

VI. 薄板工場焼鈍爐の熱分布に就て

薄板課 技師 工學士 河村 信夫 今井 光雄

當工場に使用する焼鈍爐はその熱源を瓦斯に求むるものと電力に求むるものと有り、今回の研究は前者に就きてせしものなり。

焼鈍爐には1日以下を1期とする“Heating and Cooling Cycle.”式と1週間を1期とする“Continuous furnace”式の2有り。然も何れも“Side firing”にして前者は燃焼瓦斯は材料を加熱して後爐床中央の吸込口より烟道に導かるるか又は爐床近く側壁に設けられし吸込口より烟道に導かるゝもので後者は焼鈍帯に於て燃焼せし瓦斯は装入口に向ひて豫熱帯を通り材料を熱しつゝ装入口兩側の吸込口に至る。

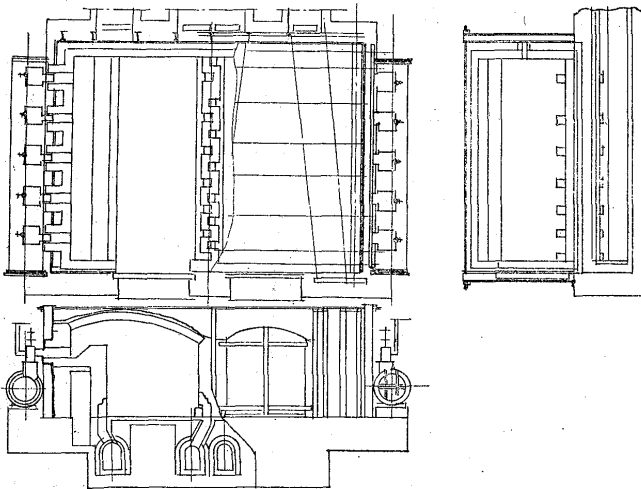
焼鈍爐は8基ありて

6基は“Heating and cooling cycles”式

2基は“Continuous”式に屬す。

“Heating and cooling cycle”式には“Car-type”のものと爐床上に鋼球を並べ焼鈍材を送り込むものとの2あり。

第一、二號燒鈍爐



以下各章に分ちてその熱的關係を求むることゝせり。

(註) 各章の熱清算中瓦斯發熱量に Dry gas. の發熱量を用ひたるは瓦斯中のタール分に就きては目下研究中にして各爐入口に於けるタール分の損失尙適確ならざるによる、熱清算中入熱に比し出熱の超過せる所はあるは是に原因するを以て御諒察を乞ふ。

1. 第一、二號燒鈍爐

1) 爐の構造及び作業方法:— 此の2爐は1對となりて作られ兩外側に燃焼室を有し、その構造、反射爐に類似す

此の爐は米式第一號、第二號と稱せられ装入方法は爐床に設けられし2條の溝に鋼球を並べその上に焼鈍材を載せ送り込む、装入後、約22時間(材料によりて多少變更あり)を1 cycle とし加熱、冷却をなす。

2) 爐内溫度分布:— 別表参照

3) 爐の熱平衡:—

(1) 瓦斯發熱量及び顯熱:— 通入瓦斯量は1時當り1,291 m³/hr にして發熱量は

$$1,397 \text{ kcal} \times 1,291 = 1,803,527 \text{ kcal/hr}$$

而て瓦斯溫度 320°C なるを以て顯熱を求むれば

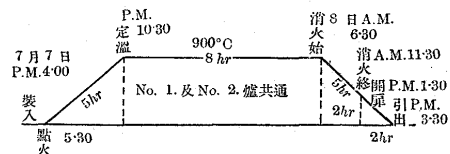
$$117 \cdot 18 \text{ kcal/m}^3 \times 1,291 \text{ m}^3 = 151,279 \text{ kcal/hr}$$

即ち 全熱量は

$$1,803,527 \text{ kcal} + 151,279 \text{ kcal} = 1,954,826 \text{ kcal/hr}$$

米式第一號及第二號爐裝入製品及燒鈍法の一例

指定天井溫度下記の如し。



積込製品枚數

製品溫度測定用 Couple は No.2-193 回へ押入

No.1 Furnace-197 回 DT-2 Two Boxes (casting)

上筐#24×36"×72"=218 枚

#19 " " =201 "

下筐#11 " " =72 "

No.2 Furnace-193 回 DT-2 Two Boxes (casting)

上筐#11×36"×72"=72 枚

下筐#11 " " =88 "

作業概略

平均大氣溫度 36.5°C

7月7日	p.m	4.00	装入
"	"	5.30	點火
"	"	10.30	定温
"	8日	a.m	6.30 消火始
"	"	"	11.30 消火終
"	"	p.m	1.30 開扉
"	"	"	3.30 引出

No. 1. and No. 2. Annealing Furnace. (Data #1.) (°C)

月日時間	No.1	No.1	No.1	No.1	No.1	No.1	No.2	No.2	No.2	No.2	No.2	No.2	No.1	No.1	No.2	No.2	摘要	
	天床前	天床中	天床後	特設天床前	特設天床後	裏	天床前	天床後	天床中	特設天床前	特設天床後	裏	爐床前	爐床後	爐床前	爐床後		
7月7日 P.M. 5.30	200	200	230	550	260	210	200	180	220	240	280	250	250	350	270	330	No.1,2號共點火	
6.30	470	400	540	830	720	460	520	370	550	820	700	430	390	560	370	560		
7.30	640	580	670	890	840	650	650	560	670	840	780	660	530	720	480	710		
8.30	760	710	800	950	880	770	740	670	770	900	790	730	610	800	540	780		
9.30	850	860	860	970	960	850	820	730	860	980	850	760	660	880	600	865		
10.30	860	880	870	990	990	870	840	780	860	1,020	930	820	670	910	645	910		
7月7日 P.M. 11.30	850	870	890	970	950	880	880	820	910	1,030	940	860	720	920	690	930	定温	
7月8日 P.M. 0.30	890	860	880	1,030	940	890	875	820	900	1,060	960	870	730	930	730	930		
1.30	900	870	900	1,050	940	910	900	870	920	1,050	970	870	770	940	760	950		
2.30	920	910	890	1,040	940	920	910	890	910	1,060	1,000	900	800	930	790	960		
3.30	925	900	915	1,046	970	920	910	960	920	1,050	1,020	920	830	980	820	980		
4.30	910	890	930	980	950	920	865	850	870	950	980	890	860	980	820	940		
5.30	900	880	920	950	960	900	880	860	880	960	990	890	850	970	820	910		
6.30	915	880	930	960	940	920	880	890	900	1,010	1,000	910	850	980	810	930		
7.30	897	882	905	1,000	953	903	882	851	897	1,021	977	884	797	948	765	938		消火始
8.30	880	890	870	875	890	850	870	870	870	1,000	950	870	820	940	840	880		
9.30	850	850	850	850	870	850	840	850	860	920	930	850	810	900	840	875		
10.30	830	810	830	820	850	830	820	820	830	880	900	820	790	875	825	820		
11.30	810	810	800	800	825	800	810	810	820	820	900	890	800	870	820	840		
7月8日 P.M. 0.30	820	800	800	780	820	790	800	790	810	880	870	890	760	850	800	800		
1.30	690	710	700	725	720	670	720	730	710	740	760	690	660	810	770	750	消火終	
2.30	600	640	670	685	680	600	610	650	620	700	720	640	625	740	730	750	開扉	
3.30	430	470	430	525	500	430	435	470	440	540	550	490	360	520	620	510	引出	
3.30	360	400	340	450	430	360	380	410	380	490	490	420	270	400	480	420		

No. 1. and No. 2. Annealing Furnace. (Data #2)

月日時間	No.1	No.1	No.2	No.2	No.1	No.2	air	Waste	管内製品溫度				摘要
	外壁前	外壁後	外壁前	外壁後	扉内	扉内			7月7日 P.M. 5.30	°C	7月9日 P.M. 8.30	°C	
7月7日 P.M. 5.30	36	35	35	36			41	290	20	20	360		No. 1,2 號共點火 P.M.5.30
6.30	52	42	51	41	570	600	41	370	20	20	330		
7.30	78	48	79	48	700	690	43	430	30	30	320		
8.30	78	55	75	58	780	720	42	510	50	50	305		
9.30	74	54	67	67	795	780	44	500	70	70	290		
10.30	76	48	76	65	830	830	42	500	100	100	280		
11.30	73	55	69	59	800	820	43	570	150	150	270		
8月8日 A.M. 0.30	70	60	68	60	830	770	42	600	200	200	260		
1.30	70	52	70	50	850	860	41	660	250	250	240		
2.30	71	53	70	51	920	850	43	700	300	300	230	定温 P.M.10.30	
3.30	70	53	69	45	920	880	41	730	345	345	220		
4.30	70	60	65	42	900	850	41	1,000	390	390	210		
5.30	71	58	66	43	930	840	42	1,020	440	440	200		
6.30	70	59	66	43	920	850	41	1,000	480	480	200		
7.30	71	55	69	51	873	840			520	520	200		
8.30	77	62	69	53	940	880	35	1,100	545	545	190	消火始 A.M. 6.30	
9.30	75	60	72	61	930	870	36	1,110	570	570	180		
10.30	78	68	77	68	900	830	37	1,110	590	590	180		
11.30	82	73	81	78	890	850	39	1,110	610	610	180		
7月9日 P.M. 0.30	84	84	85	83	700	700	44	625	630	630	170		
1.30	84	82	85	85	660	660	47	540	640	640	150		
2.30	85	85	86	90			48	475	650	650	150		
3.30	82	80	85	86			49	395	650	650	140		
									650	650	140		
									630	630	130		
									620	620	125		
									600	600	120		
									580	580	115		
									560	560	105		
									530	530	100		
									510	510	100		
									490	490	95		
									470	470	90		
									450	450	90		
									440	440	90		
									420	420	90		
									400	400	90		
									380	380	90		

(2) 空氣顯熱:一通風量は $3,184 m^3/hr$ にして平均温度は $38^\circ C$ なるを以てその顯熱は

$$11.82 kcal \times 3,184 = 37,571 kcal/hr$$

(3) 薄板加熱に要する熱量:一焼鈍すべき薄板重量は $14,420 kg$ にして加熱温度は $650^\circ C$ なり、この温度に於ける熱容量は $91.67 kcal$ なり、装入温度は $38^\circ C$ なるを以て

$$(91.67 kcal - 7.22 kcal) \times 14,420 k = 1,217,769 kcal/cycle$$

(4) 焼鈍箱 (Annealing box) 底板 (Base) 鋼球 (Ball) の加熱に要する熱量。

1. 焼鈍箱 焼鈍材は上下2段に積みて焼鈍す。

焼鈍箱上	192.4 kg	加熱温度	$900^\circ C$
" 下	3,040 kg	"	$900^\circ C$

にして此温度に於ける熱容量は

$$(158.35 kcal - 7.22 kcal) \times (3,040 + 192.4) = 488,513 kcal/cycle$$

2. 底板

重量 上	3,940 kg	加熱温度	$900^\circ C$
重量 下	3,940 kg	"	$880^\circ C$

熱容量 =

$$(上) = (158.35 kcal - 7.22 kcal) \times 3,940 = 595,452 kcal$$

$$(下) = (148.90 kcal - 7.22 kcal) \times 3,940 = 558,219 kcal$$

$$\text{計 } 1,153,671 kcal$$

3. 鋼球 爐に使用の鋼球数は 30 個にして1個の重量は $31 kg$ なり、即ち全重量は $930 kg$ なり。

鋼球の熱せらるゝ温度は $862^\circ C$

故に鋼球の持つ熱容量は

$$(145.56 kcal - 7.22 kcal) \times 930 kg = 128,656 kcal/cycle$$

以上求めし熱容量を合計せば

$$1,770,840 kcal/cycle$$

4) 廢氣瓦斯の持去る熱量:一廢氣瓦斯の温度は $885^\circ C$ にして廢氣瓦斯量 $4,236.17 m^3/hr$

CO_2	438,940 m^3	195,752 kcal
H_2O	229,800	79,991
N_2, O_2	3,567,430	1,041,011

$$\text{計 } 1,316,754 kcal/hr$$

5) 爐壁より失はるゝ熱量:一此の爐は "Heating and Cooling cycle" 式のものにして瓦斯加熱時間は 12 時間餘にして熱の大半は爐壁に保有せられる故に放散熱量に適當の係數を用ふ。

1. 天床 内部温度 $T_i = 927^\circ C = 1,690^\circ F$

外部温度 $T_0 = 212^\circ C = 413^\circ F$

熱損失 $R_1 = 1,170 btu/ft^2/hr$

面積 $A_1 = 558.25 ft^2$

係數 $f_1 = 2$

全損失熱量

$$R'_1 = 1,170 btu/hr \times 558.25 \times 2 = 1,306,305 btu/hr = 329,189 kcal/hr$$

2. 横壁 $T_0 = 158^\circ F$ $R_2 = 120 btu/ft^2/hr$

$A_2 = 158.81 ft^2 \times 2 = 317.62 ft^2$ $f_2 = 3$

$$R'_3 = 120 btu/hr \times 317.62 \times 3 = 114,343 btu/hr = 28,814 kcal/hr$$

3. 後面壁 $T_i = 1,630^\circ F$ $T_0 = 297^\circ F$

$R_3 = 570 btu/ft^2/hr$ $A_4 = 239.25 ft^2$ $f_4 = 3$

$$R'_4 = 570 btu/hr \times 239.25 \times 3 = 409,118 btu/hr = 103,098 kcal/hr$$

4. 前壁 $T_i = 1,570^\circ F$ $T_0 = 470^\circ F$

$R_5 = 1,480 btu/ft^2/hr$ $A_5 = 239.25 ft^2$

$f_5 = 2$

$$R'_5 = 1,480 btu/hr \times 239.25 \times 2 = 708,180 btu/hr = 178,461 kcal/hr$$

5. 爐床 $T_i = 1,580^\circ F$ $T_0 = 293^\circ F$

爐床は Non-ventilated hearth なるを以て概略の計算として爐幅の $1/6$ の厚さの壁に於ける放散熱量を求めその 0.75 を乗じて熱量とす

爐幅の $1/6$ は $18''$ にしてこの厚さの放散熱量は

$1,030 btu/ft^2/hr$ にしてその 75% は $R_6 = 773 btu/ft^2/hr$

$$A_6 = 366.7 ft^2$$

$$R'_6 = 773 btu/hr \times 366.7 = 283,459 btu/hr = 71,432 kcal$$

6) 爐の熱清算:一爐に於ける瓦斯通入時間は約 14 時間にして是を 1 cycle とし各熱量の 100 分比を求むることとせり。 1 cycle 中に通入せし瓦斯量は

$$1,291 m^3 \times 1.4 = 18,074 m^3/cycle$$

發熱量は

$$(1,397 kcal + 117.18 kcal) \times 18,074 = 27,367,284 kcal/cycle$$

空氣顯熱は

$$11.82 kcal \times 3,184 \times 14 = 525,994 kcal/cycle$$

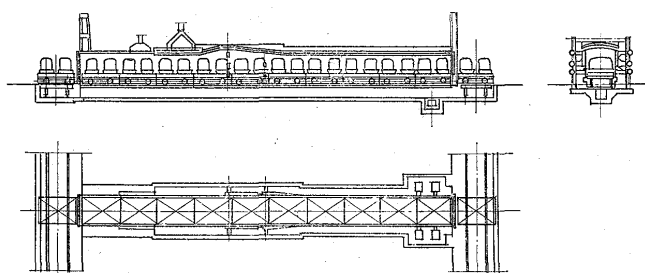
即ち

入 熱

瓦斯の有する熱量	27,367,284 kcal	98.11%
空氣顯熱	525,994	1.89
	27,893,278	100.00
出 熱		
薄板加熱に要する熱量	1,217,769 kcal	4.37%
燒鈍函その他の持去る熱量	1,770,840	6.34
爐壁より失ふ熱量	9,953,916	35.69
廢氣瓦斯の持去る熱量	18,434,556	66.09

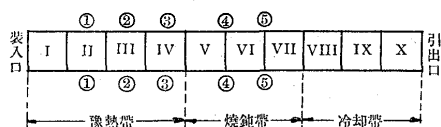
112.49

第三號燒鈍爐



2. 第三號連續燒鈍爐

1) 爐の構造並に作業方法:—



爐構造は豫熱帶、燒鈍帶、冷却帶に分れ、瓦斯噴出用バーナ

は燒鈍帶にありて燃燒瓦斯は燒鈍帶を経て豫熱帶に流れ裝入口近くの烟道に出づ。

上圖のI...X迄は裝入せる臺車の數を示したるものにして裝入されし材料は豫熱帶で豫熱され順次燒鈍帶に至り茲にて所定の溫度に迄で加熱せられたる後冷却帶に至り緩冷却をなす、冷却帶には空氣豫熱裝置ありて材料の冷却に伴ひ放散する熱を利用す。

①...⑤は測定位置

2) 溫度分布:—

1. 側壁内部溫度

	豫熱帶			燒鈍帶	
	①	②	③	④	⑤
東側	710°C	510°C	968°C	934°C	832°C
西側	739	596	765	864	791

2. 外壁溫度

	(豫熱帶)	(燒鈍帶)
東側	76°C	123°C
西側	77	128

3. 天床溫度

	(豫熱帶)			(燒鈍帶)	
	①	②	③	④	⑤
	693°C	767°C	858°C	975°C	1,017°C

3) 爐内に於ける熱平衡:—

(1) 瓦斯發熱量及び顯熱:— 通入瓦斯量は 2,358 m³/hr にして、その發熱量は 1,397.58 kcal/m³ 故に全發熱量

$$1,397.58 \text{ kcal/m}^3 \times 2,358 \text{ m}^3/\text{hr} = 3,295,494 \text{ kcal/hr}$$

瓦斯溫度は平均 62.4°C にして有する顯熱は

$$48,336 \text{ kcal/hr なり。}$$

即ち瓦斯の有する全熱量は

$$3,295,494 \text{ kcal/hr} + 48,336 \text{ kcal/hr} = 3,343,830 \text{ kcal/hr}$$

(2) 空氣の顯熱:— 所要空氣量は 3,840 m³/hr にして、バーナ入口に於ける空氣溫度は平均 101.2°C、有する顯熱は

$$31.78 \text{ kcal/m}^3 \times 3,840 \text{ m}^3/\text{hr} = 90,255 \text{ kcal/hr}$$

(3) シート加熱に要する熱量:—

シート重量は臺車1臺分に就て 24,520 kg にして

シート裝入時溫度 50°C に於ける熱容量 97.23 kcal/kg

シート加熱溫度平均 670.5°C に於ける熱容量

$$9.17 \text{ kcal/kg}$$

1 臺分加熱に要する熱量

$$(97.23 \text{ kcal} - 9.17 \text{ kcal}) \times 24,520 = 2,159,231 \text{ kcal}$$

1 日の燒鈍數は平均 11.2 臺なるを以て

$$2,159,231 \text{ kcal} \times 11.2 = 24,183,389 \text{ kcal/day}$$

$$= 1,004,308 \text{ kcal/hr}$$

(4) box に持去られる熱量

重量は 1 臺分 2,706 kg

加熱溫度は平均 920°C にして有する熱容量は 126.68 kcal/kg 故に 1 臺分の持去る熱量は

$$(126.68 \text{ kcal} - 9.17 \text{ kcal}) \times 2,706 = 317,982 \text{ kcal}$$

$$317,982 \text{ kcal} \times 11.2 = 3,561,398 \text{ kcal/day, or}$$

$$148,392 \text{ kcal/hr}$$

(5) base 及び ball の持去る熱量

base 1 臺 重量 6,346 kg ball 1 臺分 " 491.2 kg

加熱溫度 平均 650°C

1 臺分の持去る熱量

$$(93.06 \text{ kcal} - 9.17 \text{ kcal}) \times (6,346 + 491.2) \text{ kg}$$

$$= 573,573 \text{ kcal}$$

即ち

$$573,573 \text{ kcal} \times 11.2 = 6,424,017 \text{ kcal/day}$$

$$\text{or } 267,667 \text{ kcal/hr}$$

(6) 廢氣瓦斯の持去る熱量

廢氣瓦斯 平均溫度は 690°C 瓦斯量 5,824.58 m³/hr

故に持去る熱量は 1,414,723 kcal/hr

4) 爐壁、臺車等による損失熱量:一

(1) 臺車による損失熱量:一定温に於ける内部表面温度



の平均は 764.64°C (1,408°F)にして
て傳導による損失熱量は 326 btu/ft².

hr 臺車は冷却後装入し、加熱更に冷却をなす、即ちCooling & heating operation にしてこの間に約 12 時間加熱される。

故に保有熱量を含めたる熱損失は 1 臺分に付き

$$326 \text{ btu/hr ft}^2 \times 2.25 \times 108.5 \text{ ft}^2 = 79,585 \text{ btu} \\ = 20,055 \text{ kcal}$$

1 日平均加熱臺数は 11.2 臺なるを以て

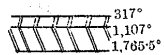
1 日當り熱損失 20,055 kcal × 11.2 = 224,616 kcal/day

即ち 9,359 kcal/hr となる

(2) 爐壁より放散する熱量

1. 燒鈍帶天床

内部平均温度 $T_i = 1,765.5^\circ\text{F}$ 煉瓦界部温度
外部 " $T_o = 317^\circ\text{F}$ $1,107^\circ\text{F} = T_m$



熱損失は 597 btu/ft² hr = R₁

面積 418.92 ft² = A₁

全損失熱量

$$R'_1 = 597 \text{ btu/hr} \times 418.92 \times 0.93 = 232,588 \text{ btu/hr} \\ = 58,612 \text{ kcal/hr}$$

2. 豫熱帶天床 内部平均温度 外部平均温度

$T_i = 1,485^\circ\text{F}$ $T_o = 285^\circ\text{F}$ $T_m = 883^\circ\text{F}$

煉瓦界部温度 $R_2 = 515 \text{ btu/ft}^2 \text{ hr}$ $A_2 = 501.80 \text{ ft}^2$

$$R'_2 = 515 \text{ btu/hr} \times 501.80 \times 0.93 = 240,337 \text{ btu/hr} \\ = 60,565 \text{ kcal/hr}$$

3. 燒鈍帶横壁

煉瓦積の厚さ異なるため 3 區分し別々に計算す。

a. $T_i = 1,472^\circ\text{F}$ $T_o = 253^\circ\text{F}$

$T_{m1} = 1,272^\circ\text{F}$ $T_{m2} = 838^\circ\text{F}$

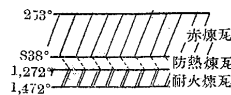
$R_3 = 178.44 \text{ btu/ft}^2 \text{ hr}$

$A_3 = 58.85 \text{ ft}^2 \times 2$

$$R'_3 = 178.44 \text{ btu/hr} \times 58.85 \times 0.74 \times 2$$

$$= 15,541 \text{ btu/hr}$$

$$= 3,916 \text{ kcal/hr}$$



b. $T_i = 1,589^\circ\text{F}$ $T_{m1} = 1,375^\circ\text{F}$ $T_{m2} = 915^\circ\text{F}$

$T_o = 253^\circ\text{F}$ $R_4 = 194.74 \text{ btu/ft}^2 \text{ hr}$

$A_4 = 138.94 \text{ ft}^2 \times 2 = 277.88 \text{ ft}^2$

$$R'_4 = 194.74 \text{ btu/hr} \times 277.88 \times 0.74 = 40,044 \text{ btu/hr}$$

$$= 10,091 \text{ kcal/hr}$$

c. $T_i = 1,724^\circ\text{F}$ $T_{m1} = 1,484^\circ\text{F}$ $T_{m2} = 987^\circ\text{F}$

$T_o = 253^\circ\text{F}$ $R_5 = 223.20 \text{ btu/ft}^2 \text{ hr}$ $A_5 = 85 \text{ ft}^2$

$$R'_5 = 223.20 \text{ btu/hr} \times 85 \times 0.74 = 14,039 \text{ btu/hr} \\ = 3,538 \text{ kcal/hr}$$

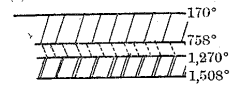
4. 豫熱帶横壁

$T_i = 1,508^\circ\text{F}$ $T_{m1} = 1,270^\circ\text{F}$

$T_{m2} = 758^\circ\text{F}$ $T_o = 170^\circ\text{F}$

$R_6 = 212.9 \text{ btu/ft}^2 \text{ hr}$ $A_6 = 623.4 \text{ ft}^2$

$$R'_6 = 212.9 \text{ btu/hr} \times 623.4 \times 0.74 = 98,214 \text{ btu/hr} \\ = 24,750 \text{ kcal/hr}$$



5. 扇 $T_i = 1,328^\circ\text{F}$ $T_o = 464^\circ\text{F}$

$R_7 = 1,256.7 \text{ btu/ft}^2 \text{ hr}$ $A_7 = 77.31 \text{ ft}^2$

$R'_7 = 1,256.7 \text{ btu/hr} \times 77.31 \times 0.986$

$$= 95,795 \text{ btu/hr}$$

$$= 24,140 \text{ kcal/hr}$$

爐壁より放散する總熱量 $\sum R' = 185,612 \text{ kcal/hr}$

(3) 爐壁保有熱量:一 爐壁に保有される熱量は上記に於て求めし各部温度を用ひ加熱時に於ける保有熱量を計算せるものにして、各煉瓦の比熱は 1 ft³ 容積に對する容量比熱を用ひたり。

即ち 耐火煉瓦 volume specific heat = 25 + 0.0044T

防熱煉瓦 " = 6.8 + 0.0012T

赤煉瓦 " = 24

T は温度 (°F) を示す。

以上によりて加熱時に於ける熱容量を計算して得たる總計は 24,176,855 kcal

同様にして冷却時内部の温度を測定し

豫熱帶天床内部温度(平均) 燒鈍帶天床内部温度(平均)

355°C (671°F) 445°C (833°F)

横壁 上と同様 横壁 上と同様

扉 内部温度(平均) 305°C (581°F)

を用ひ各部温度を計算し、冷却時に於ける、保有熱量を計算し得たる結果は 總計 11,689,268 kcal

即ち

$$24,176,855 \text{ kcal} - 11,689,268 \text{ kcal}$$

$$= 12,487,587 \text{ kcal}$$

が保有されたる熱量にて、作業時間 148 時間にて割れば 1 時間當り保有熱量を得

$$12,487,587 \text{ kcal} \div 148 = 84,376 \text{ kcal/hr}$$

この熱量は煉瓦に保有せられ損失となりしものたり。

5) 空氣豫熱による回收熱量:—

空氣豫熱器入口に於ける空氣溫度

$$40.9^{\circ}\text{C} \quad \text{顯熱} \quad 12.72 \text{ kcal/m}^3$$

空氣豫熱器出口に於ける空氣溫度

$$125.2^{\circ}\text{C} \quad \text{顯熱} \quad 39.41 \text{ kcal/m}^3$$

空氣量は $3,840 \text{ m}^3/\text{hr}$ なるを以て回收熱は

$$(39.41 \text{ kcal} - 12.72 \text{ kcal}) \times 3,840 \text{ kg} = 102,490 \text{ kcal/hr} \text{ なり}$$

然るにバーナー入口の溫度は 101.2°C にして顯熱 = 31.78 kcal/m^3 なり。

$3,840 \text{ m}^3/\text{hr}$ に對する熱量は

$$(31.78 \text{ kcal} - 12.72 \text{ kcal}) \times 3,840 = 90,255 \text{ kcal/hr} \text{ となる。}$$

是が實際回收されし熱量なり。

6) 瓦斯洗滌によるタールの回收:— 爐に使用する瓦斯は洗滌せられしものにして、洗滌後尙瓦斯中に 18.7 gr/m^3 のタールを含む、故に洗滌瓦斯 $2,358 \text{ m}^3/\text{hr}$ に對して含まるゝタールは

$$18.7 \text{ gr/m}^3 \times 2,358 \text{ m}^3/\text{hr} \div 10^3 = 44.09 \text{ kg}$$

石炭1吨より出る瓦斯中に含むタール分は 156 kg にして $2,358 \text{ m}^3$ に對しては

$$2,358 \text{ m}^3 \div 2,920 \text{ m}^3 \times 156 \text{ kg} = 125.98 \text{ kg}$$

のタール有り

故に回收されしタール分は

$$125.98 \text{ kg} - 44.09 \text{ kg} = 81.89 \text{ kg/hr}$$

その發熱量は

$$8,323 \text{ kcal} \times 81.89 \text{ kg} = 681,570 \text{ kcal/hr}$$

7) 瓦斯顯熱低下による損失熱量:— 發生爐に於ける、瓦斯の有する顯熱は 211.38 kcal/m^3 なり。

故に $211.38 \text{ kcal} \times 2,358 = 498,434 \text{ kcal}$

瓦斯バーナー口に於ける顯熱は $48,336 \text{ kcal}$ なる故顯熱低下は

$$498,434 \text{ kcal} - 48,336 \text{ kcal} = 450,098 \text{ kcal}$$

8) 爐の熱清算:— 爐は洗滌瓦斯を用ふ、以上の諸結果より熱的關係を求むれば

入 熱		
瓦斯發熱量	3,295,494 kcal	95.97 %
瓦斯顯熱	48,336	1.41
空氣顯熱	90,255	2.62
	3,434,085	100.00
出 熱		
薄板加熱に要する熱量	1,004,308 kcal	29.25 %
燒鈍函その他の持去る熱量	416,059	12.11
廢氣ガスの持去る熱量	1,414,723	41.20
爐壁よりの損失熱量	269,988	7.86
其 の 他	329,007	9.58
	3,434,085	100.00

3. 四號燒鈍爐の熱分布

1) 爐の構造及び作業方法:— 爐の構造及び作業方法に就きては三號燒鈍爐と大差なければ略することとする。

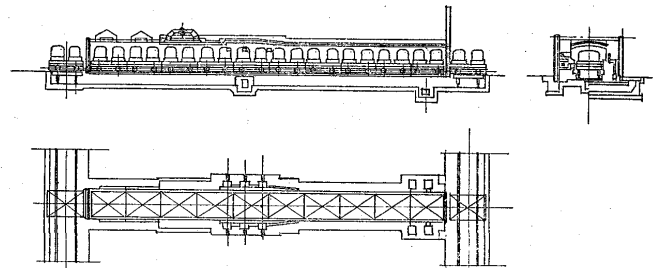
2) 爐の熱平衡:—

(1) 瓦斯發熱量及び顯熱:— 使用する瓦斯量は $2,718 \text{ m}^3/\text{hr}$ にして 1 m^3 の發熱量は $1,397.47 \text{ kcal}$ なるを以て全發熱量は

$$1,397.47 \text{ kcal/m}^3 \times 2,718 \text{ m}^3/\text{hr} = 3,798,323 \text{ kcal/hr}$$

瓦斯溫度は 320°C にして其の顯熱は

第四號燒鈍爐



CO_2	95,130 m^3	13,562 kcal
CH_4	103,284	14,515
$\text{H}_2, \text{N}_2, \text{CO}$	2,519,586	257,804
		285,881

(2) 空氣の顯熱

送風量は $4,860 \text{ m}^3/\text{hr}$ その溫度は平均 67°C なるを以て空氣の有する顯熱は

$$20.84 \text{ kcal/m}^3 \times 4,860 \text{ m}^3/\text{hr} = 101,268 \text{ kcal/hr}$$

(3) sheet 加熱に要する熱量

燒鈍する sheet 重量は臺車1臺分に付き $26,000 \text{ kg}$ にして加熱溫度 690°C なり。

裝入溫度は 38°C にして

sheet の有つ熱量は

$$(100.01 \text{ kcal} - 7.22 \text{ kcal}) \times 26,000 = 2,578,540 \text{ kcal}$$

1 日平均燒鈍數は臺車 11.2 臺にして

$$2,578,540 \text{ kcal} \times 11.2 = 28,879,648 \text{ kcal/day}$$

従つて1時間當りは $1,203,318 \text{ kcal/hr}$

(4) base, box, ball の持去る熱量

a. base 1臺分の重量平均 $6,346 \text{ kg}$ 溫度 700°C なり
上と同様にして

$$(102.79 \text{ kcal} - 7.22 \text{ kcal}) \times 6,346 \times 11.2 \div 24 = 283,027 \text{ kcal/hr}$$

b. ball の重量 16 個分 491.6 kg 溫度 700°C なり。

$$(102.79 \text{ kcal} - 7.22 \text{ kcal}) \times 491.6 \times 11.2 \div 24 = 35,305 \text{ kcal/hr}$$

c. box の重量、平均 2,706 kg 温度 900°C なり。

$$(155.57 \text{ kcal} - 7.22 \text{ kcal}) \times 2,706 \times 11.2 \div 24 = 187,336 \text{ kcal/hr}$$

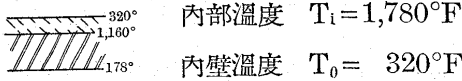
3) 廢氣瓦斯により持去らるゝ熱量:— 廢氣瓦斯量は 7073.34 m³/hr にして温度は 750°C なり。

瓦斯中	CO ₂	924.12 m ³	341,231 kcal
	H ₂ O	483.80	140,571
	N ₂ , O ₂	5,665.42	1,389,728
			1,871,530

4) 爐壁より失はるゝ熱量:—

(1) 爐壁より放散する熱量

1. 天 床 燒鈍帶



内部温度 $T_i = 1,780^\circ\text{F}$
内壁温度 $T_o = 320^\circ\text{F}$

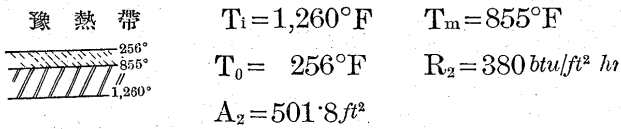
界面温度 $T_m = 1,160^\circ\text{F}$

損失熱量 $R_1 = 600 \text{ btu/ft}^2 \text{ hr}$ 面積 $A_1 = 419 \text{ ft}^2$

全損失熱量 $R'_1 = 600 \text{ btu} \times 419 \text{ ft}^2 = 251,000 \text{ btu/hr}$

週間作業に對する係數 $f_1 = 93\%$

$$\text{故 } R'_1 = 251,000 \times 0.93 = 233,430 \text{ btu/hr} = 58,824 \text{ kcal/hr}$$

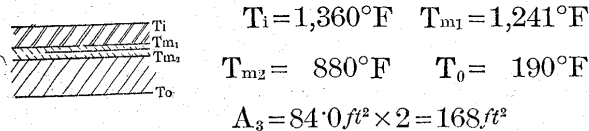


豫熱帶 $T_i = 1,260^\circ\text{F}$ $T_m = 855^\circ\text{F}$
 $T_o = 256^\circ\text{F}$ $R_2 = 380 \text{ btu/ft}^2 \text{ hr}$
 $A_2 = 501.8 \text{ ft}^2$

$$R'_2 = 380 \text{ btu/hr} \times 501.8 \times 0.93 = 177,351 \text{ btu/hr} = 44,692 \text{ kcal/hr}$$

2. 横 壁

a. 燒鈍帶 壁の厚さ異なる爲計算の便宜上3區分す。



$T_i = 1,360^\circ\text{F}$ $T_{m1} = 1,241^\circ\text{F}$
 $T_{m2} = 880^\circ\text{F}$ $T_o = 190^\circ\text{F}$
 $A_3 = 84.0 \text{ ft}^2 \times 2 = 168 \text{ ft}^2$

$R_3 = 170 \text{ btu/ft}^2 \text{ hr}$

$R'_3 = 170 \text{ btu/hr} \times 168 \times 0.74 = 21,134 \text{ btu/hr}$

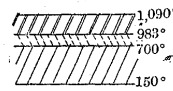
同じく

$$\begin{aligned} T_i &= 1,480^\circ\text{F} & T_i &= 1,410^\circ\text{F} \\ T_{m1} &= 1,377^\circ\text{F} & T_{m1} &= 1,280^\circ\text{F} \\ T_{m2} &= 1,060^\circ\text{F} & T_{m2} &= 1,000^\circ\text{F} \\ T_o &= 190^\circ\text{F} & T_o &= 200^\circ\text{F} \\ A_4 &= 188 \text{ ft}^2 & A_5 &= 171 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$R'_4 = 23,650 \text{ btu/hr} \quad R'_5 = 23,536 \text{ btu/hr}$$

$$\text{計 } R'_3 + R'_4 + R'_5 = 68,320 \text{ btu/hr} = 17,217 \text{ kcal/hr}$$

b. 豫熱帶



$T_i = 1,090^\circ\text{F}$ $T_{m1} = 983^\circ\text{F}$
 $T_{m2} = 700^\circ\text{F}$ $T_o = 150^\circ\text{F}$
 $A_6 = 698 \text{ ft}^2$

$$R'_6 = 51,652 \text{ btu/hr} = 13,016 \text{ kcal}$$

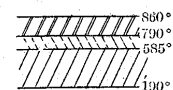
3. 燒鈍帶と冷却帶間の加熱瓦斯の影響を受ける部分

a. 天 床

$T_i = 1,280^\circ\text{F}$ $T_o = 340^\circ\text{F}$ $R_7 = 688 \text{ btu/ft}^2 \text{ hr}$
 $A_7 = 127 \text{ ft}^2$

$$R'_7 = 688 \text{ btu/hr} \times 127 \times 0.95 = 83,007 \text{ btu/hr} = 20,918 \text{ kcal/hr}$$

b. 横 壁



$T_i = 860^\circ\text{F}$ $T_{m1} = 790^\circ\text{F}$
 $T_{m2} = 585^\circ\text{F}$ $T_o = 190^\circ\text{F}$
 $A_8 = 184.8 \text{ ft}^2$

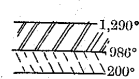
$$R'_8 = 23,248 \text{ btu/hr} = 5,858 \text{ kcal/hr}$$

4. 装入口扉

$T_i = 1,292^\circ\text{F}$ $T_o = 460^\circ\text{F}$ $A_9 = 77.3 \text{ ft}^2$
 $R_9 = 1,313 \text{ btu/ft}^2 \text{ hr}$

$$R'_9 = 1,313 \text{ btu/hr} \times 77.3 \times 0.986 = 100,074 \text{ btu/hr} = 25,219 \text{ kcal/hr}$$

5. 臺 車



$T_i = 1,290^\circ\text{F}$ $T_m = 986^\circ\text{F}$
 $T_o = 200^\circ\text{F}$ $R_{10} = 32.7 \text{ btu/ft}^2 \text{ hr}$

$$A_{10} = 108.5 \text{ ft}^2$$

臺車は heating & cooling が約 12 時毎に行はれるを以て放散熱量と保有熱量を含んで損失熱量は係數 2 1/2 を乗す。

$$R'_{10} = 35,480 \text{ btu} \times 2 \frac{1}{2} = 88,700 \text{ btu/hr}$$

		耐火煉瓦	防熱煉瓦	赤煉瓦
		btu		
天 床	燒 鈍 帶	14,580,175	495,651	
	豫 熱 帶	11,972,405	449,194	
	燒鈍帶 } 間の瓦斯加熱部 冷却帶 }	2,455,590		
横 壁	燒 鈍 帶	8,302,560	1,025,571	8,412,240
	豫 熱 帶	16,208,310	1,920,000	14,900,000
	燒鈍帶 } 間の瓦斯加熱部 冷却帶 }	3,279,375	404,200	3,304,744
装 入 口 扉		737,440		
計		57,541,861	4,294,616	26,617,184
總 計		88,453,661 btu.		

=22,352 kcal/hr

(2) 爐壁に保有される熱量

計算方法は三號爐と同様に行ふ。

1. 加熱時に於ける保有熱量
2. 瓦斯入前の冷却時保有熱量

瓦斯入前の各部内側温度の平均は次表の如し

	天井	横壁
燒鈍帶	900°F	860°F
豫熱帶	750	650
燒鈍帶 冷却帶	900	570

即ち左の温度をとりて
各部の保有熱を求め

總計 48,539,982 btu

を得た。

外側温度は天床は 168°F~150°F

横壁 168°F~114°F

即ち1週間作業中保有熱量として失はるゝ熱量は

$88,453,661 \text{ btu} - 48,539,982 \text{ btu} = 39,914,679 \text{ btu}$

1週間の瓦斯加熱時間は 148 時間なるを以て1時間當り
保有熱量を求むれば

$39,914,679 \text{ btu} \div 148 \text{ hr} = 269,694 \text{ btu/hr} = 67,953 \text{ kcal/hr}$

5) 空氣豫熱による回收熱量:— 冷却帶に設けし air
tank により回收される熱量は次の如し。

入口に於ける空氣温度 40°C 顯熱 12.44 kcal/m³

出口 " 71°C " 22.08

空氣量 4,860 m³/hr

故に $(22.08 \text{ kcal} - 12.44 \text{ kcal}) \times 4,860 = 46,850 \text{ kcal/hr}$

然るに爐に入る前の空氣温度は 67°C にして顯熱は

20.84 kcal/m³

故に實際回收されたる熱量は

$(20.84 \text{ kcal} - 12.44 \text{ kcal}) \times 4,860 = 40,824 \text{ kcal/hr}$ なり

6) 爐の熱清算:— 以上求めし結果を綜合す。

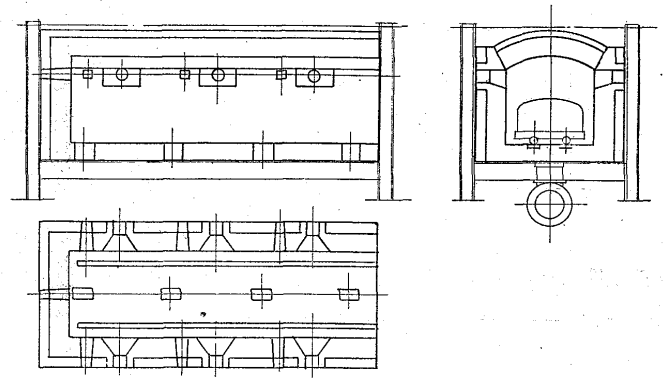
入 熱		
瓦斯發熱量	3,798,323 kcal	90.75 %
瓦斯顯熱	285,881	6.83
空氣顯熱	101,268	2.42
	4,185,472	100.00
出 熱		
薄板加熱に要する熱量	1,203,318 kcal	28.75 %
燒鈍函その他の持去る熱量	505,668	12.08
廢氣瓦斯の持去る熱量	1,871,530	44.71
爐壁より失ふ熱量	253,697	6.06
臺車より失ふ熱量	22,352	0.53
其他	328,907	7.87
	4,185,472	100.00

4. 五號燒鈍爐の熱分布

1) 爐の構造及び作業方法:— 爐の構造は圖に示す如く
Side-fired 式の爐にして約 17 時間を 1 cycle とする、
Heating & cooling cycles 式である、瓦斯は横壁の天
床近く設置されたる burner より噴出し爐床中央に設けら
れし吸込より烟道に出づ。

爐床には 2 條の溝ありて、鋼製の ball を入れ燒鈍函の
出入に役立たしむ。

第五號燒鈍爐



2) 爐内の温度分布:— 加熱方法は圖に示す如く、瓦斯
入より約 4 時間にて所定温度に達せしめ、以後約 6 時間そ
の温度を保ちて、漸次緩冷却をなさしむ。

爐内の温度變化は別表参考の事

3) 爐の熱平衡:—

(1) 瓦斯發熱量及び顯熱:— 爐は Heating and cooling
cycle の式のものなるを以て瓦斯通入は 1 cycle 中になせ
しものを用ふ。

1 cycle は約 17 時間にして 2 日に 3 回の割合なり 1 cycle
中に使用する瓦斯量は約 3,200 m³/cycle にして、發熱量は

No. 5

(1)

月日時間	爐内東側 1	爐内東側 2	爐内東側 3	爐内東側下	爐内東側平均	爐外東側前	爐外東側後	爐外東側平均	摘要
6~28									定温
P.m. 2	520	550	580	480	531	53	53	53	
3	605	620	665	560	611	50	48	49	
4	700	730	800	620	711	49	49	49	
5	750	750	830	770	775	51	48	46	
6	750	750	840	730	770	53	50	52	
7	730	760	850	760	775	54	47	51	消火始
8	750	850	870	760	800	56	52	54	
9	750	810	920	770	811	61	58	60	
10	750	780	880	750	790	68	63	66	
11	790	820	850	740	741	81	67	74	
定温平均温度				750	780		64	58	
0	740	740	790	700	740	83	66	75	消火終
1	755	725	725	660	716	83	65	74	
2	665	600	640	640	638	80	64	72	
3	610	580	600	520	578	77	59	68	
4	520	540	550	500	527	75	60	68	
5	450	450	470	360	433	69	60	65	
6	430	440	450	310	407	65	59	62	引出

No. 5

(2)

月日時間	爐内西側 1	爐内西 2	爐内西 3	爐内西下	爐内西平均	爐外側前	爐外側後	爐外西平均	摘要
6~28									
p.m. 2	480	530	530	510	525	50	52	51	定 温
3	630	630	710	540	628	51	48	50	
4	640	650	780	640	679	47	49	48	
5	670	700	800	760	559	52	48	50	
6	770	720	800	060	761	52	48	50	
7	750	740	830	750	760	54	48	51	
8	745	750	800	780	770	61	53	62	
9	800	750	830	750	782	68	59	64	
10	770	750	825	760	778	72	60	66	
11	780	790	860	760	795	78	66	77	
定温平均温度				760	777.5		64	64	
0	750	720	810	740	753	85	67	76	
1	760	660	745	690	715	81	75	73	
2	725	660	725	680	698	78	67	73	
3	630	580	620	560	597	73	60	67	
4	570	570	590	540	532	71	60	66	
5	500	470	450	370	497	70	60	65	
6	450	450	390	320	400	63	58	61	
									引 出

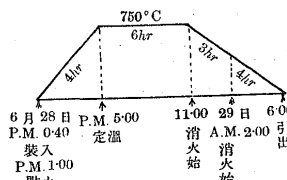
No. 5

(3)

月日時間	爐内裏上	爐内裏下	爐内裏平均	爐内天床	空氣	瓦斯	廢氣	摘要
6~28								
p.m. 2	520	530	540	610	45	53	390	定 温
3	690	565	630	560	46	54	380	
4	800	565	690	640	41	51	430	
5	820	630	730	740	39	51	500	
6	860	640	750	740	40	52	515	
7	840	645	750	730	39	50	570	
8	840	150	760	760	38	49	580	
9	850	665	760	740	40	52	620	
10	860	670	765	740	39	47	620	
11	860	680	770	780	39	46	625	
定温平均温度			755	746				
0	800	655	730	700	40	42	615	
1	745	655	700	660	43	42	640	
2	750	580	665	700	44	46	730	
3	720	510	552	600	49	43	390	
4	600	475	504	580	49	42	360	
5	420	410	415	410	45	42	340	
6	390	340	365	360	44	40	310	
								引 出

No. 5

(4)

月日時間	筐内	月日時間	筐内	大氣平均温度 = 34°C
6~28				
p.m. 2	100	2	245	天床温度及燒鈍法一例 
3	160	3	218	
4	240	p.m. 4.00	198	
5	310	5	182	
6	405	6	172	
7	480	7	160	
8	507	8	144	
9	557	9	138	
10	580	10	132	
29 11	595	30 11	125	
a.m. 0	620	a.m. 0	120	
1	640	1	120	
2	655	2	110	
3	660	3	110	
4	650	4	100	
5	635	5	100	
6	610	6	98	
7	560	7	97	
8	480	8	93	
9	425	9	90	
10	370	10	85	
11	320	11	80	
p.m. 0	280	0	75	
1	265			

の装入時の温度は 34°C なり、故に加熱に要する熱量は

$$(91.67 \text{ kcal} - 5.56 \text{ kcal}) \times 1,360 = 117,110 \text{ kcal/cycle}$$

(4) 燒鈍函及び底飯、鋼球の持去る熱量

1. 燒鈍函

加熱温度 740°C 重量 462 kg

$$(118.34 \text{ kcal} - 5.56 \text{ kcal}) \times 462 = 52,109 \text{ kcal/cycle}$$

2. 底飯鋼球

全重量は 1,688.8 kg 加熱温度 700°C

$$(104.45 \text{ kcal} - 5.56 \text{ kcal}) \times 1,688.8 = 167,025 \text{ kcal/cycle}$$

4) 廢氣瓦斯の持去る熱量:— 廢氣瓦斯平均温度は

865°C にして廢氣瓦斯量は 11,600 m³/cycle 865°C に於ける瓦斯顯熱は 301,596 kcal/m³ of exhaust gas

故に全熱量は

$$301,596 \text{ kcal/m}^3 \times 11,600 \text{ m}^3/\text{cycle} = 3,498,514 \text{ kcal/cycle}$$

5) 爐壁より失はるゝ熱量:— 爐は Heating and cooling cycle に於ける損失熱量を求める方が適切にして、

瓦斯通入加熱時間は約 12 時間なり。

定温時に於ける各部平均温度を求むれば

爐内東側平均温度.....780°C (1,436°F)

爐外東側平均温度..... 58°C (136°F)

爐内西側平均温度.....777.5°C(1,432°F)

爐外西側平均温度..... 64°C (147°F)

爐内裏壁平均温度.....755°C (1,391°F)

爐外裏壁平均温度..... 63°C (146°F)

爐内天床平均温度.....746°C (1,375°F)

爐外天床平均温度.....123°C (253°F)

$$1,397 \text{ kcal/m}^3 \times 3,200 \text{ m}^3/\text{cycle} = 4,470,400 \text{ kcal/cycle}$$

顯熱=瓦斯温度は 58°C にして、その温度に於ける顯熱は

18,792 kcal/m³ なり、故に

$$18,792 \text{ kcal/m}^3 \times 3,200 \text{ m}^3/\text{cycle} = 60,133 \text{ kcal/cycle}$$

(2) 空氣の顯熱:— 空氣通入量は 1 時間 843 m³ にして 1 cycle 中には

$$843 \text{ m}^3 \times (3,200/300) = 8,992 \text{ m}^3/\text{cycle}$$

空氣温度は 44°C にして、顯熱は 13.69 kcal/m³ なり、故に

$$13.68 \text{ kcal/m}^3 \times 8,992 \text{ m}^3/\text{cycle} = 123,011 \text{ kcal/cycle}$$

(3) sheet 加熱に要する熱量:— 1 回に燒鈍すべき sheet の重量は平均 1,360 kg にして加熱温度は 650°C そ

1. 天 床



$$T_i = 1,375^\circ\text{F} \quad T_m = 905^\circ\text{F}$$

$$T_o = 253^\circ\text{F}$$

$$R_1 = 391 \text{ btu/ft}^2\text{hr}$$

$$A_1 = 5.45 \text{ m}^2 = 58.66 \text{ ft}^2 \quad \text{係數 } f_1 = 2 \frac{1}{4}$$

$$391 \text{ btu} \times 58.66 \times 2 \frac{1}{4} = 51,606 \text{ btu/hr} = 13,005 \text{ kcal/hr}$$

2. 横 壁



$$T_i = 1,434^\circ\text{F} \quad T_m = 1,030^\circ\text{F}$$

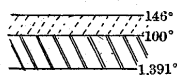
$$T_o = 142^\circ\text{F}$$

$$R_2 = 352 \text{ btu/ft}^2, \text{ hr}$$

$$A_2 = 4.89 \text{ m}^2 = 52.63 \text{ ft}^2 \quad \text{係數 } f_2 = 2 \frac{1}{2}$$

$$352 \text{ btu/hr} \times (52.63 \times 2) \times 2 \frac{1}{2} = 92,629 \text{ btu/hr} \\ = 23,343 \text{ kcal/hr}$$

3. 裏 壁



$$T_i = 1,391^\circ\text{F} \quad T_m = 1,000^\circ\text{F}$$

$$T_o = 146^\circ\text{F}$$

$$R_3 = 337 \text{ btu/ft}^2\text{hr}$$

$$A_3 = 1.61 \text{ m}^2 = 17.33 \text{ ft}^2 \quad f_3 = 2 \frac{1}{2}$$

$$R'_3 = 337 \text{ btu/hr} \times 17.33 \times 2 \frac{1}{2} = 14,601 \text{ btu/hr} \\ = 3,679 \text{ kcal/hr}$$

4. 扉

$$T_i = 1,391^\circ\text{F} \quad T_o = 360^\circ\text{F} \quad R_4 = 1,256 \text{ btu/ft}^2\text{hr}$$

$$A_4 = 17.33 \text{ ft}^2 \quad f_4 = 1.33$$

$$R'_4 = 1,256 \text{ btu/hr} \times 17.33 \times 1.33 = 28,949 \text{ btu/hr} \\ = 7,295 \text{ kcal/hr}$$

5. 爐 床

$$T_i = 1,330^\circ\text{F} \quad T_o = 350^\circ\text{F} \quad R_5 = 889 \text{ btu/hr}$$

$$A_5 = 58.66 \text{ ft}^2 \quad f_5 = 1.78$$

$$R'_5 = 889 \text{ btu/hr} \times 58.66 \times 1.78 = 92,825 \text{ btu/hr} \\ = 23,392 \text{ kcal/hr}$$

6) 洗滌によるタールの回収並に回収タールの發熱量:
一當爐に使用せる瓦斯は洗滌瓦斯にして洗滌後尙瓦斯中に
18.7 gr/m³ のタール有り、故に瓦斯量 3,200 m³ に対しては

$$18.7 \text{ gr} \times 3,200 \div 10^3 = 59.84 \text{ kg}$$

而して石炭1噸に付き、發生瓦斯量は 2,920 m³ なるを以
て 2,920 m³ 中に殘有するタール量は

$$18.7 \text{ gr} \times 2,920 \div 10^3 = 54.60 \text{ kg}$$

石炭1噸より出る瓦斯中には 15.6% のタールを含む故タ
ール分は

$$156 \text{ kg/ton coal} \quad \text{なり}$$

3,200 m³ 瓦斯に対しては洗滌前のタール分は

$$3,200 \times 156 \div 2,920 = 170.96 \text{ kg} \quad \text{あり}$$

即ち洗滌により回收されしタール分は

$$170.96 \text{ kg} - 59.84 \text{ kg} = 111.12 \text{ kg}$$

タールの發熱量は 8,323 kcal/kg にして

$$8,323 \text{ kcal/kg} \times 111.12 \text{ kg} = 924,852 \text{ kcal}$$

且石炭量は 3,200 m³ に対しては

$$3,200 \text{ m}^3 \div 2,920 \text{ m}^3 = 1.095 \text{ kg}$$

その發熱量は

$$6,827 \text{ kcal} \times 1.095 = 7,475,565 \text{ kcal}$$

7) 瓦斯洗滌による顯熱低下:一發生瓦斯の溫度は平均
633°C 瓦斯の有する顯熱は 211.38 kcal/m³ あれば 3,200
m³ 瓦斯に対しては

$$211.38 \text{ kcal} \times 3,200 = 676,416 \text{ kcal/cycle}$$

バーナ入口の瓦斯顯熱は

$$81,824 \text{ kcal/cycle}$$

故に顯熱低下は

$$676,416 \text{ kcal} - 81,824 \text{ kcal} = 594,592 \text{ kcal/cycle}$$

8) 爐の熱清算:一此の清算は瓦斯を1燒鈍中に通ぜし
時間を基準として計算す。

入 熱		
瓦斯發熱量	4,470,400 kcal	96.06 %
瓦斯顯熱	60,133	1.30
空氣顯熱	123,011	2.64
	4,653,534	100.00
出 熱		
薄板加熱に要する熱量	117,110 kcal	2.52 %
燒鈍函その他の持去る熱量	219,134	4.71
廢氣瓦斯の持去る熱量	3,498,514	75.18
爐壁より失ふ熱量	1,016,048	21.83
	4,850,806	104.24

5. 第六號燒鈍爐

1) 爐の構造及び作業方法:一此爐は car-type の side
firing furnace にして burner は兩側壁天床近くに設け
られ燃燒せる瓦斯は爐床中央の吸込口より烟道に導かる。
此の爐には爐に空氣豫熱槽がありて空氣を豫熱すること
によりて熱を回收す。

燒鈍材は臺車に載せて爐に裝入加熱するものにして更に
瓦斯止後一定の溫度迄冷却せる後空氣タンクに導入し冷却
す。

2) 爐内溫度:— 別表に示す。

3) 爐の熱平衡:—

(1) 瓦斯發熱量及顯熱

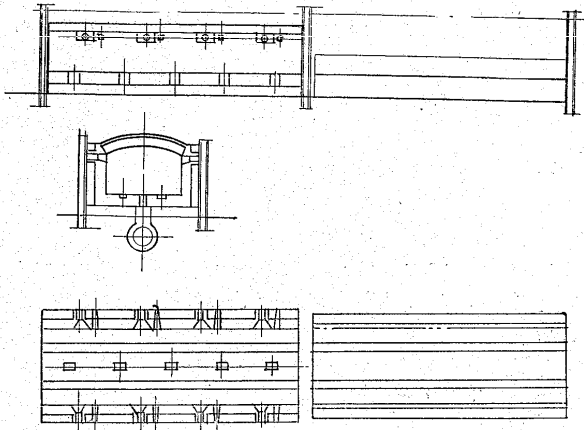
1 時間當り瓦斯量は $640\text{ m}^3/\text{hr}$ にして、その發熱量は

$$1,397\text{ kcal} \times 640 = 894,080\text{ kcal/hr}$$

通入瓦斯溫度は 58°C にして、その顯熱は

$$15,725\text{ kcal/hr} \text{ なり}$$

第六號燒鈍爐

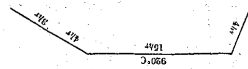


(2) 空氣の顯熱

1 時間當りの空氣量は $1,020\text{ m}^3/\text{hr}$ にして入口に於ける溫度 70.52°C

即ち顯熱は $22.23\text{ kcal} \times 1,020 = 22,675\text{ kcal/hr}$

燒鈍法一例



(3) 薄板加熱に要する熱量

1. 製品重量 $8,255\text{ kg}$ 加熱溫度 835°C 裝入溫度 38°C
 $(147.23\text{ kcal} - 7.22\text{ kcal}) \times 8,255 = 1,155,783\text{ kcal/cycle}$

(4) 燒鈍函、底板、鋼球の加熱に要する熱量

1. 燒鈍函 重量 $1,178\text{ kg}$ 溫度 865°C
 $(150.01\text{ kcal} - 7.22\text{ kcal}) \times 1,178 = 168,207\text{ kcal/cycle}$
 2. 底板、鋼球 重量 $2,756.62\text{ kg}$ 溫度 700°C
 $(105.56\text{ kcal} - 7.22\text{ kcal}) \times 2,756.62 = 271,086\text{ kcal/cycle}$

4) 廢氣瓦斯の持去る熱量:— 廢氣瓦斯平均溫度は 945°C にして廢氣量は $1,542\text{ m}^3/\text{hr}$ その有つ熱量は

CO_2	217.6 m^3	$104,432.77\text{ kcal}$
H_2O	113.9	$42,613.41$
N_2, O_2	$1,210.08$	$378,452.52$
		$525,498.70$

5) 爐壁より失ふ熱量:—



1. 天 床

$T_i = 1,650^\circ\text{F}$ $T_m = 1,098^\circ\text{F}$

爐 内 壁 溫 度

前 面 扉

瓦 斯

月 日	時 間	東 1	東 2	東 3	東 4	西 1	西 2	西 3	西 4	右	左	廢 氣	西	東
6~30	p.m. 4~30	點火												
"	5~30	500	520	530	550	500	580	580	540	500	450	260	65	64
"	6~30	630	650	700	710	630	660	900	720	540	540	360	65	65
"	7~30	700	730	740	720	670	690	700	700	670	640	385	49	51
"	8~30	890	880	900	860	880	880	850	855	760	820	445	58	77
"	9~30	900	890	810	840	890	890	890	860	780	800	540	62	62
"	10~30	900	850	840	840	830	850	810	780	890	860	850	66	65
"	11~30	910	880	850	860	840	860	860	820	860	860	860	66	66
"	a.m. 0~30	950	930	920	900	920	920	880	900	880	880	840	65	66
7~7	1~30	920	930	900	910	960	920	890	900	900	900	850	61	64
"	2~30	900	910	890	900	920	940	890	910	910	910	850	66	66
"	3~30	910	920	920	900	920	910	900	900	920	900	910	65	66
"	4~30	950	950	900	920	950	940	900	920	900	920	940	67	66
"	5~30	940	940	890	890	960	960	910	910	900	900	980	55	55
"	6~30	950	950	900	900	940	940	920	920	910	910	960	51	50
"	7~30	930	910	890	870	920	910	827	830	910	890	940	51	50
"	8~30	940	950	890	870	930	920	870	860	900	890	950	54	52
"	9~30	900	930	880	870	940	940	910	880	910	880	1,028	54	53
"	10~30	900	940	880	870	940	940	900	880	920	870	1,010	54	54
"	11~30	890	920	880	850	930	940	900	840	900	860	1,030	55	54
"	p.m. 0~30	900	910	880	860	920	930	880	870	890	890	1,050	54	53
"	1~30	850	870	830	800	950	870	810	810	820	800	1,100	53	53
"	2~30	810	820	750	740	810	830	790	750	760	780	"	52	54
"	3~30	780	755	680	680	750	770	750	730	640	630	"	53	53
"	4~30	670	680	680	650	650	700	670	630	620	630	660	49	48
"	5~30	650	640	620	620	640	660	640	600	600	590	640	48	48
"	6~30	610	600	600	570	630	650	640	580	560	560	590	46	46

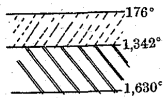
6~30	點火 p.m. 4~30	西前	東前	東後	西後	西前 横	air 前 burn- er入口	air 後 Tank 入口	天床中	box 内 製品 teruh	6~30	點火 p.m. 4~30	西前	東前	東後	西後	西前 横	air. 前 Burn- er入口	air 後 Tank 入口	天床中	box 内 製品 teruh
"	5~30	37	32	40	32	460	34	35	540	10	"	6~30	120	140	58	64	920	94	40	920	625
"	6~30	42	38	43	39	640	45	35	660	20	"	7~30	74	80	64	66	940	99	39	900	655
"	7~30	50	53	45	45	690	58	36	800	60	"	8~30	74	77	75	79	930	79	40	920	680
"	8~30	50	61	46	46	900	60	37	820	80	"	9~30	74	76	79	70	930	67	42	910	700
"	9~30	68	65	48	42	840	66	38	900	120	"	10~30	73	74	79	72	950	54	43	910	720
"	10~30	86	89	56	52	860	62	40	840	180	"	11~30	73	70	81	74	930	67	41	900	740
"	11~30	86	89	57	53	880	63	41	860	260	"	0~30 a.m.	72	75	78	76	900	65	40	900	750
"	0~30	88	88	58	54	900	64	40	860	430	"	1~30	74	75	75	80	880	60	40	840	770
"	1~30	90	90	60	55	900	66	40	870	470	"	2~30	75	75	80	79	780	60	41	800	785
"	2~30	95	96	55	56	910	91	40	900	470	"	3~30	70	72	75	77	750	58	41	850	800
"	3~30	94	94	54	55	930	106	40	910	520	"	4~30	61	63	52	45	720	41	40	800	805
"	4~30	110	120	55	55	910	95	40	910	555	"	5~30	62	65	44	45	710	41	40	740	825
"	5~30	125	140	58	64	920	95	38	920	595	"	6~30	61	66	45	41	700	40	38	720	835

$T_0 = 305^\circ F$ $R_1 = 496 \text{ btu/ft}^2 \text{ hr}$ $A = 160 \cdot 17 \text{ ft}^2$
 $R_i = 496 \text{ btu/hr} \times 160 \cdot 17 \times 2 = 158,889 \text{ btu/hr}$
 (係數)
 $= 40,040 \text{ kcal/hr}$

$R'_3 = 1,012 \text{ btu/hr} \times 160 \cdot 17 \times 2 \div 2 = 162,092 \text{ btu}$
 (係數)
 $= 40,847 \text{ kcal/hr}$

備考 2 で割りしは ventilated hearth なる爲なり

2. 横 壁



$T_i = 1,630^\circ F$ $T_m = 1,342^\circ F$
 $T_0 = 176^\circ F$ $R_2 = 262 \text{ btu/ft}^2, \text{ hr}$
 $A_2 = 176 \cdot 26 \text{ ft}^2$

$R'_2 = 262 \text{ btu/hr} \times 176 \cdot 26 \times 2 = 92,360 \text{ btu/hr}$
 $= 23,275 \text{ kcal/hr}$

3. 爐 床

$T_i = 1,472^\circ F$ $T_0 = 375^\circ F$ $A_3 = 160 \cdot 17 \text{ ft}^2$
 $R_3 = 1,012 \text{ btu/ft}^2, \text{ hr}$

4. 扉

$T_i = 1,600^\circ F$ $T_0 = 398^\circ F$ $R_4 = 1,500 \text{ btu/ft}^2 \text{ hr}$
 $A_4 = 60 \cdot 54 \text{ ft}^2$

$R'_4 = 1,500 \text{ btu/ft}^2 \times 60 \cdot 54 = 90,810 \text{ btu/hr}$
 $= 22,884 \text{ kcal/hr}$

6) 瓦斯洗滌によるタール回収量:-

瓦斯通入時間は平均 20.5 時間にして、通入瓦斯量は
 $640 \text{ m}^3 \times 20.5 = 13,120 \text{ m}^3$

石炭量に換算して

$13,120 \div 2,920 = 4,493.1 \text{ kg}$

その中タール、分は 15.6% なるを以て

$4,493.1 \times 15.6 = 700.92 \text{ kg (Tar)}$

而して洗滌後、瓦斯中のタール分は 18.7 gr/m^3 にして

$18.7 \text{ gr} \times 13,120 \div 10^3 = 245.34 \text{ kg}$

故に洗滌され回収されしタール分は

$700.92 \text{ kg} - 245.34 \text{ kg} = 455.58 \text{ kg}$

その發熱量は

$8,323 \text{ kcal} \times 455.58 = 3,783,386 \text{ kcal}$

7) 洗滌による顯熱低下:- 發生爐に於ける瓦斯温度は

$633^\circ C$ その顯熱は 211.38 kcal/m^3 なり、洗滌後、瓦斯温度は $58^\circ C$ になり、その温度に於ける顯熱は 24.57 kcal なり。

故に洗滌による顯熱低下は

$(211.38 \text{ kcal} - 24.57 \text{ kcal}) \times 640 = 119,558 \text{ kcal}$

月日	時間	管内 温度	空氣後	月日	時間	管内 温度	
7~1	p.m. 7~30	830	42	7~2	p.m. 8~30	335	
"	8~30	820	43	"	9~30	320	
"	9~30	810	42	"	10~30	310	
"	10~30	795	45	"	11~30	300	
"	11~30	775	45	"	a.m. 0~30	290	
7~2	a.m. 0~30	770		"	1~30	280	
"	1~30	750		"	2~30	270	
"	2~30	730		"	3~30	260	
"	3~30	710		"	4~30	250	蓋取助酸瓦斯 中止
"	4~30	690		"	5~30	240	
"	5~30	660		"	6~30	230	
"	6~30	635		"	7~30	220	
"	7~30	605		"	8~30	210	
"	8~30	595		"	9~30	"	
"	9~30	545		"	10~30	200	解 體
"	10~30	515					
"	11~30	495					
"	p.m. 0~30	470					
"	1~30	450					
"	2~30	430					
"	3~30	415					
"	4~30	395					
"	5~30	380					
"	6~30	365					
"	7~30	350					

瓦斯通入時間は 20 時間 30 分なるを以て

$$119,558 \text{ kcal} \times 20.5 = 2,450,939 \text{ kcal/cycle}$$

$$22.08 \text{ kcal} \times 1,623.48 = 35,846 \text{ kcal/hr}$$

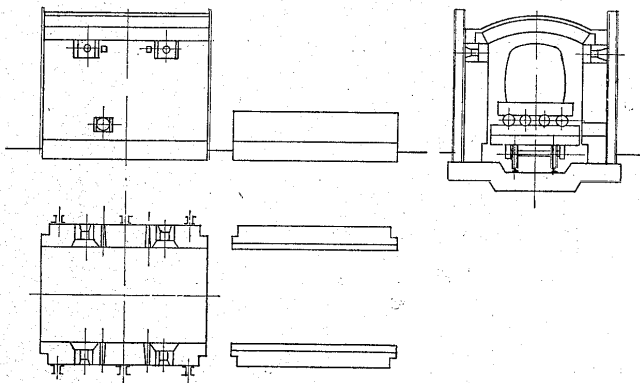
第八號燒鈍爐各部溫度表

時間	横壁外	床板下	臺車表面	管内溫度	爐内外	横壁	天井
時	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
6~00	54.50	185	120	95	455	558.75	780
7	67.25	190	160	120	535	613.75	850
8	72.75	192	192	160	620	692.50	900
9	81.00	195	225	215	680	745.00	950
10	86.50	190	265	260	735	798.75	950
11	90.50	200	280	310	705	790.00	950
12	84.25	220	300	345	700	792.50	950
1	82.50	230	330	410	715	810.00	950
2	92.00	230	350	450	735	825.00	950
3	98.50	240	390	485	750	815.00	940
4	99.80	240	415	525	735	833.75	950
5	102.50	240	450	450	755	840.00	960
6	105.50	240	380	560	805	875.00	960
7	98.75	240	370	580	815	867.50	970
8	101.25	245	445	600	795	840.00	950
9	98.25	240	500	600	800	867.50	970
10	100.50	250	525	650	815	867.50	880
11	98.25	160	540	660	665	731.50	780
12	94.00	150	530	654	645	654.00	690
1	95.00	140	525	655	625	627.50	670
2	95.00	130	520	660	605	600.00	640
3	97.25	120	510	660	585	540.00	610

8) 爐の熱精算:—

入 熱	kcal	kcal	
瓦斯發熱量	$894,080 \times 20.5 = 18,328,640$		95.88%
瓦斯顯熱	$15,725 \times 20.5 = 322,363$		1.69
空氣顯熱	$22,675 \times 20.5 = 464,838$		2.43
		19,115,841	100.00
出 熱			
薄板加熱に要する熱量	1,155,783 kcal		6.05%
燒鈍函その他の持去る熱量	439,293		2.30
廢氣瓦斯的持去る熱量	10,772,729		56.35
爐壁より失ふ熱量	2,604,443		13.62
其他	4,143,593		21.68
		19,115,841	100.00

第八號燒鈍爐



6. 第八號燒鈍爐

1) 爐の構造並に作業方法:— 此の爐は car-type の side firing furnace にして burner は兩壁天床近く設置され、燃燒せる瓦斯は臺車上面積の横壁に作られし吸込口より烟道に導かる。

この爐の特徴として爐に連なりて空氣豫熱槽を設け熱を回収す。

燒鈍すべき材料は臺車に載せ爐に装入の上所定の加熱をなし適當の溫度迄冷却せる後空氣槽中に引込み、冷却と同時に空氣を豫熱す。

2) 爐内溫度分布:— 別表の通り。

3) 爐の熱平衡

(1) 瓦斯發熱量及び顯熱

1 時間當り瓦斯量は $821.5 \text{ m}^3/\text{hr}$ 溫度は 369°C なり、故に發熱量は

$$1,397 \text{ kcal} \times 821.5 = 1,147,632 \text{ kcal/hr}$$

$$\text{顯熱 } 124.04 \text{ kcal} \times 821.5 = 101,899 \text{ kcal/hr}$$

(2) 空氣の顯熱

空氣量は $1,623.48 \text{ m}^3/\text{hr}$ 、溫度は 71°C なり、故に顯熱は

(3) 薄板加熱に要する熱量

薄板重量	加熱溫度	装入溫度
8,689.51 kg	665°C	38.5°C

所要熱量は

$$(90.67 \text{ kcal} + 7.78 \text{ kcal}) \times 8,689.51 = 772,411 \text{ kcal/cycle}$$

(4) 燒鈍函その他の加熱に要する熱量

1. 燒鈍函 重量 1,826 kg 溫度 950°C

$$\text{所要熱量 } (155.56 \text{ kcal}) \times 1,826 = 285,053 \text{ kcal/cycle}$$

2. 底板鋼球

$$\text{合計重量 } 4,774 \text{ kg} + 244.8 \text{ kg} = 5,018.8 \text{ kg}$$

$$\text{溫度 } 758.5^\circ\text{C}$$

$$\text{所要熱量 } 117.23 \text{ kcal} \times 5,018.8 = 588,354 \text{ kcal/cycle}$$

$$(1), (2) \text{ 計 } 285,053 \text{ kcal} + 588,354 \text{ kcal}$$

$$= 873,407 \text{ kcal/cycle}$$

4) 廢氣瓦斯的持去る熱量:—

廢氣溫度平均 廢氣瓦斯量 持去る熱量は

$$915^\circ\text{C} \quad 2,293 \text{ m}^3/\text{hr} \quad 746,566 \text{ kcal}$$

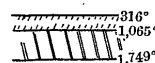
5) 爐壁より失はるゝ熱量:— 爐は Heating and cooling cycle 式にして熱は煉瓦に保有される熱多く、茲に於ける計算は、放散熱量と保有熱量を同時に行ふ。

1. 天 床

$$T_i = 1,749^\circ\text{F} \quad T_m = 1,065^\circ\text{F}$$

$$T_o = 316^\circ\text{F} \quad R_1 = 565 \text{ tub}/\text{ft}^2 \text{ hr}$$

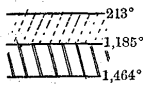
$$A_1 = 75.52 \text{ ft}^2$$



全損失熱量

$$R'_1 = 565 \text{ btu/hr} \times 75 \cdot 52 \times 2 \frac{1}{4} = 96,005 \text{ btu/hr} \\ = 24,193 \text{ kcal/hr}$$

2. 横 壁



$$T_1 = 1,464^\circ\text{F} \quad T_m = 1,185^\circ\text{F} \\ T_0 = 213^\circ\text{F} \quad R_2 = 203 \text{ btu/ft}^2\text{hr} \\ A_2 = 118 \cdot 64 \text{ ft}^2$$

$$R'_2 = 203 \text{ btu/hr} \times 118 \cdot 64 \times 2 \cdot 95 = 71,048 \text{ btu/hr} \\ = 17,904 \text{ kcal/hr}$$

3. 扉

$$T_1 = 1,464^\circ\text{F} \quad T_0 = 483^\circ\text{F} \quad R_3 = 1,621 \cdot 7 \text{ btu/ft}^2\text{hr} \\ A_3 = 79 \cdot 64 \text{ ft}^2$$

$$R'_3 = 1,621 \cdot 78 \text{ btu/hr} \times 79 \cdot 64 \times 1 = 129,159 \text{ btu/hr} \\ = 32,543 \text{ kcal/hr}$$

4. 臺 車

$$T_1 = 970^\circ\text{F} \quad T_0 = 305^\circ\text{F} \quad R_4 = 585 \text{ btu/ft}^2\text{hr} \\ A_4 = 67 \cdot 49 \text{ ft}^2$$

$$R'_4 = 585 \text{ btu/hr} \times 67 \cdot 49 \times 16 = 63,171 \text{ btu/hr} \\ = 15,919 \text{ kcal/hr}$$

總熱量 = 90,564 kcal/hr

6) 顯熱低下による損失熱量:—

發生瓦斯の溫度 633°C, 顯熱 211.38 kcal/m³
821.5 m³ に對しては

$$211 \cdot 38 \text{ kcal} \times 821 \cdot 5 = 173 \cdot 649 \text{ kcal}$$

爐入口の溫度は 369°C, 顯熱 124.04 kcal

$$124 \cdot 04 \text{ kcal} \times 821 \cdot 5 = 101,899 \text{ kcal}$$

即ち、顯熱低下は

$$173,649 \text{ kcal} - 101,899 \text{ kcal} = 71,750 \text{ kcal/hr}$$

7) 空氣豫熱による回收熱:—

豫熱器入口 溫度 46.7°C

その溫度に於ける顯熱は 22.08 kcal/m³

出口 71.0°C 顯熱 14.52 kcal/m³

空氣豫熱時間は約 11 時間にして 1 cycle 中に通す空氣量は

$$1,623 \cdot 48 \text{ m}^3 \times 11 = 17,858 \cdot 28 \text{ m}^3$$

故に回收熱は

$$(22 \cdot 08 \text{ kcal} - 14 \cdot 52 \text{ kcal}) \times 17,858 \cdot 28 = 135,008 \text{ kcal/cycle}$$

8) 爐の熱清算:— 1 cycle 中の入熱、出熱による。

入 熱		
瓦斯發熱量	12,623,952 kcal	89.28%
瓦斯顯熱	1,120,889	7.93
空氣顯熱	394,306	2.79
	14,139,147	100.00

出 熱

薄板加熱に要する熱量	772,411 kcal	5.46%
燒鈍函、その他の持去る熱量	873,407	6.18
爐壁より失ふ熱量	996,204	7.05
廢氣瓦斯の持去る熱量	8,212,226	58.08
其 他	3,284,899	23.23
	14,139,147	100.00

結 論

各編に於て求めし爐の熱的關係は、發生爐を除きては何れも乾燥瓦斯の發熱量を用ひしものにして、實際瓦斯中には多量のタールを含み瓦斯道中にて、その幾分は失はると雖も尙多くのタールを保有す。

爐の熱清算中、單に乾燥瓦斯としての發熱量に依りし爲め入熱量に比し出熱量の超過を來たせるものあり、是はタール分を考慮せざるに依ること推察に難からず、瓦斯中に含有するタールの分量に就きては尙ほ明確なる數字を得ず目下鋭意研究中なり。

今石炭の發熱量を基礎として各爐に於ける熱量の分布を求むるに次の如し。

(1) 製鋼課瓦斯發生爐

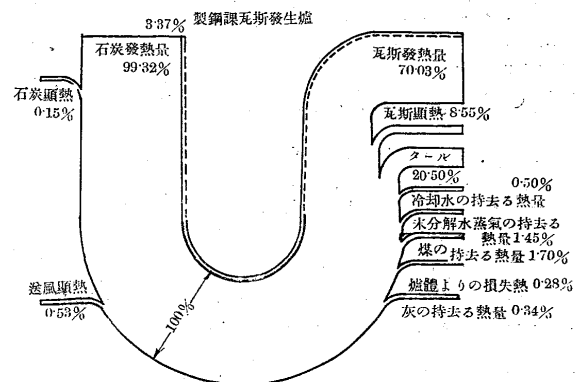
入 熱

石炭發熱量	6,570,017 kcal	99.32%
送風顯熱	34,681	0.53
石炭顯熱	9,905	0.15
	6,614,603	100.00

出 熱

瓦斯發熱量	4,632,432 kcal	70.03%
瓦斯顯熱	565,488	8.55
タールの持つ熱量	1,355,820	20.50*
未分解水蒸氣の持去る熱量	95,920	1.45
灰の持去る熱量	22,724	0.34
發生爐爐體より失ふ熱量	18,757	0.28
冷却水の持去る熱量	32,825	0.50
煤の持去る熱量	112,617	1.70
	6,836,583	103.37

* (タール生成熱 0.51%)
爐效率 熱瓦斯效率 78.58% 冷瓦斯效率 70.63%

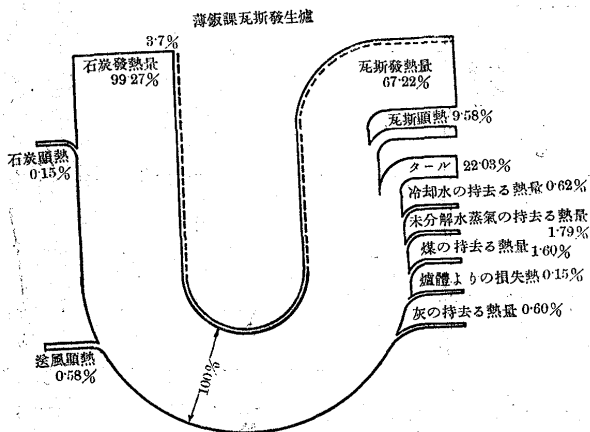


前の計算を平衡圖にせば前圖の如し。

(2) 製鋼課瓦斯發生爐

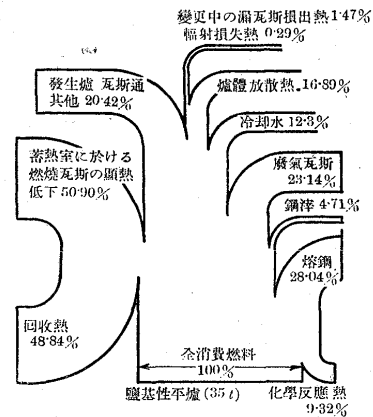
入 熱		
石炭發熱量	6,394,851 kcal	99.27%
送風顯熱	37,245	0.58
石炭顯熱	11,464	0.15
	6,443,560	100.00
出 熱		
瓦斯發熱量	4,331,577 kcal	67.22%
瓦斯顯熱	617,230	9.58
未分解水蒸氣の持去る熱量	115,010	1.79
灰の持去る熱量	83,534	0.60
煤の持去る熱量	120,934	1.60
タールの有つ熱量	1,414,314	22.03*
發生爐爐體より失ふ熱量	9,830	0.15
冷却水の持去る熱量	39,651	0.62
	6,687,060	103.77
* (タール蒸氣生成熱 0.54%)		
效率	熱瓦斯效率 76.80%	冷瓦斯效率 67.22%

前の計算を平衡によりて示す。



熔鋼の有つ熱量	2,978,661 kcal	28.04%
鋼滓の持去る熱量	500,356	4.71
廢氣瓦斯の持去る熱量	2,458,338	23.14
廢氣汽罐回收熱	- 699,234	- 6.58
蓄熱室内に於ける燃燒瓦斯の顯熱低下	5,406,931	50.90
冷却水の持去る熱量	1,306,645	12.30
覗穴扉開閉時の輻射損失熱	30,519	0.29
變更中逃げる漏瓦斯損失熱量	156,148	1.47
爐壁より失ふ熱量	1,793,884	16.89
蓄熱室に於ける回收熱	- 5,188,238	- 48.84
爐内に於ける化學反應熱	- 989,771	- 9.32
發生爐瓦斯道及其他	2,169,636	20.42
計		100.00

35 砲鹽基性平爐 熱平衡圖



(4) 厚板工場加熱爐の熱分布

作用瓦斯量は 2,007 m³/hr にして是を石炭量に換算す

$$2,007 \div 2,856 = 702.7 \text{ kg}$$

石炭 1 kg の發熱量は 7,023 kcal/kg なるを以て

$$7,023 \text{ kcal/kg} \times 702.7 \text{ kg} = 4,935,062 \text{ kcal}$$

この發熱量に對する熱的關係を求む。

鋼塊加熱に要する熱量	1,129,848 kcal	22.88%
鋼滓の持去る熱量	45,181	0.91
廢氣瓦斯の持去る熱量	892,513	18.08
冷却水の持去る熱量	43,883	0.88
鋼塊抽出裝入時扉開閉による輻射損失熱	34,345	0.75
隙間よりの漏瓦斯による損失熱	93,672	1.89
變更中に逃出する瓦斯の損失熱	33,673	0.68
爐體より失ふ熱量	647,433	13.12
燃燒瓦斯の蓄熱室内に於ける顯熱低下	1,150,908	23.32
回收熱	- 1,143,619	- 23.17
其他	2,042,108	40.66
	4,935,062	100.00

(5) 平鋼工場加熱爐の熱分布

使用瓦斯量は 1,667 m³/hr にして石炭量に換算せば

$$1,667 \div 2,856 = 583.68 \text{ kg}$$

石炭 1 kg の發熱量は 7,023 kcal を以てその全發熱量は

(3) 瓦斯道に於ける損失熱量

製鋼課發生爐關係

瓦斯道煉瓦壁より失ふ熱量、石炭 1 吨に對し 85,501 kcal

瓦斯道に於ける瓦斯の顯熱低下による損失熱 172,687 kcal

35 砲平爐の熱分布

使用瓦斯量は 4,320 m³/hr にして是を石炭量に換算せば

$$4,320 \div 2,856 = 1,512.61 \text{ kg}$$

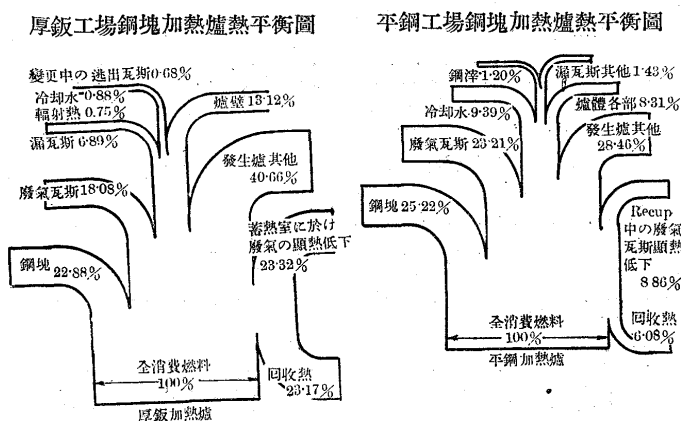
石炭 1 kg の發熱量は 7,023 kcal なる故 1,512.61 kg の發熱量は

$$7,023 \text{ kcal} \times 1,512.61 = 10,623,060 \text{ kcal}$$

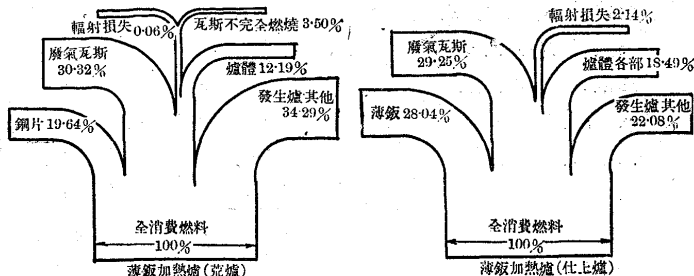
今此の發熱量に對する熱的關係を求む。

即ち 10,628,060 kcal 100% とす

$7,023 \text{ kg} \times 583 \cdot 68 = 4,099,185 \text{ kcal}$



薄板工場 シートバー及シート加熱爐熱平衡圖



(7) 米式第一、二燒純爐の熱分布

使用瓦斯量 $18,074 \text{ m}^3/\text{cycle}$... 瓦斯通入時間を 14 時間として計算す。

石炭量に換算せば

$18,074 \div 2,920 = 6,189 \cdot 73 \text{ kg}$

是の發熱量を求むれば

$6,827 \text{ kcal} \times 6,189 \cdot 73 = 42,257,287 \text{ kcal}$

是を用ひ爐に於ける熱的關係を求む。

シート加熱に要する熱量	1,217,769 kcal	2.88 %
燒鈍函その他の持去る熱量	1,770,840	4.19
爐壁より失ふ熱量	9,953,916	23.56
廢氣瓦斯の持去る熱量	18,434,556	43.62
其 他	10,880,206	26.35
	42,257,287	100.00

この發熱量に對する熱的關係を求む。

鋼塊加熱に要する熱量	1,033,800 kcal	25.22 %
鋼滓の持去る熱量	49,282	1.20
廢氣瓦斯の持去る熱量	951,461	23.21
冷却水の持去る熱量	384,884	9.39
扉開閉による輻射損失熱	3,138	0.08
扉隙間よりの漏瓦斯による損失熱	55,137	1.35
爐體より失ふ熱量	340,596	8.31
燃焼瓦斯の Recuperator に於ける顯熱低下	363,301	8.86
Recuperator に於ける回收熱	- 228,666	- 5.58
其他爐間に於ける回收熱	- 20,436	- 0.50
其 他	1,166,688	28.46
	4,099,185	100.00

(6) 薄板加熱爐の熱分布

使用瓦斯量は 荒 爐 $332 \text{ m}^3/\text{hr}$
仕上爐 286

是を石炭量に換算す。

荒 爐 $332 \div 2,920 = 113 \cdot 70 \text{ kg}$

仕上爐 $286 \div 2,920 = 97 \cdot 95$

石炭 1 kg の發熱量は $6,827 \text{ kcal}$ なり、故に各發熱量は

荒 爐 $6,827 \times 113 \cdot 70 = 776,230 \text{ kcal}$

仕上爐 $6,827 \times 97 \cdot 95 = 668,704 \text{ kcal}$

前同様にして熱的關係を求む。

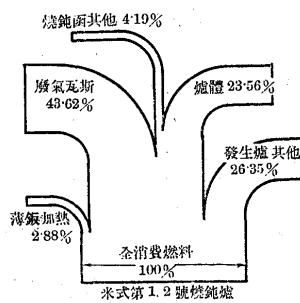
荒 爐

シートバー加熱に要する熱量	152,464 kcal	19.64 %
廢氣瓦斯の持去る熱量	235,338	30.32
間隙よりの輻射損失熱	472	0.06
爐體より失ふ熱量	94,625	12.19
不完全燃焼による損失	27,197	3.50
其 他	266,134	34.29
計	776,230	100.00

仕上 爐

シート加熱に要する熱量	187,482 kcal	28.04 %
廢氣瓦斯の持去る熱量	195,622	29.25
間隙よりの輻射損失熱	14,314	2.14
爐體より失ふ熱量	123,652	18.49
其 他	147,634	22.08
計	668,704	100.00

熱 平 衡 圖



(8) 第三號連續燒鈍爐の熱分布

爐には洗滌瓦斯を用ひ回收せるタール分は、煉瓦の粘結劑として用ひらる。故に通入せる瓦斯は、回收されたるタールを引去りたる後の、タール分を含む

ものとしてその發熱量を求む。

使用瓦斯量は $2,358 \text{ m}^3/\text{hr}$ 是を石炭量に換算せば

$2,358 \div 2,920 = 807 \cdot 53 \text{ kg}$

石炭としての發熱量は

$6,827 \text{ kcal} \times 807 \cdot 53 = 5,511,804 \text{ kcal}$

回收せるタール分は、石炭 $807 \cdot 53 \text{ kg}$ に付き $81 \cdot 89 \text{ kg}$ にしてその發熱量は

$8,323 \text{ kcal} \times 81 \cdot 89 = 681,570 \text{ kcal}$ なり

故に用ひし熱量は

$5,511,804 \text{ kcal} - 681,570 \text{ kcal} = 4,830,234 \text{ kcal}$ なり

是に對する熱的關係を求む。

薄板加熱に要する熱量	1,004,308 kcal	20.72 %
焼鈍函その他の持去る熱量	416,059	8.62
廢氣瓦斯の持去る熱量	1,414,723	29.27
爐壁より失ふ熱量	269,988	5.59
其他洗滌による瓦斯顯熱低下	450,098	9.32
回 收 熱	- 102,490	- 2.12
其 他	1,377,548	28.60
	4,830,234	100.00

收せるタールの發熱量を石炭發熱量より減じたる熱量に對する熱的關係を求むることゝす。

1 cycle 中の使用瓦斯量は $640 m^3 \times 20.5 = 13,120 m^3$ 是を石炭量に換算せば

$$13,120 \div 2,920 = 4,493.1 \text{ kg となる}$$

この石炭の發熱量は

$$6,827 \text{ kcal} \times 4,493.1 = 30,674,394 \text{ kcal}$$

回收されしタールの發熱量 3,783,386 kcal

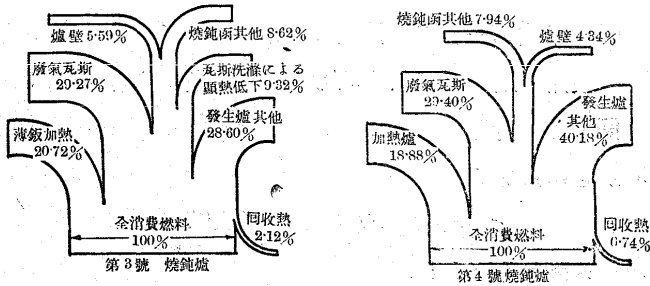
故に

$$30,674,394 \text{ kcal} - 3,783,386 \text{ kcal} = 26,891,008 \text{ kcal}$$

が使用されたる發熱量にして、石炭にして 3,938,92 kg に當る

第三號 燒鈍爐熱平衡圖

熱平衡圖



(9) 第4號 燒鈍爐

使用瓦斯量 2,718 m³

石炭換算量 $2,718 \div 2,920 = 933.09 \text{ kg}$

石炭 933.09 kg の發熱量は

$$6,827 \text{ kcal} \times 933.09 = 6,370,205 \text{ kcal}$$

是に對する熱的關係を求む。

シート加熱に要する熱量	1,203,318 kcal	18.88 %
燒鈍函その他の持去る熱量	505,668	7.94
廢氣瓦斯の持去る熱量	1,871,530	29.40
爐壁より失ふ熱量	253,697	3.99
臺車より失ふ熱量	22,353	0.35
回 收 熱 量	- 46,850	- 0.74
其 他	2,560,489	40.18
	6,370,205	100.00

(10) 第五、七號燒鈍爐の熱分布

使用瓦斯は、洗滌せるものにして、石炭の有する發熱量より回收せるタール分の發熱量を減じ是に對する各部の熱的關係を求むることゝせり。

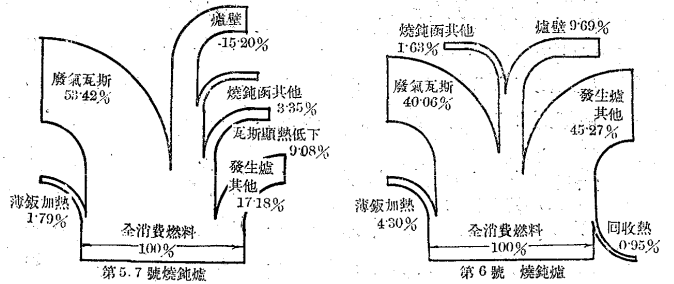
石炭發熱量	7,475,565 kcal	
回收せるタールの發熱量	- 924,852	
	6,550,713	
薄板加熱に要せし熱量	117,110 kcal	1.79 %
燒鈍函その他の持去る熱量	219,134	3.35
廢氣瓦斯の持去る熱量	3,498,514	53.42
爐壁より失ふ熱量	1,016,048	15.20
洗滌による瓦斯の顯熱低下	594,592	9.08
其 他	1,105,275	17.18
	6,550,713	100.00

(11) 第六號燒鈍爐の熱分布

爐に使用する瓦斯は、洗滌瓦斯なれば五、七號と同様回

熱平衡圖

第六號 燒鈍爐熱平衡圖



薄板加熱に要する熱量	1,155,783 kcal	4.30 %
燒鈍函その他の持去る熱量	439,293	1.63
廢氣瓦斯の持去る熱量	10,772,729	40.06
爐壁より失ふ熱量	2,604,443	9.69
回 收 熱 量	- 256,219	- 0.95
其 他	12,174,969	45.27
	26,891,008	100.00

備考 "其他" の中では洗滌による瓦斯の顯熱低下損失熱量

2,450,943 kcal (9.12%) を含む

(12) 第八號 燒鈍爐熱分布

1 cycle 中瓦斯通入量は約 11 時間にして、通入瓦斯量は

$$825.1 m^3 \times 11 = 9,076.1 m^3$$

是を石炭量に換算せば

$$9,076.1 \div 2,920 = 3,108.22 \text{ kg}$$

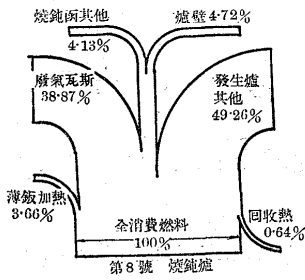
その發熱量は

$$6,827 \text{ kcal} \times 3,108.22 = 21,127,468 \text{ kcal}$$

是に對する各々の熱的關係を求む。

薄板加熱に要する熱量	772,411 kcal	3.66 %
燒鈍函その他の持去る熱量	873,407	4.13
爐壁より失ふ熱量	996,204	4.72
廢氣瓦斯の持去る熱量	8,212,226	38.87
回 收 熱 量	- 135,008	- 0.64
其 他	10,408,228	49.26
	21,127,468	100.00

熱平衡圖



各爐に於ける熱的關係は前記平衡圖によつて、略々推察し得ると愚考す、平衡圖中、發生爐及び瓦斯道その他に屬せるは

1. 發生爐に於ける損失熱量
2. 瓦斯道中に於ける瓦

斯の顯熱低下、次表参照

3. タール分の損失
4. 漏洩瓦斯による損失
5. 其他爐に於ける測定不能の損失熱量

今回の燃焼調査に於ける研究は冒頭に述べし如く、研究の完全を期したれども、充分なる結果を得られざりしを遺憾とす、今後測定器の完備と一層の研究を以て、研究の不備を補ひ、以て所期の目的を達成せんとす。

尙ほ、研究中御指導賜はりし、小田切取締役、西山技師

長、各課長の御好意に對し御禮申し上げると共に、研究に盡力せられし委員各位に感謝の意を表す。

	測定場所	瓦斯顯熱低下量 石炭發熱量 × 100
製鋼發生爐瓦斯	發生爐出口	0
	製鋼平爐入口	2.07%
	厚板鋼塊加熱爐	3.38
	平鋼鋼塊加熱爐	2.91
	薄板第5號加熱爐	5.43
薄板發生爐瓦斯	發生爐出口	0
	薄板鋼片加熱爐	平均 6.75%
	第1, 2號燒鈍爐	4.27
	第3號燒鈍爐	△ 8.42
	第4號燒鈍爐	4.27
	第5, 7號燒鈍爐	△ 8.48
	第6號燒鈍爐	△ 8.48
	第8號燒鈍爐	3.98

△印 洗滌瓦斯