

で、むしろ溶解期と併行して精錬期における溶製作業もモデル化を推進して、溶製作業のコントロールを行なうのが得策であると考えられる。

5. 結 言

平炉の溶解作業をモデル化する目的で工場実験を行ない、溶落 [C] に対する型銑配合率および酸素使用量の効果と溶落温度に対する前溶解時間および酸素使用量の効果を明らかにした。今後さらに工場実験を推進して現場作業への適用を検討して行きたい。

文 献

- 1) 甲斐, 他: 鉄と鋼, 48 (1962) 11, p. 1321.
- 2) 甲斐, 他: 鉄と鋼, 49 (1963) 3, p. 360.
- 3) 井上, 他: 鉄と鋼, 50 (1964) 3, p. 513.
- 4) 山田, 他: 鉄と鋼, 50 (1964) 11, p. 1784.
- 5) 山田, 他: 鉄と鋼, 50 (1964) 3, p. 428.

(115) 平炉における低溶銑操業について

川崎製鉄, 千葉製鉄所 太田 豊彦・斎藤 達
飯田 義治・○大杉 賢三
On Low Hot-metal Ratio Operation of
Open Hearth Furnaces at Chiba Works.
Toyohiko ŌTA, Tōru SAITO, Yoshiharu IIDA
and Kenzō ŌSUGI.

1. 結 言

当社において第2高炉改修工事にともない、平炉工場に供給される溶銑の量が急激に低減し、低溶銑あるいは全冷銑操業を行なわざるを得なくなった。さらに、今後も第3転炉の稼働、または他の高炉の改修工事にともなつて同様の事態になることは容易に予想されるので、その際の生産計画などの資料とするため、今回の低溶銑操業に関して若干の調査を行なつたので、その結果を報告する。

さらに、操業面においては冷銑の節減を目的として全冷銑操業で、バラコークスを添加する試験を行なつたので、その結果もあわせて報告する。

2. 能率に関する調査

2.1 調査方法

第2高炉改修期間中の操業データより、リムド、セミキルド鋼のチャージ単位の記録を基にして解析を行なつた。調査ヒートは410ヒート。特性値、要因として次のものを用い回帰分析を行なつた。

特 性 値

- y_1 : 製鋼時間 (min)
- y_2 : 製出鋼歩留 (%)
- y_3 : 熱量原単位 ($\times 10^3$ kcal/t)

要 因

- x_1 : 酸素使用量 ($\times 10^3$ Nm³/H基)
- x_2 : 溶銑配合率 (%)
- x_3 : 冷銑配合率 (%)

2.2 解析結果

2.2.1 製鋼時間と各要因の関係 (*, 1% 有意)

$$\begin{aligned} y_1 &= 218 \cdot 24 - 70 \cdot 73 x_1^{**} \\ y_1 &= 316 \cdot 39 - 2 \cdot 77 x_2^{**} \\ y_1 &= 227 \cdot 80 + 1 \cdot 21 x_3^{**} \\ y_1 &= 330 \cdot 12 - 71 \cdot 24 x_1 - 0 \cdot 37 x_2 + 1 \cdot 28 x_3 \end{aligned}$$

2.2.2 製出鋼歩留と各要因の関係

$$\begin{aligned} y_2 &= 90 \cdot 83 - 0 \cdot 73 x_1^{**} \\ y_2 &= 91 \cdot 91 - 0 \cdot 003 x_2 \\ y_2 &= 90 \cdot 17 - 0 \cdot 02 x_3^{**} \\ y_2 &= 96 \cdot 09 - 0 \cdot 61 x_1 - 0 \cdot 03 x_2 - 0 \cdot 04 x_3 \end{aligned}$$

2.2.3 熱量原単位と各要因の関係

$$\begin{aligned} y_3 &= 477 \cdot 08 - 170 \cdot 86 x_1^{**} \\ y_3 &= 710 \cdot 86 - 7 \cdot 85 x_2^{**} \\ y_3 &= 511 \cdot 75 + 2 \cdot 79 x_3^{**} \\ y_3 &= 930 \cdot 64 - 161 \cdot 43 x_1 - 4 \cdot 64 x_2 + 0 \cdot 74 x_3 \end{aligned}$$

2.3 考 察

従来、溶銑配合率が30~60%で操業を行なつている場合、各特性値は酸素使用、溶銑配合率の二要因に大きく左右されていたが、今回の低溶銑操業における単回帰分析の結果では、製出鋼歩留を除いて各特性値と諸要因の間には1%有意の関係を得たが、重回帰分析の結果によると各特性値とも酸素使用量の影響度が大きく、溶銑配合率、冷銑配合率の有意性はほとんど、|信頼区間| > 偏回帰係数となつて信頼がうすい。

低溶銑操業においては製鋼時間、熱量原単位などはほぼ酸素使用量によつて決まると考えられ、別の日間単位の記録に基づいた解析でも同様の結果を得ている。低溶銑操業を行なう場合、酸素吹込開始までに材料を焼くいわゆる待ち時間を要するが、この時間が Fig. 1 に示すごとく製鋼時間に大きく影響している。

今日のごとく大量酸素使用時における冷銑操業の経験は少なく、待ち時間に対する作業標準は経験を重ねながら確立されていつたわけであり、冷銑の配合率、酸素の需給バランスによつて変動させた。実際の酸素使用量と待ち時間の関係は Fig. 2 に示す通りである。

このように低溶銑操業の場合、製鋼時間が酸素使用量で決つてくるのは溶解~出鋼の時間はもちろん、待ち時間も酸素使用量に大きく影響されるためである。

次に、今回の解析結果と従来の解析結果の関連を製鋼

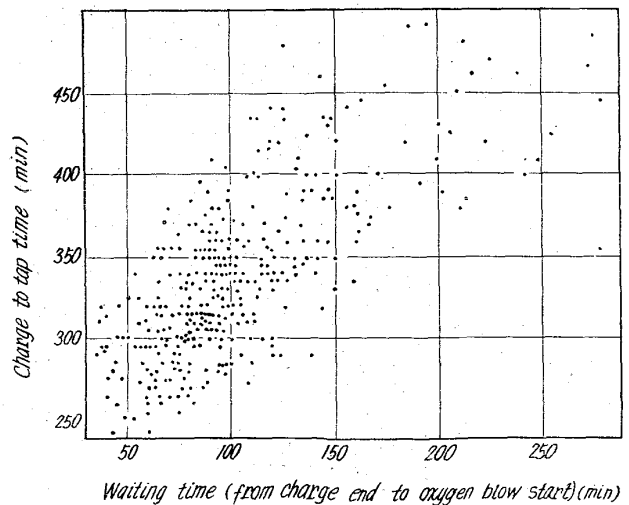


Fig. 1. Relation between waiting time and charge-to-tap time.

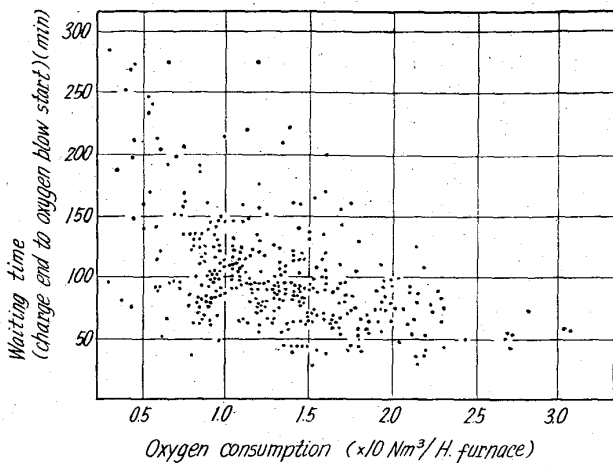


Fig. 2. Relation between oxygen consumption and waiting time.

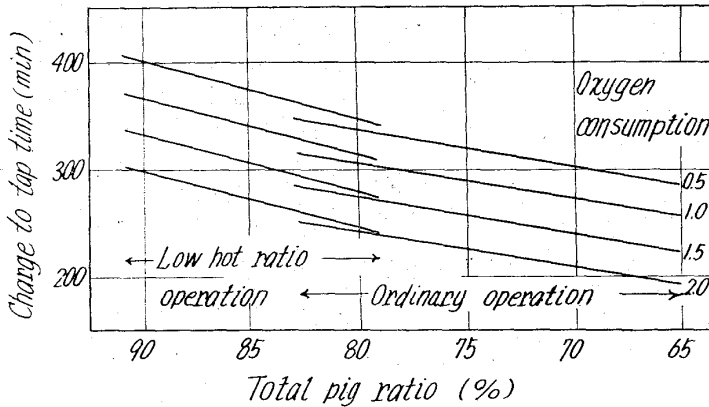


Fig. 3. Relation between pig ratio and charge-to-tap time.

時間について Fig. 3 示す。製鋼時間は銑配合率が高いほど、つまり、冷銑の多いほど、勾配が急になり、酸素使用量が少いほど、従来の式よりずれてくるのは、前述の待ち時間があるためである。

一般に低溶銑操作を行なう場合、能率の向上を計るためには、待ち時間の明確な基準を設けること、および酸素供給量が少ない場合の酸素の使い方に一考を要する。

3. バラコークス試験

3.1 試験方法

一定期間中に1つの炉を定め、冷銑配合率とバラコークスの添加量を Table 1 のごとくし、他の操業条件をできるだけ一定として M. D [C] に着目し、冷銑の節減

Table 1. Test.

Group	Cold pig ratio	Charge coke
A	82.0%	0kg/heat
B	75.0%	600kg/heat

Table 2. Composition and size of coke.

Fixed	Ash	Volatile matter	S	Size
89.1	9.80	1.13	0.53	<20mm

Table 3. Results of test.

Group	A		B	
	7		10	
Nos. of test heat	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Cold pig ratio (%)	82.12	1.09	76.50	2.56
Nos. of oxygen lance charge to melt down time (min)	5.0	0.75	5.4	0.80
Melt down temp. (°C)	200.0	—	205.0	—
Melt down [C] (%)	1525.6	6.78	1529.5	7.23
Melt down [C] (%)	1.879	0.105	1.740	0.215
Corrected melt down [C'] (%)	1.846	0.122	1.737	0.176
Melt down [S] (%)	0.051	0.006	0.050	0.007
Ladle [S] (%)	0.025	0.004	0.025	0.004
Yield of steel (%)	91.05	1.27	91.96	1.56

を試みた。

3.2 試験結果および考察

試験結果を Table 3 に示す。溶落の温度差による補正を行なった [C'] について、平均値の差の検定を行なったところ差は認められず、バラコークス 600kg の添加により冷銑約 5% を節約できると考えてよいであろう。その他鍋下 [S]、歩留などにも差は認められなかつた。

次に実際の工程でバラコークス 500kg/ヒートを使用している結果を Table 4 に示すが、バラコークス使用ヒートは普通ヒートに比して、M. D. [C] が 0.13% 高く、冷銑配合率は約 4% 低くなっている。

4. 結 言

当社のごとく平炉と転炉が共存する工場において、平炉の生産条件の変動はきわめて大である。しかも、当所においては平炉の生産比率が高いので、平炉の生産性に対する正確な予測および、評価を行なう方法を確立しておくことは生産管理、

あるいは原価管理上きわめて重要である。

われわれは本報告において製鋼時間、歩留および熱量原単位におよぼす酸素使用量、溶銑配合率、冷銑配合率の影響を数式化し、また、低溶銑操業時において製鋼時間におよぼす待ち時間の管理の重要性を確認した。

さらに、低溶銑時の原価切下げ策として、約 600kg/ヒートのバラコークスを冷材とともに装入して、約 5% の冷銑を節約し得た。

Table 4. Ordinary operation data.

Charge coke (kg/heat)	Melt down [C] (%)	Proportion of heat (%)	Cold pig ratio (%)	Mean value of melt down [C] (%)
500	1.00 ≤	81.5	78.7	1.538
	<1.00	18.5	78.5	0.677
0	1.00 ≤	75.2	82.9	1.466
	<1.00	24.8	81.7	0.606