

(2) 炭素精算に基づく熱量精算の計算方式について以上の三通りの熱精算の方法について比較検討したが炭素精算に基づく熱量精算が炉内反応ともつともよく即応していること、したがって高炉の熱的諸検討をこの方法でおこなうと熱量精算結果がより有効な資料となると考えられる。釜石製鉄所では昭和33年4月からこの方式による熱量精算をおこなっているためその計算方式について報告する。

Table 2 はその計算方式を簡略化して示したものであり Fig. 1 には carbon balance の流れ図と対比せしめて熱量の流れ図を示した。

IV. 結 言

以上高炉における炭素および熱量の消費について考察してきたが、高炉内でいかにコークスが消費され熱量がいかに分配されているかが定量的に把握できた。第2報ではひきつづいて種々の装入物の所要熱量について検討し、これらの熱量的検討の実際操業への応用について考察をすゝめる。

(11) 炭素—熱量的検討結果の高炉操業への応用

(高炉における炭素および熱量的検討—II)

Application of Results Analyzed from Carbon and Heat Consumption to Blast Furnace Operation.

Table 1. Method for calculating heat consumption of various kinds of burdens

No.	項 目	計 算 方 式 (F 鉄)	備 考
(1)	鉄中に溶解するC	$0.0449 \times (\text{Fe} \%)$	
(2)	Si, Mn, p 還元用C	$0.01932 \times (\text{Fe}\%) + 0.1311 \times (\text{Mn}\%)$	
(3)	酸化鉄直接還元用C	$\{0.167(\text{FeO}\%) + 0.225(\text{Fe}_2\text{O}_3 \%) \} \times 0.303$	$\eta \text{ D. } R = 0.303(\text{F})$
(4)	最低所要固定C	(1) + (2) + (3)	
(5)	酸化鉄間接還元用C	$\{0.167(\text{FeO}\%) + 0.225(\text{Fe}_2\text{O}_3 \%) \} \times 0.697$	$\eta \text{ I. } R = 0.697(\text{F})$
(6)	最低所要C	(4) + (5)	
(7)	Si, Mn, Pの還元熱	$119.6 \times (\text{Fe}\%) + 752 \text{ g} \times (\text{Mn}\%)$	
(8)	Solution lossの熱	$3.239 \times (3)$	
(9)	Ca CO <sub>3</sub> の燃焼熱	$760 \times \text{CaO} (\text{kg} / 100 \text{ kg ore})$	
(10)	熔鉄の頭熱	$y \times 0.2247 \times (\text{Fe}\%)$	$y = 0.80x + 375.2$
(11)	熔滓の〃	$(y + 100) \times 0.287 \times \text{鉄滓生成量} (\text{kg} / 100 \text{ kg ore})$	(x: pyrometer による) 熔鉄温度(°C) 熔滓温度 = y + 100(°C)
(12)	装入物中の水分蒸発熱	水分(kg/100kg ore) × 620	
(13)	最低消費熱量	(7) + (8) + (9) + (10) + (11) + (12)	
(14)	酸化鉄間接還元熱 (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	$50 \times (\text{Fe}_2\text{O}_3 \%)$	
(15)	Ditto " (FeO)	$19 \times (\text{FeO}\%)$	
(16)	鉄滓生成熱	$140 \times \text{鉄滓生成量} (\text{kg} / 100 \text{ kg ore})$	
(17)	装入物頭熱	$17 \times \text{平均気温} (^\circ\text{C})$	
(18)	入 熱 計	(14) + (15) + (16) + (17)	
(19)	所要固体炭素発熱量	$2428 \times (4)$	
(20)	湿 100 kg 当り所要熱量	$\{(13) + (19) - (18)\} \times 100 / 100 - (\text{H}_2\text{O}\%)$	

(Studies on the consumption of carbon and heat in a blast furnace—I)

Jyun Sawamura, et alii.

富士製鉄, 釜石製鉄所, 製鉄部

○沢村 惇・太田 奨・福田隆博

I. 緒 言

第1報では高炉における炭素精算および熱量精算の機構とその方式について種々考察し、その結果炭素および熱量の炉内における消費とその分配がいかにおこなわれているかがほぼ定量的に明らかになったが、つぎに装入物の所要熱量を計算し、これらの諸検討の高炉操業への応用について考察をおこなった。

II. 装入物の所要熱量の計算について

熔鉄炉に装入される各原料の所要熱量をすることは高炉操業上はもちろんのこと、種々の熱量的検討をおこなう上に不可欠のことであるといつてよい。

現在釜石製鉄所では個々の装入原料の化学的性質から各原料の100kg当りの消費熱量をカーボンバランス、ヒートバランスに基づいた方法でおこなっているが、Table 1. に鑄物鉄用原料100kg当りの所要熱量の計算方式を示した。

III. 炭素—熱量的検討結果の高炉操業への応用

以上の carbon balance, heat balance 装入物所要熱量の資料から操業上便利と考えられる諸関係式、およびコークス比低下のための理論的考察をおこなつて見よう。

(1) 鉄中 Si% 調整に必要な熱量について

平炉鉄では意識的な鉄中 Si% の調整はおこなわれないが、鋳物鉄では鉄種により Si% が異なるため目標鉄種吹製のために鉄滓調整と熱量調整により Si% の調整をはからなければならない。また平炉鉄から鋳物鉄への、鋳物鉄から平炉鉄への切替の場合にも同様のことがいえる。しかるに Si% の還元度を高めるためには炉全体の熱的レベルを高めねばならないが、Si% と炉の熱レベルの関係は簡単な熱量計算で決定することは困である。ここでヒートバランスで求めた鉄 t 当りの所要熱量と Si% の相関を検討した結果 Si% を 1% 高めるには 150,000 kcal/t.pig の熱量が必要であることがわかった。送風温度に換算すると 23°C に相当する。この関係を使用することにより Si% の調整が容易になり、装入物の所要熱量とむすびつけば鉄種切替などの計算は容易である。

(2) 所要送風量の計算式について

操業計画をたてたり、熱風炉の燃焼法の標準化のためには所要風量を計算することが必要となるが、カーボンバランスで説明したごとく高炉に送風された空気は全部羽口先でコークスの燃焼に消費されることから、コークス灰分、コークス比から所要風量の計算式を求めると次式のごとくなる。

$$\text{鉄 t 当り送風量} = 4.436 \times (\text{コークス中固定炭素\%} / 100) \times (\text{C.R. (kg/t.pig)} - 163)$$

$$1 \text{ 分間当り送風量} = 3.542 \times (\text{同上}) \times (\text{生産量 (t/d)} / 1000) \times (\text{C.R. (kg/t.pig)} - 163)$$

(3) 増減鉄に伴う送風温度の変化について

前に求めた各装入物の所要熱量から 100 kg の増減鉄をおこなった場合の送風温度変化  $\Delta t$  を求めることができ計算式として次式をうる。

$$\Delta t = Q_B \times C.R. / 1.464 \times \eta_3 \times (C.R. - 163) \times C_B$$

ここで  $\Delta t$  送風温度上昇 (°C)

$\eta_3$  コークス中固定炭素%/100

$Q_B$  100 kg の装入物所要熱量  
kcal/100 kg burden

C.R コークス比 (kg/t.pig)

$C_B$  コークスペース (kg/charge)

(4) 水蒸気吹き込み操業の熱量的検討

熱量的検討から衝風中湿分 10 g/Nm<sup>3</sup> の増加は送風温度 100°C の上昇に相当することになり、水蒸気吹き込み操業は熱量的にはマイナスであるから高温分操業にまでもつて行くには疑問があるとしても、恒湿分操業をおこなって送風温度の変動を抑えるのは意味があると考えられ現在テスト中である。

(5) コークス比を支配する諸因子の検討

コークス比を左右する諸因子については実績からの検討結果ほぼ明らかにされているが、炭素および熱量的検討からこれまで実績から求められた値とほぼ同値の影響度を計算することができた。Table 2 にその影響度を示した。

IV. 結 言

以上第 1 報、第 2 報にわたり、高炉における炭素および熱量的検討をおこなってきたが、炭素および熱量の高炉における消費経過は高炉反応のもつとも重要なもの一つであり、この面を理論と実際の面から検討することにより、われわれの高炉操業法の高炉操業法の理論的な意味が把握され、これまでの実績から求められた諸結果が統一的に説明され、現在いろいろとおこなわれている諸研究の意味と比重がほぼ理解されたように思われる。

さらにこれらの諸検討の結果を実際操業に応用してより合理的な操業をおこなって行くこと、およびこの検討から示唆されたところのいろいろの改善面を実際にアクションして行くことが必要であろう。

Table 2. Effects of various factors upon coke ratio

要 因	単 位	コークス比上昇 kg/t.pig	送風温度の上昇 °C
コークス灰分上昇	1 %	+10	+ 33
Slag ratio 上昇	0.1	+14	+ 46
CO/CO <sub>2</sub> 上昇	0.1	+19	+ 63
ソリューションゼス上昇	10 kg C	+27	+ 89
間接還元率上昇	1 %	- 9	- 30
Si % 上昇	1 %	+69	+228
衝風中湿分上昇	10g	+30	+100
送風温度上昇	100°C	-30	

\* CO/CO<sub>2</sub> の上昇はコークス比により変わるのでコークス比によつて補正した。  
補正 CO/CO<sub>2</sub> によらねばならない。