



始



日鉄八幡製鉄所研究所

研究報告

Vol. XVI No. 2

鋼材工場に於ける熱經濟の數例に就て

八幡製鉄所技師 理學博士 海野三朗

(代
謄
寫)

昭和十二年二月

八幡製鉄所

福岡縣八幡市



鋼材工場に於ける熱經濟の數例に就て

目 次

緒 言	1
第1章 線材工場第1號加熱炉の熱經濟に就て	1
1. 測定狀況とその目的	1
2. 結論概要	2
3. 流量並に温度測定	3
(1) 流 量	3
(2) 温 度	4
4. 瓦 斯	5
(1) 使用瓦斯の成分	5
(2) 廢棄瓦斯の成分	6
(3) 使用瓦斯量と加熱鋼片越數	8
(4) 炉尻より浸入する空氣量	9
5. 熱 量	10
(1) 鋼片が持ち去る熱量	10
(2) 廢棄瓦斯が持ち去る熱量	11
(3) 熱量配布	12
6. 熱經濟的考察	13
(1) 實績上の最高熱能率	13
(2) 熱經濟より見たる供給瓦斯量と加熱能力	16
(a) 保温材に依る節約熱量	16
(b) 空氣豫熱に依る節約熱量	17
(c) 節約熱量と加熱能力	17
(3) 節約熱量の經濟的價值	19
第2章 第一鉄力工場第4號加熱炉の熱經濟に就て	20
1. 測定狀況とその目的	20
2. 結論概要	20
3. 流量並に温度測定	21
(1) 流 量	21
(2) 温 度	23
4. 瓦 斯	25

(1) 使用瓦斯の成分	25
(2) 廢棄瓦斯の成分	25
(3) 浸入空氣量	27
(4) 供給瓦斯量と加熱延焼數	28
5. 熱 量	29
(1) シートバーに與ふる熱量	29
(2) 廢棄瓦斯の持ち去る熱量及び熱量の配布	32
6. 經濟的考察	33
(1) 供給瓦斯の經濟價值	33
第3章 第一分塊工場第5號均熱炉の熱經濟に就て	33
1. 測定狀況とその目的	34
2. 結論概要	34
3. 測定結果	36
(1) 瓦 斯	36
(2) 温 度	37
4. 鋼塊に與ふる熱量	39
5. 廢棄瓦斯量	40
6. 鋼塊加熱延數	41
7. 熱量配布	42
(1) 鋼塊が吸収する熱量	42
(2) 廢棄瓦斯が持ち去る熱量	42
結 言	43

ON THE HEAT DISTRIBUTIONS
OF REHEATING FURNACES
IN STEEL WORKS.

BY
S UMINO

SYNOPSIS

Temperature distributions in several heating furnaces in Yawata Steel Works, firing gases and airs supplied to them were measured. From these results, heat distributions of each furnace were calculated.

(1) In wire mill, distributions of supplied heat which consisted of those absorbed by billets, waste gases and transmitted by radiation and conduction become 48.5, 20.4 and 31.1 percents respectively. In this case, coal equivalent of billets in heating corresponds to 59 kilograms per ton. If we make the most of the waste heat by utilising the suitable insulating materials and consider the present actual work, the above heat distributions probably may be attained to the values of 75.4, 18.7 and 6.8 percents respectively. Then, coal equivalent will become 40 kilograms per ton of heated billets.

(2) In hot rolling furnace of tin plate mill, distributions of heat supplied to the sheet bars, waste gases and radiation and conduction become 44.75, 23.20 and 32.05 percents respectively. But, if we consider the actual heat emitted in the furnace, the heat contained in sheet bars amounts to 58.23 percents.

(3) In the case of soaking pit of the blooming mill, distributions of heat given to the blooms, waste gases and others become 40.45, 23.16 and 56.39 percents respectively.

正 誤

41 頁下より 1 行目

「炉出聴は」を

「炉出聴数は」に

改む

「鋼材工場」に
「鋼材工場」を
「鋼材工場」を
「鋼材工場」を
「鋼材工場」を
「鋼材工場」を

鋼材工場に於ける熱經濟の數例に就て

鋼材工場に於ける熱經濟の數例に就て

技師 理學博士 海野三朗

緒言

鋼材工場に於ける熱經濟に關しては既に報告せられるものあれども製品の種類、作業の狀況等に依りて千差萬別なり、著者は先づ夫れ等の代表的二三の工場の加熱炉として始めに線材工場の加熱炉、次に第一鋸力工場第4號加熱炉及び第一分塊工場第5號均熱炉につき熱量配布を追求し更に各部門につき夫れ等の熱經濟に言及せるものなり。

第1章 線材工場第1號加熱炉の熱經濟に就て

1. 測定狀況とその目的
2. 結論概要
3. 流量並に溫度測定
 - (1) 流量 (2) 溫度
4. 瓦斯
 - (1) 使用瓦斯の成分 (2) 廢棄瓦斯の成分 (3) 使用瓦斯量と加熱鋼片噸數 (4) 炉尻より浸入する空氣量
5. 熱量
 - (1) 鋼片が持ち去る熱量 (2) 廢棄瓦斯が持ち去る熱量 (3) 熱量配布
6. 熱經濟的考察
 - (1) 實績上の最高熱能率 (2) 熱經濟より見たる供給瓦斯量と加熱能力
 - (a) 保温材に依る節約熱量 (b) 空氣廢熱に依る節約熱量 (c) 節約熱量と加熱能力
 - (3) 節約熱量の經濟的價值

1. 測定狀況とその目的

線材工場加熱炉に於てはその供給瓦斯量及び空氣量並に溫度等を測定し又廢棄瓦斯等よりしてその熱量配布を計算し、又作業の實績上に於ける最高の熱能率を求め是よりして更に進んで到達可能なるべき最高の熱經濟に言及せるものなり。

(1) W. E. Groume, Grjmailo, The Iron Age, Aug. 24 (1922), 465; R. T. Sarjant, Fuel in Sci. & Pract., 4 (1925), 276; 328; 海野、製鐵所研究所研究報告 7 (1927) No. 9; 8 (1928) No. 6; No. 9; 9 (1929) No. 4.

2. 結 論 概 要

瓦斯及び温度

- (1) 線材工場加熱炉に供給せらるゝ混合瓦斯、空氣量を測定し又廢棄瓦斯の分析及び鋼片の温度測定等を行ひて熱經濟を追求せるものなり。
- (2) 混合瓦斯量は毎時 2352 立方米、空氣は 4670 立方米にして 瓦斯對空氣量は約 1:2 の割合なり。
- (3) 測定當時に於ける混合瓦斯の發熱量は 2657×10^3 カロリーにして 8 月及び 9 月始めの平均値は 2194×10^3 カロリーなり。
- (4) 炉内燃焼に依りて生ずる廢棄瓦斯量は供給瓦斯量の約 2.76 倍に達し、炉尻よりの浸入空氣量によりて、煙道に運ばるゝ廢棄瓦斯量は供給瓦斯量の約 4.8 倍に達し、全廢棄瓦斯量の約 42 % の空氣が炉尻より浸入する事を知れり。
- (5) 加熱鋼片の抽出平均温度は 1250°C なり。
- (6) 炉壁最高温度は平均 1360° にして炉尻の温度は平均 $521^{\circ} \sim 700^{\circ}$ なり。
- (7) 混合瓦斯對空氣量の實測値は約 1:2 にして完全燃焼せしむる爲めには平均にして約 1:2.32 なる事を要す。

熱 量 配 布

- (1) 連續壓延時に於ては鋼片、廢棄瓦斯及び輻射傳導等による熱量配布は供給熱量に對し夫々 38.8, 38.9 及び 22.3 % なる。此際の加熱鋼片聽當りの石炭當量は 0.077 聽なり。
- (2) 故障時、壓延時等を平均すれば鋼片、廢棄瓦斯及び輻射傳導等に依る熱量配布は供給熱量に對し夫々 23.65, 44.51 及び 31.84 % となり加熱鋼片聽當りの石炭當量は約 0.127 聽なる。
- (3) 實績上最高熱能率を考へられたる際の同上配布は供給熱量に對し夫々 48.5, 20.4 及び 31.1 % にして鋼片聽當りの石炭當量は 0.059 聽なる。
- (4) 適當なる保温材及び豫熱回収に依りては實績上の最高能率の場合より起算すれば同上配布をして夫々 74.5, 18.7 及び 6.8 % ならしむる事を得べきを知れり。此際の鋼片加熱の石炭當量は 0.04 聽なる。
- (5) 常時平均にして加熱鋼片聽當り 850×10^6 カロリーの熱を要し實績上 412×10^6 カロリーなる場合あるも、同上の如き適當なる施設によりては 288×10^6 カロリーにて足る事なる。

- (6) 常時平均にして加熱鋼片聽當り 384 立方メートルの混合瓦斯を要し實績上 176 立方メートルなる場合あるも適當なる施設によりては 130 立方メートルにて足る事なる。

經 濟 的 考 察

- (1) 適當なる保温材及び豫熱回収装置を施す事によりて常時供給の瓦斯にて毎時約 4.00 聽の加熱鋼片の増加をなす事を得。從て此際の加熱鋼片聽數は毎時約 11.52 聽となり毎日 96 聽の加熱増加なる。
- (2) 同上の装置をなす事によりて平均聽當り 1.983 圓の瓦斯代より 0.636 圓に縮小する事を得。
- (3) 同上の装置をなす事によりて常時の加熱鋼片を得るに當りては毎時 344 立方メートルの混合瓦斯を節約する事を得。此代價約 1.709 圓となり 1 ヶ月には 1230.48 圓の節約可能なる。

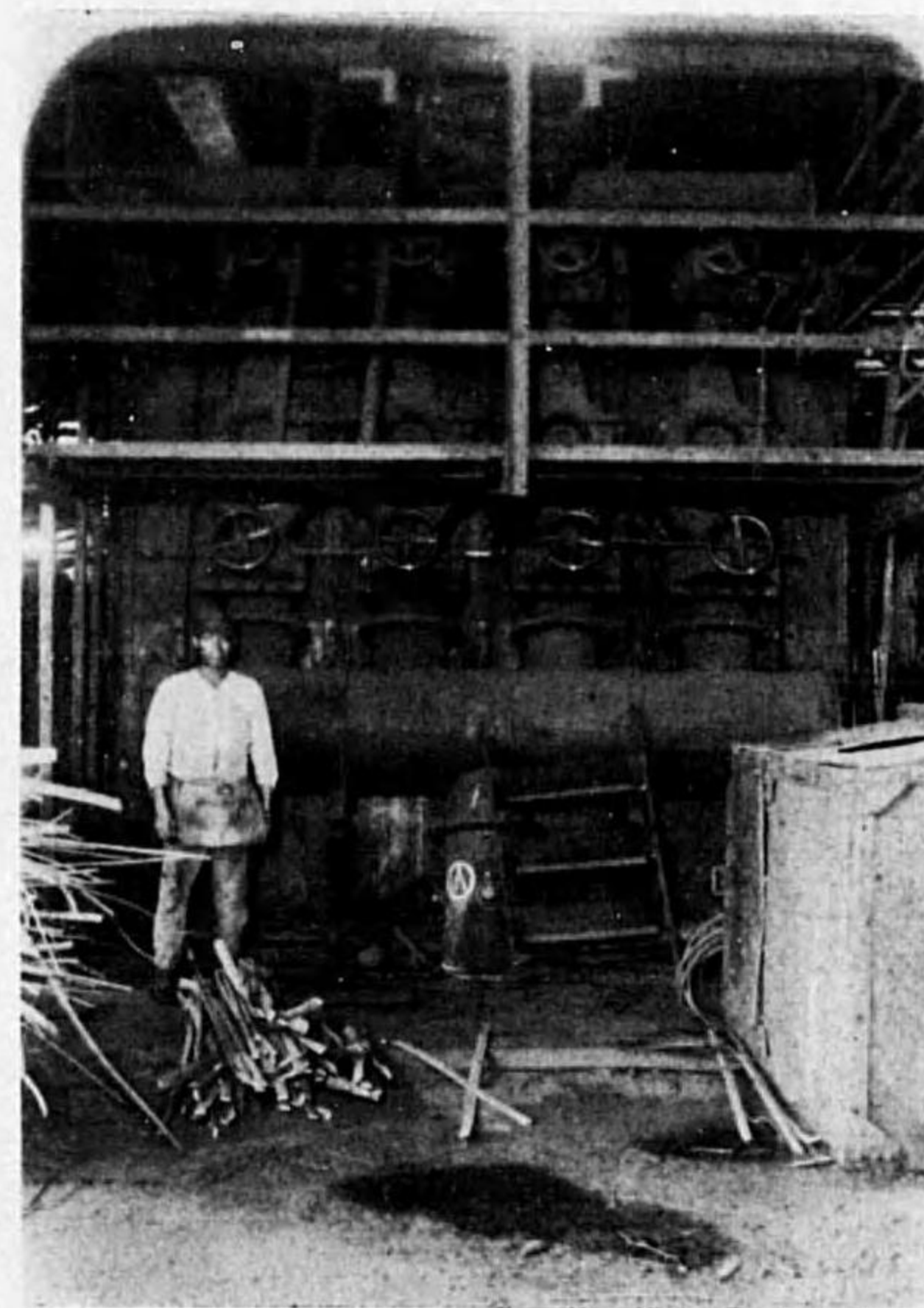
3. 流 量 並 に 温 度 測 定

(1) 流 量

加熱炉に使用せらるゝ混合瓦斯及び空氣量は第 1 圖に示せる如く炉の前面に設けられたる各管につきピットトチューブに依り約 3 時間に亘りて測定を行へり。今その結果を圖示すれば第 2 圖の如し。是に依れば瓦斯及び空氣共に時間に由て常に移動するを知る。測定中の平均値を求むれば第 1 表の如し。茲に立方メートルにして示せる數値は標準狀況下に於ける値にして以下凡て同様なりとす。

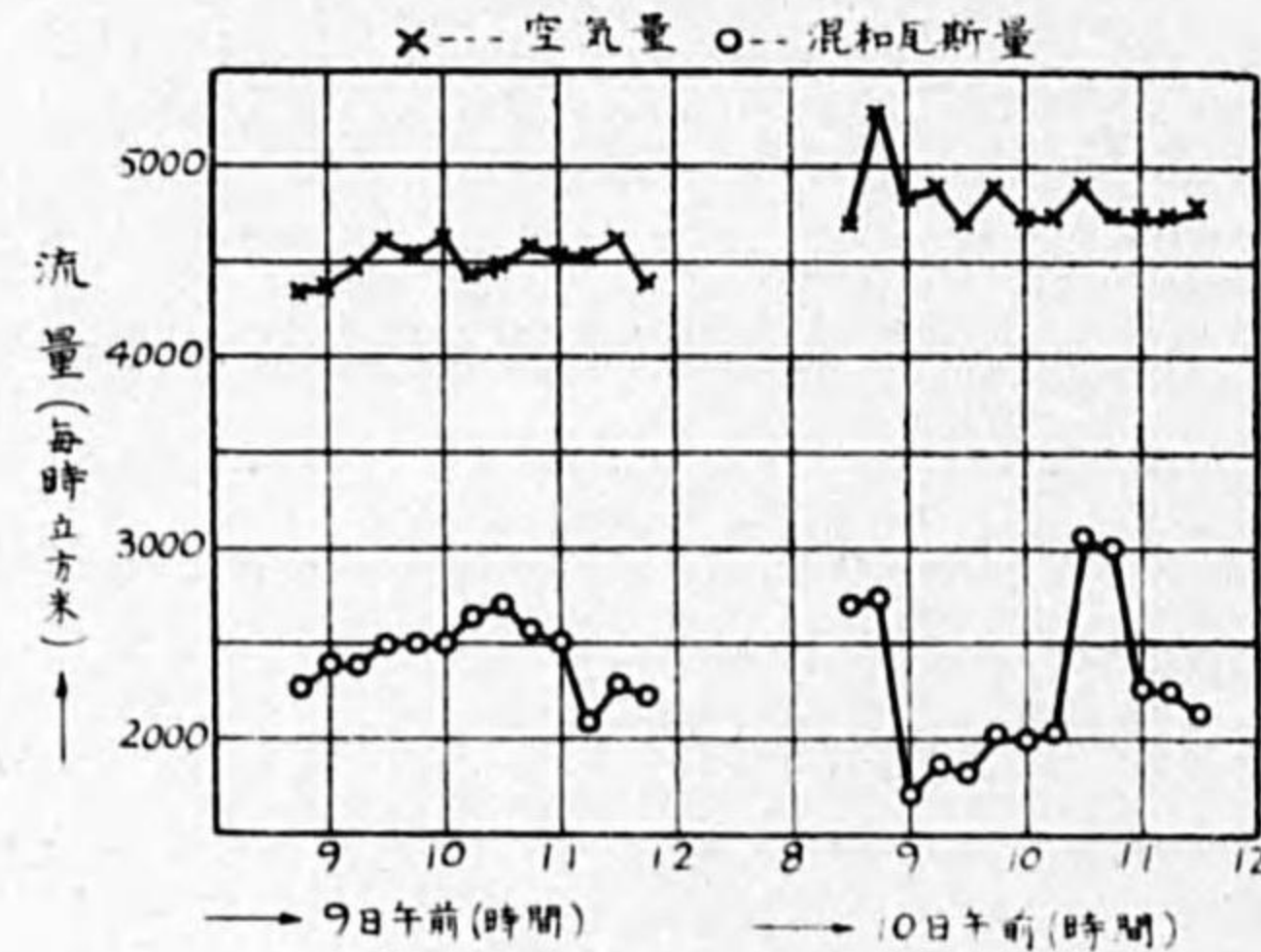
高炉及び散炭瓦斯の發熱量は在來の報告に依り平均にして夫々 900 及び 4000 カロリーを採用し混合瓦斯成分表よりして

第 1 圖



(1) 海野、製鉄研究 119 (1931), 51 伊能、同 122 (1931) 263

第 2 圖 線材工場第 1 號加熱炉の流量



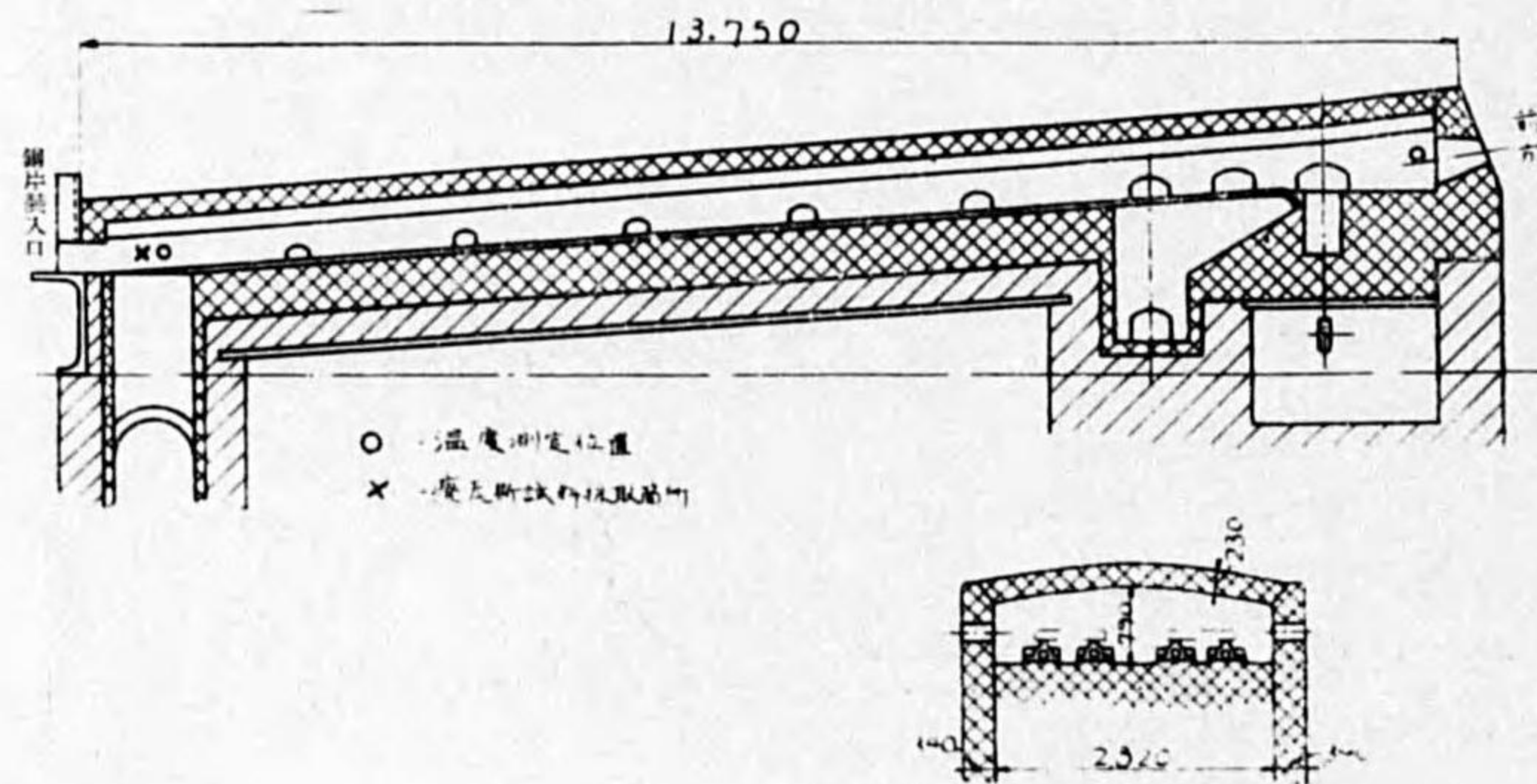
第 1 表 線材工場第 1 號加熱炉の流量 (毎時立方米)

年 月 日	混合瓦斯	空 氣	骸炭瓦斯:高炉瓦斯	混合瓦斯:空 氣
10 9 9	2437	4514	1:0.64	1:1.85
" " 10	2267	4825	1:0.91	1:2.13
平 均	2352	4670	1:0.78	1:1.99

(2) 温 度

炉内壁及び鋼片の温度は光學高温計に依り又炉尻廢棄瓦斯の温度は卑金屬熱電對に依り第 3 圖に示せる位置につきて測定を行へり。今その結果を示せば第 2 表の如し、此際炉出

第 3 圖 線材工場一號加熱炉断面圖



..... (4)

鋼片の抽出温度に補正を行へる事は勿論なりとす、此際のエミツシビチーミしては實測の結果 0.46 なるが故に 1200°C に於ては約 80° の補正を行へり。鋼片の大きさは 9.7~9.8 種角長さ 116~117 種にして單重約 85~87 疋なりとす。而して鋼片を配列し得る炉長は約 12.14 米なりき。

第 2 表 線材 1 號加熱炉に鋼片の温度 (°C)

測定時刻	炉壁最高	炉 尻	炉出鋼片	測定時刻	炉壁最高	炉 尻	炉出鋼片
9月9日午前 8. 45	1358	547	1308	9月10日午前 8. 30	1325	696	1195
9. 9.	1355	692	1274	8. 45	1310	536	1190
9. 15	1370	587	1320	9. 9.	1365	507	1190
9. 30	1360	729	1260	9. 15	1370	398	1215
9. 45	1350	717	1290	9. 30	1380	541	1200
10. 9.	1340	723		9. 45	1390	446	1240
10. 15	1345	744		10. 9.	1360	347	1270
10. 30	1350	752		10. 15	1330	448	1220
10. 45	1350	757		10. 30	1335	530	1200
11. 9.	1350	759		10. 45	1370	646	1250
11. 15	1370	684		11. 9.	1385	595	
11. 30	1390	709		11. 15	1380	549	
11. 37	1365	702		11. 30	1380	532	
平 均	1358	700	1282	平 均	1358	521	1217

炉内鋼片最高温度 1250°

4. 瓦 斯

(1) 使用瓦斯の成分

使用瓦斯は高炉瓦斯及び骸炭瓦斯の混合なるも供給源の状況に依り又他工場への供給状況に依りてその割合従てその成分一様ならず、測定當日午前 8 時半より 11 時半に至る平均試料につきその成分を示せば第 3 表の如し。

第 3 表 混合瓦斯成分表 (研究所分析)

採集年月日	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	C ₂ H ₄ (%)	CO (%)	CH ₄ (%)	H ₂ (%)	N ₂ (%)	發 熱 量 (K.Cal.)
10. 9. 9.	6.0	1.2	2.6	14.6	15.12	26.21	34.27	2790
" " 10.	6.8	1.0	2.0	16.4	12.55	25.58	35.67	2523
平 均	6.4	1.1	2.3	15.5	13.84	25.89	34.97	2657

尙瓦斯の成分に相當の變化あるが故に同年 8 月中に於ける成分を參考として第 4 表に示す事とせり。

尙瓦斯係にて 9 月 9 日午前 8 時 35 分採集して分析せる混合瓦斯の成分を示せば第 5 表の如し。

..... (5)

第 4 表 混合瓦斯成分表 (瓦斯係分析)

採集年月日	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	C ₂ H ₄ (%)	CO (%)	CH ₄ (%)	H ₂ (%)	N ₂ (%)	發 熱 量 (K. cal.)
10. 8. 5	9.6	1.4	1.2	20.0	6.8	9.9	51.1	1616
" 7	8.0	0.8	1.5	19.7	12.6	16.1	41.3	2306
" 9	8.8	0.2	1.8	20.6	11.7	16.0	40.9	2296
" 13	9.2	0.8	1.6	21.0	10.1	13.5	43.8	2078
" 15	9.8	0.8	1.4	21.0	9.0	12.7	45.3	1935
" 17	8.8	0.4	2.0	20.0	12.4	16.5	39.9	2379
" 21	8.6	1.0	1.4	21.0	8.8	13.1	46.1	1929
" 24	9.0	0.4	1.6	21.0	11.6	16.8	39.6	2292
" 27	8.6	1.0	1.4	20.0	11.0	15.6	42.4	2151
" 29	9.2	1.0	1.2	20.4	10.9	15.5	41.8	2124
" 30	9.2	0.2	1.8	20.2	11.7	16.9	40.0	2307
平 均	8.98	0.73	1.54	20.44	10.60	14.78	42.92	2128

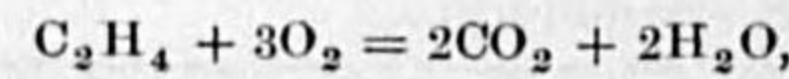
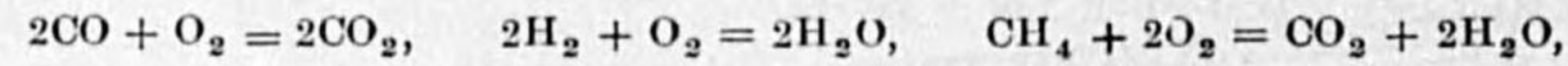
第 5 表 混合瓦斯成分 (瓦斯係分析)

採集年月日	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	C ₂ H ₄ (%)	CO (%)	CH ₄ (%)	H ₂ (%)	N ₂ (%)	發 熱 量 (K. cal.)
10. 9. 9	8.8	0.2	1.8	20.6	11.7	16.0	40.9	2296

試料採集箇所は第 3 表及び第 5 表共に同一箇所なるにその結果に於ては相當の差ある事を知る。後者は短時間の採集なるも前者は 3 時間に亘りての平均試料なるが故に是より考ふれば時々刻々に混合の割合は變化しつゝあるものも考へざるべからず。

(2) 廢 棄 瓦 斯 の 成 分

第 3 表に示せる混合瓦斯の成分表よりして此混合瓦斯が完全に燃焼する爲めに要する空氣量を求めんに、今完全燃焼に際しては



の反應を要す、故に

$$\text{CO に必要なる O}_2 \text{ は } \dots\dots\dots 0.155 \times \frac{1}{2} = 0.0775$$

$$\text{H}_2 \dots\dots\dots 0.1589 \times \frac{1}{2} = 0.0745$$

$$\text{CH}_4 \dots\dots\dots 0.1384 \times 2 = 0.2768$$

$$\text{C}_2\text{H}_4 \dots\dots\dots 0.023 \times 3 = 0.069$$

$$\text{合 計 } \dots\dots\dots = 0.4978$$

然るに混合瓦斯中には 1.1% の O₂ を含む、由て

$$\dots\dots\dots (6) \dots\dots\dots$$

完全燃焼に必要な O₂ の割合は 0.4868

從て $0.4868 \times \frac{100}{21} = 2.32$

即ち 2.32 倍の空氣を必要とす。從て供給せらるゝ混合瓦斯 2352 立方メートルに對しては

$$2352 \times 2.32 = 5457 \text{ (立方メートル)}$$

5457 立方メートルの空氣を必要とす。然るに實測に依るに第 1 表に示す如く毎時 4670 立方メートルの氣空量なり、されど此空氣中には相當の水分を含有す、測定當時の外氣の溫度は 29°C なりしを以て 1 立方メートル中には約 28.74⁽¹⁾ 瓦の水分を含有す。從て

$$18 : 28.74 = 22.4 : x \quad x = 35.8$$

1 立方メートルの空氣中には 35.8 立の水蒸氣を含める割合となる。

故に 4670 立方メートル中の純空氣量は

$$4670 \times (1 - 0.0358) = 4503$$

4503 立方メートルなるが故に燃焼にあつからざる混合瓦斯量は

$$2352 : 5457 = x : 4503 \quad \therefore x = 1942$$

$$\therefore 2352 - 1942 = 410 \text{ (立方メートル)}$$

毎時 410 立方メートルなる。從て完全燃焼せらるゝ混合瓦斯の量は 1942 立方メートルなる可きなり。由て次に此際に於ける廢棄瓦斯量を計算せん。此際燃焼に依りて生ずる CO₂ を始めより存在せる CO₂ 及びその他は

$$\text{CO}_2 \dots\dots\dots 1942 \times \left(\frac{2.3 \times 2}{100} + \frac{15.5}{100} + \frac{13.84}{100} + \frac{6.4}{100} \right) + 410 \times \frac{6.4}{100} = 810$$

$$\text{N}_2 \dots\dots\dots 2352 \times \frac{34.97}{100} + 4503 \times \frac{79}{100} = 4382$$

$$\text{H}_2\text{O} \dots\dots\dots 1942 \times \left(\frac{15.89}{100} + \frac{13.84 \times 2}{100} + \frac{4.6}{100} \right) + 167 = 1102$$

$$\text{H}_2 \dots\dots\dots 410 \times \frac{15.89}{100} = 65$$

$$\text{O}_2 \dots\dots\dots 410 \times \frac{1.1}{100} = 5$$

$$\text{合 計 } \dots\dots\dots = 6364$$

即ち混合瓦斯 2352 立方メートルと所謂空氣 4670 立方メートルの燃焼によりて生ずる廢棄瓦斯量は 6364 立方メートルなる。されど始めより存在せし C₂H₄, CO, CH₄ 等は

$$410 \times \left(\frac{2.3 + 15.5 + 13.84}{100} \right) = 130$$

130 立方メートルなるが故に全廢棄瓦斯は

$$6364 + 130 = 6494$$

6494 立方メートルなる。從て供給瓦斯に對しては

(1) Holborn u. Hennig Ann. & Phys. (4) 26 (1908), 833.

$$6494 \div 2352 = 2.76$$

炉内に生ぜる廢棄瓦斯は約 2.76 倍なる。廢棄瓦斯の分析には H₂O を考慮せざりしが故に上の廢棄瓦斯の各成分より百分率を求め、又炉尻より採集せる廢棄瓦斯の分析結果を合せて示せば第 6 表の如し。

第 6 表 廢 棄 瓦 斯 の 成 分

採集年月日	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	C ₂ H ₄ (%)	CO (%)	CH ₄ (%)	H ₂ (%)	N ₂ (%)
10. 9. 9	9.0	6.0	—	—	—	3.4	81.6
" " "	6.8	9.4	—	—	—	1.1	82.7
" " 10	8.6	8.4	—	—	—	1.1	81.9
" " "	8.6	10.0	—	—	—	1.1	80.3
平 均	8.25	8.45	—	—	—	1.68	81.63
計算より	15.4	0.01	—	—	—	1.24	83.3

茲に廢棄瓦斯の成分として示せる分析の結果は同日に於て 3 時間に亘る 2 回の採集結果なるが故に 3 時間内の平均値を考ふる事を得、又炉尻より採集せる廢棄瓦斯中には CO, C₂H₄, CH₄ 等を含まざるを見れば炉内にて間隙より入り來れる空氣に依りて完全に燃焼せられたるものも考へざる可からず。

(3) 使用瓦斯量と加熱鋼片噸數

昭和 10 年 8 月及び 9 月初めに於ける混合瓦斯の發熱量と加熱鋼片噸數及び毎時の瓦斯量その他を示せば第 7 表の如し。

第 7 表 供 給 瓦 斯 量 と 加 熱 鋼 片 噸 數 (毎 時)

年 月 日	混合瓦斯の發熱量 (×10 ³ cal)	廢棄瓦斯量 (立方米)	高炉瓦斯量 (立方米)	混合瓦斯量 (立方米)	廢棄瓦斯對高炉瓦斯	全發熱量 (×10 ⁶ cal)	加熱鋼片噸數
10. 8. 5	1616	646	2144	2790	1 : 3.32	4517	4.515
" 7	2306	843	1015	1858	1 : 1.20	4273	7.819
" 9	2296	537	657	1194	1 : 1.22	2744	6.746
" 13	2078	1002	1638	2640	1 : 1.63	5485	5.534
" 15	1935	574	1144	1718	1 : 1.99	3325	5.838
" 17	2379	692	760	1452	1 : 1.10	3454	8.297
" 21	1929	1274	2570	3844	1 : 2.02	7430	6.432
" 24	2292	1445	1770	3215	1 : 1.23	7370	7.332
" 27	2151						7.612
" 29	2124	1536	2351	3887	1 : 1.53	8255	6.876
" 30	2307	1694	2036	3730	1 : 1.20	8615	7.138
9. 9	2790	1485	952	2437	1 : 0.64	6800	
" 10	2523	1186	1081	2267	1 : 0.91	5725	
平 均	2194	1076	1509	2587	1 : 1.40	5685	6.730

茲に示せる 8 月中の混合瓦斯の發熱量及び廢棄瓦斯量は瓦斯係の報告に依れるものなり。今廢棄及び高炉瓦斯の發熱量を前の如く夫々 4000 及び 900 カロリーとすれば、8 月 5 日の分に於て廢棄瓦斯の割合を x とすれば高炉瓦斯の割合は (1-x) となる。依て發熱量につき前の如くして

$$x = 0.231$$

此 0.231 は即ち 646 立方米なるを以て混合瓦斯量は

$$646 \div 0.231 = 2790 \text{ (立方米)}$$

2790 立方米となる。従て高炉瓦斯は

$$2790 - 646 = 2144 \text{ (立方米)}$$

2144 立方米となる。同様の計算に従ひ高炉瓦斯及び混合瓦斯の毎時の供給量を計算し上表に列記する事とせり。尙表末に示せる加熱鋼片噸數は單なる加熱噸數にして毎時の壓延噸數にはあらざるなり。又上表に示せる全發熱量は混合瓦斯が完全燃焼せる場合の毎時の炉中に與ふる全熱量にして果して全部完全に燃焼せられたるか否かは自から別問題なりとす。上表に依れば廢棄瓦斯 1 に對し高炉瓦斯 1.40 の割合なる事を知る。又第 7 表の結果より見れば發熱量 2194 × 10³ カロリーの混合瓦斯は加熱鋼片 1 噸に對しては

$$2587 \div 6.730 = 383 \text{ (立方米)}$$

約 383 立方米を要しつゝある結果となる。又 8 月中に於ける鋼片噸當りに要する熱量は 850 × 10⁶ カロリーとなる。

(4) 炉尻より浸入する空氣量

計算より得たる廢棄瓦斯の成分は炉尻即ち煙突への降下口より採集せる廢棄瓦斯の成分とは相當の差あるを知る。是炉尻より吸入せらるゝ過分の空氣量あるが爲めと考へざるべからず、由て第 6 表に示せる成分の割合よりして此浸入空氣量を計算せん。廢棄瓦斯中に存する CO₂ は分析に依れば 8.25 % なり。然るに計算上よりしては 15.4 % にして毎時の廢棄瓦斯中に存する量は 810 立方米なり。由て此 15.4 % が 8.25 % となるに於ては計算上よりの各成分は次の如くならざるべからず。

$$\begin{array}{cccc} \text{CO}_2 (\%) & \text{O}_2 (\%) & \text{H}_2 (\%) & \text{N}_2 (\%) \\ 8.25 & + & 0.01 & + & 0.66 & + & 44.7 & = & 53.62 (\%) \end{array}$$

此 53.62 % は即ち廢棄瓦斯より H₂O を除きたる 5262 立方米ならざるべからざるが故に炉尻より空氣の浸入せる廢棄瓦斯にして H₂O を含まざる量は

$$x = 5262 \times \frac{100}{53.62} = 9820$$

9820 立方米なる。由て浸入せる純空氣量は

$$9820 - 5262 = 4558 \text{ (立方米)}$$

即ち 4558 立方米なる。此外に空氣中に含有する水蒸氣を見るに、

$$4558 \times 0.0358 = 163 \text{ (立方米)}$$

由て全水蒸氣の量は

$$1102 + 163 = 1265 \text{ (立方米)}$$

而して C_2H_4 , CO , CH_4 等の殘分を考慮すれば 130 立方米なるが故に廢棄瓦斯として煙道へ送らるゝ全量は

$$130 + 9820 + 1265 = 11215$$

11215 立方米となり可なり増大を見る。從て供給瓦斯量に對しては

$$11215 \div 2352 = 4.77 \text{ (倍)}$$

約 4.8 倍となり全廢棄瓦斯の約

$$4721 \div 11215 \times 100 = 42.0 \text{ (\%)}$$

42 % の浸入空氣量なる。尙此浸入空氣量 4558 立方米よりの O_2 及び N_2 を計算し廢棄瓦斯の成分及び容積を第 8 表に示す事とせり。

第 8 表 全廢棄瓦斯の成分及び容積 (毎時)

成分 容積と%	CO_2	O_2	C_2H_4	CO	CH_4	H_2	N_2	H_2O	合 計
立 方 米	810	962	9	64	57	65	7983	1265	11215
%	7.23	8.58	0.08	0.57	0.51	0.58	71.17	11.28	100

5. 熱 量

(1) 鋼片が持ち去る熱量

第 2 表に示せる炉出鋼片の平均温度は $1250^\circ C$ なり。鋼片の始めの温度を 30° とすれば 1249° に於ける鋼片 1 瓦の含有熱量は 203.073 カロリー、又 30° の含有熱量は 3.33 カロリーなるが故に鋼片 1 瓦が 30° より 1249° 迄加熱せらるゝ爲めには 199.743 カロリーを要す。又 9 月 9 日及び 10 日の午前 8 時半より 11 時半に至る測定中に於て實作業 1 時間の平均加熱聴数は夫々 10.833 及び 9.208 なり。由て平均毎時 10.021 聴を 1249° 迄加熱するに要する熱量は

$$199.743 \times 10.021 \times 10^6 = 2001.7 \times 10^6 \text{ (カロリー)}$$

(1) 海野、八幡製鉄所研究所研究報告、13 (1934) No. 2; Sci. Report. 23 (1935), 665.
 (2) 海野、八幡製鉄所研究所研究報告、5 (1926) No. 2; Sci. Report. 14 (1926), 331.

然るに第 3 表に示す如く混合瓦斯の平均發熱量は 2657×10^3 カロリーなり。而して實際燃焼にあづかれる瓦斯は毎時 1942 立方米なるが故に炉内に供給せられたる全熱量は

$$2657 \times 1942 \times 10^3 = 5159.9 \times 10^6 \text{ (カロリー)}$$

從て供給熱量に對して鋼片の持ち去る熱量は

$$2001.7 \div 5159.9 \times 100 = 38.8 \text{ \%}$$

38.8 % なる。即ち故障なく連續作業を行ひたる際は 38.8 % なる。

以上は實作業中の加熱聴数を採算せるものなるが 8 月中に於て供給瓦斯量に對する加熱聴数の關係よりして、加熱鋼片が持ち去る熱量は供給熱量の幾%に相當するかを算出せん。第 7 表に示せる如く平均の加熱聴数は毎時 6.730 聴なる。炉その他の故障を含みたる平均の値なり、依て此際の所要加熱の全熱量は

$$6.730 \times 199.743 \times 10^6 = 1344.3 \times 10^6 \text{ (カロリー)}$$

故に同表に示せる全發熱量 5685×10^6 カロリーに對しては

$$1344.3 \div 5685 \times 100 = 23.65 \text{ \%}$$

その 23.65 % の熱量を鋼片が吸収する事なる。故障の爲めに壓延を短時間中止せる場合に於てその間供給せらるゝ熱量をも含める平均値なるが故に此故障等を平均すれば 38.8 % より減じて 23.65 % なるを知る。

(2) 廢棄瓦斯が持ち去る熱量

廢棄瓦斯 1 立方米の比熱を求むる事第 9 表の如し。茲に示せる成分は第 8 表に依れ

第 9 表 廢棄瓦斯の比熱

廢棄瓦斯の組成	容 積 (%)	1 立方米中の重量 ⁽¹⁾ (瓦)	恒 壓 比 熱	熱 量 (カロリ-)
CO_2	7.23	$72.3 \times 1.9768 = 143.0$	0.2355	33.7
O_2	8.58	$85.8 \times 1.4291^{(2)} = 123.0$	0.2221 ⁽⁷⁾	27.3
C_2H_4	0.08	$0.8 \times 0.12604^{(3)} = 0.1$	0.404 ⁽⁸⁾	0.0
CO	0.57	$5.7 \times 1.2504 = 7.1$	0.2538	1.8
CH_4	0.51	$5.1 \times 0.07168^{(4)} = 0.4$	1.020	0.4
H_2	0.58	$5.8 \times 0.08987^{(5)} = 0.5$	3.635 ⁽⁹⁾	1.8
N_2	71.17	$711.7 \times 1.2507 = 890.0$	0.2538	226.0
H_2O	11.28	$112.8 \times 0.02874^{(6)} = 3.2$	0.5268 ⁽¹⁰⁾	1.7
合 計	100			292.7 = 293

(1) Landolt-Börnstein. (2) P. A. Guye, chem. News, (1906). (3) Batuecas, Helv. chim. Acta, 5 (1922), 544. (4) Bauwe u. Perrot, Jour. chem. Phys., 7 (1907), 370. (5) Marley, Zeits. Phys. ch., 20 (1896), 271. (6) L. Holborn u. Hennig, Ann. & Phys., (4) 26 (1908), 833. (7) L. Holborn u. L. Austin, Berl. Sitzber., (1905), 175; Wiss. Abh. P-T. R., 4 (1905), 131. (8) S. Rassana, chim., (3) 36 (1894), 5; 70; 130. (9) (10) Partington & Shilling, The Specific Heat of Gases, (1924), 208.

るものなり。

又 9, 10 兩日の炉底の平均温度は

$$(700 + 521) \div 2 = 611$$

611° にして廢棄瓦斯の全容積は前述せる如く毎時 11215 立方メートルなり。由て廢棄瓦斯が持ち去る全熱量は

$$11215 \times 293 \times 611 = 2007.8 \times 10^6 \text{ (カロリー)}$$

従て供給熱量に對しては

$$2007.8 \times 10^6 \div 5159.9 \times 10^6 \times 100 = 38.9 \%$$

38.9% なる。以上は故障なく連続壓延をなし得たる際の廢棄瓦斯が持ち去る熱量なるが實際は常に大小の故障ありて連続作業を行ふ事を得ず、依て平均して廢棄瓦斯が持ち去る熱量を算出せん。第 7 表に示せる如く毎時の供給熱量は 5685×10^6 カロリーにしてその全容積は毎時 2587 立方メートルなり。而して故障等の爲め壓延休止の際は廢棄瓦斯の温度は著しく上昇するものなるを以て、廢棄瓦斯の平均温度としては第 2 表に示せる高温の場合の 700° を採り、且つその容積は供給瓦斯量に比例すせば平均の廢棄瓦斯量は次の式より求むる事を得。

$$2352 : 11215 = 2587 : x \quad \therefore x = 12335.5$$

故に廢棄瓦斯が毎時持ち去る全熱量の平均は

$$293 \times 12335.5 \times 700 = 2530 \times 10^6 \text{ (カロリー)}$$

茲にその比熱としては第 9 表の値を採用せり。従つて供給熱量に對しては

$$2530 \div 5685 \times 100 = 44.51 \%$$

その 44.51% を持ち去る事なる。

(3) 熱 量 配 布

故障なく連続壓延をなしたる際に於ては鋼片及び廢棄瓦斯の持ち去る熱量は供給熱量に對して夫々 38.8 及び 38.9% なるが故に輻射及び傳導に依りて失はるゝ熱量は

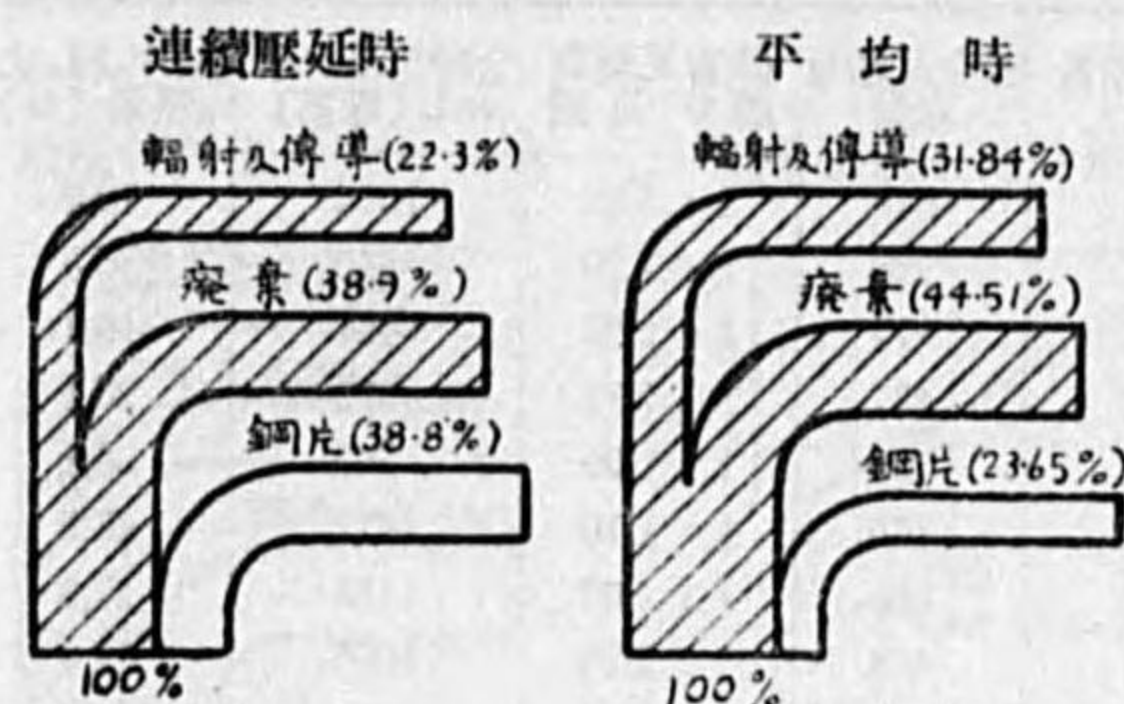
$$100 - (38.8 + 38.9) = 22.3 \%$$

22.3% なる。されど故障の爲め壓延休止時間等を考慮に入れて平均し供給熱量對加熱聽数を考ふれば、鋼片及び廢棄瓦斯の持ち去る全熱量は夫々 23.65 及び 44.51% なるを以て炉周よりの輻射及び傳導等に由りて失はるゝ熱量は

$$100 - (23.65 + 44.51) = 31.84 \%$$

31.84% なる。即ち壓延休止の際に於ては自然炉中の温度は高まり廢棄瓦斯の温度は上

第 4 圖



第 10 表 熱 量 配 布

状 況	鋼 片 (%)	廢 瓦 斯 (%)	輻 射 其 他 (%)	合 計
實 作 業 中	38.8	38.9	22.3	100
平 均 時	23.65	44.51	31.84	100

昇し、炉壁より失はるゝ熱量は増加すべきものにして連続壓延中に於ては鋼片は絶えず炉中に運ばるゝ結果、その吸収熱量は増加し炉壁及び廢棄瓦斯の持ち去る熱量は自然減少すべきなり。従て鋼片の持ち去る熱量は 38.8% より 23.65% の間を往來し廢棄瓦斯の持ち去る熱量及び炉壁等より失はるゝ熱量は反對に 38.9% より 44.51% へ、又 22.3% より 31.84% の間を往來しつゝある事を知る。今此割合を圖示すれば第 4 圖の如く是等を集むる事第 10 表の如し。

6. 熱 經 濟 的 考 察

(1) 實績上の最高熱能率

毎時の供給瓦斯量に加熱聽数の表第 7 表よりして加熱鋼片聽當りの熱量その他を考ふるに 8 月 5 日にありては聽當りの熱量は

$$4517 \times 10^6 \div 4.515 = 1002 \times 10^6 \text{ (カロリー)}$$

1002×10^6 カロリーにして聽當りの混合瓦斯量は

$$2790 \div 4.515 = 617.5 \text{ (立方メートル)}$$

617.5 立方メートルなり。又鋼片 1 瓦を 1250°C に加熱するに要する實際の熱量は 199.743 カロリーなるを以て此際鋼片 1 聽が持ち去る熱量は供給熱量に對して

$$199.743 \div 1002 \times 100 = 19.9 \%$$

その 19.9% を持ち去る事なる、同様の計算に従ひて鋼片 1 聽が持ち去る熱量を求めて示せば第 11 表の如し。

此表を通覽するに鋼片の持ち去る熱量は平均して 23.46% となり先の値 23.65% に相近きを知る。尙又 8 月 9 日及び 17 日の毎時の加熱聽数は夫々 6.746 及び 8.297 聽にして鋼片の持ち去る熱量は供給熱量に對して夫々 49.1 及び 47.9% となり他の場合に比して加熱能力優秀なるを知る。その他の能力低きは種々の事情存すべけんも最も効果なる加熱としては此兩日を擧げざるべからざるなり。今 8 月 9 日の場合を見るに加熱聽数は略その平均値に等しく又 17 日の加熱聽数はその平均値 6.730 聽を遙かに超過して毎時 8.297

第 11 表 供給熱量と加熱鋼片の熱量

年月日	混合瓦斯の發熱量 (×10 ⁶ cal.)	廢炭瓦斯量 (適當)	高炉瓦斯量 (適當)	混合瓦斯量 (適當)	廢炭瓦斯對高炉瓦斯	全發熱量×10 ⁶ cal. (適當)	鋼片の持ち去る熱量 (%)
10. 8. 5	1616	143	475	618	1 : 3.32	1002	19.9
" 7	2306	108	130	238	1 : 1.20	546	36.5
" 9	2296	80	97	177	1 : 1.22	407	49.1
" 13	2078	181	296	477	1 : 1.63	993	20.1
" 15	1935	98	196	294	1 : 1.99	569	35.1
" 17	2379	83	92	175	1 : 1.10	417	47.9
" 21	1929	198	400	598	1 : 2.02	1155	17.3
" 24	2292	197	241	438	1 : 1.23	1005	19.9
" 29	2124	223	342	565	1 : 1.53	1201	16.6
" 30	2307	237	285	522	1 : 1.20	1206	16.6
平均	2194	155	265	420	1 : 1.70	850	23.46

應を示せり。依て 8 月 9 日及び 17 日の場合につき熱量配布即ち最高熱能率の場合を計算せん。9 日の供給混合瓦斯量は毎時 1194 立方メートルなるが故に夫れより生ずる全廢炭瓦斯量は

$$1194 : 2352 = x : 11215 \quad \therefore x = 5693 \text{ (立方メートル)}$$

又此際の供給瓦斯量は他の場合より小なるを以て實測せる場合の溫度中第 2 表の値 521° を採り、その比熱を前の場合の如く 293 カロリーとすれば、5693 立方メートルの廢炭瓦斯が持ち去る熱量は

$$5693 \times 293 \times 521 = 869.1 \times 10^6 \text{ (カロリー)}$$

869.1 × 10⁶ カロリーとなる。由て供給全熱量に對しては

$$869.1 \div 2744 \times 100 = 31.6 \%$$

その 31.6 % を持ち去る事となる。從て此際の輻射及び傳導に依りて失ふ熱量は

$$100 - (49.1 + 31.6) = 19.3 \%$$

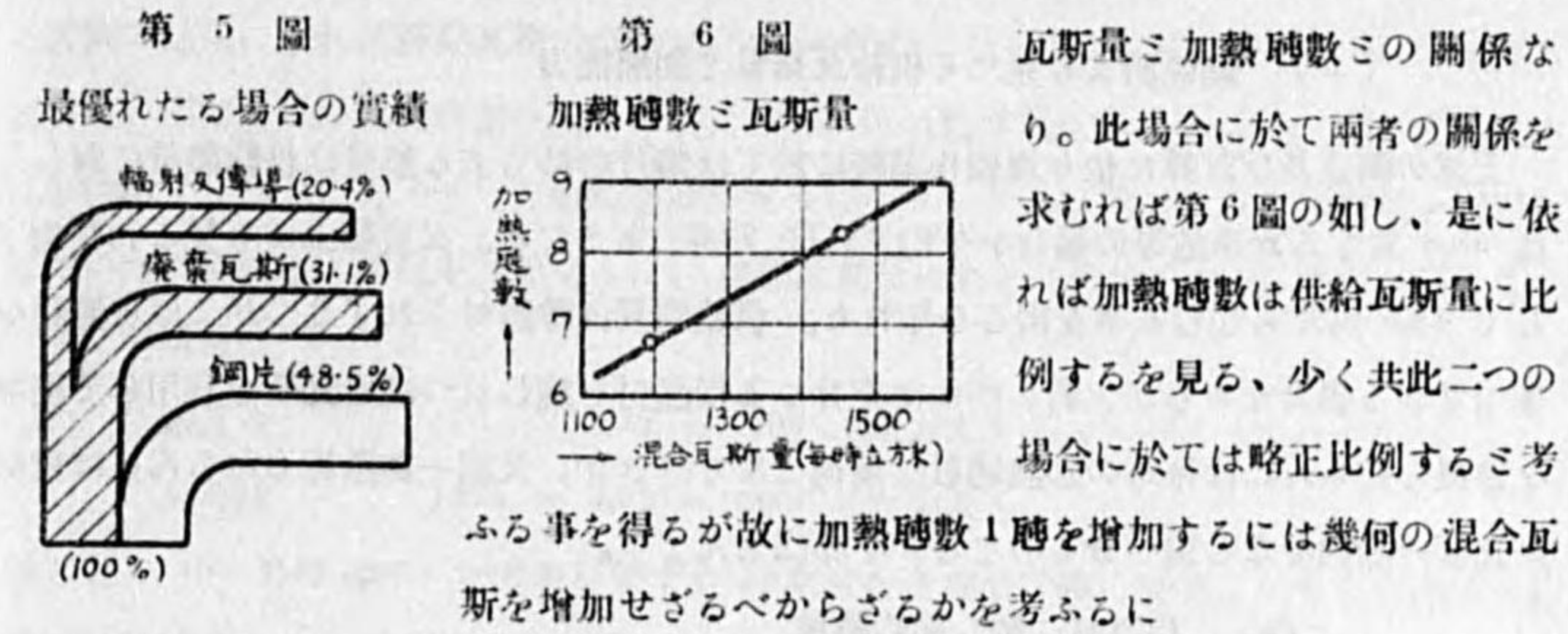
19.3 % となる。同様にして 17 日の場合につき計算せる結果を併せて第 12 表に示せり。

第 12 表 熱量配布 (最優秀なる場合)

年月日	混合瓦斯の發熱量 (×10 ⁶ cal.)	混合瓦斯量 (適當) (立方メートル)	混合瓦斯量 (每時) (立方メートル)	廢炭瓦斯對高炉瓦斯	鋼片の持ち去る熱量 (%)	輻射及傳導 (%)	廢炭瓦斯 (%)	全熱量 (%)
10. 8. 9	2296	177	1194	1 : 1.22	49.1	19.3	31.6	100
" 17	2379	175	1452	1 : 1.10	47.9	21.5	30.6	100
平均	2338	176	1323	1 : 1.16	48.5	20.4	31.1	100

此實績上の結果に依れば混合瓦斯の發熱量 2338 × 10⁶ カロリーにして毎時の供給瓦斯量は 1323 立方メートル内外を最も有効なりとす。此際に於てはその熱能率は優に 48.5 % と

なす事を得べし。此際の熱量配布を示せば第 5 圖の如し。尙此際注意すべきは毎時の供給



$$1500 \div 8.55 = 175 \text{ (立方メートル)}$$

175 立方メートルとなる。即ち第 6 圖上の二點の前後附近迄の應數即ち毎時 6 應乃至 9 應の加熱鋼片を得る範圍内に於ては、加熱鋼片 1 應の増加に對して供給瓦斯量は約 175 立方メートルを増加すれば足る事となる。即ち此割合にて加熱鋼片の増加をなし得べき事を知るなり。

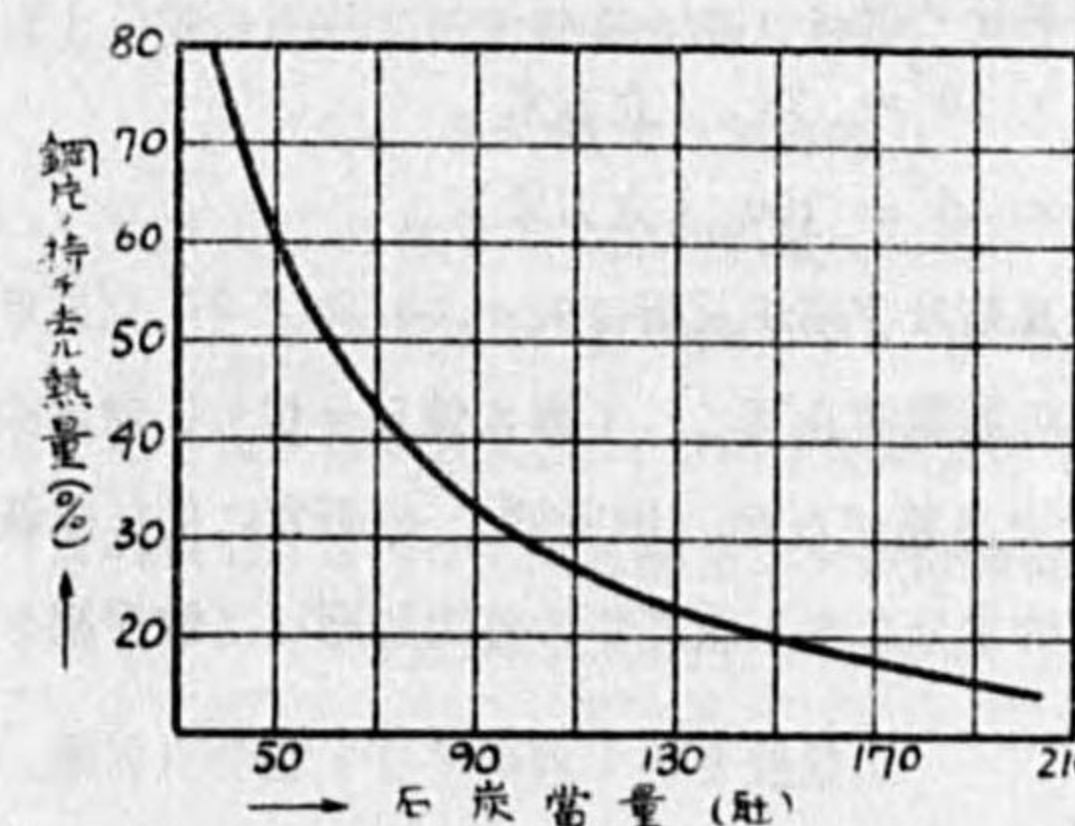
次に以上の 48.5 % の熱能率は若し石炭を直接燃焼せしめたる際は石炭幾何に相當するかを計算せん。今此石炭量を x とすれば次の等式を得。石炭の發熱量を 6700 カロリーとすれば

$$x = \frac{199.743 \times 100}{6700 \times 48.5} = 0.059 \text{ (應)}$$

$$\therefore e \quad x \text{ (能率)} = \frac{199.743 \times 100}{6700}$$

此鋼片の持ち去る熱量即ち % と石炭當量との關係を求むれば第 7 圖の如き双曲線の一部を得。由て先の能率の場合の石炭當量を此双曲線より求むれば第 13 表を得。

第 7 圖 熱能率 (%) と其石炭當量



第 13 表 石炭當量

鋼片の持ち去る熱量 (%)	鋼片加熱の適當りの石炭當量 (應)
23.46	0.127
38.8	0.077
48.5	0.059
49.1	0.055

即ち實績に表はれたる最高の熱能率の場合には石炭 55 應に相當する事を知る、されど他の事故等の爲めに

(1) 海野、製鉄所研究所研究報告 10 (1930) No. 4. p. 15.

平均しては 127 疋に相当しつゝあるなり。

(2) 熱經濟より見たる供給瓦斯量と加熱能力

上述の測定及び計算に依り連續作業時に於ては鋼片の持ち去る熱量は供給熱量に對しては 38.8 % なるが事故等の場合を平均すれば 23.65 % となる。又實績上より見るに平均して 48.5 % ならしむる事を得るを知れり。供給空氣は豫熱せられず且つ炉には保温材を使用せざる場合なりしが、若し炉には充分なる保温材を施し且つ廢棄瓦斯を利用して空氣を豫熱したらんには毎時の加熱噸數は幾何なるべきか、又同一加熱能力ならんには幾何の瓦斯の節約をなし得べきものなるかを算出せん。

(a) 保温材に依る節約熱量

熱能率 48.5 % なる場合を採れば此際の輻射及び傳導に依りて失ふ熱量は 20.4 % なり。加熱炉體の大部はシャモット煉瓦なるが故に 300~400°C に於ける熱傳導率は 2.7×10^{-3} なり。然るに硅藻土等よりなる保温材に於ては同溫度に於て約 0.9×10^{-3} なるが故に是等の保温材を適當に使用すれば熱の放散は約 3 分の 1 となる。由て炉壁その他より失ふ熱量 20.4 % は

$$20.4 \div 3 = 6.8 \quad (\%)$$

減じて 6.8 % となる。8 月 9 日及び 17 日の噸當りの供給熱量の平均は第 11 表よりして 412×10^6 カロリーなるを以て此際炉内に残るべき熱量は加熱鋼片噸當り

$$412 \times 10^6 \times \frac{6.8 \times 2}{100} = 56.03 \times 10^6 \quad (\text{カロリー})$$

又第 7 表に示せる 8 月 9 日及び 17 日の分につきて平均して毎時残留すべき熱量は

$$(2744 + 3454) \div 2 \times \frac{6.8 \times 2 \times 10^6}{100} = 421.46 \times 10^6 \quad (\text{カロリー})$$

而して此場合の毎時の加熱噸數は平均して 7.522 噸となる。是等の熱量に相當する混合瓦斯量の噸當り及び毎時の節約可能なる數量は夫々

$$56.03 \times 10^6 \div 2338 \times 10^3 = 24 \quad (\text{立方米})$$

$$421.46 \times 10^6 \div 2338 \times 10^3 = 180 \quad (\text{立方米})$$

24 及び 180 立方米となる。從て毎時廢炭瓦斯及び高炉瓦斯は夫々 83 及び 97 立方メートルの節約量となる。N. Allen Humphrey⁽²⁾ は熱の放散防止策として耐火煉瓦を包むに尙三段とし最外周には石綿を塗布するを最も有効なりと論ぜるが、田所博士⁽³⁾の研究に依れば鑛滓綿は熱傳導率に於て數百度附近迄は石綿の約半分なるを以て炉の外周包圍には鑛滓綿を以てする方遙かに優れたる方法なりとす。

(1) 田所芳秋、帝國學士院受賞者講演集 (1934), 20.

(2) Blast Furnace & Steel Plant. (1935), 134.

(3) 田所、前掲

(b) 空氣豫熱に依る節約量

實測の結果に依れば廢棄瓦斯の溫度は 521°~700 C なり。依て平均して 611° を採り金屬製の相當なる豫熱回収器を施さば優に 400° の加熱空氣を得らるべし。由て常溫の空氣を供給する代りに此 400° の加熱空氣が與へらるゝものとし第 11 表の實測値を採用し此際炉内に運ばるゝ熱量を計算せんに、供給瓦斯量に對し先の如く 2.32 倍の空氣を要すにせば空氣量は

噸當り $176 \times 2.32 = 408 \quad (\text{立方米})$

又毎時 $1323 \times 2.32 = 3069 \quad (\text{立方米})$

即ち夫々 408 及び 3069 立方米を要す。今水分を考慮せず單に空氣としてその熱量を計算すれば噸當り

$$408 \times 400 \times 0.2419^{(1)} \times 1293^{(2)} = 51.05 \times 10^6 \quad (\text{カロリー})$$

又毎時 $3069 \times 400 \times 0.2419 \times 1293 = 383.97 \times 10^6 \quad (\text{カロリー})$

故に供給熱量に對して噸當り

$$51.05 \div 412 \times 100 = 12.40 \quad (\%)$$

又毎時 $383.97 \div 3099 \times 100 = 12.40 \quad (\%)$

夫々 12% の回收割合となる。從て供給瓦斯量の幾何に相當するかを見るに噸當り及び毎時の瓦斯當量は夫々

$$51.05 \div 2338 \times 10^3 = 22 \quad (\text{立方米})$$

$$383.97 \div 2338 \times 10^3 = 164 \quad (\text{立方米})$$

22 及び 164 立方米となる。從て廢炭瓦斯及び高炉瓦斯は夫々 76 及び 88 立方メートルの節約量となる。

以上是等の節約可能の熱量が鋼片加熱に及ぼす程度を述べん。

(c) 節約熱量と加熱能力

(a) 及び (b) に依りての節約熱量は毎時

$$(421.46 + 383.97) \times 10^6 = 805.43 \times 10^6 \quad (\text{カロリー})$$

由て第 7 表 8 月 9 日及び 17 日の全發熱量の平均は 3099×10^6 カロリーなるを以て更に鋼片が吸収せざるべからざる熱量は全供給熱量に對して

$$805.43 \div 3099 \times 100 = 26.0 \quad (\%)$$

故に鋼片が全體として吸収すべき熱量は

(1) Partington & Shilling, 前掲, Phys., 10 (1912), 332.

(2) Guye, Kovacs, Wourzel, Journ. Chim.

$$26.0 + 48.5 = 74.5 (\%)$$

74.5%となる。従て此際の熱量配布は第 14 表の如くなるべきなり。

第 14 表 熱量配布

熱量配布箇所	鋼片	廢棄瓦斯	輻射及傳導
%	74.5	18.7	6.8

此關係を示せば第 8 圖の如くなる。

次に此節約熱量に相當する瓦斯量は毎時

$$180 + 164 = 344 (\text{立方米})$$

344 立方米となる。今第 7 表に於て 8 月 9 日及び 17 日の毎時

の加熱噸數に所要瓦斯量に於て實際炉中にて幾立方分の瓦斯が鋼片を加熱する事に相當するかを見るに 8 月 9 日の分にありては

$$1194 \times 49.1 \div 100 = 586 (\text{立方米})$$

又 17 日の分にありては

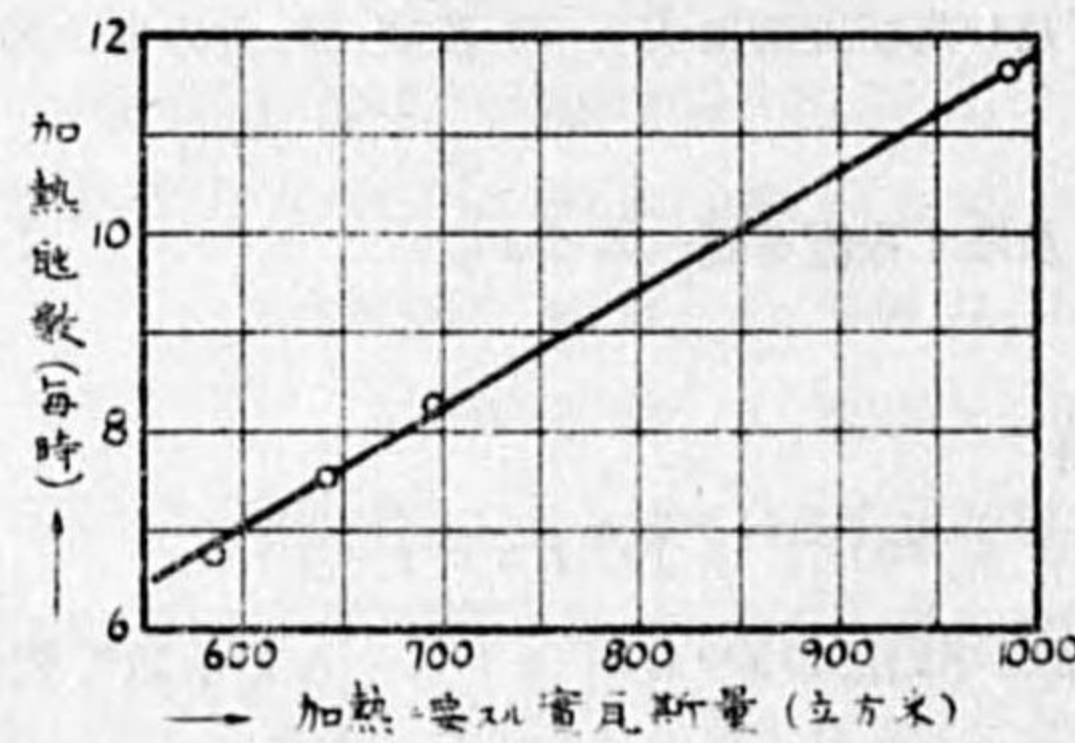
$$1452 \times 47.9 \div 100 = 695 (\text{立方米})$$

即ち夫々 586 及び 695 立方米となる。又平均としては

$$1323 \times 48.5 \div 100 = 641 (\text{立方米})$$

641 立方分の瓦斯量に相當する熱量を鋼片が吸収する割合となる。今是等の瓦斯量に加熱鋼片噸數との關係を求むれば第 9 圖の如し。

第 9 圖 加熱噸數に實瓦斯量



$$x = \frac{7.522 \times 986}{641} = 11.52$$

即ち毎時 11.52 噸の加熱能力となるべきなり。尙又加熱噸數を實際作業の如くならしめんが爲めには茲に節約し得る量は 344 立方分なるを以て毎時の加熱噸數 7.522 噸ならしめんが爲めには

$$1323 - 344 = 979 (\text{立方分})$$

混合瓦斯量は上記の發熱量にて毎時 979 立方分にて足る事となる。以上の 74.5%の熱能率は石炭幾何の熱量に相當するかを第 7 圖より求むれば鋼片噸當り約 40 疋となる。

(3) 節約熱量の經濟的價值

第 7 表に示せる 8 月中の毎時の加熱噸數は平均 6.730 噸にして製品の噸數は 6.071 噸なり。又平均の發熱量は 2194×10^3 カロリーにして毎時の混合瓦斯量は 2587 立方分なるを以て、骸炭瓦斯及び高炉瓦斯の發熱量を夫々 4000×10^3 及び 900×10^3 カロリーとすれば、骸炭及び高炉瓦斯は夫々 1079 及び 1508 立方分となる。今骸炭瓦斯及び高炉瓦斯各々 1 立方分の代價を夫々 0.009 圓 及び 0.0015 圓とすれば毎時の混合瓦斯 2587 立方分の代價は

$$0.009 \times 1079 + 0.0015 \times 1508 = 11.973 (\text{圓})$$

11.973 圓となる。依て製品噸當り

$$11.973 \div 6.071 = 1.983 (\text{圓})$$

1.983 圓の燃料瓦斯代となる。

次に 8 月 9 日及び 17 日の最も好都合なる際につきて計算せんに毎時の加熱噸數は 7.522 噸にして製品は毎時 6.756 噸となる。此際の混合瓦斯量及びその發熱量よりして計算すれば骸炭瓦斯及び高炉瓦斯は夫々毎時 614 及び 709 立方分となるが故に毎時の燃料費は

$$0.009 \times 614 + 0.0015 \times 709 = 6.590 (\text{圓})$$

6.590 圓となる。故に製品噸當りの燃料費は

$$6.590 \div 6.756 = 0.973 (\text{圓})$$

0.973 圓となる。即ち平均としては製品噸當り 1.983 圓なるも作業の實績上噸當り 0.973 圓なる場合ある事を知れり。

更に進みて炉には保温材を使用し廢棄瓦斯より熱の回収を行ひつゝ作業をなせる際に於ては第 13 表第 8 圖に示す如き熱量配布となる。此際に於て燃料費は幾何に低下せらるべきかを計算せんに、上記の毎時の燃料費 6.590 圓は製品 6.756 噸に對してなり、此際の加熱噸數は 7.522 噸なるが故に第 9 圖よりして 74.5%の能率の場合には毎時 11.52 噸の加熱能力を有するが故に製品は約

$$x = \frac{6.756 \times 11.52}{7.522} = 10.360 (\text{噸})$$

10.360 噸となる。由て此際に於ては製品噸當りの燃料費は

$$6.590 \div 10.360 = 0.636 (\text{圓})$$

0.636 圓なるべきなり。即ち瓦斯量を加減し装置の改良に依りては製品聴當り 1.983 圓より減じて 0.636 圓にて作業をなし得る計算なる。

次に加熱能力を平常の如くすれば茲に熱量の過剰を生ず。此熱量は燃料費幾何に相當するかを計算せんに混合瓦斯毎時 344 立方メートルの節約なるが故に平均の熱量より計算すれば骸炭瓦斯及び高炉瓦斯は夫々 159 及び 185 立方メートルなる。依て先の如く計算すれば

$$0.009 \times 159 + 0.0015 \times 185 = 1.709 \text{ (圓)}$$

即ち毎時節約し得る燃料費は 1.709 圓となり 1 箇月間に於ては

$$1.709 \times 30 \times 24 = 1230.48$$

1230.48 圓の節約割合なる。

第 2 章 第一鉄力工場第 4 號加熱炉の熱經濟に就て

1. 測定状況とその目的
2. 結論概要
3. 流量並に温度測定
 - (1) 流量
 - (2) 温度
4. 瓦斯
 - (1) 使用瓦斯の成分
 - (2) 廢棄瓦斯の成分
 - (3) 浸入空氣量
 - (4) 供給瓦斯量と加熱壓延聴數
5. 熱量
 - (1) シートバーに與ふる熱量
 - (2) 廢棄瓦斯の持ち去る熱量及びその配布
6. 經濟的考察
 - (1) 供給瓦斯の經濟價值

1. 測定状況とその目的

鋼材工場に於ける熱經濟の一つとして本所第一鉄力工場第 4 號加熱炉の供給瓦斯及び空氣量を測定して炉内に供給せらるゝ熱量を知り、尙シートバーに與へらるゝ熱量、廢棄瓦斯量よりしてそれが持ち去る熱量を知り熱量の配布關係を追求せんことをものなり。

2. 結論概要

(1) 荒炉、四枚炉、八枚炉へ供給せらるゝ混合瓦斯及び空氣量を測定し又シートバーの炉内外に於ける温度及び廢棄瓦斯の温度、流量を測定してその熱量配布を算出せり。

(2) 荒炉、四枚炉、八枚炉への毎時の供給瓦斯量は夫々 451, 92 及び 97 立方メートルにして

..... (20)

合計 341 立方メートル、又供給空氣量は夫々 227, 109 及び 169 立方メートルにして合計 505 立方メートルなり。

(3) 荒炉前及び煙突への廢棄瓦斯量は毎時夫々 583 及び 1305 立方メートルにして水分を考慮すれば夫々 635 及び 1396 立方メートルなり、元廢棄瓦斯に對し前者は 1.26 倍、後者は 1.95 倍の浸入空氣量なる。

(4) 炉内に於けるシートバーの平均温度は荒炉、四枚炉及び八枚炉に於ては夫々 901°, 846° 及び 885°C にして荒炉前及び煙突の廢棄瓦斯の温度は夫々平均 462° 及び 222° なり。

(5) 測定當日及び 8 月中の供給瓦斯の發熱量は夫々 2296×10^3 及び 2978×10^3 カロリーにして、高炉瓦斯對骸炭瓦斯の割合は夫々 1:0.724 及び 1:2.04 なり。

(6) 加熱壓延聴當りの供給瓦斯の發熱量は連續作業時に於ては 701×10^6 カロリーなるも 8 月中の平均値は 1019×10^6 カロリーなる。

(7) 連續毎時の壓延聴數は 1.129 聴なるも 8 月中の平均毎時は 0.839 聴の加熱壓延なる。

(8) 供給熱量に對しシートバーが持ち去る熱量は荒炉、四枚炉及び八枚炉に於ては夫々 48.25, 40.55 及び 43.20 % となり全體としては 44.75 % なる。

(9) 8 月中に於ける平均毎時の壓延聴數よりすればシートバーが持ち去る熱量は供給瓦斯發熱量の約 29.50 % なる。

(10) 廢棄瓦斯及び輻射傳導等に依りて失はるゝ熱量は夫々 23.20 及び 32.05 % なる。

(11) 實作業中に於ける聴當りの燃料費は 1.473 圓となり、平均聴當りを求むれば 2.241 圓なる。

(12) 供給瓦斯量中その 65.44 % が完全燃焼する故に實熱量の約 58.23 % をシートバーが持ち去る事なる。

3. 流量並に温度測定

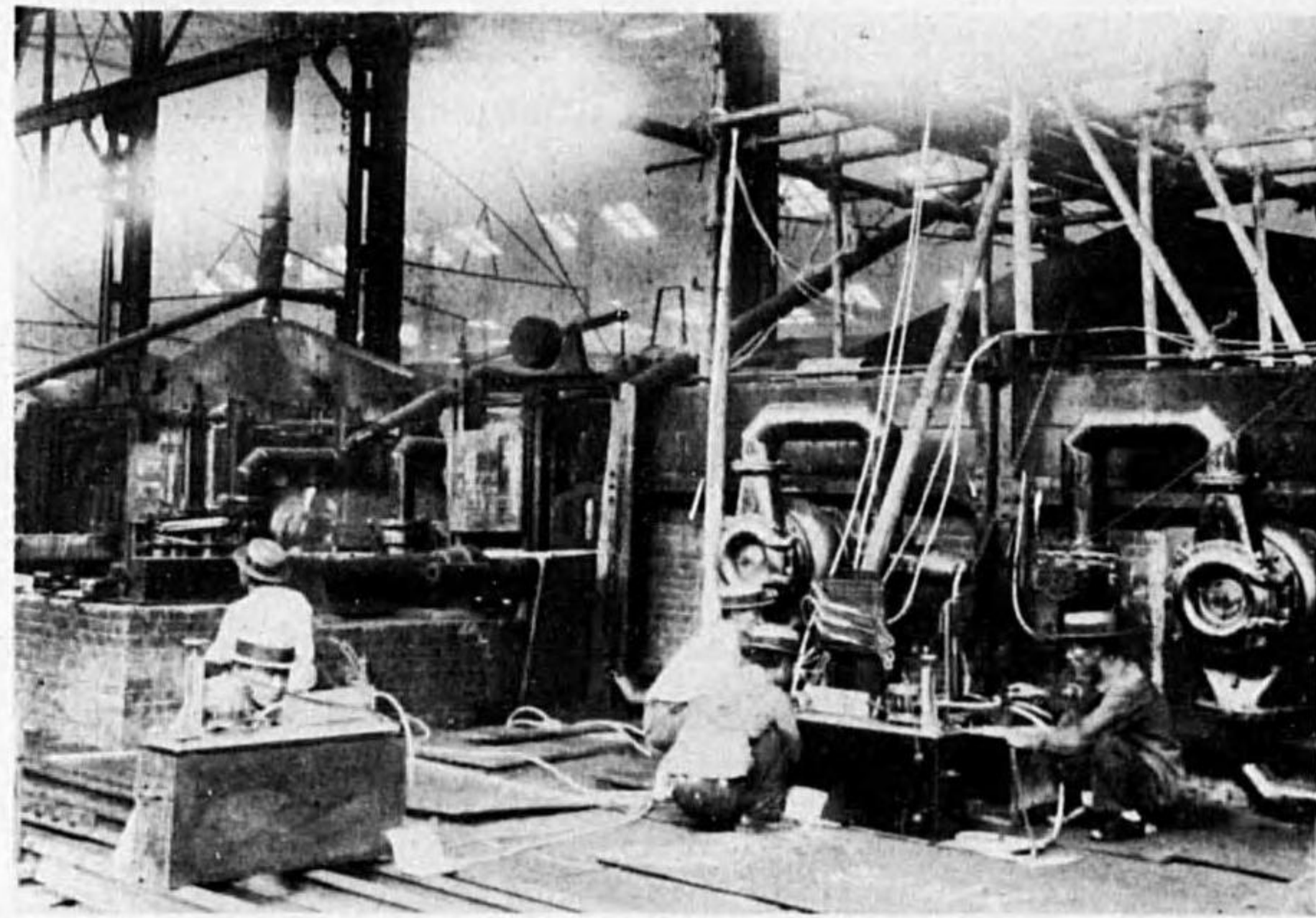
(1) 流量

瓦斯及び空氣量は線材工場加熱炉の場合の如くピットトチューブに依つて測定を行へり。測定時間は昭和 10 年 9 月 13 日及び 14 日の兩日にして前日は午前 10 時 10 分より午後 1 時迄、又 14 日は 10 時 50 分より午後 1 時 50 分に及びその状況を第 1 圖に又測定せる流量は標準狀況下に算出して第 1 表に示す事せり。茲に廢棄瓦斯の「前」「後」を示せるは加熱炉前より直接大氣中に流るゝものを「前」とし、炉底を通過して煙突へ放出せらる

..... (21)

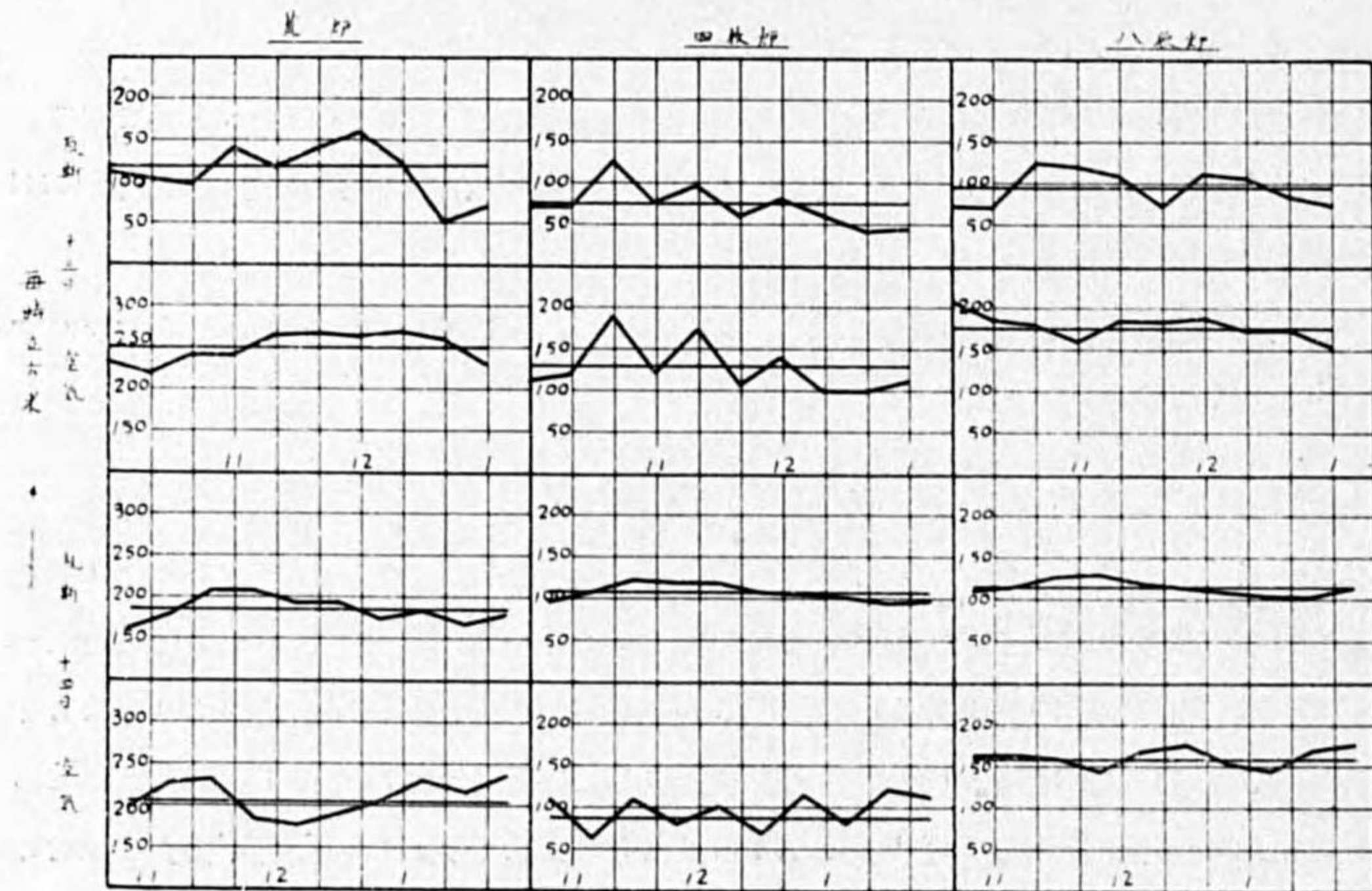
るものを「後」にして表はせり。

第 1 圖



加熱炉の略圖を第 3 圖に而して尙測定中流量が時間に依りての變化を第 2 圖に示せり。

第 2 圖 第一鉄力工場第四號加熱炉の流量



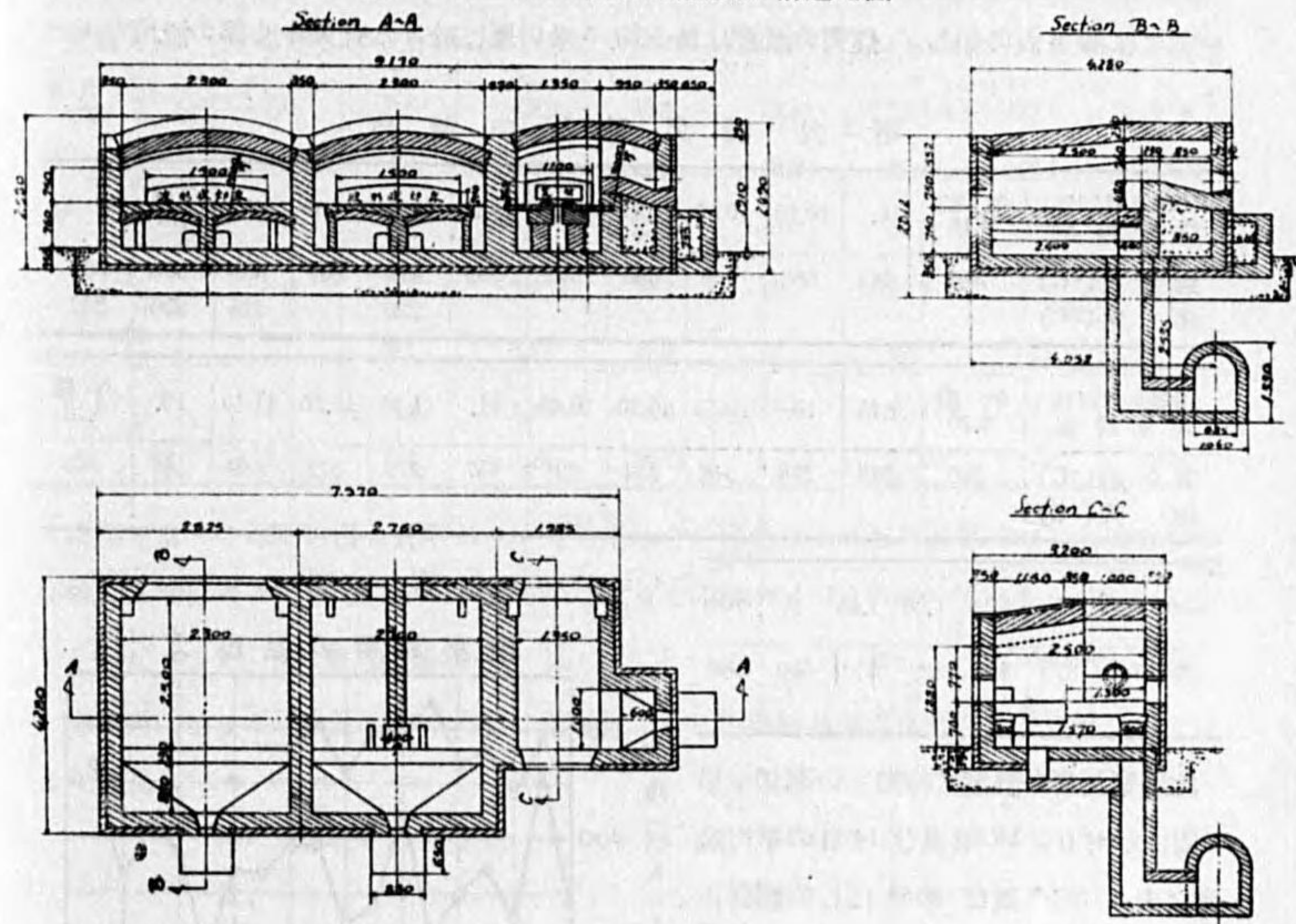
..... (22)

鋼材工場に於ける熱經濟の數例に就て

第 1 表 第一鉄力工場第 4 號加熱炉の流量 (毎時立方米)

流量の種類	測定年月日	荒 炉	四 枚 炉	八 枚 炉	合 計
混合瓦斯	10. 9. 13	119	75	76	270
	" 14	186	108	117	411
平 均		151	92	97	341
空 氣	" 13	251	130	176	557
	" 14	203	88	161	452
平 均		227	109	169	505
廢棄瓦斯(前)	" 13				583
	" 14				583
平 均					583
廢棄瓦斯(後)	" 13				1310
	" 14				1300
平 均					1305

第 3 圖 第一鉄力工場加熱炉構造之圖



(2) 溫 度

炉内外に於けるシートバーの溫度は光學高溫計に依り又廢棄瓦斯は卑金屬熱電對に依れる事は線材工場の場合全く同一なり。炉内外に於ける試料の實測溫度を示せば第 2 表の

..... (23)

第 2 表 シートバーの温度 (°C)

測定年月日	荒炉内	荒炉外	四枚炉内	八枚炉内
10年9月13日				
午前 10	885	825	850	880
11	880		825	880
12	905		800	880
14日 午前 9	915	850	870	905
10	900		820	875
11	910	820	870	空炉935
12	910	840	870	860
午後 1	900	840	850	900
2	900	825	860	900
平均	901	833	846	885

如し。
此結果に依れば荒炉の内外に於ける温度差即ち平均 68° は即ち 833° に於けるエミツシビチーより來れる温度差にして、從て此際のエミツシビチーは約 0.36 となる。而して荒炉内にては 901°, 四枚炉及び八枚炉内にては夫々平均 846° 及び 885° となり炉内に

於けるシートバーの温度は殆んど變化なきを知る。

次に荒炉前に於ける廢棄瓦斯並に各炉の底下を通過して煙突へ放出せらるる瓦斯の温度を示せば第 3 表の如し。煙突の温度は地上約 5 米の所に於ける煙突中心部の温度なりす。

第 3 表 廢棄瓦斯の温度

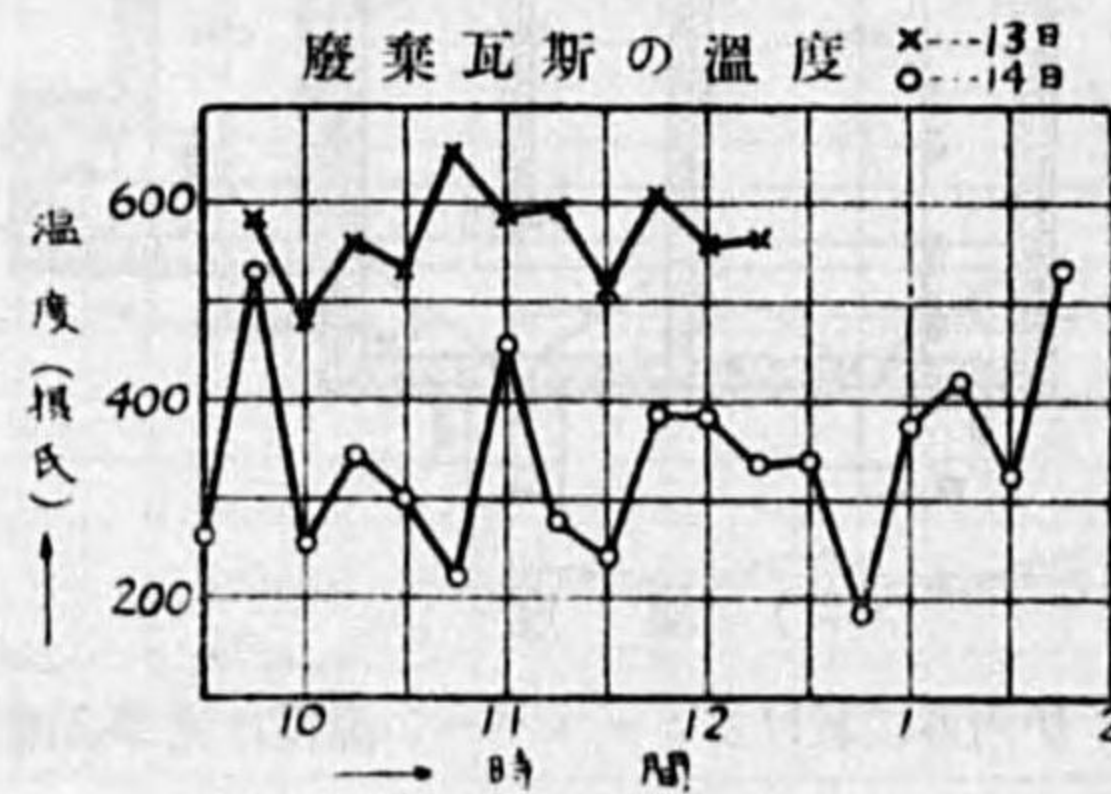
10年9月13日 測定時刻	午前 9.45	10.	10.15	10.30	10.45	11.	11.15	11.30	11.45	12.	午後 0.15	平均
荒炉前(°C)	585	483	563	539	655	592	599	515	609	559	565	569
煙突(°C)								220		225	220	222

10年9月14日 測定時刻	午前 9.30	9.45	10.	10.15	10.30	10.45	11.	11.15	11.30	11.45	12.	午後 0.15
荒炉前(°C)	265	533	255	348	304	221	457	279	242	389	385	335
煙突(°C)												

0.30	0.45	1.	1.15	1.30	1.45	2.	平均
340	184	375	420	323	532	559	355

此廢棄瓦斯の温度と時間との關係を第 4 圖に示せり。13 日及び 14 日の平均温度は夫々 569° 及び 355° にして煙突の温度は低く 222° を示す。是れより測定位置迄の距離より來れる當然の結果なり。

第 4 圖



4. 瓦 斯

(1) 使用瓦斯の成分

使用瓦斯は高炉瓦斯及び骸炭瓦斯の混合にして測定當日約 3 時間に亘りての平均成分を示せば第 4 表の如し。

第 4 表 混合瓦斯成分表 (研究所分析)

採集年月日	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	C ₂ H ₄ (%)	CO(%)	CH ₄ (%)	H ₂ (%)	N ₂ (%)	發熱量 (×10 ⁶ cal.)
10. 9. 13	7.8	0.4	1.2	18.2	10.71	19.99	41.70	2170
14	7.2	1.2	2.0	16.4	11.71	24.40	37.09	2421
平均	7.5	0.8	1.6	17.3	11.21	22.20	39.40	2296

尙同年 8 月中に於ける同瓦斯の成分を參考として第 5 表に示せり。

第 5 表 混合瓦斯成分表 (瓦斯係分析)

採集月日	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	C ₂ H ₄ (%)	CO(%)	CH ₄ (%)	H ₂ (%)	N ₂ (%)	發熱量 (×10 ⁶ cal.)
8月2日								
午前 8. 35	8.0	0.6	2.8	15.4	16.1	23.4	33.7	2848
" 21. 8. 0	6.6	0.4	3.0	14.5	18.9	27.2	29.4	3187
" 24. 8. 20	7.6	0.4	2.6	17.4	16.6	24.5	30.9	2952
" 27. 8. 05	6.0	0.3	2.7	16.2	18.7	24.9	31.2	3119
" 29. 8. 10	7.7	0.1	2.5	16.0	17.7	25.8	30.2	3023
" 31. 8. 15	8.2	0.4	2.2	18.0	15.0	21.8	34.4	2706
平均	7.35	0.4	2.63	16.42	17.17	24.60	31.63	2978

尙測定當日の毎時の混合瓦斯量 341 立方米中その發熱量よりして計算すれば高炉瓦斯及び骸炭瓦斯は夫々 198 及び 143 立方米となりその割合は 1 : 0.724 となる。

(2) 廢棄瓦斯の成分

第 4 表に示せる混合瓦斯の平均値と送風量よりして供給瓦斯の幾割が完全燃焼しつゝあるかを見るに

$$\begin{aligned}
 \text{CO に必要なる O}_2 \text{ は } & \dots\dots\dots 0.173 \times \frac{1}{2} = 0.0865 \\
 \text{H}_2 \text{ } & \dots\dots\dots 0.222 \times \frac{1}{2} = 0.111 \\
 \text{CH}_4 \text{ } & \dots\dots\dots 0.1121 \times 2 = 0.2242 \\
 \text{C}_2\text{H}_4 \text{ } & \dots\dots\dots 0.016 \times 3 = 0.048 \\
 \text{合計 } & \dots\dots\dots = 0.4697
 \end{aligned}$$

然るに始めより存在する O₂ は 0.8 %なるを以て 0.008

完全燃焼に必要な O₂ の割合は = 0.4617

従て混合瓦斯 1 立方メートルに對して要する純空氣量は

$$0.4617 \times \frac{100}{21} = 2.195$$

約 2.2 倍なる。然るに第 1 表よりして毎時の送風量は平均 505 立方メートルなり。由て外氣の溫度は約 25° なりしを以て 1 立方メートル中に含有せらるゝ水分は 23.034 瓦なり。故にその容積は

$$x = \frac{23.034 \times 22.4}{18} = 28.7$$

28.7 立なるが故に 505 立方メートル中純空氣量は

$$505 \times (1 - 0.0287) = 490 \text{ (立方メートル)}$$

490 立方メートルに含有せる水蒸氣は 15 立方メートルに於て約 2.97 % の水蒸氣を含む割合なる。故に完全燃焼にあづからざる瓦斯量は

$$341 - (490 \div 2.195) = 118 \text{ (立方メートル)}$$

118 立方メートルに供給瓦斯量に對しては約

$$100 - (118 \div 341 \times 100) = 65.44 \text{ (\%)}$$

65.44 % が完全燃焼をなしつゝある事なる。即ち 341 立方メートル中 223 立方メートルは燃焼し 118 立方メートルは燃焼せざる事なる。

次に此際の廢棄瓦斯量を求むるに

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 \text{ は } & \dots\dots\dots 223 \times \left(\frac{3.2}{100} + \frac{17.3}{100} + \frac{11.21}{100} + \frac{7.5}{100} \right) + 118 \times \frac{7.5}{100} = 96 \\ \text{N}_2 \text{ は } & \dots\dots\dots 341 \times \frac{39.4}{100} + 490 \times \frac{79}{100} = 522 \\ \text{H}_2\text{O} \text{ は } & \dots\dots\dots 223 \times \left(\frac{22.2}{100} + \frac{22.42}{100} + \frac{3.2}{100} \right) + 15 = 122 \\ \text{H}_2 \text{ は } & \dots\dots\dots 118 \times \frac{22.2}{100} = 26 \\ \text{O}_2 \text{ は } & \dots\dots\dots 118 \times \frac{0.8}{100} = 1 \\ \text{合計} & \dots\dots\dots = 767 \end{aligned}$$

尙此外に C₂H₄, CO, CH₄ 等の燃焼にあづからざる量は

$$118 \times \left(\frac{1.6}{100} + \frac{17.3}{100} + \frac{11.21}{100} \right) = 36$$

故に混合瓦斯 341 立方メートルに所謂空氣 505 立方メートルの燃焼によりて生ずべき廢棄瓦斯量は約 803 立方メートルに元瓦斯の約 2.35 倍なる。由て是より廢棄瓦斯の百分率を求め又廢棄瓦斯の分析表を併せて第 6 表に示せり。

茲に廢棄瓦斯の成分を以て示せる分析の結果は是等の日に於て 1 時間半宛の平均の採集

第 6 表 廢棄瓦斯の成分 (研究所分析) に計算値

年月日	位置	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	C ₂ H ₄ (%)	CO(%)	CH ₄ (%)	H ₂ (%)	N ₂ (%)
10. 9. 13	炉前	3.6	14.8	—	—	—	0.54	81.06
" "	"	3.8	14.8	—	0.4	—	0.54	80.46
" 14	"	3.0	15.6	—	—	—	1.09	80.31
" "	"	3.4	15.6	—	—	—	0.54	80.46
平均	"	3.45	15.20	—	0.1	—	0.68	80.57
10. 9. 13	煙突	2.0	17.2	—	—	—	—	80.80
" "	"	2.2	17.4	—	—	—	—	80.40
" 14	"	3.3	15.5	—	—	—	1.08	80.12
" "	"	3.0	15.2	—	—	—	1.09	80.71
平均	"	2.62	16.33	—	—	—	0.54	80.51
平均	炉前及煙突	3.04	15.76		0.05		0.61	80.54
計算上より		11.98	—	0.24	2.57	1.67	3.26	65.18

結果なるが故に同日の平均値は測定時間中の平均値を考ふる事を得、而して煙突及び炉前よりの瓦斯中には C₂H₄, CH₄ 等を全く含まざるは炉内及び炉の出口等にて他より浸入し來れる空氣の爲めに燃焼したる結果を考へざるべからず。

(3) 浸入空氣量

次に炉前の煙突並に炉底を通過せる煙突への廢棄瓦斯の分配状況を知らん。炉前の廢棄瓦斯中の N₂ は

$$583 \times 80.57 = 470 \text{ (立方メートル)}$$

又煙突中の N₂ は

$$1305 \times 80.51 = 1050 \text{ (立方メートル)}$$

而して兩所に於ける CO₂ の割合は

$$20.1 : 34.2 = 1 : 1.7$$

従て N₂ の割合は夫々

$$522 \times \frac{1}{2.7} = 194 \text{ (立方メートル)}$$

194 及び 328 立方メートルなる。由て炉前に入り來れる N₂ の量は

$$470 - 194 = 276 \text{ (立方メートル)}$$

又煙突へ入り來れる N₂ の量は

$$1050 - 328 = 722 \text{ (立方メートル)}$$

計算上よりの N₂ の量 522 立方メートルに比すれば合計 998 立方メートルの N₂ の増加となり、始めの廢棄瓦斯の分配は

$$194 \div 80.57 \times 100 = 241 \text{ (立方メートル)}$$

及び

$$328 \div 80.51 \times 100 = 407 \text{ (立方メートル)}$$

夫々 241 及び 407 立方メートルなる。由て茲に H₂O を考慮すれば夫々 286 及び 483 立方メートルの分配即ち 1 : 1.7 の割合なり。然るに茲に空氣の浸入に依る含有 N₂ は上述の如く 276

及び 722 立方米なるが故に夫等に相當する空氣量は

$$276 \times \frac{100}{79} = 349 \text{ (立方米)} \quad 722 \times \frac{100}{79} = 913 \text{ (立方米)}$$

從て茲に空中に含まれたる H₂O を求むれば夫々 10 及び 27 立方米なるを以て浸入空氣の全量は夫々 359 及び 940 立方米なる。依て元の廢棄瓦斯に對して浸入する空氣量は夫々

$$286 : 359 = 1 : 1.26$$

及び

$$488 : 940 = 1 : 1.95$$

即ち煙突への廢棄瓦斯は元廢棄瓦斯の約 1.95 倍の浸入空氣量を有する事なる。從て荒炉前に於ける H₂O を含める瓦斯量は

$$286 + 349 = 635 \text{ (立方米)}$$

又煙突に於ては

$$488 + 913 = 1396 \text{ (立方米)}$$

合計 2031 立方米なる。

(4) 供給瓦斯量と加熱壓延噸數

測定當日に於ける供給瓦斯量及び加熱壓延噸數その他を示せば第 7 表の如し。

第 7 表 供給瓦斯量と壓延噸數 (毎時)

年月日	發熱量 ($\times 10^6$ カロリー)	混合瓦斯量 (立方米)	供給熱量 ($\times 10^6$ カロリー)	全發熱量 ($\times 10^6$ カロリー)	加熱壓延噸數	適當の全發熱量 ($\times 10^6$ カロリー)
10. 9. 13	2170	270		585	1.067	533
" 14	2421	411		996	1.160	858
平均	2296	341	509.7	790.5	1.129	701

茲に供給熱量として示せるは既に述べたる如く供給瓦斯 341 立方米中眞に炉内にて燃焼にあづかる熱量はその 223 立方米にして 118 立方米は燃焼せず、由て此 223 立方米が完全に燃焼せる際の發生熱量を意味し、全發熱量は供給せられたる全瓦斯が發生可能の熱量を意味し、加熱壓延噸數は故障なくして連續壓延作業をなせる場合の加熱壓延噸數なりとす。由て平均 1 時間の壓延噸數は如何程なるかを見んが爲めに同年 8 月中の實績よりそ

第 8 表 供給瓦斯量と壓延噸數 (毎時)

年月日	發熱量 ($\times 10^6$ カロリー)	混合瓦斯量 (立方米)	高炉瓦斯 對 廢炭瓦斯	全發熱量 ($\times 10^6$ カロリー)	加熱壓延噸數 (24時間の 平均より)	適當の發熱量 ($\times 10^6$ カロリー)
10. 8. 2	2848	298	1 : 1.7	850	0.876	968
" 21	3187	248	1 : 2.7	792	0.816	968
" 24	2952	288	1 : 1.8	850	0.834	1020
" 27	3119	273	1 : 2.5	850	0.868	980
" 29	3023	277	1 : 2.2	836	0.766	1091
" 31	2706	353	1 : 1.4	955	0.875	1091
平均	2978	289	1 : 2.04	856	0.839	1019

の平均値を算出して第 8 表に示す事とせり。同月は炉の都合に依り休日多かりし爲め作業せる日のみを抽出するに止めたり。

是に依れば毎日の作業時間 24 時間にて平均せる毎時の加熱壓延噸數は平均 0.839 噸となり、又廢炭瓦斯量及び混合瓦斯の發熱量より算出せる高炉瓦斯と廢炭瓦斯との比を求むるに 1 : 2.04 即ち約 2 倍となり 1 噸の壓延作業に對して要する瓦斯量は約

$$x = \frac{289}{0.839} = 344 \text{ (立方米)}$$

344 立方米となり 1019×10^6 カロリーの全熱量に相當する瓦斯量を與ふる計算なる。

是に依れば測定當日故障なくして連續作業せられたる際は適當の全發熱量は約 701×10^6 カロリーにして是に相當する混合瓦斯量 302 立方米を要し、24 時間の平均より算出せる場合は 8 月中に於ては適當り約 344 立方米となり是に相當する全發熱量は 1019×10^6 カロリーなる事を知れり。

次に作業平日に於ける平均の熱量配布を算出せん。實測に依るに適當り 302 立方米中燃焼にあづかるは幾立方分の混合瓦斯なるかを求むるに

$$x = \frac{223 \times 302}{341} = 197.5 \text{ (立方米)}$$

197.5 立方米なり。故に第 8 表よりしての適當りの瓦斯量 344 立方米中燃焼にあづかるはその 225 立方分の瓦斯なり。從て平均としてのシートバーが吸収する熱量は

$$x = \frac{197.5 \times 44.75}{225} = 39.33 \text{ (\%)}$$

39.33 % なる。又廢棄瓦斯量を考ふるに

$$x = \frac{225 \times 2047.6}{197.5} = 2335 \text{ (立方米)}$$

故に廢棄瓦斯が持ち去るべき熱量は

$$x = \frac{2335 \times 23.20}{2047.6} = 26.45 \text{ (\%)}$$

26.45 % なる。從て平均時に於ける熱量配布は次の如くなる。

シートバーに與ふる熱量	39.33 %
廢棄瓦斯の持ち去る熱量	26.45 %
輻射傳導その他	34.22 %

5. 熱 量

(1) シートバーに與ふる熱量

9 月 13 日の鋼力板の製品の種類は 30" にして荒材の單重は 11.7 匁 ($8 \times 250 \times 745$) なり。又 14 日の製品の種類は太板にして荒材の單重は 13.8 匁 ($9.5 \times 250 \times 740$) なり。此兩日に於ける實作業時 1 時間の平均壓延噸數は第 7 表に示す如く 1.129 噸なり。その際

の毎時の實際供給熱量は 509.7×10^6 カロリーにして荒炉、四枚炉及び八枚炉中に於けるシートバーの平均温度は第2表に示す如く夫々 901° , 846° 及び 885°C なり。荒炉へ装入始めのシートバーの温度は約 30° なるも四枚炉及び八枚炉へ装入せらるゝ時はシートバーの温度は約 500° に低下す。従て各温度に於ける含有熱量には夫れ等に相當せる補正を行はざるべからず。各炉内にてシートバーが得る熱量は夫々

- 荒 炉 $152.50 - 3.33 = 149.17$ (カロリー)
- 四枚炉 $139.40 - 63.40 = 76.00$ (カロリー)
- 八枚炉 $148.74 - 63.40 = 85.34$ (カロリー)

なり。又第1表に示す如く各炉内に與へらるゝ瓦斯量は夫々 151, 92 及び 97 立方メートルなるも是等の内完全に燃焼する割合はその 65.44% なるを以て各炉内に實際供給せらるゝ熱量は

- 荒 炉 $152 \times 2296 \times 10^3 \times 65.44 \div 100 = 227.2 \times 10^6$ (カロリー)
- 四枚炉 $92 \times 2296 \times 10^3 \times 65.2 \div 100 = 137.6 \times 10^6$ (カロリー)
- 八枚炉 $97 \times 2296 \times 10^3 \times 65.2 \div 100 = 145.2 \times 10^6$ (カロリー)

而して炉内に供給せられたる全瓦斯の發熱量は夫々

- 荒 炉 $152 \times 2296 \times 10^3 = 349 \times 10^6$ (カロリー)
- 四枚炉 $92 \times 2296 \times 10^3 = 211.4 \times 10^6$ (カロリー)
- 八枚炉 $97 \times 2296 \times 10^3 = 223.0 \times 10^6$ (カロリー)

故に荒炉内に供給せられたる實熱量に對してシートバーが持ち去る熱量は

- 荒 炉 $149.17 \times 1.129 \times 10^6 \div 227.2 \times 10^6 \times 100 = 74.0$ (%)
- 四枚炉 $76 \times 1.129 \times 10^6 \div 137.6 \times 10^6 \times 100 = 62.4$ (%)
- 八枚炉 $85.34 \times 1.129 \times 10^6 \div 145.2 \times 10^6 \times 100 = 66.4$ (%)

又供給瓦斯量に對しては

- 荒 炉 $149.17 \times 1.129 \times 10^6 \div 349 \times 10^6 \times 100 = 48.25$ (%)
- 四枚炉 $76 \times 1.129 \times 10^6 \div 211.4 \times 10^6 \times 100 = 40.55$ (%)
- 八枚炉 $85.34 \times 1.129 \times 10^6 \div 223.0 \times 10^6 \times 100 = 43.20$ (%)

次に是等荒炉、四枚炉並に八枚炉を一團として働き 1.129 種の製品を加熱するを見做せる際に於て加熱炉としての能率を求めて見んむす。此際仕上げの温度として八枚炉よりの平均温度 885° を採る事とし炉内にて實際に燃焼せられたる瓦斯より發生する熱量及び供給全瓦斯の熱量を求むるに夫々

(1) 海野、製鉄所研究所研究報告 5 (1925) No. 2. 理科報告 15 (1926), 331.

實際の供給熱量 $222 \times 2296 \times 10^3 = 510 \times 10^6$ (カロリー)

供給熱量 $341 \times 2296 \times 10^3 = 783.4 \times 10^6$ (カロリー)

従てシートバーの持ち去る熱量は供給實熱量に對しては

$$350.5 \times 10^6 \div 510 \times 10^6 \times 100 = 68.7 \text{ (\%)}$$

68.7% となり全瓦斯量に對しては

$$350.5 \times 10^6 \div 783.4 \times 10^6 \times 100 = 44.75 \text{ (\%)}$$

44.75% なる。今是等の關係を集むれば第9表の如し。

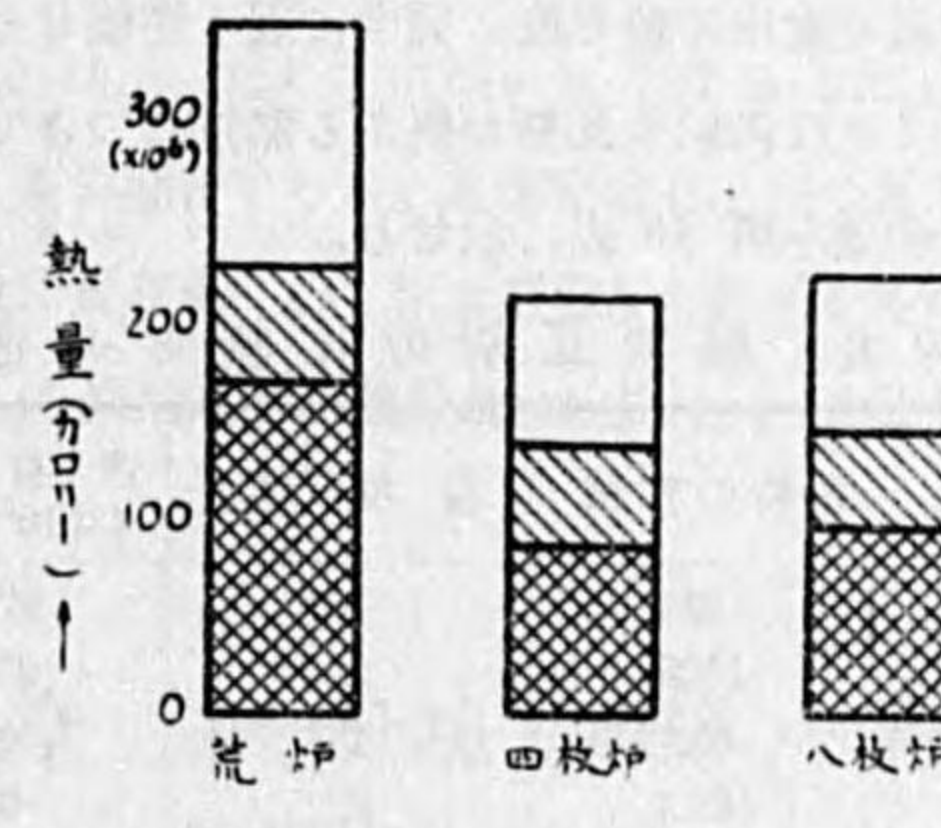
第9表 各炉の熱能率

炉名	シートバーが炉内にて吸収する熱量 ($\times 10^6$ カロリー)	供給實熱量 ($\times 10^6$ カロリー)	供給瓦斯量 ($\times 10^6$ カロリー)	實熱量に對する能率 (%)	供給瓦斯量に對する能率 (%)
荒 炉	168×10^6	227.2	349	74.0	48.25
四枚炉	86×10^6	137.6	211.4	62.4	40.55
八枚炉	96.5×10^6	145.2	223.0	66.4	43.20
製品迄	350.5×10^6	510	783.4	68.7	44.75

供給瓦斯の發熱可能の熱量、實際供給せられたる熱量及びシートバーに與へたる熱量の關係を夫々第5圖に示し、又各炉にして考慮せず製品となる迄に於て實際に利用せられたる熱量、實熱量及び供給全瓦斯の發熱可能なる熱量の關係を第6圖に示せり。

次に8月中に於ける

第5圖 熱量配布



平均壓延種数は毎時 0.839 種なるを以て瓦斯燃焼の割合を實測の場合より起算し夫れ等の熱能率を求めんむす。各炉に與へらるゝ瓦斯量の平均 341 立方メートル中燃焼にあづかるはその 223 立方メートル

第6圖 製品迄の熱量配布



65.44% なり。由て第8表に示せる 289 立方メートル中完全燃焼にあづかるは

$$289 \times 65.44 \div 100 = 189 \text{ (立方メートル)}$$

189 立方メートルなり。此際の実際供給熱量は

$$189 \times 2296 \times 10^3 = 434 \times 10^6 \text{ (カロリー)}$$

又シートバーが製品となる迄に吸収する熱量は

$$149.17 + 76.0 + 85.34 = 310.51 \text{ (カロリー)}$$

310.51 カロリーなるを以て

$$310.51 \times 0.839 \times 10^6 = 252.6 \times 10^6 \text{ (カロリー)}$$

故に實際の供給熱量に對しては

$$252.6 \times 10^6 \div 434 \times 10^6 \times 100 = 58.23 \text{ (\%)}$$

又供給瓦斯の發熱量に對しては

$$252.6 \times 10^6 \div 856 \times 10^6 \times 100 = 29.50 \text{ (\%)}$$

即ち實熱量に對しては 58.23 % となり供給瓦斯に對しては約 29.50 % なる。

(2) 廢棄瓦斯の持ち去る熱量及び熱量の配布

9月13～14日の測定に依れば荒炉前及び煙突への廢棄瓦斯は夫々241及び407立方メートルなるべきも、途中よりの空氣の浸入に依りてその量は著しく増加し第1表に示す如く583及び1305立方メートルの廢棄瓦斯量なる。但此際に於てはH₂Oの存在を考慮せざりき。依て燃焼に依りて生ずる水蒸氣及び浸入空氣中に含有せらるゝ水蒸氣を算出するに合計して夫々55.7及び103.9立方メートルの水蒸氣なる。又實際の供給熱量を以て計算せる熱量は燃焼すべき瓦斯量より算出せるが故に、不燃焼の瓦斯はそのまゝ煙突へ放出せらるべきにより廢棄瓦斯中には尙C₂H₄、CO、CH₄等の殘存なかるべからざるに、第6表に示す如くCOの0.1%を殘すのみにして他の存在を認むる事能はざるなり。是即ち他より空氣の浸入に依りて煙突迄の途中に於て既に完全に近く燃焼せるものも考へざるべからず。由て熱量配布を考ふるべきは供給全瓦斯が與ふる熱量につきて考ふる事を要すべし。今廢棄瓦斯の比熱、容積その他を第10表に示せり。

第10表 廢棄瓦斯の比熱その他

場 所	1立方メートルの比熱	毎時の容積	温度(°C)	含有熱量 (×10 ⁶ カロリー)	供給瓦斯に對する %
荒 炉 前	325.9	583	462	87.78	11.22
煙 突	321.3	1305	222	93.100	11.89
H ₂ O (荒)	15.2	55.7	462	0.393	0.05
H ₂ O (煙)	15.2	103.9	222	0.331	0.04
合 計		2047.6		181.60	23.20

即ち供給瓦斯量の全發熱量 783.4 × 10⁶ カロリーに對してはその 23.20 % の熱量を廢棄瓦斯が持ち去る事なる。由て第9表に示せるシートバーの持ち去る熱量 44.75 % の和以外の熱量は輻射及び傳導等に依りて失はるゝ熱量なる。即ち

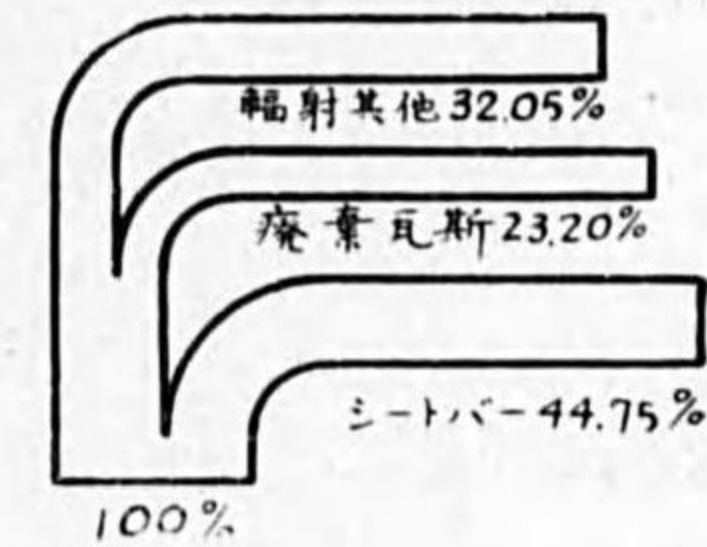
$$100 - (23.20 + 44.75) = 32.05 \text{ (\%)}$$

..... (32)

32.05 % なる。由て熱量の配布は次の如くなる。

第7圖 熱量配布

- シートバーの持ち去る熱量 44.75 %
- 廢棄瓦斯の持ち去る熱量 23.20 %
- 輻射及び傳導に依りて失ふ熱量 32.05 %
- 合 計 100.00 %



是等を圖示すれば第7圖の如し。

6. 經濟的考察

(1) 供給瓦斯の經濟價值

實測に依ればシートバー一噸當りに要する混合瓦斯量は

$$x = \frac{341}{1.129} = 302 \text{ (立方メートル)}$$

302立方メートルなる。然るにその發熱量より求むれば高炉及び骸炭瓦斯は夫々166及び136立方メートルなる。由て今兩瓦斯の値段を鋼材工場の場合の如く夫々0.0015圓及び0.009圓とすればシートバー一噸當りに要する混合瓦斯302立方メートルの値は

$$0.0015 \times 166 + 0.009 \times 136 = 1.473 \text{ (圓)}$$

1.473圓なる。又8月中の平均値より兩瓦斯の割合を求むるに一噸當り344立方メートルの混合瓦斯量を要しつゝあるが故に、高炉及び骸炭瓦斯は夫々114及び230立方メートルなる。由てその値は

$$0.0015 \times 114 + 0.009 \times 230 = 2.241 \text{ (圓)}$$

即ち平均して2.241圓の割合なる。是測定當日は高炉瓦斯量の割合多くして尚且つ熱量に大差なかりしが故に瓦斯費に於て相當廉價なる結果を得たるものも考へらる。測定當日の作業狀況よりすれば高炉瓦斯對骸炭瓦斯の比は1:0.724の程度にて差支へなきが如く考へらる。

第3章 第一分塊工場第5號均熱炉の熱經濟に就て

1. 測定狀況とその目的
2. 結論概要
3. 測定結果
 - (1) 瓦斯
 - (2) 温度
4. 鋼塊に與ふる熱量

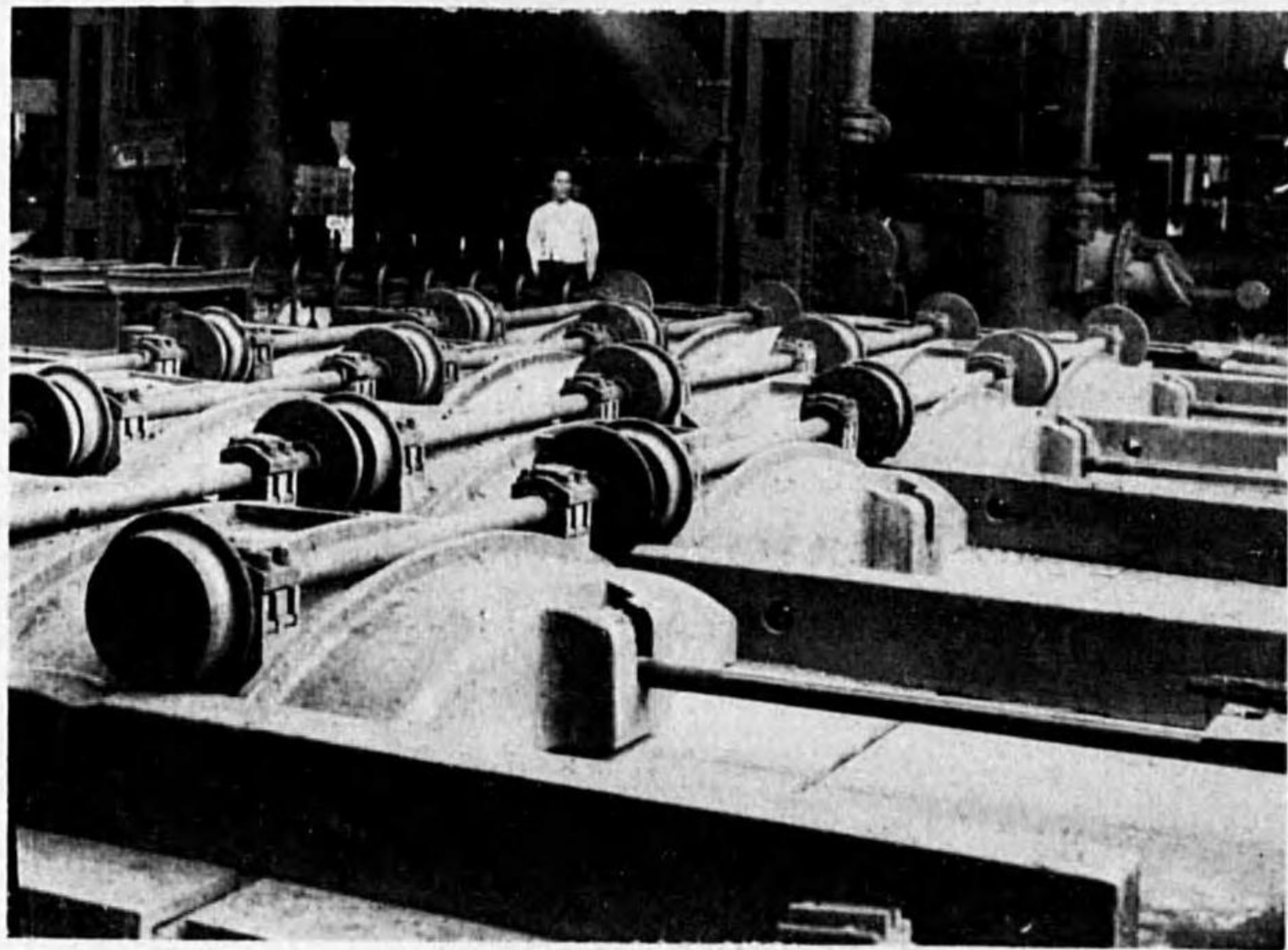
..... (33)

- 5 廢棄瓦斯量
- 6 鋼塊加熱噸數
- 7 熱量配布
 - (1) 鋼塊が吸収する熱量
 - (2) 廢棄瓦斯が持ち去る熱量

1. 測定状況とその目的

第一分地工場第5號均熱炉に供給せらるゝ瓦斯量を測定し、自然通風に依りて完全燃焼行はれつゝあるものとし、供給せられつゝある高炉瓦斯の成分を知りて夫れの發熱量を計算し又廢棄瓦斯の成分よりして夫れが持ち去る熱量を知り、鋼塊の炉出温度を知りて夫れが持ち去る熱量を計算してその熱能率を求め熱量配布を知り、線材工場、鋳力工場の場合の熱經濟を比較せんことを企てたるものなり。今その均熱炉の外観及び構造略圖を示す事第1~2圖の如し。

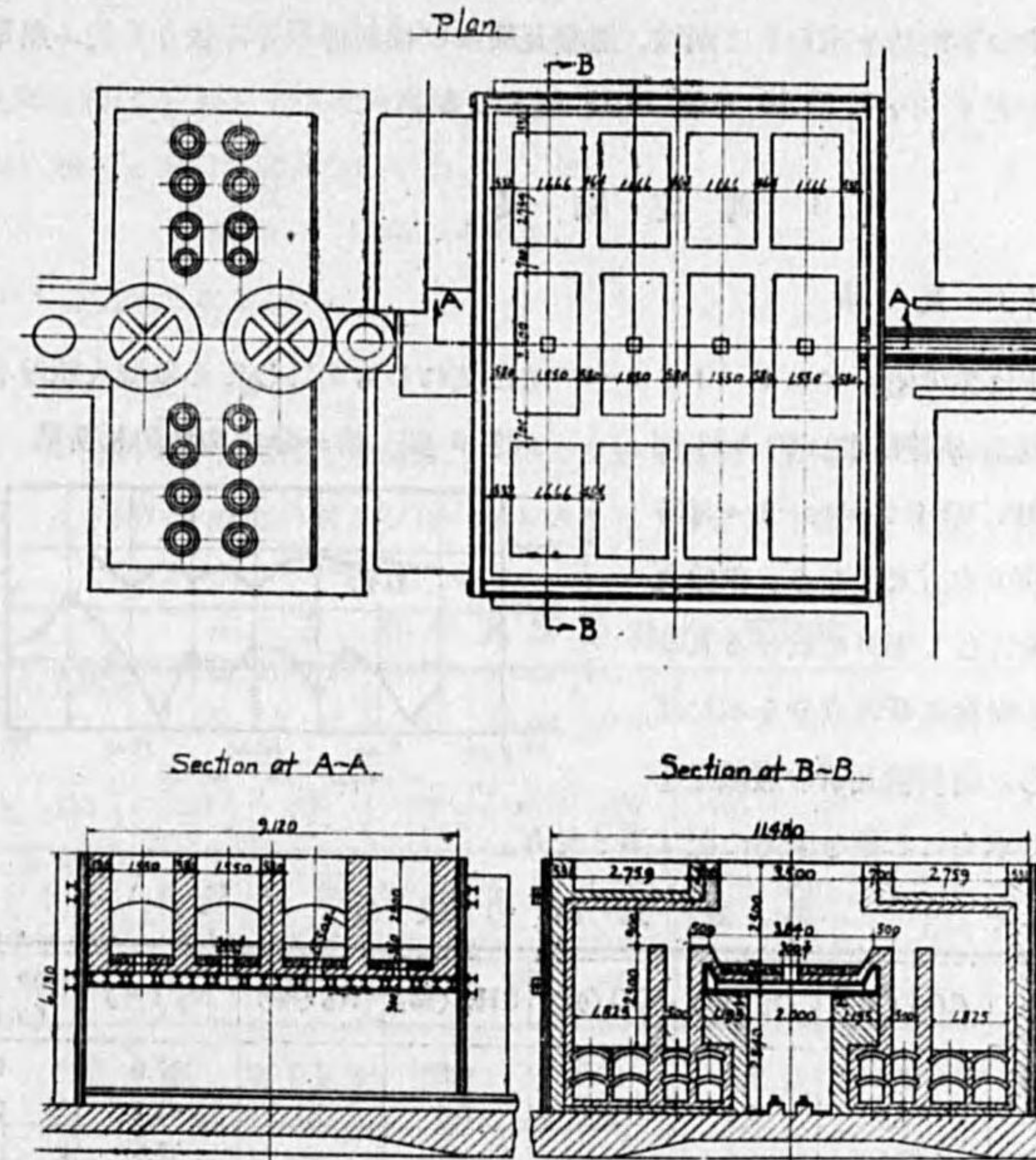
第1圖 第一分地工場第5號均熱炉



2. 結論概要

- (1) 第一分地工場第5號均熱炉へ供給せらるゝ瓦斯量又鋼塊の温度その他を測定してその熱量配布を算出せり。
- (2) 毎時供給せらるゝ高炉瓦斯量は平均4895立方メートルにしてその全發熱量は 4568×10^6

第2圖 第一分地工場均熱炉構造圖



カロリーなり。

- (3) 毎時の加熱鋼塊噸數は9月19日及び20日の兩日の平均値は10.46噸にして9月中の平均は11.67噸なる。
- (4) 噸當りの使用瓦斯量は測定當日の平均値は468立方メートルなるも9月中の平均値より求むれば419立方メートルなる。
- (5) 鋼塊の炉出温度及び變更辨の所に於ける廢棄瓦斯の温度は平均して夫々 $1274^{\circ} \sim 1350^{\circ}$ 及び $358^{\circ} \sim 388^{\circ}C$ なり。
- (6) 鋼塊噸當りに要する熱量は平均 158×10^6 カロリーなる。
- (7) 供給瓦斯量對廢棄瓦斯量の比は1:1.71なる。即ち元瓦斯の約1.71倍の廢棄瓦斯量なる。
- (8) 9月19日、20日の測定に依れば鋼塊の吸収する熱量は供給熱量の約36.20%と

なり、廢棄瓦斯及び輻射傳導等に依りて失ふ熱量は夫々 23.16 及び 40.64 % なる。

(9) 9 月中の平均値を求むるに鋼塊、廢棄瓦斯及び輻射傳導等に依りて失ふ熱量は供給全熱量に對し夫々 40.45, 23.16 及び 36.39 % なる。

3. 測定結果

(1) 瓦斯

瓦斯の測定は先の如くピットトチューブ法に依れるものにしてその流入状況を示せば第 3 圖の如し。測定時間は約 3 時間に及び 9 月 19, 20 日の値は 夫々毎時 4133 及び 5657 立方米なる。供給瓦斯は高炉瓦斯にして兩日に於ける瓦斯並に夫れ等の廢棄瓦斯の成分を示せば第 1 表の如し。尙供給瓦斯の發熱量を先の如くして求めたる値を末尾に記す事せり。

第 1 表 瓦斯の成分

月 日	成分	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	CO (%)	CH ₄ (%)	H ₂ (%)	N ₂ (%)	發熱量 (×10 ³ cal)
9. 19		12.4	0.4	27.2	0.8	1.3	57.9	931.5
" 20		1.2	5.4	28.0	0.6	1.1	68.1	933.1
" 19		20.8	3.6	—	—	—	75.6	廢棄瓦斯
" 20		21.6	2.0	0.4	—	—	76.0	
廢棄瓦斯の平均		21.2	2.8	0.2	—	—	75.8	

從て毎時炉に供給せらるゝ全熱量は供給瓦斯全部が自然通風に依りて完全に燃焼せらるるものとするれば

$$19 \text{ 日} \dots\dots\dots 931.5 \times 4133 \times 10^3 = 3855 \times 10^6 \text{ (カロリー)}$$

$$20 \text{ 日} \dots\dots\dots 933.1 \times 5657 \times 10^3 = 5280 \times 10^6 \text{ (カロリー)}$$

$$\text{又その平均値は} \dots\dots\dots (3855 + 5280) \times 10^6 \div 2 = 4568 \times 10^6 \text{ (カロリー)}$$

即ち毎時 4568 × 10⁶ カロリーの供給熱量なる。

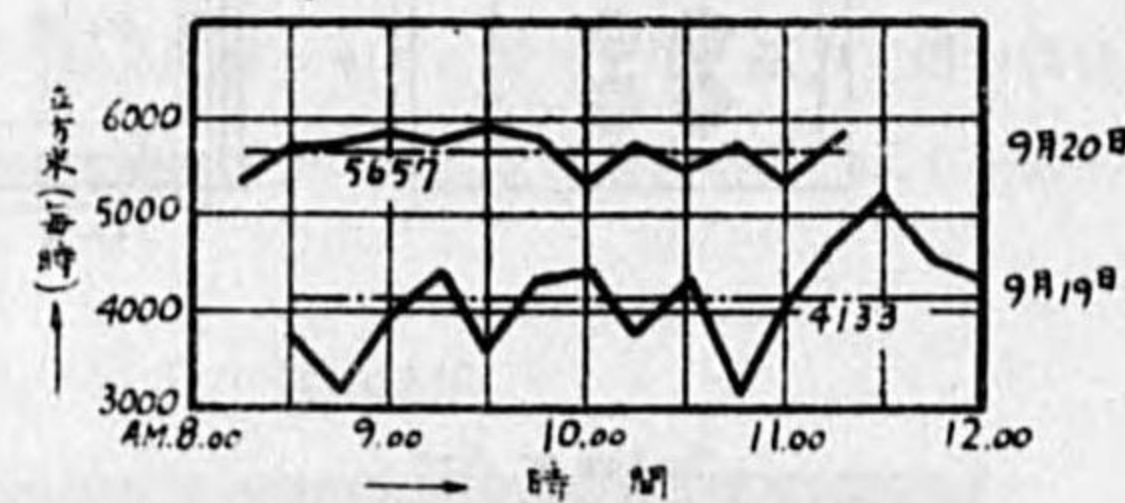
次に鋼塊應當りの高炉瓦斯量を求めて見ん。後に示す如く 19, 20 日兩日の加熱鋼塊噸数は毎時夫々 10.11 及び 10.80 噸なるを以て毎時の平均値は

$$(10.11 + 10.80) \div 2 = 10.46 \text{ (噸)}$$

又毎時の平均供給瓦斯量は

$$\dots\dots\dots (36) \dots\dots\dots$$

第 3 圖 第一分塊均熱炉瓦斯量



$$(4133 + 5657) \div 2 = 4895 \text{ (立方米)}$$

故に $4895 \div 10.46 = 468 \text{ (立方米)}$

即ち加熱鋼塊應當り 468 立方米の高炉瓦斯使用量なる。又 9 月中の平均値を求むるに毎時 11.67 噸なるを以て同月中の平均にしては

$$4895 \div 11.67 = 419$$

應當り 419 立方米なる。

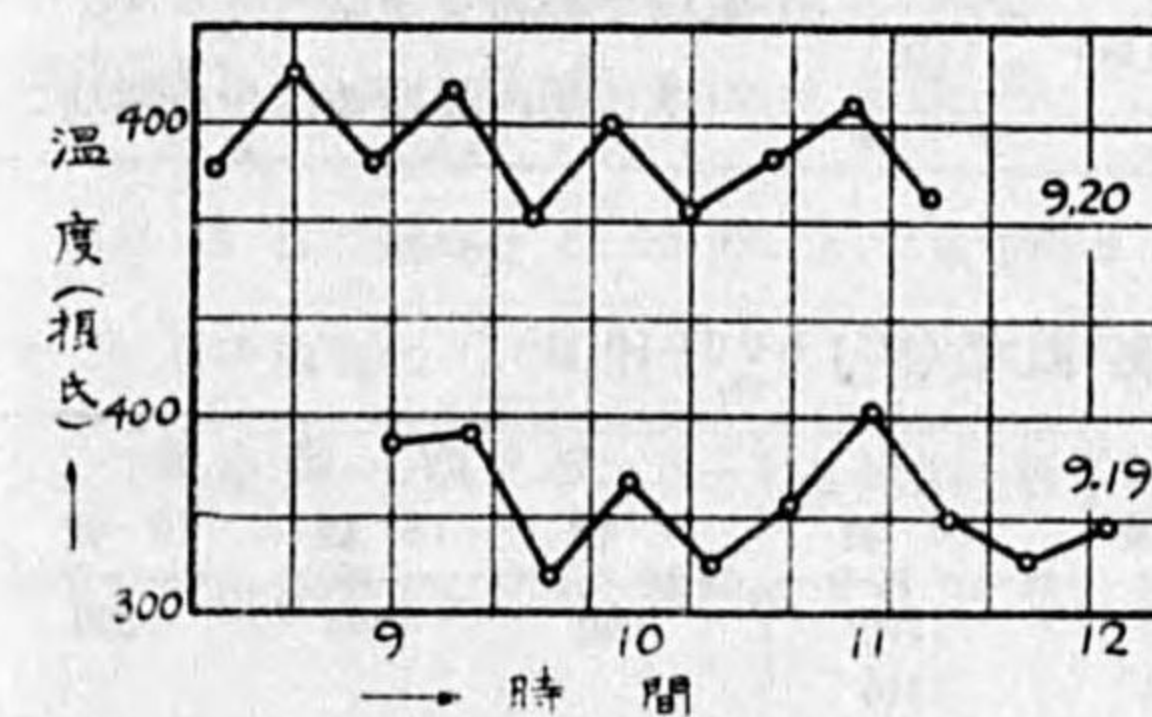
(2) 溫度

炉内及び炉内鋼塊の溫度は光學高溫計に依り又廢棄瓦斯の溫度は卑金屬熱電對に依りて測定を行へり。何れも溫度の補正を行へるものなり。以下測定の結果を順を追ひて示さん。

第 2 表 廢棄瓦斯の溫度 (變更辨)

時間	9. 19 9.	9. 20	9. 40	10.	10. 20	10. 40	11.	11. 20	11. 40	12.	平均	
溫度(°C)	386	392	320	368	326	357	405	350	328	347	358	
時間	9 月 20 日	8. 15	8. 35	8. 55	9. 15	9. 35	9. 55	10. 15	10. 35	10. 55	11. 15	平均
溫度(°C)	379	427	381	418	354	401	357	383	412	364	388	

第 4 圖 廢棄瓦斯の溫度



是に依れば 19, 20 日の廢棄瓦斯の平均溫度は 373°C となり 時間ご溫度を圖示すれば第 4 圖の如し、而して鋼塊の裝入溫度は熱能率の計算に必要なを以て第 3 表に裝入溫度を示す事せり。

冷記せるは冷塊の事なり。又炉出鋼塊の溫度を示せば 第 4 表の如し。

第 3 表 鋼塊の裝入溫度 (9 月 19 日)

時間	9. 32	9. 32	10. 24	10. 29	10. 31	10. 32	10. 48	10. 49	10. 50	10. 53	11. 44	11. 47
炉番號	20	20	19	19	19	19	18	18	18	18	17	17
溫度(°C)	550	550	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500

$$\dots\dots\dots (37) \dots\dots\dots$$

(9 月 20 日)

時間	8.15	8.15	8.15	8.15	9.41	9.44	10.11	10.13	10.14	10.15	10.35	10.44	10.49	10.52
炉番號	20	20	20	20	19	19	20	20	20	20	17	17	18	18
温度(°C)	500	500	500	500	550	550	冷	冷	冷	冷	550	600	冷	冷

第 4 表 炉出鋼塊の温度(9 月 19 日)

時間	9.40	9.45	9.47	9.49	10.12	10.14	10.19	10.22	10.27
炉番號	7	17	18	18	18	18	19	19	19
温度(°C)	1220	1210	1210	1180	1180	1130	1240	1210	1200

(9 月 20 日)

時間	8.15	8.15	9.28	9.34	9.35	9.38	9.42	9.54	9.56	10.12
炉番號	20	20	17	19	19	19	19	18	18	17
温度(°C)	1140	1100	1175	1175	1220	1175	1175	1160	1150	1160

10.35	10.37	10.40	10.45	10.48	10.52	11.0
17	17	17	17	18	18	17
1180	1175	1170	1150	1180	1180	1170

此際に於けるエミツシビチー
は約 0.46 なるを以て約 75° の
温度を追加せざるべからず。
次に炉内温度並に炉内鋼塊二

三の温度を測定して第 5 表に示せり。

第 5 表 炉内及び鋼塊の温度(°C)(9 月 19 日)

時間	炉 内				炉 内 鋼 塊		
	17 號	18 號	19 號	20 號	17 號	18 號	19 號
9.	1330	1325	1365	1290	1260	1295	1290
9. 30	1325	1315	1355	1315			
10.	1355	1315	1325	1285			
11.	1350	1245	1210	1350			
11. 30	1365	1245	1265	1340			
12.	1255	1215	1285	1310			
平 均	1330	1277	1301	1315			

是に依れば平均して炉内温度は約 1280°~1330° にして 炉出前の鋼塊の平均温度は炉内温度よりも約 65° 低き事なる。

(9 月 20 日)

時間	炉 内				炉 内 鋼 塊		
	17 號	18 號	19 號	20 號	17 號	18 號	19 號
8. 15	1310	1165	1235	1275	1310	1140	1300
8. 45	1315	1220	1290	1140			
9. 15	1325	1305	1325	1200			
9. 45	1300	1309	1230	1250			
10. 15	1315	1360	1300	1065			
10. 45	1210	1360	1300	1070			
11. 15	1285	1275	1380	1105			
平 均	1294	1285	1294	1158			

4. 鋼塊に與ふる熱量

鋼塊の炉出温度を見るに第 4 表に示せる如く多少の差異あり、且つ又装入温度一定ならず。依て装入温度略同一にして重量相等しき鋼塊につき夫れが吸収する熱量を見んます。今各温度に於ける鋼塊の 1 瓦が含有する熱量を示せば第 6 表の如し。茲に示せる炉出鋼塊温度は補正を行へるものなりとす

第 6 表 鋼塊 1 瓦が含有する熱量(9 月 19 日)

温度(°C)	熱量(cal.)	温度(°C)	熱量(cal.)	温度(°C)	熱量(cal.)	温度(°C)	熱量(cal.)	温度(°C)	熱量(cal.)
1274	204.75	1295	208.92	1282	206.34	1294	208.72	1275	204.95
500	64.10	550	73.05	600	82.00	30	3.39	30	3.39
吸收熱量(cal.)	140.65	吸熱(cal.)	135.87	吸熱(cal.)	124.34	吸熱(cal.)	205.33	吸熱(cal.)	201.56

9 月 19 日の鋼塊は C.50 型にして單重約 2.3 噸
又 20 日の鋼塊は C.56 型にして單重約 2.8 噸なり。由て第 3~4 表よりしてその炉出鋼塊數を知り得るが故に各鋼塊に與ふる熱量は 9 月 19 日にありては

$$145.22 \times 7 \times 2.3 \times 10^6 = 2340 \times 10^6 \dots\dots\dots 16.1 \text{ 噸}$$

$$146.11 \times 2 \times 2.3 \times 10^6 = 672.5 \times 10^6 \dots\dots\dots 4.6 \text{ "}$$

$$\text{合計} \dots\dots\dots = 3012.5 \times 10^6 \dots\dots\dots 20.7 \text{ "}$$

$$\text{噸當り} \dots\dots\dots = 145.5 \times 10^6 \text{ カロリー}$$

20 日は

$$140.65 \times 4 \times 2.8 \times 10^6 = 1576 \times 10^6 \dots\dots\dots 11.2 \text{ 噸}$$

$$135.87 \times 3 \times 2.8 \times 10^6 = 1143 \times 10^6 \dots\dots\dots 8.4 \text{ "}$$

研 究 報 告

$124.34 \times 3 \times 2.8 \times 10^6 = 1045 \times 10^6$	.....	8.4 吨
$205.33 \times 6 \times 2.8 \times 10^6 = 3453 \times 10^6$	.....	14.8 "
$201.56 \times 2.8 \times 10^6 = 565 \times 10^6$	.....	2.8 "
合計	.....	45.6 "
吨当り	.....	$= 170.5 \times 10^6$ カロリー

装入鋼塊の温度を考ふるに 19日は測定中熱塊のみなりしも 20日冷塊 7, 熱塊 10本なりしを知る。冷塊の装入に依りて吨当りの吸収熱量に變化あるは當然にして今兩日の平均値を探れば鋼塊吨当りに吸収すべき熱量は

$$\{(145.5 + 170.5) \div 2\} \times 10^6 = 158.0 \times 10^6 \text{ (カロリー)}$$

即ち 158×10^6 カロリーなる。

5. 廢 棄 瓦 斯 量

供給高炉瓦斯はその自然通風に依りて完全に燃焼せられつゝあるものとし夫れに依りて生ずる全廢棄瓦斯を計算せん。今

CO ₂ に必要なる O ₂ は	.....	$0.276 \times \frac{1}{2} = 0.138$
H ₂	.....	$0.012 \times \frac{1}{2} = 0.006$
CH ₄	.....	$0.007 \times 2 = 0.014$
合計	.....	$= 0.158$
始めよりの O ₂	.....	$= 0.029$
故に必要な O ₂	.....	$= 0.129$
1立方メートルに對して要する純空氣量	.....	$0.129 \times \frac{100}{21} = 0.615$

約 0.615 倍なる。今兩日に於ける平均の供給瓦斯量は毎時 4895 立方メートルなる事を知る。

由て此際の廢棄瓦斯量を求むるに

CO ₂	.....	$4895 \times \left(\frac{6.8}{100} + \frac{27.6}{100} + \frac{0.7}{100} \right) = 1718$
N ₂	.....	$4895 \times \frac{63.0}{100} + 4895 \times 0.615 \times \frac{79}{100} = 5462$
合計	.....	$= 7180$

然るに廢棄瓦斯の成分を見れば尙平均 2.8 % の O₂ を見る。是餘分の空氣の浸入を示すものなるを以て之よりして如何程の空氣が餘分に注入せられつゝあるかを求めん。今同上の CO₂ 及び N₂ を % にて表はし廢棄瓦斯の成分の平均値を併せて示せば第 7 表の如し。

鋼材工場に於ける熱經濟の數例に就て

第 7 表 廢 棄 瓦 斯 の 成 分

種 類	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	CO (%)	N ₂ (%)	全 量 (%)	全廢棄瓦斯量
計算上より	23.9	—	—	76.1	100	7180
實測上より	21.2	2.8	0.2	75.8	100	8101

計算に依れば 1718 立方メートルが、實測値にては 21.2 % なるが故に實測廢棄瓦斯量は

$$1718 \times \frac{100}{21.2} = 8101 \text{ (立方メートル)}$$

8101 立方メートルならざるべからず。此値を上表に併記する事とせり。此値は水分を含有せざる瓦斯としての計算なるが、燃焼及び浸入空氣量に依る水分あり今此水分の量を求むるに

$$\text{H}_2\text{O} \dots 4895 \times \left(\frac{1.2}{100} + \frac{1.4}{100} \right) + 4895 \times 0.615 \times 0.0358 + 921 \times 0.0358 = 268 \text{ (立方メートル)}$$

從て水分を含有せる廢棄瓦斯量は毎時

$$8101 + 268 = 8369 \text{ (立方メートル)}$$

8369 立方メートルなる。從てその成分は次の如くならざるべからず。

第 8 表 廢 棄 瓦 斯 の 成 分 (水分を含む)

成 分	CO ₂	O ₂	CO	N ₂	H ₂ O	合 計
%	20.5	2.7	0.2	73.4	3.2	100
立 方 米	1718	227	16	6140	268	8369

此結果よりして廢棄瓦斯 1 立方メートルの比熱を求むるに

CO ₂	.....	$205 \times 1.9768 \times 0.2355 = 95.7$
O ₂	.....	$27 \times 1.4291 \times 0.2221 = 8.6$
CO	.....	$2 \times 1.2504 \times 0.2538 = 0.6$
N ₂	.....	$734 \times 1.2507 \times 0.2538 = 233.2$
H ₂ O	.....	$32 \times 0.02874 \times 0.5268 = 0.5$
合計	.....	$= 338.6$

此際の廢棄瓦斯量は即ち次の如くなる。

$$4895 : 8369 = 1 : 1.71$$

供給瓦斯量の約 1.71 倍の廢棄瓦斯量なる。

6. 鋼 塊 加 熱 吨 數

9月19日は測定時間 2 時 15 分中 炉出吨は 20.7 吨にして 20日は 2 時間 45 分中 炉出

聴数は 45.6 聴なりき。されど加熱聴数として夫れ等の 1 日中の平均値より求める事を要すべし。今兩日並に 9 月中の平均より算出せる毎日の加熱聴数を示せば第 9 表の如し。

第 9 表 加熱鋼塊聴数

月 日	24 時間	1 時間	平均
9. 19	242.15	10.11	10.46
9. 20	259.60	10.80	
9 月中の平均より	280.48	11.67	11.67

是に依れば兩日の平均は毎時 10.46 聴となり、9 月中の全量より求むれば 11.67 聴なる。

7. 熱 量 配 布

(1) 鋼塊が吸収する熱量

兩日の平均加熱聴数は毎時 10.46 聴にして聴當りに吸収しつゝある熱量は平均 1580×10^6 カロリーなるを以て、毎時鋼塊が吸収しつゝある熱量は

$$158.0 \times 10^6 \times 10.46 = 1652.7 \times 10^6 \text{ (カロリー)}$$

然るに兩日の供給實測瓦斯量が與ふる平均の全熱量は第 1 表より知らるゝ如く 4568×10^6 カロリーなるを以て、鋼塊に與ふる熱量は

$$1652.7 \div 4568 \times 100 = 36.20 \text{ (\%)}$$

供給熱量の約 36.20 % に相當する事なる。又 9 月中の平均よりしての値 11.67 聴を採用すれば

$$158.0 \times 10^6 \times 11.67 = 1844 \times 10^6 \text{ (カロリー)}$$

故に 9 月中の平均値としては

$$1844 \div 4568 \times 100 = 40.45 \text{ (\%)}$$

40.45 % なる。

(2) 廢棄瓦斯が持ち去る熱量

廢棄瓦斯量は毎時 8369 立方米にして供給瓦斯量は毎時 4895 立方米なりき、而して廢棄瓦斯の平均温度は第 2 表に示す如く 373°C なり、由て廢棄瓦斯が毎時持ち去る熱量は

$$338.6 \times 373 \times 8369 = 1057 \times 10^6 \text{ (カロリー)}$$

從て供給熱量に對しては

$$1057 \div 4568 \times 100 = 23.16 \text{ (\%)}$$

23.16% なる。由て次の如き熱量配布

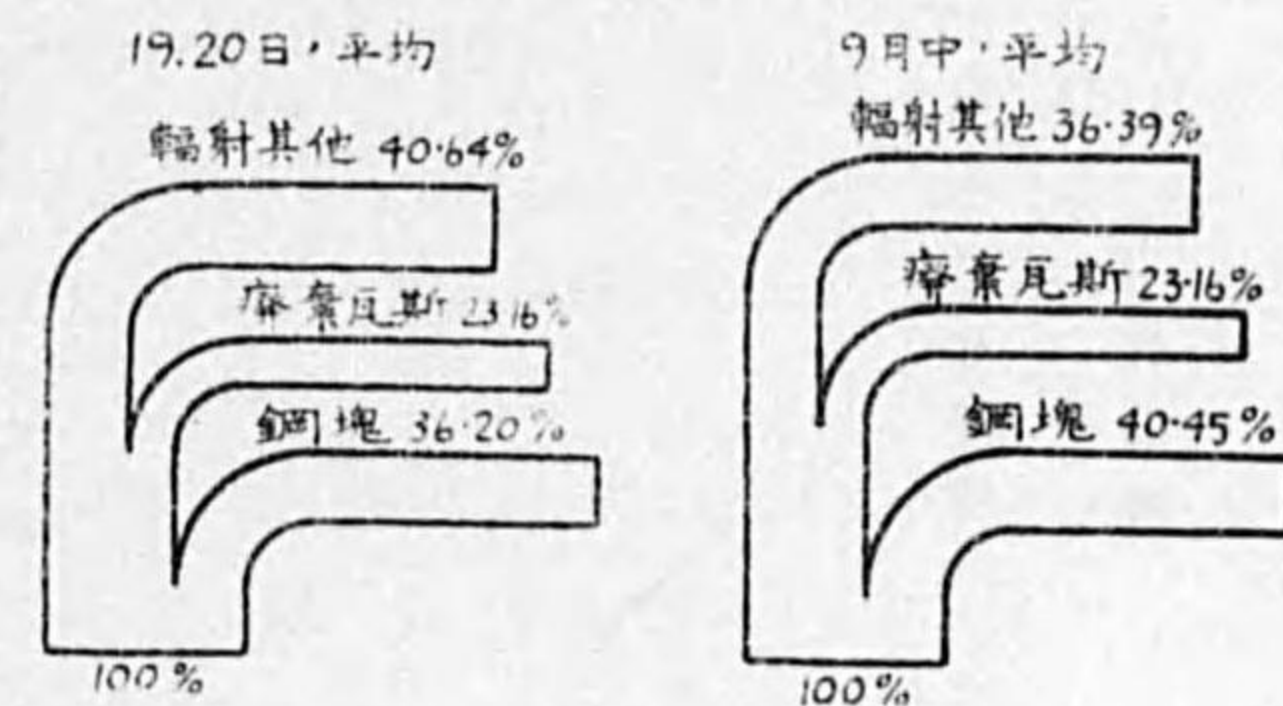
測定當日に於ける鋼塊の吸収熱量は

第 10 表 熱 量 配 布

種 類	鋼 塊 (%)	廢 棄 瓦 斯 (%)	輻 射 及 傳 導 (%)	合 計 (%)
19日、20日の平均	36.20	23.16	40.64	100
9月中の平均	40.45	23.16	36.39	100

36.20 % なりしも 9 月中の平均値としては 40.45 % なる。上表を見るに輻射及び傳導に依る熱量は相當に多く平均 36.39 % なるは炉の開閉が他の炉の場合と異なる結果とも考へらる。此關係を圖示すれば第 5 圖の如し。

第 5 圖 熱 量 配 布 圖



結 言

以上各加熱炉の場合につきて求めたる結果を第 11 表に集めて比較に便ならしむ。

第 11 表 線材、第一鉄力、第一分塊工場加熱炉の熱量配布

工 場 別	材料に與ふる熱量 (%)	廢棄瓦斯の熱量 (%)	輻射及傳導其他 (%)	供 給 熱 量 (%)	
線材	實作業中	38.8	38.9	22.3	100
	平均時	23.65	44.51	31.84	100
第一鉄力	實作業中	58.23 (實熱量)	23.20	32.05	100
	平均時	44.75	26.45	31.22	100
第一分塊	平均時	36.20 ~ 40.45	23.16	40.64 ~ 36.39	100



昭和十二年二月十日印刷
 昭和十二年二月十三日發行

(非賣品)

編輯兼發行者 福岡縣八幡市 日本製鐵株式會社八幡製鐵所

印刷者 福岡縣八幡市 日本製鐵株式會社八幡製鐵所
 三 由 信 彦



終