



始



製鐵所研究所

# 研究報告

Vol. VIII No. 5

反射爐の熱能率に就て

技師 海野三朗  
理學博士

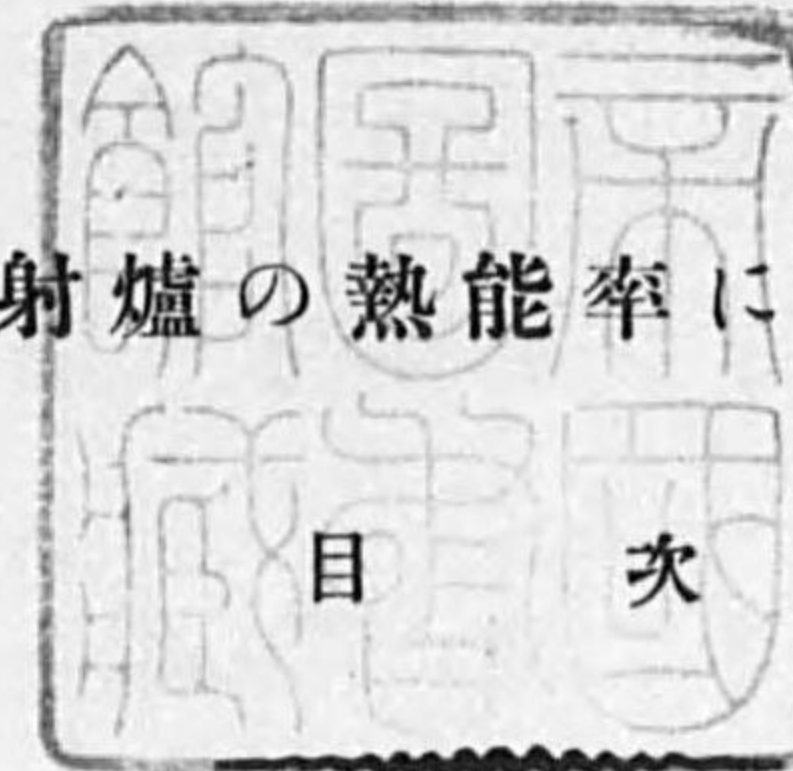
昭和三年八月發行

製鐵所

福岡縣八幡市

(代  
膽  
寫)

# 反射爐の熱能率に就て



1. 研究の要旨並に結論の概要	(1)
2. 作業概要	(2)
3. 測定状況及び其結果	(4)
(a) 爐内並に煙道に於ける温度分布	(8)
(b) 爐周に於ける温度分布	(9)
(c) 灰分並に熔滓の持ち去る熱量	(10)
(d) 鑄鉄の持ち去る熱量	(11)
(e) 爐周より放散せらるる熱量	(11)
(f) 爐が吸収する熱量	(13)
(g) 煙道の煉瓦が吸収する熱量	(14)
(h) 廢棄瓦斯が煙道外に持ち去る熱量	(16)
(i) 石炭消費量と煙道の温度及び煙道の閉きとの關係	(19)

元  
行  
所  
寄  
贈



反射爐の熱能率に就て

## 反射爐の熱能率に就て

技師 海野 三朗  
理學博士

## 1. 研究の要旨並に結論概要

## 研究の要旨

反射爐に於ける各部の温度分布を知り、且つ使用燃料による熱量が如何に配布せられ利用せられつつあるかを知らんとす。

## 結論概要

- (1) 當所堂山鑄物工場(第1圖)第1及び第2號反射爐(第2圖)を交互に使用するに際し、光熱計並に電熱計、寒暖計を使用し、爐の内外、鎔銑及び煙道の温度を測定せり(第5~8表)
- (2) 煙道の開きを加減し是に由る煙道の温度と石炭消費量との關係を考察せり(第4~7圖)
- (3) 温度分布は爐の中央内部最も高きが如く $1550^{\circ}\text{C}$ 附近を示し、之より爐尻に至りて約 $1460^{\circ}\text{C}$ に降り、之より約20米を距てたる煙道に於ては最高平均 $809^{\circ}\text{C}$ を示せり(第8圖)
- (4) 爐の上部表面最高温度は約 $150^{\circ}\text{C}$ にして、兩側壁の表面平均温度は $45^{\circ}\text{C}$ なり(第9圖)
- (5) 灰分並に熔滓が持ち去る熱量は使用燃料の1.66%なり(第11圖)
- (6) 所要鎔銑が持ち去る熱量は使用燃料の11.89%なり(第11圖)
- (7) 爐周より放散せらるる熱量は使用燃料の15.67%なり(第11圖)
- (8) 爐が定常状態に達する迄に吸収する熱量は使用燃料の22.40%なり(第11圖)

- (9) 煙道の耐火物が作業の定常状態に達する迄に吸収する熱量は使用燃料の 39.44% なり (第10~11圖)
- (10) 煙道が連続的に使用せらるる際に於ては煙道が吸収する熱量は僅々 6% 前後にして、煙突へ廢棄瓦斯として放散せらるる熱量は實に使用燃料の 43% 以上なり (第12圖)
- (11) 反射爐一回の操作ならば爐及び煙道が吸収する熱量は  $22.40 + 39.44 = 61.84$  (%) なるも (第11圖)、若し連続使用するとせば、是等 61.84% の熱量は夫れ等加熱の爲めに要せざる理なり、従つて此使用燃料の過半量に相當する熱量は他に利用する事を得可し。
- (12) 出銑時の鎔銑温度及び鑄型注入時の温度は夫々平均  $1370^{\circ}\text{C}$  及び  $1330^{\circ}\text{C}$  にして其間  $40^{\circ}\text{C}$  の温度降下なり (第5~8表)
- (13) 煙道の開き 1 米以上ならば使用石炭量の増加に従て煙道の温度は上昇し (第13圖)、其割合は煙道の開きに對し二乗の割合なり (第14圖)
- (14) 鎔銑屯當り石炭消費量を減少せしむるが爲めには、可及的爐内各部の温度を一様に且つ迅速に定常状態に達せしむる事必要なるを知れり (第4~7圖)

## 2. 作 業 概 要

測定せる反射爐は當所堂山鑄物工場所屬第 1 及び第 2 號爐にして作業は兩爐を交互に使用せるを、第 1 號爐は昭和 3 年 3 月 20 日及び 22 日、又第 2 號爐は 3 月 21 日及び 23 日の各 2 回に亘りて測定せり、其出銑屯數、鑄滓量、出銑の分析表並に石炭消費量、銑鐵屯當りの石炭消費量を第 1 表に示せり。

第 1 表

月 日	出銑量 (屯)	鑄滓量 (疋)	出 銑 鐵 分 析 表 (%)					石炭消費量 (屯)	銑鐵屯當り 石炭消費量 (疋)
			C	Si	Mn	P	S		
3.20	17,500	700	2.97	0.62	0.52	0.315	0.053	7,200	412
3.21	19,500	700	2.89	0.59	0.59	0.291	0.045	8,100	416
3.22	18,000	700	3.11	0.61	0.51	0.586	0.054	6,600	367
3.23	19,500	700	2.95	0.65	0.64	0.310	0.014	7,300	375
平 均	18,625	700						7,300	392

而して兩爐の焚き始め及び火落しの時間、使用石炭の種類分析等を夫々第 2 表及び第 3 表に示せり。

第 2 表

作 業 月 日	火 入 れ 時 間 (午前)	火 落 し 時 間 (午後)	燃 焼 時 間	毎分石炭消費量 (疋)
3.20	時 分 7 15	時 分 3 30	時 分 8 15	14.55
3.21	7 15	4 35	9 20	14.47
3.22	7 15	2 50	7 35	14.53
3.23	7 15	3 14	8 0	15.22
平 均			8 18	14.69

第 3 表

種 類	水 分 (%)	揮 發 分 (%)	固 定 炭 素 (%)	灰 分 (%)	全 硫 黄 (%)	發 熱 量 (カロリー)
田 川	2.55	32.92	49.06	15.47	0.418	6500
鯉 田	1.76	32.98	46.65	18.61	0.649	6235
平 均				17.04		6368

(1) 當所購買分析に依る

煙道の開きが各操作により又時間により相違せる事第4表の如し、但し煙道の幅は1.5米なりとす。(第10圖参照)

第 4 表

3月20日		3月21日		3月22日		3月23日	
時 間	開 き (米)	時 間	開 き (米)	時 間	開 き (米)	時 間	開 き (米)
7 15	1.8	7 15	1.8	7 15	1.8	7 15	1.8
10 0	1.5	10 55	1.5	9 55	1.5	9 25	1.5
10 55	1.3	1 0	1.3	11 25	1.3	10 55	1.3
				2 27	0.5	2 55	0.7

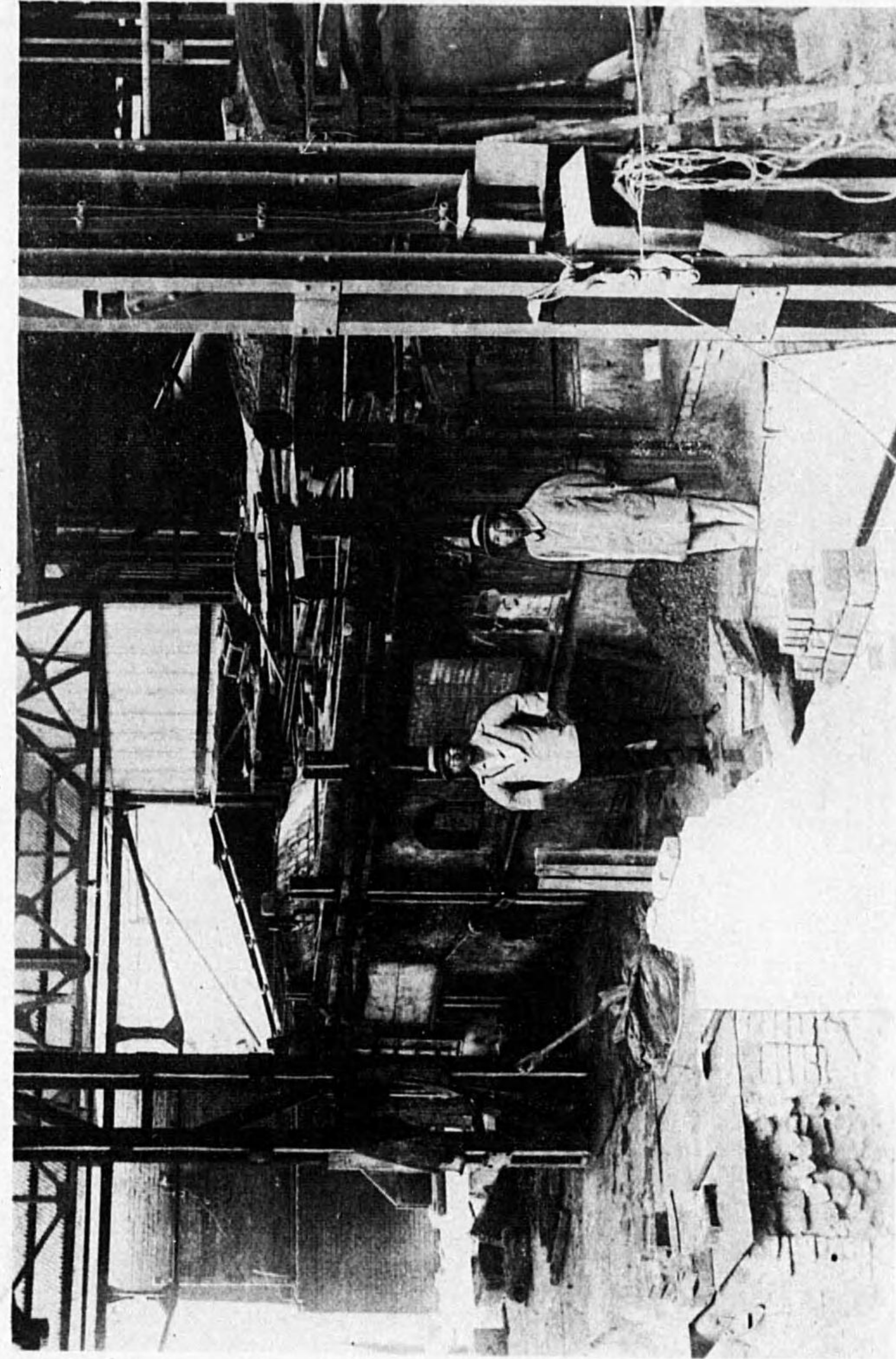
操作中石灰及び満俺等装入せるあれ共極少量にして本問題に關係薄きが故に茲に記載せず。

### 3. 測定状況及び其結果

第1號爐の外観は第1圖に、又其測定位置は第2圖に示せり。

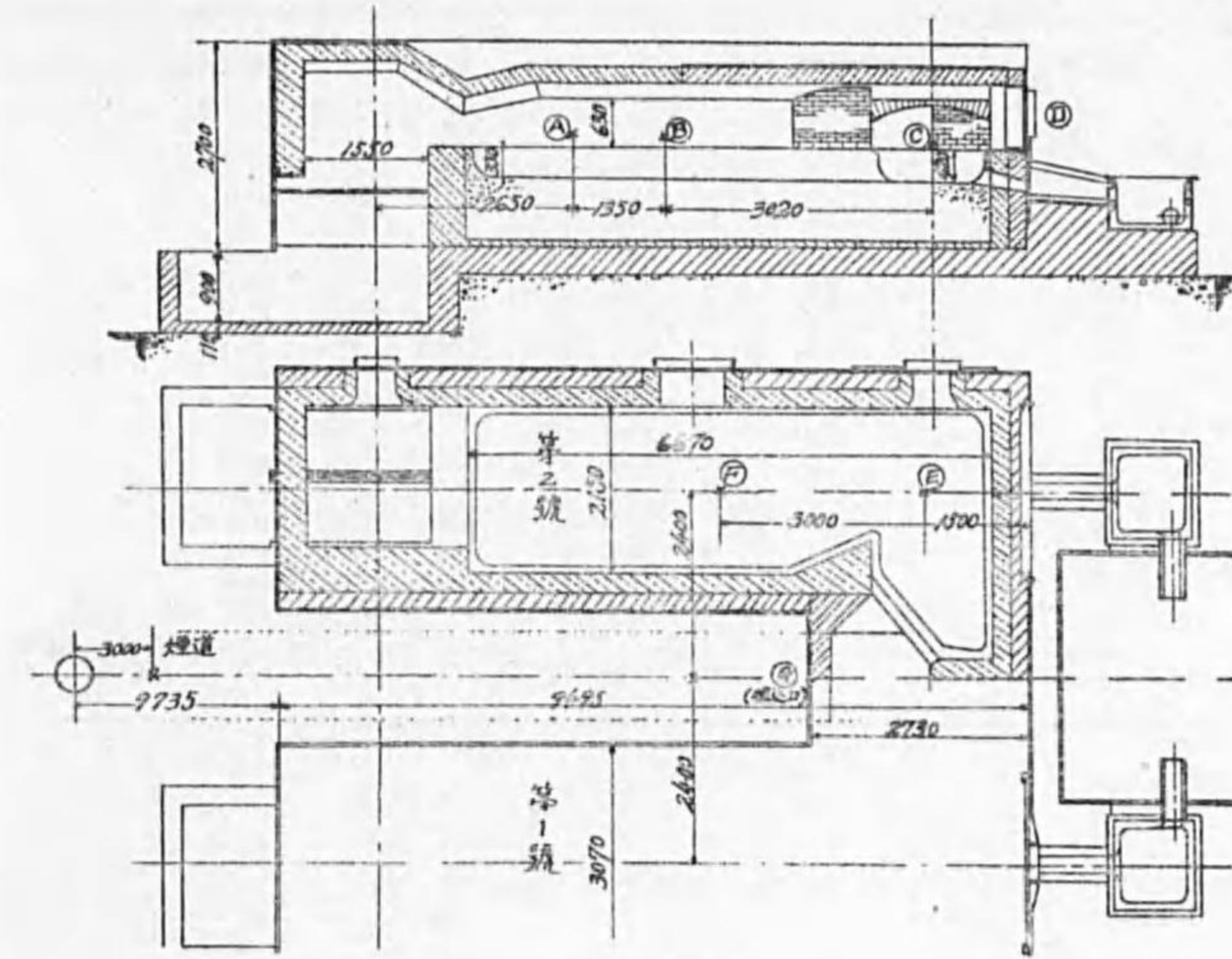
第2圖中上部は斷面を表はし下部は夫等の平面を表はせるものなり、測定は煙突に近き煙道の部は熱電對に據り、他は爐周に穿てる穴より「ホルボルン、カールバウム」式 (Holborn Kahlbaum) 光熱度計によりて行へり、各時間に於ける測定溫度を第5~8表に示せり、エミツシビチー (Emissivity) としては第3圖<sup>(1)</sup>に據れる値を適用し平均値を修正して示す事とせり。

(1) Tech. Pap. Bureau of Standards 170. (1921), 114.



第 1 圖

第 2 圖



第 5 表 (第1號爐 3月20日測定)

時 間	測定箇所	測定箇所							煙道	出鉄時	鑄型注入
		A	B	C	D	E	F	G			
午前 9	0	1460	1372	1050	1278		1450		683		
	25	1515	1340	1130	1225		1500		674		
	55	1545	1340	1125	1250		1460		698		
10	25	1520	1490	1230	1335		1515		788		
	55	1530	1470	1360	1395	1435	1520		855		
11	25	1570	1530	1425	1430	1520	1537		876		
	55	1460	1523	1390	1365	1480	1520		826		
午後 12	25	1555	1540	1470	1450	1230	1555		836		
	55	1575	1570	1481	1480	1180	1575		777		
	1	1583	1525	1475	1370	1525	1522		865		
2	25	1545	1518	1476	1440	1134	1547		839		
	55	1497	1468	1472	1440	1273	1527		889		
3	25	1560	1515	1410	1420	1310	1470		815		
	55	1525	1520	1515	1515		1510				
平 均		1551	1498	1374	1401	1359	1535	802	午後 3時30分 1330	午後 3時45分 1303	

第 6 表 (第 2 號爐 3月21日測定)

時 間	測定箇所	測定箇所							煙道	出鉄時	鑄型注入
		A	B	C	D	E	F	G			
午前 9 時	0 分	1325	1405	1065	1290	1250	1505	1240	645		
	25 分	1510	1500	1070	1335	1282		1320	746		
" 10 時	55 分	1545	1490	1327	1382	1390	1537	1285	748		
	25 分	1535	1490	1427	1420	1350		1502	790		
" 11 時	55 分	1552	1527	1415	1440	1440	1512	1208	846		
	25 分	1541	1520	1465	1455	1430		1557	886		
午後 12 時	55 分	1565	1538	1500	1492	1502	1555	1463	860		
	25 分	1547	1520	1507	1485	1490		1570	877		
" 1 時	55 分	1530	1507	1485	1490	1492	1520	1540	896		
	25 分	1532	1528	1498	1495	1500		1480	928		
" 2 時	55 分	1555	1545	1490	1490	1493	1532	1385	857		
	25 分	1520	1527	1482	1490	1523		1513	866		
" 3 時	55 分	1558	1532	1492	1500	1480	1495	1428	876		
	25 分	1558	1541	1500	1500	1503		1557	893		
" 4 時	55 分	1530	1505	1510	1491	1490	1515	1520	905		
	25 分	1517	1550	1515	1500	1505		1405	875		
平 均		1545	1533	1439	1470	1462	1540	1453	843	午後 4時30分 1337	午後 4時50分 1314

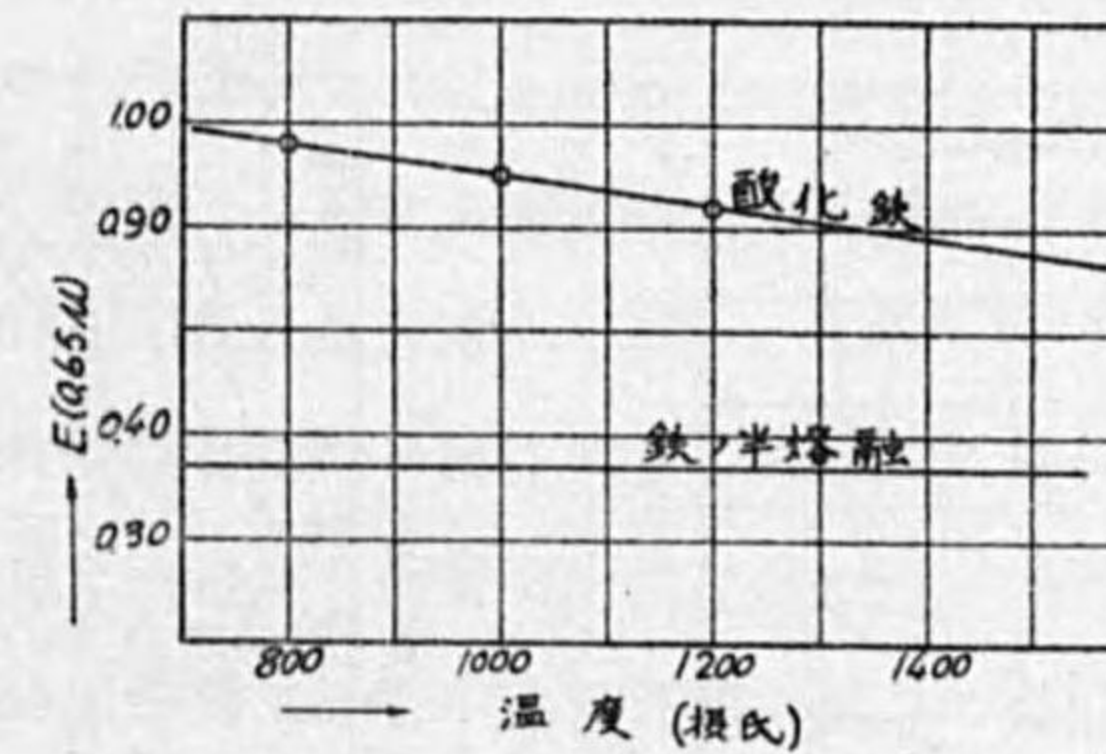
第 7 表 (第 1 號爐 3月22日測定)

時 間	測定箇所	測定箇所							煙道	出鉄時	鑄型注入
		A	B	C	D	E	F	G			
午後 9 時	0 分	1530	1381	1290	1245	1331					
	25 分	1538	1480	1275	1340	1383	1515				
" 10 時	55 分	1525	1449	1355	1361	1460		1524	700		
	25 分	1540	1530	1478	1450	1500	1535	1512	776		
" 11 時	55 分	1561	1510	1477	1473	1490		1542	816		
	25 分	1540	1509	1480	1480	1473	1545	1570	863		
午後 12 時	55 分	1552	1530	1497	1495	1483		1514	768		
	25 分	1571	1545	1470	1480	1500	1550	1243	827		
" 1 時	55 分	1562	1543	1472	1480	1456		1245	827		
	25 分	1545	1520	1478	1475	1480	1549	1547	864		
" 2 時	55 分	1537	1521	1490	1473	1473		1540	871		
	25 分	1570	1554	1475	1487	1470	1527	1126	769		
" 3 時	50 分	1517	1562	1481				1530	825		
	平 均		1564	1529	1457	1454	1465	1556	1462	810	午後 2時50分 1337

第 8 表 (第 2 號爐 3月23日測定)

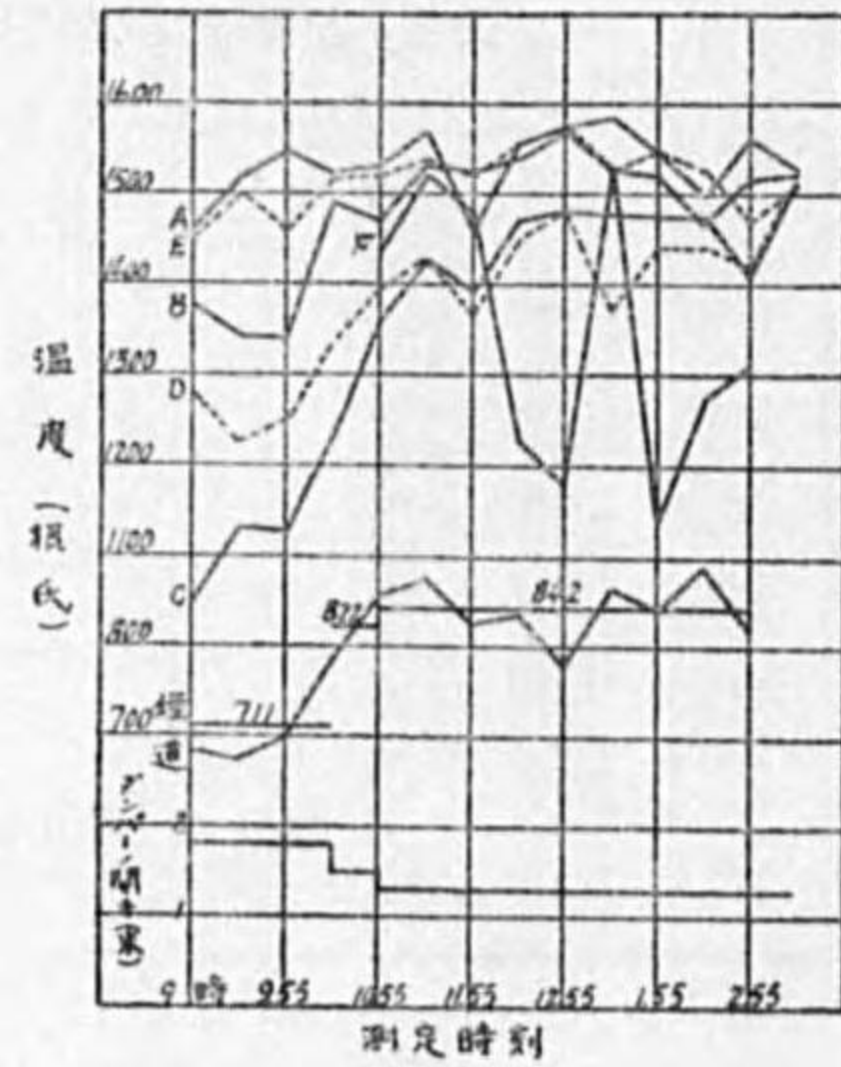
時 間	測定箇所	測定箇所							煙道	出鉄時	鑄型注入
		A	B	C	D	E	F	G			
午前 9 時	0 分	1527	1500	1275	1210	1465			1150	590	
	25 分	1494	1462	1265	1450	1450	1508		1027	651	
" 10 時	55 分	1577	1574	1434	1400	1483			1010	655	
	25 分	1487	1434	1449	1400	1485	1584		1207	807	
" 11 時	55 分	1575	1532	1470	1390	1320			1538	817	
	25 分	1600	1605	1450	1442	1482	1620		1536	833	
午後 12 時	55 分	1560	1545	1500	1532	1527			1390	812	
	25 分	1600	1592	1523	1465	1490	1630		1300	810	
" 1 時	55 分	1560	1548	1570	1523	1553			1545	832	
	25 分	1620	1590	1540	1627	1464	1540		1568	837	
" 2 時	55 分	1578	1542	1525	1536	1500			1474	855	
	25 分	1545	1550	1534	1500	1500	1450		1540	810	
" 3 時	55 分	1582	1550	1529	1550	1555			1332	863	
	7 分	1550	1548	1500	1500	1500			1515		
平 均		1580	1560	1486	1483	1501	1574	1382	782	午後 3時14分 1472	午後 3時18分 1416

第 3 圖 鐵 の 放 射 率

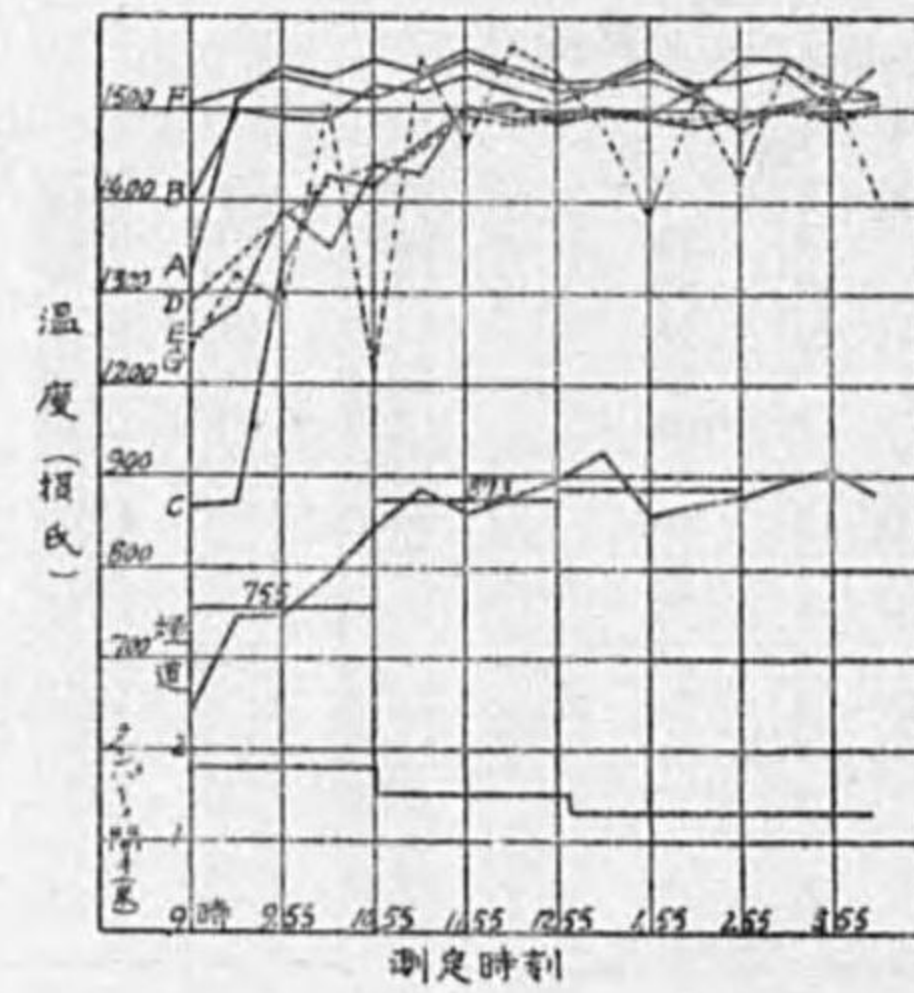


是等各部の温度及び煙道の開きと時間との關係を第4~7圖に示せり、是に依りて考ふればGの如き爐外にある部分の温度は作業中其變化甚だしけれども、爐内のA, F, B, E, C, の如きは其變化比較的少なき傾向あり、是れ爐が吸収しつつある多量の熱の爲めに、瞬時の變化による影響少なきに起因するものゝ如し。

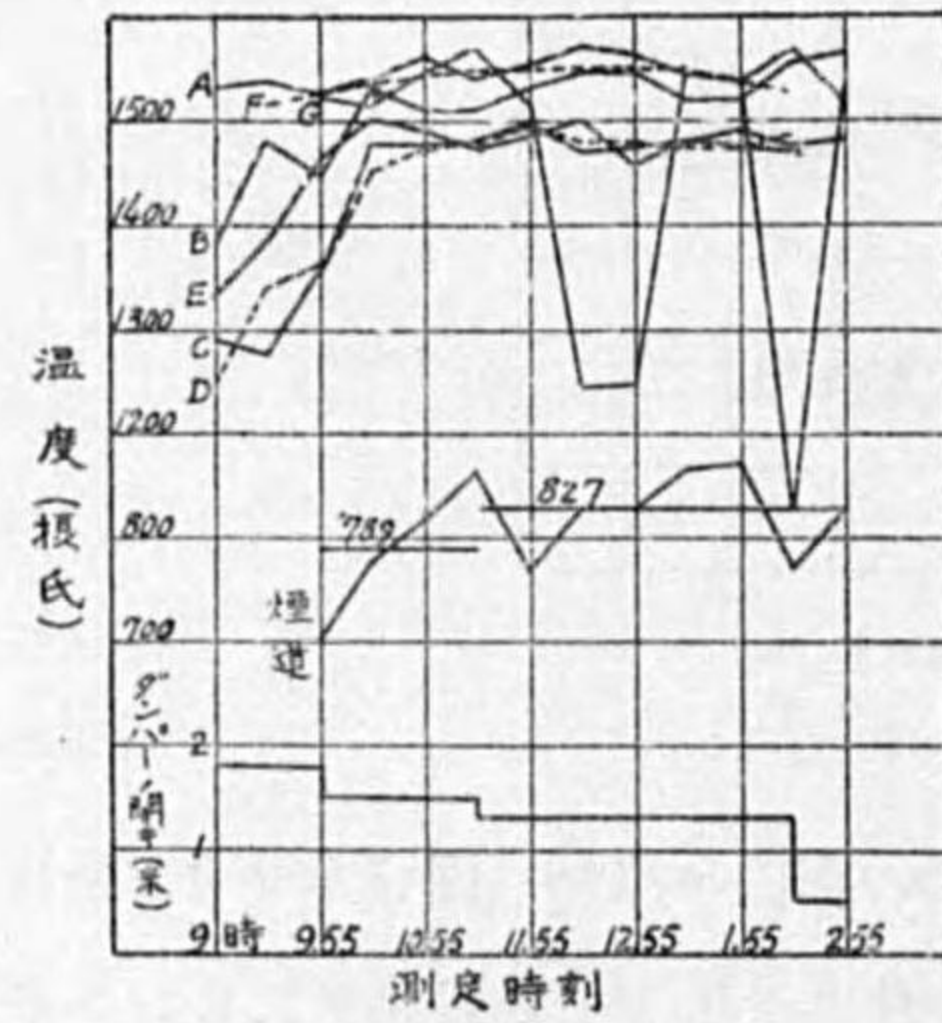
第 4 圖(第1號) 3.3.20測定



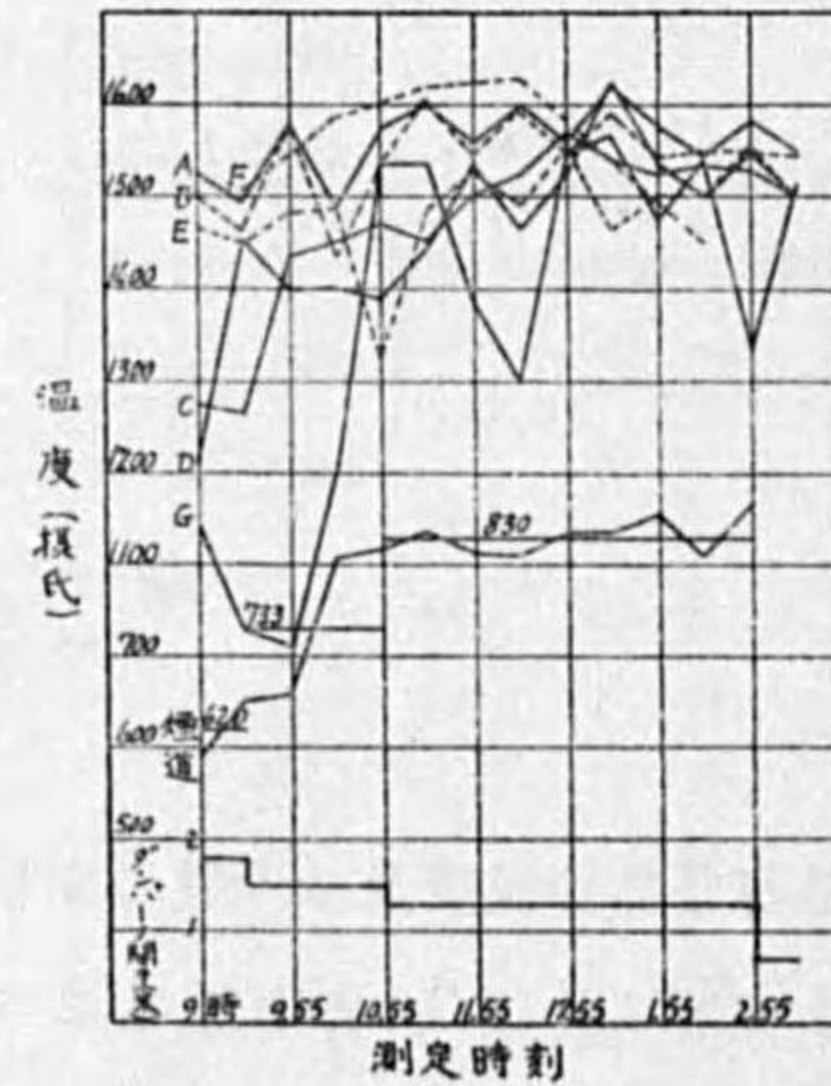
第 5 圖(第2號) 3.3.21測定



第 6 圖(第1號) 3.3.22測定



第 7 圖(第2號) 3.3.23測定

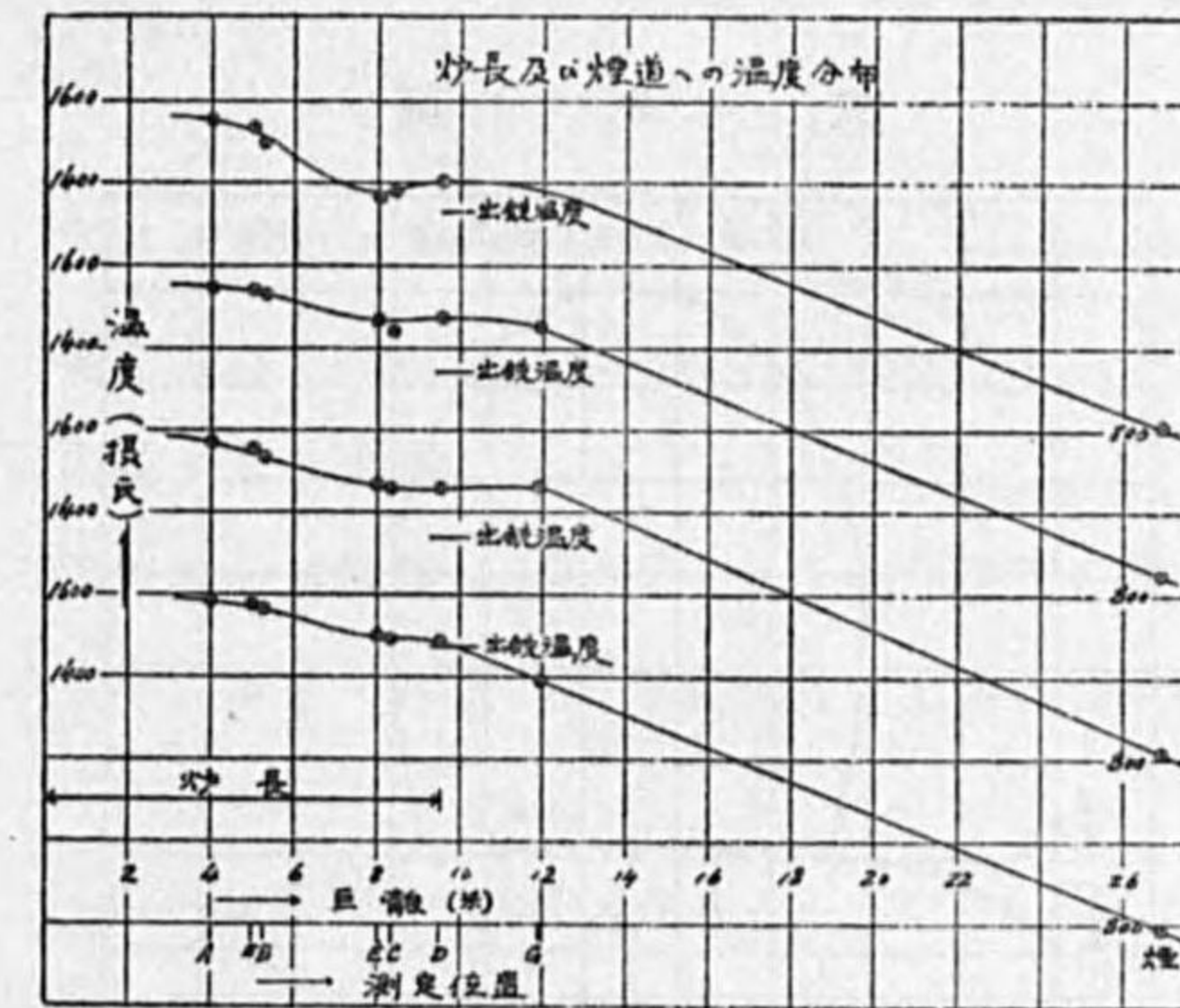


(a) 爐内及び煙道に於ける温度分布

本測定の結果より燃焼瓦斯が通過する距離に従ひて其温度分布の状況を求

むるに第 8 圖を得、爐長及び測定位置を長さに従ひて併記し各部の温度が如

第 8 圖



何に分布せられつゝあるかを考察するに便ならしむ、此結果を考察すれば爐内の最高温度は殆んど其中央に近きが如し、是瓦斯の燃焼最も盛なるを想像せらるればなり、煙突下に於ける温度は何れも平均 800°C 前後に達し、出銑温度は約 1330~1470°C なるを知る。

各部の温度上昇模様を第 4~7 圖に就きて考察するに、各部の温度が定常状態に達する事の早きもの程其消費石炭量は減少す、第 4 及び第 6 圖を比較するに、前者は 11 時半後者は 10 時半頃に各部一樣なる温度に到達し、又第 5 及び第 7 圖を比較するに、前者は 12 時後者は 10 時半頃に略同様なる温度に到達するを知る、従て消費石炭量を減少せしめんが爲めには、各部の温度を可及的早く一樣に定常の状態に上昇せしむる事必要なる可し。

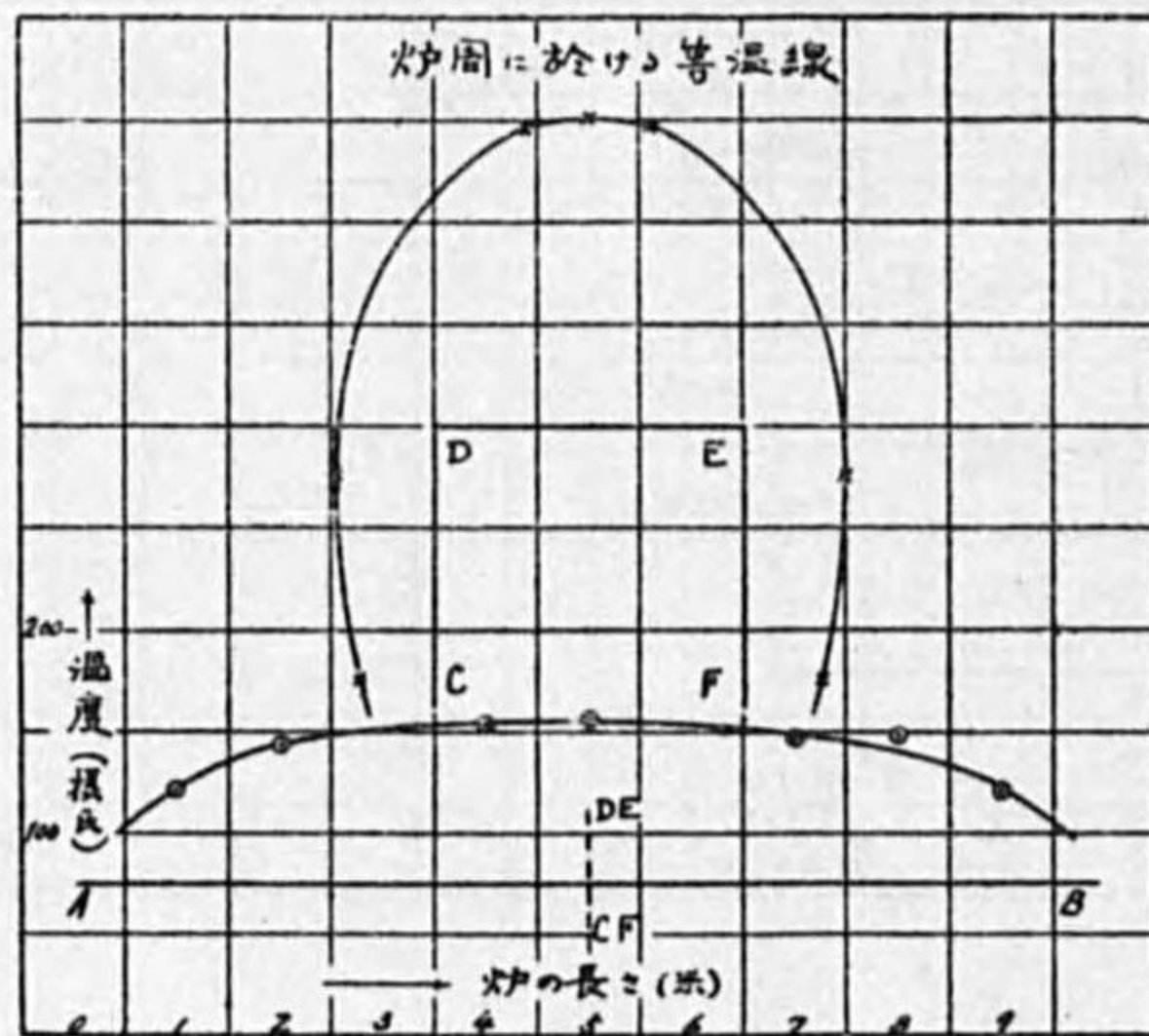
(b) 爐周に於ける温度分布

特殊の装置を施せる寒暖計を使用し、反射爐が定常状態に達せる後に於て爐の表面の温度を測定せり、即ち爐長に平衡し爐の表面にして上部中央線に



添ひ、又爐長の凡そ中央に於て爐長に對して直角なる斷面を考へ其表面上に於ける爐周の溫度を測定せり、第9圖中 A, B は全爐の長さにして D, E, C, F は全爐長に對して直角に考へられたる斷面なり、C, D, E, F は其横斷面に

第 9 圖



して (○) 及び (×) は爐周に於ける等温線を表はすものとす、是に依りて考ふれば爐長に對しては其中央、又横斷面にありては爐の上部が最も高温にあるを知るべし。

(c) 灰分並に熔滓の持ち去る熱量

石炭消費量は第1表より平均として 7.3 噸を得、而して是より生ずる灰分は第3表より 17.04 (%) なるが故に

$$7.3 \times \frac{17.04}{100} = 1.24 \text{ (噸)}$$

今燃燒によりて生ずる灰の溫度を 1500°C とし、其比熱を殆んど鑛滓の夫れに相等しと考ふれば

$$400 \times 1.24 = 496 \text{ (カロリー)}$$

然るに石炭の發熱量は6368カロリーなるを以て、灰分が持ち去る熱量は、

(1) 海野、研究報告 7 (1927), No.8

$$496 \div (6368 \times 7.3) \times 100 = \frac{496 \times 100}{46486} = 1.07 \text{ (\%)}$$

又多少の装入物其他よりして發生する熔滓の平均量は 0.7 噸なるを以て、熔滓が持ち去る熱量は

$$390 \times 0.7 = 273 \text{ (カロリー)}$$

$$\text{從て} \quad 273 \div (6368 \times 7.3) \times 100 = \frac{273 \times 100}{46486} = 0.59 \text{ (\%)}$$

即ち全熱量に對し夫々 1.07% 及び 0.59% の熱量を持ち去る事となる。

(d) 鑛銑の持ち去る熱量

爐内に於ける鑛銑の平均溫度は 1455°C にして、此溫度に於ける含有熱量は實測によるに約 296 カロリーなり、又銑鐵噸當り石炭消費量は 392 斤なるを以て

$$6368 \times 0.392 = 2496 \text{ (カロリー)}$$

從て鑛銑が鑛融状態にて持ち去る熱量は全石炭の發熱量に對して

$$296 \div 2496 \times 100 = 11.89 \text{ (\%)}$$

即ち、 11.89% の熱量を持ち去る結果となる。

(e) 爐周より放散せらるゝ熱量

今爐の直立壁より放散せらるゝ熱量を算出するに次の條件を考ふる事とせん。

$$\text{爐 周} = (9.5 \times 2 + 3.07 \times 2) \times 4.10 = 77.9 + 25.17 = 103.1 \text{ (平方米)}$$

$$\text{爐の平均の厚さ} = 0.46 \text{ (米)}$$

$$\text{爐内平均溫度} = 1500^\circ\text{C}^{(2)}$$

$$\text{爐表面(兩側)の平均溫度} = 45^\circ\text{C}^{(3)}$$

$$\text{爐表面(前後)の平均溫度} = 130^\circ\text{C} \text{ (實測)}$$

(1) 海野、研究報告 7 (1927), No.8 (2) 第8圖より (3) 第9圖より

従て爐の兩側より單位時間に放出する熱量Rは

$$R = \frac{5.4 \times 10^{-3} \times (1500 - 45) \times 77.9 \times 10^4}{46} = 133058 (\text{カロリー})$$

又爐の前後より單位時間に放出する熱量Sは

$$S = \frac{5.4 \times 10^{-3} \times (1500 - 130) \times 25.17 \times 10^4}{46} = 40467 (\text{カロリー})$$

又爐の上下より流出する熱量を考ふるに

$$\text{上下兩面積} = 9.5 \times 3.07 \times 2 = 58.33 (\text{平方米})$$

$$\text{爐表面の温度} = 150^\circ\text{C}$$

$$\text{爐の平均の厚さ} = 0.60 (\text{米})$$

故に爐の上下より單位時間に流出する熱量Tは

$$T = \frac{5.4 \times 10^{-3} \times (1500 - 150) \times 58.33 \times 10^4}{60} = 70835 (\text{カロリー})$$

従て全爐周より單位時間に放出する熱量は

$$R + S + T = 133058 + 40467 + 70835 = 244360 (\text{カロリー})$$

然るに單位時間に消費せらるゝ石炭量よりして其發熱量を考ふるに

$$14690 \div 60 \times 6368 = 1560160 (\text{カロリー})$$

$$\text{従て} \quad 244360 \div 1560160 \times 100 = 15.67 (\%)$$

即ち、15.67(%)の熱量を爐周より流出しつつある事を知る、茲に  $5.4 \times 10^{-3}$  を使用せるは、田所、研究報告1(1921)に依れるものにして、爐の部分によりて使用せられたる耐火材料に相違あれども、主なる材料の平均値として此値を採用する事とせり。

(1) 第2表より

(2) 第3表より

(f) 爐が吸収する熱量

一作業の間に於て爐が定常状態に達する迄に幾何の熱量を吸収するか、換言すれば石炭消費量の何パーセントを爐が吸収す可きかを算出せんとす、今築爐に要せられたる耐火材料を第9表に示す事とせり。

第 9 表

堂山鑄物工場反射爐築造所要材料數量(一基分)

符 號	名 稱	單重 k.g.	枚 數	重量 k.g.
1	自製鐵石煉瓦 4 12 屯	7	168	1.176
2	"	"	120	840
3	"	"	294	2.058
4	東京形耐火煉瓦	3	390	1.170
5	"	"	594	1.782
6	"	"	1080	3.240
7	"	"	3370	10.110
8	"	"	768	2.305
9	自製鐵石煉瓦 4 12 屯	7	1000	7.000
10~11~12	自製鐵石煉瓦 R 400	3.3	109	330
A	東京形赤煉瓦	3	4650	13.950
B	"	"	240	720
C	"	"	396	1.188
D	"	"	920	2.760
E	"	"	3460	10.380
F	"	"	710	2.130
G	"	"	450	1.350
耐火モルター				3.500
小 計				65.989
混 合 計				3.400
				69.389

従て夫等よりして次の事柄を考ふる事を得。

$$\text{使用耐火材料} = 69.389 \text{ 吨}$$

$$\text{耐火材料の平均温度} = 700^\circ\text{C}$$

$$700^\circ\text{Cに於ける耐火材料の平均含有熱量} = 150 (\text{カロリー})$$

$$\therefore 150 \times 69.389 = 1040835 \times 10^4 (\text{カロリー})$$

(1) 爐の上部及び側面の平均温度として  $100^\circ\text{C}$  を採り、内部の平均を  $1500^\circ\text{C}$  とし此兩者の平均として  $700^\circ\text{C}$  を採用せり。

(2) 田所、研究報告(1921), 87.

従て此熱量が石炭如何程に相當するかを見るに

$$1040835 \div 6368 = 1634477 \text{ (グラム)}$$

$$\div 1.634 \text{ 吨}$$

従て之が使用石炭の何パーセントに相當するかを求むれば

$$1.634 \div 7.3 \times 100 = 22.40 \text{ (\%)}$$

即ち、22.40% に相當するを知る。

(g) 煙道の耐火物が吸収する熱量

反射爐より煙突下に至る煙道の長さは約20米にして、煉瓦の種類及び一米につき使用せられたる枚數並に其重量を示せば次の如し。

種 類	一枚の重量 (斤)	一米につき使用せられたる煉瓦枚數	一米に使用せられたる煉瓦の重量 (吨)
耐火煉瓦	5	220	1.100
東京形耐火煉瓦	3	930	2.790
赤煉瓦	3	1050	3.150
合 計			7.040

従て20米の煙道全体に使用せられたる煉瓦の總吨數は

$$7.040 \times 20 = 140.8 \text{ (吨)}$$

煙突下に於ける平均温度は測定の結果よりして 809°C なり従て其附近に於ける煉瓦の平均温度を煙道の断面積(第10圖参照)より計算して 392°C を得、又 G 點に於ける附近の煉瓦の平均温度は同様にして 695°C<sup>(1)</sup> を得るが故に平均として

$$(695 + 392) \div 2 = 544 \text{ (C)}$$

即ち 544°C に於ける使用煉瓦の平均比熱として 0.24<sup>(2)</sup> を採用すれば

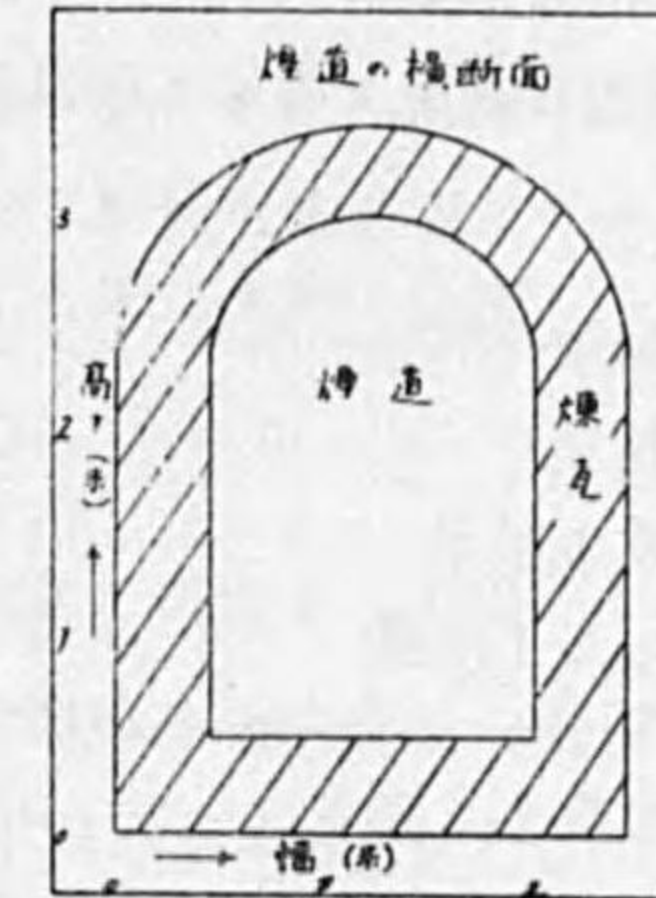
$$0.24 \times 544 = 130 \text{ (カロリー)}$$

$$\therefore 130 \times 140.8 \times 10^6 = 183.04 \times 10^8 \text{ (カロリー)}$$

(1) 第 5~8 表参照

(2) 前掲

第 10 圖



此熱量を石炭の發熱量に換算すれば

$$183.04 \times 10^8 \div 6368 = 2880 \times 10^3 \text{ (グラム)}$$

$$= 2.88 \text{ (吨)}$$

従て全煙道の煉瓦が吸収せる熱量は消費石炭の何パーセントに相當するかを見るに

$$2.88 \div 7.3 \times 100 = 39.44 \text{ (\%)}$$

即ち 39.44% の熱量を吸収する事を知る、此熱量は一回の操作に於て吸収す可き熱量なるが、本作業にありては 1 號及び 2 號爐を交互に使用し煙道は兩操作に共通なり、従て一度吸収せられたる熱量が充分に放散せざる内に次の操作始まるが故に、第二回目の操作の時にあたりては煙道の耐火物が吸収する熱量は此 39.44% より遙かに少なく、煙道耐火物が保熱せる事の爲めに吸収せられざる部分の全熱量は煙道へと放散せらる可きなり、従て前項に於て計算せる諸熱量の總和を 100% より減じたる残りの

$$100 - (1.07 + 0.59 + 11.89 + 15.67 + 22.40 + 39.44) = 8.94$$

8.94 よりも第二回目の操作以後は煙突へ放散せらるゝ熱量は遙かに増加す可き道理なり。

(h) 廢棄瓦斯が煙道外に持ち去る熱量

以上實測より起算せる熱量消費の和を100%より減せるものは即ち初回操作に於ては廢棄瓦斯として煙突へ放散せらるゝものに相當す、各消費熱量を茲に總合すれば次の如し。

灰分の持ち去る熱量	.....1.07 (%)
鑛滓の持ち去る熱量	.....0.59 "
鎔銑となすに要する熱量	.....11.89 "
爐周より放散せらるゝ熱量	.....15.67 "
爐が吸収する熱量	.....22.40 "
煙道の耐火物が吸収する熱量	.....39.44 "
煙突への熱量	.....8.94 "
合 計	.....100.00 "

是等の關係を第11圖に示せり、以上の結果を通覽するに煙道に運ばるゝ熱量は

第 11 圖



$$100 - (1.7 + 0.59 + 11.89 + 15.67 + 22.40) = 48.38 (\%)$$

此 48.38% は使用燃料の約半に相當する熱量にして、R. T. Sarjant<sup>(1)</sup> が平爐の場合につきて報せる値に相似たり、然るに交互の操作に至りては、煙道

(1) Fuel in Sci. & Pract. 4 (1925), 199; 232; 276.

煙突下の温度は定常状態に達せる後に於ては平均 800°C 附近なるが故に、此際に利用し得可き熱量の如何程が煙突に放散せられつゝあるかを實測<sup>(1)</sup>より起算せんに、第三餘熱汽罐用第二製鋼工場排棄瓦斯利用の場合に於ては

汽罐入口に於ける排棄瓦斯の温度	.....540°C
汽罐出口に於ける排棄瓦斯の温度	.....250°
其 差	.....290°
一晝夜の給水量	.....78.648 (噸)
78.648 噸の給水量に相當する石炭 <sup>(2)</sup>	.....12.70 (噸)
12.70 噸の石炭節約は全消費量に對して <sup>(3)</sup>	.....34.6 (%)

即ち此場合にありては 34.6% の節約をなしつゝあり、然るに今の場合は交代作業にして煙道が既に保熱せるが故に、定常状態に達せる後に於ては煙突下にて既に 800°C 附近の温度あり、操業始めの低温の部分<sup>(4)</sup>を考慮し全体の平均として約 600°C を得、從て

$$290 : 350 = 34.6 : x$$

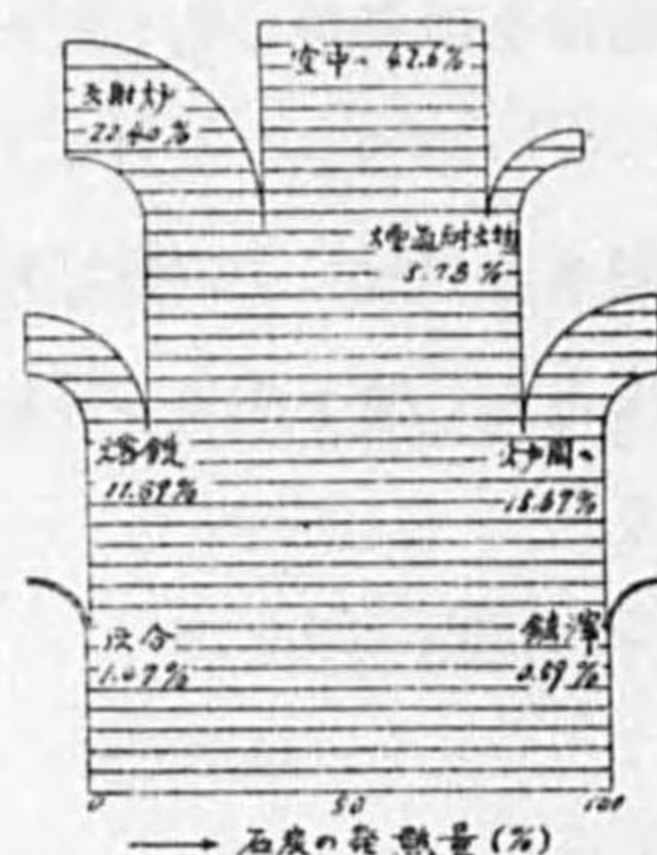
$$x = 41.7 (\%)$$

即ち煙道に放散せらるゝ熱量は、全熱量の 41.7% よりも大なり、從て交互に操業をなすときにありては、若し此部分に餘熱汽罐を設けたりと考ふれば、少く共全石炭消費量の約 41.7% 以上を回収せらる可きなり、平爐廢棄瓦斯の餘熱汽罐に利用せる場合につきて、C. L. Kinney 及び G. R. Mc Dermott<sup>(5)</sup>, F. Chements<sup>(6)</sup>, W. Dyrrsen<sup>(7)</sup>, T. B. Mackenzie<sup>(8)</sup> 等が得たる値は、夫々 54.7%, 40.4%, 50.7%, 49.9% にして、最近 T. J. Ess<sup>(9)</sup> が報せる値は 31% なり、此場

(1) 海野、受付研究 16 (1926).  
 (2) 當所汽罐場の平均熱能率より計算せり。  
 (3) 鋼 1 屯に對し石炭消費量 250~300 噸と考ふれば 12.70 噸は 48.3~32.2 (%) に相當す、依て此兩者の中間即ち適當り 275 噸として 34.6% を引用し來れり。  
 (4) 第 4~7 圖参照  
 (5) Amer. Iron & Steel Inst. 27 (1922),  
 (6) Journ. Iron & Steel Inst. C V (1922), 429  
 (7) Journ. Iron & Steel Inst. CIX (1924), 175  
 (8) Journ. Iron & Steel Inst. XCVIII (1918), 319  
 (9) The Blast Fur. & Steel Plant, Mag (1928), 646

合に於ては汽罐入出口に於ける瓦斯の温度は當所實測値に殆んど相等しく、  
 爐の噸數は75噸にして使用燃料は骸炭爐瓦斯及び「タール」なり、今連續使用  
 の場合に於ては第 11 圖に示せる煙突への 8.94%は増加して 41.7%以上とな  
 り、反對に煙道の耐火物が吸収する熱量は僅々數「パーセント」となる可きな  
 り、此場合にありては熱量配布關係は第12圖の如くなる。

第 12 圖



由て是等の結果よりして次の如く述ぶる事を得、單に餘熱利用の見地より  
 考ふれば

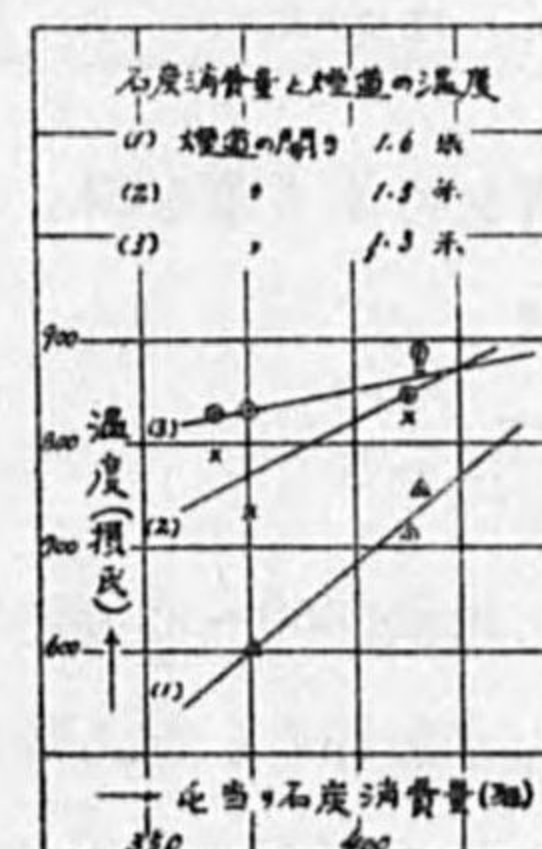
- (1) 反射爐を連續使用すれば爐が吸収する熱量 22.40% を利用し得。
- (2) 尙ほ餘熱汽罐に利用すれば 42.6% 以上を節約し得て合計 22.40 + 42.6  
 = 65.00% の節約をなし得。

灰分、鑛滓、鎔銑へ要せらるゝ熱量は毎回必然的に要求せらる可き種類の  
 ものなるが、爐周よりの放散熱量は保温煉瓦其他によりて更に減少せしむる  
 を得可く、又爐及び煙道の耐火物に至りては、若し連續使用する事を得ば其  
 設備如何によりて約65%以上を利用し得可き性質の熱量たる事は特に注意す  
 可き事なりとす。

(i) 石炭消費量と煙道の温度及び煙道の開きとの關係

煙道の開きと其温度との關係は第4~7圖に示す如く燃燒時間の延長に從て  
 共に温度は上昇す、今煙道の開き一定なる間に於ける温度の平均値を求め、  
 又各作業に於ける鎔銑1匙に對する石炭消費量を求め、煙道の開き同一なる  
 場合につき是等の關係を求むるに第13圖を得

第 13 圖



是によりて見れば

- (1) 煙道の開き 1.3~1.6 米の間に於ては消費石炭量の増加に從ひて何れも  
 煙道の温度は上昇す。
- (2) 其上昇の割合は煙道の開きの増加に從て大なり、即ち煙道の開き大なる  
 場合は、消費石炭量増加すれば急激に煙道の温度は上昇するを知る。  
 今第 13 圖(1)(2)(3)につき匙當り石炭消費量の増加に由る温度上昇の割合  
 即ち、匙當り石炭消費量を  $\theta$  温度を T にて表はさば  $\frac{dT}{d\theta}$  なり、此値を求む  
 るに

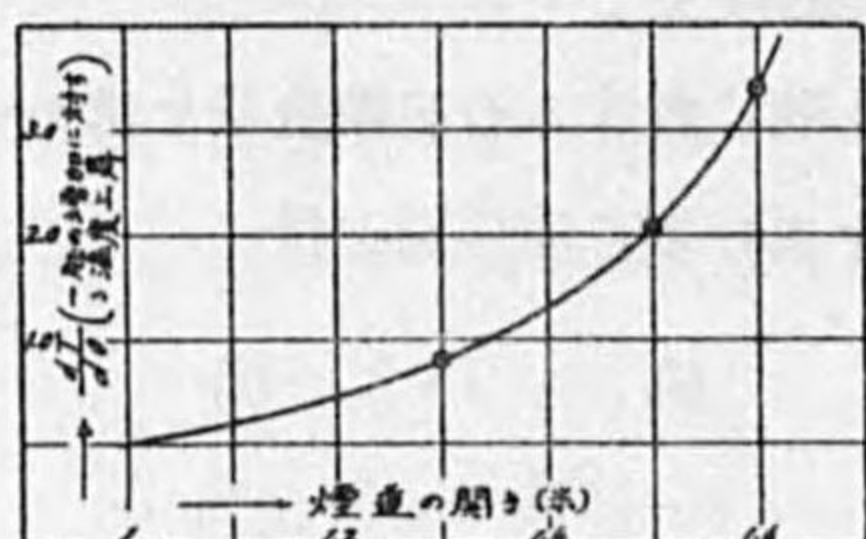
$$(1) \quad \frac{dT}{d\theta} = \frac{170}{50} = 3.4$$

$$(2) \quad \frac{dT}{d\theta} = \frac{103}{50} = 2.06$$

$$(3) \quad \frac{dT}{d\theta} = \frac{40}{50} = 0.8$$

を得るが故に、是等と煙道の開きとの關係を求むるに第14圖を得。

第 14 圖



従て此曲線よりして次の事實を考ふる事を得。

即ち、煙道の開き一米ならば

$$\frac{dT}{d\theta} = 0$$

換言すれば應當り石炭消費量に増減(350~420斤)ありとも煙道の開き一米なる場合は、煙道下の温度は殆んど相等し、即ち煙道の開き一米より増加すれば、消費石炭量に對する温度上昇の割合は二乗の速度にて上昇するが故に、熱量の大部は煙道に消費せらるるを想像せらる可く、又第4~7圖に於て煙道の開きと時間及び各部の温度上昇模様を考察するに、(元より各部の温度は煙道の開きのみによりて左右せらる可きものに非ざるも)煙道の開きが1.6米の場合は各部の温度一様に比較的低く、之より1.5~1.3米に至りて各部の温度は最高に達するを知らる可し、煙道の開きが1.6米より減するに當りて煙道の温度上昇割合は、爐内各部の上昇割合に比して甚だ少なり、是1.6米の場合は引き方急にして爐内を加熱するに至らず、1.6米より減するに及びて爐内が急に加熱せらるる結果と考ふる事を得可し。

本稿を終るに當り種々御指導を賜りたる、野田研究所長並に岸原主事に對し深厚の謝意を表す、尙測定に當り種々便宜を與へられたる、高橋技師、目黒技手及び熱心に測定に従事せる、遠藤技手、宮崎雇に對し感謝の意を表す。

(3. 5. 31)

終