

Table 5. Heat balance.

Item		Period		I		II		III	
		Kcal/t-pig	%	Kcal/t-pig	%	Kcal/t-pig	%		
Heat input	Combustion heat of C to CO	812,871	63.9	774,698	63.3	738,000	63.1		
	Reduction heat of ore by CO	42,172	3.3	48,168	3.9	46,618	4.0		
	Sensible heat of dry blast	413,708	32.5	398,063	32.5	382,788	32.7		
	Sensible heat of blast moisture	3,139	0.3	3,219	0.3	2,657	0.2		
	Total input	1,271,890	100.0	1,224,148	100.0	1,170,063	100.0		
Heat output	Direct reduction of SiO ₂ , MnO, P ₂ O ₅	52,079	4.1	46,055	3.8	45,409	3.9		
	Solution loss	283,542	22.3	319,338	26.1	309,000	26.4		
	Calcination of lime stone	34,588	2.7	40,493	3.3	33,744	2.9		
	Heat of molten metal	300,000	23.6	300,000	24.5	300,000	25.6		
	Heat of molten slag	140,850	11.1	117,000	9.5	95,400	8.1		
	Decomposition heat of moisture in blast	21,658	1.7	15,996	1.3	12,330	1.0		
	Enthalpy of moisture in top gas	45,668	3.6	29,356	2.4	25,284	2.2		
	Sensible heat of top gas	147,008	11.6	136,988	11.2	127,604	10.9		
	Heat loss	226,397	17.8	218,922	17.9	221,292	18.9		
	Total output	1,271,890	100.0	1,224,148	100.0	1,170,063	100.0		

ばらつきが大きい、造滓量の低下と共に上昇の傾向を示している。しかし鉄率へ逃げるSの割合は減少し、全体の脱硫能は低下した。また造滓量の低下とともに、ガス灰、ガス化、誤差項などに出たSは上昇しており、これが滓中Sのばらつき増大によるものか、ガス化Sの増大によるものか明らかでない。

V. 鉄成分の変動

各期間中 [Si] は変化なく、[S] は造滓量と共に低下したがこれは装入Sの減少によるものと思われる。造滓量低下にともなう成分変動を調べ Table 3, Table 4 に結果を掲げる。この結果から造滓量が低下しても Si, S の変動はほとんど変わらず塩基度は若干変動が大きくなっている傾向がうかがわれる。

VI. コークス比に関する検討

試験期間短かくコークス比の比較にはデータが不十分であるが造滓量 100 kg/t の低下により 19 kg/t のコークス比低下をみた。しかし Table 1 よりみれば I と II の差異は小さく、造滓量が大幅に低下した III においてコークス比が低下した結果になっている。炉頂ガス中 CO₂% の上昇は平炉滓使用中止による石灰石原単位の増大が含まれている。コークス比低下は鉄率損失熱、石灰石分解熱、ソリューションロス出熱の増加によるものと予想されるのでこの間の熱勘定を Table 5 に掲げる。

VII. 炉況および出滓作業

風圧/風量には大きな変化はなかったが、Table 1 にみるように棚スリップは増加した。しかしこれは比較期間 (I) と試験期間 (II), (III) では使用原料が変化しており、特にブラジル鉄石の熱間割れの影響などが考えられるので単に低造滓量のためとはいえない。出滓作業には大きな変化はなく、良好であった。

VIII. 総括

1) 東田 5 高炉において昭和 38 年 3 月 26 日～4 月 11 日まで低造滓量試験を行ない、211 kg/t の造滓量で 4 日間操業した。

2) 造滓量 60, 100 kg/t の低下でコークス比 3, 19 kg/t の低下をみた。

3) 熱精算結果では造滓量 100 kg/t 低下で鉄鉄トン当たり所要熱量は約 12 万 kcal 低下した。これは溶滓損失熱、炉頂ガス損失熱の減少によりもたらされたものである。

4) 鉄成分、塩基度には大きな変動はなかった。

5) 造滓量低下と共に棚スリップが増加したが、これが低造滓量のみによるものかどうかわからない。

(25) 溶鉄炉における流鉄現象について

富士製鉄、広畑製鉄所

若林敬一・江崎 漸・工博 神原健二郎

工博 宮川一男・○金森 健・荻木勝彦

About Iron Flushing from Cinder Notch of Blast Furnace.

Keiichi WAKABAYASHI, Kiyoshi EZAKI,
Dr. Kenjiro KANBARA, Dr. Kazuo MIYAGAWA,
Ken KANAMORI and Katsuhiko CHISAKI.

I. 緒言

溶鉄炉の出滓口から鉄滓とともにでてくる熔鉄を流鉄と呼んでいるが、この流鉄がしばしば出滓口羽口を破るために、鉄滓を十分排出できず、溶鉄炉操業に支障をきたすばかりでなく、出滓作業に危険をともなう。従来、溶鉄炉操業者は、この流鉄を防止するため、原料面でチタン装入量を減じ、溶鉄炉内をクリーニングして、チタンにより生成した炉床隆起物を除去し、操業面では、熱めになるのを防いでチタン酸化物の還元をおさえ、実際作業では、流鉄ができると、一旦出滓作業を中止して出鉄し熔鉄面を下げてから再び出滓したり、出滓口から金棒を押し込んだり空吹しをしたりして十分開口し、鉄滓の流出を容易にしている。これは流鉄の原因が、溶鉄面上昇による溶鉄の鉄率への巻込み、または、出滓口付近に壁ができて溶鉄がたまりこれがおし出される、または、チタンにより溶鉄あるいは鉄滓の粘性が大きくなり

分離が悪くなつて一緒にでてくるなどであると推定しての処置である。森永ら¹⁾は流銑現象が特に銑滓粘度の上昇によるものではなく、炉内通気性の低下が主な原因であると報告している。流銑を予防すると同時に流銑がでた場合の処置を検討するため、広畑製鉄所第 1, 2, 3 高炉について長期にわたり操業記録を解析するとともに、約 1 カ月にわたり流銑現象を観察したのでこの結果を報告する。

II. 流銑現象と通気抵抗指数

第 2 高炉についての流銑比 (流銑量 kg/出滓口出滓量 t) と通気抵抗指数¹⁾の関係を一例として Fig. 1 に示す。昭和 37 年 1 月～昭和 38 年 3 月の操業データから求めた。

炉内の通気性が悪くなると流銑が起りやすくなる傾向があることが分る。このことは大雑把に言えば、操業状況の悪い時に起り易いということである。すなわち、装入物が悪い、棚吊りが起る、羽口前が悪い、炉が冷えるなどの場合である。溶銑炉の構造自体が原因ではなく、品質のよい整粒した装入物を使い、余力のある送風機を使つて安定した操業を行なえば、流銑を減せると考えられる。

III. 流銑の組成

Table 1 に第 2 高炉の流銑の一例を示す。出銑口から出る普通の熔銑と、著しく組成が異なり、且つばらつきが大きい。溶銑炉炉床付近の温度を知るひとつのめやすに使われる Si についてみると、特にこのばらつきは顕著である。溶銑炉内で、Si は羽口前付近の高温部で還元されて溶銑に入り、2~3% に達し、その後、銑滓と接触する間に再酸化されて目標値まで落ちると一般に考えられている²⁾。そこで、Si の高い流銑は、局部的な高温にさらされたか、銑滓との接触が不十分であつたと考えられ、また、Si の低い流銑は、局部的な低温部に

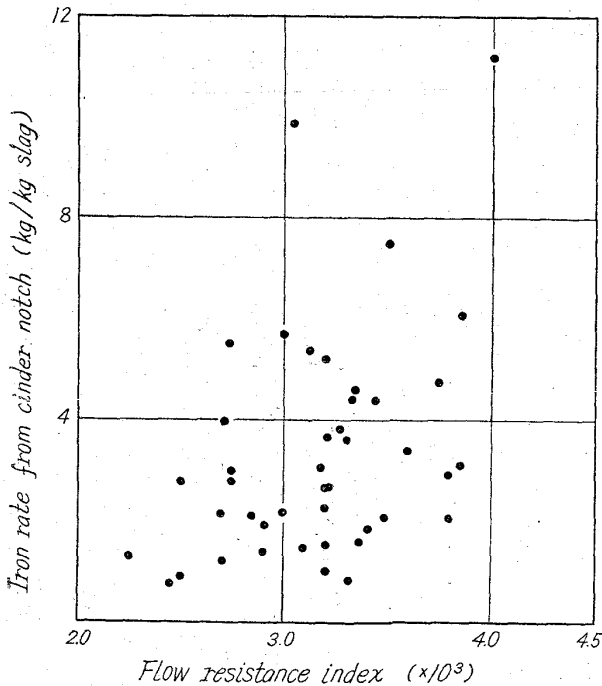


Fig. 1. Relation between flow resistance index and iron rate from cinder notch,

Table 1. Chemical analysis of iron from cinder notch.

Sample No.	C	Si	Mn	P (×10 ³)	Ti (×10 ³)	Cr (×10 ³)	V (×10 ²)
2- 2	4.06	0.157	1.16	178	66	47	22
2- 3	4.29	0.313	1.26	183	48	46	21
2- 4	4.00	0.243	0.87	162	52	40	19
2- 5	4.12	0.682	0.98	157	46	43	17
2- 6	3.13	0.364	0.50	235	24	53	27
2- 7	2.40	0.575	1.02	207	105	55	20
2- 9	4.00	0.519	1.36	245	99	47	15
2-10	2.45	0.355	1.55	186	71	45	18
2-11	3.95	1.416	2.13	201	256	60	19
2-13	3.85	1.490	1.48	207	266	39	20
2-15	3.91	0.532	1.98	208	232	69	17
2-16	3.79	1.112	1.81	194	193	66	13
2-17	3.57	2.018	2.13	200	296	54	17
2-19	2.21	2.056	1.33	209	312	55	17
2-20	3.19	1.911	1.50	219	262	56	16

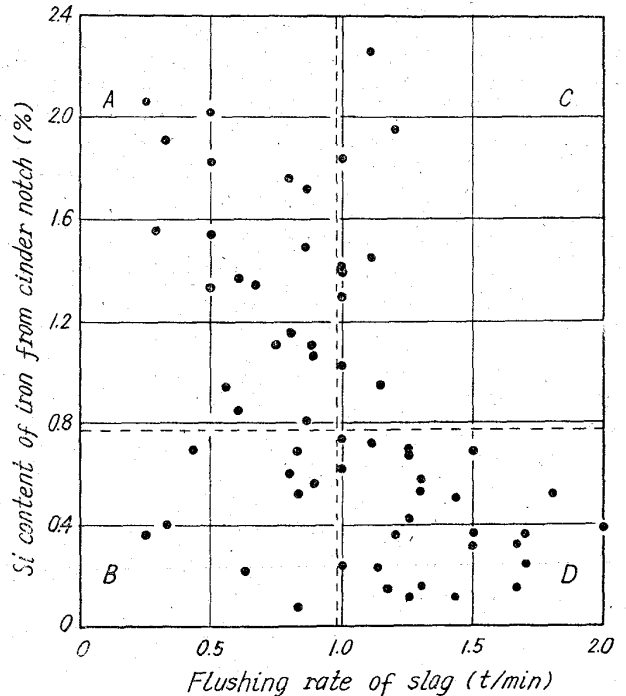


Fig. 2. Relation between flushing rate of slag and Si content of iron from cinder notch.

捕えられていたか、局部的に酸化性の強い銑滓にとりまかれていたと考えられる。

IV. 流銑の Si と出滓速度

銑滓の性状を示す要因としての塩基度、Al₂O₃、MgO などの含有量などと流銑比の間には、特に関係はない。これはこれら要因が銑滓の性状を充分表わしていないことにもよるが、銑滓自体、出滓中に組成、温度がかなり変化するので、その平均の性状をつかみにくいことにもよると思われる。

そこで、大雑把ではあるが、出滓口滓量 t / 出滓時間 min を出滓速度として、銑滓の出やすさのめやすとし、流銑の Si との関係プロットしてみた。第 2 高炉の昭和 38 年 5 月～6 月の流銑について Fig. 2 に示す。

Table 2. Relation between flushing rate of slag, iron rate from cinder notch and probability of iron flushing,

Flushing rate of slag (t/min)	No.1 Blast furnace		No.2 Blast furnace	
	Iron from cinder notch (kg/time)	Probability of iron flushing (%)	Iron from cinder notch (kg/time)	Probability of iron flushing (%)
<0.5	—	—	310	100
0.5~0.6	500	67	230	90
0.6~0.7	240	57	310	89
0.7~0.8	500	57	220	100
0.8~0.9	240	62	290	94
0.9~1.0	—	—	—	—
1.0~1.1	300	57	180	74
1.1~1.2	140	58	120	62
1.2~1.3	180	48	180	65
1.3~1.4	290	44	140	67
1.4~1.5	70	14	130	37
1.5~1.6	130	25	80	50
1.6~1.7	400	13	120	31
1.7~1.8	120	21	—	—
1.8~1.9	70	40	50	14
1.9~2.0	50	21	—	—
2.0<	250	20	40	14

さらに第 1, 2 高炉について, 出滓速度と平均の流銚量 (kg/回), 流銚の起る割合を Table 2 に示す. 同じ昭和 38 年 5 月~6 月の記録である.

Si が高く, 出滓速度が小さく, 流銚の起りやすい A グループと, Si が低く, 出滓速度が大きく, 流銚の起りにくい D グループに分けられることが分る. なお, A グループは出滓の初期中期に, D グループは中期終期に比較的多い.

V. 考 察

A グループの流銚は, 熔融滴下してくる粒鉄が, 流動性の悪い銚滓に巻き込まれて, 炉床に溜らないで, したがって銚滓と十分接触して Si が落ちることなく, Si が高いままで排出されたものであり, D グループの流銚は, 銚滓の流動性は全体としてはよいが, 流銚のでたところは局部的に酸化性で流動性も悪く塊になつていて, Si の低い流銚として排出されたものと考えられる. 出滓口付近にある壁のようなものは D グループの流銚の原因と思われる.

VI. 結 言

溶銚炉の流銚現象と通気性の間には関係があり, 通気性が悪くなると流銚が起りやすい. 流銚は出銚口から出る普通の熔銚と成分がかなり異なり, 且つばらつきが大きい. 出滓速度と流銚の Si の間には関係があり, 流銚現象は 2 つの異なつた現象に分けられる.

文 献

- 1) 森永孝三ら: 鉄と鋼, 49(1963), 10, p. 1289~1292
- 2) J. J. BOSLEY et al.: Journal of Metals, (1959), p. 610~615

(26) 含 Ti 高炉滓の粘性におよぼす 雰囲気の影響について

富士製鉄, 室蘭製鉄所

工博 城本義光・恵藤文二・奥野嘉雄

Effect of Atmosphere on the Viscosity of Ti Bearing Slag.

Dr. Yoshimitsu JŌMOTO, Bunji ETŌ and Yoshio OKUNO.

I. 緒 言

銚滓中において Ti 化合物が TiO₂ の形でその含有量を増加すれば銚滓粘度は低下して非常に流動性をよくする. しかし一度 Ti を含む銚石が多く高炉内に入れば, 銚滓粘度は非常に高くなつて羽口からの流銚を起し, さらにこれが炉床で Ti ベアを形成して炉床隆起をこすので高炉操業上重要問題となる.

現在, Ti 化合物の銚滓粘度におよぼす影響については形態別分析が非常に困難であるためほとんど明らかにされていないが, 含 Ti 銚滓の粘度が高炉内でかなり異なつた値を示していることから銚滓粘度はそれと接する雰囲気によつて大きな影響を受けるものと考えられる. したがつてこれらの点を確かめるため含 Ti 銚滓が酸化, 還元雰囲気においてごとなる粘度を示し, これが銚滓塩基度, 還元時間, さらには溶銚の共存などによつてどのような変化を受けるかを種々検討してみた.

II. 含 Ti 銚滓粘度の測定方法

銚滓の粘度測定はタンマン炉中黒鉛坩堝内において銚滓試料を 1500°C 程度まで温度を上げて溶解したのち, 1400, 1450, 1500°C の各温度で行なつた. 溶滓と接する雰囲気は高炉々床雰囲気に近い強還元雰囲気および銚滓中の Ti 化合物を酸化させる意味での酸化雰囲気, さらにこれらの雰囲気による影響を比較するためのアルゴン雰囲気について行ない, いずれの雰囲気ガスの場合も Fig. 1 に示すように試料を溶解し始めるときから毎分 0.5 l の割合で予熱しながら吹込んだ.

ただし, 酸化雰囲気で測定する場合, 溶滓の還元を防ぐために測定前に高アルミナパイプで 10 分間溶滓中に 2 l/min の割合で空気を吹込みその後で測定坩堝にうつし粘度の測定を行なつた. いずれにしても溶滓が黒鉛ローターに接触しているかぎり局部的な還元は免れるこ

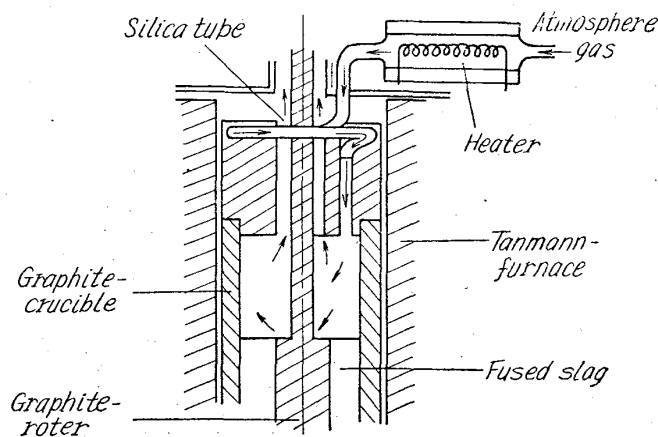


Fig. 1. Rotaviscometer.