

### III. 厚板工場鋼塊加熱爐の熱分布に就て

厚板課 厚板掛技師 工學士 伊賀存和

#### 1. 加熱爐に就て

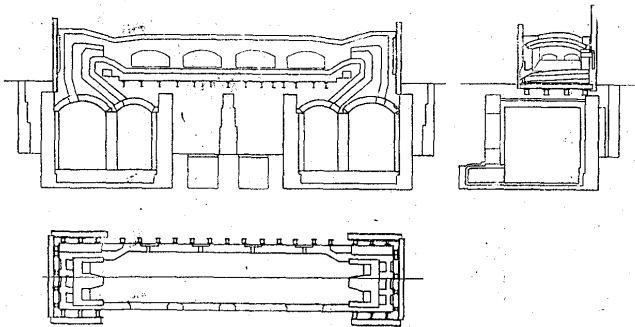
加熱爐は蓄熱室、間歇式加熱爐にして現在3基あり、1基を Ruppman 爐と稱し、他の2基を Siemens 爐と稱す。その構造の上より云へば多少異なる所ありと雖も本編に於いては代表的にその一を選び述ぶることとす。

附圖は Ruppman 爐にして爐床長さ 10.800m 幅 2.600m その容量 150ton/day にして送風機を使用す。

當爐にて加熱すべき鋼塊は 500kg より 7,000kg 断面高さ 8" より 19 1/2" に至る。加熱すべき鋼塊は 8,000kg 装入機により装入し加熱することは通常の爐と同じ。

蓄熱室により豫熱されたる瓦斯溫度は 950°C 内外  
室氣溫度は 850°C 内外なり

厚板工場第1號加熱爐



溫度及び壓力測定並びに瓦斯分析試料採取場所は別圖の如し。

- (1) 生瓦斯溫度測定
- (2) 空氣蓄熱室下部溫度測定
- (3) " " 上部 " "
- (4) 瓦斯 " 下部 " "
- (5) " " 上部 " "
- (6) 天井溫度測定
- (7) 天井壓力測定
- (8) 爐内燃燒瓦斯分析試料採取 } 同一場所
- (9) 廢氣瓦斯分析試料採取
- (10) " " 溫度測定
- (11) 爐内燃燒瓦斯焰溫度測定

- (1) 瓦斯使用量 (標準狀態) 1 時間當  
自 7 月 9 日 至 7 月 20 日の平均 2,007 m<sup>3</sup>/hr
- (2) 瓦斯分析 (乾燥、標準狀態、容積比)

自 6 月 26 日 至 7 月 6 日の 295 回の平均  
CO<sub>2</sub>=2.4% CO=29.4% CH<sub>4</sub>=4.2%  
H<sub>2</sub>=10.8% N<sub>2</sub>=53.2%

- (3) 空氣使用量 (標準狀態)  
自 7 月 9 日 至 7 月 26 日の平均 3,078 m<sup>3</sup>/hr
- (4) 爐内壓力(10倍 Standard micromans meter ;  
alcohole)

自 7 月 23 日 至 7 月 27 日 29 回の平均  
西 中 東 瓦斯方向  
7.5mm 9.0mm 9.4mm 東より  
9.2mm 8.1mm 7.4mm 西より

- (5) 鋼塊加熱噸數  
自 7 月 1 日 至 8 月 2 日 1ヶ班(8時間)宛の平均  
熱塊 52,404ton 冷塊 100,312ton

- (6) 變更弁の給水量並に給水、排水溫度  
自 6 月 15 日 至 6 月 22 日の平均  
給水量 給水溫度 排水溫度  
10,065 m<sup>3</sup>/hr 21.59°C 65.14°C

- (7) 變更弁の變更回數  
自 5 月 1 日 至 6 月 11 日の平均 82.4 回/day

- (8) 扉開閉に要する時間  
自 6 月 6 日 1 班 至 6 月 8 日 3 班の平均  
294.4 sec/hr

- (9) 鋼滓流出量及溫度  
自 7 月 3 日 至 7 月 18 日の平均  
流出量=2,687 kg 溫度=1,500°C

- (10) 空氣及瓦斯蓄熱室、入口、出口溫度  
自 7 月 8 日 至 7 月 20 日の平均

空氣蓄熱室 出口(上)	空氣蓄熱室 入口(下)	瓦斯蓄熱室 出口(上)	瓦斯蓄熱室 入口(下)
廢氣 986°C	空氣 830°C	廢氣 451°C	空氣 1,042°C
廢氣 830°C	空氣 1,042°C	廢氣 943°C	瓦斯 600°C
廢氣 451°C	空氣 1,042°C	廢氣 943°C	瓦斯 344°C

- (11) 使用瓦斯及廢氣並に天井溫度  
自 7 月 8 日 至 7 月 20 日の平均  
天井=1,331°C 瓦斯(變更弁前)=357°C  
廢氣=(煙突入口)=408°C

- (12) 爐内瓦斯焰溫度  
自 7 月 9 日 至 7 月 17 日の平均

爐前(北側)°C				爐裏(南側)					
東より	1	2	3	4	東より	1	2	3	4
	1,336	1,340	1,329	1,320	1,325	1,327	1,325	1,316	
爐内總平均=1,327°C									

(13) 爐内燃燒瓦斯分析

月日時	試料採取場所	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	瓦斯方向
7-23 P.M.	東	13.6%	2.2%	西より
	中	15.4	4.0	
0-10	西	2.0	17.6	
7-24 P.M.	東	5.6	13.8	東より
	中	13.4	4.6	
2-20	西	15.8	1.6	
7-24 A.M.	東	5.2	12.4	東より
	中	12.8	5.4	
5-00	西	15.8	1.2	
7-31 P.M.	東	15.8	1.4	西より
	中	8.4	8.2	
5-40	西	11.0	15.0	
8-1 A.M.	東	4.4	14.1	東より
	中	16.0	1.6	
10-00	西	15.8	0.6	
平均		11.2%	7.1%	

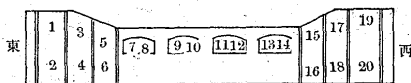
(14) 廢氣瓦斯分析 (容積比)

月日	時間	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	月日	時間	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>
6-25	1'-30' A.M.	10.0	3.2	5	8'-10' A.M.	8.8	9.2
26	0'-30'	11.2	3.4	"	9'-30'	12.0	6.6
27	11'-20'	11.4	7.4	7-1	11.0	2.0	
"	4'-20' P.M.	9.4	8.4	2	3'-00' A.M.	12.0	5.4
28	1'-00' A.M.	11.4	2.4	"	9'-15'	6.0	12.2
29	4'-15' P.M.	9.8	7.0	"	4'-50' P.M.	10.8	3.6
7-3	5'-00' A.M.	10.4	5.8	"	3'-45'	10.4	4.2
"	8'-10'	9.8	9.0	"	12.0	6.6	
"	0'-20' P.M.	12.0	6.0	6	8'-00' A.M.	5.0	13.0
"	5'-00'	11.2	6.4	"	4'-15' P.M.	12.4	2.6
"	8'-05'	10.6	6.8	平均		10.28%	6.24%

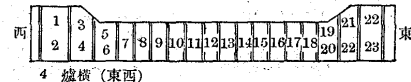
(15) 爐表面溫度 °C

1	4	7	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37	40
2	5	8	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38	41
3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42

2 爐前(北側=山側)番號



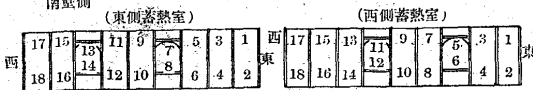
3 爐裏(南側=溪側)番號



4 爐橫(東西)



5 空氣瓦斯蓄熱室壁番號



6 瓦斯蓄熱室橫壁番號



1. 爐體煉瓦溫度表 (表面)°C

自 10-6-24 至 10-6-28 每日 3 回の平均値

番號	天井(1)		爐前(2)		爐裏(3)		東側(4)		西側				
	溫度	番號	溫度	番號	溫度	番號	溫度	番號	溫度	番號			
1	170	23	245	1	119	1	72	23	77	1	230	1	182
2	170	24	172	2	105	2	70	24	77	2	186	2	170
3	165	25	190	3	95	3	75	—	—	3	215	3	245
4	158	26	165	4	90	4	67	—	—	4	195	4	175
5	175	27	170	5	105	5	110	—	—	5	190	5	225
6	160	28	180	6	95	6	120	—	—	6	155	6	165
7	210	29	175	7	250	7	145	—	—	7	145	7	120
8	165	30	200	8	227	8	130	—	—	—	—	—	—
9	167	31	185	9	225	9	145	—	—	—	—	—	—
10	210	32	170	10	233	10	175	—	—	—	—	—	—
11	220	33	200	11	240	11	185	—	—	—	—	—	—
12	260	34	200	12	245	12	190	—	—	—	—	—	—
13	265	35	235	13	260	13	170	—	—	—	—	—	—
14	230	36	220	14	245	14	185	—	—	—	—	—	—
15	230	37	205	15	110	15	175	—	—	—	—	—	—
16	270	38	200	16	75	16	160	—	—	—	—	—	—
17	277	39	155	17	80	17	150	—	—	—	—	—	—
18	230	40	185	18	85	18	135	—	—	—	—	—	—
19	235	41	170	19	100	19	125	—	—	—	—	—	—
20	214	42	153	20	85	20	115	—	—	—	—	—	—
21	203	—	—	—	—	21	100	—	—	—	—	—	—
22	222	—	—	—	—	22	77	—	—	—	—	—	—

2. 空氣瓦斯蓄熱室壁溫度°C

自 10年6月29日 至 10年7月2日

毎日 3 回の平均値

東側(5) 空氣蓄熱室		西側 空氣蓄熱室		東側(6) 瓦斯蓄熱室		西側 瓦斯蓄熱室	
番號	溫度	番號	溫度	番號	溫度	番號	溫度
1	55	1	60	1	62	1	63
2	56	2	55	2	66	2	61
3	53	3	57	3	77	3	72
4	55	4	60	4	76	4	74
5	60	5	135	5	76	5	76
6	61	6	140	6	74	6	73
7	131	7	85	7	77	7	70
8	130	8	75	8	76	8	70
9	70	9	70	9	67	9	76
10	65	10	65	10	70	10	70
11	62	11	145	11	65	11	71
12	65	12	160	12	64	12	72
13	152	13	62	13	68	13	71
14	140	14	68	14	65	14	71
15	78	15	68	—	—	—	—
16	70	16	67	—	—	—	—
17	65	17	62	—	—	—	—
18	68	18	61	—	—	—	—

2. 爐内に於ける熱平衡

1) 使用瓦斯的發熱量及び顯熱: 一 昭和 10 年 7 月 9 日より 7 月 20 日に到る 11 日間の平均 1 時間當りの使用瓦斯量は 2,007 m<sup>3</sup>/hr 此の瓦斯の成分(10 年 6 月 26 日~7 月 6 日の 10 日間の平均)

CO <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>
2.4	29.4	10.8	4.2	53.2

上記瓦斯の完全燃燒に必要な空氣量及び生成瓦斯の容量比は次の如し。

1 m <sup>3</sup> 瓦斯の	必要な O <sub>2</sub> 量	生成瓦斯 CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	N <sub>2</sub>
CO <sub>2</sub>	0.024 m <sup>3</sup>	—	0.024 m <sup>3</sup>	—
CO	0.291	0.147 m <sup>3</sup>	0.294	—
CH <sub>4</sub>	0.042	0.084	0.042	0.084 m <sup>3</sup>
H <sub>2</sub>	0.108	0.054	—	0.108
N <sub>2</sub>	0.532	—	—	0.532 m <sup>3</sup>
1000 m <sup>3</sup>	0.285 m <sup>3</sup>	0.360 m <sup>3</sup>	0.192 m <sup>3</sup>	0.532 m <sup>3</sup>
空氣中よりの N <sub>2</sub> は(瓦斯 1 m <sup>3</sup> に對し 1.367 m <sup>3</sup> とする)				
		0.360 m <sup>3</sup>	0.192 m <sup>3</sup>	1.614 m <sup>3</sup>

故に 1 m<sup>3</sup> の瓦斯の完全燃焼により次の如き瓦斯を生ず。

$$CO_2 = 16.59\% \quad H_2O = 8.8\% \quad N_2 = 74.6\%$$

上記瓦斯の 1 m<sup>3</sup> の發熱量は次の如し (燃料便覽による)

瓦斯 1 m<sup>3</sup> の發熱量は

$$CO \quad 3,034 \text{ kcal/m}^3 \times 0.294 \text{ m}^3 = 891,996 \text{ kcal}$$

$$CH_4 \quad 8,562 \text{ kcal/m}^3 \times 0.042 \text{ m}^3 = 359,604 \text{ kcal}$$

$$H_2 \quad 2,570 \text{ kcal/m}^3 \times 0.108 \text{ m}^3 = 277,560 \text{ kcal}$$

$$\underline{1,529,160 \text{ kcal/m}^3}$$

故に 2,007 m<sup>3</sup> に対しては

$$1,529,160 \text{ kcal/m}^3 \times 2,007 \text{ m}^3/\text{hr} = 3,069,024 \text{ kcal/hr}$$

瓦斯の顯熱

蓄熱室を通過せる瓦斯の温度は 943°C にして有する顯熱は瓦斯 1 m<sup>3</sup> の有する顯熱 334.0 kcal/m<sup>3</sup> なるを以て

$$334.0 \text{ kcal/m}^3 \times 2,007 \text{ m}^3 = 670,338 \text{ kcal/hr}$$

2) 空氣の顯熱:—蓄熱室を通過せる空氣の温度は 830°C にして、有する顯熱は空氣量 3,078 m<sup>3</sup>/hr に対して

$$272.8 \text{ kcal/m}^3 \times 3,078 \text{ m}^3/\text{hr} = 839,678 \text{ kcal/hr} \text{ なり}$$

3) 加熱鋼塊の有する熱量:—

(1) 1 日當りの實際の加熱吨數

自 10 年 7 月 1 日 至 10 年 8 月 2 日 25 日間の  
平均加熱吨數は

$$\text{熱塊} = 52,404 \text{ kg/day} \quad \text{冷塊} = 100,312 \text{ kg/day}$$

(2) 熱塊及冷塊の有する温度及熱量

10 年 6 月 20 日より 6 月 28 日に到る間の 280 本の熱塊温度の平均は 718°C 冷塊は常溫とし 37.8°C

718°C (1,324 F) 及 37.8°C (100°F) に於ける 0.30% C の鋼の有する熱量は次の如し (By. W. T. Rinks P. 17. Fig. 28)

$$718^\circ\text{C} \text{ の場合 } 203 \text{ btu/lb} = 112,786 \text{ kcal/kg}$$

$$37.8^\circ\text{C} \quad " \quad 11 \quad " \quad = 6,111.6 \quad "$$

(3) 加熱鋼塊の温度及熱量:—10 年 6 月 20 日より 6 月 23 日に到る間の 240 本の加熱鋼塊の平均温度は 1,288°C (2,350°F) にして此の鋼塊の有する熱量は

$$396 \text{ btu/lb} = 220.02 \text{ kcal/kg ingot}$$

故に加熱鋼塊の持去る熱量は

$$\text{熱塊}(220-112) \times 52,404 \div 24 = 235,812 \text{ kcal/hr}$$

$$\text{冷塊}(220-6.1) \times 100,312 \div 24 = 894,030 \quad "$$

$$\text{計 } 1,129,848 \quad "$$

4) 鋼滓の持去る熱量:—10 年 7 月 3 日より 7 月 18 日に至る 13 日間の作業中に流出した鋼滓量は

$$34,933 \text{ kg} \text{ 故に } 34,933 \div 13 \div 24 = 111.9 \text{ kg/hr}$$

此の鋼滓の流出温度の平均は 1,500°C

1,500°C に於ける鋼滓の有する熱量は 403.77 kcal/kg (鋼滓の有する熱量は海野氏金屬の研究 1928)

故に鋼滓の持去る熱量は

$$403.77 \text{ kcal} \times 111.9 = 45,181 \text{ kcal/hr}$$

### 3. 廢氣瓦斯の持去る損失熱量

10 年 6 月 25 日より 7 月 6 日に至るまでの平均の成分は次の如し。

$$CO_2 = 10.28\% \quad O_2 = 6.24\%$$

此外 H<sub>2</sub>O, CO 等の分析をなせども H<sub>2</sub>O は出來ず CO は表はれず尙其他 H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> 等は有せず。

此の廢氣瓦斯中の水蒸氣は瓦斯の燃焼により生じたるものゝみであるとする、此の假定の下に廢氣瓦斯量を計算する。

瓦斯の完全燃焼により 16.6% の CO<sub>2</sub> を生ず、故に過剩空氣が混入して CO<sub>2</sub> = 10.28% となりたりとすれば瓦斯 1 m<sup>3</sup> より生ずる廢氣瓦斯量は

$$2,169 \text{ m}^3 \times 0.166 \div 0.1028 = 3,501 \text{ m}^3$$

水蒸氣は瓦斯 1 m<sup>3</sup> より 0.192 m<sup>3</sup> を生ずる故廢氣瓦斯に対する割合は

$$0.192 \div 3,501 \times 100 = 5.48\%$$

故に廢氣瓦斯の成分は次の如くなる

$$CO_2 = 10.28\% \quad O_2 = 6.24\%$$

$$H_2O = 5.48\% \quad N_2 = 78.00\%$$

廢氣瓦斯量は次の如くなる。

瓦斯 1 m<sup>3</sup> に対し 3.501 m<sup>3</sup> の廢氣瓦斯を生ずる故

$$3.501 \times 2,007 = 7,026 \text{ m}^3/\text{hr} \text{ (0°C 760 mm Hg)}$$

廢熱瓦斯の有する顯熱は次の如くなる。

廢氣瓦斯の温度は 10 年 7 月 8 日より 7 月 20 日に至る平均にて 408°C, 408°C に於ける顯熱

$$CO_2 = 0.1028 \times 186.5 \text{ kcal} = 19.2 \text{ kcal}$$

$$H_2O = 0.0624 \times 154.3 = 9.6$$

$$O_2 N_2 = 0.8348 \times 132.5 = 110.6$$

$$\underline{139.4 \text{ kcal/m}^3}$$

$$139.4 \text{ kcal} \times 7,026 = 979,424 \text{ kcal/hr}$$

爐内より扉の間隙より逃げる熱量は 93.672 kcal/hr なる故廢氣の全損失熱量は

$$979,424 \text{ kcal} - 93,672 \text{ kcal} = 885,752 \text{ kcal/hr}$$

## 4. 瓦斯及空氣蓄熱室に於ける廢氣の顯熱低下

a. 爐内燃焼瓦斯量:— 爐内の燃焼瓦斯の成分は次の如し。

$$CO_2=11.2\% \quad H_2O=6\% \quad O_2=7.1\% \quad N_2=75.7\%$$

故に瓦斯  $1m^3$  より生ずる燃焼瓦斯量は

$$2.169m^3 \times 0.166 \div 0.112 = 3.214m^3$$

全燃焼瓦斯量は

$$3.214m^3 \times 2,007 = 6,450m^3/hr$$

扉の間隙より逃ぐる瓦斯量が  $194m^3$  なる故蓄熱室に到る瓦斯量は  $6,256m^3$  となる。

b. 瓦斯及空氣蓄熱室に通ずる燃焼瓦斯量:— 燃焼瓦斯の瓦斯及空氣蓄熱室に通ずる量は實測の結果次の如き割合となる。

$$\text{瓦斯蓄熱室に通ずる燃焼瓦斯} = 41.72\%$$

$$\text{空氣蓄熱室に通ずる燃焼瓦斯} = 58.28\%$$

故に瓦斯蓄熱室に通ずる燃焼瓦斯量 =  $6,256 \times 0.4172$

$$= 2,610m^3/hr$$

$$\text{空氣蓄熱室に通ずる燃焼瓦斯量} = 3,646m^3/hr$$

c. 瓦斯蓄熱室に於ける顯熱低下:— 瓦斯蓄熱室の入口の温度は  $1,042^\circ C$  にして此の温度に於て保有する瓦斯の顯熱は  $372.17 kcal/m^3$  出口の温度は  $600^\circ C$  にして此の温度に於ける顯熱は  $206.79 kcal/m^3$  故に全顯熱低下は

$$(372.17 kcal - 206.79 kcal) \times 2,610 = 434,251 kcal/hr$$

となる。

d. 空氣蓄熱室に於ける顯熱低下:— 空氣蓄熱室の入口に於ける燃焼瓦斯の温度は  $986^\circ C$  にして此の温度に於て保有する顯熱は  $350.60 kcal/m^3$

出口の温度は  $451^\circ C$  にして其の顯熱は  $154.04 kcal/m^3$  故に全顯熱低下は次の如し。

$$(350.60 kcal - 154.04 kcal) \times 3,646 = 716,657 kcal/hr$$

## 5. 冷却水 (變更弁) の持去る熱量

變更弁の給水量は  $1,006.5 m^3/hr = 1,006.5 kg/hr$  なり。

平均給水温度は  $21.59^\circ C$  にして平均排水温度は  $65.14^\circ C$  なり。

故に温度差 =  $65.14 - 21.59 = 43.55^\circ C$

故に變更弁冷却水の持去る熱量は

$$1,006.5 \times 43.55 = 43,833 kcal/hr$$

## 6. 鋼塊抽出、装入時扉開閉による輻射熱量

鋼塊装入口の面積

$$195m \times 0.92m = 1,784m^2 = 17,840cm^2$$

$$= 17,840 \times 0.155 = 2,765.2m^2$$

爐内の瓦斯流の温度の平均は  $1,327^\circ C = 2,420^\circ F$

(爐前4ヶ所、爐裏4ヶ所より測定、10年7月9日より7月17日に到る間の平均)

暗黒體に對する輻射熱は  $820 btu/in^2/hr$  (By W. Trinks P.112. Fig. 93)

故に總計は  $820 \times 2,765.2 = 2,267,464 btu/hr$

輻射係数は  $D \div X = 920 \div 480 = 1.9$  (By W. Trinks P. 113. Fig. 94)

故に係数は  $0.735$  となり。

扉よりの熱損失は

$$2,267,464 btu \times 0.735 = 1,666,586 btu/hr$$

1時間當りの扉開閉に要する時間は  $274.4 sec$

(10年6月1日より6月8日に到る間の平均、扉4ヶ所の合計)

故に全損失熱量

$$1,666,586 \div 3,600 \times 294.4$$

$$= 136,289 btu/hr - 34,345 kcal/hr$$

## 7. 爐體及装入口扉の間隙より逃ぐる熱量

A. 爐内の壓力:— 自7月23日至7月27日間の天井平均壓力は  $8.4mm$  alcohole 測定器は10倍の Standard micromanometer. 使用液體は alcohole なる故

$$84mm \div 10 \times 0.335 = 0.701mm W.C$$

$$= 0.028'' \quad W.C. = 0.14lb/ft^2$$

扉の間隙の直ぐ横の壓力は天井に比し低く其の壓力は

$$0.006'' W.C. = 0.03lb/ft^2 \text{ なり}$$

B. 爐内燃焼瓦斯の成分:— 5日間の平均成分は次の如し。

$$CO_2=11.2\% \quad O_2=7.1\%$$

使用瓦斯が完全燃焼により  $1m^3$  より  $2.169m^3$  の燃焼瓦斯を生ず、其の時の  $CO_2=16.6\%$  なる故に  $CO_2=11.2\%$   $O_2=7.1\%$  になるには次の如き過剩空氣を要す。

$$2.169m^3 \times 0.166 \div 0.112 - 2.169m^3 = 1.045m^3/m^3 gas$$

爐内の燃焼瓦斯中の水蒸氣は燃焼によつてのみ生じたものとして計算すれば爐内の燃焼成生瓦斯の成分は

$$CO_2=11.2\% \quad H_2O=6.0\% \quad O_2=7.1\% \quad N_2=75.7\%$$

C. 上記瓦斯の顯熱:— 自7月9日至7月17日間の爐内の平均温度は  $1,327^\circ C$

此の温度に於ける瓦斯の顯熱 (燃料便覽)

$$O_2, N_2 = 0.828 \times 0.33854 \times 1,327 = 371.56 kcal$$

$$H_2O = 0.06 \times 0.41435 \times 1,327 = 33.00$$

$$CO_2 = 0.112 \times 0.52078 \times 1,327 = 78.29$$

$$482.85 \text{ kcal/m}^3$$

D. 爐内燃焼瓦斯の 1,327°C に於ける比重(燃料便覽)

$$CO_2 = 1.9632 \text{ kg} \times 0.112 = 0.2198 \text{ kg}$$

$$O_2 = 1.4278 \times 0.06 = 0.0856$$

$$H_2O = 0.8038 \times 0.071 = 0.0570$$

$$N_2 = 1.2502 \times 0.757 = 0.9464$$

$$1.3088 \text{ kg/m}^3 \text{ at } 0^\circ\text{C } 760 \text{ mm}$$

1,327°C に於ては

$$1.3088 \text{ kg} \times 273 \div (1,327 + 273) = 0.2233 \text{ kg/m}^3$$

$$= 0.01394 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Specific Volume} = 1 \div 0.01394 = 71.73 \text{ ft}^3/\text{lb}$$

E. 扉の間隙は次の如し：— 間隙の平均は 1 1/2" にして瓦斯の出口の側の扉 2ヶ所よりは瓦斯の逃出自ら故に其の逃出面積は

$$1.5 + 12 \times 1.950 \text{ m} \times 3.2808 \times 2 = 1.611 \text{ ft}^2$$

F. 損失熱量：— 以上求めし諸結果より扉の間隙より逃ぐる熱量を求む。

間隙より逃ぐる瓦斯の速度は次式による。

$$V = \sqrt{2g(p_1 - p_2)v}$$

V = Velocity of gas

g = gravity

$p_1 - p_2$  = pressure difference

v = Specific Volume of gas

(By W. Trinks p. 142)

$$V = \sqrt{64.4 \times 0.03 \times 71.7} = 11.7 \text{ ft/sec}$$

間隙より逃ぐる瓦斯量

$$11.7 \times 1.611 \times 3.600 \times 0.75^3 = 50,868 \text{ ft}^3/\text{hr}$$

$$50,868 \text{ ft}^3 \times 0.028317 = 1,140 \text{ m}^3/\text{hr}$$

此の瓦斯の 0°C 760 mm の容積

$$1,140 \times 273 \div (273 + 1,327) = 194 \text{ m}^3/\text{hr}$$

此の瓦斯の 1,327°C に於ける顯熱

$$482.85 \text{ kcal} \times 194 = 93,672 \text{ kcal/hr}$$

### 8. 瓦斯變更中に損失する熱量

イ、變更中に逃げる瓦斯量：— 1日の變更回数は平均824回にして1時間當り 3.43回なり、而して1回變更に要する時間は平均 1.7秒にして1時間作業中に於ける變更時間は 5.83 sec/hr

1) Coefficient of discharge By W. Trinks p. 142.

1秒間當り瓦斯通入量 0.56 obm/sec

通入瓦斯中烟突へ逃れる量は 3.25 m<sup>3</sup>/hr となる

ロ、瓦斯道及び蓄熱室中残れる瓦斯にして烟突に行く瓦斯量：— 瓦斯道、蓄熱室中残れる瓦斯量は

13,965 m<sup>3</sup> にして瓦斯平均温度は 732°C なるを以て標準状態に於ける容積は

3,793 m<sup>3</sup> となる。

而して1時間當り變更回数 3.43回なるを以て

$$(0.956 \text{ m}^3 + 3.793 \text{ m}^3) \times 3.43 = 1,629 \text{ m}^3/\text{hr}$$

＝、發熱量：— 全逃出瓦斯量は

$$3.25 \text{ m}^3 + 16.29 \text{ m}^3 = 19.54 \text{ m}^3 \text{ にして}$$

その發熱量は

$$1,529.16 \text{ kcal/m}^3 \times 19.54 \text{ m}^3 = 29,880 \text{ kcal/hr}$$

ホ、顯熱

(1) 瓦斯通入中逃出する瓦斯量は 3.25 m<sup>3</sup> 同じく蓄熱室に到る瓦斯道に残れる瓦斯量は 0.956 m<sup>3</sup> にしてその温度は何れも 357°C にして有する顯熱は 118.3 kcal/m<sup>3</sup> なり。

故に全顯熱量は

$$118.3 \text{ kcal/m}^3 \times 4,206 \text{ m}^3 = 498 \text{ kcal/hr}$$

(2) 蓄熱室より上に残存する瓦斯量は 3,793 m<sup>3</sup> × 3.43 = 13,01 m<sup>3</sup>/hr にして平均温度は 732°C なるを以て有する顯熱は 253.3 kcal/m<sup>3</sup> なり、故に

$$253.3 \text{ kcal/m}^3 \times 13.01 \text{ m}^3 = 3,295 \text{ kcal}$$

以上求めし損失熱量を合計せば

$$29,880 \text{ kcal} + 498 \text{ kcal} + 3,295 \text{ kcal} = 33,673 \text{ kcal/hr}$$

### 9. 爐壁よりの損失熱量

爐壁の温度はサーフェスサーモカップルを使用して測定し爐周囲の空気温度は水銀寒暖計を用ひて測定せり。

1) 爐體より放散する熱量

(1) 天井：— 天井は 42ヶ所に分割して測定し其の平均を求めた。測定は 10年6月24日より6月20日に到るまで毎日3回宛行つた。

天井表面温度の平均 = 200°C = 392°F

天井周囲の空気温度 = 37.8°C = 100°F

(註、天井周囲の空気温度は爐體周囲の空気温度に等しとす)

(以下の計算は特別に記入せぬ限り全部次の著書を参考とした)

Calculation of Heat losses through furnace wall

By H. Heilman ;

Technical Bulletin February, 1934.

表面と空氣の溫度差 = 292°F

$$R_1 = \text{天井壁より放散する熱量} = 995 \text{ btu/ft}^2/\text{hr} \times 2,713 \\ = 2,699 \text{ kcal/m}^2/\text{hr}$$

$$A_1 = \text{天井面積} = 3.520 \text{ m} \times 17.7 \text{ m} = 62.3 \text{ m}^2$$

$$\text{故に損失熱量} = 2,699 \text{ kcal} \times 62.3 = 168,147$$

$$R'_1 = \text{眞の損失熱量} = 168,147 \times (\text{Factor for heat loss by} \\ \text{conduction during I Week cycle ; -} \\ \text{By W. Trinks p. 96}) \\ = 168,147 \times 0.95 = 161,421 \text{ kcal/hr}$$

(2) 爐前:— 爐前は煉瓦の厚さに依り此れを三部に分ちて計算した、即扉及爐の兩端及扉周圍である。

爐前 A = 爐の兩端 6ヶ所宛に於て表面溫度を測定する。

a. 表面溫度(平均) = 101.5°C = 215°F (東側)

空氣との溫度差 = 115°F

$$R_2 (\text{壁より放散する熱量}) = 264 \text{ btu/ft}^2/\text{hr} \\ = 716 \text{ kcal/hr}$$

$$A_2 (\text{表面積}) = 3.75 \text{ m} \times 2.52 \text{ m} = 9.45 \text{ m}^2$$

$$R'_2 (\text{損失熱量}) = 716 \text{ kcal} \times 9.45 \times 0.80 \\ = 5,356 \text{ kcal/hr}$$

b. 西端

表面溫度 89.1°C = 192°F

空氣との差 = 92°F

放散熱量  $R_3 = 204 \text{ btu/ft}^2/\text{hr} = 533 \text{ kcal/m}^2/\text{hr}$

$$A_3 (\text{表面積}) = 3.75 \times 2.52 = 9.45 \text{ m}^2$$

$$R_3 (\text{損失熱量}) = 533 \times 9.45 \times 0.8 = 4,181 \text{ kcal/hr}$$

(3) 扉:—

イ、裝入口 4ヶ所にて計 8ヶ所表面溫度を測定す。

(表面溫度とは平均溫度のこと)

表面溫度 240.6°C = 467°F 溫度差 = 367°F

(放散熱量)  $R_4 = 1,452 \text{ btu/ft}^2/\text{hr} = 3,939 \text{ kcal/m}^2/\text{hr}$

$$A_4 (\text{表面積}) = 1.92 \text{ m} \times 0.95 \text{ m} \times 4 = 7.296 \text{ m}^2$$

$$R'_4 (\text{損失熱量}) = 3,939 \text{ kcal} \times 7.296 \times 0.97 \\ = 27,878 \text{ kcal/hr}$$

ロ、扉の周圍

表面溫度 = 162°C = 324°F 溫度差 = 224°F

$R_5$  (放散熱量) = 666 btu/ft<sup>2</sup>/hr = 1,807 kcal/m<sup>2</sup>/hr

$$A_5 (\text{表面積}) = 10.200 \text{ m} \times 2.230 \text{ m} - 1.920 \times 0.95 \times 4 \\ = 15.45 \text{ m}^2$$

$$R'_5 (\text{損失熱量}) = 1,807 \text{ kcal} \times 15.45 \times 0.85$$

$$= 23,730 \text{ kcal/hr}$$

(4) 裏壁:— 爐前壁と同様煉瓦の厚さに依り此れを二部に分ちて測定した爐の東西端は各 6ヶ所宛測定し中央部は 12ヶ所測定し其の平均を求めた。

イ、爐の裏壁兩端

a. 西端

表面溫度 = 85.7°C = 186°F 溫度差 = 86°F

$R_6$  (損失熱量) = 190 btu/ft<sup>2</sup>/hr = 515 kcal/m<sup>2</sup>/hr

$$A_6 (\text{表面積}) = 3.75 \times 2.52 = 9.45 \text{ m}^2$$

$$R'_6 (\text{全放散熱量}) = 575 \text{ kcal} \times 9.45 \times 0.74 \\ = 3,602 \text{ kcal/hr}$$

b. 東端

表面溫度 = 95.1°C = 203°F 溫度差 = 103°F

$R_7$  (損失熱量) = 238 btu/ft<sup>2</sup>/hr = 646 kcal/m<sup>2</sup>/hr

$$A_7 (\text{表面積}) = 3.75 \times 2.52 = 9.45 \text{ m}^2$$

$$R'_7 (\text{全損失熱量}) = 646 \text{ kcal} \times 9.45 \times 0.74 \\ = 4,518 \text{ kcal/hr}$$

ロ、爐の中央部

表面溫度 = 162°C = 324°F 溫度差 = 224°F

$R_8$  (損失熱量) = 666 btu/ft<sup>2</sup>/hr = 1,807 kcal/hr

$$A_8 (\text{表面積}) = 10.200 \text{ m} \times 2.230 \text{ m} = 22.746 \text{ m}^2$$

$$R'_8 (\text{全損失熱量}) = 1,807 \text{ kcal} \times 22.746 \times 0.85 \\ = 34,937 \text{ kcal/hr}$$

(5) 爐の東西(横)壁:— 各 7ヶ所宛測定し其の平均を出した。

表面溫度 = (188°C + 186°C) ÷ 2 = 187°C = 368°F

溫度差 = 268°F

$R_9$  (損失熱量) = 876 btu/ft<sup>2</sup>/hr = 2,377 kcal/m<sup>2</sup>/hr

$$A_9 (\text{表面積}) = 3.52 \text{ m} \times 2.7 \text{ m} \times 2 = 19.008 \text{ m}^2$$

$$R'_9 (\text{全損失熱量}) = 2,377 \times 19.008 \times 0.95 \\ = 42,923 \text{ kcal/hr}$$

(6) 爐床壁:— 測定の都合上 4ヶ所の平均を求めた、周圍の空氣溫度は爐周の溫度と同様とする。

表面溫度 = 170°C = 338°F 溫度差 = 238°F

$$A_{10} (\text{表面積}) = 3.52 \text{ m} \times 11.5 \text{ m} = 40.48 \text{ m}^2$$

$R_{10}$  (損失熱量) = 730 btu/ft<sup>2</sup>/hr = 1,980 kcal/m<sup>2</sup>/hr

$$R'_{10} (\text{全 "}) = 1,980 \times 40.48 \times 0.74 = 59,311 \text{ kcal/hr}$$

故に爐體表面よりの全損失熱量 = 367,857 kcal/hr

2) 蓄熱室壁よりの放散熱量:—

A. 瓦斯及空氣蓄熱室の天井:— 空氣蓄熱室の天井は爐

の構造上損失なきものとして計算せず。

瓦斯蓄熱室の天井の測定困難なるため計算により推定した。内部瓦斯の温度は廢氣瓦斯を通入の時は  $1,042^{\circ}\text{C}$  にして生瓦斯を通入せる時は  $943^{\circ}\text{C}$  平均  $992^{\circ}\text{C}$  となり、天井煉瓦の内面は瓦斯の温度より約  $50^{\circ}$  低きものと假定すれば  $942^{\circ}\text{C}$  となる。

煉瓦の厚さを  $415\text{mm}=16.3^{\circ}$  として表面の温度は  $300^{\circ}\text{F}$  (By W. Trinks p. 87. Fig. 76)

空気との温度差 =  $200^{\circ}\text{F}$

$$R_{11}(\text{損失熱量}) = 570\text{btu}/\text{ft}^2/\text{hr} = 1,546\text{kcal}/\text{m}^2/\text{hr}$$

$$A_{11}(\text{表面積}) = 2.45\text{m} \times 4.46\text{m} \times 2 = 21.854\text{m}^2$$

$$R'_{11}(\text{全損失熱量}) = 1,546\text{kcal} \times 21.854 \times 0.85 \\ = 28,718\text{kcal}/\text{hr}$$

B. 瓦斯及空氣蓄熱室濱側及山側煉瓦壁よりの放散熱量：一 山側煉瓦壁は現在土中に埋没し居れども濱側と同様空氣中に放散するものとして計算する。濱側の煉瓦壁は東西共各 14ヶ所宛測定し其の平均を求めた。

表面温度東側は  $63^{\circ}\text{C}$  西側は  $65.3^{\circ}\text{C}$

$$\text{表面温度(平均)} = (63 + 65.3) \div 2 = 64^{\circ}\text{C} = 147^{\circ}\text{F}$$

空氣の温度は爐體周圍の温度と同様とする

$$37.8^{\circ}\text{C} = 100^{\circ}\text{F}$$

$$\text{温度差 } 147^{\circ}\text{F} - 100^{\circ}\text{F} = 47^{\circ}\text{F}$$

$$R_{12}(\text{損失熱量}) = 88\text{btu}/\text{ft}^2/\text{hr} = 239\text{kcal}/\text{m}^2/\text{hr}$$

$$A_{12}(\text{表面積}) = (6.9\text{m} \times 3.205\text{m} - 1.8\text{m} \times 0.8\text{m} \\ \times 2) \times 2 + 6.9\text{m} \times 3.205\text{m} \\ = 82.698\text{m}^2$$

$$R'_{12}(\text{全損失熱量}) = 239\text{kcal} \times 82.698 \times 0.74 \\ = 14,625\text{kcal}/\text{hr}$$

C. 瓦斯及空氣蓄熱室マンホール煉瓦壁：一 瓦斯及空氣のマンホールを各 2ヶ所宛測定す。

表面温度  $142^{\circ}\text{C} = 288^{\circ}\text{F}$  温度差 =  $188^{\circ}\text{F}$

$$R_{13}(\text{損失熱量}) = 524\text{btu}/\text{ft}^2/\text{hr} = 1,422\text{kcal}/\text{m}^2/\text{hr}$$

$$A_{13}(\text{表面積}) = 1.8\text{m} \times 0.8 \times 4 = 5.76\text{m}^2$$

$$R'_{13}(\text{全損失熱量}) = 1,422\text{kcal} \times 5.74 \times 0.95 \\ = 7,781\text{kcal}/\text{hr}$$

D. 空氣蓄熱室横壁：一 表面温度は 14ヶ所宛測定し其の平均を求めた。

表面温度(平均) =  $(70.2^{\circ}\text{C} + 70.7^{\circ}\text{C}) \div 2 = 70.5^{\circ}\text{C}$

$$= 15.9^{\circ}\text{F}$$

温度差

$$= 59^{\circ}\text{F}$$

$$R_{14}(\text{損失熱量}) = 115\text{btu}/\text{ft}^2/\text{hr} = 312\text{kcal}/\text{m}^2/\text{hr}$$

$$A_{14}(\text{表面積}) = 5.9\text{m} \times 3.205\text{m} \times 2 = 37.82\text{m}^2$$

$$R'_{14}(\text{全損失熱量}) = 312\text{kcal} \times 37.82 \times 0.74 \\ = 8,732\text{kcal}/\text{hr}$$

E. 空氣蓄熱室煉瓦壁：一 空氣蓄熱室は現在土中に埋没すれども空氣中に放散するものとし尙表面の温度は濱側の空氣蓄熱室煉瓦壁と同じものと假定す。

表面温度 =  $(59.4^{\circ}\text{C} + 65.4^{\circ}\text{C}) \div 2 = 62.4^{\circ}\text{C} = 145^{\circ}\text{F}$   
温度差  $45^{\circ}\text{F}$

$$R_{15}(\text{損失熱量}) = 85\text{btu}/\text{ft}^2/\text{hr} = 231\text{kcal}/\text{m}^2/\text{hr}$$

$$A_{15}(\text{表面積}) = 5.9\text{m} \times 3.205\text{m} \times 2 = 37.82\text{m}^2$$

$$R'_{15}(\text{全損失熱量}) = 231\text{kcal} \times 37.82 \times 0.74 \\ = 6,465\text{kcal}/\text{hr}$$

F. 瓦斯蓄熱室床(床より地中に放散する熱量の計算は W. Trinks の p. 91 による)

床の最小の幅 =  $1.8\text{m} = 5.73\text{ft}$

此の  $1/6$  とすれば =  $5.73 \div 6 = 0.95' = 11\frac{1}{2}''$

床に於ける瓦斯の温度は次の如し。

廢氣瓦斯の通入時 =  $600^{\circ}\text{C}$  生瓦斯 " =  $344^{\circ}\text{C}$

平均 =  $472^{\circ}\text{C} = 800^{\circ}\text{F}$

$11.5''$  の横壁の内部温度  $800^{\circ}\text{F}$  の時の外部表面温度を求むるには次式を用ひた。

$$Q = \frac{t_1 - t_2}{\frac{L}{K}}$$

(By H. Heilman Technical Bulletin Feb 1934)

$t_1$  · 煉瓦内部の温度  $^{\circ}\text{F}$   $t_2$  · " 外部の "  $^{\circ}\text{F}$

L 煉瓦の厚さ in K · 熱傳導率(煉瓦)

これにより計算すれば  $t_2 = 240^{\circ}\text{F}$  となる

Q: 表面よりの熱損失  $\text{btu}/\text{ft}^2/\text{hr}$

$$Q = 354\text{btu}/\text{ft}^2/\text{hr}$$

$$\text{表面積} = 1.8\text{m} \times 4\text{m} = 7.2\text{m}^2 = 77.5\text{ft}^2$$

故に全損失は =  $354\text{btu} \times 77.5 = 27,435\text{btu}/\text{hr}$

床の全損失熱量は此れの 75% なる故

$$27,435\text{btu} \times 0.75 = 20,576\text{btu}/\text{hr} = 5,185\text{kcal}/\text{hr}$$

2 個の瓦斯蓄熱室の損失熱量

$$= 2 \times 5,185 = 10,370\text{kcal}/\text{hr}$$

G. 空氣蓄熱室床：一 床の最小の幅 =  $2.4\text{m} = 7.87'$  此の  $1/6$  として

$$7.87' \div 6 = 1.31' = 15.7''$$

床の内面温度 (flame)

廢氣瓦斯通入時 = 451°C 空氣瓦斯通入時 = 133°C

平均瓦斯通入時 = 292°C = 558°F

此れより表面の温度を求めれば 175°F

$$Q = 164 \text{ btu/ft}^2/\text{hr}$$

床の面積 = 2.4m × 4m = 9.6m<sup>2</sup> = 103.3ft<sup>2</sup>

故に空氣蓄熱室 2 室の全損失熱量

$$= 164 \text{ btu} \times 103.3 \times 0.75 \times 2 = 25,410 \text{ btu/hr}$$

$$= 6,404 \text{ kcal/hr}$$

故に蓄熱室壁よりの放散全損失熱量 = 83,095 kcal/hr

2) 爐壁の保有による損失熱量: 一 爐壁煉瓦の保有による

損失熱量は次式により計算した。

$$Q = \frac{V(v_1 t_1 - v_2 t_2)}{144}$$

Q = 全損失熱量 btu/hr

V = 煉瓦の容積 ft<sup>3</sup>

t<sub>1</sub> = 作業中の爐壁煉瓦の内外面の平均温度 °F

v<sub>1</sub> = 上記 (t<sub>1</sub>) 温度に於ける煉瓦の容積比熱

btu/ft<sup>3</sup>/°F

t<sub>2</sub> = 日曜日瓦斯通入前の煉瓦の内外面の平均温度 °F

v<sub>2</sub> = 上記 t<sub>2</sub> 温度に於ける煉瓦の容積比熱

btu/ft<sup>3</sup>/°F

(By W. Trinks. p. 91~97)

144 = 1 週間 144 時間作業するものとす

(1) 爐體煉瓦の保有による損失熱量

a. 天井: 一天井内部の火焰の温度は 1,331°C, 内部煉瓦の温度は此れより 50°C 低しとして計算する。

$$1,281^\circ\text{C} = 2,338^\circ\text{F}$$

$$\text{平均温度 } t_1 = (2,338 + 392) \div 2 = 1,365^\circ\text{F}$$

$$v_1 = 31,006 \text{ btu}$$

$$V = 11,964 \text{ m}^3 = 422,508 \text{ ft}^3$$

日曜日には爐體全體が平均 200°C となるものと假定すれば約 400°F となる。故に

$$v_2 = 26.75 \text{ btu}$$

$$t_2 = 400^\circ\text{F}$$

$$\text{故に } Q_1 = \frac{422,508(31,006 \times 1,365 - 26.75 \times 400)}{144}$$

$$= 92,161 \text{ btu/hr} = 23,375 \text{ kcal/hr}$$

b. 爐裏: 一 火焰の温度 1,327°C 煉瓦内面温度

$$t_i = 1,277^\circ\text{C} = 2,298^\circ\text{F}$$

外面温度 t<sub>0</sub> = 324°F

$$t_1 = 1,311^\circ\text{F} \quad v_1 = 30.77 \text{ btu} \quad V = 9.19 \text{ m}^3 = 324.54 \text{ ft}^3$$

$$t_2 = 400^\circ\text{F} \quad v_2 = 26.75 \text{ btu}$$

$$Q_2 = 66,798 \text{ btu/hr} = 16,833 \text{ kcal/hr}$$

c. 爐前: 一

$$(1) \text{ 扉 } t_1 = (2,298^\circ + 467^\circ) \div 2 = 1,382^\circ\text{F}$$

$$v_1 = 31.08 \text{ btu} \quad V = 1.13 \text{ m}^3 = 39.905 \text{ ft}^3$$

$$Q_3 = 8,937 \text{ btu/hr} = 2,252 \text{ kcal/hr}$$

(2) 扉以外の煉瓦

$$t_1 = (2,298^\circ + 324^\circ) \div 2 = 1,311^\circ\text{F}$$

$$v_1 = 30.77 \text{ btu} \quad V = 9.19 \text{ m}^3 = 324.54 \text{ ft}^3$$

$$v_2 = 26.75 \text{ btu} \quad t_2 = 400$$

$$Q_4 = 57,619 \text{ btu/hr} = 14,519 \text{ kcal/hr}$$

d. 兩端: 一 煉瓦内壁の温度は火焰より 250°C 低きものとして計算する。

$$t_1 = (1,970^\circ + 368^\circ) \div 2 = 1,269^\circ\text{F}$$

$$v_1 = 30,583 \text{ btu} \quad V = 3.625 \text{ m}^3 = 128.016 \text{ ft}^3$$

$$v_2 = 26.75 \text{ btu} \quad t_2 = 400^\circ\text{F}$$

$$Q_5 = 24,988 \text{ btu/hr} = 6,297 \text{ kcal/hr}$$

e. 爐床: 一 2~3 種類の煉瓦を使用する場合其の煉瓦の各の内外の温度を決定するには次の式を用ふ。

$$Q = \frac{C_1}{S_1} (T_i - T_b) = \frac{C_2}{S_2} (T_b - T_o)$$

(By W. Trinks p. 83)

温度は次の如くなる。

	内部	外部	平均
クロム煉瓦	2,298°F	1,690°F	1,994°F
耐火 "	1,690°F	338°F	1,014°F

イ、クロム煉瓦

$$v_1 = 41.18 \text{ btu} \quad V = 6.739 \text{ m}^3 = 237.988 \text{ ft}^3$$

$$v_2 = 35.44 \text{ btu} \quad t_2 = 400^\circ\text{F}$$

$$Q_6 = 25,940 \text{ btu/hr} = 6,536 \text{ kcal/hr}$$

ロ、耐火煉瓦

$$v_1 = 29.46 \text{ btu} \quad V = 10.11 \text{ m}^3 = 357.035 \text{ ft}^3$$

$$v_2 = 26.75 \text{ btu} \quad t_2 = 400^\circ\text{F}$$

$$Q_7 = 47,535 \text{ btu/hr} = 11,978 \text{ kcal/hr}$$

b. Edge

i) 上部水平 edge



$t_1 = (\text{mean}) = 1,314^\circ\text{F}$   $v_1(\text{mean}) = 30.78 \text{ btu}$

$V = 3.934 \text{ m}^3 = 138.929 \text{ ft}^3$

$t_2 = 400^\circ\text{F}$   $v_2 = 26.75 \text{ btu}$

$Q_8 = 28,696 \text{ btu/hr} = 7,231 \text{ kcal/hr}$

ii) 垂直 edge

$t_1(\text{mean}) = 1,290^\circ\text{F}$   $v_1(\text{mean}) = 30.67 \text{ btu}$

$V = 1.317 \text{ m}^3 = 46.509 \text{ ft}^3$

$t_2 = 400^\circ\text{F}$   $v_2 = 26.75 \text{ btu}$

$Q_9 = 9,322 \text{ btu/hr} = 2,349 \text{ kcal/hr}$

iii) 下部水平 edge

$t_1(\text{mean}) = 1,408^\circ\text{F}$   $v_1(\text{mean}) = 33.04 \text{ btu}$

$V = 6.955 \text{ m}^3 = 245.615 \text{ ft}^3$

$t_2 = 400^\circ\text{F}$   $v_2(\text{mean}) = 28.92 \text{ btu}$

$Q_{10} = 59,616 \text{ btu/hr} = 15,023 \text{ kcal/hr}$

故に爐體煉瓦の保有する全損失熱量 =  $106,393 \text{ kcal/hr}$

g. 蓄熱室煉瓦壁の保有による損失熱量

イ、瓦斯蓄熱室の天井

$t_1 = (992^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C}) = 1,028^\circ\text{F}$  内面温度

$t_0 = 300^\circ\text{F}$  外面温度

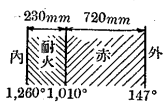
$t_1 = 1,014^\circ\text{F}$   $v_1 = 29.46 \text{ btu}$

$V = 5.976 \text{ m}^3 = 211.042 \text{ ft}^3$

$t_2 = 400^\circ\text{F}$   $v_2 = 26.75 \text{ btu}$

$Q_{11} = 28,097 \text{ btu/hr} = 7,080 \text{ kcal/hr}$

ロ、瓦斯蓄熱室海側（南側）



煉瓦の種類及各部の温度

(a) 耐火煉瓦

$t_1 = 1,335^\circ\text{F}$   $v_1 = 29.99 \text{ btu}$

$V = 1.996 \text{ m}^3 = 70.488 \text{ ft}^3$

$t_2 = 400^\circ\text{F}$   $v_2 = 26.75 \text{ btu}$

$Q_{12} = 14,359 \text{ btu/hr} = 3,618 \text{ kcal/hr}$

(b) 赤煉瓦

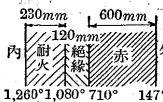
$t_1 = 578^\circ\text{F}$   $v_1 = 24 \text{ btu}$

$V = 6.272 \text{ m}^3 = 221.495 \text{ ft}^3$

$t_2 = 400^\circ\text{F}$   $v_2 = 24 \text{ btu}$

$Q_{13} = 6,571 \text{ btu/hr} = 1,655 \text{ kcal/hr}$

ハ、瓦斯蓄熱室山側（北側）



煉瓦の種類及各部の温度

(a) 耐火煉瓦

$t_1 = 1,335^\circ\text{F}$   $v_1 = 29.99 \text{ btu}$

$V = 1.996 \text{ m}^3 = 70.488 \text{ ft}^3$

$t_2 = 400^\circ\text{F}$   $v_2 = 26.75 \text{ btu}$

$Q_{12} = 14,359 \text{ btu/hr} = 3,618 \text{ kcal/hr}$

(a) 耐火煉瓦

$t_1 = 1,170^\circ\text{F}$   $v_1 = 30.12 \text{ btu}$

$V = 2.666 \text{ m}^3 = 94.148 \text{ ft}^3$

$t_2 = 400^\circ\text{F}$   $v_2 = 26.75 \text{ btu}$

$Q_{14} = 16,052 \text{ btu/hr} = 4,045 \text{ kcal/hr}$

(b) 絶縁煉瓦

$t_1 = 895^\circ\text{F}$   $v_1 = 7.87 \text{ btu}$

$V = 1.391 \text{ m}^3 = 49.123 \text{ ft}^3$

$t_2 = 400^\circ\text{F}$   $v_2 = 7.28 \text{ btu}$

$Q_{15} = 1,381 \text{ btu/hr} = 348 \text{ kcal/hr}$

(c) 赤煉瓦

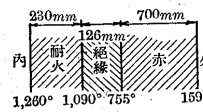
$t_1 = 428^\circ\text{F}$   $v_1 = 24 \text{ btu}$

$V = 6.955 \text{ m}^3 = 247.028 \text{ ft}^3$

$t_2 = 400^\circ\text{F}$   $v_2 = 24 \text{ btu}$

$Q_{16} = 1,152 \text{ btu/hr} = 290 \text{ kcal/hr}$

iv) 瓦斯蓄熱室側面



煉瓦の種類及各部の温度

a. 耐火煉瓦

$t_1 = 1,175^\circ\text{F}$   $v_1 = 30.12 \text{ btu}$

$V = 5.244 \text{ m}^3 = 190.436 \text{ ft}^3$

$t_2 = 400^\circ\text{F}$   $v_2 = 26.75 \text{ btu}$

$Q_{17} = 32,653 \text{ btu/hr} = 8,228 \text{ kcal/hr}$

b. 絶縁煉瓦

$t_1 = 922^\circ\text{F}$   $v_1 = 7.90 \text{ btu}$

$V = 2.736 \text{ m}^3 = 99.358 \text{ ft}^3$

$t_2 = 400^\circ\text{F}$   $v_2 = 7.28 \text{ btu}$

$Q_{18} = 3,015 \text{ btu/hr} = 759 \text{ kcal/hr}$

c. 赤煉瓦

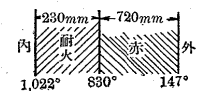
$t_1 = 457^\circ\text{F}$   $v_1 = 24 \text{ btu}$

$V = 15.96 \text{ m}^3 = 579.588 \text{ ft}^3$

$t_2 = 400^\circ\text{F}$   $v_2 = 24 \text{ btu}$

$Q_{19} = 5,506 \text{ btu/hr} = 1,387 \text{ kcal/hr}$

v) 空氣蓄熱室濱側（南側）



煉瓦の種類及各部の温度

a. 耐火煉瓦

$$t_1 = 926^\circ\text{F} \quad v_1 = 29.07 \text{ btu}$$

$$V = 3.036 \text{ m}^3 = 107.216 \text{ ft}^3$$

$$t_2 = 400^\circ\text{F} \quad v_2 = 26.75 \text{ btu}$$

$$Q_{20} = 12,075 \text{ btu/hr} = 3,042 \text{ kcal/hr}$$

b. 赤煉瓦

$$t_1 = 488^\circ\text{F} \quad v_1 = 22$$

$$V = 9.504 \text{ m}^3 = 335.633 \text{ ft}^3$$

$$t_2 = 400^\circ\text{F} \quad v_2 = 24$$

$$Q_{21} = 4,922 \text{ btu/hr} = 1,240 \text{ kcal/hr}$$

vi. 空氣蓄熱室山側 (北側)



煉瓦の種類及各部の温度

a) 耐火煉瓦

$$t_1 = 950^\circ\text{F} \quad v_1 = 29.18 \text{ btu}$$

$$V = 3.698 \text{ m}^3 = 130.594 \text{ ft}^3$$

$$t_2 = 400^\circ\text{F} \quad v_2 = 26.75 \text{ btu}$$

$$Q_{22} = 24,505 \text{ btu/hr} = 6,175 \text{ kcal/hr}$$

b) 絶縁煉瓦

$$t_1 = 729^\circ\text{F} \quad v_1 = 7.69 \text{ btu}$$

$$V = 1.929 \text{ m}^3 = 68.122 \text{ ft}^3$$

$$t_2 = 400^\circ\text{F} \quad v_2 = 7.28 \text{ btu}$$

$$Q_{23} = 1,267 \text{ btu/hr} = 319 \text{ kcal/hr}$$

c) 赤煉瓦

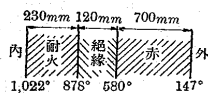
$$t_1 = 363^\circ\text{F} \quad v_1 = 24 \text{ btu}$$

$$V = 9.648 \text{ m}^3 = 340.719 \text{ ft}^3$$

$$t_2 = 400^\circ\text{F} \quad v_2 = 24 \text{ btu}$$

$$Q_{24} = -2,099 \text{ btu/hr} = -528 \text{ kcal/hr}$$

vii) 空氣蓄熱室側面



煉瓦の種類及各部の温度次の如し

a. 耐火煉瓦

$$t_1 = 950^\circ\text{F} \quad v_1 = 29.18 \text{ btu}$$

$$V = 5.244 \text{ m}^3 = 185.191 \text{ ft}^3$$

$$t_2 = 400^\circ\text{F} \quad v_2 = 26.75 \text{ btu}$$

$$Q_{25} = 21,889 \text{ btu/hr} = 5,516 \text{ kcal/hr}$$

b. 絶縁煉瓦

$$t_1 = 720^\circ\text{F} \quad v_1 = 7.67 \text{ btu}$$

$$V = 1.636 \text{ m}^3 = 57.775 \text{ ft}^3$$

$$t_2 = 400^\circ\text{F} \quad v_2 = 7.28 \text{ btu}$$

$$Q_{26} = 1,074 \text{ btu/hr} = 270 \text{ kcal/hr}$$

c. 赤煉瓦

$$t_1 = 363^\circ\text{F} \quad v_1 = 24 \text{ btu}$$

$$V = 15.96 \text{ m}^3 = 563.627 \text{ ft}^3$$

$$t_2 = 400^\circ\text{F} \quad v_2 = 24 \text{ btu}$$

$$Q_{27} = -3,477 \text{ btu/hr} = -875 \text{ kcal/hr}$$

viii) 瓦斯及空氣蓄熱室 manhole

$$t_1 (\text{mean}) = 714^\circ\text{F} \quad v_1 = 28.18 \text{ btu}$$

$$V = 1.324 \text{ m}^3 = 46.785 \text{ ft}^3$$

$$t_2 = 400^\circ\text{F} \quad v_2 = 26.75 \text{ btu}$$

$$Q_{28} = 3,051 \text{ btu/hr} = 768 \text{ kcal/hr}$$

ix) 上部水平 edge

$$t_1 (\text{mean}) = 790^\circ\text{F} \quad v_1 (\text{mean}) = 23.06 \text{ btu}$$

$$V = 7.617 \text{ m}^3 = 268.995 \text{ ft}^3$$

$$t_2 = 400^\circ\text{F} \quad v_2 (\text{mean}) = 21.20 \text{ btu}$$

$$Q_{29} = 17,387 \text{ btu/hr} = 4,381 \text{ kcal/hr}$$

x) 垂直 edge

$$t_1 (\text{mean}) = 790^\circ\text{F} \quad v_1 (\text{mean}) = 22.04 \text{ btu}$$

$$V = 2.843 \text{ m}^3 = 100.4 \text{ ft}^3$$

$$t_2 = 400^\circ\text{F} \quad v_2 (\text{mean}) = 20.85$$

$$Q_{30} = 6,324 \text{ btu/hr} = 1,593 \text{ kcal/hr}$$

xi) 空氣蓄熱室格子煉瓦

日曜日瓦斯入直前の煉瓦の温度は作業日の約1/2になるものと假定して計算する、使用煉瓦は珪石煉瓦である。

$$t_1 = 1,022^\circ\text{F} \quad v_1 = 25.39 \text{ btu}$$

$$V = 19.147 \text{ m}^3 = 676.176 \text{ ft}^3$$

$$t_2 = 511^\circ\text{F} \quad v_2 = 23.19 \text{ btu}$$

$$Q_{31} = 66,199 \text{ btu/hr} = 16,682 \text{ kcal/hr}$$

xii) 瓦斯蓄熱室格子煉瓦

$$t_1 = 1,260^\circ\text{F} \quad v_1 = 26.42 \text{ btu}$$

$$V = 14,319 \text{ m}^3 = 505,675 \text{ ft}^3$$

$$t_2 = 630^\circ\text{F} \quad v_2 = 23.71 \text{ btu}$$

$$Q_{32} = 64,445 \text{ btu/hr} = 16,240 \text{ kcal/hr}$$

xiii) 瓦斯空氣蓄熱室隔壁煉瓦

煉瓦は耐火煉瓦を使用す。

$$t_1 = 1,141^\circ\text{F} \quad v_1 = 30.02 \text{ btu}$$

$$V = 6.840 \text{ m}^3 = 241.554 \text{ ft}^3$$

$$t_2 = 570^\circ\text{F} \quad v_2 = 27.5 \text{ btu}$$

$$Q_{33} = 31,163 \text{ btu/hr} = 7,853 \text{ kcal/hr}$$

故に瓦斯蓄熱室壁の保有する全損失熱量 =  $90,086 \text{ kcal/hr}$

$(334.0 \text{ kcal} - 118.3 \text{ kcal}) \times 2,007 = 432,909 \text{ kcal/hr}$

### 9. 瓦斯及空氣蓄熱室の回收熱

イ、空氣蓄熱室の回收熱：— 空氣蓄熱室下部の溫度は  $133^\circ\text{C}$  にして此の溫度に於て保有する空氣の顯熱は  $41.9 \text{ kcal/m}^3$  なり。

空氣蓄熱室を出でたる空氣の溫度は  $830^\circ\text{C}$  にして此の溫度に於て保有する空氣の顯熱は  $272.8 \text{ kcal/m}^3$  なり。

空氣の使用量は  $3,078 \text{ m}^3/\text{hr}$  なる故、回收熱は次の如し。

$$(272.8 \text{ kcal} - 41.9 \text{ kcal}) \times 3,078 = 710,710 \text{ kcal/hr}$$

ロ、瓦斯蓄熱室の回收熱：— 瓦斯の成分は次の如し。

$$\text{CO}_2 = 2.4\%, \quad \text{CO} = 29.4\%, \quad \text{CH}_4 = 4.2\%$$

$$\text{H}_2 = 10.8\%, \quad \text{N}_2 = 53.2\%.$$

瓦斯蓄熱室の入口の溫度は  $344^\circ\text{C}$  にして此の溫度に於て保有する瓦斯の顯熱は  $118.3 \text{ kcal/m}^3$  なり。

瓦斯蓄熱室の出口の溫度は  $943^\circ\text{C}$  にして此の溫度に於て保有する瓦斯の顯熱は  $334.0 \text{ kcal/m}^3$  なり。

瓦斯の使用量は  $2,007 \text{ m}^3/\text{hr}$  なる故回收熱は次の如し。

### 10. 爐の熱清算

以上求めし結果を綜合し爐に於ける熱的關係を求むることとす。

入 熱			
瓦斯發熱量	瓦斯顯熱	空氣顯熱	計
3,069,024 kcal	670,338 kcal	839,678 kcal	4,579,040 kcal
出 熱			
鋼塊加熱に要する熱量	1,129,848 kcal	24.67%	
鋼滓の持去る熱量	45,181	0.99	
廢氣瓦斯の持去る熱量	885,752	19.34	
燃燒瓦斯の蓄熱室に與へる熱量	1,150,908	25.13	
冷却水の持去る熱量	43,833	0.96	
鋼塊抽出、裝入時扉閉閉による輻射損失熱	34,345	0.75	
扉その他隙間よりの洩出瓦斯による損失	93,672	2.04	
變更中に逃出する瓦斯の損失熱量	33,673	0.74	
爐體より失ふ熱量	647,433	14.14	
其 他	514,395	11.24	
	4,579,040	100.00	

## IV. 平鋼工場鋼塊加熱爐の熱分布に就て

厚板課 平鋼掛技師 工學士 高 岡 弘

### 1. 加熱爐に就て

爐の構造その他に就ては、鐵と鋼第 18 年第 1 號に詳細報告發表し在る故、簡略に記述するに止む。

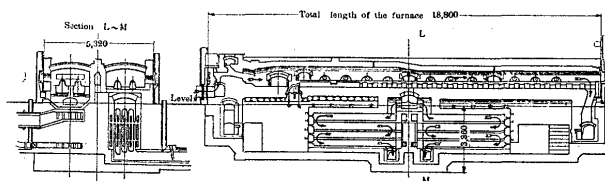
爐の構造は、空氣豫熱式 2 列連續式加熱爐にして構造は圖に示す如きものなり、地上、高さ  $2.200 \text{ m}$  爐床上の長さ  $14.550 \text{ m}$  2 本の Slide tube あり、使用鋼塊は大口径  $340 \text{ mm}$  角、小口径  $300 \text{ mm}$  角、長さ約  $1,400 \text{ mm}$  重量  $930 \text{ kg}$  の鋼塊と、大口径  $320 \text{ mm} \times 250 \text{ mm}$ 、小口径  $300 \text{ mm} \times 220 \text{ mm}$  長さ  $1,350 \text{ mm}$  の特殊鋼塊を加熱し、爐 1 基に就き 42 個を收容し得るものなり Slide tube の先端に Chute block ありて鋼塊を前爐床上に適當に轉倒せしむる働をなす、此等は何れも冷却水により冷却す。その他の構造に就きては、前述せられある故略す。

爐構造上の特徴としては Recuperator を有し、空氣を  $300^\circ\text{C} \sim 450^\circ\text{C}$  に豫熱す。

### 2. 爐内溫度分布

爐内の瓦斯溫度を測定する爲、天床に 5ヶ所計温裝置を附し、5月27日より6月15日に至る3週間に涉り測定せる結果は別圖に示す如し。(圖参照)

其他 Recuperator 吸込口及同出口溫度、廢氣瓦斯溫度、豫熱空氣溫度は第 1 溫度表参照。



1 號爐天床瓦斯溫度並に各部瓦斯溫度

