

Table 1. Chemical composition of materials.

	Chemical composition %						
	T. Fe	FeO	P	S	C	TiO ₂	M. Fe
Raw iron sand	56.80	31.17	0.108	0.045	0.101	12.48	—
Fine iron sand	58.60	31.80	0.088	0.042	0.082	12.69	—
Green pellet	57.85	31.12	0.085	0.151	1.09	12.92	—
Roasted pellets	56.94	5.22	0.084	0.016	0.047	12.72	—
Reduced pellets	68.56	24.01	0.101	0.026	4.42	15.32	49.43

Table 2. Composition of reducing gas.

	Composition %							Volume ratio
	CO ₂	CO	H ₂	N ₂	CH ₄	O ₂	Others	
Reducing gas	5.8	1.1	0.3	18.5	13.4	49.4	11.5	1.0000
Circulating gas	7.0	0.3	0.2	20.5	9.6	49.1	13.3	0.8195
Replenishing gas	2.8	4.7	0.3	7.8	30.4	50.6	3.4	0.1805

における標準の値は、ペレット装入量 1.7 t/日、加熱温度 1300°C (内部 800°C)、還元ガス量 120 m³/h で還元率 80% となる。ガス組成は Table 2 に示す。コークス炉ガスの所要量は装入ペレット t 当り還元用 312 m³、加熱用 593 m³ であつた。炉形が小さく煉瓦の熱伝導が悪いので熱効率は低く 17.3% であつた。コークス消費量は装入ペレット t 当り 12 kg である。ペレットは還元炉内で粉化し、約半量が装入粒度以下になり、落下強度も 50% 以下に下がる。また炉内でメタンの分解により炭素が生成するので、還元成品中に約 4% の炭素が含まれるが、これは電気炉で熔解するさい、残留酸化鉄の還元利用される。ただこの析出炭素による炉体煉瓦積の破損にさけがたい。

V. 熔解工程試験結果

使用したエルー炉は公称に対して比較的小形のため、1 装入 2 t のペレットしか熔解できなかつた。炉床はマグネシヤをスタンプし、装入原料によるセルフライニング法を採用した。熔解は比較的容易で、鉍滓は 1520~1550 °C で流動性を示した。しかし装入原料中の炭素量が多すぎると過還元されるので、鉍滓中の T. Fe を 5~10 % 残さねばならない。鉄および滓中の成分の関係は Fig. 1 のようで、鉍滓中の T. Fe が 3% 以下になると TiO₂ の還元が開始する。このさいの鉄中炭素量は 1.7% であるから、これが 1.5% 滓中の T. Fe が 5~10% になるよう装入原料中の炭素量を調節した。したがって成品は粗鋼となつた。1 熔解の所要時間は約 4 時間、成品粗鋼 t 当り電力は 1700 kWh で、熔解時の鉄歩留は 86.7% 成品平均成分は粗鋼は C 1.51, Mn 0.107, Si 0.103, P 0.158, S 0.036, Ti 0.016, V 0.160, Cr 0.016,

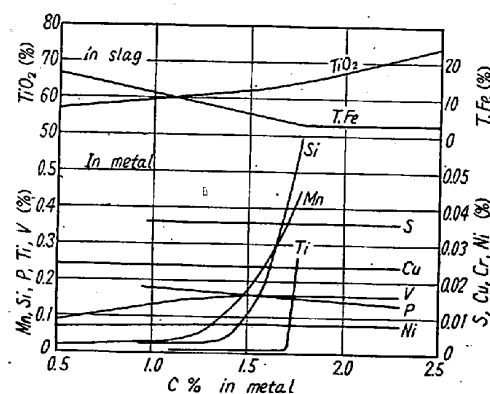


Fig. 1. Relation of elements in metal and slag.

Ni 0.008, Cu 0.024, As, Sn, tr, 鉍滓は TiO₂ 64.34 T. Fe 6.30 であつた。この鉍滓中には 8~10% の鉄粉を含むので粉碎磁選して除くと品位はさらにあがり、TiO₂ 平均 67.04, 最高 77.73% となつた。これを用いて硫酸による蒸解試験を行ないカナダ製チタン滓と比較したところ、カナダ製 98.19, 平均試料 90.75, 高品位試料 94.83% の蒸解率を得、優良な品質と認められた。

VI. 物質収支

砂鉄 t 当り重量収支は、焙焼ペレット 825 kg, 還元ペレット 685 kg, 成品粗鋼 429 kg, チタン滓 150.2 kg となり、損失は尾鉍として失われる 150 kg が最大で、原料工程 65 kg, 還元 0.5 kg, 熔解 44.8 kg であつた。各成分の収支は、砂鉄中 Fe の 73.73% が成品粗鋼中に、同じく TiO₂ 75.08% がチタン滓中に回収された。P は磁選で約 30% が除かれ、粗鋼中に 59.63 % 入つた。S は結合剤中の量が多いので生ペレットでは

増加するが、焙焼により除かれ粗鋼には砂鉄中Sの31.56%が入った。

VII. 結 言

以上のように中程度のTiO₂を含む砂鉄を精選ガス還元後熔解して鉄の品質を落さずに高チタン滓をうることは、成品を粗鋼にすれば可能なことが立証され、成品の品質、歩留ともに満足すべき値が得られ、工業化試験は技術的に成功した。ガス中のメタンが分解して生成する炭素による還元炉煉瓦の崩壊などの問題が解決され、一般電気鉄工場と同一の立地条件が得られれば、TiO₂ 10～15%の砂鉄を用いて、粗鋼ならびに副産物としてTiO₂ 60～70%のチタン滓を製造し得、電気鉄にくらべて副産物価格だけ有利になるものと考えられる。

文 献

- 1) 池野, 萩原: 鉄と鋼 45 (1959) 9, p. 27～29

(6) 溶鋳炉装入物粒度の保証限界について

八幡製作所, 技術研究所

石光章利・重見彰利・○斧 勝也

On Assurance Limit for the Size of Blast Furnace Burdens.

Akitoshi Ishimitsu, Akitoshi Shigemi
and Katsuya Ono.

I. 結 言

溶鋳炉の装入物の適正粒度は炉型あるいは操業条件が異なれば当然変ると考えられる。装入物の粒度が大き過ぎると還元または加熱が不十分になり、また小さ過ぎると炉内ガスの流れの面から不適當である。本報告は溶鋳炉の大きさおよび操業条件が変化した場合、装入物粒度がどの位の大きさであれば溶鋳炉を支障なく操業できるかを知る目的で、現在実際に稼働している大型高炉、試験溶鋳炉および模型実験データを利用して送風条件と装入物（コークス、鋳石）の粒度保証限界との関係を推定したものである。

II. Flooding によるコークス粒度の保証限界

溶鉄炉内のガス流速が増加すると flooding による棚吊りの危険性が増大する。溶鋳炉操業範囲での flooding 条件はつぎのように表わされる。

$$U^3 S \rho_G^{1.5} L \mu^{0.4} / g^2 F^6 \rho_L^{2.5} = \text{一定} \quad (1)$$

ここでUは上昇ガスの superficial velocity, F はボイド ρ_G および ρ_L は上昇ガスおよびスラッグの密度, Lは

スラッグの superficial mass velocity, Sは充填物の単位体積当りの表面積, μ はスラッグの粘性係数である。第1式において ρ_G, ρ_L, μ, F (スラッグ量/鉄量) がどの溶鋳炉でもほとんど一定で、出鉄量が送風量に比例すると考えるとつぎようになる。

$$d_{\text{coke}} = C_1 (W/D^2)^{2.5} \quad (2)$$

ここで d_{coke} はコークス粒度 mm, Wは送風量 m³/mn, Dは炉床径, m, C_1 は恒数である。 C_1 の値を当所の小型試験溶鋳炉から実験的に求め、大型高炉の値を推定した結果、コークスの粒度が揃っている場合には0.0174不揃の場合には0.0356なる値を得た。したがってつぎの条件が満足すれば溶鋳炉は flooding による棚吊りを起すことなく操業できるものと考えられる。

- a) コークス粒度が揃っている場合

$$d_{\text{coke}} > 0.0174 (W/D^2)^{2.5} \quad (3)$$

- b) コークス粒度が不揃の場合

$$d_{\text{coke}} > 0.0356 (W/D^2)^{2.5} \quad (3)$$

III. フルードストによる装入物の最低粒度

溶鋳炉内のガスの流速が増加したり装入物粒度が小さ過ぎると装入物は炉外に吹き飛ばされてフルードストになつてしまう。粒子が上昇ガスによつて飛ばされる条件は次式で表わされる。

$$U_m = \phi \sqrt{3g(\rho_s - \rho_g)d/\rho_g} \quad (4)$$

ここで U_m は粒子が飛ばされるときガスの superficial velocity, ρ_s および ρ_g は粒子およびガスの密度, dは装入物の粒度, ϕ は恒数である。 ϕ の値を模型実験によつて求めた結果約0.11であることが認められた。したがって溶鋳炉の場合には次式を満足すればフルードストによつて装入物が炉外に飛び出すことがないと保証できる。

$$d_{\text{coke}} > 0.00627 (W/D^2)^2 \quad (5)$$

$$d_{\text{ore}} > 0.00107 (W/D^2)^2 \quad (6)$$

IV. 圧力損失による吹抜けの保証限界

溶鋳炉でのガスの圧力損失は次式で表わされる。

$$\Delta P = a(\rho_g U / \mu S)^x (UHS / gF^3) \quad (7)$$

ここで ΔP は圧力損失 kg/m², Hは充填層の高さ m, a および x は恒数である。操業条件の変化により圧力損失が増大し装入物の重量よりも大きくなると吹き抜け現象を起す。このときの圧力損失は次式で表わされる。

$$\Delta P = H(1-F)(\rho_s - \rho_g) \quad (8)$$

ある条件で能率よく操業している溶鋳炉ではもちろんこのような吹き抜け現象は起していないと考えられる。しかしこの条件よりも吹き抜けに対して悪条件で操業す