

再生銑鉄の研究(第Ⅲ報)^①

(風量, 風圧及び熱風温度と炭素量との関係)

養 田 実

Studies on the Regenerated Pig Iron :

— Ⅲ. Influences of Volume, Pressure and Temperature of the Blast on the Carbon Content of the Product.^①

Minoru YOHDA

In the manufacture of the regenerated pig iron from steel scrap, the most important matter is the absorption of carbon. From the data of my experiments, the author investigated the influence of the volume, the pressure and the temperature of the blast upon the carbon content of the product by means of the statistical analysis. The result shows that the effective order is as follows : ——— blast temperature, blast volume and blast pressure. From the consideration of this result and the metallurgical reactions, we may conclude that the temperature rise in the furnace is most important to the effective absorption of carbon.

〔I〕 緒 言

所謂再生銑鉄は鋼屑を原料として銑鉄を製造する事である。従つて炉内反応に於て、鋼から銑鉄に移行する為めの炭素の吸収が行われている。これが如何なる反応機構に依つて主に行われているかに就いては、種々の異つた研究報告が出ているだけで、今以て確定的な結論が得られていない。とも角茲では実際の実験操業に於て風量, 風圧及び熱風温度が炭素の吸収に如何なる影響度を持つているかに就いて測定数値に基いて検討を加えてみる事にし度い。

〔Ⅱ〕 実験方法及び測定値

実験に使用した炉の構造は、羽口面炉内径 1,250mm 有効高さ 3,250mm, 羽口比 64:8 で操業は 17時間の連続操業である。装入原料はブリキ屑, 鉄鋸屑及び旋盤屑などであつて、これらの炭素含有量は製品として採取した試料銑鉄の炭素含有量と比較すれば、何れも大局的には大同小異と見做す事が出来る。

茲では初込コークスの高さ 1 米半, コークス比 70%の二条件を同じくする二回の実験に於ける測定値に就いて検討してみる。この場合採取した製品銑鉄の試料と風量, 風圧及び熱風温度などの測定値に就いては炉内反応の時間的ズレを考慮する必要がある。経験上この操業に於て試料採取時刻と各測定時刻との間には約 40分前後のズレが認められるので、採取した試料に対してこの時間だけ前にさかのぼつた風量, 風圧及び熱風温度の測定値を以て相応するものとした。尙、試料は約 1 時間毎に採取し風量, 風圧及び熱風温度の測定は、別個に夫々約 30分毎に行つたものである。

〔Ⅲ〕 熱風温度及び風圧と炭素量の関係

(1) 実験①の場合

第 1 表のデータに基いて推計学 (Statistical Methods) に於ける重相関 (Multiple correlation)

を適用して検討してみる。即ち風圧 (x) の各測定値の総和を求めると $\Sigma x = 10,990$ 同様に $\Sigma y = 4,483$ $\Sigma z = 49.78$ 又これらの平均値は $\Sigma x/n = \bar{x} = 10990/13 = 845.4$ $\bar{y} = 344.8$ $\bar{z} = 3.829$ 更に各項の夫々の測定値とその平均値との差、即ち偏差 $X = x - \bar{x}$ を求め、その自乗和 ΣX^2 を計算すれば $\Sigma X^2 = 28,373.08$ 同様に $\Sigma Y^2 = 7,143.7$ $\Sigma Z^2 = 0.29609$ 尙 $\Sigma XY = -59.24$ $\Sigma YZ = 32.068$ $\Sigma ZX = -14.096$ 更に $\sigma_x = \Sigma X^2/n = 2,182.54$ $\sigma_y = \Sigma Y^2/n = 549.515$ $\sigma_z = \Sigma Z^2/n = 0.02277$ これらの計算値に基いて相関係数を求めれば $r_{xy} = \Sigma XY / \sqrt{\Sigma X^2 \cdot \Sigma Y^2} = -0.004162$ $r_{yz} = \Sigma YZ / \sqrt{\Sigma Y^2 \cdot \Sigma Z^2} = 0.6974$ $r_{zx} = \Sigma ZX / \sqrt{\Sigma Z^2 \cdot \Sigma X^2} = -0.4957$ r_{xy} と r_{yz} を較べてみると、その絶対値は r_{yz} の方が大である。従つて z に対して x より y の方が影響が大きい事が判るが、尙 この比較をするために標準測度係数 (R) を求めてみると $R_{zx} = r_{yz} \cdot r_{xy} - r_{zx} = 0.4928$ $R_{yz} = r_{zx} \cdot r_{xy} - r_{yz} = -0.6953$ であつて z に対する y の影響は x の約 1.4 倍と云ふ事になる。尙回帰平面 (Regression plane) の方程式

$$R_{zx} \frac{(x-\bar{x})}{\sigma_x} + R_{zy} \frac{(y-\bar{y})}{\sigma_y} + R_{zz} \frac{(z-\bar{z})}{\sigma_z} = 0$$

を求むれば

$$Z = -0.000000507x + 0.00000287y + 3.8195$$

つまりこの平面を中央平面とする位置に各データが点在している事になる。

第 2 表

試料 No.	風圧 (x) mm 水柱	熱風温度 (y) °C	C (%) (z)
1	740	375	3.75
2	750	400	4.05
3	800	400	4.05
4	780	420	4.25
5	800	410	4.15
6	820	410	4.25
7	780	410	4.25
8	780	400	4.25
9	760	360	4.15
10	680	385	4.25
11	650	415	4.15
12	690	435	4.15
13	710	425	3.90
14	830	395	4.00

第 1 表

試料 No.	風 圧 (x) mm 水柱	熱風温度 (y) °C	C (%) (z)
3	750	340	3.80
4	850	340	3.94
5	910	340	3.85
6	800	360	3.86
7	835	320	3.86
8	850	330	3.78
9	820	320	3.68
10	850	383	3.97
11	830	390	3.96
12	800	320	3.72
13	880	350	3.97
14	885	370	3.97
15	930	320	3.42

(2) 実験②の場合

第 2 表に従つて前と同様に $\Sigma x = 10,570$ $\Sigma y = 5,640$ $\Sigma z = 57.60$ $\bar{x} = 755$ $\bar{y} = 402.857$ $\bar{z} = 4.11428$

$$\Sigma X^2 = 38,950 \quad \Sigma Y^2 = 5,135.714 \quad \Sigma Z^2 = 0.3086$$

$$\Sigma XY = -2007.14 \quad \Sigma YZ = 8.3287 \quad \Sigma ZX = 8.4992$$

$$\sigma_x = 2,782 \quad \sigma_y = 366.8 \quad \sigma_z = 0.02122$$

$$r_{xy} = -0.1385 \quad r_{yz} = 0.2188 \quad r_{zy} = 0.0985$$

$$R_{zx} = -0.12887 \quad R_{yz} = -0.23246$$

即ちこの場合は y の方が x の約 1.8 倍の影響がある事になる。回帰平面は次式で表される。

$$Z = 0.000000926x + 0.000012y + 4.114$$

以上の検討により、この操業に於ては C % に対して熱風温度の方が風圧より影響力が大である事が知られる。

〔IV〕 風量及び風圧と炭素量の関係

前回の熱風温度と風圧の關係に於て 更に風量を加

える事に対して問題が起る訳であるが、これらの要因は組織的な変動が無いものと見做して、同じ採取試料に対して、風量と風圧の重相関を考えてみることにする。この場合試料に應ずる風量の測定が少ないために、データは第3表のようになる。

第3表

試料 No.	風量 (x) m ³ /min	風圧 (y) mm 水柱	C (z) %
6	55	800	3.86
7	56	835	3.86
8	60	850	3.78
9	57	820	3.68
10	60	850	3.97

これによると $\Sigma x = 288$ $\Sigma y = 4,155$ $\Sigma z = 19.15$

$\bar{x} = 57.6$ $\bar{y} = 831$ $\bar{z} = 3.83$ $\Sigma X^2 = 21.2$

$\Sigma Y^2 = 1,820$ $\Sigma Z^2 = 0.0464$ $\Sigma XY = 172$

$\Sigma YZ = 2.55$ $\Sigma ZX = 0.180$ $\sigma_x = 4.24$ $\sigma_y = 364$

$\sigma_z = 0.00928$ $r_{xy} = 0.8951$ $r_{yz} = 0.01114$

$r_{zx} = 0.1833$ $R_{zx} = -0.17336$ $R_{yz} = 0.15295$

即ち z に対して x は y の 1.13 倍の影響がある。

回帰平面は

$$Z = 0.0000977x - 0.0000086y + 3.825$$

(2) 実験②の場合

第4表

試料 No.	風量 (x) m ³ /min	風圧 (y) mm 水柱	C (z) %
1	52	740	3.75
2	57	750	4.05
3	57	800	4.05
4	55	780	4.25

第4表の data に基いて $\Sigma x = 221$ $\Sigma y = 3,070$

$\Sigma z = 16.10$ $\bar{x} = 55.25$ $\bar{y} = 767.5$ $\bar{z} = 4.025$

$\Sigma X^2 = 16.75$ $\Sigma Y^2 = 2,275$ $\Sigma Z^2 = 0.1275$

$\Sigma XY = 112.5$ $\Sigma YZ = 10.75$ $\Sigma ZX = 0.925$

$\sigma_x = 4.1875$ $\sigma_y = 568.75$ $\sigma_z = 0.031875$

$r_{xy} = 0.5763$ $r_{yz} = 0.63119$ $r_{zx} = 0.63296$

$R_{zx} = -0.28943$ $R_{yz} = -0.25475$

即ち x は y の 1.13 倍の影響をもっている。尙回帰平

面は $Z = 0.003068x + 0.0000223y + 3.685$

(V) 風量及び熱風温度と炭素量の関係

同様にして風量と熱風温度の関係を取り上げれば

第5表に従つて $\Sigma x = 288$ $\Sigma y = 1,713$

$\Sigma z = 19.15$ $\bar{x} = 57.6$ $\bar{y} = 342.6$ $\bar{z} = 3.83$

$\Sigma XY = 71.2$ $\Sigma YZ = 9.52$ $\Sigma ZX = 0.18$

$\sigma_x = 4.24$ $\sigma_y = 623.04$ $\sigma_z = 0.00928$

$r_{xy} = 0.28321$ $r_{yz} = 0.7908$ $r_{zx} = 0.1833$

$R_{zx} = 0.04064$ $R_{yz} = -0.7389$

即ち y は x の 18.18 倍の影響がある。回帰平面は

$$Z = 0.000144x + 0.00000618y + 3.830$$

(2) 実験②の場合

第6表に従つて $\Sigma x = 221$ $\Sigma y = 1,595$

$\Sigma z = 16.10$ $\bar{x} = 55.25$ $\bar{y} = 398.75$ $\bar{z} = 4.025$

$\Sigma X^2 = 16.75$ $\Sigma Y^2 = 1,018.75$ $\Sigma Z^2 = 0.1275$

$\Sigma XY = 76.25$ $\Sigma YZ = 11.375$ $\Sigma ZX = 0.925$

$\sigma_x = 4.1875$ $\sigma_y = 254.69$ $\sigma_z = 0.0319$

$R_{zx} = -0.070746$ $R_{yz} = -0.616722$

即ち y は x の 8.7 倍の影響がある。回帰平面は

$$Z = 0.000583x + 0.000119y + 3.945$$

第5表

試料 No.	風量 (x) m ³ /min	熱風温度 (y) °C	C (z) %
6	55	360	3.86
7	56	320	3.86
8	60	330	3.78
9	57	320	3.68
10	60	383	3.97

第6表

試料 No.	風量 (x) m ³ /min	熱風温度 (y) °C	C (z) %
1	52	375	3.75
2	57	400	4.05
3	57	400	4.05
4	55	420	4.25

〔VI〕 考 察

以上何れの場合に於ても実験①と②では炭素量に対する風量、風圧及び熱風温度の関係は、同一の傾向を示していることが判る。尙風圧と熱風温度並びに、その時の風圧と炭素量との相関係数をみると、絶対値は小さいが実験①も②も共に逆相関を示している。データの少い風量と組合せた風圧との関係では正相関であるが、試料の多い風圧、C%及びSi%の関係でも風圧の相関係数は共に絶対値は小さいが負である。然し圧力の数値は時刻によつて相当の変動を示しているので、採取試料に相応する数値の取り方によつても或る程度異つた結果になる事が考えられる。何れにしてもその絶対値は小さい。全体として以上の事柄を見るならば、炭素の吸収に対して影響力は風圧、風量、熱風温度の順に大となつていることがわかる。尙これらに就いて夫々回帰平面を画いてみるならば、この平面が z 軸と交わるC%点の周囲の極く小範囲にしか x 及び y の値が作用しないことが判る。これは又平面の方程式に於て x 及び y の係数が極めて小さい事でも考えられることである。

〔VII〕 総 括

鋼から銑鉄に至る操業過程に於て、熱風温度が最も影響度が大きく、これに次いで風量である。結局に於てこれらは何れも燃焼温度の上昇を裏付けするものであつて、換言すれば炉内を高温度にして、良く溶解反応を起させれば炭素の吸収も良くなると云うことが、以上の検討によつて考えられる。この推計的検討が実際の操業に於ける冶金学的考察に対しても矛盾なく認められるのである。

① 再生銑鉄の研究（第Ⅰ報）

—再生銑鉄熔製に於ける珪素の導入に就いて—

（富山大学工学部紀要，第1巻，第1号）

再生銑鉄の研究（第Ⅱ報）

—特に操業法と組織に就いて—

（富山大学工学部紀要，第3巻，第1号）