

B. 平 爐 の 熱 勘 定

川崎造船所製鋼工場

矢 島 弘 一

目 次

第1章	日本鐵鋼協會より與へられたる計算要項
第2章	當製鋼工場備付 25 t 鹽基性平爐に於ける熱勘定記録
第3章	25 t 鹽基性平爐に於ける各調査事項に對する計算法
第4章	當製鋼工場備付 10 t 酸性平爐に於ける熱勘定記録
第5章	10 t 酸性平爐に於ける各調査事項に對する計算法

第 1 章 日本鐵鋼協會より與へられたる計算要項

1) 平爐熱勘定は少くとも1ヶ月間に於ける適當なる實績に依る方可なれども若し實績得難き時は1年間の平均によること。

2) 熔鋼 1,000 kg 當り燃料使用量は實測結果なき場合は第1表 (8)×(11)/(9)×(10) より求めること。1回の製鋼時間は同 (11)/(12) より求めること。

3) 第2表 (12) 及 (13) は實測結果なき場合は入熱と出熱との差額とすること。

4) 本調査は普通炭素鋼に限ること。

5) 單位はメートル法とし、熱量單位は kcal を使用し B.T.U. を使用せざること。

6) 熱勘定に使用する數値は次の如く一定す。

1 kg C の酸化熱	8,080 kcal
1 " Si	6,750 "
1 " Mn	1,652 "
1 " P	5,966 "
1 " Fe	1,176 "

石灰石の分解熱 $CaCO_3$ 1 kg に付き -426 kcal

鐵礦石 $Fe_3O_4 \rightarrow Fe, Fe_3O_4$ 1 kg " -1,147 "

鋼滓の生成熱量はその計算の根據明かならず且その熱量も甚だ少き故次の如く計算すること。

鹽基性鋼滓に於ては	P_2O_5 1 kg に付き	1,130 kcal
	SiO_2 " "	470 "

酸性鋼滓に就ては

($FeO + MnO + CaO$) kg に 130 kcal を乗すること。

即ちこれ等は SiO_2 と結合するものとし、これ等の場合

の 1 kg に對する反應熱の平均をとつた。

熔鋼 1 kg の熱量 350 kcal

熔滓 " " 480 "

熔銑 " " 280 "

1 m³ のガスの 0°C と t°C との間の平均比熱

$N_2 O_2$ air H_2 $C_m = 0.303 + 0.000027t$

CO_2 " " $= 0.37 + 0.00022 "$

H_2O " " $= 0.34 + 0.00015 "$

CH_4 " " $= 0.38 + 0.00022 "$

石炭 1 kg の發熱量計算式

$$8,100 C + 2,900 H - O_2/8 + 2,500 S - 600 H_2O$$

輻射熱量は (kcal/m²/h) にて表はすこと。

從て暗黒體の輻射恒數は 4.9 (kcal/m²/h/°C)

熱傳導等により失はるゝ熱量は (kcal/m²/h) にて表はすこと。

從て熱傳導係數 λ は (kcal/m²/m/h/°C) 單位を使用すること。

7) ガス發生爐の效率及び之に關するデータあらば附記あり度。

8) 第2表(9)(C)スケールの分解熱は鐵礦石と同様の基礎により算出するものとす。

9) 第2表(12)ガス漏洩による熱損のガスとは燃料ガス廢棄ガス(煙突から出るものを除く)共全部を意味す。

10) 蓄熱室效率及び餘熱汽罐の熱回收率(1)(2)(3)(4)項に於ける 1 變更時間は平爐作業に於ける裝入、熔解及び精鍊等の各期間を通じ各 1 變更時間の平均とす。

11) 第 16 行目餘熱汽罐による熱回收率は入熱 出熱の差による。

(註)一上記要項(6)中に追加又は訂正せるもの次の如し

1 kg S の酸化熱 2,190 kcal

$Fe_2O_3 \rightarrow 2FeO + O$ Fe_2O_3 1 kg に付き -400 "

$MnO_2 \rightarrow MnO + O$ MnO_2 " " -395 "

1 m³ のガスの 0°C と t°C との間の平均比熱

CO $C_m = 0.258 + 0.000072t$

石炭 1 kg の發熱量計算式

$$8,100 C + 29,000(H - O_2/8) + 2,500 S - 600 H_2O$$

第 2 章 當製鋼工場備付 25 t 鹽基性平爐に於ける熱勘定記録

第 2 表

熔鋼に對する熱勘定

第 1 表 熱勘定に必要な事項及參考事項

實測期間	自昭和10年1月 至 " 10年12月	工場名							
(1)	平爐容量(t)(t=1,000kg)	25							
(2)	型 式(酸性メルツ式等)	鹽基性							
(3)	爐床面積(m ²)	19.65							
(4)	空 氣 (一個)	a. 内 容 積 (m ³)	63.3						
		b. 格子積部の容積(m ³)	51.5						
		c. 格子積煉瓦總重量(kg)	32,480						
		d. 格子積の高さ(m)	3.72						
熱 室	ガ ス (一個)	a. 内 容 積 (m ³)	47.6						
		b. 格子積部の容積(m ³)	38.6						
		c. 格子積煉瓦總重量(kg)	24,480						
		d. 格子積の高さ(m)	3.72						
保温煉瓦の有無		無 し							
(5)	燃料	成分及發熱量							
發生爐ガス其他 用石炭1發	田川炭 100kg	水分 灰分 炭素 水素 酸素 硫黄 發熱量 田川 2.50 6.70 74.00 5.00 11.00 0.80 7,045							
	撫順炭 200kg	撫順 6.50 12.00 64.00 5.00 12.00 0.50 6,170 平均 5.17 10.23 67.33 5.00 11.67 0.60 6,470							
(6)	製鋼法別(鑛石法等)	銑 鐵 及 鑛 石 法							
(7)	1ヶ年 全 裝 入 量 (t)	22,500							
(8)	1ヶ年 全 燃 料 使 用 量 (t)	6,277.500							
(9)	1ヶ年 ガス通入時間	7,730(内530修理熱上げ)							
(10)	1ヶ年 熔鋼總噸數(良塊及鑄層別)	良塊 19,125t 鐵層 1,800t 計 20,925t							
(11)	1ヶ年 總製鋼(裝入開始より出鋼迄)時間	6,930							
(12)	1ヶ年 出 鋼 回 數	990							
(13)	熔鋼に當り裝入材料及附加材料並に成分	重量(kg)	C	Si	Mn	P	S	Cu	
		冷 銑	331.0	4.30	1.00	1.50	0.30	0.05	0.05
		熔 銑							
		層 鐵	703.0	0.20	0.20	0.50	0.05	0.05	0.25
		フェロマンガン	8.3	7.50	1.50	75.00	0.35	0.01	
		フェロシリコン							
		Fe ₂ O ₃ FeO SiO ₂ MnO Al ₂ O ₃ CaO MgO P ₂ O ₅							
		鐵 鑛 石	78.0	16.0	1.0	3.0	1.0	1.0	0.07
		マンガン鑛	7.0	9.0	64.5	3.0	1.0	1.0	0.30
		スケール							
		石灰石		2.0		1.0	53.0	1.0	0.03
		燒石灰		4.0		2.0	90.0	2.0	0.06
		(14)	熔鋼成分%	C	Si	Mn	P	S	Cu
		0.20	0.00	0.50	0.03	0.03	0.19		
(15)	鑛滓成分% 及重量 kg	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	FeO	MnO	
	166kg	18.0	3.0	47.0	4.0	2.0	12.0	14.0	
(16)	廢棄ガス成分%	CO ₂	H ₂ O	O ₂	N ₂				
		12.0	4.0	6.5	77.5				

		+ kcal	+ %	- kcal	- %
1	熔鋼1tに對する燃料の發熱量	1,941,000	100		
2	發生爐にてガス化に失はるゝ熱量((1)-a-b)			310,000	15.97
	a) ガスの總發熱量			1,422,000	
	b) ガスの顯熱			209,000	
3	發生爐ガス出口に於けるガス温度	600°C			
	發生爐と平爐ガス瓣間の熱損			18,700	0.96
4	平爐ガス弁に於けるガス温度	750°C			
	裝入材の顯熱(熔銑)				
5	酸化熱				
	a) C重量(kg) 14.23	115,000	5.93		
	b) Si " 4.84	32,700	1.68		
	c) Mn " 9.68	15,900	0.82		
	d) P " 1.072	6,400	0.33		
	e) Fe " 11.30	13,300	0.69		
	S " 0.217	470	0.02		
6	鋼滓生成熱	17,800	0.91		
7	熔鋼の含熱量			350,000	18.02
8	鋼滓の含熱量			79,700	3.91
9	吸熱反應熱				
	a) 石灰石の分解熱			16,680	0.86
	b) 鐵鑛石分解熱			2,390	0.12
	c) スケールの分解熱				
d) マンガン鑛の分解熱			5,150		
10	冷却水にて失はるゝ熱量				
	冷却水量				
11	廢棄ガスに失はるゝ熱量			827,200	42.90
	廢棄ガス量(m ³) 及温度(°C)	3,400(標準狀態)		700	
12	ガス漏洩による熱損				
	輻射、傳導及對流による熱損				
	a) 熔解室			282,200	12.43
13	b) 蓄熱室			144,000	7.57
	c) 上昇道及ボート部			106,550	5.52
	計	2,142,570	110,385	2,142,570	110,385

蓄熱室熱效率及餘熱汽罐の熱回収率

(1)	蓄熱室に入る廢棄ガスの顯熱 (1變更期間)		t 當り 110,840
	變更期間(分)	20分	
	蓄熱室に入るガスの溫度	1,700°C	
(2)	蓄熱室を出る廢棄ガスの顯熱 (1變更期間)		t 當り 39,370
	廢棄ガスの溫度	700°C	
(3)	豫熱により空氣の得たる熱量 (1變更期間)		t 當り 49,600
(4)	豫熱によるガスの得たる熱量 (1變更時間)		t 當り 15,010
	空氣及ガスの豫熱溫度	空氣 1,200°C ガス 1,300°C	
	空氣量	124'30m ³	
	蓄熱室效率 = $\frac{(3)+(4)}{(1)-(2)} \times 100\%$		90.40%
(1)	餘熱汽罐による熱回収率		52.30%
	餘熱汽罐通過直後のガス溫度	入 600°C 出 300°C	

第3章 25 t 鹽基性平爐に於ける
各調査事項に對する計算法

次に示すものは當工場備付 25 t 鹽基性平爐
に就て前章中に記載したる數字の説明なり

第1表 熱勘定に必要な事項及參考事項

1) 平爐容量

公稱 t 數は 25 t で普通炭素鋼を製造する場合の平均裝
入量と一致する。

2) 型 式

3) 爐床面積

4) 蓄熱室

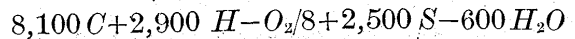
以上の2項の數字は建設當時の設計書に依るもので實際
とは多少相異なる。

5) 燃 料

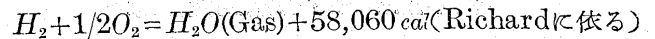
或る一定期間中に使用したる石炭量を其期間中に製造し
たる熔鋼の t 數で除したるものを熔鋼 t 當り石炭量となす
べきであるが、當工場の如く特殊鋼、高級鍛鋼素材等を製
造する所では正確なる數値を出し難く、又強いて算出して
も計算を煩雜にするのみで意義に乏しい事であるから夫等
の事情に徴して熔鋼 t 當り石炭量は 300 kg とした。

而て常に田川中塊炭を 1/3 撫順小塊炭を 2/3 の割合で
使用しつゝあるを以て田川を 100 kg とし撫順を 200 kg と
した。成分は計算を煩雜ならしめる爲め簡単な數字を採
た。

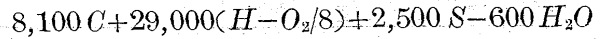
石炭の發熱量は鐵鋼協會より配布の注意書に依れば



とあるも次の式の方を尙ほ正確なりと考へる。即ち



より H_2 1 kg に付 29,030 kcal を算出し次の式を用る事と
した。



而て表中の數字を算出した。

6) 製鋼法別

7) 乃至 (12)

表中に示す數字は普通炭素鋼以外の物をも含む。

13) 熔鋼 t 當り裝入材料及び附加材料並成分

14) 熔鋼成分

15) 鋼滓成分及び重量

以上の (13) (14) (15) に就て次の如く説明せん。

先づ1回の裝入材料に對して熔鋼重量を知らなければなら
ないから次の様に算出する。(實操業に於ては計算値より
遙かに少ない數値を示して居る)。

造滓材料の成分、使用量及び鋼滓成分等は當工場の實操
業の結果を示すものなるが微小なる端數は省略せり。

	赤鐵鑛	マンガン鑛	石灰石	燒石灰
FeO	$Fe_2O_3 = 78.0$ 70.2	$Fe_2O_3 = 7.0$ 6.3		
MnO	1.0	$MnO_2 = 79.0$ 64.5		
CaO	1.0	1.0	$CaCO_3 = 94.7$ 53.0	90.0
MgO	1.0	1.0	1.0	2.0
SiO ₂	16.0	9.0	2.0	4.0
Al ₂ O ₃	3.0	3.0	1.0	2.0
P ₂ O ₅	0.07	0.30	0.03	0.06
1回の 使用量	150.0 kg	400.0	1,000.0	1,500.0

又鋼滓成分は次の如くした。

	FeO	MnO	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅
鋼滓	12.0	14.0	47.0	4.0	18.0	3.0	2.0

造滓材料中の CaO

赤鐵鑛より	$150.0 \times \frac{1.0}{100} = 1.5 \text{ kg}$
マンガン鑛より	$400.0 \times \frac{1.0}{100} = 4.0$
石灰石より	$1,000.0 \times \frac{53.0}{100} = 530.0$
燒石灰より	$1,500.0 \times \frac{90.0}{100} = 1350.0$
計	1,885.5 kg

故に鋼滓の重量は

$$1,885.5 \times \frac{100}{47.0} = 4,020.0 \text{ kg}$$

而して此の數値は實操業にて計量したものと一致す
る。

鋼滓中の Fe は

$$4,020.0 \times \frac{12.0}{100} \times \frac{56}{72} = 375.0 \text{ kg}$$

鋼滓中の Mn は

$$4,020.0 \times \frac{14.0}{100} \times \frac{55}{71} = 436.0 "$$

造滓材料中の Fe

赤鐵鑛より $150.0 \times \frac{70.2}{100} \times \frac{56}{72} = 82.0 \text{ kg}$

マンガン鑛 $400.0 \times \frac{6.3}{100} \times \frac{56}{72} = 19.6 "$

計 101.6 "

造滓材料中の Mn

赤鐵鑛より $150.0 \times \frac{1.0}{100} \times \frac{55}{71} = 1.16 \text{ kg}$

マンガン鑛 $400.0 \times \frac{64.5}{100} \times \frac{55}{71} = 200.0 "$

計 201.16 "

製品は $Si = \pm 0.25\%$ であるがフェロシリコンは出鋼時に於て取鍋中に加へるを以て熔鋼は $Si = 0.00\%$ とした。

又装入材料の成分も次の如くした。

	C	Si	Mn	P	S	Cu	R
熔 鋼	0.20	0.00	0.50	0.03	0.03	0.19	99.05
銑 鐵	4.30	1.00	1.50	0.30	0.05	0.05	92.80
屑 鐵	0.20	0.20	0.50	0.05	0.05	0.25	98.70
フェロマンガン	7.50	1.50	75.00	0.35	0.01	—	15.64

一操業には	銑 鐵	8,000 kg
	屑 鐵	17,000 "
	計	25,000 "

を使用する、フェロマンガンの使用量を $x \text{ kg}$ とし、熔鋼の重量を $y \text{ kg}$ とすれば、次の2式が成立する。

$$375 + \frac{99.05}{100}y = 101.6 + 8,000 \times \frac{92.80}{100} + 17,000 \times \frac{98.70}{100} + \frac{15.64}{100}x \quad \dots (イ)$$

$$436 + \frac{0.50}{100}y = 201.16 + 8,000 \times \frac{1.50}{100} + 17,000 \times \frac{0.50}{100} + \frac{75.00}{100}x \quad \dots (ロ)$$

(イ)(ロ)の2式より $x=200, y=24,200$

即ち 熔 鋼 重 量 = 24,200 kg
フェロマンガン使用量 = 200 "

にして何れも實操業の平均値と一致す。

故に t 當り重量は

冷	銑	$8,000 \div 24.2 = 331.0 \text{ kg}$
屑	鐵	$17,000 \div 24.2 = 703.0 "$
フェロマンガン		$200 \div 24.2 = 8.3 "$
鋼	滓	$4,020 \div 24.2 = 166.0 "$

16) 廢棄ガス成分

表中に於て CO_2, H_2O, O_2, N_2 は何れも普通のガス分

析法に依りたるものなるが其内 H_2O は作業困難にして爲めに實際のものと相當の懸隔有るものと思はる。

第2表 熔鋼に對する熱勘定

1) 熔鋼 1t に對する燃料の發熱量

$$6,470 \times 300 = 1,941,000 \text{ kcal} \dots (1)$$

2) 發生爐にてガス化に失はるゝ熱量

發生爐でガス化に失はれる熱量は

$$\begin{aligned} & \{(1) - a - b\} \\ & = 1,941,000 - 1,422,000 - 209,000 \\ & = 310,000 \text{ kcal} \dots (2) \end{aligned}$$

a, b, の計算法は次にあり。

a) ガスの總發熱量

發生爐ガスの平均成分は次の如し。

容 量%	CO_2	CO	CH_4	H_2	O_2	N_2
	7.0	25.0	3.5	12.0	0.5	52.0

重量%に換算すれば

$$CO_2 \frac{44 \times 7.0}{44 \times 7.0 + 28 \times 25.0 + 16 \times 3.5 + 2 \times 12 + 32 \times 0.5 + 28 \times 52.0} = 12.02\%$$

$$CO \frac{28 \times 25.0}{44 \times 7.0 + 28 \times 25.0 + 16 \times 3.5 + 2 \times 12 + 32 \times 0.5 + 28 \times 52.0} = 27.34\%$$

$$CH_4 \frac{16 \times 3.5}{44 \times 7.0 + 28 \times 25.0 + 16 \times 3.5 + 2 \times 12 + 32 \times 0.5 + 28 \times 52.0} = 2.16\%$$

$$H_2 \frac{2 \times 12}{44 \times 7.0 + 28 \times 25.0 + 16 \times 3.5 + 2 \times 12 + 32 \times 0.5 + 28 \times 52.0} = 0.94\%$$

$$O_2 \frac{32 \times 0.5}{44 \times 7.0 + 28 \times 25.0 + 16 \times 3.5 + 2 \times 12 + 32 \times 0.5 + 28 \times 52.0} = 0.63\%$$

$$N_2 \frac{28 \times 52.0}{44 \times 7.0 + 28 \times 25.0 + 16 \times 3.5 + 2 \times 12 + 32 \times 0.5 + 28 \times 52.0} = 56.91\%$$

ガス中に含める C の重量 % は

$$CO_2 \text{ より } 12.02 \times \frac{12}{44} = 3.28\%$$

$$CO \text{ " } 27.34 \times \frac{12}{28} = 11.71\%$$

$$CH_4 \text{ " } 2.16 \times \frac{12}{16} = 1.62\%$$

計 16.61 "

發生爐より排出する灰分中に約 10% の炭素を含有するから石炭中でガス化する C % は

$$67.33 - 10.23 \times \frac{10}{100 - 10} = 66.2\%$$

故に石炭 300 kg より發生するガスは

$$300 \times \frac{66.2}{16.61} = 1,194 \text{ kg}$$

各成分の重量は

CO_2	$1,194 \times \frac{12 \cdot 02}{100} = 144 \cdot 2 \text{ kg}$
CO	$1,194 \times \frac{27 \cdot 34}{100} = 325 \cdot 4 \text{ ''}$
CH_4	$1,194 \times \frac{2 \cdot 16}{100} = 25 \cdot 7 \text{ ''}$
H_2	$1,194 \times \frac{0 \cdot 94}{100} = 11 \cdot 2 \text{ ''}$
O_2	$1,194 \times \frac{0 \cdot 63}{100} = 7 \cdot 5 \text{ ''}$
N_2	$1,194 \times \frac{56 \cdot 91}{100} = 680 \cdot 0 \text{ ''}$
計	$= 1,194 \cdot 0 \text{ ''}$

標準状態に於ける體積は

CO_2	$22 \cdot 4 \times \frac{144 \cdot 2}{44} = 73 \cdot 5 \text{ m}^3$
CO	$22 \cdot 4 \times \frac{325 \cdot 4}{28} = 260 \cdot 0 \text{ ''}$
CH_4	$22 \cdot 4 \times \frac{25 \cdot 7}{16} = 36 \cdot 0 \text{ ''}$
H_2	$22 \cdot 4 \times \frac{11 \cdot 2}{2} = 125 \cdot 5 \text{ ''}$
O_2	$22 \cdot 4 \times \frac{7 \cdot 5}{32} = 5 \cdot 3 \text{ ''}$
N_2	$22 \cdot 4 \times \frac{680 \cdot 0}{28} = 544 \cdot 0 \text{ ''}$
計	$1,044 \cdot 3 \text{ ''}$

(22.4 l は一分子量の容積なるに依る)

ガスの總發熱量は

CO	$68,040 \times \frac{325 \cdot 4}{28} = 790,000 \text{ kcal}$
CH_4	$191,070 \times \frac{25 \cdot 7}{16} = 307,000$
H_2	$58,060 \times \frac{11 \cdot 2}{2} = 325,000$
計	$1,422,000 \text{ ''} \dots \dots \dots (a)$

(Richard に依る)

b) ガスの顯熱

發生爐出口に於けるガスの温度は平均 600°C なるを以て、0°C と 600°C との間の平均比熱を求むれば、與へられたる式により。

CO_2	$0 \cdot 37 + 0 \cdot 00022 \times 600 = 0 \cdot 502$
CO	$0 \cdot 258 + 0 \cdot 000072 \times 600 = 0 \cdot 301$ (Richard に依る)
CH_4	$0 \cdot 38 + 0 \cdot 00022 \times 600 = 0 \cdot 512$
H_2, O_2, N_2	$0 \cdot 303 + 0 \cdot 000027 \times 600 = 0 \cdot 319$

600°C のガスの顯熱は

CO_2	$0 \cdot 502 \times 600 \times 73 \cdot 5 = 22,000 \text{ kcal}$
CO	$0 \cdot 301 \times 600 \times 260 \cdot 0 = 47,000 \text{ ''}$
CH_4	$0 \cdot 512 \times 600 \times 36 \cdot 0 = 11,000 \text{ ''}$
H_2	$0 \cdot 319 \times 600 \times 125 \cdot 5 = 24,000 \text{ ''}$

O_2	$0 \cdot 319 \times 600 \times 5 \cdot 3 = 1,000 \text{ kcal}$
N_2	$0 \cdot 319 \times 600 \times 544 \cdot 0 = 104,000 \text{ ''}$
計	$209,000 \text{ ''} \dots \dots (b)$

3) 發生爐と平爐ガス弁間の熱損

ガス弁に於けるガスの温度は平均 550°C なるを以て 0° と 550°C との間の平均比熱を求むれば

CO_2	$0 \cdot 37 + 0 \cdot 00022 \times 550 = 0 \cdot 491$
CO	$0 \cdot 258 + 0 \cdot 000072 \times 550 = 0 \cdot 297$
CH_4	$0 \cdot 38 + 0 \cdot 00022 \times 550 = 0 \cdot 501$
H_2, O_2, N_2	$0 \cdot 303 + 0 \cdot 000027 \times 550 = 0 \cdot 318$

550°C のガスの顯熱は

CO_2	$0 \cdot 491 \times 550 \times 73 \cdot 5 = 19,800 \text{ kcal}$
CO	$0 \cdot 297 \times 550 \times 260 \cdot 0 = 42,500 \text{ ''}$
CH_4	$0 \cdot 501 \times 550 \times 36 \cdot 0 = 9,900 \text{ ''}$
H_2	$0 \cdot 318 \times 550 \times 125 \cdot 5 = 21,900 \text{ ''}$
O_2	$0 \cdot 318 \times 550 \times 5 \cdot 3 = 900 \text{ ''}$
N_2	$0 \cdot 318 \times 550 \times 544 \cdot 0 = 95,300 \text{ ''}$
計	$190,300 \text{ ''} \dots \dots (3')$

發生爐と平爐ガス弁間に於ける熱損は

(b) - (3')
 $= 209,000 - 190,300 = 18,700 \text{ kcal} \dots \dots \dots (3)$

4) 装入材の顯熱

熔銑を使用せざるを以て計算せず。

5) 酸化熱

熔鋼 t 當り使用量は

銑	鐵	$8,000 \times \frac{1}{24 \cdot 2} = 331 \cdot 0 \text{ kg}$
屑	鐵	$17,000 \times \frac{1}{24 \cdot 2} = 703 \cdot 0 \text{ ''}$
フェロマンガ		$200 \times \frac{1}{24 \cdot 2} = 8 \cdot 3 \text{ ''}$
赤鐵鑛		$150 \times \frac{1}{24 \cdot 2} = 6 \cdot 2 \text{ ''}$
マンガ	鑛	$400 \times \frac{1}{24 \cdot 2} = 16 \cdot 5 \text{ ''}$
石灰石		$1,000 \times \frac{1}{24 \cdot 2} = 41 \cdot 3 \text{ ''}$
燒石灰		$1,500 \times \frac{1}{24 \cdot 2} = 62 \cdot 0 \text{ ''}$
鋼	滓	$4,020 \times \frac{1}{24 \cdot 2} = 166 \cdot 0 \text{ ''}$

各成分の重量は

銑	鐵	C	$33 \cdot 10 \times 0 \cdot 0430 = 14 \cdot 20 \text{ kg}$
		Si	$33 \cdot 10 \times 0 \cdot 0100 = 3 \cdot 31 \text{ ''}$
		Mn	$33 \cdot 10 \times 0 \cdot 0150 = 4 \cdot 97 \text{ ''}$
		P	$33 \cdot 10 \times 0 \cdot 0030 = 0 \cdot 992 \text{ ''}$
		S	$33 \cdot 10 \times 0 \cdot 0005 = 0 \cdot 165 \text{ ''}$
		Cu	$33 \cdot 10 \times 0 \cdot 0005 = 0 \cdot 165 \text{ ''}$
		残り	$33 \cdot 10 \times 0 \cdot 9280 = 307 \cdot 00 \text{ ''}$

屑	鐵	C	$703.0 \times 0.0020 = 1.41 \text{ kg}$
		Si	$703.0 \times 0.0020 = 1.41 \text{ ''}$
		Mn	$703.0 \times 0.0050 = 3.51 \text{ ''}$
		P	$703.0 \times 0.0005 = 0.351 \text{ ''}$
		S	$703.0 \times 0.0005 = 0.351 \text{ ''}$
		Cu	$703.0 \times 0.0025 = 1.756 \text{ ''}$
		残り	$703.0 \times 0.9875 = 693.000 \text{ ''}$
フェロマンガ		C	$8.3 \times 0.0750 = 0.62 \text{ kg}$
		Si	$8.3 \times 0.0150 = 0.12 \text{ ''}$
		Mn	$8.3 \times 0.7500 = 6.20 \text{ ''}$
		P	$8.3 \times 0.0035 = 0.029 \text{ ''}$
		S	$8.3 \times 0.0001 = 0.001 \text{ ''}$
		残り	$8.3 \times 0.1564 = 1.3 \text{ ''}$
赤 鐵 鑛		FeO	$6.2 \times 0.7020 = 4.350 \text{ kg}$
		(Fe ₂ O ₃)	$6.2 \times 0.7800 = 4.830 \text{ ''}$
		MnO	$6.2 \times 0.0100 = 0.062 \text{ ''}$
		CaO	$6.2 \times 0.0100 = 0.062 \text{ ''}$
		MgO	$6.2 \times 0.0100 = 0.062 \text{ ''}$
		SiO ₂	$6.2 \times 0.1600 = 0.992 \text{ ''}$
		Al ₂ O ₃	$6.2 \times 0.0300 = 0.186 \text{ ''}$
		P ₂ O ₅	$6.2 \times 0.0007 = 0.004 \text{ ''}$
マンガン鑛		FeO	$16.50 \times 0.0630 = 1.040 \text{ kg}$
		(Fe ₂ O ₃)	$16.50 \times 0.0700 = 1.154 \text{ ''}$
		MnO	$16.50 \times 0.6450 = 10.650 \text{ ''}$
		(MnO ₂)	$16.50 \times 0.7900 = 13.030 \text{ ''}$
		CaO	$16.50 \times 0.0100 = 0.165 \text{ ''}$
		MgO	$16.50 \times 0.0100 = 0.165 \text{ ''}$
		SiO ₂	$16.50 \times 0.0900 = 1.485 \text{ ''}$
		Al ₂ O ₃	$16.50 \times 0.0300 = 0.496 \text{ ''}$
		P ₂ O ₅	$16.50 \times 0.0030 = 0.050 \text{ ''}$
石 灰 石		CaO	$41.30 \times 0.5300 = 21.900 \text{ kg}$
		(CaCO ₃)	$41.30 \times 0.9470 = 39.200 \text{ ''}$
		MgO	$41.30 \times 0.0100 = 0.413 \text{ ''}$
		SiO ₂	$41.30 \times 0.0200 = 0.826 \text{ ''}$
		Al ₂ O ₃	$41.30 \times 0.0100 = 0.413 \text{ ''}$
		P ₂ O ₅	$41.30 \times 0.0003 = 0.013 \text{ ''}$
燒 石 灰		CaO	$62.00 \times 0.9000 = 55.800 \text{ kg}$
		MgO	$62.00 \times 0.0200 = 1.240 \text{ ''}$
		SiO ₂	$62.00 \times 0.0400 = 2.480 \text{ ''}$
		Al ₂ O ₃	$62.00 \times 0.0200 = 1.240 \text{ ''}$
		P ₂ O ₅	$62.00 \times 0.0006 = 0.037 \text{ ''}$
鋼 滓		FeO	$166 \times 0.120 = 19.930 \text{ kg}$
		MnO	$166 \times 0.140 = 23.250 \text{ ''}$
		CaO	$166 \times 0.470 = 78.000 \text{ ''}$
		MgO	$166 \times 0.040 = 6.640 \text{ ''}$
		SiO ₂	$166 \times 0.18 = 29.880 \text{ ''}$
		Al ₂ O ₃	$166 \times 0.030 = 4.980 \text{ ''}$
		P ₂ O ₅	$166 \times 0.020 = 3.320 \text{ ''}$

	C	Si	Mn	P	S	Cu	残り (計)
銑 鐵	14.20	3.31	4.97	0.992	0.165	0.165	307.0
屑 鐵	1.41	1.41	3.51	0.351	0.351	1.756	693.0
フェロマ	0.62	0.12	6.20	0.029	0.001	—	1.3
ンガン							8.3
計	16.23	4.84	14.68	1.372	0.517	1.921	1001.3
熔 鋼	2.00	0.00	5.00	0.300	0.30	1.9	990.5
							1000.0

造滓材料各成分の各合計及び鋼滓各成分の重量を示せば

	FeO	MnO	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	計
赤鐵鑛	=4.830	0.062	0.062	0.062	0.992	0.186	0.004	6.20
	4.350							
マンガ	Fe ₂ O ₃	MnO ₂						
ン鑛	=1.154	=13.030	0.165	0.165	1.485	0.496	0.050	16.51
	1.040	10.650						
石灰石	—	—	CaCO ₃	0.413	0.826	0.413	0.013	41.30
				21.900				
燒石灰	—	—	55.800	1.240	2.480	1.240	0.037	62.00
計	Fe ₂ O ₃	MnO ₃	CaCO ₃					
	=5.984	=13.03	=39.2	1.880	5.783	2.335	0.104	126.01
	5.390	10.712	77.927					
鋼 滓	19.930	23.250	78.000	6.640	29.880	4.980	3.320	166.00

酸 化 熱

C	$16.23 - 2.00 = 14.23 \text{ kg}$
	$8,080 \times 14.23 = 115,000 \text{ kcal} \dots\dots\dots (5) a$
Si	4.84 kg
	$6,750 \times 4.84 = 32,700 \text{ kcal} \dots\dots\dots (5) b$
Mn	$14.68 - 5.00 = 9.68 \text{ kg}$
	$1,652 \times 9.68 = 15,900 \text{ kcal} \dots\dots\dots (5) c$
P	$1.372 - 0.30 = 1.072 \text{ kg}$
	$5,966 \times 1.072 = 6,400 \text{ kcal} \dots\dots\dots (5) d$
Fe	$(19.930 - 5.390) \times \frac{56}{72} = 11.30 \text{ kg}$
	$1,176 \times 11.30 = 13,300 \text{ kcal} \dots\dots\dots (5) e$
S	$0.517 - 0.30 = 0.217 \text{ kg}$
	$2,160 \times 0.217 = 470 \text{ kcal} \dots\dots\dots (5) f$

6) 鋼滓生成熱

鋼滓生成熱は

SiO ₂	$470 \times 29.88 = 14,040 \text{ kcal}$
P ₂ O ₅	$1,130 \times 3.32 = 3,760 \text{ ''}$
計	$17,800 \text{ ''} \dots\dots\dots (6)$

7) 熔鋼の含熱量

$350 \times 1,000 = 350,000 \text{ kcal} \dots\dots\dots (7)$

8) 鋼滓の含熱量

$480 \times 166 = 79,700 \text{ ''} \dots\dots\dots (8)$

9) 吸熱反應熱

石 灰 石	$426 \times 39.2 = 16,680 \text{ kcal} \dots\dots (9) a$
赤 鐵 鑛	$400 \times 5.984 = 2,390 \text{ ''} \dots\dots (9) b$
マンガン鑛	$395 \times 13.03 = 5,150 \text{ ''} \dots\dots (9) d$

(備考) 當工場にてはスケールは用ず、造滓材料としてマンガン鑛石を使用するを以て本計算に挿入せり。

10) 冷却水にて失はるゝ熱量

冷却水を使用せざるを以て計算せず。

装入材料各成分の各合計及び熔鋼各成分の重量を示せば

11) 廢棄ガスに失はるる熱量

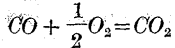
廢棄ガスの平均成分は次の如し。

成分	CO ₂	H ₂ O	O ₂	N ₂
廢棄ガス(%)	12.0	4.0	6.5	77.5

其の體積を求める爲めに

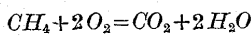
總てのガスを標準状態に於て求めると

CO の燃焼



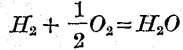
發生する CO ₂	260.0 m ³
化合する O ₂	260.0 × $\frac{1}{2}$ = 130.0 m ³
共存する N ₂	130.0 × 4 = 520.0 m ³

CH₄ の燃焼



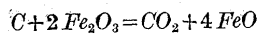
發生する CO ₂	36.0 m ³
發生する H ₂ O	36.0 × 2 = 72.0 m ³
化合する O ₂	36.0 × 2 = 72.0 m ³
共存する N ₂	72.0 × 4 = 288.0 m ³

H₂ の燃焼



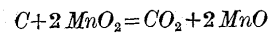
發生する H ₂ O	125.5 m ³
化合する O ₂	125.5 × $\frac{1}{2}$ = 62.75 m ³
共存する N ₂	62.75 × 4 = 251.0 m ³

Fe₂O₃ の分解



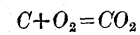
發生する CO ₂	22.4 × $\frac{5.984}{160 \times 2}$ = 0.42 m ³
化合する C	12 = $\frac{5.984}{160 \times 2}$ = 0.225 kg

MnO₂ の分解



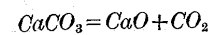
發生する CO ₂	22.4 × $\frac{13.03}{87 \times 2}$ = 1.68 m ³
化合する C	12 × $\frac{13.03}{160 \times 2}$ = 0.9 kg

C の燃焼



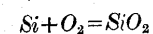
空氣にて酸化する C	14.23 - (0.225 + 0.9) = 13.105 kg
發生する CO ₂	22.4 × $\frac{13.105}{12}$ = 24.4 m ³
化合する O ₂	24.4 m ³
共存する N ₂	24.4 × 4 = 97.6 m ³

石灰石の分解



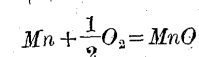
發生する CO ₂	22.4 × $\frac{39.2}{100}$ = 8.8 m ³
----------------------	--

Si の燃焼



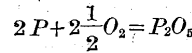
化合する O ₂	22.4 × $\frac{4.84}{28}$ = 3.9 m ³
共存する N ₂	3.9 × 4 = 15.6 m ³

Mn の燃焼



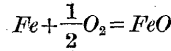
化合する O ₂	$\frac{1}{2} \times 22.4 \times \frac{9.68}{55}$ = 2.0 m ³
共存する N ₂	2.0 × 4 = 8.0 m ³

P の燃焼



化合する O ₂	$\frac{5}{2} \times 22.4 \times \frac{1.072}{62}$ = 1.0 m ³
共存する N ₂	1.0 × 4 = 4.0 m ³

Fe の燃焼



化合する O ₂	$\frac{1}{2} \times 22.4 \times \frac{11.3}{56}$ = 2.2 m ³
共存する N ₂	2.2 × 4 = 8.8 m ³

廢棄ガス中の CO₂

發生爐より	73.50 m ³
CO の酸化	260.00 "
CH ₄ の酸化	36.00 "
Fe ₂ O ₃ と C の化合	0.42 "
MnO ₂ と C の化合	1.68 "
空氣と C の化合	24.40 "
石灰石の分解	8.80 "
計	404.80 "

之より廢棄ガスの全量を求めると

$$404.8 \times \frac{100}{12} = 3,373 m^3$$

廢棄ガスの全量を 3,370 m³ として O₂ の量を求めると

$$3,370 \times \frac{6.5}{100} = 219 m^3$$

之と共存する N₂

$$219 \times 4 = 876 m^3$$

又一方試みに N₂ より廢棄ガスの全量を求めれば次の如く殆ど同一の數値を得たるに依り其誤なきを知る。

廢棄ガス中の N₂

發生爐より	544.0 m ³
CO と化合する O ₂ と共存する	520.0 "
CH ₄	288.0 "
H ₂	251.0 "
C	97.6 "
Si	15.6 "
Mn	8.0 "
P	4.0 "
Fe	8.8 "
過剰の O ₂ と共存する	876.0 "
計	2,613.0 "

此より廢棄ガスの全量を求めること。

$$2,613.0 \times \frac{100}{77.5} = 3,372 m^3$$

依て熔鋼 t 當り廢棄ガスは次の如くなる。

成分	CO ₂	H ₂ O	O ₂	N ₂	計
廢棄ガス	404.8	134.75	219.0	2,613.0	3,371.55

.....(11')

廢棄ガスの温度は平均 700°C なるを以て 0°C と 700°C

との間の平均比熱を求めれば

CO ₂	0.37 + 0.00022 × 700 = 0.524
H ₂ O	0.34 + 0.00015 × 700 = 0.445

$$O_2, N_2 \quad 0.303 + 0.000027 \times 700 = 0.3219$$

700° の廢棄ガスの顯熱は

$$CO_2 \quad 0.524 \times 700 \times 404.80 = 147,200 \text{ kcal}$$

$$H_2O \quad 0.445 \times 700 \times 134.75 = 42,000 "$$

$$O_2, N_2 \quad 0.3219 \times 700 \times (219.0 + 2,613.0) = 638,000 "$$

計 $827,200 "$ (11)

12) ガス漏洩による熱損

當工場にては廢熱汽罐を設け送風機に依て廢棄ガスを夫れに誘導しつつあるを以て氣壓は1氣壓以下に低下するに依り從てガスの漏洩なし。

13) 輻射, 傳導及對流による熱損

熱の發生

前掲に依り

石炭の發熱量	(1)	1,941,000 kcal
C の酸化熱	(5)a	115,000 kcal
Si "	(5)b	32,700 "
Mn "	(5)c	15,900 "
P "	(5)d	6,400 "
S "	(5)f	470 "
Fe "	(5)e	13,300 "
鋼滓生成熱	(6)	17,800 "
計		2,142,570

熱の吸収

發生爐にて失はるる熱量 (2)	310,000 kcal
發生爐と平爐との間で失はるる熱量 (3)	18,700 "
熔鋼の含熱量 (7)	350,000 "
鋼滓の含熱量 (8)	79,700 "
石灰石の分解熱 (9)a	16,680 "
赤鐵礦の分解熱 (9)b	2,390 "
マンガン礦の分解熱 (9)d	5,150 "
廢棄ガスに失はるる熱量 (11)	827,200 "
計	1,609,820 "

熔解室, 蓄熱室, 上昇道及びポート部に於ける熱損

$$2,142,570 - 1,609,820 = 532,750 \text{ kcal} \dots (13)$$

此の内蓄熱室に於ける熱損は第3表(4')より次の如くなるを知る。

$$144,000 \text{ kcal} \dots (13)b$$

熔解室, 上昇道及ポート部に於ける熱損は

$$(13) - (13)b = 532,750 - 144,000$$

$$= 388,750 \text{ kcal}$$

此の内 72.5% を熔解室に於ける熱損とすれば

$$388,750 \times \frac{72.5}{100} = 282,200 \text{ kcal} \dots (13)a$$

上昇道及ポート部に於ける熱損は

$$388,750 - 282,200 = 106,550 \text{ kcal} \dots (13)c$$

熔鋼 1 t に対する燃料の發熱量を 100 として, 以上の結果を%にて示せば次表の如し。

	+ kcal	+ %	- kcal	- %
(1) 熔鋼 1t に対する燃料の發熱量	1,941,000	100.00		
(2) 發生爐にてガス化に失はるる熱量			310,000	15.971
(3) 發生爐と平爐ガス弁間の熱損			18,700	0.963
(4) 裝入材の顯熱	0			
(5) 酸化熱 a) C	115,000	5.925		
b) Si	32,700	1.685		
c) Mn	15,900	0.819		
d) P	6,400	0.330		
e) Fe	13,300	0.685		
f) S	470	0.024		
(6) 鋼滓生成熱	17,800	0.917		
(7) 熔鋼の含熱量			350,000	18.033
(8) 鋼滓の含熱量			79,700	4.108
(9) 吸熱反應熱 a) 石灰石の分解熱			16,680	0.859
b) 鐵礦石 "			2,390	0.123
c) スケール "			0	
d) マンガン礦 "			5,150	0.265
(10) 冷却用水にて失はるる熱量			0	
(11) 廢棄ガスに失はるる熱量			827,200	42.618
(12) ガス漏洩による熱損			0	
(13) 輻射, 傳導及 a) 熔解室			282,200	14.539
對流による熱損 b) 蓄熱室			144,000	7.419
c) 上昇道, ポート部			106,550	5.489
計	2,142,570	110.385	2,142,570	110.385

蓄熱室熱効率及餘熱汽罐の熱回收率

1) 蓄熱室に入る廢棄ガスの顯熱 (1 變更期間)

普通炭素鋼の 1 操業時間は平均 7 時間で, 弁の 1 變更期間は平均 20 分間であるから 1 變更期間の熔鋼 t 當り廢棄ガスは次の如し。

廢棄ガス

$$CO_2 \quad 404.8 \times \frac{1}{7} \times \frac{20}{60} = 19.26 \text{ m}^3$$

$$H_2O \quad 134.75 \times \frac{1}{7} \times \frac{20}{60} = 6.42 "$$

$$O_2 \quad 219.0 \times \frac{1}{7} \times \frac{20}{60} = 10.43 "$$

$$N_2 \quad 2,613.0 \times \frac{1}{7} \times \frac{20}{60} = 124.30 "$$

計 $160.41 "$

蓄熱室に入る廢棄ガスの温度は平均 1,700°C であるから 0°C と 1,700°C との間の平均比熱を求むれば

$$CO_2 \quad 0.37 + 0.00022 \times 1,700 = 0.744$$

$$H_2O \quad 0.34 + 0.00015 \times 1,700 = 0.595$$

$$O_2, N_2 \quad 0.303 + 0.000027 \times 1,700 = 0.3489$$

1,700°C の廢棄ガスの顯熱は

CO ₂	0.744 × 1,700 × 19.26 = 24,350 kcal
H ₂ O	0.595 × 1,700 × 6.42 = 6,490 "
O ₂ , N ₂	0.3489 × 1,700 × (10.43 + 124.30) = 80,000 "
計	110,840 (1)

2) 蓄熱室を出る廢棄ガスの顯熱 (1 變更期間)

蓄熱室を出る廢棄ガスの温度は平均 700°C 其の顯熱は

$$\begin{aligned} & \text{第 2 表(11)} \times \frac{1}{7} \times \frac{20}{60} = 827,200 \times \frac{1}{7} \times \frac{20}{60} \\ & = 39,370 \text{ kcal} \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

3) 豫熱により空氣の得たる熱量 (1 變更期間)

使用空氣量を求むれば

CO の燃焼に要する空氣	130.0 + 520.0 = 650.0 m ³
CH ₄	72.0 + 288.0 = 360.0 "
H ₂	62.75 + 251.0 = 313.75 "
C	24.4 + 97.6 = 122.0 "
Si	3.9 + 15.6 = 19.5 "
Mn	2.0 + 8.0 = 10.0 "
P	1.0 + 4.0 = 5.0 "
Fe	2.2 + 8.8 = 11.0 "
過剰の空氣	219.0 + 876.0 = 1,095.0 "
計	2,586.25 "

熔鋼 t 當り 1 變更期間の空氣量は

$$2,586.25 \times \frac{1}{7} \times \frac{20}{60} = 123.10 \text{ m}^3$$

蓄熱室を出る空氣の温度は平均 1,200°C であるから 0°C

と 1,200°C との間の平均比熱を求むれば

$$0.303 + 0.000027 \times 1,200 = 0.3354$$

空氣の受ける熱量は

$$0.3354 \times 1,200 \times 123.10 = 49,600 \text{ kcal} \dots\dots\dots (3)$$

4) 豫熱によるガスの得たる熱量 (1 變更期間)

發生爐ガスの熔鋼 t 當り 1 變更期間の量は

CO ₂	73.5 × $\frac{1}{7} \times \frac{20}{60}$ = 3.50 m ³
CO	260.0 × $\frac{1}{7} \times \frac{20}{60}$ = 12.37 "
CH ₄	36.0 × $\frac{1}{7} \times \frac{20}{60}$ = 1.71 "
H ₂	125.5 × $\frac{1}{7} \times \frac{20}{60}$ = 5.98 "
O ₂	5.3 × $\frac{1}{7} \times \frac{20}{60}$ = 0.25 "
N ₂	544.0 × $\frac{1}{7} \times \frac{20}{60}$ = 25.90 "
計	49.71 "

蓄熱室を出る發生爐ガスの温度は 1,300°C なるを以て 0°C

と 1,300°C との間の平均比熱を求むれば

CO ₂	0.37 + 0.00022 × 1,300 = 0.656
CO	0.258 + 0.00072 × 1,300 = 0.3416
CH ₄	0.38 + 0.00022 × 1,300 = 0.666
H ₂ , O ₂ , N ₂	0.303 + 0.000027 × 1,300 = 0.3381

1,300°C の發生爐ガスの顯熱は

CO ₂	0.656 × 1,300 × 3.50 = 2,980 kcal
CO	0.3416 × 1,300 × 12.37 = 5,500 "
CH ₄	0.666 × 1,300 × 1.71 = 1,480 "
H ₂ , O ₂ , N ₂	0.3381 × 1,300 × (5.98 + 0.25 + 25.90) = 14,120 "
計	24,080 "

蓄熱室に入るガスの温度は 550°C であるから其の顯熱は

$$(3') \times \frac{1}{7} \times \frac{20}{60} = 190,300 \times \frac{1}{7} \times \frac{20}{60} = 9,070 \text{ kcal}$$

發生爐ガスが蓄熱室で受ける熱量は

$$24,080 - 9,070 = 15,010 \text{ kcal} \dots\dots\dots (4)$$

蓄熱室の熱効率

$$\frac{(3) + (4)}{(1) - (2)} = \frac{49,600 + 15,010}{71,470} \times 100 = 90.40\% \dots\dots (4')$$

蓄熱室に於ける 1 操業 t 當り損失は

$$\begin{aligned} & \{ (1) - (2) \} - \{ (3) + (4) \} \times \frac{7}{1} \times \frac{60}{20} \\ & = \{ 71,470 - (49,600 + 15,010) \} \times 7 \\ & \times \frac{60}{20} = 144,000 \text{ kcal} \dots\dots\dots (4'') \end{aligned}$$

1) 餘熱汽罐による熱回収率

ガス弁を出でたる廢棄ガスの温度は 700°C であるが餘熱汽罐に入る時の温度は平均 600°C であるから 0°C と 600°C との間の平均比熱を求むれば

CO ₂	0.37 + 0.00022 × 600 = 0.502
H ₂ O	0.34 + 0.00015 × 600 = 0.43
O ₂ , N ₂	0.303 + 0.000027 × 600 = 0.319

600°C の廢棄ガスの顯熱は

CO ₂	0.502 × 600 × 19.26 = 5,800 kcal
H ₂ O	0.43 × 600 × 6.42 = 1,653 "
O ₂ , N ₂	0.319 × 600 × (10.43 + 124.30) = 25,780 "

計 33,233' (1')

餘熱汽罐を出る廢棄ガスの温度は平均 300°C であるから 0°C と 300°C との間の平均比熱を求むれば

CO ₂	0.37 + 0.00022 × 300 = 0.436
H ₂ O	0.34 + 0.00015 × 300 = 0.385
O ₂ , N ₂	0.303 + 0.000027 × 300 = 0.3111

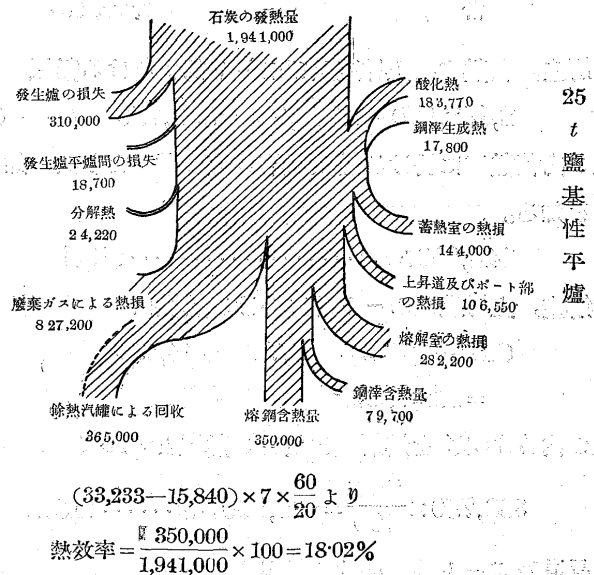
300°C の廢棄ガスの顯熱は

CO ₂	0.436 × 300 × 19.26 = 2,520 kcal
H ₂ O	0.385 × 300 × 6.42 = 740 "
O ₂ , N ₂	0.3111 × 300 × (10.43 + 124.30) = 12,580 "

計 15,840'' (1'')

熱回収率は

$$\frac{(1') - (1'')}{(1')} \times 100 = \frac{33,233 - 15,840}{33,233} \times 100 = 52.30\% \dots\dots\dots (1)$$



第4章 當製鋼工場備付10t酸性平爐に於ける熱勘定記録

第1表 熱勘定に必要な事項及参考事項

實測期間	自昭和10年1月 至昭和10年12月	工場名									
(1)	平 爐 容 量 (t) (t=1,000kg)	10									
(2)	型 式 (酸性メルツ式等)	酸 性									
(3)	爐 床 面 積 (m ²)	13.52									
(4)	空 氣 (一 個)	a. 内 容 積 (m ³)	29.66								
		b. 格子積部の容積 (m ³)	23.80								
		c. 格子積煉瓦總重量 (kg)	15,600								
		d. 格子積の高、さ (m)	3.512								
	ガ ス (一 個)	a. 内 容 積 (m ³)	19.07								
		b. 格子積部の容積 (m ³)	14.80								
		c. 格子積煉瓦總重量 (kg)	10,150								
		d. 格子積の高、さ (m)	2,896								
	保温煉瓦の有無		無 し								
	(5)	種別	熔鋼1tに 付使用量	成 分 及 發 熱 量							
發 生 爐 用 石 炭 其 他 (ユ)	田川炭	200kg	水分 灰分 炭素 水素 酸素 硫黄 發熱量								
	撫順炭	400kg	田川 2.50 6.70 74.00 5.00 11.00 0.80 7,045								
	撫順炭	400kg	撫順 6.50 12.00 64.00 5.00 12.00 0.50 6,170								
			平均 5.17 10.23 67.33 5.00 11.67 0.60 6,470								
(6)	製鋼法別(鑛石法等)	銑鐵及鑛石法									
(7)	1ヶ年 全 裝 入 量 (t)	11,220									
(8)	1ヶ年 全燃料使用量 (t)	6,400									
(9)	1ヶ年 ガス通入時間	7,900 時 (内 530 修理熱上げ)									
(10)	1ヶ年 熔鋼總噸數 (t) (良塊及鑛屑別)	良塊 9,761 鑛屑 897 計 10,658									
(11)	1ヶ年 總製鋼時間 (裝入開始より出鋼迄)	6,600									
(12)	1ヶ年 出 鋼 回 數	660									
(13)	熔鋼適當り裝入材料及附加材料並に成分	重量 (kg)	C	Si	Mn	P	S	Cu			
		冷 銑	360.0	4.20	1.50	0.80	0.035	0.01	0.05		
		熔 銑									
		屑 鐵	660.0	0.20	0.25	0.50	0.04	0.04	0.25		
		フエロマンガン	7.65	7.50	1.50	75.00	0.35	0.01			
		フエロシリコン	4.18	0.10	75.00	0.30	0.04	0.03			
				Fe ₂ O ₃	FeO	SiO ₂	MnO	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅
		鐵 鑛 石	78.0	16.0	1.0	3.0	1.0	1.0	0.07		
		マンガン鑛									
		スケール									
石 灰 石		2.0	1.0	53.0	1.0	0.03					
(14)	熔鋼成分%	C	Si	Mn	P	S	Cu				
		0.20	0.25	0.50	0.04	0.04	0.19				
(15)	鋼滓成分% 及重量kg	b 1.26	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	FeO	MnO		
			60.0	3.0	3.5	0.5	18.0	15.0			
(16)	廢棄ガス成分%	CO ₂	H ₂ O	O ₂	N ₂						
		12.0	4.0	6.5	77.5						

第2表 熔鋼1tに對する熱勘定

		+ kcal	+ %	- kcal	- %
(1)	熔鋼1tに對する燃料の發熱量	3,882,090	100		
(2)	發生爐にてガス化に失はるゝ熱量(1-a-b)			620,900	15.97
	a) ガスの總發熱量			2,842,000	
	b) ガスの顯熱			418,000	
(3)	發生爐ガス出口に於けるガス溫度	600°C			
	發生爐と平爐ガス弁間の熱損 平爐ガス弁に於けるガス溫度	550°C		37,400	0.96
(4)	裝入材の顯熱(熔銑)				
(5)	酸化熱				
	a) C 重量 (kg)	15.03	121,500	3.13	
	b) Si "	7.82	52,760	1.36	
	c) Mn "	7.06	11,670	0.29	
	d) P "				
	e) Fe "	5.17	6,080	0.16	
	S "				
(6)	鋼滓生成熱	2,940	0.07		
(7)	熔鋼の含熱量			350,000	9.01
(8)	鋼滓の含熱量			29,400	0.757
(9)	吸熱反應熱				
	a) 石灰石の分解熱				
	b) 鐵鑛石分解熱			1,870	0.048
	c) スケールの分解熱				
(10)	冷却水にて失はるゝ熱量				
	冷却水量	kg			
(11)	廢棄ガスに失はるゝ熱量			1,654,400	42.617
	廢棄ガス (m ³) 量及溫度 (°C)	6,800(標準狀態)	700°C		
(12)	ガス漏洩による熱損				
(13)	輻射傳導及對流による熱損				
	a) 熔解室			840,100	21.641
	b) 蓄熱室			267,000	6.878
	c) 上昇道及ボート部			276,770	7.13
	計	4,096,940	105.021	4,096,940	105.021

蓄熱室熱効率及餘熱汽罐の數回收率

(1)	蓄熱室に入る廢棄ガスの顯熱 (1 變更期間)		t 當り 154,700
	變更期間(分)	20	
	蓄熱室に入るガスの溫度	1,700°C	
(2)	蓄熱室を出る廢棄ガスの顯熱 (1 變更期間)		t 當り 55,000
	廢棄ガスの溫度	700°C	
(3)	豫熱により空氣の得たる熱量 (1 變更期間)		t 當り 69,400
(4)	豫熱によるガスの得たる熱量 (1 變更期間)		t 當り 21,400
	空氣及ガスの豫熱溫度	空氣 1,200°C ガス 1,300	
	空氣量	124.30 m ³	
	蓄熱室熱効率 = $\frac{(3)+(4)}{(1)-(2)} \times 100\%$		91.00%
(1)	餘熱汽罐による熱回收率		
	餘熱汽罐通過直後のガス溫度		

第 5 章 10t 酸性平爐に於ける
各調査事項に對する計算法

次に示すものは當工場備付 10t 酸性平爐に就て前章中に記載したる數字の説明なり。尙ほ此の爐は現在製品の都合上鹽基性裏付けにして操業して居るが元來酸性として設計建設され酸性としては 10 數年の歴史を有するも鹽基性としての歴史は僅々半歳に満たないから當時の記録により酸性操業の場合について計算した。

第 1 表 熱勘定に必要な事項及參考事項

1) 平爐容量

表に 10t と記載したのは公稱容量であつて普通炭素鋼を製造する場合の平均裝入重量は 17t である。

2) 型 式

前記の理由により酸性なり。

3) 爐床面積

4) 蓄 熱 室

建設當時の設計書によつた。

5) 燃 料

特殊鋼, 高級鍛鋼素材を製造するに使用する爐なれば石炭は熔鋼 t 當り約 600 kg を使用するものとした。

6) 製鋼法別

7) 乃至 (12)

表中に示す數字は鹽基性 25t 平爐の場合と同様に普通炭素鋼以外のものも含む。

13) 熔鋼 t 當り裝入材料及附加材料並に成分

14) 熔鋼成分

15) 鋼滓成分及重量

以上の 3 項の内 (13), (15) は熔鋼重量を知る必要があるから夫れを算出すれば

裝入材料並に熔鋼

	C	Si	Mn	P	S	Cu	残り	重量
銑 鐵	4.20	1.50	0.80	0.035	0.010	0.05	93.405	6,000 kg
屑 鐵	0.20	0.25	0.50	0.040	0.040	0.25	98.720	11,000
フェロマンガン	7.50	1.50	75.00	0.350	0.010	—	15.640	130
フェロシリコン	0.10	75.00	0.30	0.040	0.030	—	24.530	70
熔 鋼	0.20	0.25	0.50	0.040	0.030	0.18	98.800	x

造滓材料並に鋼滓

	SiO ₂	FeO	MnO	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	重量
珪 砂	98.00	0.50	—	0.50	0.50	0.40	350 kg
ガニスター	87.00	2.00	—	10.00	0.50	0.40	50
赤 鐵 鑛	16.00	$\frac{7.80}{70.20}$	1.00	3.00	1.00	1.00	100
燒 石 灰	4.00	—	—	2.00	90.00	2.00	30
鋼 滓	60.00	18.00	15.00	3.00	3.50	0.50	y

熔鋼及び鋼滓の重量を夫々 x 及び y と 爐床修理に用ひたる珪砂及びガニスター中の FeO は盡く鋼滓中に移行するものとすれば

裝入材料及び造滓材料中の Mn は

銑 鐵	鐵	$6,000 \times \frac{0.80}{100} = 48.00 \text{ kg}$
屑 鐵	鐵	$11,000 \times \frac{0.50}{100} = 55.00 \text{ ''}$
フェロマンガン		$130 \times \frac{75.0}{100} = 97.50 \text{ ''}$
フェロシリコン		$70 \times \frac{0.30}{100} = 0.21 \text{ ''}$
赤 鐵 鑛		$100 \times \frac{1}{100} \times \frac{55}{71} = 0.775 \text{ ''}$
計		201.485 ''

又 Fe は

銑 鐵	鐵	$6,000 \times \frac{93.405}{100} = 5,604.300 \text{ kg}$
屑 鐵	鐵	$11,000 \times \frac{98.720}{100} = 10,859.200 \text{ ''}$
フェロマンガン		$130 \times \frac{15.640}{100} = 20.332 \text{ ''}$
フェロシリコン		$70 \times \frac{24.530}{100} = 17.171 \text{ ''}$
珪 砂		$350 \times \frac{0.50}{100} \times \frac{56}{72} = 1.361 \text{ ''}$
ガニスター		$50 \times \frac{2.00}{100} \times \frac{56}{72} = 0.778 \text{ ''}$
赤 鐵 鑛		$100 \times \frac{70.20}{100} \times \frac{56}{72} = 54.700 \text{ kg}$
計		16,557.842 kg

鋼滓中の Mn は $\frac{15.0}{100} \times \frac{56}{71} y = \frac{11.61}{100} y$

鋼滓中の Fe は $\frac{18.0}{100} \times \frac{56}{72} y = \frac{14.00}{100} y$

然る時には次の2式が成立する

$$\left. \begin{aligned} \frac{0.50}{100} x + \frac{11.61}{100} y &= 201,485 \\ \frac{98.80}{100} x + \frac{14.0}{100} y &= 16,557,842 \end{aligned} \right\} \text{此より} \begin{cases} x = 16,650 \\ y = 1,019 \end{cases}$$

故に熔鋼重量 = 16,650 kg

鋼滓重量 = 1,019

熔鋼 t 當り使用量は

銑 鐵 $6,000 \times \frac{1}{16.65} = 360.00 \text{ kg}$

屑 鐵 $11,000 \times \frac{1}{16.95} = 661.0 \text{ ''}$

フェロマンガ ン $130 \times \frac{1}{16.95} = 7.82 \text{ ''}$

フェロシリコ ン $70 \times \frac{1}{16.95} = 4.21 \text{ ''}$

珪 砂 $350 \times \frac{1}{16.95} = 21.00 \text{ ''}$

ガニスタ ー $50 \times \frac{1}{16.95} = 3.00 \text{ ''}$

赤 鐵 鑛 $100 \times \frac{1}{16.95} = 6.00 \text{ ''}$

燒 石 灰 $30 \times \frac{1}{16.95} = 1.80 \text{ ''}$

鋼 滓 $1,019 \times \frac{1}{16.95} = 61.26 \text{ ''}$

16) 廢棄ガス成分

25t 鹽基性平爐の場合に同じ。

第2表 熔鋼に對する熱勘定

- 1) 熔鋼 1t に對する燃料の發熱量
- 2) 發生爐にてガス化に失はるゝ熱量
- 3) 發生爐と平爐ガス弁間の熱損

以上の3項は 25t 鹽基性平爐の2倍である。

4) 裝入材の顯熱

熔銑を用ひざるを以て計算せず。

5) 酸化熱

各成分の熱量は

銑	鐵	C	$360.0 \times 0.0420 = 15.12 \text{ kg}$
		Si	$260.0 \times 0.0150 = 5.40 \text{ ''}$
		Mn	$360.0 \times 0.0080 = 2.88 \text{ ''}$
		P	$360.0 \times 0.00035 = 0.126 \text{ ''}$
		S	$360.0 \times 0.00010 = 0.036 \text{ ''}$
		Cu	$360.0 \times 0.00050 = 0.180 \text{ ''}$
		残り	$360.0 \times 0.93405 = 336.258 \text{ ''}$

屑	鐵	C	$661.0 \times 0.0020 = 1.32 \text{ kg}$
		Si	$661.0 \times 0.0025 = 1.65 \text{ ''}$
		Mn	$661.0 \times 0.0050 = 3.31 \text{ ''}$
		P	$661.0 \times 0.00040 = 0.264 \text{ ''}$
		S	$661.0 \times 0.00040 = 0.264 \text{ ''}$
		Cu	$661.0 \times 0.0025 = 1.65 \text{ ''}$
		残り	$661.0 \times 0.9872 = 652.542 \text{ ''}$

フェロマンガ ン	C	$7.82 \times 0.0750 = 0.586 \text{ ''}$
	Si	$7.82 \times 0.0150 = 0.117 \text{ ''}$
	Mn	$7.82 \times 0.07500 = 5.860 \text{ ''}$
	P	$7.82 \times 0.00350 = 0.028 \text{ ''}$
	S	$7.82 \times 0.00010 = 0.000 \text{ ''}$
	残り	$7.82 \times 0.1564 = 1.229 \text{ ''}$

フェロシリコ ン	C	$4.21 \times 0.0010 = 0.004 \text{ ''}$
	Si	$4.21 \times 0.07500 = 3.155 \text{ ''}$
	Mn	$4.21 \times 0.0030 = 0.013 \text{ ''}$
	P	$4.21 \times 0.0004 = 0.002 \text{ ''}$
	S	$4.21 \times 0.0003 = 0.001 \text{ ''}$
	残り	$4.21 \times 0.2453 = 1.035 \text{ ''}$

珪	砂	SiO ₂	$21.00 \times 0.9800 = 20.580 \text{ ''}$
		FeO	$21.00 \times 0.0050 = 0.105 \text{ ''}$
		Al ₂ O ₃	$21.00 \times 0.0050 = 0.105 \text{ ''}$
		CaO	$21.00 \times 0.0050 = 0.105 \text{ ''}$
		MgO	$21.00 \times 0.0040 = 0.084 \text{ ''}$

ガニスタ ー	SiO	$3.00 \times 0.8700 = 2.610 \text{ ''}$
	FeO	$3.00 \times 0.0200 = 0.060 \text{ ''}$
	Al ₂ O ₃	$3.00 \times 0.1000 = 0.300 \text{ ''}$
	CaO	$3.00 \times 0.0050 = 0.015 \text{ ''}$
	MgO	$3.00 \times 0.0040 = 0.012 \text{ ''}$

赤 鐵 鑛	SiO ₂	$6.00 \times 0.1600 = 0.960 \text{ ''}$
	FeO	$6.00 \times 0.7020 = 4.212 \text{ ''}$
	(Fe ₂ O ₃)	$6.00 \times 0.7800 = 4.680 \text{ ''}$
	MnO	$6.00 \times 0.0100 = 0.060 \text{ ''}$
	Al ₂ O ₃	$6.00 \times 0.0300 = 0.180 \text{ ''}$
	CaO	$6.00 \times 0.0100 = 0.060 \text{ ''}$
	MgO	$6.00 \times 0.0100 = 0.060 \text{ ''}$

燒 石 灰	SiO ₂	$1.80 \times 0.0400 = 0.072 \text{ ''}$
	Al ₂ O ₃	$1.80 \times 0.0200 = 0.036 \text{ ''}$
	CaO	$1.80 \times 0.9000 = 1.620 \text{ ''}$
	MgO	$1.80 \times 0.0200 = 0.036 \text{ ''}$

滓	SiO ₂	$61.26 \times 0.6000 = 36.756 \text{ ''}$
	FeO	$61.26 \times 0.1800 = 11.027 \text{ ''}$
	MnO	$61.26 \times 0.1500 = 9.189 \text{ ''}$
	Al ₂ O ₃	$61.26 \times 0.0300 = 1.838 \text{ ''}$
	CaO	$61.26 \times 0.0350 = 2.144 \text{ ''}$
	MgO	$61.26 \times 0.0050 = 0.306 \text{ ''}$

裝入材料各成分の合計及び熔鋼各成分の重量を示せば

	C	Si	Mn	P	S	Cu	残り	計
銑鐵	15.12	5.40	2.88	0.126	0.036	0.180	333.258	360.00
屑鐵	1.32	1.65	3.31	0.234	0.264	1.650	652.542	661.00
フエロマンガ	0.536	0.117	5.860	0.028	0.000	—	1.229	7.82
フエロシリ	0.004	3.155	0.013	0.002	0.001	—	1.035	4.21
計	17.030	10.322	12.063	0.420	0.301	1.830	991.064	1,033.03
熔鋼	2.00	2.50	5.00	0.40	0.30	1.80	98.800	1,000.00

造滓材料各成分の合計及び鋼滓各成分の重量を示せば

	SiO ₂	FeO	MnO	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	重量
珪砂	20.580	0.105	—	0.105	0.105	0.084	21.00
ガニスター	2.610	0.060	—	0.300	0.015	0.012	3.00
赤鐵礦	0.960	$\frac{Fe_2O_3 \cdot 4.68}{4.212}$	0.060	0.180	0.060	0.060	6.00
燒石灰	0.072	—	—	0.036	1.620	0.036	1.80
計	24.222	4.377	0.060	0.621	1.800	0.092	31.80
鋼滓	36.756	11.027	9.189	1.838	2.144	0.306	61.26

酸化熱

C 17.030 - 2.000 = 15.030 kg
 $8.080 \times 15.03 = 121,500 \text{ kcal} \dots (5)a$

Si 10.322 - 2.500 = 7.822 kg
 $6.750 \times 7.822 = 52,750 \text{ kcal} \dots (5)b$

Mn 12.063 - 5.000 = 7.063 kg
 $1.652 \times 7.063 = 11,670 \text{ kcal} \dots (5)c$

Fe $(11.027 - 4.377) \times \frac{5}{72} = 5.17 \text{ kg}$
 $1.176 \times 5.17 = 6,080 \text{ kcal} \dots (5)e$

6) 鋼滓生成熱

$130 \times (11.027 + 9.189 + 2.144 + 0.306) = 2,940 \text{ kcal} \dots (6)$

7) 熔鋼の含熱量

$350 \times 1.0 = 350,000 \text{ kcal} \dots (7)$

8) 鋼滓の含熱量

$480 \times 61.26 = 29,400 \text{ kcal} \dots (8)$

9) 吸熱反應熱

- a) 石灰石は使用せず
- b) $Fe_2O_3 \rightarrow 2FeO + O_2$
 $400 \times 4.63 = 1,870 \text{ kcal} \dots (9)b$
- c) スケールは使用せず

10) 冷却水にて失はるゝ熱量

冷却水は使用せず。

11) 廢棄ガスに失はるゝ熱量

廢棄ガスの平均成分は次の如し。

廢棄ガス	CO ₂	H ₂ O	O ₂	N ₂
	12.0	4.0	6.5	77.5

熔鋼 t 當り使用發生爐ガスが 25 t 鹽基性平爐の 2 倍であるから廢棄ガスも其の 2 倍であるとすれば

廢棄ガス	CO ₂	H ₂ O	O ₂	N ₂	計
	809.6	269.5	438.0	5,226.0	6,743.1

700°C の廢棄ガスの顯熱は

$827,200 \times 2 = 1,654,400 \text{ kcal} \dots (11)$

12) ガス漏洩による熱損

25 t 鹽基性平爐と同様に零とする。

13) 輻射、傳導及對流による熱損

熱の發生

石炭の發熱量	3,882,000 kcal
C の酸化熱	121,500 "
Si "	52,750 "
Mn "	11,670 "
Fe "	6,080 "
鋼滓生成熱	6,940 "
計	4,076,940 "

熱の吸收

發生爐にて失はるゝ熱量	620,000 kcal
發生爐と平爐との間で失はるゝ熱量	37,400 "
熔鋼の含熱量	350,000 "
鋼滓の含熱量	29,400 "
赤鐵礦の分解熱	1,870 "
廢棄ガスに失はるゝ熱量	1,654,400 "
計	2,693,070 "

熔解室、蓄熱室、上昇道及びポート部に於ける熱損は

$4,076,940 - 2,693,070 = 1,383,870$

此の内蓄熱室に於ける熱損は第 3 表 (4'') より次の如し。

$267,000 \text{ kcal} \dots (13)b$

熔解室、上昇道及びポート部に於ける熱損は

$1,383,870 - 267,000 = 1,116,870 \text{ kcal}$

熔解室に於ける熱損は

$1,116,870 \times \frac{75.2}{100} = 840,160 \text{ kcal} \dots (13)a$

上昇道及びポート部に於ける熱損は

$1,116,870 \times \frac{24.8}{100} = 276,770 \text{ kcal} \dots (13)c$

熔鋼 1 t に對する燃料の發熱量を 100 として以上の結果を 100 分率にて示せば次表の如し。

	+ kcal	+ %	- kcal	- %
(1) 熔鋼 1 t に對する燃料の發熱量	3,882,000	100.00		
(2) 發生爐にてガス化に失はるゝ熱量			620,000	15.971
(3) 發生爐と平爐ガス弁間の熱損			37,400	.963
(4) 裝入材の顯熱	0			
(5) 酸化熱				
a) C	121,500	3.13		
b) Si	52,750	1.359		
c) Mn	11,670	.300		
d) P				
e) Fe	6,080	.156		
(6) 鋼滓生成熱	2,940	.076		
(7) 熔鋼の含熱量			350,000	9.016
(8) 鋼滓の含熱量			29,400	.757

	+ kcal	+ %	- kcal	- %
(9) 吸熱反應熱 a) 石灰石の分解熱 b) 鐵礦石の分解熱 c) スケール "			1,870	0.48
冷却水にて失はるゝ熱量 廢棄ガスに失はるゝ熱量			0	
10. ガス漏洩による熱損			1,654,400	42.617
(11) 輻射、傳導及 a) 熔解室			840,100	21.641
(12) 對流による熱損 b) 蓄熱室			267,000	6.878
(13) c) 上昇道及ポート部			276,770	7.130
計	4,076,940	105.021	4,076,940	105.021

蓄熱室熱効率及餘熱汽罐の熱回收率

1) 蓄熱室に入る廢棄ガスの顯熱 (1 變更期間)

1 操業時間は平均 10 時間で弁の 1 變更期間は平均 20 間であるから 1 變更期間の熔鋼 t 當り廢棄ガスは次の如し

$$6,743.1 \times \frac{1}{10} \times \frac{20}{60} = 223.77 m^3$$

蓄熱室に入る廢棄ガスの温度は平均 1,700°C であるから其の顯熱は

$$110,840 \times \frac{223.77}{160.41} = 154,700 kcal \dots\dots(1)$$

2) 蓄熱室を出る廢棄ガスの温度は平均 700°C であるから其の顯熱は

$$39,370 \times \frac{223.77}{160.41} = 55,000 kcal \dots\dots(2)$$

3) 豫熱により空氣の得たる熱量 (1 變更期間)

使用空氣量は

$$2,586.25 \times 2 = 5,172.5 m^3$$

熔鋼 t 當り 1 變更期間の空氣量は

$$5,172.5 \times \frac{1}{10} \times \frac{20}{60} = 172.42 m^3$$

蓄熱室を出る空氣の温度は平均 1,200°C であるから其の受ける熱量は

$$49,600 \times \frac{172.42}{123.10} = 69,400 kcal \dots\dots(3)$$

4) 豫熱によるガスの得たる熱量 (1 變更期間)

ガス發生爐の構造並に發生爐ガスの成分も 25 t 鹽基性

平爐の場合と等しいから熔鋼 t 當り使用ガスの各成分の容量は

CO ₂	73.5 × 2 =	147.0 m ³
CO	260.0 × 2 =	520.0 "
CH ₄	36.0 × 2 =	72.0 "
H ₂	125.5 × 2 =	251.0 "
O ₂	5.3 × 2 =	10.6 "
N ₂	544.0 × 2 =	1,088.0 "
計		2,088.6 "

1 變更期間のガス量は

$$2,088.6 \times \frac{1}{10} \times \frac{20}{60} = 69.62 m^3$$

蓄熱室を出る發生爐ガスの温度は平均 1,300°C であるから其の受ける熱量は

$$15,010 \times \frac{69.62}{49.71} = 21,400 kcal \dots\dots(4)$$

蓄熱室の熱効率は

$$\frac{69,400 + 21,400}{99,700} = 91.00\% \dots\dots(4')$$

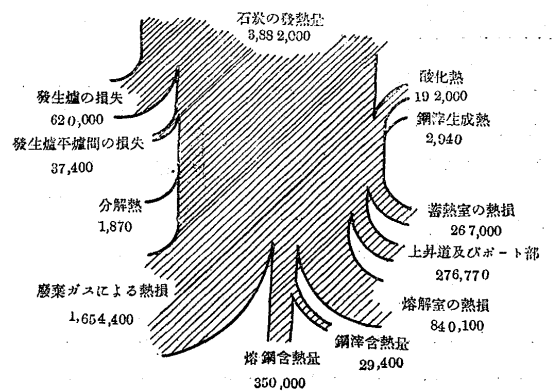
蓄熱室に於ける 1 操業 t 當り損失は

$$= \{99,700 - (69,400 + 21,400)\} \times 10 \times \frac{60}{20} = 267,000 kcal \dots\dots(4'')$$

1) 餘熱汽罐による熱回收率

餘熱汽罐は使用せず。

10 t 酸性平爐



$$熱效率 = \frac{350,000}{388,200} \times 100 = 90.1\%$$