

製鉄生産設備能力算定方式*

林 敏**

1. 緒 言

高炉鉄生産設備能力の算定方式として、従来、O. R. RICE の理論、M. A. PAVLOV の理論、また最近では H. SCHENCK と H. KÜPPELSBUCH の理論などが発表されている。

1.1 O. R. RICE の理論

O. R. RICE は羽口先 6 フィート (1.83m) の環状帯を考え、その部分におけるコークス燃焼量は環状帯面積に比例し、従つてコークス燃焼量は炉床径に比例するとした。

$$M = 177(D - 2 \cdot 13) \dots\dots\dots (1)$$

ただし、M: コークス燃焼量 (t/day)

D: 炉床径 (m)

1.2 M. A. PAVLOV の理論

M. A. PAVLOV は、コークス燃焼量は炉床断面積に比例すると考えた。

$$M = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot R \dots\dots\dots (2)$$

ただし、R: 炉床単位断面積あたりのコークス燃焼量 (t/m²·day)

1.3 H. SCHENCK と H. KÜPPELSBUCH の理論

H. SCHENCK と H. KÜPPELSBUCH は羽口先の環状帯の深さは 6 フィート一定のものではなく、炉床径に比例して増加するとし、従つてコークス燃焼量は、M. A.

PAVLOV の云うように炉床断面積に比例するが、その際、予備処理程度、高圧操業などによつて影響を受ける補正係数 γ を導入した。

$$M = \gamma D^2 \dots\dots\dots (3)$$

ただし、 γ : 予備処理程度、高圧操業などによつて影響を受ける係数

10~25 t/m²·day のオーダー

これらの理論はいずれも確立されたものではなく、そのまま日本の高炉にあてはめて計算することには問題がある。

製鉄設備部会は、昭和 38 年 9 月以降、製鉄部会と協同でこの問題に取り組み、昭和 39 年 3 月に暫定案、昭和 39 年 12 月に改定案を作成した。

暫定案および改定案のいずれの算定式においても、外国で使用されている炉床径ないしは炉床断面積に代え、日本で一般に使用されている炉内容積を高炉の大きさを示す数値として使用している。

2. 暫定算定方式 (昭和39年3月提出)

暫定算定方式は、算定の理論がまだ十分解明されていないこと、また、高炉の操業要因を折り込むとバラツキが大きくなるとの考えで、出鉄比 (高炉内容積 1m³あたりの 1 日の出鉄トン数) を、昭和 38 年の実績である 1.25 t/m³/day とし、ほかに酸素富化の影響のみを考慮した簡単なものであつた。

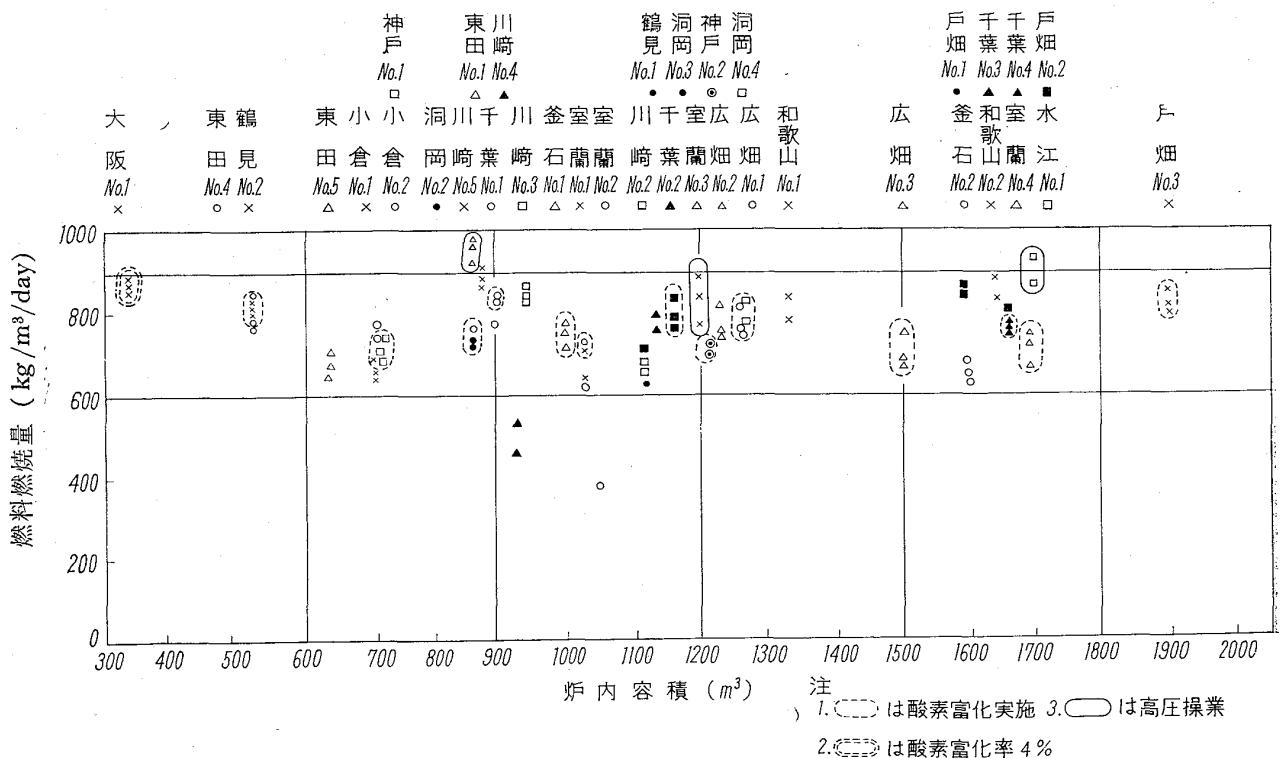


図 1 炉内容積と燃料燃焼量の関係

* 昭和41年4月5日東京大学において講演

** 鉄鋼生産設備能力調査委員会製鉄部会副部長

$$P = 1.25 \times V \times (1 + 0.05e) \times d \times 365$$

P: 年間出銑量 (t/year)

V: 高炉内容積 (m³)

e: 送風中酸素富化率 (%)

α: 銑種係数, 製鋼用銑 1, 鑄物銑 0.85

これに対し, さらに技術的根拠を有し, かつ将来の高炉設計にも利用出来るように, 各種の操業要因を折り込んだ式とすることが望ましいとの要望が出され, 以下のごとき算定方式を作成した。

3. 改定算定方式 (昭和39年12月提出)

本算定方式は今日使用されているものであるが, 高炉の単位炉容 (m³) あたりの燃料 (コークス+補助燃料) 燃焼量を一定とし出銑量は燃料燃焼量を燃料比 (銑鉄トンあたりの所要燃料) で除して求めた。なお, 燃料比は各種操業要因の一次の関数として求められる。

すなわち,

$$\text{出銑量 (t/year)} =$$

$$\frac{\text{燃料燃焼量 (kg/m}^3\text{内容積/day)}}{\text{燃料比 (kg/t)}}$$

$$\times \text{炉内容積 (m}^3\text{)} \times 365 \text{day}$$

ここで, 燃料燃焼量 (kg/m³/day) と燃料比 (kg/t) は必ずしも独立したものではないが, 両者の関係を十分定量化できない段階では, この二つを分けて考える。

3.1 燃料燃焼量について

燃料燃焼量の表示法として, 従来, ①炉床単位断面積あたりのコークス燃焼量 (kg/m²/day) ②羽口先環状帯単位面積あたりのコークス燃焼量 (kg/m²/day) ③炉内単位容積あたりのコークス燃焼量 (t/m³/day) があるが, では③を採用した。

これは①, ②の表示法は, 炉内容積の影響を受け一定ではないと考えられるが, ③の表示法は図1に示すように, 日本の実績では, 炉内容積にほとんど無関係に一定と見られるからである。

図1より, 燃料燃焼量として725 kg/m³/dayを採用し, これに影響を与える要因として高圧操業および酸素富化操業を取り上げた。

3.2 燃料比について

燃料比 (kg/t) = コークス比 + 重油比とし, 燃料比に影響を与える要因として, 送風温度, 銑中 Si%, コークス灰分, 鋸滓比, 焼結およびペレット使用割合を取り上げた。

4. 算定式

前述の考え方にもとづき, 以下の式を作成した。

$$\text{出銑量 (t/year)} =$$

$$A \left[725 \left\{ 1 + 0.05O_2 + 0.01 \times (T.P. - 43) / 70 \right\} \right. \\ \times \text{炉内容積} \times 365 \left. \right] \div \left\{ 590 - 0.25(t - 867) + 70 \right. \\ \left. ([Si] - 0.77) + 10(Ash - 9.7) \right. \\ \left. + 0.25(S.V. - 304) - 1.3(S.P.R. - 57) \right\}$$

ただし, t = 送風温度 (°C)

[Si] = 銑中 Si (%)

Ash = コークス灰分 (%)

S.V.: 鋸滓比 (kg/t)

S.P.R.: 主原料中の焼結およびペレットの使

用割合 (%)

O₂: 酸素富化率 (%)

$$O_2 = \frac{\text{銑鉄 t 当り送風量 Nm}^3 \times 0.21 + \text{銑鉄 t 当り酸素添加量 Nm}^3}{\text{銑鉄 t 当り送風量 Nm}^3 + \text{銑鉄 t 当り酸素添加量 Nm}^3} \times 100 - 21.0$$

T.P.: 炉頂ガス圧 (g/cm²ゲージ圧)

A: 付帯設備, 炉令, 作業上, 原料性状などの制約条件を勘案した係数,

大体 0.85~1.15

本算定式においては, 燃料燃焼量, 燃料比とも所定の操業要因の基準値 (表1) からのずれを, ある係数で補正することにより求めている。

表1 国内高炉 35 基の操業要因の平均 (昭和36年下期)

出銑比 t/m ³ /day	燃料比 kg/t	コークス 比 kg/t	重油比 kg/t	送風温度 °C	コークス 灰分 (%)
1.24	590	586	4	867	9.7

[Si] %	鋸滓比 kg/t	焼結+ペレ ット使用割合 (%)	富化 O ₂ (%)	炉頂圧 (g/cm ²)
0.77	304	57	0.19	43

各要因の補正係数としては, 以下の値を用いた。

- 酸素富化の効果: 1% の酸素富化は 5% の燃料燃焼量増となる。
- 炉頂圧の効果: 70 g/cm² (1 lbs) の炉頂圧上昇は 1% の燃料燃焼量増となる。
- 送風温度の効果: 100°C の送風温度上昇は 25kg/t の燃料比低下となる。
- 銑中 [Si] % の効果: 1% 銑中 [Si] を上昇せしめるには 70kg/t の燃料比の上昇を必要とする。
- コークス灰分: 1% のコークス灰分上昇は 10kg/t の燃料比上昇となる。
- 鋸滓比: 100 kg/t の鋸滓比増加は 25 kg/t の燃料比上昇となる。
- 焼結およびペレットの使用割合: 1% の焼結あるいは, ペレットの使用割合の増加は 1.3kg/t の燃料比低下となる。

5. 算定式における係数について

本算定方式においては, 式全体に, ある範囲をもつ係数 A がかけてあるが, これは現段階において, 組み入れられない要因, または技術以外の制約条件などを勘案したものである。

たとえば, 処理鋸配合割合以外の原料条件, 作業上設備上の制約, 操業上の問題 (壁付, 火入れ直後), 計画上の問題 (経済不況) などの要因は算定式には組み入れていない。

従つて, 全国平均で考えるときは A = 1 と考え, 炉別を対象とする場合は各々の条件を考慮して 0.85~1.15 の範囲を取り得るものとする。

6. 算定方式のチェックおよび改定

本算定式は, 昭和 36 年下期のデータを使用して作

