

B. 鋼材工場に於ける熱經濟に就て

(第十二回研究部會)

高岡弘*

内 容 目 次

緒 言

I. 瓦斯發生爐の熱分布に就て

- | | | |
|---------------------|---------------|-------------|
| 1. 製鉄工場に於ける瓦斯發生爐装置 | 3. 發生爐及び瓦斯管配置 | 5. 薄鉄課瓦斯發生爐 |
| 2. ウッド式瓦斯發生爐の機構並に性能 | 4. 製鋼課瓦斯發生爐 | |

II. 製鋼工場鹽基性 35 噸平爐の熱分布に就て

- | | | |
|---------------------|-------------------|--------------------|
| 1. 鹽基性平爐の構造並に機構 | 5. 冷却水の持去る熱量 | 9. 蓄熱室及び煙道に於ける回收熱量 |
| 2. 爐内に於ける熱平衡 | 6. 覗穴及び扉開閉による輻射熱量 | 10. 廢氣汽罐の回收熱量 |
| 3. 廢氣瓦斯の持去る熱量 | 7. 變更中に逃げる瓦斯の損失熱量 | 11. 爐の熱清算 |
| 4. 蓄熱室に於ける廢氣瓦斯の顯熱低下 | 8. 爐體より放散する熱量 | |

III. 厚鉄工場鋼塊加熱爐の熱分布に就て

- | | | |
|------------------------|-----------------------|------------------|
| 1. 加熱爐に就て | 5. 冷却水(變更弁)の持去る熱量 | 9. 爐壁よりの損失熱量 |
| 2. 爐内に於ける熱平衡 | 6. 鋼塊抽出、装入時扉開閉による輻射熱量 | 10. 瓦斯及空氣蓄熱室の回收熱 |
| 3. 廢氣瓦斯の持去る損失熱量 | 7. 爐體及装入口扉の間隙より逃ぐる熱量 | 11. 爐の熱清算 |
| 4. 瓦斯及空氣蓄熱室に於ける廢氣の顯熱低下 | 8. 瓦斯變更中に損失する熱量 | |

IV. 平鋼工場鋼塊加熱爐の熱分布に就て

- | | | |
|----------------|-------------------------|--------------------------|
| 1. 加熱爐に就て | 5. 冷却水により持去られる熱量 | 8. 爐壁よりの損失熱量 |
| 2. 爐内温度分布 | 6. 鋼塊抽出、時扉開閉による輻射熱 | 9. Recuperator その他による回收熱 |
| 3. 爐内に於ける熱平衡 | 7. 抽出口扉その他扉より瓦斯漏出による熱損失 | 10. 爐の熱清算 |
| 4. 廢氣瓦斯による熱損失量 | | |

V. 薄鉄工場シート及びシートバー加熱爐の熱分布に就て

- | | | |
|-----------------|-----------------|------------------|
| 1. 薄鉄工場シートバー加熱爐 | 3. 間隙よりの損失熱量 | 5. 爐煉瓦積の保有する熱量 |
| 2. 爐の熱平衡に就いて | 4. 爐體各部より放散する熱量 | 6. 荒爐、仕上爐に於ける熱清算 |

VI. 薄鉄工場燒鈍爐の熱分布に就て

- | | | |
|-------------|---------------|-----------|
| 1. 第1、2號燒鈍爐 | 3. 第4號燒鈍爐の熱分布 | 5. 第6號燒鈍爐 |
| 2. 第3號連續燒鈍爐 | 4. 第5號燒鈍爐の熱分布 | 6. 第8號燒鈍爐 |

結 論

緒 言

高熱爐の熱効率を測定し作業の改良を計ることは製鋼作業にとりて緊切の要務なるにも拘らず此れに供ふ困難多きため實際作業中の爐に就きて行はれたるもの少きが如し。當製鉄工場に於ても未だ實施し居らざりし處、本年5月小田切所長の命に依り吾等 14 名委員となり、夫々分擔を定めて是れが調査を爲す事となれり。初め蜂谷知十雄委員長たりしも病の爲め退社するに及び不肖後を襲ひ各委員の調査を取りまとめたり。吾等素より淺學非才なるに加へて、

依りて以て基準と爲すべき先人の權威ある研究少く、殊に實際作業は實驗と異り測定すべき狀況常に變化多くして正鵠を得たる結果を得るに困難したり。從而本報告に記述する處も識者の一見して誤とせらるゝ處も多々あるべく、吾等は進んで其の教を乞はんことを希ふものなり。

上述の如くなるを以て吾等も幸に機會を得ば更に第 2、第 3 回の調査を重ねて本調査を完璧に近づけんことを期しつゝあり。

* 川崎造船所製鉄工場

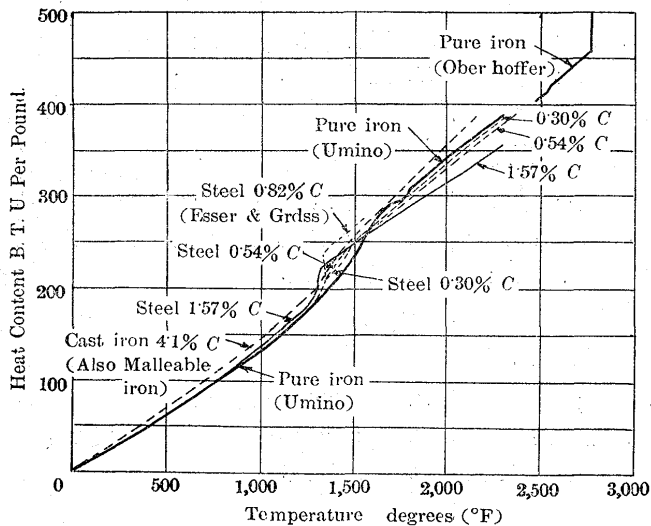
参考文献

- W. Trinks : Industrial furnace 3rd Edition 1935
- Mawhinney : Practical industrial furnace design, 1928
- R. H. Heilman: Calculation of heat losses through furnace walls
- Spiers : Technical data on fuels
- Ledebur : Der Eisen hütten kunde
- Dichmaun : The basic open hearth steel process
- Osaum : Eisen Hütten kunde
- Butts : The book of metallurgical problem
- Richard : Metallurgical calculation
- 燃料協會 實用燃料便覽
- 東北帝大金屬研究所 金屬之研究

尙ほ計算中

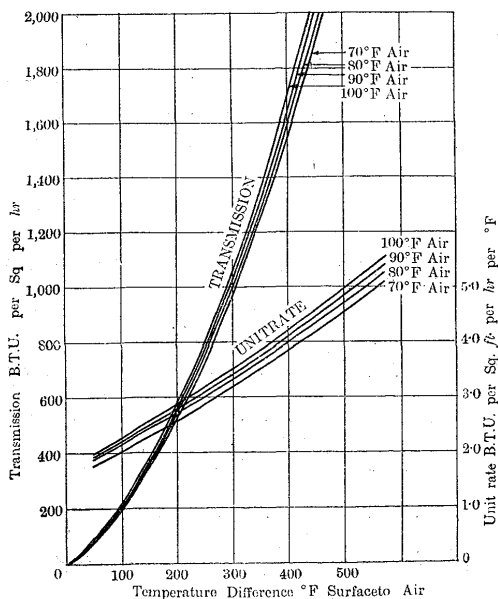
鋼の有する熱容量に就きては第1圖の曲線を用ひ

Fig. I. Effect of varying percentages of carbon on the heat content of iron and steel.



W. Trinks :— "Industrial furnace" Vol. I, 1934, p. 17

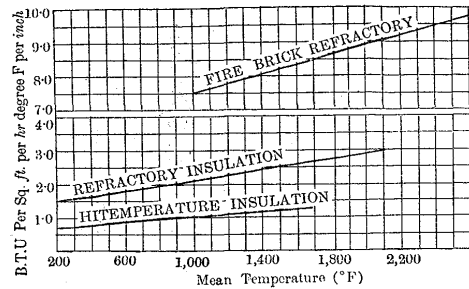
Fig. III. Surface heat transmission for vertical walls.



爐壁より失ふ熱量計算中、製鋼平爐の如く煉瓦壁の厚さ一定ならざるものに對しては第3圖及び第4圖を用ふ。

爐壁の熱傳導率に就きては第2圖を用ふ

Fig. II. Approximate conductivity values for three Types of materials.



R. H. Heilman :— "Calculation of heat losses through furnace walls".

Fig. IV. Surface heat transmission for different air velocities.

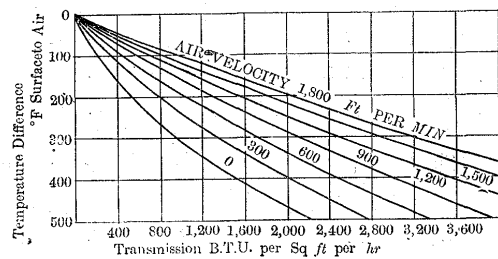
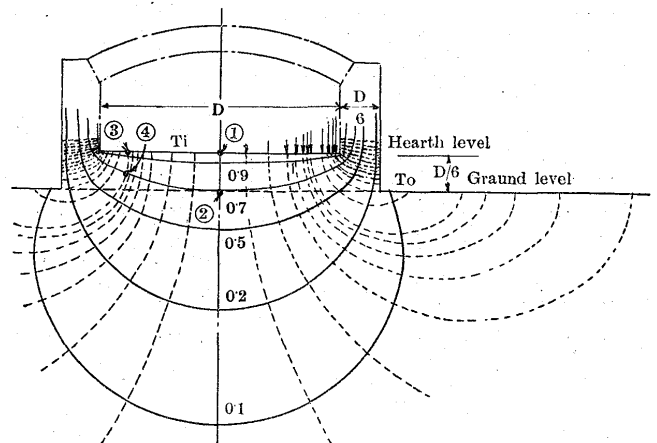


Fig. V. Heat Flow in Hearth and foundation. (Solid-line curves are isothermals, and number on them denote corresponding fraction of total temperature difference $T_i - T_o$)



W. Trinks :— "Industrial furnace" vol. I, 1934, p. 90.

薄板シートバー加熱爐の如く Non-ventilated hearth 對しては實驗式

$$Q = S \cdot C \cdot A \cdot (T_i - T_a) / D$$

Q : 熱量 $btu/ft^2, hr$

C : Hearth material の Conductivity, $btu/(ft^2, hr, ^\circ F)$

A : 爐床面積 ft^2

D : 爐床の狭い方の巾 ft

T_i : 内面温度 $^\circ F$

T_a : 外氣温度 $^\circ F$

S : 係數

長方形の床に對し 0.312

工場の作業は1週間作業の場合は、爐壁の storage loss of heat を求め steady state に於ける爐壁より放散する熱量に對しては表(I)の係数を乗ずることとせり。

この係数は Schmidt diagram (W. Trinks: "Industrial furnace" p. 491) より得たるものなり。

Week Cycle Factor		
One-week Cycle.—For this cycle, storage loss may be figured as above, but the loss to the outside (2), due to the fact that over a considerable fraction of the total time the dissipation rate is less than for the steady state, should be multiplied by the following factors :		
Table I		
Thickness of firebrick, in.	Thickness of insulation	Factor for heat loss by conduction during 1-week cycle (multiply values from Fig. 77 by these factors)
4½	None	0.986
9	None	0.95
13½	None	0.91
18	None	0.85
27	None	0.74
4½	2½ in.	0.978
9	2½ in.	0.93
13½	5 in.	0.88

Fig. VII. Black-body radiation as a function of temperature (not absolute)

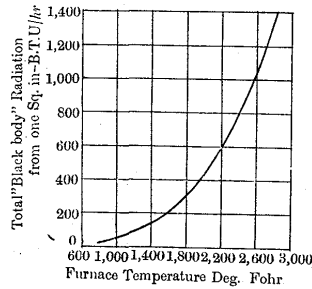
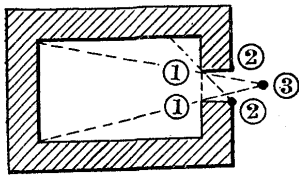


Fig. VI Diagrammatic illustration of heat radiation from opening.



W. Trinks:—"Industrial furnace" 3rd Edition Vol. I, p. 111~113

尙焼鈍爐の大部分は瓦斯通入時間 12 時間内外にして斯る時は爐壁に與へられる熱量中、その大部分は爐壁中に保有せられ外部に放散する熱量は割合に少し、この場合別に Ratio を求め Steady state に於ける外部へ放散する熱量にこの Ratio を乗じて爐壁より失ふ熱量とせり。

Wall construction		Ratio H_2/H_1
Firebrick, Inches	Insulation, Inches	
4½"	0	1
"	5"	1¼
"	10"	3
9"	0	2
"	5"	2½
"	10"	3
13½"	0	3
"	5"	3½
"	10"	3
18"	0	4
"	5"	4½

Mawhinney:—"Practical industrial furnace design" 1928, p. 142

爐壁の視穴及び扉閉閉中に輻射熱として失はるゝ熱量の計算は、第6圖、7圖、8圖より輻射熱並に Opening の大きさに應ずる係数を求めて計算することとせり。

Fig. VIII. Radiation through openings of various shapes.

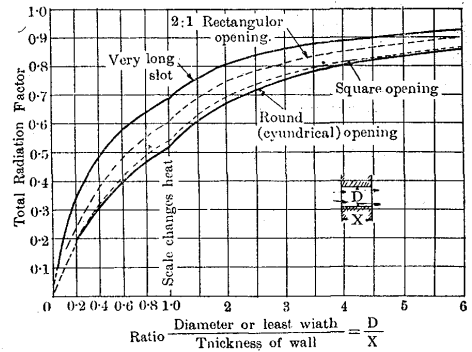


Fig. VIII—Radiation through openings of various shapes as a fraction of the radiation from freely exposed surface of same area as cross-section of opening.

尙、燃料の計算中、各比熱、顯熱及び發熱量等の計算は燃料協會發行の實用燃料便覽による。

鋼及鋼滓の熱容量に就きては海野博士の御研究によるものを用ふ。

I. 瓦斯發生爐の熱分布に就て

製鋼課燃料掛 技師 上田 靜 雄 宮 正 桑 畑 一 彦 和 田 晃
薄鉄課燃料掛 技師 木村 富 藏 今 井 光 雄 大 山 良 一

1. 製鉄工場に於ける瓦斯發生裝置

當工場にて使用する發生爐はウッド式と云ひ大正 12 年以後漸次是を使用せるものにしてその數

製鋼工場 13 基 薄鉄工場 9 基

を有す。發生爐作業に就ては昭和 8 年の日本鐵鋼協會第 9

回講演會に於て當工場技師蜂谷知十雄氏が發表したるを以て簡単に述ぶるに止め、今回の主目的たる經濟關係に就きて項を進めんとす。

2. ウッド式瓦斯發生爐の機構並に性能

發生爐本體下半底部は基礎と共に地下に固定せらるゝ灰

4. 製鋼課瓦斯發生爐

發生爐に關する實驗的報告に就ては前述蜂谷知十雄氏の報告に譲る。

目下運轉中のものは 10 基にして計算の都合上代表的の爐 1 基に就きて實驗を行ひたり。

1) 入 熱 計算は便宜上石炭 1 吨の瓦斯化に對するものとして行ふ。

a, 石炭 1 吨の有する熱量:— 發生爐使用炭を熱量計 (Tomson Calori meter) にて計測したる結果は次の如し即ち Dry coal 1 吨の發熱量 7,023,000 kcal なるを以て

$$7,023,000 \text{ kcal} \times (1,000 - 64.5) = 6,570,017 \text{ kcal/ton of coal}$$

b, 使用飽和空氣の有する熱量:— 石炭 1 吨を瓦斯化するに要する空氣量は石炭元素分析及び發生瓦斯成分より次の如き計算せり。

石炭元素 分析

H ₂ O	S	H ₂	C	O ₂	N ₂	ash	Total
6.45	0.66	5.11	68.93	10.33	1.34	7.18	100.00

然るに發生タール及び煤灰中に逃るゝ炭素を考慮に入れ元素分析を改算する時は、

H ₂ O	S	H ₂	C	O ₂	N ₂	ash	Tar loss-C	Total	
6.45	0.59	4.15	55.07	8.88	1.12	7.07	15.00	1.67	100.00

となる。

使用空氣中の窒素量及び發生爐瓦斯中の窒素量の精算を行ふに石炭 1 吨が瓦斯化後有する窒素量は

$$\text{瓦斯 } 1 \text{ kg モル中の窒素 } 0.532 \text{ kg mols}$$

$$\text{石炭 } 1 \text{ 吨の瓦斯化後の量 } 127.5 \text{ kg mols}$$

故に石炭 1 吨の瓦斯化後の有する窒素量は

$$0.532 \times 127.5 = 67.83 \text{ kg mols}$$

石炭工業分析及び元素分析

製鋼工場發生爐用石炭

自 1 月 1 日—至 4 月 10 日

石炭 1 吨中の窒素量は元素分析により次の如し

$$11.2/28 = 0.4 \text{ kg mols}$$

故に空氣中より入る窒素量は

$$67.83 - 0.4 = 67.43 \text{ kg mols}$$

従つて石炭 1 吨の瓦斯化に要する空氣量は

$$67.43 \times 22.4 \times \frac{100}{79} = 1,911 \text{ m}^3$$

發生爐送風管中の送風飽和溫度は 50°C にして伴ふ水蒸氣量は次の如し。

標準状態に於ける 1 m³ の空氣が 50°C にて飽和せる場合の水量は 112 gr¹) にして 1,911 m³ に對して

$$0.112 \text{ kg} \times 1,911 = 214 \text{ kg}$$

是等空氣及び蒸氣の有する熱量は

$$\text{空氣顯熱} = 0.311 \text{ kcal/m}^3 \times 50$$

$$\times 1,911 \text{ m}^3 = 29,716 \text{ kcal}$$

$$\text{蒸氣顯熱} = 0.464 \text{ kcal/kg} \times 50 \times 214 \text{ kg} = 4,965 \text{ kcal}$$

故に空氣の有する全熱量

$$29,716 \text{ kcal} + 4,965 \text{ kcal} = 34,681 \text{ kcal}$$

發生瓦斯成分

月 日	試料數	CO ₂	CO	CH ₄	H ₂
6 26	28	2.3	29.2	4.2	10.8
27	27	2.4	29.2	4.2	10.5
28	30	2.4	29.3	4.1	10.4
29	29	2.5	29.2	4.2	10.8
30					
7 1	32	2.8	28.7	4.2	11.0
2	29	2.4	29.4	4.2	10.7
3	30	2.4	29.5	4.1	10.9
4	"	2.5	29.4	4.2	10.9
5	"	2.3	29.9	4.0	10.8
6	"	2.3	29.7	4.1	11.0

6-26 より 7-6 までの試料數

平均	CO ₂	CO	CH ₄	H ₂	N ₂	
平均	2.5	2.4	29.4	4.2	10.8	53.2

石 炭 名	平 均 分 析					元 素 分 析						
	水 分	揮發分	固定炭素	灰 分	發熱量 kcal/kg	C	H ₂	N ₂	O ₂	S	ash	水 分
撫 順 炭	6.77	38.59	47.59	7.05	7,002	68.41	5.28	1.02	9.31	0.73	8.31	6.94
田 川 炭	2.86	36.51	51.42	9.21	7,092	61.30	8.01	1.34	16.80	1.02	9.32	2.21
方 城 炭	2.72	37.51	50.88	9.27	7,095	65.52	6.81	2.03	12.39	0.85	10.38	2.02
豐 國 炭	2.05	38.91	48.56	10.48	7,109	68.91	5.84	1.58	11.01	0.45	10.54	1.67
大 浦 炭	1.92	37.91	49.09	11.08	7,048	69.86	5.75	1.05	11.20	0.61	10.28	1.25
綱 分 炭	2.23	35.02	50.69	12.06	6,970	67.31	6.10	1.49	11.44	0.38	11.53	1.75
美 唄 炭	3.04	39.75	50.88	6.33	7,268	59.95	8.90	1.59	18.74	0.34	8.29	2.19
奔 別 炭	2.48	39.39	48.17	9.96	7,040	67.30	7.01	1.63	14.76	0.32	6.16	2.82
目 の 尾 炭	1.79	34.83	50.98	12.40	6,972	60.86	7.45	1.80	14.71	0.37	13.11	1.70
平 均	5.18	37.89	48.69	8.24	7,023	67.42	5.96	1.17	11.25	0.72	8.29	5.19

備考 平均値は石炭重量に應じて計算せるものなり

1) Technical data on fuels

c. 石炭の顯熱 石炭1噸に含む水分は 64.5 kg にして、實驗當時の大氣溫度は 30°C なり、故に水分の有する顯熱は

$$64.5 \text{ kg} \times 30 = 1,935 \text{ kcal}$$

無水石炭の有する顯熱は次の如し、瀝青炭の平均恒壓比熱は 0.284 kcal/kg/°C なるを以て

$$(1,000 - 64.5) \text{ kg} \times 0.284 \text{ kcal/kg} \times 30 = 7,970 \text{ kcal}$$

従つて装入炭の顯熱の全量は

$$1,935 \text{ kcal} + 7,970 \text{ kcal} = 9,905 \text{ kcal}$$

2). 出 熱

A. 瓦斯の發熱量

1. 石炭1噸より發生する瓦斯量を求む

石炭元素分析

H ₂ O	S	H ₂	C	O ₂	N ₂	ash	Total
6.45	0.66	5.11	68.93	10.33	1.34	7.18	100.00

發生タール元素分析

S	H ₂	C	O ₂	N ₂	ash	Total
0.44	6.42	81.29	9.65	1.48	0.72	100.00

蜂谷氏發表の如く當所發生タール量は約 15% なるを以て石炭分析を改算せば

H ₂ O	H ₂	S	C	O ₂	N ₂	Tar	ash	loss-C	Total
6.45	4.15	0.59	55.07	8.88	1.12	15.00	7.07	1.67	100.00

2. 瓦斯道及び灰中に失はるゝ炭素量:一 當工場1日の使用石炭量は 346.520 噸にして1日瓦斯道に逃るゝ炭素量は 4.684 噸なるを以て、石炭1噸に對して失はるゝ炭素量は

$$\frac{4.684}{346.520} = 0.0132 \text{ ton} \quad \text{即ち } 1.35\%$$

尙、石炭中の炭素量に比較せば

$$\frac{13.5}{689.3} = 0.0196 \quad \text{即ち } 1.96\%$$

灰中に失はるゝ炭素量は次の如し

f.C	ash	Total
3.66	96.34	100.00

石炭元素分析の結果石炭中の灰分は 7.18% にして灰分の分析とよりして灰中に失はるゝ炭素量は

$$71.8 \text{ kg} \times \frac{3.66}{96.34} = 2.73 \text{ kg}$$

石炭量に對比せば

$$0.00273 \times 100 = 0.273\%$$

石炭中の炭素量に比較せば

$$\frac{2.73}{689.3} \times 100 = 0.39\% \quad \text{なり}$$

3. 石炭1噸より發生する瓦斯量:一 發生爐タール及び煤、灰中に逃るゝ炭素を考慮し實際瓦斯となるべき炭素量を見るため石炭元素分析を改算したる結果は 1) の第三の分析の如し、この表に従ふ時は、石炭1噸の炭素量は

$$550.7 \text{ kg} \quad \text{となる}$$

之を kg mol に改むれば

in producer gas

$$\frac{550.7}{12} = 45.9 \text{ kg mol of C}$$

次に發生瓦斯の 1 kg mol 中の炭素のモル數は

$$0.024(\text{CO}_2) + 0.294(\text{CO}) + 0.042(\text{CH}_4) = 0.36 \text{ kg mol C}$$

故に石炭中の C の kg mol に比較せば

$$45.9 \times \frac{1}{0.36} = 127.5 \text{ kg mol gas/ton of coal}$$

従つて發生する瓦斯量は

$$127.5 \times 22.4 = 2,856 \text{ m}^3 \text{ of dry gas/ton of coal at N.T.P.}$$

以上 1, 2, 3 より求めし結果を綜合し全瓦斯量の發熱量を求む。先づ瓦斯 1 m³ の總發熱量を求むれば

$$\text{CO} \quad 3,034 \text{ kcal} \times 0.294 = 891.996 \text{ kcal}$$

$$\text{CH}_4 \quad 9,527 \text{ kcal} \times 0.042 = 400.134 \text{ kcal}$$

$$\text{H}_2 \quad 3,052 \text{ kcal} \times 0.108 = 329.616 \text{ kcal}$$

$$0.444 \text{ m}^3 = 1,621.746 \text{ kcal/m}^3$$

故に 2,856 m³ に對しては

$$1,621.746 \text{ kcal} \times 2,856 = 4,632,432 \text{ kcal}$$

B. 發生瓦斯顯熱:一 發生爐直後の瓦斯溫度は 6 月 24 日より 2 週間連續測定の結果 594°C 平均にして、この溫度に於ける瓦斯の顯熱は 198 kcal/m³ 故に 2,856 m³ に對して

$$198 \text{ kcal/m}^3 \times 2,856 \text{ m}^3 = 565,488 \text{ kcal}$$

C. 未分解水蒸氣の持去る熱量:一 石炭1噸の瓦斯化に要する水蒸氣の量を水素精算により求め、装入石炭及び送入空氣より入る水素量と比較し、瓦斯中に入る未分解水蒸氣量を知りて持去る熱量を計算せり。

石炭中の水素量は石炭分析より求めると

$$41.5/2 = 20.75 \text{ kg mol} \dots\dots\dots (A)$$

又發生瓦斯 1 kg mol 中の水素を瓦斯成分より求むれば

$$(0.042 \times 2) + 0.108 = 0.192 \text{ kg mol}$$

故に石炭1噸より生じたる發生瓦斯中の全水素は

$$0.192 \times 127.5 = 24.48 \text{ kg mol} \dots\dots\dots (B)$$

A と B により送風中より入る水蒸氣の分解量を知り得、
即ち

$$24.48 \text{ kg mol} - 20.75 \text{ kg mol} = 3.73 \text{ kg mol}$$

此の水素量より水蒸氣分解量を求めれば

$$18 \times 3.73 = 67.14 \text{ kg } H_2O$$

然るに石炭 1 噸の瓦斯化に使用せし全水蒸氣量は 214 kg に
して送風中より入る未分解水蒸氣量は

$$214 \text{ kg} - 67.14 \text{ kg} = 146.86 \text{ kg}$$

此の未分解水蒸氣の有する顯熱は

$$0.476 \text{ kcal} \times 146.86 \times 594 = 41,524 \text{ kcal}$$

又装入炭中に存在する水分は發生爐上部石炭層に於てその
殆どが蒸發し反應に關與せざるものと思はるゝ故全部瓦斯
中に入ると見做したり、石炭 1 噸中の水分は 64.5 kg なる
を以て装入石炭の溫度 30°C 發生瓦斯溫度 594°C ならば
水分が蒸發し發生瓦斯中に入る迄に要する熱量は

水分の溫度上昇に要する熱量

$$1 \text{ kcal} \times 64.5 \times (100 - 30) = 4,515 \text{ kcal}$$

水の蒸發潜熱

$$537 \text{ kcal} \times 64.5 = 34,637 \text{ kcal}$$

又 100°C の蒸氣を 594°C に高むるに要する顯熱は

$$= 15,244 \text{ kcal}$$

故に瓦斯中に入る水蒸氣の全熱量は

$$41,524 \text{ kcal} + (4,515 \text{ kcal} + 34,637 \text{ kcal} + 15,244 \text{ kcal}) = 95,920 \text{ kcal}$$

D. 發生爐灰の持去る熱量：一石炭 1 噸より發生する灰
量は 70.7 kg = 71 kg にして、灰中に入る炭素量は 2.73 kg
なり、故に全排出灰量は

$$71 \text{ kg} + 2.73 \text{ kg} = 73.73 \text{ kg} = 74 \text{ kg} \text{ なり}$$

發生爐より出る灰の溫度は送風管下部に於て 54°C を示せ
り、故に顯熱による損失熱量は

$$0.165 \text{ kcal/kg} \times 54 \times 74 \text{ kg} = 611 \text{ kcal}$$

灰中の炭素による損失熱量は

$$8,100 \text{ kcal} \times 2.73 = 22,113 \text{ kcal}$$

即ち石炭 1 噸より灰中へ逃るゝ損失熱量は

$$611 \text{ kcal} + 22,113 \text{ kcal} = 22,724 \text{ kcal}$$

E. 煤の持去る熱量：一瓦斯道に逃るゝ煤中の炭素は石
炭 1 噸に對し

$$13.5 \text{ kg}$$

故にその熱量は

$$8,100 \text{ kcal/kg} \times 13.5 \text{ kg} = 109,350 \text{ kcal}$$

尙發生直後の煤の溫度は 594°C

$$\text{平均比熱} \quad 0.3249 \text{ kcal/kg/}^\circ\text{C}$$

煤の平均比熱は次式より求む

$$\bar{C}_p = 0.325 - 0.00081 A$$

A : 煤中の灰の 100 分率

煤の有する顯熱は

$$0.3249 \text{ kcal/kg} \times 594 \times 16.85 \text{ kg} = 3,267 \text{ kcal}$$

故に煤の持去る熱量は

$$109,350 \text{ kcal} + 3,267 \text{ kcal} = 112,617 \text{ kcal}$$

F. 發生ターンの有する全熱量：一ターンの分は使用炭の
15% にして、その發熱量は 8,323 kcal/kg ton

全ターンの發熱量は

$$8,323 \text{ kcal} \times 150 = 1,248,450 \text{ kcal}$$

ターンの蒸氣生成に要する熱量は 300 kcal/kg ton にして、そ
の潜熱は 75 kcal なるを以て

$$300 \text{ kcal} - 75 \text{ kcal} = 225 \text{ kcal/kg ton}^1)$$

を以てターンの生成熱と見る、故に全生成熱は

$$225 \text{ kcal/kg} \times 150 \text{ kg} = 33,750 \text{ kcal}$$

$$\text{潜熱} \quad 75 \text{ kcal/kg} \times 150 \text{ kg} = 11,250 \text{ kcal}$$

顯熱 ターンの 0°-600°C に於ける平均比熱は

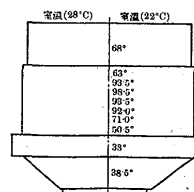
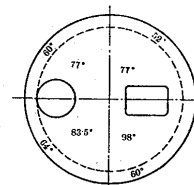
$$0.7 \text{ kcal/kg/}^\circ\text{C}$$

$$0.7 \text{ kcal/kg} \times 150 \text{ kg} \times 594 = 62,370 \text{ kcal}$$

以上よりしてターンの有する熱量は

$$1,248,450 \text{ kcal} + 33,750 \text{ kcal} + 11,250 \text{ kcal} + 62,370 \text{ kcal} = 1,355,820 \text{ kcal}$$

G. 發生爐體より輻射、對流による熱損失：一測定溫度
は左圖の如し



$$\text{爐本體の全面積} = 39.669 \text{ m}^2$$

$$\text{全熱損失} = 17,628 \text{ kcal/hr}$$

$$\text{爐頂部全面積} = 9.428 \text{ m}^2$$

$$\text{全熱損失} = 6,074 \text{ kcal/hr}$$

$$\text{給炭機 全面積} = 4.6 \text{ m}^2$$

$$\text{全損失熱量} = 1,832 \text{ kcal/m}^2$$

$$\text{總計} \quad 25,529 \text{ kcal/hr}$$

$$1 \text{ 時間} 1 \text{ 基當り石炭量} = 1.3611 \text{ ton}$$

故に石炭 1 噸當り損失熱量は

$$\frac{25,529 \text{ kcal}}{1.3611} = 18,757 \text{ kcal}$$

¹⁾ Rambuch, Fuel, 1926, 16

H. 冷却水の持去る熱量:一石炭1吨の瓦斯化に使用する冷却水量は 1,145 kg にして中 300 kg は攪拌棒、給炭器を冷却し發生爐胴體上部ウォーター、シールに入り、然る後灰皿に落つ、又 845 kg は攪拌棒、給炭器冷却後、排水池に入る。

給水温度 28°C 排水温度 前者は 67°C 後者は 53°C

故に水の持去る熱量は

$$(67^{\circ}-28^{\circ}) \times 1 \text{ kcal/kg} \times 300 \text{ kg} = 11,700 \text{ kcal}$$

$$(53^{\circ}-28^{\circ}) \times 1 \text{ kcal/kg} \times 845 \text{ kg} = 21,125 \text{ kcal}$$

$$\text{全熱量は } 11,700 \text{ kcal} + 21,125 \text{ kcal} = 32,825 \text{ kcal}$$

3) 瓦斯通路に於ける瓦斯顯熱低下による損失熱量:一温度は通路各部に熱電對高温計を用ひ瓦斯通路中心に於ける温度を測定し、壓力は計温個所と同所にて擴大壓力計を用ひ測定し次の如き結果を得たり、測定は6月24日より2週間連続的に行ひたる平均値なり。

測定個所	期日	瓦斯温度 °C	瓦斯壓力 mm mmW.C.	瓦斯顯熱 kcal/m ³
發生爐直後	6.24~7.8	594°C	60	198
地上主管	〃	506	50	168
地下主道	〃	443	—	146
1號平爐變更弁直前	〃	414	44	136
3號平爐行支道入口	〃	474	46	160
6號平爐變更弁直前	〃	446	44	147
9號平爐	〃	464	46	153
1號厚板加熱爐	〃	357	31	117
1, 2號平鋼加熱爐枝道	〃	386	42	126
厚板豫熱爐直前	〃	217	42	70
5號薄板加熱爐直前	〃	212	46	69

1時間當り瓦斯使用量

	石炭量 kg	瓦斯量 m ³	損失熱量 kcal
平爐(7基)	10,164	29,028	1,501,214
厚板爐(3基)	1,899	5,424	461,040
平鋼爐(2基)	1,132	3,232	233,064
薄板爐(2基)	416	1,188	153,252
計	13,611	38,872	2,348,570

此表より石炭1吨に對する損失熱量を求めれば

$$\frac{2,348,570 \text{ kcal}}{13,611} = 172,689 \text{ kcal}$$

4) 瓦斯通入及び放出時に於ける瓦斯洩出試験

a. 發生爐内の狀況(第12號發生爐使用)

送風温度 50~52°C 瓦斯温度 550~580°C

瓦斯壓力 50mmW.C.

1. 放出時に於ける漏出試験結果:一測定は6月16日、22日、29日、7月6日、13日の5日間にして測定時間は約30分行ふ、その平均の値を求めれば

測定時間 30分 給炭回数 4.4回

空氣量 1,136 m³/hr 瓦斯温度 533°C

瓦斯成分 CO₂ O₂ CO CH₄ H₂ N₂
3.4 0 28.4 4.6 10.6 53.0

2. 瓦斯通入時に於ける漏出試験結果:一測定は6月23日、30日、7月7日、14日の4日間にして測定時間は25分間にして平均値を求めれば

測定時間 25分 給炭回数 10.5回

空氣量 1,757 m³/h 瓦斯温度 532°C

瓦斯成分 CO₂ O₂ CO CH₄ H₂ N₂
3.9 0 26.8 4.5 11.5 53.3

石炭元素分析

H₂O S H₂ C O₂ N₂ ash Tar loss-C
6.45 0.59 4.15 54.95 8.88 1.12 7.07 15.00 1.79

b. 今通入及び放出時の瓦斯平均成分より、石炭1吨より生ずる瓦斯量を計算するに

石炭1吨の中のCのモル數は

$$1,000 \times 0.5495 \times \frac{1}{12} = 45.8 \text{ kg mol}$$

1. 瓦斯放出時の瓦斯量を見る:一瓦斯1m³中のCのモル數は

$$0.034 + 0.284 + 0.046 = 0.364 \text{ kg mol}$$

故に石炭1吨より發生する瓦斯量は

$$45.8 \times \frac{1}{0.364} \times 22.4 = 2,814 \text{ m}^3/\text{ton of coal (N.T.P.)}$$

次に窒素計算より石炭1吨を瓦斯化するに要する空氣量を見る

放出時に於ける瓦斯モル數は

$$45.8 \times \frac{1}{0.364} = 126 \text{ kg mol}$$

瓦斯中のNのモル數は 0.530 × 126 = 66.78 kg mol

石炭1吨中の窒素のモル數は

$$1,000 \times 0.0112 \times \frac{1}{14} = 0.8 \text{ kg mol}$$

故に石炭瓦斯化に要する空氣量は

$$22.4 \times (66.78 - 0.8) \times \frac{100}{79} = 1,870.8 \text{ m}^3 \\ \approx 1,871 \text{ m}^3/\text{ton of coal}$$

今放出時に於ける使用空氣量より石炭量を計算せば

$$1,136 \text{ m}^3 \times \frac{1}{1,871 \text{ m}^3} = 0.607 \text{ ton}$$

故に瓦斯放出時の漏瓦斯量は

$$2,818 \times 0.607 = 1,710.5 \text{ m}^3/\text{hr}$$

2. 同様にして通入時に於ける瓦斯量を見るに：— 通入時に於ける瓦斯 1m³ 中の C のモル数は

$$0.039 + 0.268 + 0.045 = 0.352 \text{ kg mol}$$

1 吨石炭より發生する瓦斯量は

$$45.8 \times \frac{1}{0.352} \times 22.4 = 2,915 \text{ m}^3/\text{ton of coal (N.T.P.)}$$

又所要空氣量を求めれば、瓦斯中の N₂ のモル数は

$$45.8 \times \frac{1}{0.352} = 130$$

$$0.533 \times 130 = 69.29 \text{ kg mol}$$

1 吨石炭中の N₂ のモル数は

$$1,000 \times 0.0112 \times \frac{1}{14} = 0.8 \text{ kg mol}$$

故に 1 吨石炭の瓦斯化に要する空氣量は

$$22.4 \times (69.29 - 0.8) \times \frac{100}{79} = 1,942 \text{ m}^3/\text{ton of coal}$$

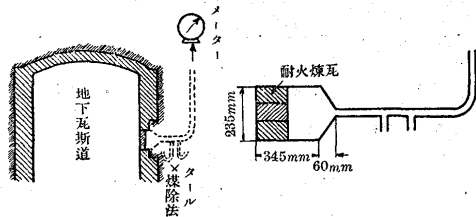
故に瓦斯通入時に於ける使用空氣量より計算せる使用石炭量は

$$1,757 \times \frac{1}{1,942} = 0.905 \text{ ton}$$

即ち通入時の漏瓦斯量は

$$2,915 \text{ m}^3 \times 0.905 = 2,638 \text{ m}^3/\text{hr}$$

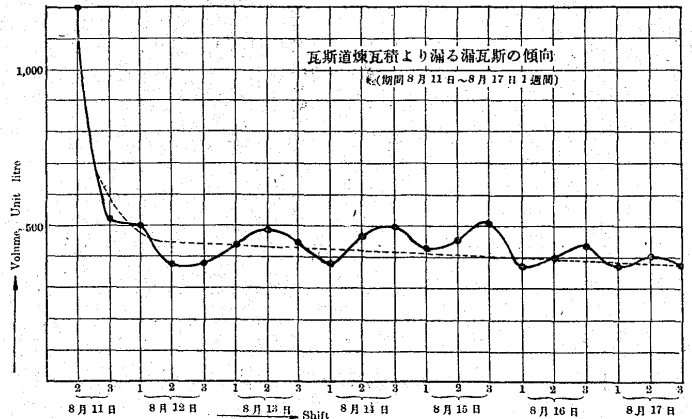
更に 1 週間中に於ける瓦斯道中よりの漏瓦斯量の傾向を知る爲、瓦斯道の一部に下の如き装置を設け測定す。



日期	時間	差 = 0.1mm 指針	計算値
8月11日	3:00 p.m.	9,453	9,453 - 9,453 = 0
	10:00	1,202	10,517 - 9,453 = 1,202
8月12日	6:00 a.m.	510	11,124 - 10,517 = 510
	1:20 p.m.	500	11,620 - 11,124 = 500
8月13日	10:00	376	
	6:00 a.m.	397	
	2:00 p.m.	442	
8月14日	10:00	490	
	6:00 a.m.	456	
	1:00 p.m.	375	
8月15日	10:00	466	
	6:00 a.m.	498	
	2:00 p.m.	424	
8月16日	10:00	451	
	6:00 a.m.	522	
	2:00 p.m.	361	
8月17日	10:00	404	
	6:00 a.m.	439	
	2:00 p.m.	365	
8月18日	10:00	402	
	6:00 a.m.	374	

備考 表中の差は右側に示せる如く指示の差を示す

即ち地下道の掃除口に鐵板製の箱を作り 9" の耐火煉瓦を充填し目塗をなし、圖の如く瓦斯道横壁と同様に装置し煉瓦を通して入り来る瓦斯を漏瓦斯として濕式瓦斯量計に導き測定せり、この結果を求め 1 週間内に於ける漏瓦斯の傾向を検べたり、求めし結果を各班毎に記入せば上表の如し



漏瓦斯の傾向は圖に示す如き傾向を有するものと思惟するものと思惟す、波状に實線で示せるは結果をプロットせしものにして點線は傾向を示すものなり。而して瓦斯量に就きては尙研究の餘地ありて唯傾向を示すに止めることとなす。

5) 瓦斯通路に於ける損失熱量：— この節に述ぶる所は瓦斯道各部に於ける輻射對流によりて表面より流出する熱量又は傳導により流出する熱量を求むるに在り。

A. 瓦斯工場地上瓦斯道よりの熱損失

表面溫度 平均 = 69°C 外氣溫度 平均 = 32°C

表面積 平均 = 785.664 m²

瓦斯道表面より流出する熱量

$$= 437.019 \text{ kcal/m}^2/\text{hr} \dots\dots\dots R_1$$

瓦斯道全表面積より流出する全熱量

$$= 437.019 \text{ kcal} \times 785.664 = 343,351 \text{ kcal/hr} \dots\dots R'_1$$

B. 平爐行豎管よりの熱損失

表面溫度 = 63°C 外氣溫度 = 56°C

表面積 = 29.201 m²

瓦斯道表面より流出する熱量

$$= 81.945 \text{ kcal/m}^2/\text{hr} \dots\dots\dots R_2$$

瓦斯道全表面積より流出する全熱量

$$= 81.945 \text{ kcal} \times 29.201 = 2,392.88 \text{ kcal/hr}$$

$$= 2,393 \text{ kcal/hr} \dots\dots R'_2$$

平爐作業せるもの 7 基なるを以て

$$\text{全損失熱量} = 2,393 \text{ kcal/hr} \times 7 = 18,751 \text{ kcal/hr}$$

C. 瓦斯出口 (海老管より) に於ける熱損失

表面温度 = 29°C 外氣温度 = 35°C

表面積 = 16.972 m²

$$R_3 = 595.312 \text{ kcal/m}^2/\text{hr} \quad R'_3 = 595.312 \text{ kcal}$$

$$\times 16.972 = 10,104 \text{ kcal/hr}$$

發生爐 10 基作業として全損失熱量は

$$10,104 \text{ kcal} \times 10 = 101,036 \text{ kcal/hr}$$

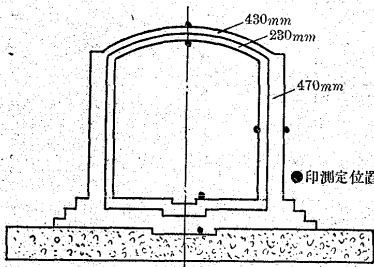
以上 ABC 項より求めしは地上瓦斯道の熱損失にして、その全熱量を求めれば

$$343,351 \text{ kcal} + 18,751 \text{ kcal} + 101,036 \text{ kcal}$$

$$= 463,138 \text{ kcal/hr}$$

D. 地下瓦斯道よりの損失熱量: 一地下瓦斯道の損失熱

量は傳導に依るを以て圖に示す如く瓦斯道の天床、横壁、底部の内側及び煉瓦の外側に計温器を挿入し、計温をなし、損失熱量を求めたり。



以上の如くし求めし温度を平均し

天床内部	天床外部	横壁内部	横壁外部	下底部内部	下底部外部
367°C	289°C	333°C	214°C	147°C	94°C

下底部の温度の低きは煤、灰等の推積の爲め煉瓦表面の温度は斯くの如き結果を得たり、是より熱損失を求む。

イ、天 床

$$\left. \begin{array}{l} \text{内部温度} = 367^\circ\text{C} \\ \text{外部} \quad \quad = 289^\circ\text{C} \end{array} \right\} \text{界部温度 } 333^\circ\text{C} (632^\circ\text{F})$$

$$R_4 = 126.7 \text{ kcal/m}^2/\text{hr}$$

ロ、横 壁

$$\left. \begin{array}{l} \text{内部温度} = 333^\circ\text{C} \\ \text{外部} \quad \quad = 214^\circ\text{C} \end{array} \right\} \text{界部温度 } 291^\circ\text{C} (556^\circ\text{F})$$

$$R_5 = 156.1 \text{ kcal/m}^2/\text{hr}$$

ハ、下 底 部

$$\left. \begin{array}{l} \text{内部温度} = 147^\circ\text{C} \\ \text{外部} \quad \quad = 94^\circ\text{C} \end{array} \right\} \text{界部温度 } 108^\circ\text{C} (226^\circ\text{F})$$

$$R_6 = 137.4 \text{ kcal/m}^2/\text{hr}$$

以上を基として流出熱量を計算せんとす

地 下 道

天床全表面積	横壁全表面積	下底部全表面積
765.077 m ²	1,059.310 m ²	725.011 m ²

上記各表面積より流出する熱量は

$$R'_4 = 126.7 \text{ kcal/hr} \times 765.077 = 96,935 \text{ kcal/hr}$$

$$R'_5 = 156.1 \text{ kcal/hr} \times 1,059.310 = 165,358 \text{ kcal/hr}$$

$$R'_6 = 137.4 \text{ kcal/hr} \times 725.011 = 99,617 \text{ kcal/hr}$$

地下主道中圓形の部の損失熱量

内部温度 284°C 外部温度 250°C 表面積 120.219 m²

$$R_7 = 164.251 \text{ kcal/m}^2/\text{hr} \quad R'_7 = 164.251 \text{ kcal/hr}$$

$$\times 120,219 = 19,746 \text{ kcal/hr}$$

厚鉄 1 號爐堅管下部地下主道各煉瓦壁の内外温度の平均は

天床内部	天床外部	横壁内部	横壁外部	下底部内部	下底部外部
432°C	250°C	493°C	95°C	147°C	74°C

天 床 部

$$\left. \begin{array}{l} \text{内部温度 } 432^\circ\text{C} \\ \text{外部温度 } 250^\circ\text{C} \end{array} \right\} \text{界部温度 } 363^\circ\text{C} (685^\circ\text{F})$$

$$R_8 = 268.37 \text{ kcal/m}^2/\text{hr}$$

横 壁 部

$$\left. \begin{array}{l} \text{内部温度 } 493^\circ\text{C} \\ \text{外部} \quad \quad " \quad 95^\circ\text{C} \end{array} \right\} \text{界部温度 } 370^\circ\text{C} (699^\circ\text{F})$$

$$R_9 = 378.94 \text{ kcal/m}^2/\text{hr}$$

下 底 部

$$\left. \begin{array}{l} \text{内部温度 } 147^\circ\text{C} \\ \text{外部温度 } 74^\circ\text{C} \end{array} \right\} \text{界 部 } 122^\circ\text{C} (254^\circ\text{F})$$

$$R_{10} = 161.65 \text{ kcal/m}^2/\text{hr}$$

天床全表面積	横壁全表面積	下底部全表面積
377.868 m ²	431.010 m ²	343.918 m ²

従つて

$$R'_8 = 268.37 \text{ kcal/hr} \times 377.868 = 101,398 \text{ kcal/hr}$$

$$R'_9 = 378.94 \text{ kcal/hr} \times 431.010 = 163,327 \text{ kcal/hr}$$

$$R'_{10} = 161.65 \text{ kcal/hr} \times 343.918 = 55,594 \text{ kcal/hr}$$

以上煉瓦壁より流出する熱量の總和は

$$\begin{aligned} R'_1 + R'_2 + R'_3 + R'_4 + R'_5 + R'_6 + R'_7 + R'_8 + R'_9 + R'_{10} \\ = 343,351 \text{ kcal/hr} + 18,751 \text{ kcal/hr} + 101,036 \text{ kcal/hr} \\ + 96,935 \text{ kcal/hr} + 165,358 \text{ kcal/hr} + 99,617 \text{ kcal/hr} \\ + 19,746 \text{ kcal/hr} + 101,398 \text{ kcal/hr} + 163,327 \text{ kcal/hr} \\ + 55,594 \text{ kcal/hr} \end{aligned}$$

$$\Sigma R' = 1,165,113 \text{ kcal/hr}$$

今發生爐 10 基作業として 1 時間の發生爐使用石炭量は 13,611 kg として、石炭 1 噸當り損失熱量は

$$\frac{1,165,113 \text{ kcal}}{13,611} = 85,601 \text{ kcal/hr}$$

6) 熱清算:—

入 熱			
石 炭	6,570,017 kcal	99.32%	
送 風 顯 熱	34,681 kcal	0.53%	
石 炭 顯 熱	9,905 kcal	0.15%	
	6,614,603 kcal	100.00%	
出 熱			
瓦 斯 發 熱 量	4,632,432 kcal	70.03%	
瓦 斯 顯 熱	565,488 "	8.55 "	
未分解水蒸氣の 持去る熱	95,920 "	1.45 "	
灰の持去る熱	22,724 "	0.34 "	
タールの持つ熱	1,355,820 "	20.50 "	
發生爐體よりの損失熱	18,757 "	0.28 "	
冷却水の持去る熱	32,825 "	0.50 "	
煤の持去る熱	112,617 "	1.70 "	
	6,836,583 kcal	103.27%	

3. 薄 鉄 課 瓦 斯 發 生 爐

計算は A 項同様石炭 1 吨瓦斯化するとして計算を行ふ。

1) 入 熱:—

a. 石炭 1 吨の有する總熱

$$6,827 \text{ kcal} \times (1,000 - 63.3) = 6,394,851 \text{ kcal}$$

b. 使用飽和空氣の有する熱:— 石炭の元素分析は

H ₂ O	S	H ₂	C	O ₂	N ₂	ash
6.33	0.73	4.46	67.86	9.75	1.08	9.79

タール分析

S	H ₂	C	O ₂	N ₂	ash
0.44	6.43	81.29	9.65	1.48	0.72

炭塵分析 C 91.91 ash 8.09

石炭中のタール分は 15.6% にして、炭塵は 1.62% にして、この中の炭素量は 91.91 × 0.0162% 灰分に失はるゝ炭素は 0.5% として、使用炭の炭素を換算せば

$$67.86 - (81.29 \times 0.156) - (91.91 \times 0.0162) - 0.5 = 53.19\%$$

發生瓦斯分析

CO ₂	CO	CH ₄	H ₂	N ₂	Total
3.5	26.7	3.8	10.2	55.8	100.00

以上の諸分析を基礎として前同様にして、石炭 1 吨を瓦斯化するに要する空氣量を求むれば

$$\text{所要空氣量} = 2,052 \text{ m}^3/\text{ton of coal}$$

發生爐送風管中の送風飽和溫度は 50°C にして 1 m³ に伴ふ水蒸氣量は 112 gr, 送風量 2,052 m³ に對して

$$0.112 \text{ kg} \times 2,052 = 230 \text{ kg}$$

是等空氣及び蒸氣の有する顯熱は

$$0.311 \text{ kcal/m}^3 \times 50 \times 2,052 \text{ m}^3 = 31,909 \text{ kcal}$$

$$0.464 \text{ kcal/kg} \times 50 \times 230 \text{ kg} = 5,336 \text{ kcal}$$

故に送風する空氣の有する熱量は

$$31,909 \text{ kcal} + 5,336 \text{ kcal} = 37,245 \text{ kcal}$$

e. 石炭の顯熱:—石炭 1 吨に含む水分は 63.3 kg にして

裝入時の溫度は 32.5°C なるを以て水分の有する顯熱は

$$63.3 \text{ kcal} \times 32.5 = 2,057 \text{ kcal}$$

又乾燥炭の有する顯熱は前と同様にして行ひ

$$0.309 \text{ kcal} \times (1,000 - 63.3) \times 32.5 = 9,407 \text{ kcal}$$

従つて裝入炭の顯熱は

$$2,057 \text{ kcal} + 9,407 \text{ kcal} = 11,464 \text{ kcal}$$

2) 出 熱

(1) 瓦斯發熱量:—

a. 1 吨石炭より發生する瓦斯量

石炭元素分析その他の諸分析並に瓦斯化すべき炭素量計算等は第 1 項に記入せるを以て略す。

瓦斯化すべき炭素は石炭 1 吨中 53.19% 即ち 531.9 kg なり、之を kg mol に改むれば

$$\frac{531.9}{12} = 44.33 \text{ kgmol C}$$

發生瓦斯 1 kgmol 中の炭素モル數は

$$0.035(\text{CO}_2) + 0.267(\text{CO}) + 0.038(\text{CH}_4) = 0.34 \text{ kg mol C}$$

$$\text{故に } 44.33 \times \frac{1}{0.34} = 130.33 \text{ kg mol gas/ton of coal}$$

従つて發生する瓦斯量は

$$130.33 \times 22.4 = 2,920 \text{ m}^3 \text{ of dry gas/ton of coal}$$

b. 石炭吨當り瓦斯發熱量

瓦斯中の CO = 26.7% CH₄ = 3.8% H₂ = 10.2%

にして、瓦斯 1 m³ の總發熱純量を求むるに

$$\text{CO } 3,034 \text{ kcal/m}^3 \times 0.267 \text{ m}^3 = 810,078 \text{ kcal}$$

$$\text{CH}_4 \ 9,527 \text{ kcal/m}^3 \times 0.038 \text{ m}^3 = 362,026 \text{ kcal}$$

$$\text{H}_2 \ 3,052 \text{ kcal/m}^3 \times 0.102 \text{ m}^3 = 311,304 \text{ kcal}$$

$$\underline{1,483,408 \text{ kcal}}$$

2,920 m³ の瓦斯に對して

$$1,483,408 \text{ kcal} \times 2,920 \text{ m}^3 = 4,331,557 \text{ kcal}$$

(2) 發生瓦斯の顯熱:— 發生瓦斯溫度は平均 633°C に

して瓦斯の顯熱は 211.38 kcal にして 2,920 m³ に對して

$$211.38 \text{ kcal} \times 2,920 = 617,230 \text{ kcal}$$

(3) 未分解水蒸氣の持去る熱:—

瓦斯中の水蒸氣量は 90 gr/m³ of dry gas

故に石炭 1 吨より發生する瓦斯中の水蒸氣量は

$$0.09 \text{ kg} \times 2,920 = 262.8 \text{ kg}$$

此の中石炭より入る水蒸氣量は分析により 63.3 kg なる故
送風中より入る未分解水蒸氣は

$$262.8 \text{ kg} - 63.3 \text{ kg} = 199.5 \text{ kg}$$

装入炭の温度は 32.5°C、發生瓦斯の温度は 633°C なり、
故に送風より入り来る未分解水蒸氣顯熱は

$$0.479 \text{ kcal} \times 633 \times 199.5 = 60,489 \text{ kcal}$$

水分が 32.5°C より 100°C に上昇するに要する顯熱は

$$1 \text{ kcal} \times 63.3(100 - 32.5) = 4,273 \text{ kcal}$$

水分の蒸發熱は 537 kcal × 63.3 = 33,992 kcal

水蒸氣 100°C より 633°C に上昇するに要する熱量は
16,256 kcal

故に 瓦斯中に入る水蒸氣の全熱量は

$$60,489 \text{ kcal} + (4,273 \text{ kcal} + 33,992 \text{ kcal} + 16,256 \text{ kcal}) = 115,010 \text{ kcal}$$

(4) 發生爐灰の持去る熱量：— 發生爐ボッシュプレートに
孔を穿ち、灰層の温度を測定し結果 50°C なるを知りたり
使用炭の分析よりして石炭1吨中の灰分は 97.9 kg なり。

又、煤中の灰分及びタール中の灰分を求むれば

$$\text{煤中の灰分 } f.C \ 91.91 \ \text{ash } 8.09$$

石炭1吨より生ずる煤量は實測により 16.2 kg ならば、石
炭1吨より煤に入る灰量は

$$16.2 \text{ kg} \times 0.0809 = 1,331 \text{ kg}$$

タール中の灰分は分析より 0.72% にして石炭1吨より
生ずるタール量は 156 kg なるを以て、タール中の灰分は

$$156 \text{ kg} \times 0.0072 = 1,123 \text{ kg}$$

故に 石炭1吨より灰層に行く灰量は

$$97.9 \text{ kg} - (1,331 \text{ kg} + 1,123 \text{ kg}) = 95,466 \text{ kg}$$

此の顯熱は 0.165 kcal × 50 × 95,466 = 788 kcal

又灰中の炭素量は、灰分の分析、即ち

$$\text{ash } 95.00 \quad C \ 5.00$$

よりして 93.241 kg × 0.05 = 4,662 kg

その發熱量は 8,100 kcal × 4.662 = 37,746 kcal

故に灰の持去る熱量は

$$788 \text{ kcal} + 37,746 \text{ kcal} = 38,534 \text{ kcal}$$

(5) 煤の持去る熱量：— 石炭1吨の瓦斯化に際して生ず
る煤量は、實測により 16.2 kg

この顯熱は 0.325 kcal × 633 × 16.2 = 333.35 kcal

而して煤分析によれば、煤中には 91.91% C と 8.09%

ash あり、故に煤中の炭素は

$$16.2 \text{ kg} \times 0.9191 = 14.889 \text{ kg}$$

にして、有する發熱量は

$$8,100 \text{ kcal} \times 14.889 = 120,601 \text{ kcal}$$

$$\text{計 } 333 \text{ kcal} + 120,601 \text{ kcal} = 120,934 \text{ kcal}$$

(6) 發生タールの保有する熱量：— 石炭1吨中に含まれ
るタールは 15.6% 即ち 156 kg にして、その發熱量は
8,323 kcal/kg tar なり。

故に有する潜熱は

$$8,323 \text{ kcal} \times 156 = 1,298,388 \text{ kcal}$$

又、蒸氣生成熱及び潜熱は全部にて

$$300 \text{ kcal} \times 156 = 46,800 \text{ kcal}$$

タールの有する顯熱は 633°C にて

$$0.7 \text{ kcal} \times 633 \times 156 = 69,124 \text{ kcal}$$

故に有する全熱量は

$$1,298,388 \text{ kcal} + 46,800 \text{ kcal} + 69,124 \text{ kcal} = 1,414,314 \text{ kcal}$$

(7) 發生爐體より流出する熱量：—

イ、胴部より放散する熱量

$$R_1 = 326 \text{ kcal/m}^2/\text{hr}$$

$$R'_1 = 24.2 \text{ m}^2 \times 326 \text{ kcal/m}^2/\text{hr} = 7,889 \text{ kcal/hr}$$

ロ、爐頂部より放散する熱量

$$R_2 = 387 \text{ kcal/m}^2/\text{hr}$$

$$R'_2 = 11 \text{ m}^2 \times 387 \text{ kcal/m}^2/\text{hr} = 4,257 \text{ kcal/hr}$$

8 基の發生爐を使用するを以て

$$\begin{aligned} \text{全損失熱量} &= (4,257 \text{ kcal/hr} \\ &+ 7,889 \text{ kcal/hr}) \times 8 \\ &= 97,168 \text{ kcal/hr} \end{aligned}$$

發生爐8基1時間の使用炭量は 9,885 kg にして石炭1吨
當りに對する損失熱量は

$$\frac{97,168}{9,885} = 9,830 \text{ kcal}$$

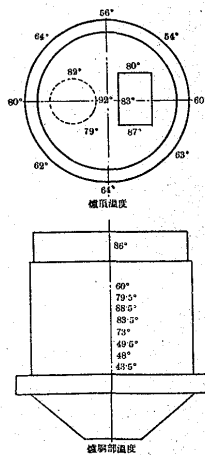
(8) 冷却水の持去る熱量：— 發生爐にて1基1日に瓦斯
化すべき石炭量は 29,280 kg にして1吨を瓦斯化するに
要する時間は平均 0.82 時間なり。

石炭1吨を瓦斯化するに要する給水量は 1,474 kg となる
冷却水は製鋼發生爐と同様攪拌棒、給炭器、水皿等を循
環し冷却と瓦斯漏洩を防ぐ目的とを兼ねて居る。

給水より冷却後にいたる温度上昇は平均 26.9°C なり。

故に、損失熱量は

$$26.9 \text{ kcal} \times 1,474 \text{ kg} = 39,651 \text{ kcal}$$



3) 瓦斯道に於ける瓦斯の顯熱低下による損失熱量

位 置	瓦斯温度 °C	顯 熱 kcal/m ³	顯熱低下 kcal/hr
發 生 爐 出 口	633	218,064	—
薄鉄第1工場加熱爐平均	130	41,717	107,116
平鋼第3,4號爐	400	133,970	113,628
薄鉄第2工場加熱爐平均	234	76,261	86,128
燒鈍第1,2號爐	320	117,179	129,132
燒鈍第3號爐	47△	22,546	461,030
〃第4號爐	320	117,179	263,854
〃第5,7號爐	58△	24,569	58,048
〃第6號爐	58△	24,569	123,836
〃第8號爐	369	127,898	74,026

備考 △印は洗滌瓦斯使用

顯熱低下による損失熱量の總計は 1,416,798 kcal/hr

1 時間に使用する石炭量は 8,511.3 kg

〃 發生する瓦斯量は 24,855 m³/hr

石炭1吨當り顯熱低下による損失熱量を求むれば

$$1,416,798 \text{ kcal} \div 8,511.3 = 166,461 \text{ kcal}$$

4) 瓦斯道その他に於ける漏洩瓦斯並に瓦斯道に於ける傳導による損失熱量は満足なる結果を得ざるに依りて略す。

5) 熱 精 算

入 熱			
石 炭	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	4,331,557 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	38,534	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	

II. 製鋼工場鹽基性 35 吨平爐の熱分布に就て

製鋼技師 工學士 落 合 勇 清 水 久 夫 工學士 吉 川 涉

1. 鹽基性平爐の構造並に機構

當工場に於ける平爐は Ruppman 式にして大正 10 年下半期以後 10 基は新設、5 基は舊式平爐を改造せるものにして現在 9 基を有し、其の中 7 基を作業す、其の構造、

機構に關しては昭和 9 年 1 月「鐵と鋼」に技師西山彌太郎氏が精述されたるを以て省略し、熱的關係に就て項を進むることゝす。

第 9 號 平 爐 詳 細 圖

