鉄及びスラグの重量比

塩基度	粒鉄 %	磁性酸化物 %	スラグ %
0.1	34.48	9.41	56.11
0.2	41.40	6.18	52.42
0.3	28.58	6.18	65.24
0.4	33.35	5.58	61.07
0.5	37.84	4.48	57.68
0.6	49.78	2.84	47.38
0.7	49.42	2.85	47.73

に達する。

之は部分的に還元され、 $\text{Fe}_3\text{O}_4$  が凝集したもので、これを繰り返し使うことは、鉄の歩留を上げるために重要なことである。

## V 粒鉄の還元度及び鉄の歩留

クルップ法でルッペ製造の際の歩留は 2, 3 見られたが、カーボンライニングのものについては報告されていない。又粒鉄自体についても同じく行われていないので、今迄行った研究から還元度を求めた。(第9表)

第9表 粒鉄の還元度

塩基度	m Fe	T. Fe	還元率	還元炭
0.1	91.47	95.57	95.70	コークス
"	92.68	95.73	96.81	木炭
0.2	91.74	94.62	96.96	コークス
"	92.55	94.43	98.00	木炭
0.3	93.95	95.68	98.22	コークス
0.4	93.81	95.68	98.05	コークス
0.5	93.33	96.02	97.20	コークス

この還元度は粒鉄の純度として考えて良いもので、塩基度 0.1 のルッペをそのまま砕いて分析すると、Si が高いが、これは低温還元であるのに何故かと思ったが、スラグが巻き込まれるのであることが解った。この還元率から見ても 95.7% で、かなり不純物が想像される。塩基度が上るにつれて還元率も 98% に達し、不純物が少なくなっている。

還元木炭粉を使ったものは特に良く、塩基度 0.1 で、還元率 96.8%、0.2 の場合は 98.0% で純度も低温に拘わらず良く、木炭の還元性が良いことが此の実験でも出て来た。

次に鉄の歩留を調べた結果、第10表の如く生成した金属鉄の歩留りは 74~91% で、還元剤に木炭を使った場合が特に良かった。

第10表 Fe 歩留

塩基度	還元剤	$\text{Fe}_2\text{O}_3$ (g)	Feに換算 (g)	生成ルッペのWt (g)	Fe 歩留	
					m.Feで計算 (%)	T.Feで計算 (%)
0.1	コークス	16.6	11.61	9.50	74.85	78.20
"	本炭	"	11.61	9.60	76.63	79.16
0.2	コークス	18.0	12.59	11.00	80.15	82.67
"	木炭	"	12.59	12.60	91.16	94.24
0.3	コークス	19.7	13.78	10.95	74.66	76.01
0.4	コークス	21.5	15.04	13.72	85.58	87.28
0.5	コークス	23.4	16.37	15.20	86.66	89.16

又ルッペ中の  $\text{FeO}$  もルッペを溶かした時、金属相互間の反応で、金属鉄になるから、ルッペの T.Fe から得られた Fe 歩留も実際に正しい。従って、第10表で見る如く、76~94% の歩留であった。

## VI 結 言

カーボンライニングで粒鉄を造り、その脱硫について研究を行い、次の結論を得た。

- 1) 製造したルッペの S は 0.02~0.1% で、ルッペへの S の配分は 4~15% で、従来の作業例の半分以下である。従って、S の低いルッペが得られた。
- 2) ルッペへの P の歩留も従来のものより約 30% 低い。
- 3) 木炭を還元剤とした時は、ルッペの脱磷が特に良く行われる。



- 4) 粒鉄の還元率は 95~98%で純度が高い。
- 5) 鉄の歩留りは 76~94%でかなり高い。

#### 引用文献

- (1)~(3) 森棟, 平沢, 佐藤 : 日本學術振興會製鉄第54委員會 34年12日(Ⅰ) 35年4月(Ⅱ Ⅲ)
- (4) 森棟, 平沢, 佐藤 : 鉄と鋼 35年10月 1132~1134
- (5) Lehmkuiler : S u. E. (1939) 1286
- (6) 鉄鋼便覧 560頁 第15表 (丸善)
- (7) 森棟, 平沢, 佐藤 : 日本學術振興會製鉄第54委員會 54委-561 34年12月 6~7頁  
(昭和36年11月30日受付)