

るしい欠陥に対しては詳細調査する必要がある。

III. 超音波の指向性と傷の関係

超音波は一定の角度の巾を持って入射されるから肉眼組織と対照する場合、切断面以外の部分に存在する傷からの反射を受けることがある。また接触子が傾いている場合も同様の結果が起る。

1. 超音波の指向性の広がりについて：この探傷機においては超音波は約 4° の広がりを持つている。したがって傷から横方向に探触子を移動した場合の反射波の高さと距離の関係を求めた。この結果装置の感度を最大にして両側約 10mm 位まで移動しても反射波が得られる。この場合傷の位置から水晶片までの距離が大きいほど上述の移動距離は大きい筈であるが、材料内の超音波の減衰が考えられるので実験結果はほとんど変化がない。またこの結果から水晶片の中心から両側 10mm 位、丁度水晶片の巾の中にある傷は探傷しうることが判る。したがって長さの短いものは肉眼組織面に表われないことがある。

2. 楔の横方向の傾きについて：斜入射用の楔は合成樹脂を鋼管の外径に合せて擦合わせるがその際横方向に傾斜することが考えられる。このため超音波の入射方向が横断面からずれて肉眼組織と一致しないことが考えられる。楔の傾きと反射波の最大となる位置および反射波の消える位置を求めた。この結果最大値が傾きとともに大きくなることは当然であり、探傷距離とともに大きくなることも容易に理解できる。両側の広がり探傷距離にも傾きにもいちじるしくは影響を受けないことが判つた。これは前項の結果と同様である。したがって遠い位置から探傷して楔が傾いている時は肉眼組織の断面から離れた位置の傷を探傷することになり結果としてなるべく近い位置で探傷することがのぞましいことが判つた。

IV. 結 語

大径鋼管の超音波斜角探傷を実施して肉眼組織との不一致を認め、この原因となるべき要素について研究した。この結果傷の形状、大小および超音波の巾を持った指向性と関係のあることが判り、外内面に平行な傷が最も探傷困難であることが判つた。ただこれらの関係を定量的に求めることは探傷機の性質上困難であり、経験の累積と他の探傷法との併用を考えることが必要である。またここで試験に供した 1 探触子法のみでなく、2 探触子法も研究しなければならないことも、この実験の結果判明した。

(67) 鉄鋼工場における燃料消費量について

On the Fuel Consumption in the Iron and Steel Plants

Y. Kuzuhara.

富士製鉄 広畑製鉄所 工博 葛原 義雄

I. 緒 言

高炉、平炉、均熱炉および加熱炉の実測数値にもとずき使用燃料の有効利用熱量をパラメータとする燃料消費量の実験式を導き、これら実験式から燃料消費量の線図を作成し、ついで燃料節約の可能限度を求め、鉄鋼工場における熱管理上の指針とした。

II. 高炉のコークス比

高炉の熱精算式：(ガス化コークスの熱量) + (送風熱量) - (ガスの感熱と潜熱) = (化学反応熱量) + (溶銑熱量) + (ノロ熱量) + (水の蒸発熱量) + (水冷却輻射等損失熱量)

上式左辺の合計を U kcal/kg コークス、右辺の合計を Q kcal/t 銑 (水冷却輻射等外部損失熱量 q kcal/t 銑を含めぬ)、コークス比を M kg/t 銑とすると

$$M \cdot U = Q + q = K$$

U ：コークス kg 当り高炉内で有効に利用された熱量；コークスの C 含有量の大小に関係するが、とくに炉況すなわち送風温度、原料分布、装入物の還元性と事前処理、高炉作業、羽口の径等に左右される。 Q ：主として装入物の成分に関係し、ある程度は炉況とくに溶銑の温度と Si 含有量、ノロの温度に関係する。 q ：高炉の寸法、炉壁の厚さ、冷却法、出銑量、炉況に関係する。

Q は装入物の重量 F kg/t 銑の一次函数として変化すると仮定し、 $Q = a + b \cdot F$ とおく。いま、貧鉄と富鉄の混合装入物の場合を考え、 F_1 ：貧鉄の装入物 kg/t 銑、 F_2 ：富鉄の装入物 kg/t 銑、 Q_1 ：貧鉄の場合の熱量 kcal/t 銑、 Q_2 ：富鉄の場合の熱量 kcal/t 銑、 a_1 ：貧鉄からの出銑量 kg、 $1000 - a_1$ ：富鉄からの出銑量 kg とすると、

$$Q = [(Q_2 F_1 - Q_1 F_2) / (F_1 - F_2)] + [(Q_1 - Q_2) / (F_1 - F_2)] F = a + b \cdot F$$

つぎに、上記鉄鉄石類混合物に屑銑とスケールの加わった場合における Q を求める。 F ：全装入物 kg/t 銑、 f ：屑銑とスケールの重量 kg/t 銑、 x ：鉄鉄石類の重量 kg/t 銑とすると、 $x = 1000(F - f) / (1000 - f)$

$$\text{鉄鉄石類用の熱量} : Q_1 = (1000 - f)(a + b \cdot x) = (1000 - f)[a + 1000 \cdot b \cdot (F - f) / (1000 - f)] \text{ kcal/t 銑}$$

屑鉄とスケール用の熱量: $Q_2=290f$ kcal/t 鉄

$$Q = Q_1 + Q_2 = 1000a + 1000 \cdot bF$$

$$= (a + 1000 \cdot b - 290)f$$

$$K = Q + q = 1000a + 1000 \cdot bF$$

$$= (a + 1000 \cdot b - 290)f + q$$

1000 t 高炉の1カ年にわたる順調な作業をした時における実測数値により $F_1=3570$, $Q_1=4130$, $F_2=1597$, $Q_2=2110$, $q=400$ (推定)を求め、これを上式に入れてKを計算しUをパラメータとするMの実験式を導いた。

$$M = K/U = (870 + 1.03F - 1.4f)/U \dots (1)$$

実験式(1)において $q=400$, $q=0$ (完全断熱)の場合を考えてKとM計算用の線図 Fig. 1 を作成した。

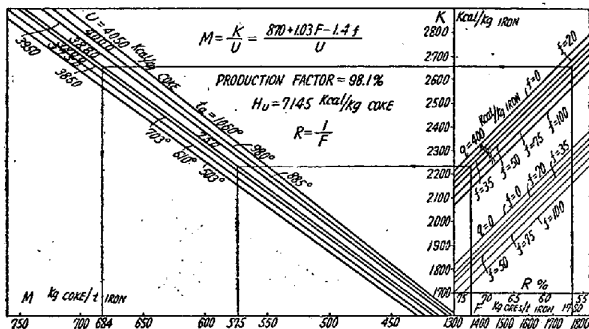


Fig. 1. Heat consumption and coke ratio of 1000-t blast furnace.

III. 平炉の燃料消費量

重油だき 150 t 塩基性平炉の2カ月にわたる連続27回精錬時における測定数値によつて、重油の有効利用熱量 U kcal/kg 重油をパラメータとして、平炉の熱消費量 K kcal/t 鋼と重油消費量 x kg/t 鋼を求める実験式を作成した。

$$x = K/U = [360000 + 1240S_L + 1030E - (520P_H + 12S_C) + q] / (H_0 + 2690 + 12 \cdot 6H_A - 14H_G) \dots (2)$$

H_0 : 重油の発熱量 kcal/kg, H_A : 予熱空気熱量 kcal/Nm³, H_G : 昇り燃焼ガス熱量 kcal/Nm³, S_L : ノロ発生量 kg/t 鋼, E : 鉄鉱石 kg/t 鋼, P_H : 溶鉄 kg/t 鋼, S_C : 屑鉄 kg/t 鋼, q : 水冷却輻射等損失熱量 kcal/t 鋼。実験式(2)において, $q=420000$, $q=0$ (完全断熱)の場合を考え、平炉の平常作業時に起りうる条件についてKとMの計算を行い、これを線図に示した。

IV. 均熱炉の燃料消費量

アムコ型上だき均熱炉につき2日間にわたつて実測した資料にもとずいて、使用ガスの有効利用熱量 U kcal/Nm³ をパラメータとする熱消費量 K kcal/t 鋼塊とガス消費量 M Nm³/t 鋼塊の実験式を導いた。

$$M = K/U = 10^3(210 - 1.02S_C - H_i + q) / (1185 + 1.08H_A - 1.93H_G) \dots (3)$$

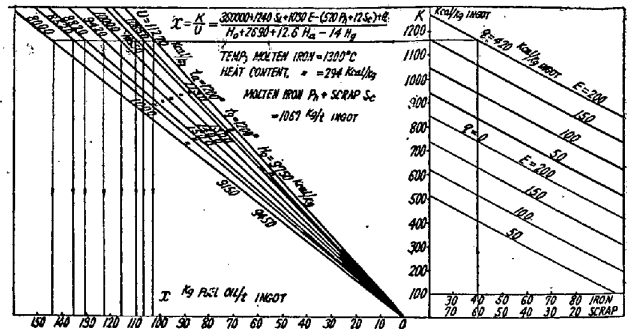


Fig. 2. Heat and fuel oil consumption of 150-t basic open hearth furnace.

ガス発熱量: 1185 kcal/Nm³, H_A : 予熱空気熱量 kcal/Nm³, H_G : 排ガス熱量 kcal/Nm³, S_C : スケール発生量 kg/t 鋼塊, H_i : 装入鋼塊の熱量 kcal/t, q : 輻射等損失熱量 kcal/kg 鋼塊。

実験式(3)において, $g=60$, $q=0$ (完全断熱)の場合を考え、均熱炉の平常作業時に起りうる条件についてKとMの計算を行い、これを線図 Fig. 3 に示した。

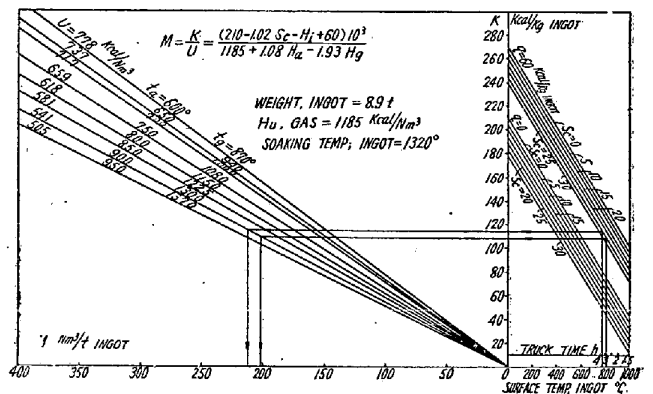


Fig. 3. Heat and gas consumption of soaking pit.

V. 加熱炉の燃料消費量

ラスト型3帯式 50 t/h 鋼片連続加熱炉につき2日間にわたつて実測した資料にもとずき、使用ガスの有効利用熱量 U kcal/Nm³ をパラメータとする熱消費量 K kcal/t 鋼片とガス消費量 M Nm³/t 鋼片の実験式を導いた。

$$M = K/U = 10^3(21 - 0.92 S_C - H_s + q) / (3550 + 4H_A - 4.8 H_G) \dots (4)$$

ガス発熱量: 3550 kcal/Nm³, H_A : 予熱空気熱量 kcal/Nm³, H_G : 排ガス熱量 kcal/Nm³, S_C : スケール発生量 kg/t 鋼片, H_s : 装入鋼片の熱量 kcal/t, q : 水冷却輻射等損失熱量 kcal/t 鋼片。

実験式(4)において, $q=120$, $q=0$ (完全断熱)の場合を考え、加熱炉の平常作業時に起りうる条件についてKとMの計算を行い、これを線図 Fig. 4 (図省略, 会

場にて提示) に示した。

VI. 燃料節約の可能限度

銑鋼一貫工場における 15 カ月にわたる実績の平均値にもとずき、厚板を 1t 造るための板用鋼片、鋼塊、銑鉄の所要量と、高炉、平炉、均熱炉、加熱炉の所要熱量を計算し、さらに各炉を完全に断熱し、高温材料を装入し、溶滓熱量を回収し、かつ高炉原料を十分に事前処理した場合の理想熱消費を計算し、この両者を比較することによつて熱量節約の可能限度を求めた。

炉	普通熱消費量	理想熱消費量	節約率
加熱炉	kcal/t 厚板 486・10 ³	kcal/t 厚板 166・10 ³	66%
均熱炉	362	276	24%
平炉	1290	632	51%
高炉	4340	3127	28%
計	kcal/t 厚板 6478・10 ³	kcal/t 厚板 4201・10 ³	35%

VII. 結 論

- (1) 高炉、平炉、均熱炉、加熱炉の実測数値にもとずいて導いた熱および燃料消費量の実験式と、これら実験式から作成した線図 Fig. 1~Fig. 4 は任意の他の炉に対しても同様の方法によつて実験式と計算図を作成することができる。
- (2) 銑鋼一貫工場における実績数値にもとずき、厚板を造るときの燃料節約の可能限度を求め、この理想目標にいかほど近づいたか、いかにして近づいたか等によつて熱管理の判定をすべきである。

(68) 炉の燃焼性とその改造について
Combustion Properties and Reconstruction of the Siemens Type Furnace

K. Nakamachi, et alii.

八幡製鉄所管理局

工博 設楽正雄・岡田芳太郎・○中町勝吉

I. 緒 言

Table 1. Area of the ports (m²)

Furnace No.	No. 1 before reconstruction		No. 1 after reconstruction		No. 2	
	S	N	S	N	S	N
Variables						
(a) Area of the air port	2.40	2.21	2.14	2.02	2.07	2.07
(b) Area of the gas port	0.346	0.346	0.346	0.346	0.346	0.346
Ratio (a)/(b)	6.94	6.38	6.19	5.85	5.95	5.95

当所厚板工場シーメンス炉は最近炉の改修以来熱量原単位の昂騰を示していた。その原因として炉内の燃焼に欠陥のあることを指摘し、吹出しから各扉口の表、中、裏側および炉の上下等における燃焼経過を測定し各位置におけるガス、空気の混合状況を知り、ガスポート対エヤーポートの開口比を検討して、ポートの開口および形状を改修した結果、燃焼状況が好転し熱量原単位で3~4万カロリーの向上をみたのでその概要についてのべる。

II. 測定概要

- i) 1号炉に対して加熱成績のよい2号炉と比較するためポート部のスケッチを行つた結果を Table 1 に示す。なおポートの形式は平行誘導式である。
- ii) 炉巾方向、炉の上下、炉長方向について燃焼方向別に燃焼経過を調査した。
 - a) 炉巾方向：扉側、中央、裏壁側の3カ所とし測定距離は1.2mの等間隔とした。
 - b) 炉の上下：炉の上部は天井内壁より100mmとし炉の下部は鋼片上面100mmの位置とした。
 - c) 炉長方向：各扉口中央としその間隔は3.23mの等間隔とした。
- iii) 上記炉内24カ所よりガス変更毎5~6mn経過後に分析試料を採取した。
- iv) 測定は1号炉ポート改修前後、2号炉と3次にわたつてそれぞれの状態を測定した。
- v) 炉の燃焼特性以外に鋼片温度上昇状況、および熱精算を行いギッター効率等について測定した。すなわちエヤーポートの面積が南北でかなり差がありとくに南側では炉況のよい2号炉の開口比5.95に対して6.94となつていた。

III. 改修前後の燃焼特性について

- i) 燃焼ガス分析結果について分散分析を行い検討してみると改修前は炉の上下および扉側、裏壁側の各位置における燃焼性に差が大きかつた。
- ii) すなわち炉の上部ではO₂が多く炉の下部ではCOが多量に検出され、とくに扉側においては炉の終点にても燃焼が完結せず、したがつてギッター上部で未燃CO