

## (27) スラグ成分の蒸発について

(溶鉱炉の棚に関する研究—Ⅲ)

八幡製鉄所, 技術研究所

工博○児玉 惟孝・重見 彰利

堀尾 竹弘・高橋 良輔

## On Vaporization of Some Slag components.

(Studies on hanging in a blast furnace—Ⅲ)

Dr. Koretaka KODAMA, Akitoshi SHIGEMI,

Takehiro HORIO and Ryōsuke TAKAHASHI

## I. 緒 言

棚が溶鉱炉の操業を阻害していることはよく知られているが、棚の原因はいろいろ数多く存在し、なかなか適確に実態を補えがたい。そのため、これが原因に関する研究は皆無に近い。われわれは先に溶鉱炉のシャフト部で発生する棚の1つの原因はカーボン・デポジション反応に基因する炭素析出、鉱石破砕およびそれに帰因する装入物層の通気性の阻害にあることを認めた。しかし、棚は勿論これのみに限定されるわけではない。近時ソ連では炉下部の高温部で  $\text{SiO}_2$  が  $\text{SiO}$  に還元され、 $\text{SiO}$  が蒸発して上部に沈積し、棚の原因になるといつている。当技研では高炉スラグの粘性実験で鉱滓を高温に加熱溶解したさい、その鉱滓成分がかなり変化することおよび鉱滓浴面より白色物質が発生することを認めた。

かかる現象が棚に関係あるのではないかと考え、この現象を追求した。

## II. 試験高炉による試験

試験高炉 (内容積  $0.56 \text{ m}^3$ ) を利用し、これにコークスのみを装入して操業し、羽口前の温度と炉内ガス流量と棚の関係を酸素添加などによりいろいろ調節して測定し、Fig. 1 にまとめた。図に見るように温度が  $1750^\circ\text{C}$  以上になると棚をかけやすく、 $1700^\circ\text{C}$  以下では棚を生じなかつた。この結果より考えるとある種の棚は温度と関係がある。この場合、なぜ温度が高いと棚をかけ易いのかという点は全く不明であるが、前述のソ連の文献にみるごとく  $\text{SiO}_2$  の蒸発という説も若干考慮する必要があると考えられる。それで鉱滓を高温に加熱溶解した場合の蒸発を調べてみた。

## III. 鉱滓の高温溶解試験

1) 実験装置 実験装置の概要を Fig. 2 に示す。加熱炉は  $35 \text{ KVA}$  タンマン炉を使用し、試料を最高  $2000^\circ\text{C}$  まで上昇せしめた。ルツボは内径  $45 \text{ mm } \phi$ 、深さ  $30 \text{ mm}$  の黒鉛性を使用しその中に各種成分の鉱滓を入れて溶解した。鉱滓浴深さは  $100 \text{ mm}$  とした。(鉱滓量約  $500 \text{ g}$ )。試料温度は上部より黒鉛管を試料浴面より  $50 \text{ mm}$  の面まで浸

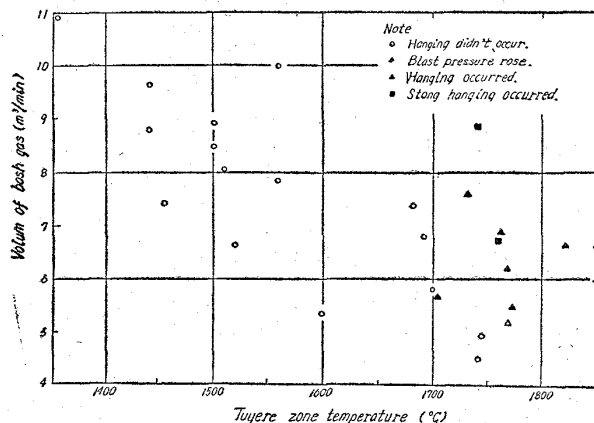


Fig. 1. Relation between volume of bosh gas, tuyere zone temperature and hanging.

漬し、黒鉛管内部先端の赤熱度を光高温計で測定した。また試料からの蒸発物質を採取するため、キャリヤガスとして乾燥、洗滌したアルゴンガスを通し、ルツボ上部に水冷捕集器を設け、蒸発物質をその捕集器に凝固、付着せしめた。なお、保定時間は  $30$  分とした。

## 2) 実験結果

(1) ブランク・テスト: 次にブランク・テストとして空ルツボを  $1800^\circ\text{C}$  に加熱し、蒸発物質を採取し分析した。使用した黒鉛ルツボは日本カーボン製 SEG-R Table 1 No.1 にブランク・テストの結果を示す。この結果から採取量は約  $10 \text{ mg}$  で、 $\text{MgO}$  の蒸発が多いが量的には少ない。

(2) 蒸発物質の成分: 次にルツボ中に高炉滓と成分がほぼ等しい合成スラグを装入し  $1800^\circ\text{C}$  に加熱し、蒸発物質を採取分析した。その結果は Table 1 No. 2 に示した。表にみられるごとく採取量は  $41.6 \text{ mg}$  で、採取量はブランク・テストよりかなり多く、明らかに鉱滓から蒸発したものであることがわかる。また蒸発物質中

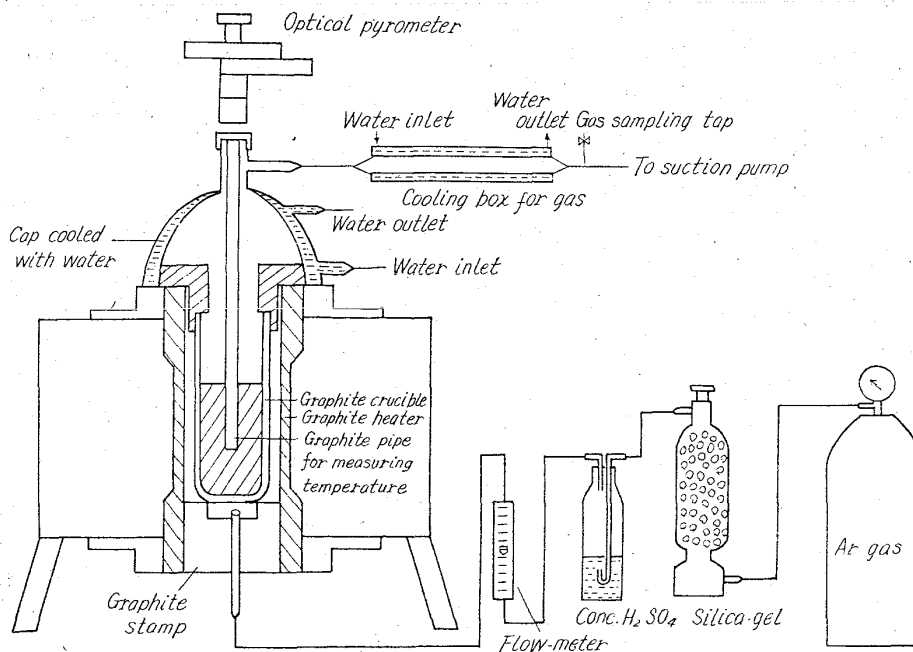


Fig. 2. Experimental apparatus.

Table 1. Experimental results.

No.	Chemical composition of slag (%)						Temperature (°C)	Chemical composition of vaporized materials						Weight of vaporized materials (g)
	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	MnO	CaO/SiO <sub>2</sub>		SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	FeO	C	
1	—	—	—	—	—	—	1800	0.7mg	tr.	0.6mg	7.6mg	0.7mg	—	—
2	35.6	42.0	15.3	4.3	0.83	1.18	1800	6.1	tr.	3.9	31.6	—	—	—
3	38.1	40.2	14.5	4.2	0.95	1.06	1800	18.4	tr.	1.3	—	—	—	—
4	32.8	39.1	14.0	12.0	0.89	1.19	1800	3.8	tr.	1.8	32.2	—	—	—
5	31.6	37.6	14.2	15.4	0.71	1.19	1800	0.2	tr.	0.9	60.0	MnO	—	—
6	35.1	43.3	16.6	3.8	0.60	1.23	1960	20.6	4.2	0.18	50.3	15.9	4.4	0.5415
7	33.2	46.5	16.0	3.3	0.60	1.40	1950	19.2	2.1	1.09	50.6	8.7	6.1	0.5003
8	32.1	41.8	14.7	11.2	0.52	1.30	1980	23.6	0.8	0.72	61.2	2.4	7.5	2.401

MgO が 76% を占めることがわかった。その他 SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の発生も認められた。一方 CaO はほとんどその発生が認められなかつた。このことから鉍滓中の MgO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> は黒鉛ルツボ中で 1800°C 以上の高温にさらされると不安定な状態になることを明らかに示している。ここでいう蒸発とは単に鉍滓分からその成分がそのまま気化するというだけでなく、炭素あるいは CO により還元されて Mg, Si などの単体となり、それが気化してルツボ上方で再酸化されて凝固付着したものも指していることも断わっておきたい。このように高温で鉍滓より蒸発する物質が確認されたので、さらに鉍滓成分、温度の影響を調査した。

(3) 鉍滓成分の影響: 1800°C における鉍滓成分が蒸発量におよぼす影響を調査した。実験結果を Table 1 No.2~5 に示す。この結果から明らかなように CaO は trace 程度ではほとんど蒸発しない。また MgO の蒸発量が最も多く、次いで SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> であつた。表より各成分の蒸発量の差はあるが、いずれも鉍滓中の含量が増加すれば蒸発量が増加することが認められる。高炉鉍滓には MgO は一般に 5% 程度含有されているが、本実験よりかなり蒸発することが確認され、ボッシュ部の棚吊りの原因と関係があるのではないかと推察される。

(4) 鉍滓温度の影響: 次に鉍滓温度を 1800°C から 1960°C まで上昇させて鉍滓温度が各成分の蒸発量におよぼす影響を調査した。次に 1950°C 以上での蒸発成分の分析結果を Table 1 No.6~8 に示す。1950°C 以上の高温での実験では 1800°C の時に比べ実験の状態がかなり異なつていた。すなわち、① 捕集器の外測温用黒鉛管、黒鉛ルツボ壁に多量に付着する。② 測温管が振動する。③ 捕集器に free の炭素の付着が認められた。④ 炭化物の生成が認められる。したがって 1800°C の実験結果と 1950°C 以上のそれとを比較することは付着状態が異なるので厳密にはできないが、捕集器についての蒸発物の量を比較すると、温度の上昇により Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を除けば各成分の蒸発量は増加するのが認められる。特に MgO, SiO<sub>2</sub> の増加が著しい。本表右欄に採取量を示したが鉍滓成分が異なること、および捕集器の外に測温管やルツボ内壁にもかなりの蒸発物が付着していることなどのため蒸発総量を表わしていないのであくまで相対的な参考程度の値であるが、温度の上昇によりかなり急速に蒸発量が増すことが推定される。また No.8 は鉍滓中の MgO 含量が多いため、蒸発物質中の MgO は No.6, 7 に比べ高くなつてゐる。その他蒸発物質中の

SiO<sub>2</sub> は 19~24%・CaO は 1~4%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> は 0.2~1%, MgO は約 50% でほぼ一定しており、CaO および Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の蒸発は極めて少ないことがわかる。また MnO は各実験で 2% から 6% までばらついているが、その原因は不明である。以上の本文中に蒸発という言葉で表わしてきたが、その中には還元されて気化したもの、そのまま気化したものなどが含まれている。還元されて蒸発したものはルツボ上部で再酸化されて酸化物として捕集されるものと思われる。溶鉍炉のボッシュ部で生ずる棚吊りの原因として、これまでソ連で SiO の蒸発を推定して報告した文献があるが、本研究ではそれを実験的に確かめ、さらにそれよりも重要な原因として MgO の還元、蒸発が考えられることを明らかにした。

## V. 結 言

溶鉍炉の棚の 1 つの原因を検討し、次の結論を得た。

- 1) 試験高炉にコークスのみを装入して操業し、羽口前温度とガス流量と棚との関係を調べ、羽口前温度が 1750°C 以上になると棚を起しやすいくことを認めた。
- 2) ソ連の文献では高温部で SiO が蒸発し棚の原因になると述べているが、当研究でも 1800°C 以上の温度で鉍滓よりの蒸発物質の発生を認めた。
- 3) 蒸発物質成分は MgO が最も多く、次いで SiO<sub>2</sub>, MnO であつた。その他 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO は非常に少ない。
- 4) 蒸発物質中の各成分は鉍滓中の各成分含量と関係があつた。
- 5) 温度の上昇とともに MgO, SiO<sub>2</sub> の蒸発量の増加が著しい。
- 6) 1900°C 以上の温度では鉍滓を構成する諸酸化物の還元が確認され、Boiling action を生じ、また炭化物の生成が確認された。
- 7) 鉍滓成分の蒸発には鉍滓を構成する諸酸化物の蒸発の他それらの酸化物の還元により生成した低級酸化物あるいは単体の蒸発が考えられる。

## 文 献

- 1) M. A. SHAPOVALOV: Stal, (1959) 5, p. 393~396