

Table 8. Heat balance. (40 t/day operation)

Heat in put			Heat out put		
	Kcal/hr	%		Kcal/hr	%
Combustion heat of heavy oil	533×10^3	11.4	Heat of Fe, Zn, Pb reduction	916×10^3	19.6
Combustion heat of anthracite	2970×10^3	63.4	Heat content of product	164×10^3	3.5
Heat content of C in raw material	1180×10^3	25.2	Heat content of exhaust gas	327×10^3	7.0
			Uncombustion heat loss of exhaust gas	855×10^3	18.3
			Uncombustion heat loss of C	875×10^3	18.7
			Evaporation heat of H ₂ O	96×10^3	2.0
			Heat loss of others	1450×10^3	30.9
total	4683×10^3		total	4683×10^3	

では分析値よりも未燃Cが多かつたと考えられるし、また Fe の再酸化もある程度あつたものと思われる。

IV. 結 言

平炉ダストの脱亜鉛、塊成化について中間規模のロータリーキルンを用いて工業化検討試験を行ない、脱亜鉛鉛、および Fe 金属化塊成の点では良好な見通しが得られた。しかし、グリーンボールのサーマルショックの問題、脱硫の問題、含亜鉛排気ダストの捕集回収の問題およびリング生成の問題などについて今後さらに検討を要する。

具体的には極長さを Fig. 1 に示すように、かく乱されて分散される距離と分散された溶さいが浮上分離する距離の2つに分けて検討し、それぞれについて実験式を求めた。

○分散距離

分散距離を求めるために Fig. 2 に示すような模型の実験装置をつくりこれから化学工学的に実験式を決めた。

実験式の決め方としては、分散距離 L_1 (cm) に関係する要因として考えられる出鉄口内径、 D (cm)、吐出流速 U (cm/sec)、溶銑、溶さい密度 ρ_0, ρ (g/cm³)、溶銑、溶さいの粘度 μ_0, μ (g/cm·sec)、溶銑と溶さいの界面張力 σ (dyne/cm)、などについて次元解析を行なった。

この結果、

$$(L_1/D) = C(Du\rho/\mu_0)^a \cdot (Du^2\rho/\sigma)^b \cdot (\rho/\rho_0)^c \cdot (\mu/\mu_0)^d \quad (1)$$

なる関係が得られた。

669, 162, 266, 22
(51) 出鉄大樋の適正な長さに関する検討

No. 642/3

富士製鉄、室蘭製鉄所研究所

工博 久田 清明・工博 城本 義光
恵藤 文二・○奥野 嘉雄

Study on the Suitable Length of Main Runner of Blast Furnace. pp.1680~1682

Dr. Kiyooki HISADA, Dr. Yoshimitsu JŌMOTO, Bunji ETŌ and Yoshio OKUNO.

I. 緒 言

出鉄回数を多くして出鉄量を増加させるうえにおいて出鉄大樋の修理事業は時間的に大きなあい路となつている。

出鉄大樋の修理時間を短縮するためには極材の改良がもつとも効果的な方法であるが、同時に出鉄大樋の長さを短かくして修理面積を縮少することもこれに大きく寄与するものと考えられる。

従来、出鉄大樋の長さについてはほぼ経験によつて決められ、これに関してくわしく検討された報告もないようである。

したがつて、室蘭の高炉について出鉄大樋の適正な長さを2成分系混合液体を使用した模型実験から求めてみた。

II. 適正な極長さの求め方

出鉄大樋の適正な長さを出鉄口から溶銑とともに出てきた溶さいがかく乱されて分散粒となり、これが樋中を流れて浮上分離するまでの距離と考えた。

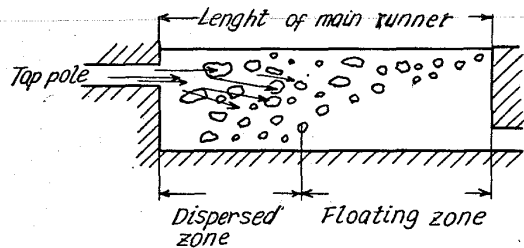


Fig. 1. Length of main runner.

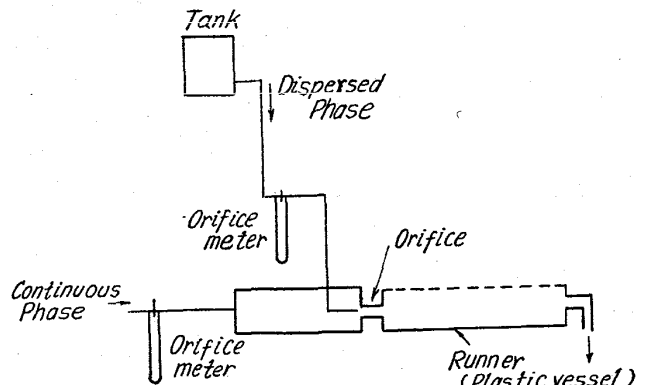


Fig. 2. Experimental instrument.

なお、ここでCは比例定数、 a, b, c, d は各無次元項の指数であり、 $(Du\rho/\mu), (Du^2\rho/\sigma)$ は一般にレイノルズ数、ウェーバー数と呼ばれるものである。

したがって、この無次元式の定数Cおよび未知指数(a, b, c, d)を模型実験から決めれば、ある任意の物性を有する2成分系の混合液体の分散距離を求めることができる。

模型実験では直接、溶銑溶さいを使用することができないのでここではたがいに溶けあわない2成分系の液体を使用して行なつた。すなわち、連続相に水、分散相に四塩化炭素、パラフィン、ケロシン、キシレン、ベンゼン、トルエンおよび四塩化炭素とトルエンの溶液の7種類の有機液体を使用し、オリフィスを通るこれら2相の流速を種々変えて分散距離を測定した。

この結果、Fig. 3 に示すような関係が得られ分散距離と吐出流速および各種物性の間に次のような実験式を求めることができた。

$$(L_1/D) = 2.85 \times 10^8 (Du\rho_0/\mu_0)^{-3.0} (Du^2\rho_0/\sigma)^{2.2} (\mu/\mu_0)^{0.35} \quad (2)$$

この式に溶銑、溶さいの吐出流速および各種物性値を代入すれば出銑樋における分散距離を求めることができる。

○浮上距離

一定の流れをもつ溶銑中に分散している溶さいが浮上、分離する距離 L_2 については次のような乱流領域におけるニュートンの終末速度式から求めることができる。

$$L_2 = H \cdot V \cdot \sqrt{3g(\rho_0 - \rho) \cdot d / \rho_0} \quad (3)$$

ただし、ここでHは大樋の深さ(cm)、Vは大樋を流れる溶銑の流速(cm/sec)、 ρ_0, ρ は溶銑溶さいの密度(g/cm³)、dは浮上する溶さいの粒径(cm)を示す。

この式にそれぞれの数値を代入すれば浮上距離を求めることができるが、ただここで問題となるのは、浮上する溶さいの粒径が具体的にどんな値を示すのかわからないことである。溶銑中に分散している溶さいはかなり広

い粒度分布を有しているものと考えられるが、浮上距離を決定するうえで必要なのは粒度のうちでも分離するのにもつとも時間のかかる最小粒径である。

一般に管内乱流体中において形成される分散粒径については $(D/d)\alpha(Du^2\rho/\sigma)^{0.6}$ の関係があるとされているが、求められた実験式はいずれも平均粒径であつてここで問題とする最小粒径については求められていない。したがって、ここでは最小粒径についてもこの式と類似の関係があるものと考え前述の実験装置を使用して求めてみた。

すなわち、オリフィスからでたあとの分散粒のうち、浮上するのにもつとも時間のかかるものを最小粒径としてこの部分を写真撮影して最小粒径を決めた。

この結果、最小粒径 d_{min} については Fig. 4 に示すような関係を得ることができた。

$$(D/d_{min}) = 0.23(Du^2\rho/\sigma)^{0.65} \quad (4)$$

この式で得られた分散粒径を(3)式に代入して計算すれば容易に浮上距離 L_2 を求めることができる。

III. 溶銑、溶さいの吐出流速および樋流速

上記の模型実験から求めた実験式から樋の長さを計算するためには、あらかじめ溶銑、溶さいの出銑口からの吐出流速および樋流速を測定しておく必要がある。

室蘭の高炉で測定した吐出流速および樋流速を Table 1 に示す。ただし、この測定値はいずれも流量を樋の断面積で割つた値である。

溶銑が樋中を流れる速さは、実際には出銑口からでる溶銑の押し出す圧力によつて決まるのではなくてむしろ出銑樋の傾斜による落差によつて流れるものと考えられる。今、この樋中を流れる溶銑の流速を落差によつて決まるものと考えて DAUGHERTY²⁾ などの式から求めてみるとほぼ平均流速 47cm/sec となる。また、これから最大流速を計算してみると 75cm/sec となる。(ただしこの場合、樋のこう配は 4/1000 である。)

IV. 溶銑溶さいの温度および物性値

物性値を決めるうえで重要な溶銑、溶さいの温度は熱電対によるイメージョン方式で連続的に測定を行なつ

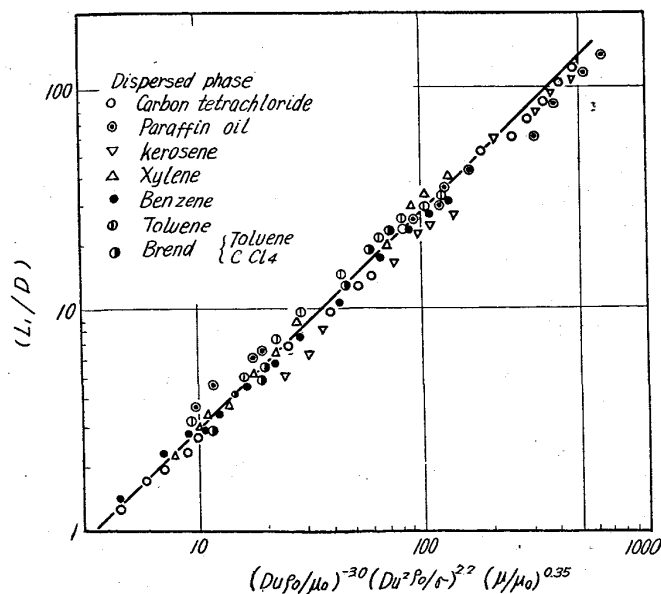


Fig. 3. Dispersed length of two phase liquids.

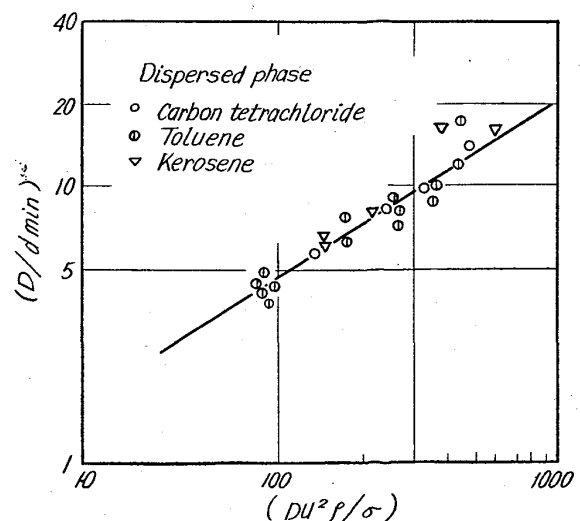


Fig. 4. Minimum diameter of dispersed droplets.

Table 1. Fluid velocity of molten pig iron and slag.

Date	Velocity in tap pole	Velocity in runner
1963 9 24	336(cm/sec)	10.5(cm/sec)
28	238	7.4
30	244	7.7
10 1	295	9.4

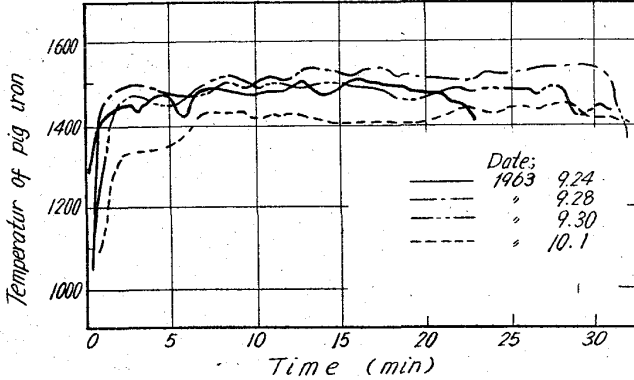


Fig. 5. Continuous measurement of pig iron temperature.

た。

その結果を Fig. 5 に示す。

溶銑，溶さいの粘度については古くから測定されているが文献によつてかなり異なっているのここでは実際に高炉で採取した試料について粘度の測定を行なつた。

溶銑，溶さい間の界面張力については，ほとんど測定された例がないので同じく気泡法により実際に測定した。

粘度および界面張力について実測した値を Table 2 に示す。

V. 計 算 例

それぞれの要因について上記の検討結果から次のような値を定め，これを(2)式および(3)式に代入し分散距離および浮上距離を求めてみた。

- D: 出銑口内径 = 8 cm
- u: 吐出流速 = 400cm/sec
- ρ_0 : 溶銑密度 = 7.8g/cm³
- ρ : 溶さい密度 = 3.0g/cm³
- σ : 界面張力 = 820dyne/cm
- μ_0 : 溶銑粘度 = 0.08 g/cm·sec
- μ : 溶さい粘度 = 10 g/cm·sec
- H: 大樋の深さ = 34cm
- V: 大樋の溶銑溶さいの流速 = 75cm/sec

Table 2. Physical properties of pig iron and slag.

Temperature (°C)	Viscosity (g/cm·sec). pig iron slag	Interfacial tension (dyne/cm)
1400	0.045 8.73	680
1450	0.038 5.50	630
1500	0.040 4.20	—

dmin*: 分散した溶さい粒径 = 0.05cm

(* この最小粒径は上記の値を代入して(4)式から求めるとほぼ 0.10cm となるが粒度分布を考慮して 0.005とした.)

この結果，分散距離は 374cm，浮上距離は 268cmとなつた。したがつて適正な出銑大樋の長さは

$$\text{分散距離} + \text{浮上距離} = 374 + 268 = 642(\text{cm})$$

となる。ただし，実際には浮上した溶さいを分別させる距離も必要であるからこれを考慮すれば出銑大樋の長さはほぼ 7 m となる。

VI. 結 言

出銑大樋の適正な長さを出銑口から溶銑にまじつてできた溶さいがかく乱されて分散粒となり，これが樋中を流れて浮上分離するまでの長さと考えて 2 成分系混合液体を使用した模型実験から求めた。

すなわち，樋長さを，かく乱されて分散される距離と分散された溶さいが浮上分離する距離の二つに分けて検討しそれぞれについて実験式を求めた。

この実験式から実際に室蘭の高炉の場合について計算したがこの結果，出銑大樋の適正な長さはほぼ 7 m 前後となることがわかつた。

文 献

- 1) 遠藤，西村：化学工学 22, (1958), 8, p.533
- 2) CREMER DAVIES: Chemical Engineering Practice Vol. 14 p. 439

669.162.267.4; 662.66-492
(52) 吹込燃料のコークス置換率の理論式とその応用について

東京大学生産技術研究所 No. 642/14
工博館 充・中根 千富
金 鉄 祐・〇鈴木 吉哉

On the Theoretical Equation of the Coke Equivalent of Injected Fuel and Its Application. pp.1692~1685

Dr. Mitsuru TATE, Chihuo NAKANE,
Cheoul Woo KIM and Kichiya SUZUKI.

I. 緒 言

別報のように，今回の粉炭吹込試験では一炉況が過熱状態にならないような条件のもとで，粉炭を吹込むのがよいと考えて，それを許容したこともあつて一粉炭吹込みのさい，[Si] は基準にくらべて一般に低くなつている。粉炭に限らず，一般に羽口から燃料を吹込むと[Si]が下るといふ傾向が認められているようであり，果してそうするのが妥当かどうかかわからないが，[Si]を低くすればコークス比が下るといふ通念に基づけば，これに関するコークス比の補正を行わねばならない。しかし，[Si]が動いたときのコークス比の変化を計算するためには，これに伴つて起る銑鉄中の他の成分，温度などの変化の法則を知る必要があることはいふまでもないが今のところ試験高炉でのそうした法則は明らかでない。そこで，[Si]その他の出銑成分や温度が基準時と等しいとしたときに実現可能な置換率を理論的に誘導し，これと実