

シ ー ト バ ー ・ ミ ル に 就 て

(日本鐵鋼協會 第7回講演大會講演)

宗 田 太 郎
鈴 木 虎 喜

ON THE OPERATION OF THE SHEET BAR MILL

by T. Soda and T. Suzuki.

SYNOPSIS. The Sheet Bar Mill, designed and manufactured by the Krupp Gruson Works in Germany, was installed in The Plate and Sheet Rolling Mills on June 1929 to furnish 200,000 tons of sheet bar yearly for black sheet-mills in the same compound.

At the beginning of operation, we had a little difficulty to attain predetermined productions, but by co-operation of engineers and working men it soon became evident that the maximum designed capacity could easily be surpassed when needed. The results are described elsewhere in this paper.

The present paper describes the general arrangement of furnaces and mills, results of rolling operation and also research works which have been performed during routine works, and is arranged as follows:-

- I. Introduction
- II. General arrangements
- III. Reheating furnaces-
 1. Construction together with special features and endurance tests
 2. Working methods and temperature distributions in the furnaces
 3. Gas and Air consumption, theoretical and practical
 4. Pyrometric efficiency
 5. Heat balance
- IV. Rolling mills proper-
 1. Mills and accessories
 2. Methods of rolling-
 - (1) Classification of sheet bars to be rolled
 - (2) Rolls
 - (3) Rolling operation
 - (4) Adjustment of drafts which are to be distributed on four stands of the continuous finishing mill
 3. Results of operation
 4. Electric power saving by an improved lubrication
 5. Experiments on the power consumption which is required for rolling an ingot into sheet bars of specified dimensions

I. 緒 言

此のシートバー・ミルは當川崎造船所製鉄工場に於ける薄板用母板(シートバー)を製作する目的の爲設立せられたるものにして、昭和4年6月の創業にかゝる。而して加熱爐は獨逸 Rupp-

ann 會社の設計になり、壓延機及び其他の附屬機械設備は同上 Krupp Gruson 工場の設計製作になり、原動機は同上 Siemens Schuckert 工場の製作になるものなり。此の工場は年額200,000 噸のシートバーを製作する能力を有し、且つ尙ほ相當

の餘裕を有す。

次に此の工場の加熱爐と壓延機との各々に就き調査研究せる結果を述ぶ。

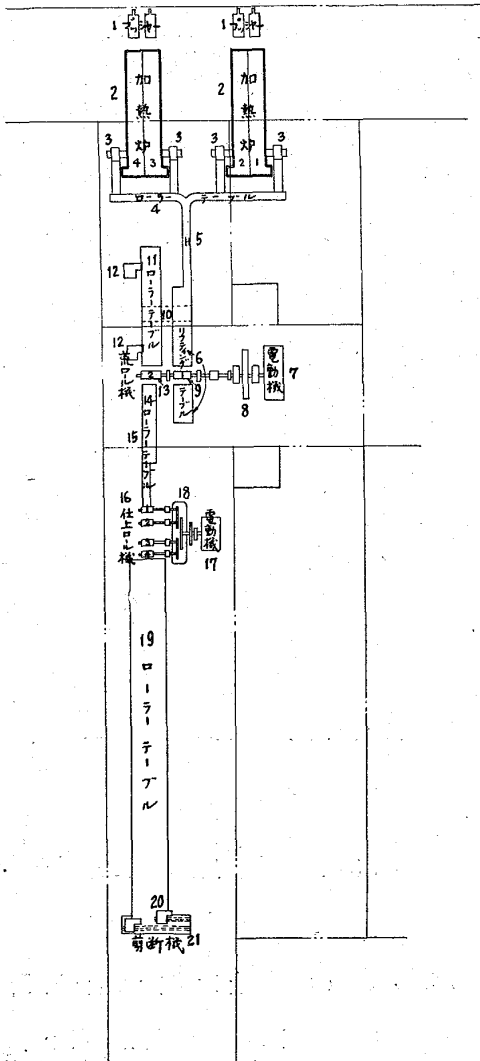
II. 工場設備の概要

第1圖に之を示す。

1. 鋼塊裝入装置 (Blockstoßvorrichtung)
2. 加熱爐 (Wärmofen)
3. 鋼塊搬出装置 (Blocktransportvorrichtung)
4. ローラーテーブル (Rollgang)
5. 鋼塊方向轉換装置 (Blockdrehvorrichtung)
6. チルチングテーブル (Wipptisch)

11. ローラーテーブル (Rollgang)
12. 剪斷機 (Schere)
13. 第2荒ロール (II. Vorwalzen)
14. チルチングテーブル (Wipptisch)
15. ローラーテーブル (Rollgang)
16. 連續ロール (Kontin Walzen)
17. 電動機 (Motor)
18. ギヤリング (Vorgelege)
19. クーリングテーブル (Warmbett)
20. 剪斷機 (Schere)
21. 搬出装置 (Transportvorrichtung)

第1圖 平鋼工場全體配置圖



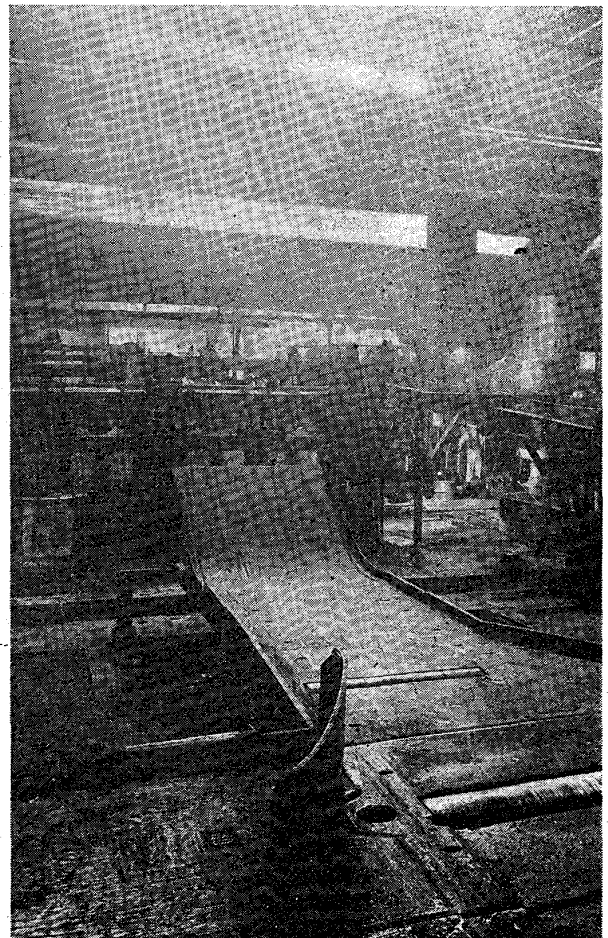
- 7 電動機 (Motor)
- 8 フライホキール (Schwungrad)
- 9 第1荒ロール (I. Vorwalzen)
- 10 コンベヤ (Schlepper)

III. 加熱爐に就て

1. 爐の構造及び其の特徴と耐久性

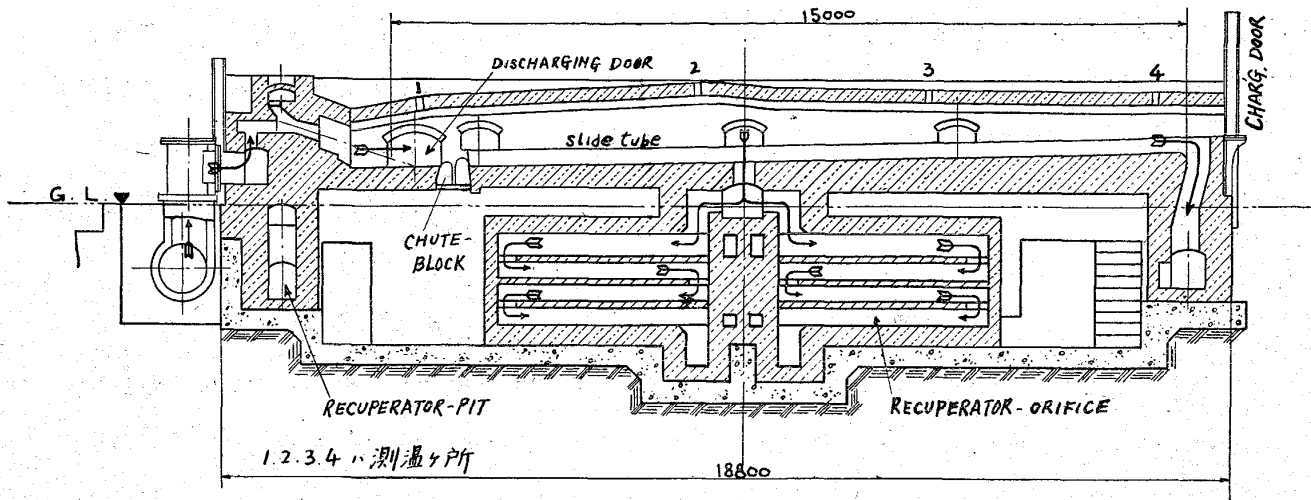
爐の構造:—此の爐は Recuperator を有する2列連續式加熱爐にして、其の構造は第2圖1・2に示す如きものなり。

鋼塊加熱爐



爐の大きさは長さ 18,800mm、幅 2,660mm、地上

第 2 圖 1. 加 熱 爐 縱 斷 面 圖



高さ 2,200 mm にして、爐床上に長さ 14,550 mm の 2 本の Slide tube (Gleitrohr) あり。鋼塊(大口 340 mm 角、小口 300 mm 角、長さ約 1,400 mm、重量 930 乃至 1,000 kg) は此の上に連続的に装入さるゝものにして、爐 1 基に就き 42 個を收容し得。此の Slide tube は第 3 圖上に見る如く、内部に 1 本の眞鍮管を具たる鋼管にして、冷却水を通す。矢は其の方向を示す。尙ほ其の先端には之を支持し、併せて此の上の鋼塊を前爐床適當の位置に轉倒せしむる働をなす Chute block (Sturzbock) あり。第 3 圖下は之を示す。之も同様内部に冷却水を通す。

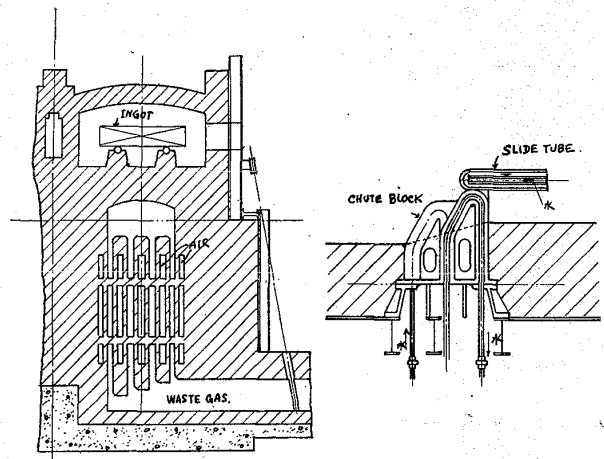
瓦斯は吹出口より矢の方向に來り、空氣は相隣れる爐の中間壁より誘導され、送風機を経て Recuperator orifice に入り、此處にて豫熱されて Recuperator pit に一度集合し、吹出口より爐内に入る。Recuperator は良質のシャモット煉瓦を用ひて極く精確に組立られたるものにして、横に 9 段、縦に 4 段の Orifice を有し、廢棄瓦斯と空氣とは相隣れる Orifice を反對の方向に通過し、此處にて廢棄瓦斯の有する熱量の一部を回収するものなり。

第 2 圖 2.

加 熱 爐 横 斷 面 圖

第 3 圖

Slide tube と Chute block



爐構造上の特徴：—此の爐は前述の如き Recuperator を有し、之によりて空氣を通例 300°C ~ 350°C に豫熱して用ひ得るものなり。元來此の種の Recuperator 使用上には種々の困難あるに關せず、今日に至るも何等の支障なく、良好なる作業能率を擧げつゝある事は、此の爐に於ける第 1 の特色となすべく、例へば今 Recuperator を通過せし空氣が 300°C の熱風となりたりとせば、之れが含む熱量は Mallard 及び Le Chatelier 氏¹⁾の比熱式により計算すれば 193,131 k.cal/hr となる。

1) Richards, Metallurgical Calculations, Part one

(但し第3號爐に於ける送風量 $2,070 m^3/hr$ の時) 當所使用の撫順炭に就ての實測に依れば、石炭 1 kg の發熱量は 6,870 k.cal なるにより、上記熱量の石炭當量は

$$193,131 \div 6,870 = 28 kg.coal/hr$$

なり。他の3爐共殆んど同様につき、全體にては 112 kg.coal/hr となる。

此の爐に於ける加熱速度は、後部より装入して前横部より抽出する迄約4時間を要するものにして、此の間に壓延溫度約 $1,200^\circ C$ 内外に加熱され何等の故障なく連続的に大量加熱をなすに適當するものなり。此種加熱爐に於ては、鋼塊の Slide tube に接觸する部分は、冷却水の爲に熱を奪はれ片熱となるものなるが、之を補ふ爲に Chute block に依り鋼塊を前爐床上に、今迄の下部が反對に上部となる如く轉覆せしめ、そのまゝ約2分間あらしめ、上床にて燃燒する瓦斯の反射熱により熱の不平均を補はしむ。

爐各部の耐久性：——此の爐に於て最も重要な部分にして早く損ぜられ易き所は瓦斯吹出口、前爐床、Recuperator orifice, Chute block 等なり。瓦斯吹出口は爐内最高溫の所なるを以て損ぜられ易し。然るに爐内 Flame zone の流れはこの傾斜如何により甚だしく影響さるゝものなるが故に、絶えず之に注意し、少しの崩損にも之れが修理を行ひつゝあり。前爐床も之れに次ぐ高溫の所にして、鑛滓の成生盛んに、且つ鋼塊轉覆の際強き衝擊を受くる爲に損ぜらるゝものなるが、此處には Chrome brick を敷きて之を緩和し、鑛滓は此處に於てのみ成生するものなるを以て此の部分の爐床手入にはドロマイト、マグネシヤ煉瓦屑、螢石等を適當に投入して均し、且つ鋼滓の流れを促し

て之を Slag port より受くるものなり。Recuperator orifice は廢棄瓦斯の通過する最上部が、時により鑛滓により埋めらるゝ事あり。之れは鑛滓が Recuperator の入口より少量づゝ長き時日の間に浸入するものなるが故に、かゝる時には設けられたる掃除口を開きて之を除去す。

Chute block は耐熱鑄物にして普通1ヶ月以上長きは半ケ年の使用に耐ゆるものなり。然れども時には甚だ不具合のものあり、僅か1週間にして取替へたる例あり。最近は使用上及び製作上の研究を積み甚だ長期に耐ゆるに至れり。次に之の分析の一例を示す。

第 1 表

C	Mn	Si	P	S	Cu	Ni	Cr
0.18	0.47	0.09	0.009	0.006	0.26	2.65	0.48

次に昭和5年4月20日より同6年6月30日に至る間の Chute block の耐久日数を各爐に就て示せば次の如し。

第 2 表

爐番號	取替度數										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
No.1	25日	16	35	東222 西187	35	63	56	現在	—	—	—
No.2	51	63	6	東76 西160	84	84	28	現在	—	—	—
No.3	81	96	21	東157 西61	126	現在	—	—	—	—	—
No.4	19	46	東77 西59	6	6	21	98	77	現在	—	—

東西とあるは東、西、2個の Chute block が各々別々に取替へられたるものにして、他は2個同時に取替へられたるものなり。

尙ほ之の破損せらるゝ部分は、鋼塊轉覆の際衝擊を受くる上部の一部分のみなるを以て、この部分を瓦斯銲接に依つて修理せば、新品と何等變りなきものとなり、何度も使用に耐ゆ。

Slide tube は耐熱鋼管にして、創業半ケ年後之が検査を行ひたるに、損耗度は僅か 1.5mm 位に過ぎず。之を 90° 廻轉して据付直しをなし、其後

半ケ年にして 90° 廻轉して用ひたり。斯くして用ひらるゝ爲長期の使用に耐ゆ。Slide tube 分析の一例を示せば次の如し。

第 3 表

分析 資料番號	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni
1	0.36	0.211	0.54	0.015	0.21	0.021	0.025	0.095
2	0.37	0.211	0.54	0.016	0.22	0.021	0.032	0.095
3	0.37	0.211	0.54	0.016	0.20	0.020	0.027	0.087
4	0.35	0.216	0.54	0.016	0.22	0.020	0.033	0.012

2. 鋼塊加熱作業方法と爐内温度の分布

先づ瓦斯と空氣とを適當の割合に送り、各覗き口より Flame zone の流れ、色、長さ等を覗き見て注意し乍ら加熱を行ふ。爐各部即ち天井（第 1 圖 1 の 1, 2, 3, 4 は其の測定場所を示す）、Recuperator 内部、廢棄瓦斯、熱風、Recuperator を通過せる廢棄瓦斯等の温度は、夫々の場所に取付けたる Pyrometer により測定す。瓦斯使用量は Debro Volume meter を用ひて測定し、空氣量は送風管の一部に設計の上取付けたる Stauscheibe の示す壓力差により測定す。尙ほ廢棄瓦斯道には Debro CO₂ Recorder を取付け CO₂ の量を測定す。以上の各計器を良く利用して理論と實際との一致を目標に作業をなすつゝあり。

次に鋼塊が壓延に適當なる温度に達したるを見て、後部裝入口より Pusher によりて尙ほ 1 個の鋼塊を押入るれば、最前端の鋼塊は Chute block の働により、半廻轉をなして前爐床上に落つ。之を約 2 分間保熱したる後、抽出して壓延機に送る鋼塊加熱の際 Recuperator の温度を豫め或程度迄上昇せしむる事は重要な事にして、此の温度如何によりて爐の能率は甚だしく影響さるゝものなり。従つて之れが爲には爐内の Flame zone に良く注意する必要あれども、之れは瓦斯と空氣との吹出口の傾斜度によりて左右さるゝ事大なるが故

に常にこの傾斜に就て多くの注意を拂ひ居れり。

若し吹出口の煉瓦積が週間に甚だしく崩損したる場合には、此處に補助の煉瓦積をなして之を補ひ、良好なる結果を得つゝあり。次の各温度表及び各曲線圖は、上述の各計器其他を用ひて測定せる結果を示すものなり。

第 1 温度表

年月日	曜	第 3 號爐 前爐床温 度 (日々平 平均) °C	同爐抽出 鋼塊温度 (日々平 均) °C	兩者の差 (°C)
6-7-13	月	—	—	—
14	火	1,429.3	1,140.0	289.3
15	水	1,447.4	1,140.0	307.4
16	木	1,424.6	1,152.5	272.1
17	金	1,415.6	1,173.0	242.6
18	土	—	—	—
19	日	—	—	—
20	月	1,388.0	1,182.3	205.7
21	火	1,419.0	1,190.0	229.0
22	水	1,406.0	1,190.0	216.3
23	木	1,411.5	1,188.5	223.0
24	金	1,389.0	1,183.0	206.0
25	土	1,401.0	1,202.0	299.0
26	日	—	—	—
27	月	1,385.0	1,163.0	222.0
28	火	1,416.0	1,174.0	242.0
29	水	1,413.0	1,170.0	243.0
30	木	1,412.0	1,172.0	240.0
31	金	1,434.0	1,181.0	253.0
6-8-1	土	1,416.8	1,188.0	228.8
平 均		1,413.03	1,174.33	238.70

第 2 温度表

月日 時	第 3 號爐瓦斯弁内に 於ける瓦斯の温度			
	7月14日	7月15日	7月16日	7月17日
AM 7	430°C	480°C	530°C	520°C
8	430	470	510	510
9	420	460	"	"
10	430	"	"	500
11	"	"	500	510
12	"	440	490	500
PM 1	"	450	500	"
2	"	440	"	"
3	440	430	"	"
4	430	440	480	490
5	440	"	490	500
6	430	450	"	490
7	440	440	"	"
8	430	450	510	510
9	"	480	490	500
10	"	"	"	"
11	410	500	"	"
12	460	490	"	490
AM 1	430	450	470	489
2	415	"	460	"
3	390	"	470	460
4	"	460	"	490
5	410	"	"	520

平均	6	434°C	470	510	499°C
4日	—	—	—	—	471°C
平均	—	—	—	—	—

第3温度表
第3号爐 Recuperator Pit
に於ける熱風温度

月日	7月14日	7月15日	7月16日	7月17日
AM 7	280°C	380°C	330°C	340°C
8	"	360	320	330
9	"	340	"	320
10	"	350	"	350
11	270	330	"	"
12	260	"	"	"
PM 1	"	"	330	"
2	250	320	340	320
3	"	330	330	340
4	"	320	320	330
5	"	"	330	340
6	240	340	"	"
7	250	350	360	350
8	"	"	340	"
9	"	340	360	360
10	"	320	"	350
11	"	"	380	380
12	"	"	"	360
AM 1	290	330	"	380
2	310	320	370	"
3	330	330	380	"
4	360	320	370	"
5	390	340	380	370
6	"	"	350	380
平均	280°C	335°C	347°C	350°C
4日間	—	—	—	328°C
平均	—	—	—	—

第4温度表

昭和6年7月17日 (第3号爐々内温度 °C)

場所	1	2	3	4	煙道排氣
AM 7	1,400°C	1,170°C	1,020°C	800°C	740°C
8	1,380	"	1,020	"	"
9	1,400	1,160	1,080	840	"
10	"	1,180	1,070	"	750
11	1,380	1,190	1,080	"	"
12	1,400	"	1,050	830	740
PM 1	1,370	"	1,060	"	"
2	"	1,180	1,070	"	710
3	1,400	1,200	1,080	840	770
4	1,390	1,180	1,050	850	700
5	1,400	1,200	1,080	"	730
6	1,390	1,180	1,040	820	800
7	1,400	"	1,020	800	770
8	1,380	"	"	"	730
9	1,390	1,200	1,060	810	680
10	1,380	1,190	1,020	"	600
11	1,390	1,180	1,060	820	720
12	"	1,170	1,040	830	700
AM 1	1,380	1,150	1,060	"	710
2	"	"	1,060	840	770
3	"	"	"	"	800
4	"	1,170	"	"	780
5	"	1,160	1,020	820	750
6	1,360	1,150	1,040	"	700
平均	1,380°C	1,172°C	1,050°C	831°C	741°C
全平均	—	1,108°C	—	—	—

第5温度表

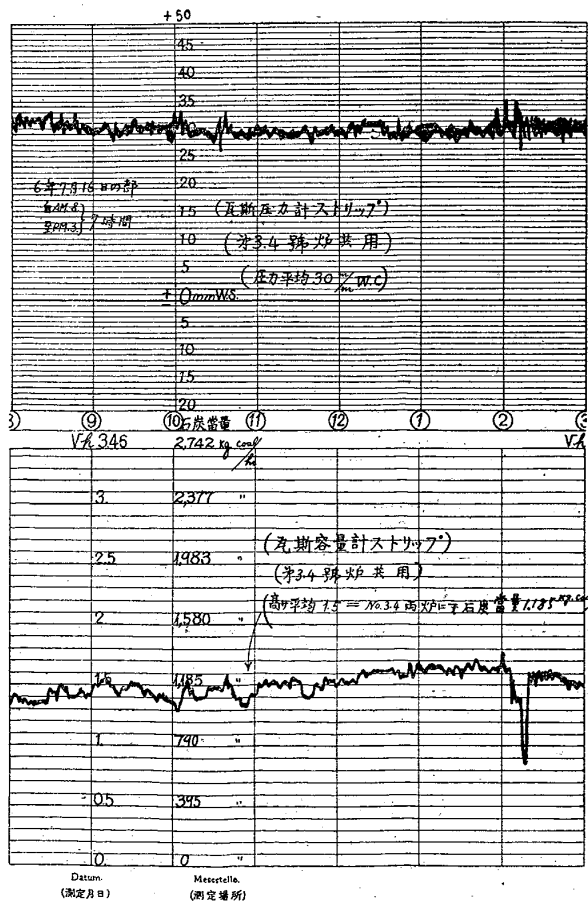
昭和6年7月17日 (第3号爐外壁面温度及爐内温度 °C)

	爐頂	爐周横上	爐周横下	爐周前	爐周後	Recuperator 外壁	爐内各部 Peephole より
1	280	60	55	200	200	120	600
2	280	160	65	200	200	100	600
3	260	195	90	210	210	110	700
4	200	145	95	210	200	100	800
5	165	220	135	205	200	110	840
6	100	140	100	205	210	110	930
7	—	200	120	205	210	110	1,000
8	—	240	350	—	—	—	1,000
9	—	250	—	—	—	—	1,070
10	—	70	—	—	—	—	1,060
11	—	—	—	—	—	—	1,070
12	—	—	—	—	—	—	1,140
13	—	—	—	—	—	—	1,210
14	—	—	—	—	—	—	1,280
平均	214	160	130	205	200	110	855

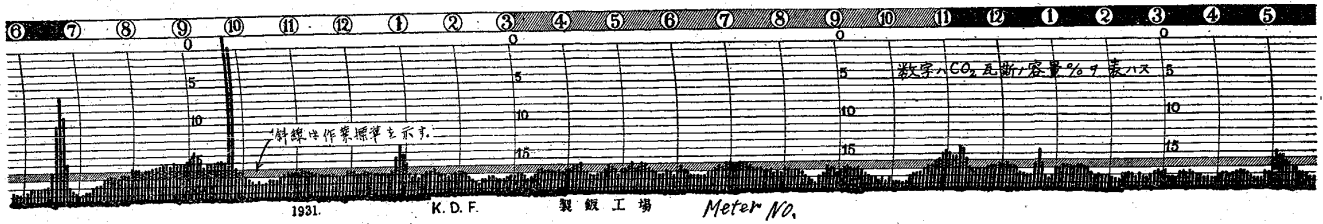
爐周全平均 176°C

註 爐内各部温度は各 14ヶ所の Peep hole より Optical pyrometer を以て測定せしもの、爐外壁温度は Surface Pyrometer を用ひて測定せしものなり。

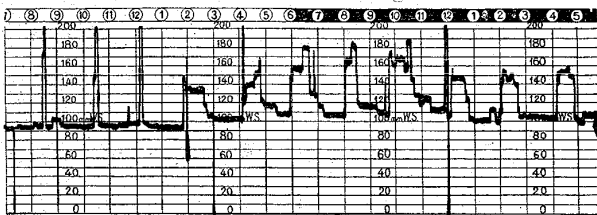
第1曲線圖



第2曲線圖 CO₂ Recorder strip (7月16日、第3號爐に於けるもの)

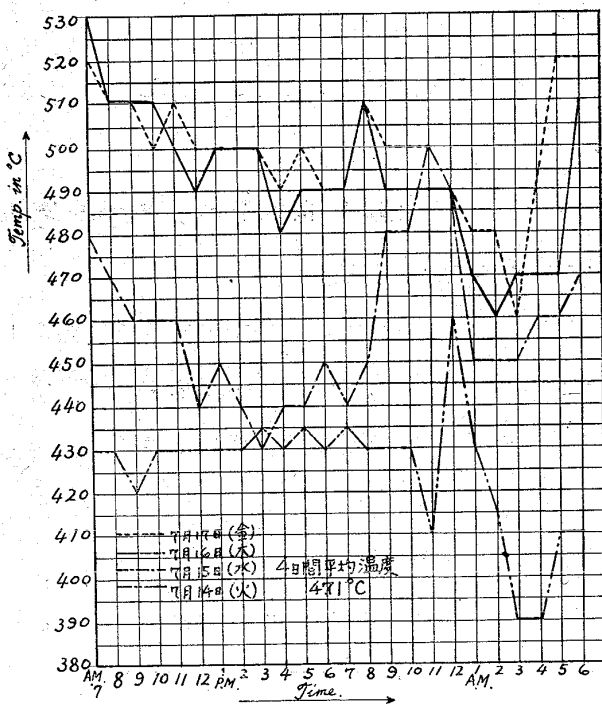


第3曲線圖 空氣壓力計 Strip (7月16日測定)



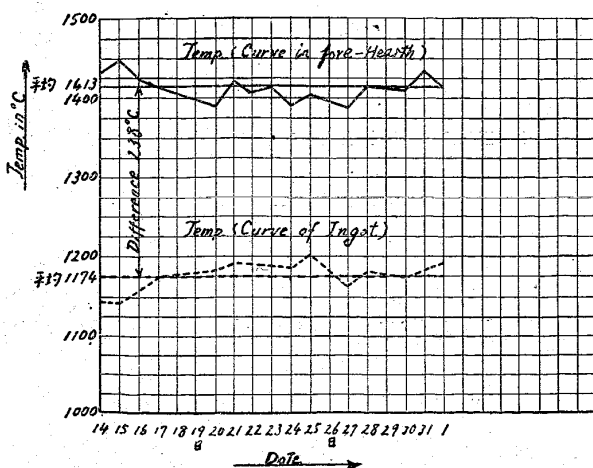
製板工場

第4曲線圖 (第2溫度表對照)
第3號爐瓦斯バルブ内における發生爐瓦斯溫度

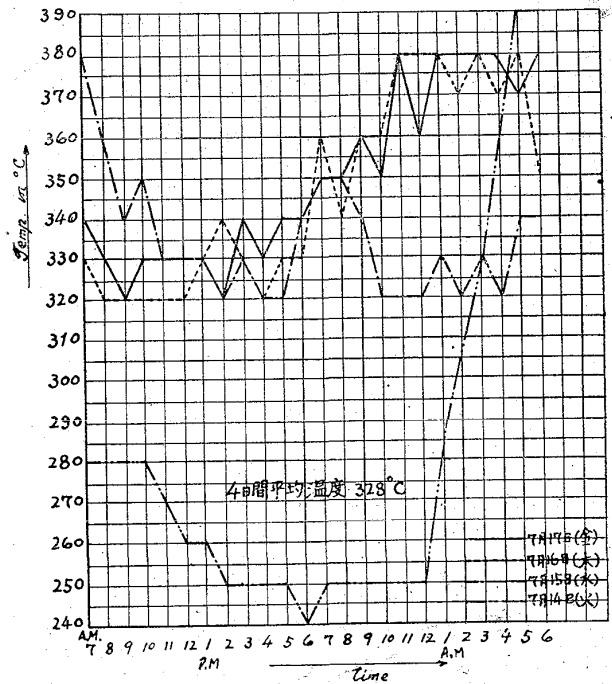


第5曲線圖 (第1溫度表對照)

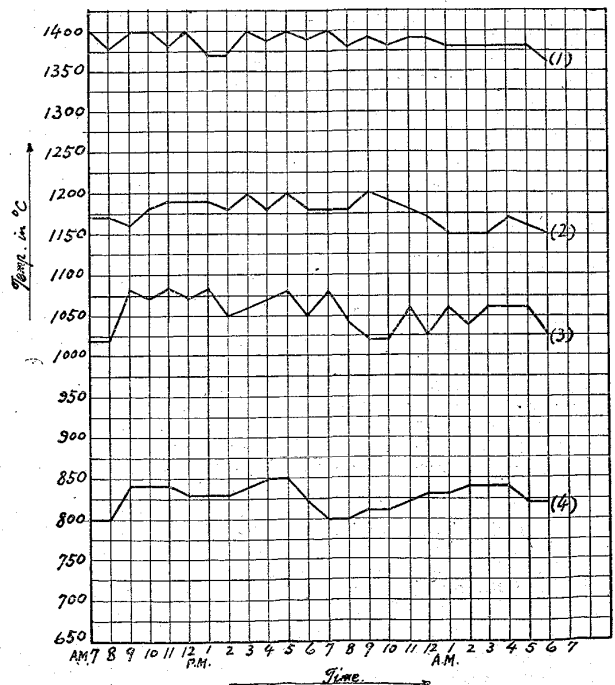
(自 7-13) 3 週間の第3號爐に於ける鋼塊
(至 8-1) の壓延溫度と前爐床溫度圖表



第6曲線圖 (第3溫度表對照)
第3號爐熱風溫度圖表



第7曲線圖 (第4溫度表對照)
第3號爐爐内溫度圖表 7月17日 (金)



註 (1), (2), (3), (4) 此炉内溫度測定場所 (第一圖參照)

3. 使用瓦斯量と空気量との理論と實際

當所第2瓦斯工場より第3、第4號爐に來る瓦斯を、瓦斯弁の所に於て6日間連續的に、8時間毎に、Tank内に採集して分析したる結果を次に示す。

第4表

(0°C & 760 mm Hg. に於ける Volume %)

CO_2	O_2	CO	CH_4	H_2	N_2
3.63	0.10	28.0	4.80	10.42	53.05

上記組成瓦斯を燃焼せしむるに必要なる空氣量を計算すれば次の如し。

燃焼に必要なる O_2 の量は

$$\begin{aligned} \text{CO を燃やすに } & 0.28 \times 1/2 = 0.14 \quad \text{m}^3 \\ \text{H}_2 \quad \text{ " } & 0.1042 \times 1/2 = 0.0521 \quad \text{m}^3 \\ \text{CH}_4 \quad \text{ " } & 0.048 \times 2 = \frac{+0.096}{0.2881} \quad \text{m}^3 \\ \text{瓦斯自身の含有する } & \text{O}_2 \quad (-)0.001 \quad \text{m}^3 \\ \text{燃焼に必要なる } & \text{O}_2 \quad 0.2871 \quad \text{m}^3 \end{aligned}$$

故に燃焼に必要なる空氣量は

$$0.2871 \times \frac{100}{21} = 1.37 \text{ m}^3$$

即ち標準状態の瓦斯 1m^3 を完全に燃焼するに要する空氣の量は 1.37m^3 なり。(但し瓦斯 1m^3 中には實測上 Tar 44.1gr を含む事を知れ共、其の幾分かは瓦斯道、瓦斯弁、内等に残るものなるが故に、果してその何%が爐内に入るかは不明なる爲、計算より除外せり。)

次に昭和6年7月13日より同17日迄の、第3號爐に於ける瓦斯と空氣との實際使用高を測定せる結果次の如くなれり。

第5表

(0°C & 760 mm Hg. に於ける Volume in m^3/hr)

月 日	7月13日	14日	15日	16日	17日	平均
瓦斯量	1,542.5	1,292.5	1,695.0	1,860.0	1,990.0	1,692.0
空氣量	2,212.5	2,020.0	1,826.5	2,070.0	2,225.0	2,070.5

之より瓦斯量と空氣量との平均値の比を求むれば

$$1,692/2,070.5 = 1/1.23$$

即ち實際上に於ては瓦斯 1m^3 に對して空氣 1.23m^3 を使用せる事となる。之れは理論的完全燃焼の割合より少けれ共、實際は扉の開閉の爲及び扉其他の部分の間隙等より爐内に浸入する空氣を以て補はるゝものなるべし。

今この實際使用瓦斯量の加熱鋼塊噸當りを見んに、加熱鋼塊は1日720個なるが故に、單重 930 kg として、爐1基當り 6.97 ton/hr となる。石炭1噸の發生瓦斯量は實測の結果 $3,400\text{ m}^3$ なるが故に、發生爐、瓦斯道其他に於ける損失を5%とすれば、 $3,230\text{ m}^3$ となる。

故に平均使用瓦斯量 $1,692\text{ m}^3$ 石炭當量は

$$1,000 \times 1,692 / 3,230 = 524\text{ kg/hr}$$

にして、加熱鋼塊噸當り消費石炭量は

$$524 \div 6.97 = 75.2\text{ kg. Coal/ton. Ingot}$$

4. 瓦斯の理論的燃焼温度と實際前爐床温度との比較に就て

高熱瓦斯の發熱量:—高熱瓦斯の發熱量は其の瓦斯の比熱から計算せざるべからず。而して瓦斯の比熱は其の各組成瓦斯の各の比熱より計算し得

即ち
$$S_t = \sum \frac{V}{100} \delta_t$$

式中 $\delta_t = t^{\circ}\text{C}$ に於ける瓦斯の比熱

$\delta_t = t^{\circ}\text{C}$ に於ける組成單瓦斯の比熱

$V =$ 組成單瓦斯の容積100分率

單瓦斯の比熱は次の式より算出す。 CO H_2 O_2 N_2 空氣、及び水蒸氣は Mallard 及び Le Chatelier¹⁾ 氏の實驗式により

$$\delta_t (\text{CO H}_2 \text{N}_2 \text{O}_2 \text{空氣})$$

$$= 0.303 + 0.000027t \text{ k.cal/m}^3$$

$$\delta_t (\text{H}_2\text{O}) = 0.34 + 0.00015t \text{ k.cal/m}^3$$

¹⁾ 前掲及び田所、製鐵研究、大正14年3月 No. 85

CO_2 及び CH_4 は Richards¹⁾ 氏の實驗式によ

$$\delta_t(CO_2) = 0.37 + 0.00022t \text{ k.cal/m}^3$$

$$\delta_t(CH_4) = 0.38 + 0.00022t \text{ k.cal/m}^3$$

但し式中 $t = 0^\circ C \sim 2,000^\circ C$

成分單瓦斯の量は第4表より

CO	H_2	O_2	N_2	CO_2	CH_4
91.57%				3.63%	4.80%

故に上記瓦斯の比熱は $1m^3$ に就き次の如くなる。

$$\begin{aligned} S_t &= 91.57/100 (0.303 + 0.000027t) \\ &+ 3.63/100 (0.37 + 0.00022t) \\ &+ 4.80/100 (0.38 + 0.00022t) \\ &= 0.309128 + 0.00004327t \end{aligned}$$

高熱瓦斯の發熱量は $Q_t = Q_0 + tS_t$

式中 t は高熱瓦斯の溫度 $= 471^\circ C$ (第2溫度表より)

Q_t は $0^\circ C$ & $760mm Hg.$ に於ける $1m^3$ の瓦斯が $t^\circ C$ に熱せられたる場合の發熱量

Q_0 は $0^\circ C$ & $760mm Hg.$ に於ける $1m^3$ 瓦斯の發熱量 $= 1,528k.cal$ (計算による)

故に $Q_t = 1,683k.cal$ なり。

豫熱されたる空氣の有する熱量: 一瓦斯 $1m^3$ を完全燃焼せしむるには空氣 $1.37m^3$ を要する 故に、前記空氣の比熱式より

$$Q'_t = (0.303 + 0.000027t') \times 1.37t'$$

式中 t' は空氣が豫熱せられたる溫度

$= 328^\circ C$ (第3溫度表より)

Q'_t は $0^\circ C$ & $760mm Hg.$ に於て $1.37m^3$ の空氣が $t'^\circ C$ に豫熱せられたる場合に有する熱量

故に $Q'_t = 109k.cal$ なり。

燃焼生成瓦斯を加熱するに必要な熱量: 一燃生瓦斯は $0^\circ C$ & $760mm Hg.$ にて次の如き成分なり。

N_2	CO_2	H_2O
$1.4880m^3$	$0.2807m^3$	$0.2253m^3$

之を $t_0^\circ C$ に加熱するに必要な熱量 Q_{t_0} は次の式より求めらる。

$$\begin{aligned} Q_{t_0} &= (0.303 + 0.000027t_0) \times 1.488t_0 + (0.37 \\ &+ 0.00022t_0) \times 0.2807t_0 + (0.34 + 0.00015t_0) \\ &\times 0.2253t_0 = 0.631175t_0 + 0.0001357t_0^2 \end{aligned}$$

使用瓦斯の理論的燃焼溫度と實際前爐床溫度との比較: 一瓦斯 $1m^3$ を $t^\circ C$ に豫熱し、之を完全に燃焼せしむるに要する空氣 $1.37m^3$ を $t'^\circ C$ に豫熱して、此の瓦斯が此の空氣のみにて完全燃焼をなし、發生したる熱量が、燃生瓦斯の溫度を $t_0^\circ C$ に上昇せしむる爲にのみ費されたるものとすれば、次の式が成立す。

$$Q_t + Q'_t = Q_{t_0}$$

$$\text{即ち } Q_t + Q'_t = 0.0001357t_0^2 + 0.631175t_0$$

$$\text{之に } Q_t = 1,683, \quad Q'_t = 109 \text{ を夫々代入すれば}$$

$$t_0 = 2,000^\circ C$$

然るに實際 Pyrometer によりて測定せし前爐床溫度は $1,413^\circ C$ (第1溫度表より) なるが故に、之れが理論的燃焼溫度に對する比は

$$1,413/2,000 = 0.7$$

即ち 70% なり。

1) 前掲及び田所、製鐵研究、大正 14 年 3 月 No. 85

5. 爐の熱平衡に就て 第3號爐に於ける昭和6年7月17日測定せる結果を以て計算を行ふものとす。當日の第3號爐に於ける瓦斯使用量平均は、第5表より $1,990m^3/hr.$ なるが、今石炭1噸の瓦斯發生量は實測に依るに $3,400m^3$ なるを以て、 $1,990m^3/hr.$ の瓦斯の石炭當量は

$$1,000 \times \frac{1,990}{3,400} = 585.3 \text{ kg/hr}$$

1時間平均1基當りの加熱鋼塊噸数は6.97噸なるを以て

$$585.3 \div 6.97 = 83.6 \text{ kg. Coal/ton. Ingot}$$

となり、鋼塊1噸を壓延温度に加熱する爲に83.6kgの石炭が消費さる。

鋼塊が持去る熱量:—今装入さるゝ鋼塊の温度を $28^\circ C$ とすれば、Carbon含有量0.09%、Mnの含有量0.36%の時、温度 $1,200^\circ C$ (實測による温度は $1,173^\circ C$ なれども之を大體 $1,200^\circ C$ とせり)なる鋼片1gr.の含有熱量は約 $205^1) \text{ cal}$ なり。

鋼塊1噸當りの石炭消費量は0.0836噸なるが故に鋼塊1gr.を $1,200^\circ C$ に加熱するに要する石炭の熱量は

$$6,870 \times 0.0836 = 574.3 \text{ cal.}$$

なり。故に鋼塊1gr.が持去る熱量は消費燃料に對して

$$205 \div 574.3 = 35.7\%$$

となる。即ち消費燃料の35.7%を鋼塊が持去ることとなる。この35.7%は加熱爐が連続使用せられたる時の熱能率に相當するものなり。

爐壁より逃去る熱量:—爐の各部の表面積、各

部の温度、煉瓦の熱傳導率等を示せば次の如し。

第6表

	表面積 m^2	厚さ cm	熱傳導率	内部温度 $^\circ C$	外部温度 $^\circ C$
爐周	42.53	38	3.4×10^{-3}	981	176
爐頂	35.72	28	3.4×10^{-3}	981	214
爐底	24.02	45	3.4×10^{-3}	981	130
Recuperator	43.43	25	3.0×10^{-3}	700	110

爐壁、Recuperatorの壁等に用ひられたる煉瓦は總て耐火粘土煉瓦なり。爐の横壁の一方即ち中間壁よりは熱の出入なしと考へ、爐底は外氣に直接面せる部分のみに就て考へたり。爐内温度はPyrometerによる測定平均温度 $1,108^\circ C$ と各覗き口より Optical Pyrometerにて測定せる平均温度 $855^\circ C$ との平均をとり $981^\circ C$ とせり。

今爐周より單位時間に流出する熱量をRとすれば

$$R = \frac{3.4 \times 10^{-3} (981 - 176) \times 42.53 \times 10^4}{38} = 30,611 \text{ cal}$$

同様に計算すれば 爐頂は 24,513 cal

爐底は 15,250 cal

Recuperatorは 30,749 cal

合計 101,123 cal

又單位時間に發生する熱量は

$$\frac{6,870 \times 585.3 \times 10^3}{3,600} = 1,116,180 \text{ cal}$$

なるを以て、全消費燃料に對する流出熱量の%は $101,123 \div 1,116,180 = 9.05\%$ なり。

廢棄瓦斯の持去る熱量:—廢棄瓦斯の温度は $741^\circ C$ (第4温度表より)なり。外氣温度 $28^\circ C$ 迄の降下に對して幾何の熱量を含むかを計算するに空氣と瓦斯との燃焼によりて生ずる廢棄瓦斯の量は計算の結果 $3,600 m^3/hr.$ となる。

¹⁾ 高良、帝國瓦斯協會第18回講演會研究發表、田所、製鐵所研究所研究報告6(1926)No.6

¹⁾ 海野、金屬の研究3(1926)225

第 7 表

廢棄瓦斯 分 析	1m ³ の重量	1gr. の比熱	1m ³ 中に含 まれたるも の、比熱
CO ₂ 13.2	132×1.9768	0.2089	54.340
O ₂ 0.3	3×1.4291	0.2179	0.935
CO 0.3	3×1.2504	0.2490	0.933
N ₂ 86.2	862×1.2507	0.2501	26.875
		計	325.083

随つて單位時間に於て排出する廢棄瓦斯が氣温 28°C 迄の降下に對して流出する熱量 S は

$$S = \frac{3,600 \times 325.083 \times (741 - 28)}{3,600} = 230,976 \text{ cal}$$

なり。故に全消費燃料に對しては

$$230,976 \div 1,116,180 = 20.6\% \text{ となる。}$$

鑛滓の持去る熱量：——實測によれば生成する鑛滓の量は、加熱鋼塊の 1.5% なり。故に 1 時間には

$$6,970,000 \times 0.015 \cong 105,000 \text{ gr.}$$

となる。1gr. 鑛滓の温度 1,200°C に於て含有する熱量は約 300 cal となり。故に之れが單位時間に持去る熱量は

$$\frac{105,000 \times 300}{3,600} = 8,750 \text{ cal}$$

全消費燃料に對しては

$$8,750 \div 1,116,180 = 0.78\% \text{ となる。}$$

冷却水の持去る熱量：——冷却水の量及び温度を示せば次の如し。

第 6 温度表

	入水温度	排水温度	上昇温度	水量
Slide tube	23°C	72°C	49°C	1,500gr/sec
Chute block	23°C	58°C	35°C	700gr/sec
Door frame	23°C	60°C	37°C	616gr/sec

故に持去らるゝ熱量は

Slide tube	1,500 × 49 = 73,500 cal
Chute block	700 × 35 = 24,500 cal
Door frame	616 × 37 = 22,792 cal
合計	120,792 cal

なり。故に全消費燃料に對しては

$$120,792 \div 1,116,180 = 10.82\% \text{ となる。}$$

Recuperator の回收熱：——外氣温 28°C に於ける空氣が Recuperator orifice を通つて回收する熱量を求むれば、作業中に於ける平均の熱風温度は 350°C、熱風量は 2,225 m³/hr. (第 3 温度表及び第 5 表より) なるが故に、單位時間に回收する熱量は前記の Mallard 及び Le Chatelier¹⁾ 氏の實驗比較式により計算すれば

$$Q'_b = 62,142 \text{ cal}$$

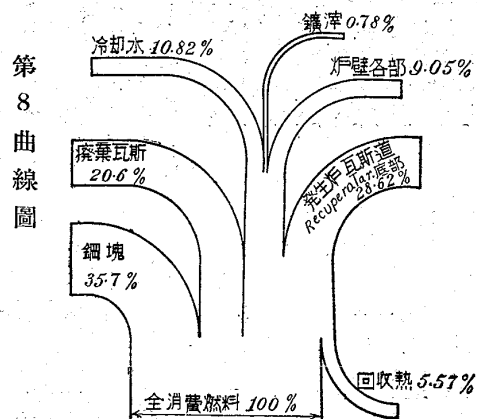
なり。故に全燃料に對しては

$$62,142 \div 1,116,180 = 5.57\% \text{ となる。}$$

第 3 號爐に於ける熱量配布：——之等の計算の結果を綜合すれば第 8 表の如し。鋼塊其他へ消費せらるゝ熱量と回收熱量との差を 100% より減ぜし 28.62% は、發生爐に於ける瓦斯化の爲、瓦斯道壁、Recuperator 基礎等より大地へ流出せるものとの和なるべし。第 8 表を圖示すれば第 8 曲線圖の如くなる。

第 8 表

配布ヶ所	熱量カロリー 毎 秒	消費燃料に 對する %
鋼塊	398,476	35.70
爐壁各部	101,123	9.05
廢棄瓦斯	230,976	20.60
冷却水	120,792	10.82
鑛滓	8,750	0.78
回收熱	62,142	5.57
發生爐、瓦斯道、 爐の基礎	318,205	28.62
合 計	1,116,180	100.00



1) 海野、金屬の研究 6 (1928) 236

1) 前掲

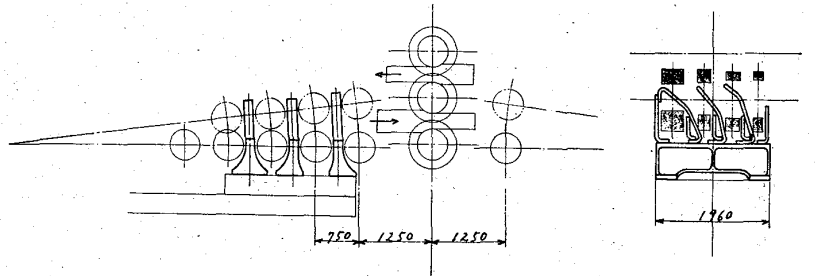
III. 壓延機に就て

1. 壓延機及び其の附屬設備 (第1圖及び寫眞参照) 壓延設備の特徴は、鋼塊より製品に至る迄、終始一貫殆んど人手を要せず、全部機械的に作業し得る如く設計しある事なり。

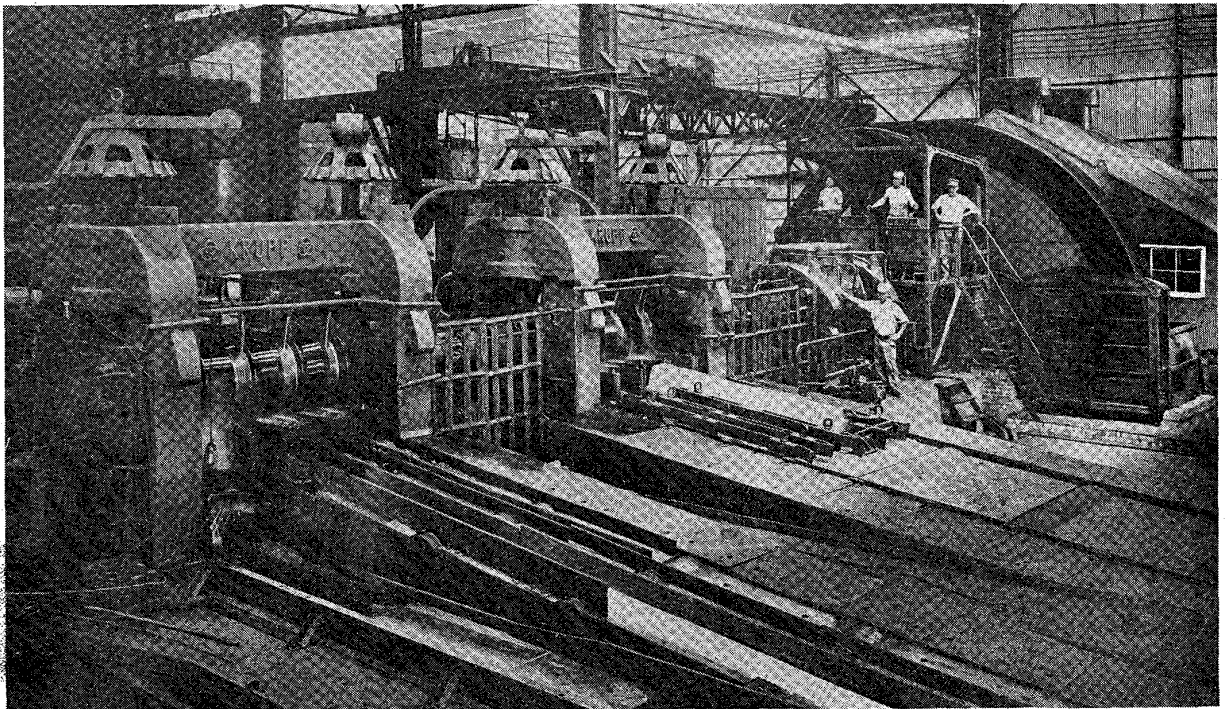
壓延機を大別して荒ロール機 (Vorwalzenstrasse) と、連続ロール機 (Kontin. Strasse) とす。荒ロール機は何れも 760 φ Three high-roll (Triowalzen) の第1、第2荒ロール機より成り、第1荒ロール機は前後面に、第2荒ロール機は後面のみに Tilting table を有し、且つ兩荒ロール機共前面に第4、5圖に示すが如き自

動轉送装置 (Kantvorrichtung) を有す。又第1荒ロール機前方の Roller table の中間には、第6圖に示すが如き鋼塊方向轉換装置 (Blockdrehvorrichtung) あり。荒ロール機を運轉する電動機は三相交流誘導電動機にして 1,440 kw, 2,200 ボルト、625 アムペア、88 回轉毎分、60 サイクルのものなり。

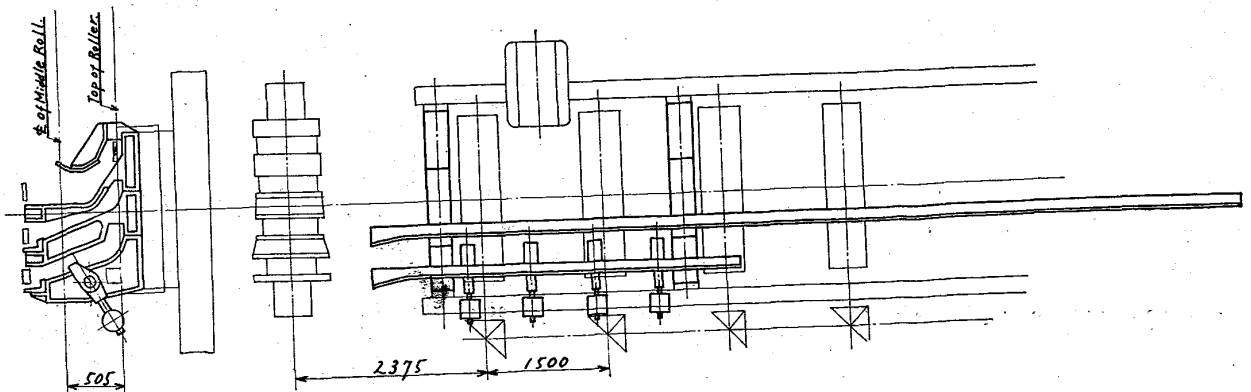
第4圖 平鋼工場第1荒ロール機鋼片轉送装置



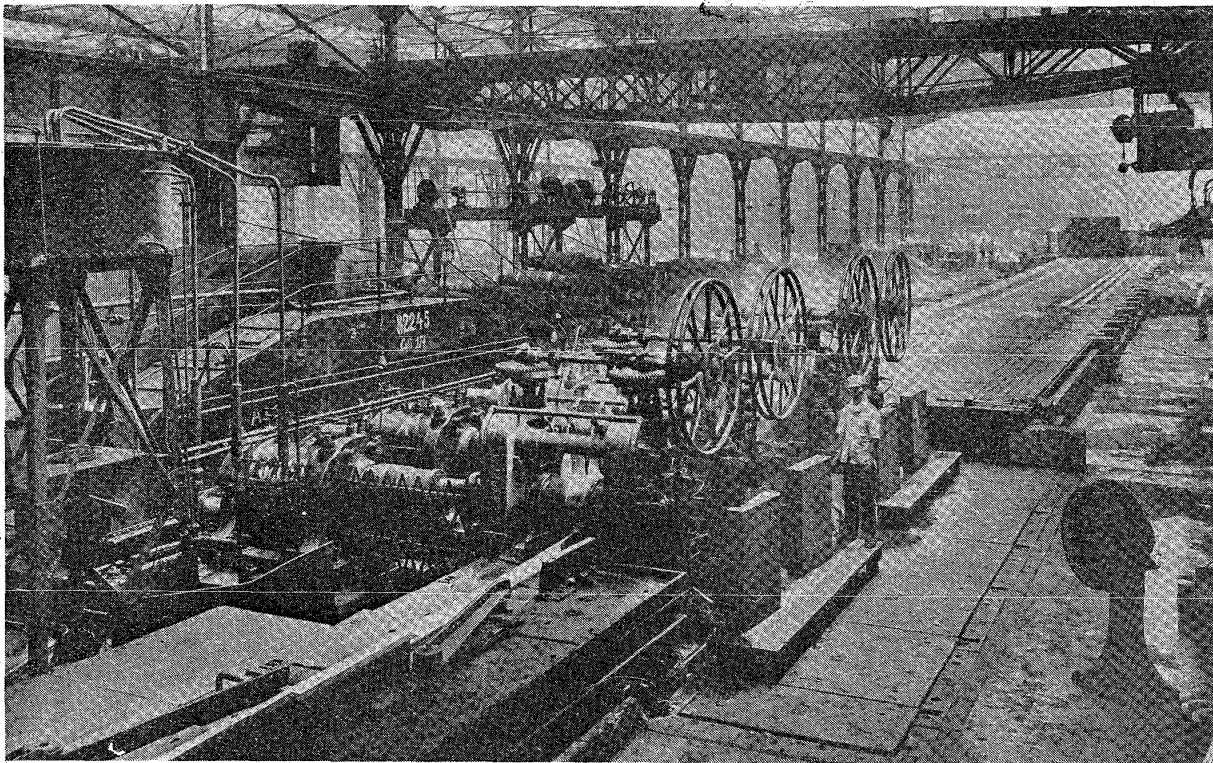
荒 ロール機



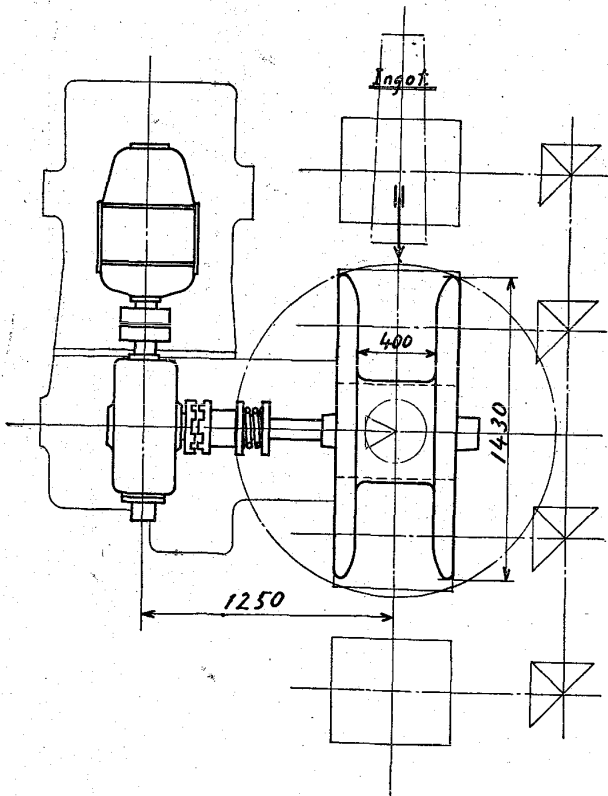
第5圖 平鋼工場第二荒ロール機鋼片轉送装置



連続ロール機及びクーリングテーブル



第 6 圖 平鋼工場鋼塊方向轉換装置



連続ロール機は 4 組の 460 φ Two high roll (Duowalzen) より成り、その各々の回轉數は毎分 62, 83, 120, 167, なり。之を運轉する電動機は同

様三相交流誘導電動機にして、1,750 kw, 2,200 ボルト、594 アムペア、235 回轉毎分、60 サイクルのものなり。

2. シートバー壓延作業方法

(1) 製品の種類 當工場で最も多く製作するシートバーの種類を第 9 表に示す。

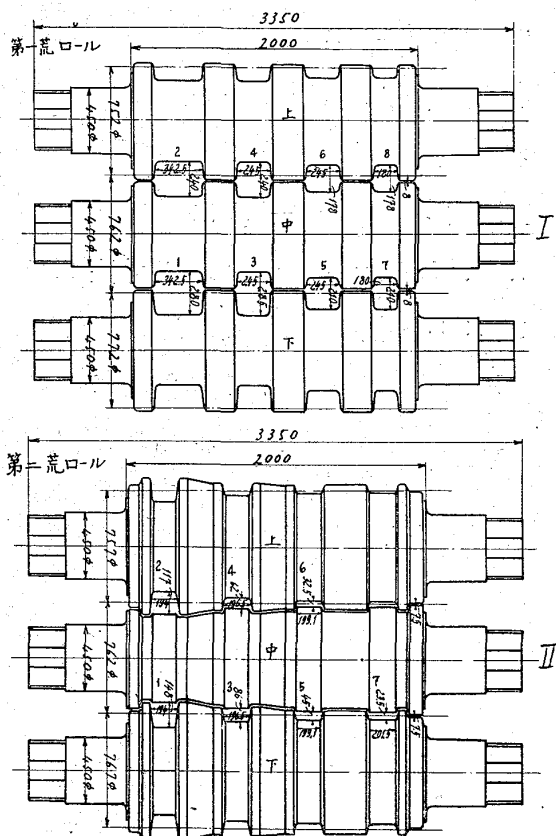
第 9 表

シートバー寸法			單重	薄板寸法
mm	mm	mm	kg	#
5.75	200	945	8.53	31 × 36" × 72"
6.90	"	"	10.24	30½ × 36 × 84
5.90	"	"	8.75	" × " × 72
"	"	793	7.35	" × 30 × "
6.79	"	797	8.50	" × " × 84
7.73	"	800	9.71	" × " × 96
6.83	"	743	7.97	" × 28 × 84
7.78	"	"	9.08	" × " × 96
6.70	"	945	9.94	30 × 36 × 72
"	"	793	8.34	" × 30 × "
7.95	"	945	11.80	28 × 36 × 72
7.95	"	793	9.89	" × 30 × "
9.17	"	797	11.47	" × " × 84
10.45	"	800	13.13	" × " × 96
9.75	"	945	14.5	26 × 36 × 72
"	"	793	12.1	" × 30 × "
11.27	"	797	14.1	" × " × 84
12.82	"	800	16.1	" × " × 96
13.00	"	945	19.3	24 × 36 × 72
"	"	793	16.2	" × 30 × "
7.51	"	797	9.4	" × " × 84
8.52	"	800	10.7	" × " × 96
16.20	192	945	23.1	22 × 36 × 72
"	"	793	19.4	" × 30 × "
7.80	200	945	11.6	" × 36 × "

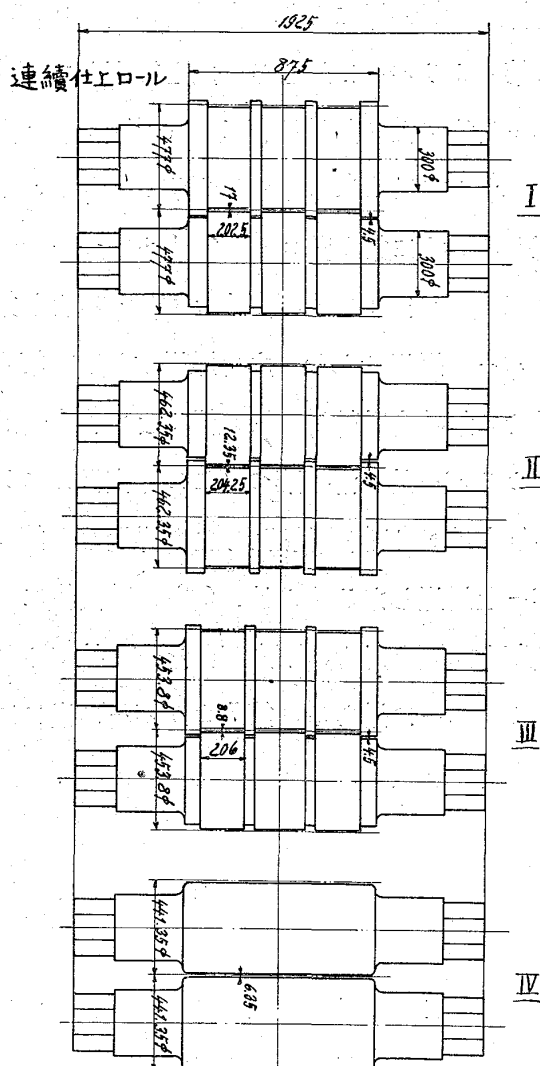
7.80 × 200 × 793	9.7	22 × 50 × 72
9.75 × 200 × 945	14.5	20 × 36 × 72
" × " × 793	12.1	" × 30 × "
13.00 × " × 945	19.3	18 × 36 × 72
" × " × 793	16.2	" × 30 × "

(2) 使用ロール 當工場にて使用するロールは次の第7、8圖に示す如きものなり。

第7圖



第8圖



製造所別の大體の分析を示せば次の如し

第10表 第1荒ロール (Forged Steel, Schmiedestahl)

製造所	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr
Krupp	0.682	0.268	0.63	0.012	0.028	0.18	0.22	0.07
Gusthoff-nungshütte	0.47~0.66	0.13~0.25	0.45~0.84	0.011~0.041	0.016~0.038	0.104~0.31		
川崎車輛	0.31~0.54	0.12~0.29	0.56~1.38	0.018~0.056	0.013~0.041	0.2~0.4		
神戸製鋼	0.3~0.97	0.183~0.202	0.65~0.97	0.023~0.063	0.015~0.03	0.07~0.47		

連続第1, 2, 3 ロールは第1荒ロールと同様なり。

第11表 第2荒ロール (Special cast iron, Spezialgusseisen)

製造所	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr
戸畑鑄物	2.18~2.96	0.68~0.82	0.27~0.45	0.39~0.47	0.09~0.14	0.023~0.08	0.033	0.103

第12表 連続第4ロール (Chilled cast iron, Hartgusseisen)

製造所	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr
戸畑鑄物	2.8~3.69	0.6~0.73	0.24~0.46	0.32~0.50	0.067~0.16	0.07		
東京ロール	3.0~3.74	0.49~0.89	0.38~0.54	0.28~0.47	0.08~0.15	0.04~0.15		

(3) 壓延作業方法(第1圖参照) 加熱爐に於て約1,200°Cに加熱せられたる鋼塊は、爐より抽出され、(3)の搬出装置により(4)の Roller table に載せられ、(9)の第1荒ロールに運ばる。若し鋼塊が尻(大口)を先にして來りたる時は、(5)の鋼塊方向轉換装置により水平に180°回轉せしめ頭(小口)を先にせしむ。第1荒ロール第1カリバー (Kaliber) を通過すれば、(6)の Tilting table を上げて第2カリバーを通過せしむ。次にこの

Tilting table を下ぐれば、第 4 圖に示せる鋼塊自動轉送装置の働により、自動的に横に 9° 回轉して第 3 カリバーに送らる。之を繰返して第 8 カリバーを出でたる鋼塊は、(10) の Conveyor (Schlepper) により第 2 荒ロール前面の Roller table に運ばる。次に第 2 荒ロール第 1 カリバーを通過すれば、同様 (14) の Tilting table により第 2 カリバーを通過せしむ、之を通過すれば、第 5 圖に示せる鋼塊自動轉送装置の働により、自動的に第 3 カリバー前に滑り落つ。(この際表面のスケール (Schlacke) は幾分脱落す) 之を繰返した第 6 カリバーを通過したるものは、(12) の剪斷機により 2 等分及び頭と尻との不良部分を切り捨てられ、第 7 カリバーに送らる。(第 7 カリバーの出口に於て噴出を以て表面のスケールを完全に落さしむ) 之を出すれば (15) の Roller table により (16) の連続ロールに送られ、規定の厚さ及び幅に壓延され、(19) の Cooling table に至る。此處にて冷却の後、(20) の剪斷機により規定の長さに切斷され、(21) の搬出装置により整理場 (Zurichterei) に運ばる。

(4) 連続ロール調節法 第 9 表に示せる如く當工場にては可成り多種類のシートバーを製作す。従つて連続ロールの調節變更が屢々必要となる。この場合先づ大體の見當で調節を行ひ次いで精細なる調節を段々に行ひ行けば、遂には規定の厚さ及び幅のものを得るに至れども、この方法にては規定のものが出来る迄には、相當の出來損いが出來且つ相當の時間をも空費し、甚だ不經濟の上に作業能率をも甚だしく害するが故に、當工場にては次の如き方法を用ひ、一瞬時間に 1 本の出來損いも造る事なく、作業をなしつゝあり。

即ち連続ロールに於ける所謂縫れもせず引張られもせず (Keine Schlinge und nicht ziehen) と云ふ條件より出發し次の式を得。

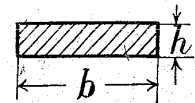
$$F_1 V_1 = F_2 V_2 = \dots = F_n V_n \dots \dots \dots (I)$$

式中 F = Cross sectional area of sheet bar in

“Kaliber” = $b \times h$

各カリバーに於けるシート

バーの幅は Geuze 1) 氏の



實驗式 $b = 0.35(h_1 - h_2)$ に

より、第 2 荒ロールを出でたる寸法 23.5 (厚さ) \times 198 (幅) より求むれば

$$b_1 = 200, \quad b_2 = 202, \quad b_3 = 203, \quad b_4 = 204$$

$$V = \text{Rolling speed} = \frac{\pi D n}{60}$$

D = Dia of roll

$$D_1 = 460, \quad D_2 = 450, \quad D_3 = 445, \quad D_4 = 435$$

n = r. p. m.

$$n_1 = 62, \quad n_2 = 86, \quad n_3 = 120, \quad n_4 = 167$$

之等を全部 (I) に代入すれば次の如くなる。

$$0.298h_1 = 0.409h_2 = 0.567h_3 = 0.775h_4 \dots (II)$$

上式より各々 h の係数の比を求むれば

$$0.775 : 0.567 = 1.37 : 1$$

$$" : 0.409 = 1.89 : 1$$

$$" : 0.298 = 2.6 : 1$$

即ち此等の比を利用するものにして、一例を以て示せば次の如し。

今現在壓延中のシートバーの厚さ、即ち h_4 より 2mm だけ厚き(或は薄き)シートバーを得んとすれば

$$\text{第 3 機即ち } h_3 \text{ を } 2 \times 1.37 = 2.74 \text{ mm}$$

$$\text{第 2 機即ち } h_2 \text{ を } 2 \times 1.83 = 3.78 \text{ mm}$$

1) Tafel, Walzen und Walzenkalifrieren S. 42

第1機即ち h_1 を $2 \times 2.6 = 5.2 \text{ mm}$.

夫々各機の壓下装置(Anstellvorrichtung)により、
壓下を上ぐ(或は下ぐ)ればよきわけなり。

當工場にてはかゝる簡便なる方法を用ひ、實作
業上非常なる便宜を得つゝあり。

3. 壓延作業実績 創業当初は作業不慣れの爲
ロール折損其他の故障多く、従つて壓延噸數も少
く、且つ半成率高く、従つて製品歩止りも甚だ不
良なりされども、次の第13表に示すが如く、短
時日の間に急速の進歩を遂げ得たり。斯くして今
日にては次の第14表に示すが如く、殆んど理想
に近き好成績を擧げつゝあり。第15表は創業よ
り今日に至る迄のロール折損數を示すものなり。
而して第9曲線圖は第14表を圖示したものなり

第13表

年月日	壓延鋼塊噸數	1ヶ班壓延噸數	1日壓延噸數
4-10-7		316 噸	* 948 噸
10-14		331	* 993
5-2-3		353	* 1,059
2-8		355	* 1,065
2-13		392	* 1,176
3-3		396	* 1,188
2-13			1,000

備考 * 印は豫想噸數なり。

第14表 壓延成績表

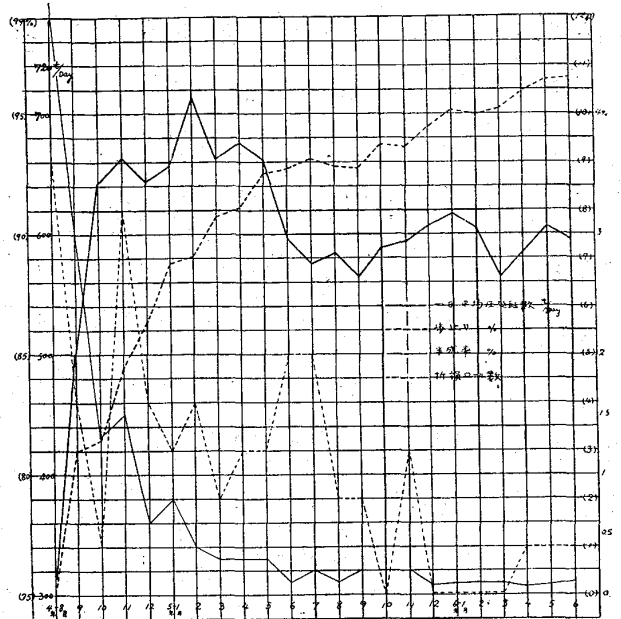
年月	壓延鋼塊個數	半成鋼塊個數	半成率	壓延鋼塊噸數	製品噸數	歩止り	1日平均壓延噸數
4-8	8,728個	517個	5.9%	8,176,400 kg	6,151,892 kg	75.31%	314噸
9	14,338	434	3.0	13,738,750	11,124,587	80.97	509
10	16,062	216	1.3	15,246,300	12,407,724	81.36	643
11	18,858	286	1.5	17,888,100	15,121,858	84.54	663
12	17,623	108	0.6	16,732,350	14,448,263	86.35	643
5-1	13,630	107	0.8	12,935,200	11,488,106	88.81	657
2	20,294	77	0.4	19,258,950	17,156,764	89.09	713
4	18,496	57	0.3	17,570,000	16,004,939	91.09	676
6	16,975	24	0.1	16,073,480	14,892,183	92.65	595
8	16,634	24	0.1	15,777,500	14,639,371	92.79	584
10	15,522	25	0.2	14,737,250	13,809,344	93.70	589
12	16,679	14	0.08	15,780,750	14,891,311	94.36	607
6-2	17,206	19	0.1	16,308,270	15,479,583	94.91	604
4	16,415	10	0.06	15,212,360	14,596,173	95.90	585
6	16,694	18	0.1	15,472,510	14,924,537	96.50	595

備考 5年3月以降は薄板工場要求の數量を壓延するに止めたり。

第15表 折損ロール數表

年	月	4年	8	9	10	11	12	5年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	6年	1	2	3	4	5	6
第1荒	ロール	5	1	0	1	1	0	3	0	1	0	4	2	1	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
第2荒	ロール	2	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
連續	ロール	2	3	1	7	3	2	1	2	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
合	計	9	4	1	8	4	3	4	2	3	3	5	5	2	2	0	3	0	0	0	0	0	1	1	1		

第9曲線圖 シートパーミル壓延作業成績



4. 壓延機の給油方法の改善による電力の節減

當工場は初め獨逸人技師及び職長の指導のもとに
作業を開始したるものにして、壓延機のロールネ
ツクベヤリングの給油方法もその指導により、冷
却水を主とし、グリース(熔融點 110°C, 灰分13%)
を従とせり。従つてグリースによる折角の潤滑膜
も、この多量の水の爲押破られ、グリースはその
役目たる潤滑作用をなし得ず、その爲に加熱爐に

於ける鋼塊加熱作業の上
達にも係らず、依然とし
て電力の低下を見ず、且
つロールネット及びベヤ
リングメタルの磨滅も可
成り甚だしきものであつ
た。其處で給油方法を改
善し、電力の可及的節減
をなすべく、グリースの
最善活用の一方便とし
て、これが潤滑作用を防
ぐる冷却水を廢しては如

何と思考し、昨年9月頃より先づ回轉の遅き荒ロール機の一部、連續ロール機の第1、2機のベヤリングに之を實施したるに、案外の好成績を得たるを以て之に勢を得、本年2月頃より回轉の速き連續ロール機の第3、4機及び其他全部のベヤリングに反復練習の結果實施し得、次の第16表及び之より得たる第10曲線圖に示すが如き多大

比較の一例なり。

即ち 水を使用せる場合 210 kw/sec

水を使用せざる場合 160 kw/sec

即ち單位時間に於て電力約24%の節約となる。之は水を止めてしまつて作業する事が、如何に電力の節減に對して有効なるかを實證するものなり。

第16表 月別グリース及び電力消費量 (壓延鋼塊1噸當り)

年	月	4-8	9	10	11	12	5-1	2	3	4	5	6	7	
電力消費量	kw/hjt	53	46	43	43	42	45	43	46	44	47	44	42	44
グリース消費量	kg/t	0.1	0.17	0.15	0.15	0.18	0.18	0.2	0.23	0.21	0.3	0.29	0.3	

年	月	5-8	9	10	11	12	6-1	2	3	4	5	6
電力消費量	kw/hjt	43.9	37.5	34.5	34.3	34.4	33.0	29.6	30.2	30.5	31.0	30.6
グリース消費量	kg/t	0.26	0.53	0.54	0.56	0.68	0.7	1.3	1.3	1.2	1.2	1.4

5. 壓延機の仕事に関する實驗¹⁾

この實驗は1個の鋼塊が各カリバー

[第1荒ロール機8. 第2荒ロール機

7. 連續ロール機4. (但し同時に通過)]

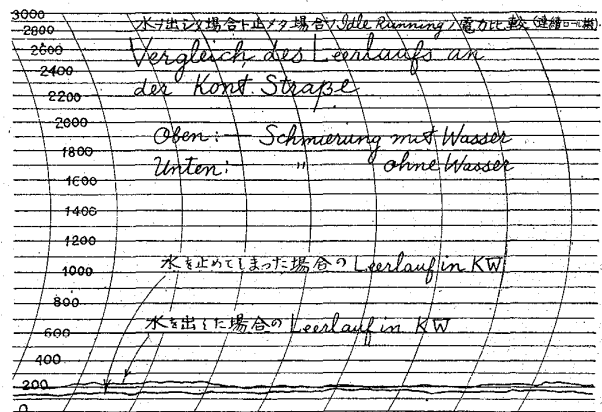
を通過する毎に、Motorより與へらる

仕事を電力自動記録計の記録したる

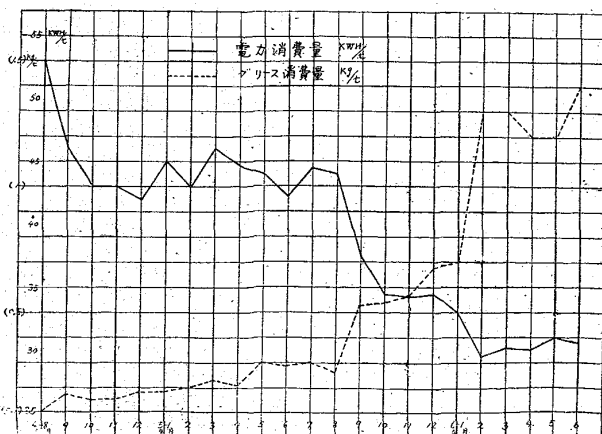
の電力節減を行ひ得たり。尤も毎分回轉數約90以上の此種壓延機のベヤリングに、全然冷却水を供給せざる事は甚だしき冒險にして、少しの油斷にも之を發熱せしむるものなり。然れ共當工場に於ては、給油職工の絶えざる給油と細心の注意とにより、この危險を免れ得たり。次にこの方法實施の反面グリースの使用量急増したれ共、之に要する費用は安價なる爲、電力の節減より浮ぶ金額に比すれば問題ならず。次の第11曲線圖は水を使用せる場合と、水を使用せざりし場合との、連續ロール機に於ける Idle running の場合の電力

第11曲線圖

水を使用せし場合と使用せざりし場合との連續ロール機に於ける Idle running の電力比較



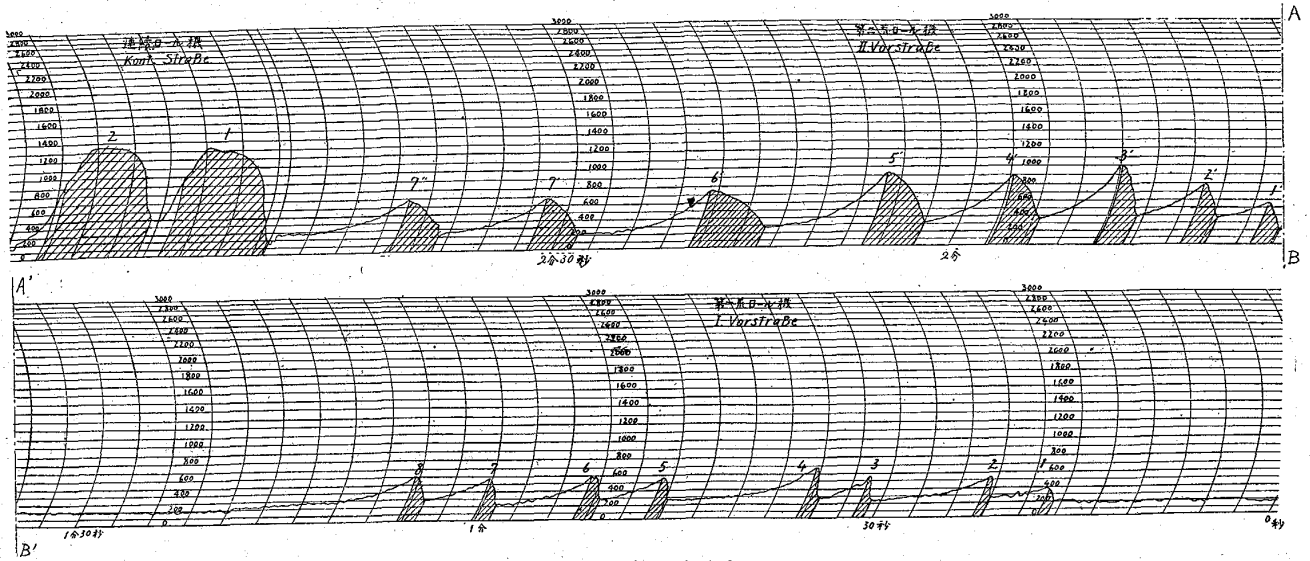
第10曲線圖 月別グリース及び電力消費量



第12曲線圖の Power curve より、Fly wheel から與へらるる仕事を、Fly wheel の Kinetic energy の減少より夫々實測及び計算によつて求め、之を加へ合せて各カリバー毎に與へらるる仕事を順次求め、最後に之等總てを加へ合せて1個の鋼塊がシートバーに壓延せらるる迄に與へらるる全仕事を求めたり。而して Motor より與へらるる仕事は、之を機械の總ての摩擦に打ち勝ちて壓延

¹⁾ Schreyer, Archiv F. D. Eisenhüttenwesen S. 117

第 12 曲 線 圖



備考：— 斜線は鋼塊の壓延にのみ費されたる電力を示す

機を Running の状態になすに必要な仕事 (Idle running の仕事) と、鋼塊の壓延のみに費さるゝ仕事とに分つ事の出来るものなり。

次に Fly wheel より與へらるゝ仕事は次の式により求めらる。

$$E = \frac{J}{2} \left[\left(\frac{\pi n_1}{30} \right)^2 - \left(\frac{\pi n_2}{30} \right)^2 \right] 0.000002728 \text{ kwh}$$

式中 J = Moment of inertia of fly wheel

$$= 57,600 \text{ mkg/sec}^2 \text{ (荒ロール機)}$$

$$= 4,700 \text{ mkg/sec}^2 \text{ (連続ロール機)}$$

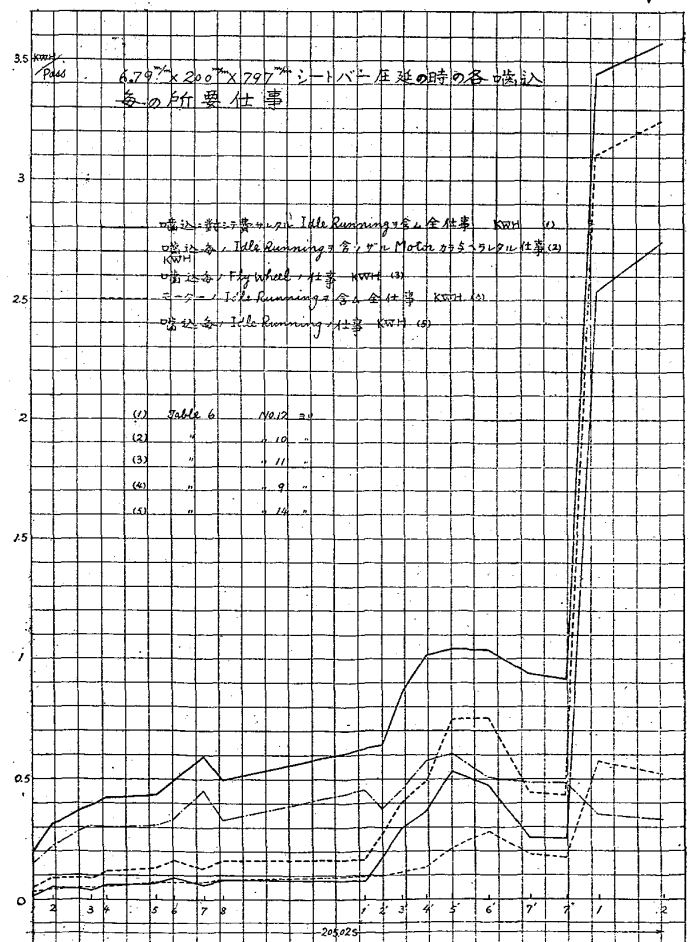
n_1 = 噛み始めの r.p.m.

n_2 = 噛み終りの r.p.m.

次の第 17 表はこの實驗の結果を示すものなり
この内噛込時間及び噛込より噛込迄の時間は、前述の第 12 曲線圖及び Stop watch により、鋼塊温度は壓延機の後面しかも第 1 カリバー通過後のものゝみを、Optical pyrometer により測定せり。爐より出たる直後の温度は、Scale (Glühspan) の爲に確なる値を得られざるを慮り之を省きたり。 n_1 、 n_2 は回轉計により精密に測定せるものなり之により Motor より與へられたる Idle running を含む全仕事は 10.97 kwh、Fly wheel より與

へられたる全仕事は 7.011 kwh 合計鋼塊より製品となる迄に與へられたる仕事は 17.981 kwh なる事を知る。第 13 曲線圖はこの實驗より得たる

第 13 曲 線 圖



第 17 表 679 mm × 200 mm × 797 mm シートパー壓延經過 (鋼塊重量 930 kg)

No.	嚙込の番號	第 1 荒 口 ー ル											第 2 荒 口 ー ル				連續口 ー ル		合計
		1	2	3	4	5	6	7	8	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	7''	1	
1	嚙込後の溫度	1,190°C																	
2	嚙込時間(秒)	0.65	0.72	0.86	1	1.15	1.22	1.3	1.43	1.58	1.73	2	2.87	3.87	5	3.3	3.16	1,090°C	1,070°C
3	嚙込より嚙込迄の時間(秒)	17	4.16	8.2	3.16	10.33	4.16	6.3	4.3	29.86	3.44	4.3	5.17	5.5	8.1	8.9	7.46	11.4	10.4
4	嚙み始めの r.p.m.	88	88	89	88	89	89	89	89	89	88	88	89	89	89	89	89	238	238
5	嚙み終りの r.p.m.	87	86.5	87	86	87	86.8	86	85.8	86	85.5	85	85.2	85	85.6	85.8	85.8	227.5	228
6	モーターより興へられたる Idle Running を含む平均の Power を kw で	275	440	365	420	400	480	370	400	375	520	730	610	690	540	480	490	980	1130
7	Idle Running を kw で	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	180	180
8	モーターより興へられたる Idle Running を含む平均の仕事を kwh で	0.05	0.088	0.087	0.117	0.128	0.16	0.133	0.16	0.165	0.264	0.4	0.486	0.742	0.75	0.44	0.43	3.11	3.26
9	モーターより興へられたる Idle Running を含む平均の仕事を kwh で	0.014	0.048	0.04	0.061	0.064	0.092	0.061	0.08	0.077	0.168	0.289	0.359	0.527	0.47	0.257	0.254	2.54	2.74
10	Fly wheel より興へられたる仕事を kwh で	0.151	0.226	0.304	0.301	0.304	0.334	0.454	0.33	0.454	0.375	0.448	0.572	0.601	0.513	0.483	0.483	0.347	0.331
11	嚙込に對して費されたる Idle Running を含む全仕事を kwh で	0.201	0.314	0.391	0.418	0.432	0.494	0.587	0.49	0.619	0.639	0.818	1.058	1.343	1.263	0.923	0.913	3.457	3.591
12	同上 Idle Running を含む全仕事を kwh で	0.165	0.274	0.344	0.362	0.368	0.426	0.515	0.41	0.531	0.543	0.737	0.931	1.128	0.983	0.74	0.737	2.887	3.071
13	Idle Running の仕事を kwh で	0.036	0.04	0.047	0.056	0.064	0.068	0.072	0.08	0.083	0.096	0.111	0.127	0.215	0.28	0.183	0.176	0.57	0.52
14	Fly wheel を除ける嚙込に對して費されたる全仕事を kwh で	0.014	0.062	0.102	0.163	0.227	0.319	0.38	0.46	0.537	0.705	0.994	1.353	1.88	2.35	2.607	2.861	5.401	5.141
15	壓下 $(\frac{h_1 - h_2}{h_1} \times 100)$	5.4	14	16	14	14.3	15.2	14.3	15.2	16.85	20.9	31.6	22.5	28.4	27.8	27.7			
16	Cross Sectional Area in cm ² (Mean Cross Sectional Area of Ingot 883 cm ²)	959	822	698	588	515	436	378	320	287	227	169	122	90	65	47			13.58
17	伸長 n-倍	1.07	1.27	1.5	1.71	1.71	2.03	2.34	2.76	3.08	3.89	5.22	7.24	9.81	13.58	18.79			65

7. Power Curve より測定 10. (9)-(14)
 8. 同上 11. $E = \frac{J}{2} \left[\left(\frac{\pi n_1}{30} \right)^2 - \left(\frac{\pi n_2}{30} \right)^2 \right] 0.000002728 \text{ kwh}$
 9. $\frac{3,600}{(7) \times (3)}$ 12. (11)+(9)
 13. (11)+(10) 17. Drawing より求めたカリバーの面積
 14. $\frac{3,600}{(8) \times (3)}$ 18. Initial Cross Sectional Area: Final Cross Sectional Area
 15. Sum up from (10)

結果を圖示せるものなり。之により各カリバー毎の Motor 及び Fly Wheel の仕事を明瞭に知り得。

次の第 14 曲線圖は鋼塊を種々の溫度(1,190°C、1,150°C、1,120°C)に加熱し、鋼塊加熱溫度の Motor の爲す仕事に及ぼす影響を實驗したるものなり。即ちその差の最も甚だしく現れたる第 2 荒ロール機第 6 カリバー (6') に就て之を見るに、1,190°C

と 1,150°C とにては、溫度約 3% の降下に對して増加電力量は約 33%、1,190°C と 1,120°C にては、溫度約 6% の降下に對して増加電力量は約 55% なり、即ちその影響の甚だしきに驚かざるゝものなり。

本稿を終るに當り御指導を賜りたる川崎造船所製鋼工場小森富作、蜂谷知十雄及び新納鐵彦の三

氏、並に加熱爐の熱平衡につき御教示を賜りたる製鐵所理學博士海野三朗氏並に壓延機の仕事に關する實驗につき御教示を賜りたる恩師京都帝國大學工學部機械教室菊川教授に對し深甚なる感謝を捧ぐるものなり。

第十四曲線圖

鋼塊加熱溫度の嚙込毎の Motor の爲す仕事に及ぼす影響

