

Table 2 のごとくなる。炭素の結晶子径は稼働面に近いものほど大きく、使用前レンガのものが最も小さい。なおスラグよりの酸化物の黒鉛化に対する触媒作用も予想されるので⁹⁾ 当然稼働面近くの炭素の結晶子の成長は若干速くなる。

また炭素の層間距離 $d(200)$ を知るにより黒鉛化度を知ることができる¹⁰⁾。 P を黒鉛化度(%), d を(A) とすると次の式で与えられる¹¹⁾。

$$P=100(3.440-d)/(3.440-3.354) \dots\dots\dots (2)$$

(2) 式より黒鉛化度を計算すると Table 2 のごとくなる。稼働面近くのものは、炭素の約 10% 程度のものが黒鉛化しているが、稼働面より 25~35, 115~125 mm の距離のものはまったく黒鉛化していないことがわかる。使用前レンガでは完全な炭素化がおこなわれていないといえる。

4.3 炭素による耐食性増強の機構について

タールドロマイトレンガ中の炭素がレンガの耐食性増強に有効であることは、すでに周知の事実であるが、レンガの侵食反応における炭素の挙動については必ずしも確認されていない。現在までに公表されている研究結果ではつぎの 2 つの説明が考えられている。

A: 炭素とスラグの濡れ難さ³⁾⁴⁾

B: 炭素によるスラグ成分の還元¹⁾²⁾¹³⁾

この点については現在実験中であるが、上記の A, B 両要因が同時に作用していると考えるのが妥当なようでこの場合、炭素の形態は重要な意味を持つものと考えられる。今後タールドロマイトレンガ中の炭素の形態と耐食性との関連についての詳細な研究が必要であると考えられる。

5. 結 言

タールドロマイトレンガの LD 転炉使用前後の試料につき炭素含有量とその形態を調べた。

1) 使用前レンガについては炭素の大部分がトルエン可溶の芳香族炭化水素の形で存在している。

2) 使用中に揮発性炭化水素のレンガ内での移動、集積が予想される。

3) タールドロマイトレンガ中のタール分は使用中にコークス化され、次第に黒鉛型炭素に変化する。しかしその黒鉛化率は低く、稼働面近くにおいても炭素含有量の約 10% 程度である。

4) レンガの溶損反応における炭素の挙動についてはさらに詳細に検討する価値がある。

文 献

- 1) R. GREGORIE and A. DECKER: Stahl u. Eisen, 74 (1954), p. 24
- 2) P. METZ: Stahl u. Eisen, 74 (1954), p. 10
- 3) 大庭, 杉田: 鉄と鋼, 47 (1961), p.343
- 4) H. BARTHEL: Stahl u. Eisen, 75 (1955), p.1310
- 5) H. WÜBBENHORST: Stahl u. Eisen, 75 (1955), p.1310
- 6) H. AKAMATSU, et al.: Bull. Chem. Soc. Japan, 29 (1956)
- 7) A. W. GROVES: Silicate Analysis, (1951), p.114 [George Allen & Unwin Ltd.]
- 8) P. SHERRER: Göttinger Nachrichten, 2 (1918),

p.98

- 9) 石川, 吉沢: 工業化学雑誌, 66 (1963), p.933
- 10) R. E. FRANKLIN: Acta. Cryst., 4 (1951), p.253
- 11) 石川, 吉沢: 工業化学雑誌, 66 (1963), p. 7
- 12) B. EICHLER and J. OWEN: Refractories J., (1965) August, p. 366
- 13) S. KIENOW and F. HARDERS: Feuerfest kunde, (1961), p. 844

(131) 呉製鉄所転炉工場の建設と操業について

日新製鋼, 呉製鉄所

藤田敏彦・林 英記・○篠田城吉

On the Construction and Operation of LD Converter Plant at Kure Iron Works.

Toshihiko FUJITA, Hideki HAYASHI and Jōkichi SHINODA.

1. 建設とその特徴

呉製鉄所転炉工場は当社の合理化計画の一環として、また将来の普通鋼の溶解センターとして昭和39年4月工事に着工し、昭和40年4月8日火入まで約1年有余を要して完成した。

当所は海岸線に位置した旧海軍工廠跡の約70万m²の狭い敷地の上、転炉工場は平炉、熱延工場に挟まれ幅120m、長さ200mの間に制約されたため、建家、および付属設備の建設にあたり、その配置に苦心が払われた。炉容は高炉、熱延の能力、将来の粗鋼生産量を考慮し公称60t(最高75t)として建家、付属設備は2/3基操業を行なえるよう計画した。

工場配置は制約された敷地のためコンパクトな配置を主眼とした。

(1) 副原料貯蔵庫を転炉棟上部に納め、打込ホッパーよりバケットエレベータで捲き上げる方式を採用し

Table 1. Main equipments.

Name of equipments	Capacity and number
Oxygen converters	60 t (max 75 t) × 2
Mixers	1,500 t × 1, 800 t × 1
Oxygen generator	5,000 m ³ /hr × 1
Oxygen holders	400m ³ × 2 (30 kg/cm ²)
Nitrogen holder	1,700 m ³ × 1 (7 kg/cm ²)
Gas holder	8,000 m ³ × 1
Cranes	110/30 t L.C × 2 for hot metal 35/20 t S.C × 1 for scrap 110/30 t L.C × 1 for pouring 30/15 t S.C × 1 for ladle treating 40 t S.C × 1 for stripping 20 t for mould treating

た。貯蔵庫は 6 銘柄 9 個からなっており、3~7日分の容量を有する。

(2) 1次2次集塵器はいずれも湿式とし、誘引ファンを含めて建家内におさめ、ダスト処理設備、給水設備の設置および運転場所を確保した。

(3) 造塊ヤードは注入を全量上注の台車注入とし、注入ヤードでは注入作業、取鍋作業が互に干渉しないよう修理ピット、ストッパー乾燥炉、取鍋転倒台を配置した。鑄型ヤードでは、鑄型の点検、手入が十分行なえるようヤード全域走行可能なクレーン方式の鑄型手入車を設けた。

(4) 排ガス処理設備は八幡、横山工業開発の非燃焼ガス回収方式(OG方式)を採用した。LD 転炉の排ガス処理設備としては、燃焼方式(ポイラー方式)非燃焼方式があるが、両者を比較した場合、その構造上建設費が低廉、操業が有利、特に出鋼歩留が高い点を考慮し、非燃焼方式の八幡、横山方式を選んだ。

(5) 主原料は転炉を挟み右側から溶銑を搬入し、既設の 800t 混銑炉と 2号 1300t 高炉と一緒に 41年2月新設した 1500t 混銑炉によつて蓄えられる。

屑鉄は転炉の左側で準備し、購入屑を別のストックヤードよりサイドダンプ(最大積載量 3t)で搬入しシュートに落とし込み、ヤード内では鋼片屑のみを準備する、装入は 1シュート、1レール方式とし有効容量を 14.5 m³のシュートと 80t の溶銑鍋で行なう。

なお、成品は順次原料棟、転炉棟、注入棟、鑄型棟と一貫して流れるようにした。

工場配置は Fig. 1, 主要設備を Table 1 に示す。

2. 操業経過

稼働後の操業経過は当所の溶銑事情による操業上の変化はあるが極めて良好である。主要操業成績を Fig. 2, 3, 4 に示す。

2.1 溶銑配合率の推移

転炉で安定した操業を行なうためには溶銑配合率が非常に大きな影響をおよぼす。操業当初より41年3月1300t 高炉完成まで 700t (実際 1550t/day) 高炉1基のため低溶銑操業を余儀なくされた。Fig. 2 に示したように転炉鋼生産量の増加とともに、溶銑の絶対量が不足するため、8月を境として、全量転炉に供給し、平炉を冷銑操業にすると同時に転炉の溶銑率も徐々に下げ、型銑率を増加してその不足を補った。なお型銑使用については将来の溶銑需給バランスを想定し操業まもない5月より試験的に使用を開始した。通常作業としては2月度平均溶銑配合率 67.2% の低溶銑操業を行なつた。ただしこの場合溶銑成分、温度の変化による吹止時の熱バランス、および滓化促進を考慮し、最低スケール 500kg/heat 装入を配合基準とした。なお、炉回数が 100 回以内で型銑配合率 10% を越えると、吹止後型銑が残る場合があり、溶解による温度降下、鋼浴炭素の上昇などによる能率の低下の原因となつた。1300t 高炉が完成した3月以降は溶銑がだぶつき、4月中旬より溶銑率 85% で操業を行なつている。

2.2 能率、歩留

転炉の製鋼能率の向上には吹錬時間、非吹錬時間の短

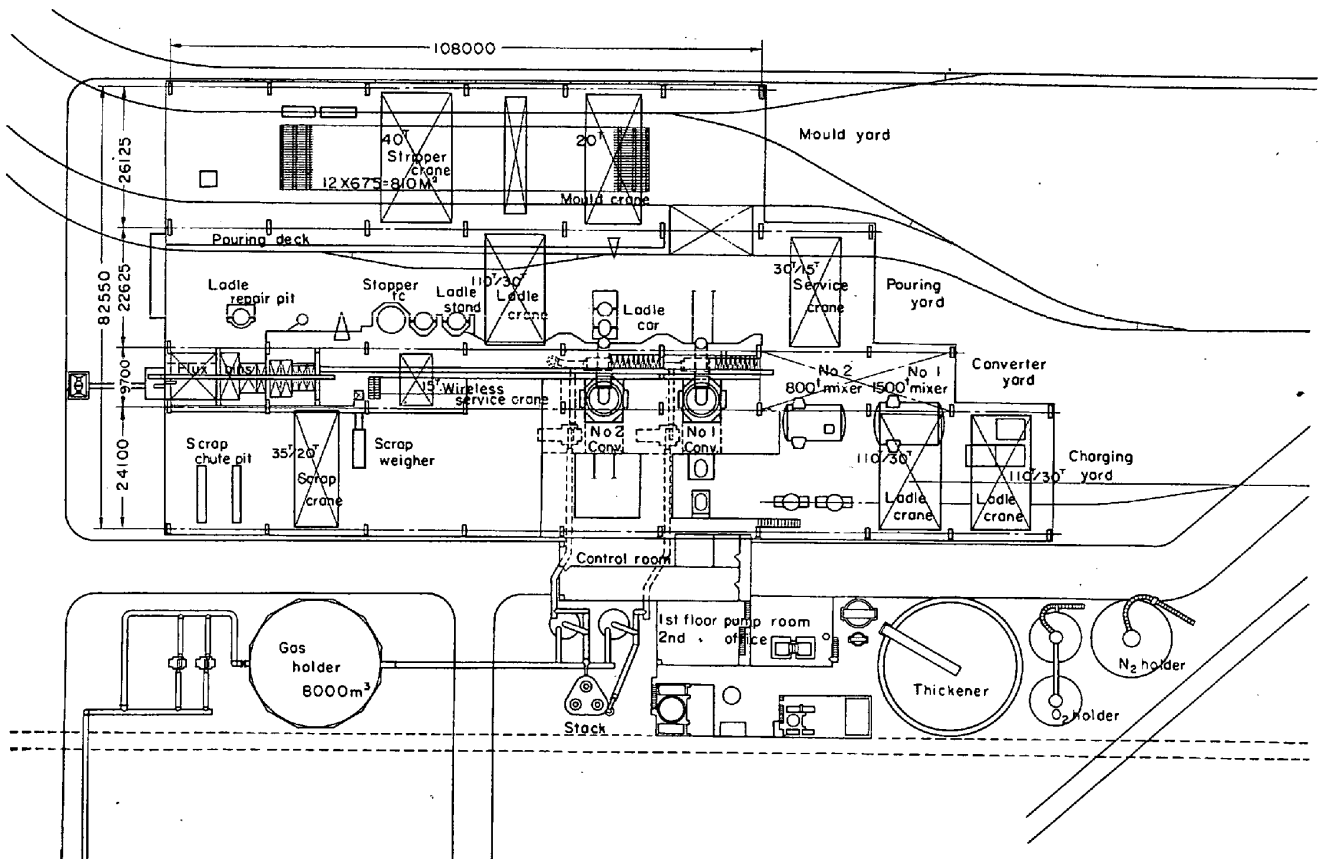


Fig. 1. Layout of LD converter plant.

縮が必要である。吹錬時間は設備的にゆるされる範囲で送酸速度を大にすることにより短縮可能であり、Fig. 2 に示すように当所でも吹錬基準の研究とともに 41 年 2 月まで $167Nm^3/min$ から $210Nm^3/min$ と大巾に増大してその効果をあげている。また低溶銑操業で装入する型銑が能率におよぼす影響も大きく同一混銑率で溶銑だけの場合に比較すると吹錬時間が約 2 min 延長する (混銑率 78%)。製鋼時間も月を追って短縮され能率は 140 t/hr に達している。歩留は Fig. 3 に示すように溶銑配合率により大きな影響を受けているが高溶銑率では密閉式転炉の効果を発揮し、装入冷却材のスケールを還元して高い歩留を示している。(Fig. 3 は 41 年 3, 4 月の操業実績による。)

2.3 ガス回収

非燃焼ガス回収方式の特色である排ガスの回収作業は

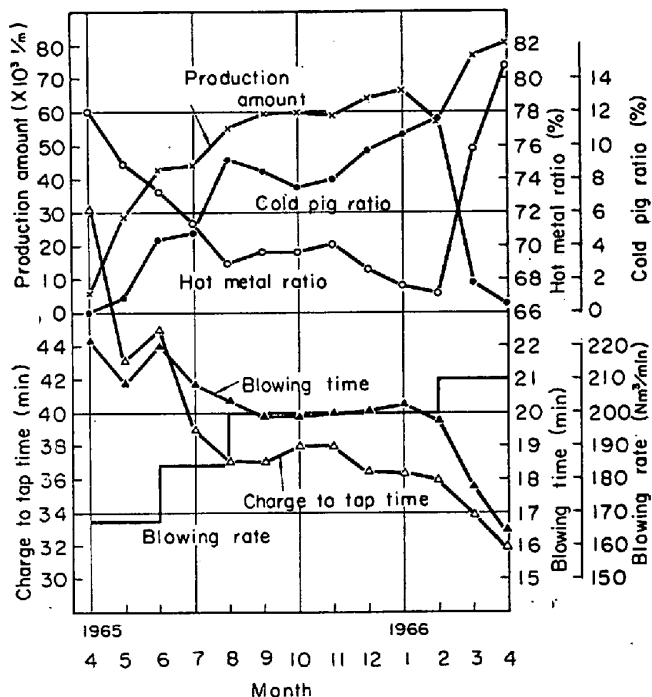


Fig. 2. Operation results.

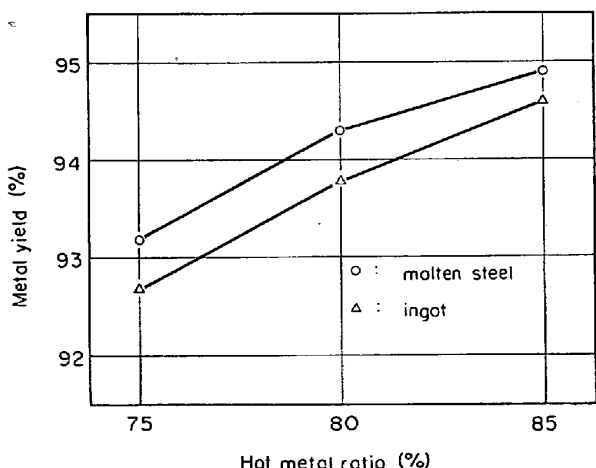


Fig. 3. Relation between metal yield and hot metal ratio.

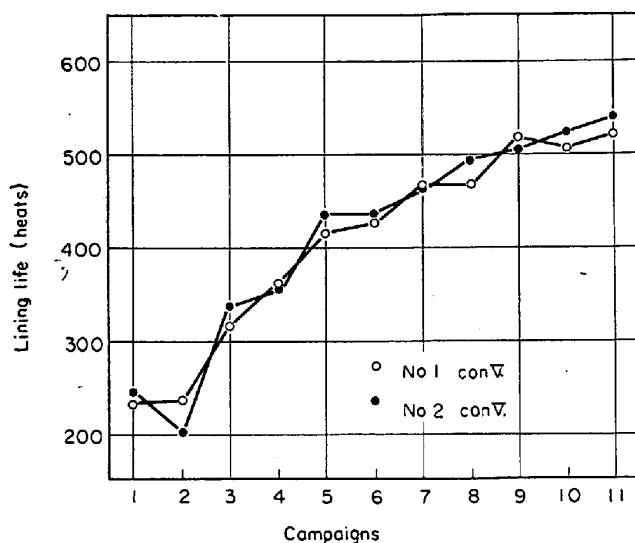


Fig. 4. Lining life.

5 月より試験的に行ない、以後順調にガス回収を行なっている。回収率は約 95% で、CO 60~65%、発熱量 $1800\sim 2000kcal/m^3$ 、回収量 $5500\sim 6500m^3/heat$ である。

回収ガスは高炉ガスと混合して発電所ボイラー用として使用し効果をあげている。

2.4 吹錬

製造鋼種は熱延鋼板が主体で低炭素鋼 (C: 0.10% 以下) 70%、中炭素鋼 (C: 0.11~0.26%) 30% の比率である。使用溶銑成分は混銑炉通過後で C: 4.20~4.50%、Si: 0.40~0.60%、Mn: 0.65~0.85%、P: 0.150~0.180%、S: 0.020~0.035%、temp. $1280\sim 1300^{\circ}C$ である。再吹錬率は約 7%、製品成分的中率は 95% 以上で転用を含めると 99% 以上である。

2.4 炉体寿命

炉体の築造は永久壁が焼成マグネシヤ煉瓦、稼働壁がタードロマイト煉瓦で行なっている。当初侵食の著じるしかつた炉底、スラグラインの使用煉瓦およびその煉瓦積の検討、操業技術の向上と相まって大巾に炉寿命が延長している。炉寿命を Fig. 4 に示したが max. 540 回に達し、煉瓦原単位は $5.0 kg/t$ 以下に下っている。

2.5 設備、操業上の問題点

現在 85% 溶銑率、最高 80 t 良塊量、16 min 吹錬操業条件が計画条件 (75% 溶銑率、最高 75 t 良塊量、18 min 吹錬) を大巾に上まわっており、特に排ガス処理設備は能力一杯で操業している。また吹錬時間の短縮で脱硫率が若干低下している。高溶銑操業になつてからの問題として第 1 にランスの寿命が短くなり、予備ランスが無い場合、交換に 50~60 min 要し、能率の低下をきたしている。第 2 に前装入副原料 (生石灰、蛍虫、ミルスケール) は貯蔵バンカーより 1 チャージ分ずつ切り出し、炉上ホッパーに一時貯え、装入する方法を取っている。冷却剤として最高ミルスケール 5 t、鉄鉱石 1 t 近くを使用するがミルスケール切り出し能力が 1 回 3 t までで残り前装入する場合は装入時間が延長する。このためスクラップと一緒にショートで装入して能率の低下を防止している。

重装入, 能率増加で生産量も 8 万 t/M を越えている。しかしさらに増産するためには造塊能力 (注入, 鑄型設備) が隘路となり, 増強が必要となつている。

3. 結 言

昭和40年4月稼動以来順調に操業を続けているが, 溶銑不足により不安定な操業を行なつてきた。しかし41年3月より 1300 t 高炉の完成とともに生産量は急速に増加しており, さらに高溶銑操業では多少障害があつたが目下 9 万 t/M を目標に増産体制を急いでいる。

(135) 平炉における熱量原単位の算定に関する一考察

八幡製鉄, 八幡製造所

中川 一・鈴木康夫・○吉井 等

Some Studies of the Fuel Consumption in the O.H.F.

Hajime NAKAGAWA, Yasuo SUZUKI and Hitoshi YOSHI

1. 結 言

平炉の燃料原単位は作業条件によつて変化するので熱

エネルギー使用水準を評価するには変動要因の効果を明確には握る必要がある。当所の平炉作業は比較的限定された領域で行なわれてきたが最近に至り原料需給の調整のためかなり広範囲の領域で行なわれるようになり広範囲にわたつて適用できる標準値が必要となつたのでこれの再検討を行なつた。

熱量換算係数については各社において検討が行なわれ多くの報告が提出されており酸素の熱量換算率についてはすでに製鋼部会が熱経済技術部会と共同で検討を行ない第 22 回製鋼部会に報告している²⁾がこの種の解析は従来より理論的検討が不十分であつたと思われたので今回若干の理論的検討を加え比較的満足すべき結果を得たので概要を報告する。

2. 熱量換算係数の理論的検討

2.1 酸素換算係数

door lance より鋼浴に吹き込まれた酸素は素通りがないと仮定すれば CO 反応に 87%, ダスト生成に 13% の割で消費されると考えられる³⁾ので吹き込まれた酸素による熱量の変化は Table 1 のごとく分解される。したがつて酸素の燃料に置換すべき値である酸素換算係数 (K_{O_2}) は鋼浴内の伝熱効率を 100% とすれば (1) 式で表示される。熱効率を (2) 式で表わせば酸素吹精中の熱効率は 30~35% と考えられるので⁴⁾ Table 4 のごとく

Table 1. Calculation data for the coefficient of the oxygen.

Reaction	Calculation (kcal/Nm ³ O ₂)
(a) CO-reaction	$29300 \times 2/22.4 \times 0.87 = 2280$
(b) dust formation	$198500 \times 1/22.4 \times 2/3 \times 0.13 = 770$
(c) combustion heat of exit CO-gas to CO ₂	$67700 \times 2/22.4 \times 0.87 = 5260$
(d) heat content of exit CO-gas at 1600°C	$0.35 \times 1600 \times 2 \times 0.87 = 980$
(e) heat content of exit dust at 1600°C	$0.24 \times 1600 \times 4.8 \times 0.13 = 240$

Table 2. Calculation data of the coefficient for the hot metal.

Reaction	Calculation (kcal/% HM)
(a) heat content of hot metal	$10.2 \times 0.22 \times 1240 = 2780$
(b) reaction heat of hot metal	
$Fe_2O_3 + 3C = 3CO + 2Fe$	$\frac{160}{36} \times 0.46 = 2.04$ $\frac{-110600}{36} \times 0.46 = -1410$
$2Fe_2O_3 + 3Si = 3SiO_2 + 4Fe$	$\frac{320}{84} \times 0.06 = 0.23$ $\frac{226400}{84} \times 0.06 = 160$
$Fe_2O_3 + 3Mn = 3MnO + 2Fe$	$\frac{160}{165} \times 0.08 = 0.08$ $\frac{91000}{165} \times 0.08 = 40$
$2Fe_2O_3 + 6P = 3P_2O_5 + 10 Fe$	$\frac{800}{186} \times 0.03 = 1.13$ $\frac{82700}{186} \times 0.03 = 10$
(c) heat absorption of iron ore	$2.5 \times 0.2 \times 1400 = 700$ $0.5(1600 - 1400) \times 2.5 \times \frac{56}{72} = 190$ <hr/> 890
(d) combustion heat of CO to CO ₂	$\frac{28}{12} \times 0.46 \times \frac{67700}{28} = 2600$
(e) heat content of exit CO-gas	$\frac{22.4}{12} \times 0.46 \times 0.35(1600 - 1400) = 60$