

(b) 腐食 V.S. についてはブロワーのインペラー、一部ダクト内面等湿排ガスに接する部分をステンレスに取替えた。また PH 調整を充分注意して実施せねばならない。E.P. では腐食に対しては最初から考慮しているため問題はない。

(c) ダストの堆積 V.S. ではベンチュリー部やダクト堆積したダスト除去のため、掃除孔、ポケットの設置、ベンチュリーの設計改良を行い、インペラーへの附着ダストは定期的な分解除去を行なっている。

E.P. では前者の経験から掃除孔を最初から設置している。ブロワーは6カ月間分解していないが好調である。

(d) 構造 V.S. におけるベンチュリー前のクーラーは不要と考えられたが、最終的結論として収塵効率、揚水ポンプの故障時を考慮すれば設置することが望ましく、現在は設置されている。セパレーターは拡大され充分水分を除去できるようにし、なお不充分の場合はエリミネーターを設置することにした。

E.P. においては当初調湿に問題があったが、スプレーノズル径を5mmより3.5mmに変更して良好となった。碍子は定期的に掃除せねばならないが順調に稼働している。

(e) ダストの処理 V.S. ダストは脱水が容易でなく、E.P. ダストは粉塵となりやすい。現在ダストは廃棄しているが、有効利用が実用化されれば後者の方が遙かに利用が容易であろう。

(f) 休止期間 排ガスを集合管でバランスさせても修繕時には処理能力が不足気味で完全収塵には問題がある。出鋼調整も含めて修繕時の対策はなお問題として残されている。

### 3. コストの比較

両収塵機のコスト比率を Table 3 (省略, 会場掲示) に示す。E.P. の修繕についてはいまだ明確な把握ができないが定常運転のみを比較すれば3年2カ月以上の使用に対してはE.P. が有利となる。

### V. 総 括

昭和36年12月現在、当初は平炉20基をV.S.10基、E.P.2基で賅っているが、比較して要約すればつぎの通りである。

(1) 収塵効率はV.S.95.8%, E.P.97.8%を示し、E.P.が平均で2%効率が高い。

(2) V.S. および E.P. 両者共通の問題に腐食が挙げられるが、E.P. に関しては、V.S. の経験を活用したことにともより、6カ月経過後も良好な状態を維持している。

(3) 正常運転を維持するためにはV.S. はE.P. に比し定期修繕、PH調整等に相当な配慮を行なう必要がある。No. 62059

(4) コスト的には定常運転状態でのみ比較すれば、3年2カ月以上の使用に対してはE.P. が有利となる。

## (59) 平炉の熱勘定

川崎製鉄千葉製鉄所

岩村英郎・○藤本芳男・塩川信正

### Heat Balance of Open Hearth Furnaces.

EIRO IWAMURA, YOSHIO FUJIMOTO  
and Nobumasa SHIOKAWA.

#### I. 緒 言

昭和36年2月、当社千葉製鉄所において平炉の熱勘定を行なつたが、その主な目的はつぎのとおりである。

- (i) メルツ・ベーレンス型平炉の熱収支の調査
- (ii) 大量酸素製鋼を行なう平炉の熱収支の調査

#### II. 千葉製鉄所平炉工場の概要

前回の熱勘定は昭和33年2月に実施した。その後4, 5, 6号平炉を新設し、旧1, 2, 3号平炉を改造して能力を増大した、またこの新設および改造に伴つて平炉全基に対して新たにドアフレームボイラ、水管式排熱ボイラ、およびコットレルを設置したが、特に3号平炉は改造に際してメルツ・ベーレンス型式を採用し、同時に裏壁ボイラを設置した。その他酸素工場を増設し、平炉工場付帯設備の能力増強を計り、製鋼能率をいちじるしく向上し、かつ熱量原単位を大巾に減少せしめている。

#### III. 熱勘定実施要領

対象炉として新設平炉では4号炉を、また改造平炉では3号平炉を選んだが、両炉の設備概要はTable 1に示す通りである。

熱勘定はそれぞれ連続3ヒートについて行なつたが、

Table 1. Profile of open hearth furnaces.

| Furnace No.          | No. 3  | No. 4  |
|----------------------|--|--|
| Tapping capacity     | 150 tons (Nominal)   | 150 tons (Nominal)   |
| Type of furnaces     | Maerz Boehlens type  | Basic single up-take type  |
| Furnace dimensions   | Length 14.2 m, Width 4.9 m   | Length 14.5 m, Width 4.9 m   |
| Bath dimensions      | Area 69.58m <sup>2</sup> , Center depth 735mm                        | Area 71.05m <sup>2</sup> , Center depth 830mm                        |
| Checker dimensions   | Section area      Depth<br>6.5m×6.5m      5.54m                      | Section area      Depth<br>7.0m×7.0m      6.4m                       |
| Up-take section area | 5.13m <sup>2</sup>   | 6.65m <sup>2</sup>   |
| Canal section area   | 3.64m <sup>2</sup>   | 5.68m <sup>2</sup>   |
| Stack dimensions     | Height      Bottom dia.      Top dia.<br>55m      3.3m φ      2.5m φ | Height      Bottom dia.      Top dia.<br>55m      3.3m φ      2.5m φ |
| Induced fan spec.    | Turbo fan, 60,000Nm <sup>3</sup> /h, 250mmAq                         | Turbo fan, 60,000Nm <sup>3</sup> /h, 275mmAq                         |
| Dust catcher spec.   | Electro-static precipitator  | Electro-static precipitator  |

Table 2. Performance data.

| Furnace No.                                   | No. 3               |         |         | No. 4               |         |         |
|---|---------------------|---------|---------|---------------------|---------|---------|
|   | 8410                | 8411    | 8412    | 2402                | 2403    | 2404    |
| Type of steel                                 | (Low-carbon rimmed) |         |         | (Low-carbon rimmed) |         |         |
| Weight of charge (kg)                         | 187,250             | 188,250 | 186,670 | 185,800             | 182,450 | 188,000 |
| Weight of Fe-ore (kg)                         | 5,350               | 7,650   | 6,550   | 9,150               | 6,300   | 9,010   |
| Weight of lime (kg)                           | 1,800               | 2,400   | 2,050   | 1,900               | 1,700   | 1,840   |
| Weight of limestone (kg)                      | 4,950               | 5,480   | 4,050   | 4,450               | 5,650   | 3,856   |
| Pig ratio (%)                                 | 61.7                | 62.4    | 62.9    | 63.5                | 60.6    | 61.7    |
| Ingot yield (%)                               | 89.1                | 87.6    | 88.9    | 89.8                | 93.8    | 89.1    |
| Heat time (charge to tap) (h-mm)              | 3-13                | 3-01    | 2-44    | 3-03                | 2-33    | 2-40    |
| Fuel consumption ( $\times 10^3$ kcal/t)      | 230                 | 228     | 203     | 299                 | 249     | 261     |
| Oxygen consumption ( $\text{Nm}^3/\text{t}$ ) | 39.1                | 43.5    | 40.8    | 32.0                | 29.9    | 33.5    |

Table 3. Heat-balance.

| Year                                   |   | 1955  | 1956  | 1957  | 1958  | 1961  |       |
|--|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Order of heat-balance                  |   | 1st   | 2nd   | 3rd   | 4th   | 5th   |       |
| Furnace No.                            |   | No. 1 |       |       |       | No. 3 | No. 4 |
| Input heat<br>( $\times 10^3$ kcal/t)  | (1) Heat from fuel                            | 808   | 598   | 540   | 397   | 220   | 270   |
|  | (2) Heat by oxidation                         | 260   | 244   | 240   | 304   | 393   | 369   |
|  | (3) Sensible heat of hot metal                | 142   | 132   | 129   | 165   | 145   | 139   |
|  | (4) Heat by slag formation                    | 12    | 15    | 16    | 18    | 17    | 17    |
|  | (5) Sensible heat except hot metal            | 8     | 10    | 7     | 4     | 24    | 26    |
|  | (6) Total input heat                          | 1,230 | 999   | 932   | 888   | 799   | 821   |
| Output heat<br>( $\times 10^3$ kcal/t) | (7) Sensible heat of steel                    | 323   | 337   | 335   | 321   | 321   | 323   |
|  | (8) Sensible heat of slag                     | 61    | 77    | 75    | 79    | 98    | 89    |
|  | (9) Heat for decomposition                    | 101   | 49    | 46    | 60    | 74    | 91    |
|  | (10) Heat to door frame boiler                | —     | —     | —     | —     | 50    | 51    |
|  | (11) Heat to back wall boiler                 | —     | —     | —     | —     | 23    | —     |
|  | (12) Heat loss by cooling water               | 107   | 130   | 107   | 126   | 35    | 47    |
|  | (13) Heat loss by waste gas                   | 325   | 233   | 258   | 223   | 175   | 176   |
|  | (14) Unknown heat loss                        | 313   | 173   | 111   | 79    | 23    | 44    |
|  | (15) Total output heat                        | 1,230 | 999   | 932   | 888   | 799   | 821   |
| Heat efficiency (%)                    | $\eta_1 = (7) + (8) + (9) / (1)$              | 60.0  | 77.4  | 84.4  | 115.9 | 224.1 | 186.3 |
|  | $\eta_2 = (7) + (8) + (9) / (1) + (2)$        | 45.4  | 55.0  | 58.5  | 65.6  | 80.4  | 78.7  |
|  | $\eta_3 = (7) + (8) + (9) / (1) + (2) + (3)$  | 40.1  | 47.5  | 50.2  | 53.1  | 65.0  | 64.7  |
|  | $\eta_4 = (15) - (12) - (13) - (14) / (6)$    | 39.4  | 46.3  | 48.9  | 51.8  | 70.8  | 67.5  |
| Reference                              | Heat time (charge to tap) (h-mm)              | 7-05  | 6-07  | 5-22  | 4-42  | 2-59  | 2-45  |
|  | Fuel consumption ( $\times 10^3$ kcal/t)      | 808   | 598   | 540   | 397   | 220   | 270   |
|  | Oxygen consumption ( $\text{Nm}^3/\text{t}$ ) | 0     | 3.9   | 7.7   | 18.3  | 41.2  | 31.8  |
|  | Pig ratio (%)                                 | 50.4  | 46.5  | 45.2  | 60.2  | 62.3  | 61.9  |
|  | Weight of Fe-ore (kg/heat)                    | 9,350 | 1,303 | 1,357 | 7,423 | 6,517 | 8,153 |

その操業データは Table 2 に示す通りであつた。

#### IV. 熱勘定結果

今回の熱勘定から得られた熱収支を過去の熱勘定における熱収支と比較して Table 3 に示す。

過去の熱勘定は昭和 30 年より 33 年まで、毎年連続 3 ヒートについて行なつたが、対象炉はいずれも旧 1 号平炉 (No. 1 150 t, Single vp-take type) であつた。

今回の熱収支と過去のそれとを比較して、特に変つてゐる点は、冷却水 (海水) による損失熱量が非常に減少し、約 1/3 となつてゐることである。これはドアフレ

ームの冷却を従来の海水から純水に変えて、排熱を蒸気として回収したためであり、これを有効熱として利用するとともに、ドアフレームの水洩れ事故を減少せしめてゐる。その他、現在まで酸素原単位は毎年増加してゐるが、これと同時につぎのような傾向が見られる。

- (i) 熱量原単位の減少
- (ii) 製鋼時間の短縮
- (iii) 熱効率の向上

#### V. メルツ・ベーレンス型平炉の熱効率について

メルツ・ベーレンス型平炉の特色として

- (i) 修理時間の短いこと
  - (ii) 熱効率の良いこと
- の 2 つが考えられるが、この中、熱効率に関しては、今

回の熱勘定の結果、当初予想していたほど良くないことが判った。この理由として、大量酸素製鋼を行なう場合には、炉の形状より、むしろ酸素の熱効率におよぼす影響の方が大きいと考えられる。しかし、ドアフレームおよび裏壁ボイラの吸収熱をも有効熱量と考えた熱効率  $\eta_4$  では 3 号平炉は裏壁ボイラがあるだけに熱効率は 4 号平炉より約 3% 良くなっている。

VI. 酸素の熱効率におよぼす影響について

Table 3 に示した過去 5 回の熱勘定の結果から、熱量原単位と熱効率との関係を求めると Fig. 1 のようになり、毎年熱量原単位が減少し、これに伴って熱効率が增大していることが判るが、ここで熱効率の増大する理由を考えてみると Fig. 2 に示すように酸素原単位を増加した場合には、製鋼時間が短縮することは承知の通りであるが、製鋼時間が短縮することによつて、摩ガス損

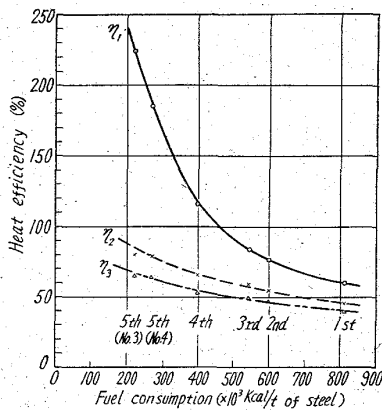


Fig. 1. Heat efficiency vs. fuel consumption.

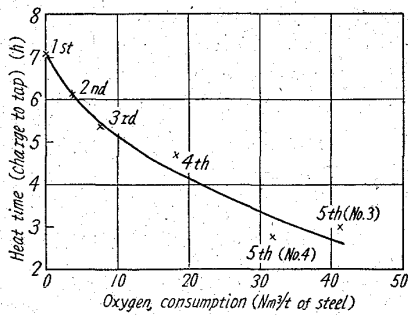


Fig. 2. Variation of heat time with oxygen consumption.

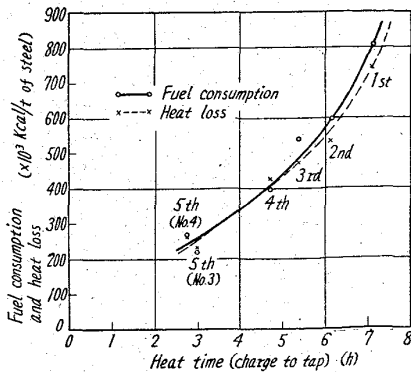


Fig. 3. Variation of fuel consumption and heat loss with heat time.

失熱および冷却水損失熱などの損失熱が減少し、その減少分だけ燃料燃焼熱が減少し熱効率が增大すると考えられる。この考えを裏付けるのが Fig. 3 であり、製鋼時間の短縮に伴って損失熱と燃料燃焼熱がほぼ同じ量で減少している。

VII. 結 言

今回の熱勘定の結果、酸素の影響が非常に大きいことが判った。すなわち酸素を 0 Nm<sup>3</sup>/t から 40 Nm<sup>3</sup>/t にすることで熱効率  $\eta_1$  は 60% から約 200% に増大している。酸素原単位および時間当りの流量をさらに上昇させることによりいかなる傾向をたどるかが今後の問題となる。メルツ・ペーレンス型平炉は他の炉と比較して、さほど違いは認められなかつた。ドアフレーム、裏壁の他、現在はドアアーチにも冷却構造を設置しており、煉瓦損傷を防止するとともに蒸気を有効熱として利用している。

669. 183. 211. 22: 620. 193. 93

(60) 平炉煉瓦炉床の溶損機構について

八幡製鉄所技術研究所

大庭 宏・○杉田 清

On Mechanism of Brick Hearth Wear in an Open Hearth Furnace.

Hiroshi OHBA and Kiyoshi SUGITA.

I. 結 言

平炉煉瓦炉床の操業経過は既報<sup>1)</sup>のごとく当所第 1 製鋼課において好成绩を収めている。今回、煉瓦炉の効果判定の資料を得るため、使用後試料を採取し、変質状況についてスタンプ炉床と比較検討したのでその結果を報告する。

使用後炉床煉瓦は、当所第 1 製鋼課傾注式 100 t 1 号平炉の出鋼口前 (損傷の激しい場所) より採取した。同炉床煉瓦は昭和 36 年 1 月より 3 月末まで 264 回の出鋼後試料である。使用後スタンプ炉床試料は第 3 製鋼課固定式 70 t 平炉より 250 回出鋼後に採取した。使用後スタンプ炉床は使用場所によつて差異が認められたので、出鋼口前と装入口前の 2 箇所より採取した。

II. 試 験 結 果

1. 使用前煉瓦およびスタンプ材の品質

煉瓦は海水マグネシアクリンカーを主原料とし、高圧成形した不焼成マグネシア煉瓦であり、低気孔率、高強度である。スタンプ材は鉄ボンドの海水マグネシアクリンカーで、Periclase (MgO) の大きさは 5  $\mu$  以下であり褐色を呈している。组成的に Periclase, MgO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の他に 2CaO, SiO<sub>2</sub> の存在が予想される。現場ではスタンプ材の粗粒と微粒を混合、苦汁を添加し炉床部にランマーで搗き固め炉床を築造しているが、その品質は Table 1 に示す。

2. 使用後炉床煉瓦およびスタンプ材の試験結果

a. 試料の外観々察結果

炉床煉瓦の原寸は 230mm であつたが、採取試料は 140~150mm であり、約 80~90mm 溶損されている。稼働面は黒色光沢があり、稼働面から 30~50mm は黒褐色で気泡が非常に多く、稀に地金が混入している。そ