

4.5  
131

製鐵所研究所

# 研究報告

Vol. VI No. 4

熱的方面より見たる  
二三の作業状況

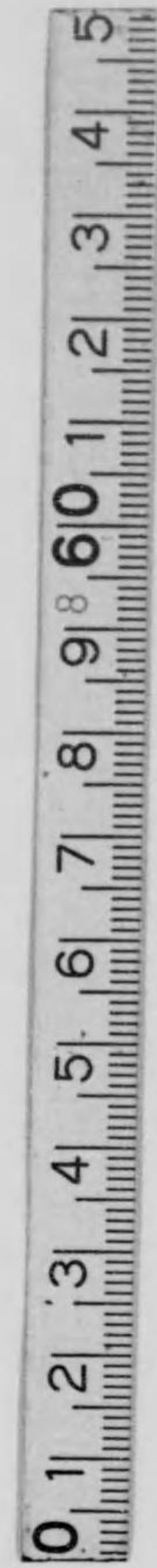
技師 海野三朗

大正十五年十一月

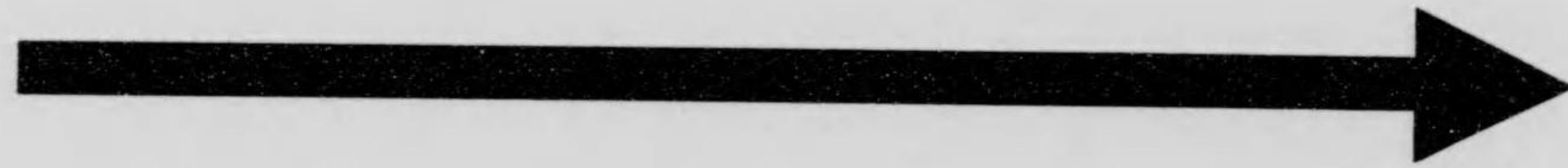
製鐵所

福岡縣八幡市

(代  
謄  
寫)

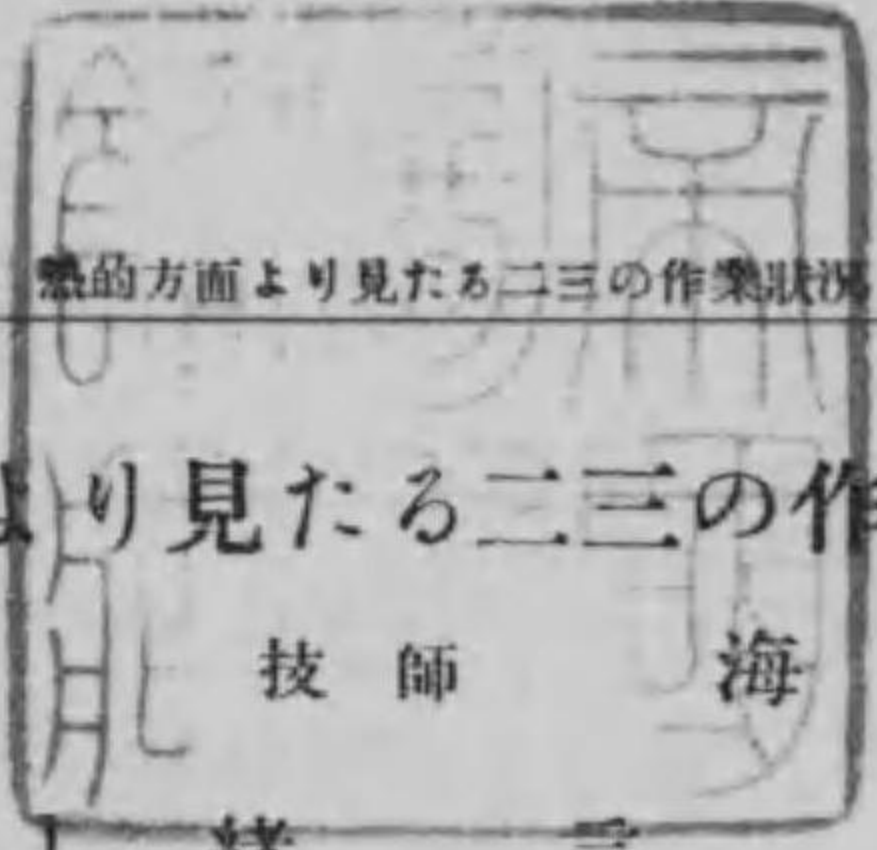


# 始





145-191-



熱的方面より見たる二三の作業状況

技師 海野三朗

I 緒言

吾人の日常働いて居る此製鐵作業なるものを考へてみると尤も見方によりては種々に觀察する事が出来るであらうが是も火と水との戦であると思ふもその一つの見方に相違あるまいと思ふ此火と水即ち如何なる場合に火が水に勝ち如何なる場合に水が火に勝たねばならないかと云ふ問題になる換言すれば火に伴ふ所の熱の使用を如何に調節するかと云ふ問題であるつまり此熱を適當に使用して始めて鑛石からして夫れから夫れへと遂に吾々の要求する所の製品を産み出すのであつて此作業の大部分が火の恩惠熱の使用と云ふ事に收められて仕舞ふ様である作業の能率増進と云ふても此熱を如何にすれば最も經濟的に製品を作り出す事が出来るかと云ふ事を考へ又工夫するのが大事なる一要素であらうと思ふのである。

そこで吾人が一年間に使用する燃料を考へて見ると實に莫大な額に上るのであるから一方よりして此燃料の節約を思ふ情の切なるものがあるのと又一方には製品の大部分が此熱の加減如何によりて上等ともなり下等ともなる事を思ひ此熱の利用節約の一日も緩にす可からざるを感ずる次第である。

先づ此世の中で鐵は大なる化物である、何となれば銑鐵一屯の値は數拾圓であるが之を加工して高價なる時計のヒゲゼンマイを造れば夫れは重量にしてみると割合が金剛石の値も及ばざる程の高價に達するものであると云ふ事は計算してみれば分かる事柄である、してみると此鐵と云ふものは加工即ち熱



を加へて是を處理するにせざるに依りてはその値は實に天地の差を生ずるものであるから確に大化物たる資格を備へて居るものと思ふ、それはさてをき鐵は熱の加へ方如何に依り又之を處理する方法如何に依りて吾人の望み通りの品を得る事も出来るに要求を満すものを得られなくもなるのである。一方に於ては燃料の不經濟と云ふ事もあろうしその上製品の劣等なる事によりて二重の損失を來す結果ともなる。是に反して若し此熱を適當に使用するならば燃料の節約をも行ひ得た上方には製品の優秀なるものを得らるゝから二重の利益と云ふ結果を得らるゝ、之等は何れも此熱の利用及び節約と云ふ事によりて得られる結果であらうと信するのである。即ちそれ程に此の熱と云ふものが大切なのであるから、此熱が如何に利用せられて居るか又此の熱度の分布引いては此熱によりて温度が如何に分布されて居るかを調査し研究するのが興味ある問題であると思ひ今日迄研究所に於て測定を行つた二三の作業の状況を述べ且つ茲に一二の考察を加へて記録して見よう、而して讀者の御参考に供し共に協力して能率の増進を計り度いと考ふる次第であるから御氣付きの點あらば何卒御教示を賜り度いと希ふものである。

## 2 燒鈍作業中に於ける温度の分布

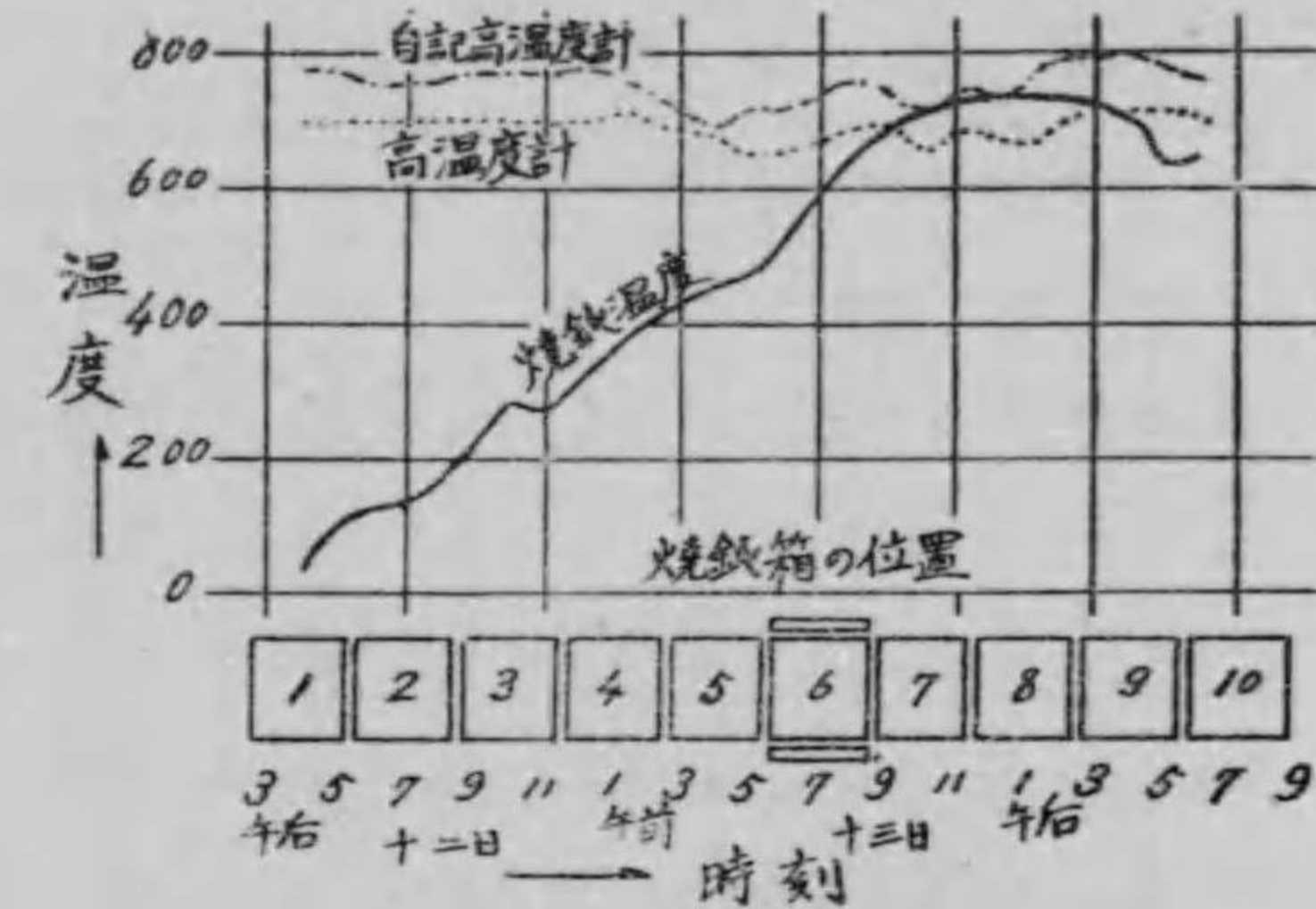
(薄板掛と波板工場に於けるもの)

### a 測定の状態

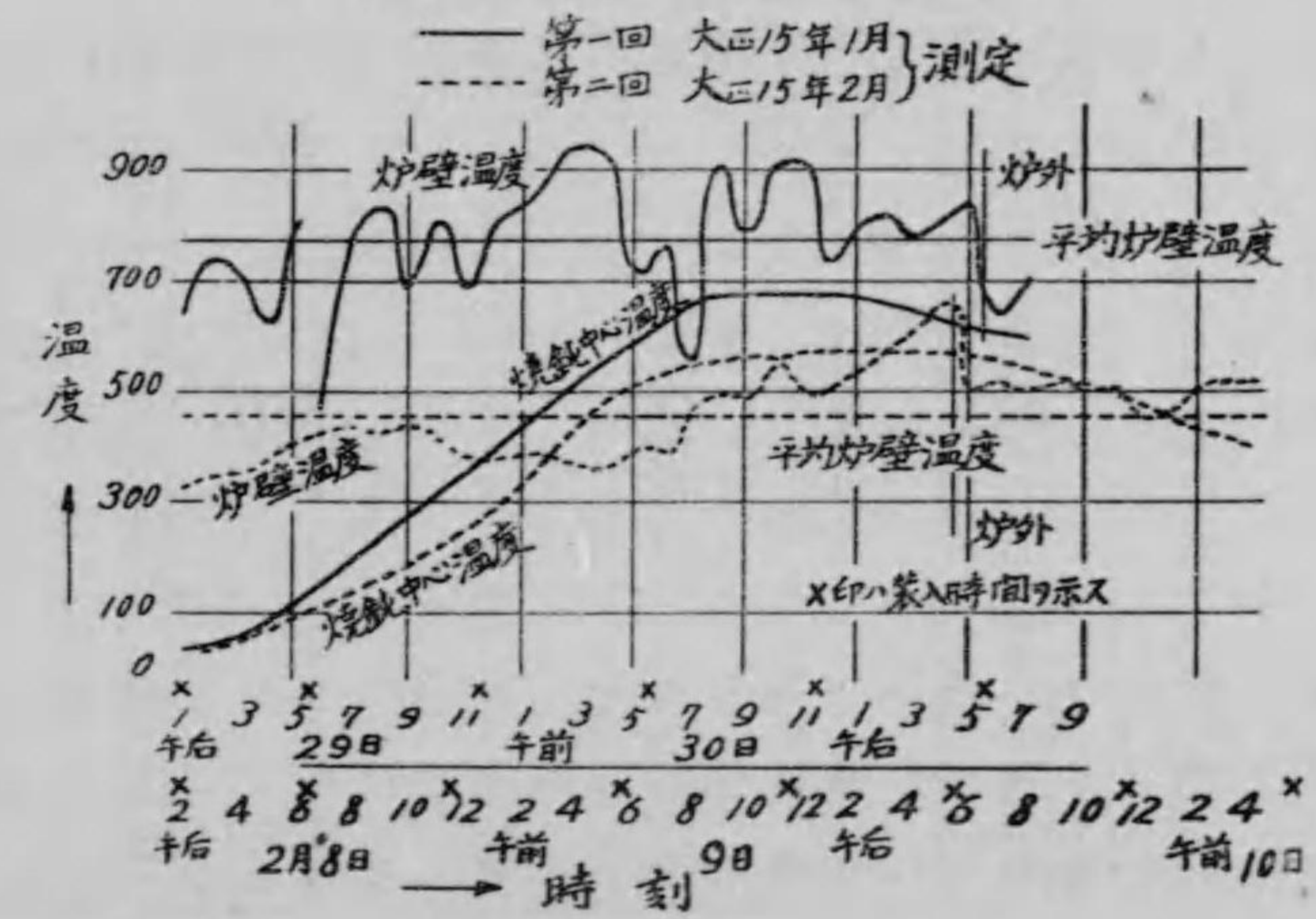
大正十四年五月特殊鋼部薄板掛の燒鈍爐に就て測定を行つたもので測定せる主要部は燒鈍箱の中心である、即ち燒鈍車の下部から穴を穿ち之に瓦斯鐵管を嵌めて此内に熱電對を挿入

し燒鈍車の進行すると共に内部の温度が時間に依り又位置によりて如何に上昇するかを測定せるものである、而して測定は一時間毎に行ひ低熱源は無論補正を施したのである、薄板掛の燒鈍爐は第一圖に示し第二圖には鋼材部波板工場連続式燒鈍爐の状況を示した、之は大正十五年二月初旬に測定した結果である。

第一圖 燒鈍中の黑板の温度曲線



第二圖 波板工場燒鈍爐温度曲線





b 測定の結果

斯くして行へる結果は次の如くである、尙第壹圖に於ては工場備付の二個の熱度計は爐の内部を測定す可く置かれてあるので此二個の温度の續みをも併記する事とした。

第貳圖にありては第壹回及び第貳回の結果を示す、一方は瓦斯装入口より2.1米他方は5.35米離れたる爐壁の内部と焼鈍車にありてはその中心を測定せるものである。

薄板掛 (第一圖)

時間	箱内の温度	高温計	自記高温計	時間	箱内の温度	高温計	自記高温計
	°C	°C	°C		°C	°C	°C
午後 4時		700	780	6時	504	650	717
5	104	700	780	7	576	665	740
6		700	760	8	642	680	758
7	125	700	760	9	692	699	750
8	167	700	760	10	710	653	710
9	206	700	770	11	720	680	730
10	287	700	777	12	726	670	725
11	273	700	772	午後 1	723	660	758
12	308	700	780	2	723	690	790
午前 1	348	705	775	3	710	715	790
2	386	700	740	4	700	710	800
3	418	680	720	5	629	710	780
4	451	675	698	6	641	700	760
5	463	650	718				

波板工場 壹回 (第貳圖)

時間	箱内の温度	爐壁温度	時間	箱内の温度	爐壁温度	時間	箱内の温度	爐壁温度
	°C	°C		°C	°C		°C	°C
午後 1時	32	640	11.30	376	682	10時	672	900
1.30	32	650	12	382	803	10.30	669	841
2	36	731	午前 12.30	401	761	11	667	919
2.30	30	713	1	434	835	11.30	666	680
3	55	705	1.30	450	893	12	665	731
3.30	70	640	2	475	890	午後 12.30	661	785
4	84	620	2.30	498	925	1	659	793
4.30	95	825	3	515	943	1.30	654	820
5	109	791	3.30	541	930	2	649	820
5.30	130		4	558	920	2.30	639	741
6	151	460	4.30	582	885	3	638	781
6.30	171	640	5	594	710	3.30	631	814
7	183	762	5.30	604	918	4	623	810
7.30	203	780	6	624	762	4.30	623	834
8	232	842	6.30	635	771	5	617	835
8.30	247	815	7	647	556	5.30	606	840
9	268	690	7.30	662	815	6	602	640
9.30	293	700	8	670	907	6.30	598	700
10	311	813	8.30	667	786	7	598	700
10.30	333	750	9	666	785	7.30	582	660
11	354	686	9.30	670	847			

波板工場 貳回 (第貳圖)

時間	箱内の温度	爐壁温度	時間	箱内の温度	爐壁温度	時間	箱内の温度	爐壁温度
	°C	°C		°C	°C		°C	°C
午後 2時	32	325	3時	394	380	4時	569	600
2.30	35	180	3.30	418	374	4.30	566	630
3	37	345	4	441	368	5	561	660
3.30	40	352	4.30	466	367	5.30	532	640
4	51	350	5	486	361	6	559	503
4.30	56	355	5.30	497	375	6.30	556	510
5	68	369	6	507	400	7	553	520
5.30	74	375	6.30	518	395	7.30	545	523
6	85	410	7	530	393	8	538	501
6.30	98	437	7.30	542	362	8.30	534	500
7	113	425	8	547	470	9	526	510
7.30	122	445	8.30	551	486	9.30	524	509
8	135	440	9	555	490	10	507	500
8.30	145	437	9.30	555	500	10.30	497	501
9	160	429	10	562	490	11	490	501
9.30	176	440	10.30	560	505	11.30	476	465
10	188	440	11	558	554	12	469	460
10.30	205	430	11.30	569	568	午前 12.30	467	460
11	218	425	12	571	495	1	451	460
11.30	233	430	午後 12.30	571	505	1.30	444	485
12	250	385	1	571	508	2	433	500
午前 12.30	265	380	1.30	573	516	2.30	425	500
1	286	379	2	570	530	3	417	515
1.30	315	382	2.30	566	545	3.30	406	507
2	340	385	3	570	565	4	397	505
2.30	363	385	3.30	570	580	4.30	392	500

此時間と温度との關係を明瞭ならしめんが爲めに薄板掛に於けるものは第壹圖に示し尙圖面の下部には焼鈍箱の位置を示してある、第六位の所の兩側から火焰が左方に流れる様になつて居るのである、此曲線を熟考するに焼鈍箱内の最高温度は720~730°Cで700°C以上に保持せられたる時間は約三時間である、而して此700°Cに到達する迄の時間を考へて見ると挿入後約拾九時間を要して居る様である、即ち火焰の吹き込む所を通過したる後約二時間を經過して始めて箱の中心が700°C迄上昇するからして大体ではあるが表面の温度が内部に到達する迄の時間は約二時間以上を要すると見て先づ大差はあるまいと思はれるのである、尤も是には温度の高いと云ふ事と熱量の余計であると云ふ事とを區別して考察せなくてはならないのであるが先づ大体から見て火焰の吹き込まれる場所を通過後約二



時間にして700°Cの最高に達して居るのを知る、此現象は實際に斯くあらねばならないかと思ふ、何となれば吹き込まれつゝある火焔の温度は先づ850°C附近と見て大差あるまいと思ふ、是は他の場所で測定した事からの推論であるが若し箱が第五第六の位置にあつた時既に中心が700°Cに到達したとするならば板の周囲に近い部分はその時には確に800°C以上に永く保たれてあつたに相違ないから従つて焼け過ぎの結果を來すのは當然であるのに更にそれを認めなかつたからである。

次に波板工場に於ける焼鈍爐内の温度の状況をみるに焼鈍爐の全長は17.23米で一方の焼鈍車装入口より11.30米許りで瓦斯の装入口があるから第貳圖の第壹回の分について云へば焼鈍車が瓦斯装入口を通過する約一時間程前に焼鈍箱の内部が最高温度670°Cに到達して居る事が分明する、而して焼鈍車が爐内を通過するには約二十八時間半を要して居る、此測定の結果を熟考するに瓦斯の温度も低い事が分る又瓦斯の分量も少ないと云ふ事が明かに想像される、此外に時々刻々に瓦斯量が變化しつゝある事が想像せらるゝのである、此一定ならざる瓦斯の温度の大体の平均を求むるに776°C許りであるから焼鈍箱の内部の最高温度は此瓦斯の平均温度よりも

$$776^{\circ}\text{C} - 670^{\circ}\text{C} = 106^{\circ}\text{C}$$

即ち約100°C余り低温にある事が知られるのである。

次に第貳回目につきて考ふるに爐内を通過するに要せる時間は二十七時間半にして第壹回よりも一時間短縮せられて居る、而して瓦斯吹込口に至れる折は箱内の温度は約550°Cに到達して居る、第一回の場合は瓦斯の温度が不定ながらも776°C前後を昇降せるに反し第二回目の爐の内壁の温度は始め約十八時

間迄は常に460°C以下を示し之より以後は此温度よりも常に高温を示して居るからして箱内の温度は瓦斯吹込口を通過せる後六乃至七時間にして570°C附近の高温に達せるを見るのである、去り乍ら瓦斯の平均温度は約460°Cである、但し之は瓦斯吹込口より5.35米隔りたる爐の内壁の温度である、然るに焼鈍箱内部の温度の最高は570°Cを示してをる、此現象は明かに測定場所が第壹回のそれに比して3米以上遠方にあつたからである、而して瓦斯吹込口を通過後六七時間にして箱内の温度が最高に達して居るのは後半に於て瓦斯の量が増加したか又は單に温度が上昇する様に瓦斯が吹込まれたかの結果であらう。

#### c 熱的考察

今簿板掛第壹回の場合に於て焼鈍に使用する石炭と焼鈍せらるゝ材料とよりして屯當り何程の石炭を要するかと云ふ事を考へて見る、焼鈍箱壹箱に詰める黒板は5.5屯乃至6.0屯で此箱八箱に對して6.5屯の石炭を使用するとの事であるからして一箱の平均焼鈍材量を5.8屯とすれば

$$5.8\text{屯} \times 8 = 46.4\text{屯}$$

即ち46.4屯を焼鈍するに6.5屯の石炭を要するから

$$6.5\text{屯} \div 46.4 = 0.14\text{屯}$$

即ち140斤の石炭が一屯の板に對して消費せらるゝ事になる石炭の發熱量を平均6000カロリーとすれば

$$6000 \times 140 = 84 \times 10^4 \text{ (キロカロリー)}$$

570°Cに焼鈍するとしてその平均比熱としては0.150を採用することとする、(此値は筆者が大正十四年九月製鐵所研究報告に詳記せる所であるから今はその結果のみを採る事とする但し此際に於ける含有炭素量は約0.10%と見做したのである)



即ち  $0.150 \times 750 = 112.5$  (カロリー)  
 即ち一屯ならば  $112.5 \times 1000 = 11.25 \times 10^4$  (キロカロリー)  
 故に  $11.25 \div 84 = 0.1342$

即ち 13.42% の熱能率である事が云はれる、即ち石炭が発生し得る熱量と加熱せらるゝに必要な熱量とを相比較してその眞の熱能率として約 13% を得る事になる、此結果は余り少ない様に思考せらるゝが他の作業に比較するときには相當に宜しい事になると思ふ、此残り 87% 前後の熱と云ふものは他に消されて仕舞ふ、副射とか不完全燃焼とか又焼鈍爐や焼鈍箱等種々あるであらうと思ふ。

箱が相當に大きいから是を加熱するには相當多量の熱量を要するが必ずしも高温を要しない事は諸産の既に御承知の事と思ふのである、即ち比較的低温なる火焔によりて多量の熱を早く加ふる事が必要である、然らば加熱時間として十九時間よりももつと短縮する事を得るかも知れないと思ふ、元來焼鈍はその目的により又その焼鈍せらる可き材質の種類によりてその程度は一様に論じ難いのであるが普通薄板の場合に於ては最高は先づ 800°C 前後でなくてはならぬらしい、諸學者の説を引用すれば焼鈍と云ふ意義は加工に際し與へられたる組織の内部歪を除く事並に大洲田から波來土が分離することであつて此分離を最も徐々に行はしむればその波來土の形が種々に變化し従つてその性質も多少づゝ變化して來るのである、一般に  $A_3$  變態點以上から徐々に冷却するのが焼鈍であると考へられて居るし又實際もその様であらうがその分離の程度によりて板の性質が異なつてくる、従て需要者の望みを満足せしめねばならぬ所から考ふると必ずしも  $A_3$  以上に加熱する事が必要で

ない場合が多々あるのである、此  $A_3$  變態點は炭素含有量によりて變化するのであるから焼鈍に際しては此邊の事を考ふる事が必要であらう、尙  $A_3$  以上と云ふても余り永く高温に保持すれば板がひきついて焼鈍後困難を來す事があるから之も注意せねばならぬ事と思ふのである、それで先づ大体に於ては 800°C 以下の所位が宜しい様である、最も含有せる炭素量によりて一定でない事は勿論である、酸化の程度につきては更に後日の問題にゆづる事とする。

次に波板工場に於ける焼鈍状況につきて少しく述べて見よう、第一回目の箱内の最高温度は 670°C 余りなるに第貳回目の方は約 100°C の低温に保持せられて居る、従て兩者の場合に於ける板の性質は相當に相違ある可き筈である、薄板掛の場合と比較するに最も測定せる場所の相違はあるが前者は瓦斯の温度の變化が甚だ少ないが後者波板の場合に於ては常に甚だしき變化がある様である、即ち 300°C の範圍内を昇降して居る事が知られるからして之より考ふれば焼鈍爐内に送らる可き瓦斯の分量は甚だ不同であると思ふ、従て熱能率から云ふと最も不利なる方法であるからしてなるべく一定の温度即ち一定量の瓦斯を送入する事に留意せなくてはならないと思ふのである。

次に第壹回目の瓦斯温度測定箇所は瓦斯送入口を去る 2.10 米の内壁第貳回目は 5.35 米の所で前者は平均として 776°C であり後者は 460°C 計りであるから此温度降下と距離との關係よりして大体ではあるが瓦斯の燃焼せる火焔の長さ即ち送入口からして何米位火焔が到達し得るかと云ふ事が想像せられるのである、此關係からして割出したる距離は約 2 米と云ふ事になる、即ち瓦斯の温度は 830 乃至 850°C であつて此火焔は 2 米内外



の長さとなつて居た事が想像出来るのである。次に火焰の内に初めより焼鈍箱を装入して箱の内部が約750°Cの温度に到達するには何時間を要するかと云ふ事を考へてみるに最も瓦斯の分量に依る事は勿論ではあるが先づ今の結果の平均をとりて考ふれば五六時間位で充分らしい。此考へは實際と余り差はないと信ずる。何となれば今迄測定せる爐内に於ける温度の分布並に焼鈍箱の中心が上昇する温度の速度と箱の大きさ等から計算した結果であるのである。

瓦斯の使用法と温度との關係又瓦斯の使用法と時間との關係等は更に研究を要する問題であらうと思はれるのである。第貳圖の下部の(x)は焼鈍箱の装入時間を示せるものである。

波板工場の熱能率を求めんとしたが使用せる石炭は此焼鈍爐計りではないので遂に計算する事が出来なかつたのである。

次に薄板掛焼鈍爐内に於ける焼鈍車の進行速度と波板工場のそれとを比較してみると前者の焼鈍爐の長さは28.3米で此間を通過するに約二十八時間を要して居る而して焼鈍箱の中心が最高温度730°Cに達するには十七八時間を要し瓦斯送入口を過ぎて後約三時間を要して居る事が知られる。然るに波板工場の焼鈍爐の長さは17.23米であつて焼鈍車が爐内を通過するには第一回目は二十九時間を第二回目には二十七時間半を要して居る。而して焼鈍箱内の中心が最高温度650°C及び550°Cに到達するには装入後十八九時間を要す、即ち火焰送入口を過ぎてから約三時間を要して居る事が知られる。之によれば後者に於ては焼鈍爐内に在る時間が少し永過ぎる様に思ふから之を今少し短縮して同時に爐を少し長くする必要があり尙瓦斯の分量が少なく不同であるから之を増加する必要があると考へ

るのである。爐をその儘にして置くなれば瓦斯量を増す必要が確にあると信ずる。尙焼鈍車の速度を増す必要がある。此爲めには矢張り實驗を必要とする事は勿論である。

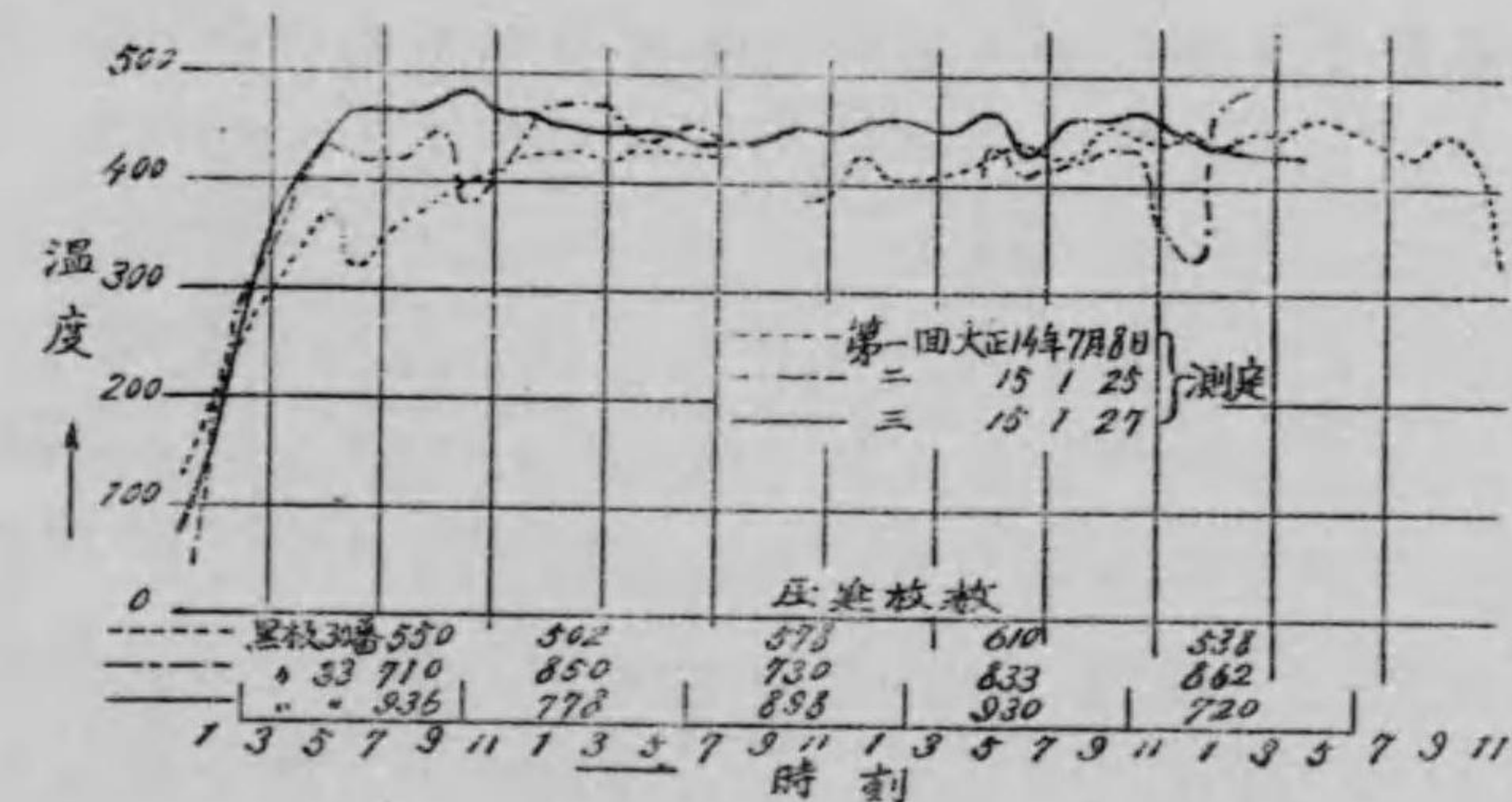
### 3. 壓延作業中に於けるロールの温度並に加熱爐内の温度について

#### a 測定状況

壓延作業中に於けるロールの温度は大正十四年七月初旬ロールの組替時間迄四十八時間を特殊鋼部薄板掛第三ロールの下ロール表面中心の温度を測定せるものである。又加熱荒爐と東西兩側の爐をロール測定と共に平行に行つたのである。

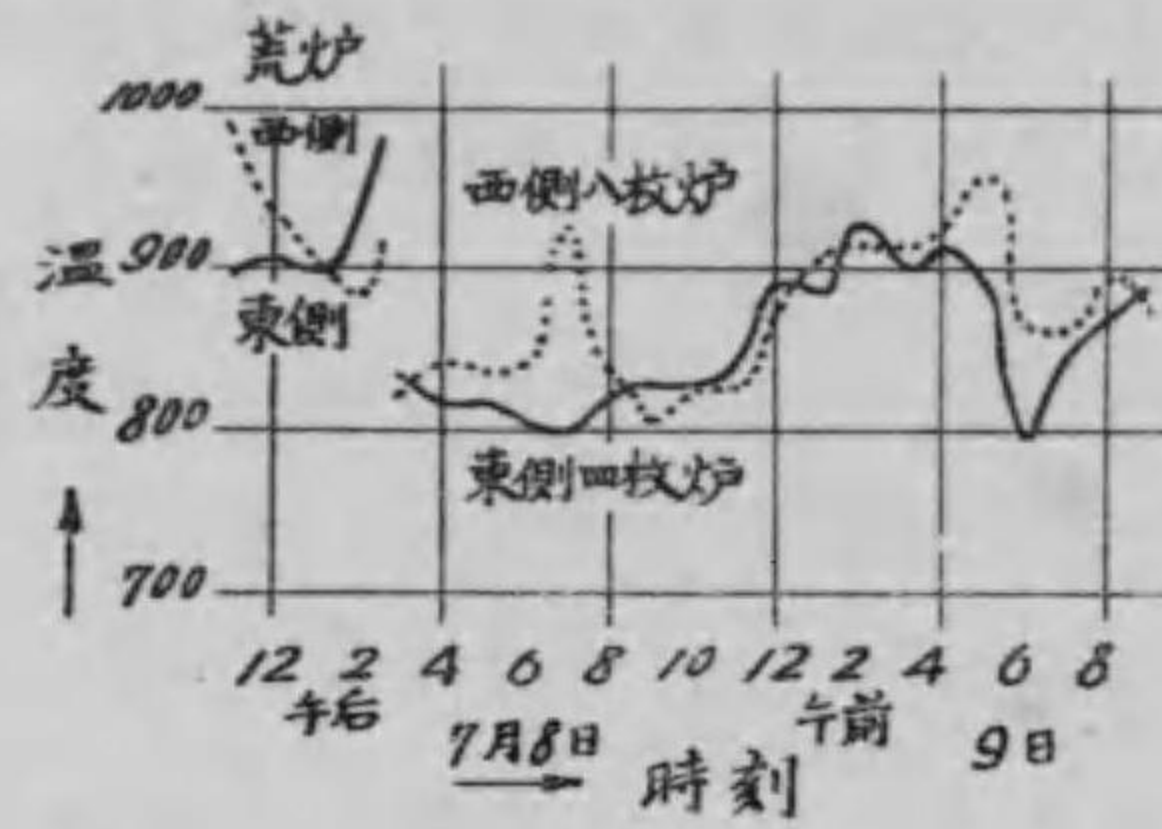
越て今十五年一月二十五日並に二十七日に同じ箇所を測定した。比較に便なる爲めに此三回の測定を一所にして第四圖に示し、又加熱爐内の温度は第五圖に示した。而してその都度の壓延材の種類や又枚數等は第四圖の下部に時間と共に併記してある。

第四圖 鉄力工場第三ロール温度曲線  
下ロール表面中央部





第五圖 加熱爐溫度曲線



b 測定方法について

薄板掛の加熱荒爐及び四枚爐八枚爐は共にニクロム線の熱電對を爐内に約1.5米挿入して三十分毎にその溫度の讀みを取つた、ロールの表面の溫度は特に考案せる装置を使用して測定した、之はロールが常に回轉をなすと雖もその事の爲めに妨げられず、又その表面に極めて近く接近せるも磨擦による熱の發生は殆んど考ふる必要なくしてロールに極めて近き部分の溫度を作業を妨害する事なくして測定する事を得たのである。即ち此装置によりて各瞬間に於けるロールの表面の溫度を測定せるが故に壓延枚數とロールの表面の溫度上昇との關係又時間との關係を詳細に知る事が出来たのである。

c 測定の結果

鉄力工場ロール溫度  
(大正十四年七月 第壹回測定)

時間	溫度	時間	溫度	時間	溫度	時間	溫度	時間	溫度		
午前 10.52 30	4.30 365	1.30 423	10.30 388	7.30 421	3.30 446	午前 11.10 96	5.00 370	2.00 426	11.00 390	8.00 430	4.00 463
11.30 109	5.22 365	2.30 426	11.30 426	8.30 427	4.30 446	11.50 132	6.00 320	3.00 421	12.00 428	9.00 456	5.00 460
午後 12.10 135	6.30 346	3.30 426	午後 12.30 400	10.00 448	6.00 446	12.20 145	7.30 365	4.30 430	1.00 403	10.30 448	6.30 417
12.40 180	8.00 368	5.00 426	1.30 410	11.00 438	7.00 435	1.0 194	8.30 380	5.30 418	2.00 404	11.30 457	7.20 402
1.20 245	9.00 387	6.00 424	2.30 400	12.00 447	7.30 419	1.40 257	9.30 398	6.30 429	3.00 406	午前 8.00 428	
1.55 254	10.00 400	7.00 425	3.30 416	12.30 445	8.30 441	2.10 270	10.30 380	7.30 —	4.00 415	1.00 436	9.00 450
2.30 295	11.00 412	8.00 —	4.30 426	1.20 399	9.30 444	2.50 305	11.30 412	8.30 —	5.00 427	1.30 439	10.00 432
3.07 306	12.00 427	9.00 —	5.30 435	2.00 449	10.30 365	3.20 320	午前 12.30 425	9.30 377	6.00 437	2.30 458	11.00 325
3.40 340	1.00 427	10.00 386	6.30 424	3.00 446		4.00 345			7.00 426		

鉄力工場ロール溫度

(大正十五年一月二十五日 第貳回測定)

時間	溫度	時間	溫度	時間	溫度	時間	溫度	時間	溫度		
5.30 40	12.00 424	6.30 480	1.00 442	2.30 414	1.00 275	6.00 39	午後 7.00 480	1.30 442	3.00 432	1.30 300	
6.30 103	12.30 460	7.30 478	2.00 438	3.30 435	2.00 317	7.00 187	1.00 426	8.00 479	4.00 433	2.30 316	
7.30 240	1.30 430	8.30 479	26日午前 4.30 330	3.00 318	8.00 284	2.00 432	9.00 478	10.30 410	5.00 364	3.30 334	
8.30 335	2.30 463	9.30 470	11.00 430	5.30 360	4.00 330	9.00 344	3.00 453	10.00 450	11.30 410	6.00 330	4.30 330
9.30 382	3.30 407	10.30 448	12.00 410	6.30 398	5.00 335	10.00 399	4.00 388	11.00 448	12.30 410	7.00 478	5.30 331
10.30 419	4.30 355	11.30 455	午後 1.00 417	7.30 483	6.00 320	11.00 433	5.00 413	12.00 459	午後 1.30 434	27日午前 8.00 480	
11.30 405	5.30 400	26日午前 6.00 447	12.30 449	2.00 425	12.30 219						



鉄力工場ロール温度

(大正十五年一月二十七日 第參回測定)

時間	温度	時間	温度	時間	温度	時間	温度	時間	温度	時間	温度
11.30	10	6.30	467	1.30	450	9.00	448	4.00	464	11.30	444
12.00	75	7.00	467	2.00	449	9.30	448	4.30	466	12.00	443
午後		7.30	472	2.30	450	10.00	451	5.00	469	29日午前	
12.30	134	8.00	467	3.00	450	10.30	460	5.30	456	12.30	440
1.00	178	8.30	472	3.30	450	11.00	448	6.00	423	1.00	438
1.30	230	9.00	480	4.00	450	11.30	448	6.30	448	1.30	438
2.00	280	9.30	490	4.30	450	12.00	454	7.00	451	2.00	430
2.30	320	10.00	490	5.00	450	午後		7.30	461	2.30	424
3.00	362	10.30	469	5.30	446	12.30	460	8.00	465	3.00	430
3.30	392	11.00	465	6.00	440	1.00	464	8.30	460	3.30	430
4.00	407	11.30	460	6.30	434	1.30	464	9.00	459	4.00	424
4.30	431	12.00	466	7.00	437	2.00	459	9.30	462	4.30	430
5.00	443	28日午前		7.30	443	2.30	455	10.00	468	5.00	430
5.30	460	12.30	463	8.00	438	3.00	451	10.30	458	5.30	430
6.00	470	1.00	455	8.30	441	3.30	458	11.00	457	6.00	430

鉄力工場加熱爐温度

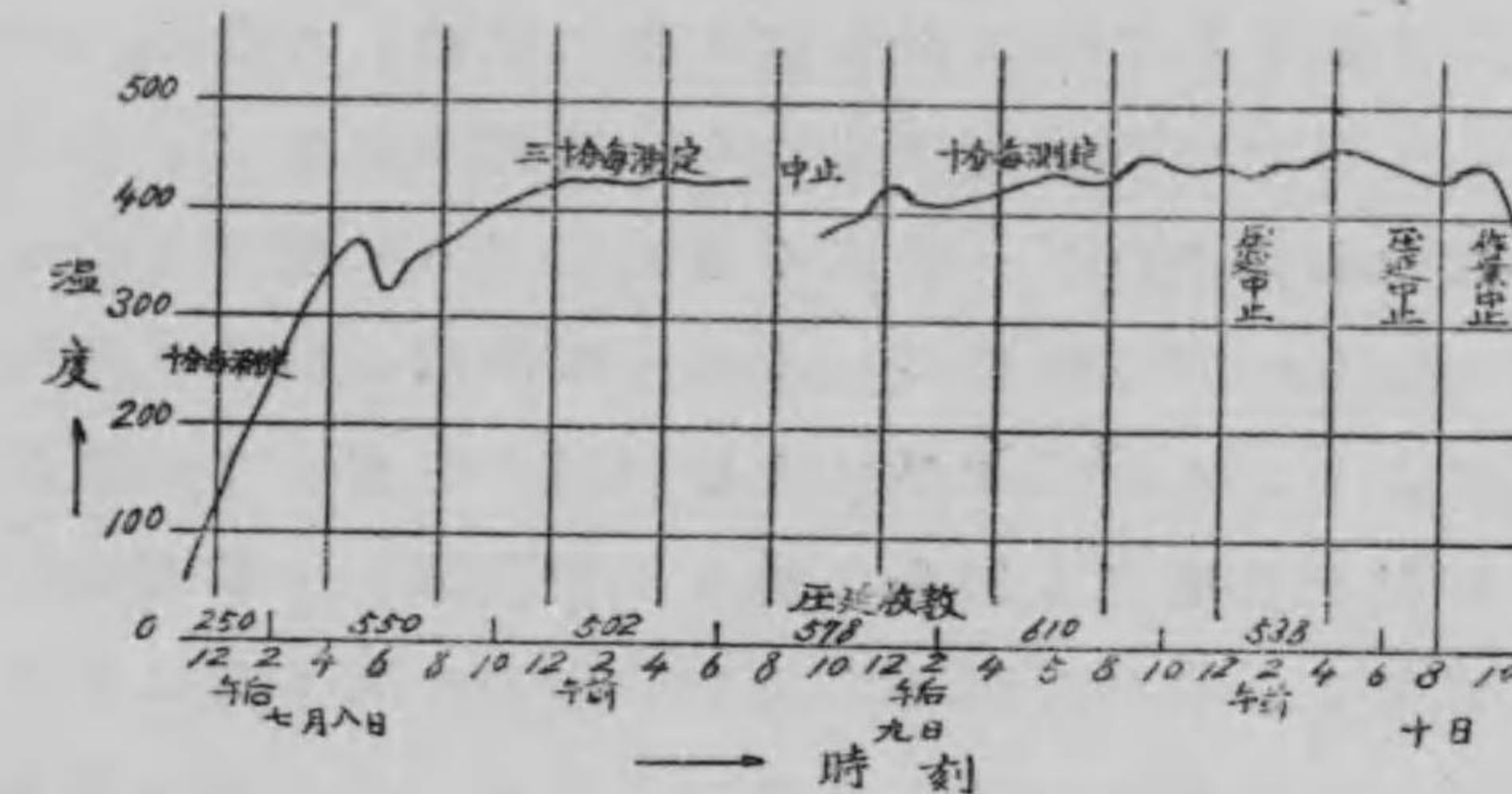
荒 爐		四枚爐及び八枚爐									
時間	東側	西側	時間	四枚爐(東)	八枚爐(西)	時間	四枚爐(東)	八枚爐(西)	時間	四枚爐(東)	八枚爐(西)
11.00	900	993	午前			9.00	827	807	3.30	875	844
11.30	852	993	2.40	880	825	9.30	801	763	4.00	914	923
12.00	906	934	3.00	836	824	10.00	825	824	4.30	872	880
12.30	902	990	3.30	820	784	10.30	823	850	5.00	890	960
午後			4.00	812	840	11.00	835	821	5.30	792	879
1.00	901	905	4.30	815	801	11.30	865	836	6.00	790	864
1.30	944	935	5.00	815	837	12.00	891	875	6.30	816	837
2.00	938	887	5.30	820	820	午前			7.00	842	862
2.30	980	920	6.00	808	840	12.30	880	854	7.30	896	892
			6.30	809	830	1.00	882	906	8.00	874	892
			7.00	797	927	1.30	878	865	8.30	838	893
			7.30	807	831	2.00	923	917	9.00	883	875
			8.00	822	841	2.30	894	867	9.30	896	878
			8.30	829	803	3.00	902	911			

d 熱的方面よりの考察

ロールの表面温度の上昇は大体に於てその壓延枚數に比例して上昇すると云ふ事が知られる、即ち作業開始後十三時間位壓延枚數約 900 にして略々定常の状況に到達する、而して此温度は平均 430°C 内外である

第參圖 鉄力工場第三ロール温度曲線

下ロールの表面中央部(大正十四年七月八日測定)



第參圖は30番の板を壓延したときのもので第四圖に於ける他の二つの測定は各々33番のものであつた、壓延中止の箇所は何れも急激に温度の下降するを認められる、即ち約 30°C 計りで此下降温度と云ふのは壓延中止の爲めに壓延によりて加へらるゝ熱量が欠けたる結果である、従て作業中に於ける副射及び傳導によりて放散せらるゝ；熱量の影響が略想像せらるゝ；であらう、温度には常に膨脹の現象を伴ふ、従て温度の勾配の著しき時即ち表面温度の變化甚しければ夫れに順じて膨脹係數にも急激なる變化があり此係數の變化より來る所の歪力は實に大なるものであらうと思ふ、夫れ故にロールを使用し働かせる場合に於ては温度の激變と云ふ事は特に注意せねばならぬ事であると思ふ。

ロールの表面の温度が長さに添ふて如何に變化しつつあるかと云ふ事は筆者が數年前に實測せる所でその折研究所報告第三號にて既に發表してある、その結果を又最近谷口君が用ひてロールの温度その他を論じて居るから製鐵研究大正十四年



九月號を参照せられたい、但し谷口君は筆者が單に理論上から計算せる如く記載して居るが之は誤りであつて表面の溫度分布は實測せるものであるから茲に特に記載して置く、

重複のきらいはあるが簡單に今一度述ぶる事としよう、その折の溫度分布は中心が一番高く兩端に至るに従て下つて居るのである、即ち軸の方向について云へば溫度の勾配は兩端に至るに従て大きいのである、是は大低の場合を想像する事が出来る、即ち薄板を壓延する場合に於ても中央部が一番高温になりて兩端に至るに従ひて降下してゆくものである、従て中央部が一番膨脹して居る、即ちフレック切つて居ると云ふ事は想像するに困難ではないのである、次に加熱せられてロールの溫度が上昇するが是を上升せしむる原因即ち先づ延ばさる可き鐵板が持つて來る熱量、その熱量の何%をとりてロールの溫度が上昇するのであるかを考へて見る、鐵板の溫度が始めは約 $870^{\circ}\text{C}$ で壓延後は $400^{\circ}\text{C}$ 乃至 $500^{\circ}\text{C}$ に下降するとして此間に失はるゝ熱量と此間にロールの溫度が上昇するに要する熱量とを計算してみると(此際に於ける比熱は研究報告大正十四年九月發行の炭素鋼の比熱なる論文中より探りて計算する事とする、便宜上計算は略す)鐵板の保有する熱量の約5%の熱量がロールの溫度を上升せしむるのである、しかし乍らロールの溫度が上昇すればする程副射は絶對溫度の四乗に比例するからして益々副射は大になる、即ち換言すれば限りもなくロールの溫度は上昇するものでないと云ふ事であつて或る溫度に到達すると鐵板から與へられる熱量及び運動のエネルギーから來る熱量が副射の熱と釣合ふからロールの溫度は定常の状態に達するのである、即ち第參圖に示せる場合について述べれば $400$ 乃至 $420^{\circ}\text{C}$ が

定常の状態であり又第四圖に就て云へば $450^{\circ}\text{C}$ 前後が定常の状態であると云はなければならぬのである、壓延される薄板の熱量の5%をとりてロールの溫度が上昇するのであるから残り95%は悉く冷却する、即ち副射の現象によりて外界に奪ひ去られる、何と云ふ大きな熱量であらう、此外界に奪ひ去らるゝ時間換言すれば壓延中に簿板材の溫度が降下する速度をして成る可く徐々に行はれる如くに考案するならばそれは熱量の節約のみならず製品の品質をより一層よくする事が出来るであらうと思ふ、此點も確に研究工夫の一大要點たるを失はないと思ふのである、

次に加熱爐について一言すれば燃焼に要する石炭及びその發熱量と鐵板が加熱せらるゝに要する熱量とを比較して見ると大体に於てその熱量の數%しか利用せられて居ない様に思ふ、此點について最も都合のよい爐、即ちなる可く多くの熱量を利用し得る加熱爐、加熱方法を工夫し研究するならば確に大なる收穫がある事と信する次第である、

#### 4 軌條の仕上溫度について

##### a 測定の状態

大正十四年十一月二十三日第一軌條工場に於て光熱計を以て測定せるものである、荒ロールを通過してより仕上まで細かに何度の溫度降下あるか、尙此外に大正十五年二月十六日及び十七日の兩日第四分塊工場に於て鋼片を切斷する際に於ける溫度の變化並に第二大形工場に於ける作業中の鋼材の溫度の變化又兩工場の鋼材の溫度の差等を測定せるものを茲に記載する事とした、以下測定せるものを順を追ふて述べる事としよう



う。

b 測定の結果並に熱的方面よりの考察

測定の結果は次表の如し。(大正十四年十一月二十三日第一軌條工場に於て)

製鋼番號	荒ロール通過直後	仕上温度	差
	°C	°C	°C
63145	1142	1053	89
63145	1145	1078	67
63143	1133	1040	93
63143	1147	1030	117
63143	1163	1042	121
63143	1128	1011	117
63143	1090	1042	48
63143	1108	1030	78
63156	1107	1032	75
63156	1120	1051	69
平均	1128	1041	87

此表を通覽するに荒ロール第一回通過後の平均温度は1128°C 即ち約1130°Cにして仕上温度の平均は1041°C 即ち荒ロール通過後仕上に至る迄の温度の下降は平均87°C 約90°C計りである、最も作業の緩急によりて時間の長短あり又従て此間に於ける温度の降下は一様ならずと雖も定常状態に於ける測定なるを以て参考になると思ふ、次表は大正十五年二月十六日第二大形工場に於て軌條75封度即ち37厨のものを加熱材を壓延せる際の測定の結果である。

製鋼番號	爐落直後	差	第一回ロール直後	差	仕上温度
	°C	°C	°C	°C	°C
M. 56147	1130	+38	1092	-11	1103
"	1160	-	-	-	1070
"	1140	-	-	-	1060
M. 55654	1125	-	-	-	1060
"	1128	-27	1155	+25	1130
"	1138	-30	1168	-18	1180

此結果を見るに當初爐落直後の温度よりも仕上温度の方が



却て高温なるもの二三あるを認められるが之は途中の作業に依りての温度上昇もあろうが表面の温度降下の甚だしい結果として鋼片の内部の方が表面よりも高温にあつたものと想像する事が出来様と思ふ、従つて加熱爐内に於ける加熱方法と云ふ様な方面は更に研究する必要があると思ふ、以上の結果の平均として加熱爐より鋼片を出せる後仕上迄の温度降下は

爐落直後の平均	仕上温度の平均	温度降下
1137°C	1100°C	37°C

即ち37°Cである事が知られる。

次に同種軌條の直送材を第四分塊並に第二大形工場に於て測定した結果を示せば

製鋼番號	第四分塊			第二大形		
	第一ロール直後	切斷直後	差	第一ロール直後	仕上温度	差
	°C	°C	°C	°C	°C	°C
34335	1171	1080	91	1057	1053	-
34335	1150	1072	78	1056	1020	37
34335	1172	1080	92	1032	999	57
34335	1145	1065	80	1032	1016	16
34324	1174	1070	104	1063	967	96
34324	1151	1068	83	1062	969	93

此結果よりして第四分塊工場に於て37厨の軌條材が處理せらるゝ間に於ける温度の降下を見るに

第一ロール直後の平均	切斷後の平均	温度降下の平均
1161°C	1073°C	89°C

即ち約90°Cの降下あるを知る、次に第四分塊に於ける切斷直後より第二大形第一ロール通過直後迄の平均温度降下は



第四分塊切斷直後の平均	第二大形第一ロール直後の平均	差
1073°C	1054°C	19°C

約 20°C である事が分かる、又此第二大形第一ロール直後より仕上までの温度降下を見ると

第一ロール直後の平均	仕上温度の平均	差
1054°C	994°C	60°C

即ち 60°C である事が知られる、此の結果を第四分塊工場に於ける平均温度降下に比するに

$$89^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C} = 29^{\circ}\text{C}$$

の差であつて第二大形工場に於ける温度降下が約 30°C 計り少ないのである。是は全体として鋼片の温度が第四分塊に於ける温度よりも多少低いからと云ふ事に起因する點もあるが第二大形工場に於ては加工せらるゝ事の爲めに運動のエネルギーが熱にかわつて行くのと又内部が高温にあつた結果として温度の降下が少なくなつて居るものと思ふのが至當であると思ふ。

直送材が第四分塊工場を通過してより第二大形工場で加工せられて後仕上迄の全体としての温度降下は

第四分塊第一ロール直後の平均	第二大形工場仕上温度の平均	温度の全降下
1161°C	994°C	167°C

即ち 167°C 計りである。

矢張り同様の測定ではあるが同年二月十七日の結果を次に述べて見様ふ、軌條は 37 疋即ち 75 封度で直送材についてである。

製鋼番號	第四分塊工場			第二大形工場		
	第一ロール直後	切斷直後	差	第一ロール直後	仕上温度	差
S 34360	—	—	—	1050	1027	23
"	—	—	—	1065	1034	31
"	—	—	—	1050	929	121
"	1220	1165	55	1062	955	107
"	—	1125	—	1022	986	36
"	—	1130	—	1054	985	69
"	1210	1125	85	1052	999	53
"	1190	1120	70	1044	980	64
"	1215	1135	80	1053	1002	51
"	1195	1130	65	1050	970	80
"	1170	1110	60	1070	1030	40
"	1230	1118	112	1077	1012	65
"	1175	1120	55	—	979	—
"	1120	1080	40	—	971	—
34359	1210	1110	100	1085	1022	63
"	1185	1096	89	1042	964	78
"	1130	1197	33	1076	1006	70
"	1210	1107	103	1080	996	84
"	1170	1110	60	1047	1005	42
"	1130	1055	75	—	970	—
"	1180	1130	50	—	977	—

次に同日第二大形工場に於ける 37 疋軌條の加熱材の温度を記せば

製鋼番號	第一ロール直後	仕上温度	差
50027	974	1107	-133
"	986	—	—
"	983	1114	-131
"	—	—	—
"	984	—	—
"	990	1100	-110
"	988	1105	-117
"	1090	1092	-2
"	1050	1115	-65

以上の測定の内直送材の結果に就て考へて見ると第四分塊工場に於ての温度降下は

第一ロール直後の平均	切斷後の平均	平均温度降下
1184°C	1119°C	65°C

即ち 65°C である、又第四分塊工場から第二大形工場迄の間の途中の温度降下は



第四分塊切直後の平均温度	第二大形第一ロール直後の平均温度	降下温度
1119°C	1061°C	58°C

約 58°C である事が知られる、又第二大形工場に於て加工中の温度降下は如何と云ふにその平均をとり得るものについてのみ求むれば

第一ロール直後の平均温度	仕上の平均温度	降下温度
1061°C	995°C	66°C

即ち 66°C である事が知られる、して見ると前日の作業とは殆んど相似たる状況に於て行はれて居たと云ふ事が出来る。

偕て直送材が第四分塊工場より第二大形工場の仕上温度迄の全体としての温度降下を考へて見ると、

第四分塊工場第一ロール直後の平均温度	仕上の平均温度	全降下
1184°C	995°C	189°C

即ち 189°C であつた事が分かる、十六日の測定の結果は 167°C 即ち 20°C 計りの差である、此兩日の平均値として 178°C 約 180°C 計りの温度降下の間に全作業が完了する事が知られる。

尙此外に最後の仕上ロールを通過する前に於て切斷されない一本の長い軌條の兩端に於ける温度が何度位の差があるかを測定して見た、此結果を示すと

仕上ロール通過前の兩端温度(二月十七日の分)

製鋼番號	始	終	差
	°C	°C	°C
34359	1042	1005	37
"	1049	970	79
"	1057	977	80
34360	1050	979	71
"	1024	971	53
平均	1044	980	64

即ち兩端の温度の差は約 64°C である事が知られる。

尙此際に於ける熱量を實測の結果を土臺として計算して見る、十一月の測定に就て述べんに含有炭素量によりて比熱は相違するけれど其軌條にありては平均としてあまり大差なく従て凡て同一炭素含有量と考ふる事を得るが故に鋼材の炭素含有量を 0.61% と見做し之が平均比熱をとりて今 1128°C に保たれたる鋼材が含有する熱量は單位質量につきて

$$0.1711 \times 1128 = 193.0 \text{ (カロリー)}$$

又同質の 1041°C の鋼材が含有する熱量は

$$0.1708 \times 1041 = 177.8 \text{ (カロリー)}$$

従て 87°C の降下の爲めには

$$193. - 177.8 = 15.2 \text{ (カロリー)}$$

即ち 15.2 カロリー丈の熱量を失ふ事となる、最も運動のエネルギーよりして來る熱量と内部から表はれ來る熱量とがあるから比較的失はるゝ熱量は小となるべきであらう故に初めの熱量に對しては

$$15.2 \div 193.0 = 7.88$$

即ち始めの含有熱量に對しては 7.88% 即ち約 8% の熱量が作業中に失はるゝ結果となる事を知る。

次に大正十五年二月十六十七兩日に於ける測定の結果よりして直送材が第四分塊工場を経て大形工場に至りて仕上らるゝ迄に加熱材の仕上迄につき此際に副射及び傳導に依りて失はるゝ熱量は何%位であるかと云ふ事を考へて見る、二月十六日の加熱材に於ては 1137°C より 1100°C に降りて 37°C の降下、又直送材に於ては第四分塊第一ロール直後の 1161°C より大形工場の仕上温度 994°C 迄即ち 167°C 又十七日は同じく 189°C の降下があつたからして之より考ふれば



$$0.1713^{kcal} \times 37 = 6.338^{kcal}$$

$$0.1714^{kcal} \times 1137 = 194.8^{kcal}$$

$$\text{故に } 6.338 \div 194.8 \times 100 = 3.26$$

即ち加熱材が 37°C の降下の爲めに失はるゝ熱量は約 3.26 % である事が分かる。

次に直送材の降下温度 167°C と 189°C との平均 178°C をとるならば

$$0.1713^{kcal} \times 178 = 30.48^{kcal}$$

$$0.1714^{kcal} \times 1173 = 201.05^{kcal}$$

$$\text{故に } 30.48 \div 201.05 \times 100 = 15.2$$

即ち直送材にありては始めに有する全熱量の約 15.2 % が作業中に失はるゝ事が知られる。

最後に二月十七日の加熱材についての測定の結果を考ふるに第一ロール直前の温度は仕上温度よりも却て低温にあるかの如き結果を示して居るのは之は表面が高温を示さないと云ふ事である、即ち酸化鐵の厚い層が鋼片の面に積層をなして居たと云ふ事が云はれるのである、して見ると加熱爐に於ける酸化の程度を減少せしむる必要がありはせないか、又之を減少せしむる方法と云ふ事になれば自然に爐の構造の改良と云ふ事になるのは當然である、又は加熱時間に就ての研究とか云ふ事が必要になつて來はせないかと思はれる、即ち鋼片の大きさとその加熱速度と云ふ問題である、是は後に章を新にして研究の結果を報告して見たいと思つて居る。

今迄述べ來れる測定の結果に就ての大体の結論を述べて見ると。

1. 大正十四年十一月二十三日第一軌條工場に於ける加熱

材の作業の當初の平均温度は 1128°C 仕上温度は 1041°C で平均として 87°C の温度降下を見た、而してその際に於て失はれたる熱量は全熱量の約 7.9% である事を知つた。

2. 大正十五年二月十六日の測定に於て加熱材にありては 1137°C より仕上温度の 1100°C 迄即ち 37°C の温度降下を見た。

3. 十六日十七日直送材は分塊工場に於て 89°C の降下大形工場に於ては 60°C の降下であるから途中の降下温度を加ふれば全体としては 167°C であつた、又十七日の直送材に於て分塊工場にありては 1184°C より 1119°C 即ち 65°C の降下、又大形工場迄の途中では 58°C の降下、大形工場に入りてより仕上迄は 1061°C より 995°C 即ち 66°C の降下で全体としては 189°C の温度降下ある事を知つた。

4. 二月十六十七日の結果につきて云へば加熱材にありては作業中に失はるゝ熱量は全熱量の約 3.26 %、直送材にありては約 15.2 % である事を知つた。

5. 加熱材の仕上温度の平均は約 1087°C で直送材のそれは 995°C であるからその間 92°C ばかりの差があるを知つた。

#### c. 温度延伸率と鋼材の含有炭素量との關係

延伸率は温度に依りて異なり又炭素含有量によりて變化するものにして此延伸率、温度並に炭素含有量の間關係は既に本多博士の研究せる所である、此三者の關係を詳しく示せる模型は當研究所並に第五部に備へてある、今此模型につきて略言して見よう、先づ始めに 900°C 附近に於ける延伸率と含有炭素量につきて述べると炭素含有量 0.5% (60 封度軌條に多し) より 0.6% (75 封度に多し) 0.7% 乃至 0.75% (100 封度に多し) に至るに従ひてその延伸率は増加する、即ち 0.75% より炭素含有量が降るに従







熱的方面より見たる二三の作業状況

時間	東測壁	西測壁	爐内鋼塊	抽出前				装入時			備考
				東測壁	西測壁	側壁	内塊	外塊	東測壁	西測壁	
27日											
午前 1	1187	1210	1200								
2	1200	1230	1210								
3	1232	1205	1235								
3.55				1215	1190	1200	1132				
4	1215	1190						810	1040	970	
4.20											
5	994	1025	1018								
6	1076	1065	1063								
7	1145	1135	1135								
8	1227	1227	1220								
9	1368	1325	1340								
10	1335	1308	1320								
10.30				1345	1335	1330	1150				
11	1340	1331									
12	1082	1112									
午後 1	1052	1050									
1.05								500	1015	975	
2	1161	1061	1050								
3	1321	1220	1202								
4	1310	1302	1210								
5	1321	1318	1230								
5.30				1320	1330	1220	1120				
5.55								980	1050	1030	
6	1120	1200	1050								
7	1305	1300	1180								
8	1328	1323	1320								
8.30				1202	1208	1205	1099				
9	1170	1223									
9.17								950	1096	1088	
10	1158	1249	1132								
11	1217	1208	1230								
12	1220	1210	1208								
28日 1	1310	1300	1300								
午前 1.10				1330	1340	1300	1100				
1.35								960	1090	1082	
2	1150	1170	1100								
3	1250	1280	1200								
4	1302	1320	1295								
4.10				1300	1315	1290	1120				
4.30								1000	1090	1082	
5	1246	1210	1110								
此間現場の交替修理の爲め温度測定中止す											
29日 2.35	800	900									
午後 3	955	930									
4	932	898									
5	1054	894									
5.10								1070	903	890	
6	907	895	890								
7	939	949	962								
8	991	978	1013								
9	1010	993	1012								
10	1091	1079	1056								
11	1120	1108	1121								
12	1151	1127	1149								
30日 1	1124	1149	1133								
午前 2	1130	1161	1156								
3	1201	1173	1163								
4	1170	1148	1180								
5	1208	1173	1212								
6	1140	1105	1020								
7	1255	1218	1218								

熱的方面より見たる二三の作業状況

時間	東測壁	西測壁	爐内鋼塊	抽出前				装入時			備考
				東測壁	西測壁	側壁	内塊	外塊	東測壁	西測壁	
7.35											
8	1200	1200		1220	1243	1230	1090				
9	1170	1160	1150					900	1200	1200	
10	1270	1263	1280								
10.40				1250	1247	1240	1082				
11	1265	1250						1030	1265	1250	
12	1295	1289	1305								
午後 1	1313	1340		1313	1310	1292	1090				
1.30								930	1180	1190	
2	1270	1250	1260								
3	1292	1288	1270								
4	1385	1370	1360								
5	1311	1319	1320								
5.10				1270	1278	1250	1180				
5.30								940	1098	1098	
6	1255	1205	1265								
7	1292	1247	1262								
8	1243	1244	1218								
8.30				1266	1237	1263	1178				
8.40								877	1127	1167	
9	1192	1159	1119								
9.55				1276	1254	1260	1176				
10	1276	1254									
11	1232	1212									
11.27								930	1092	1119	
12	1139	1129	1135								
31日 1	1184	1136	1156								
午前 2	1232	1176	1246								
3	1285	1266	1285								
3.35				1310	1297	1260	1150				
4	1250	1250									
5	1130	1131						400	1130	1131	
6	1025	1005	1035								
7	1260	1200	1205								
8	1265	1270	1270								
8.50				1265	1245	1260	1110				
9	1265	1245									
10	1330	1260									
11	1250	1255									
12	1370	1370									
午後 12.10								920	1350	1350	
1	1310	1270	1290								
2	1352	1305	1331								
3	1273	1303	1312								
3.20				1273	1312	1303	1220				
3.50								850	1273	1303	
4	1302	1220	1220								
5	1303	1255	1220								
6	1250	1212	1320								
6.30				1365	1340	1314	1130				
6.40								931	1099	1194	
7	1119	1118	1062								
8	1210	1230	1125								
9	1293	1247	1228								
10	1252	1252	1252								
10.05				1252	1252	1215	1140				
10.15								810	1114	1058	
11	1228	1217	1266								
12	1247	1235	1255								
1日 1	1260	1273	1273								
午前 2	1300	1290	1300								
2.20				1315	1305	1280	1115				



時間	東側爐壁	西側爐壁	°C抽出前				装入時			備考
			爐内鋼塊	東側爐壁	西側爐壁	爐内鋼塊	外側爐壁	外側爐壁	東側爐壁	
11 午前 2.15							852	960	925	
3	1005	980	860							
4	1222	1208	1168							
5	1235	1280	1230							
6	1200	1140	1240							
6.10				1270	1215	1250	1115			
7	1274	1245								
7.55							852	1182	1215	
8	1173	1234	960							
9	1197	1213	1205							
10	1256	1253	1246							
10.45				1310	1295	1324	1168			

上表を第一圖及び第二圖に示してある、是に依りて時間と温度の關係を知られ度い。

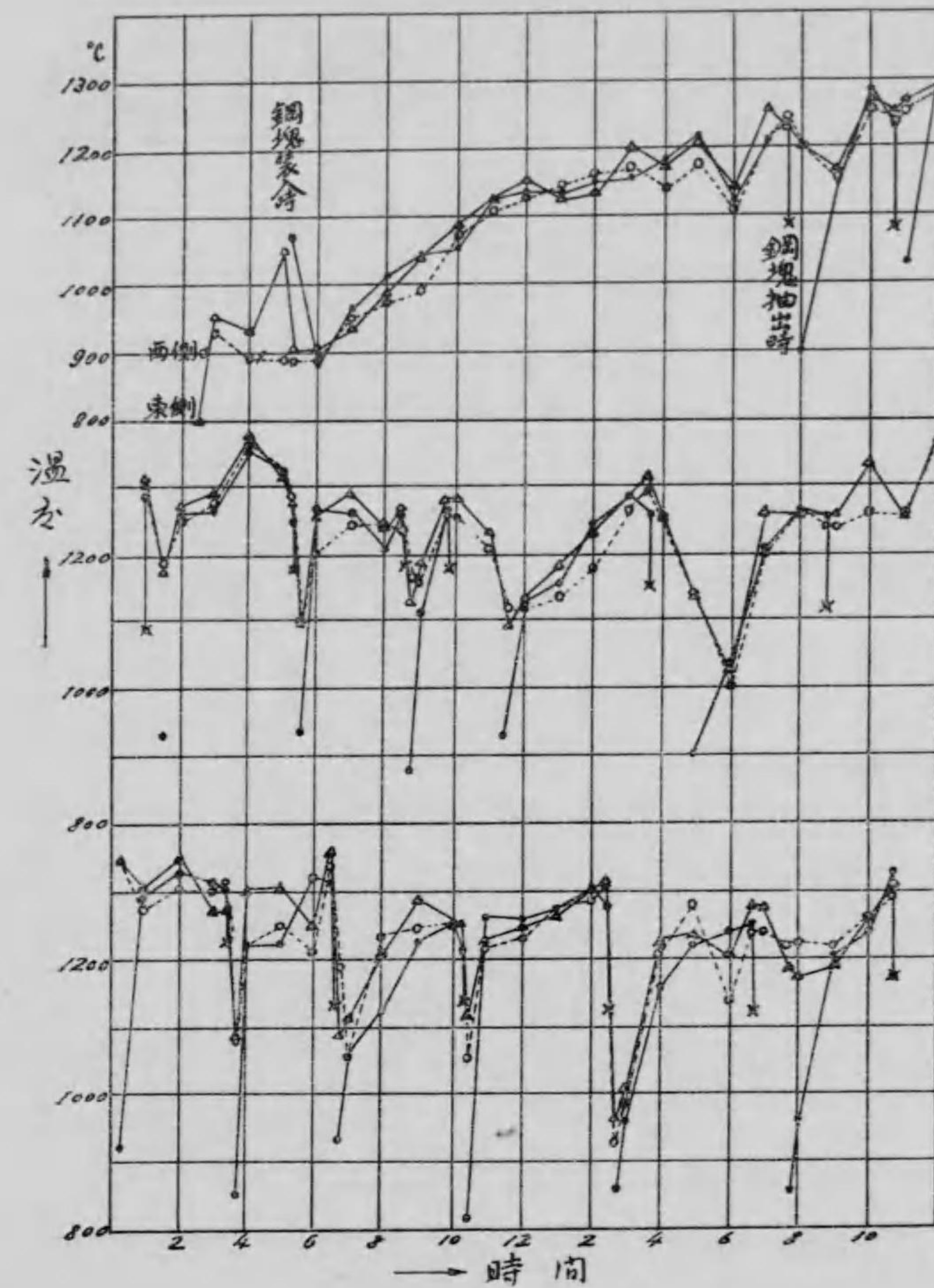
以上の結果の平均として次の結論を得られる。

- (1) 均熱爐内の平均温度 1215°C
- (2) 装入時の鋼塊平均温度 851°C
- (3) 各鋼塊の爐内に於ける最高温度の平均 1283°C
- (4) 抽出時の鋼塊平均温度 1121°C
- (5) 測定せる鋼塊數 26箇
- (6) 鋼塊装入均熱時間 116時間
- (7) 均熱時間の平均 4.24時
- (8) 抽出後分塊ロールに入る以前の温度平均 1120°C
- (9) 分塊ロール壓延中の最高温度平均 1180°C
- (10) 切斷機にて切斷せる断面の温度平均 1235°C
- (11) 軌條ロール第四回目の壓延温度平均 1180°C
- (12) 軌條の仕上温度平均 1075°C

c 熱能率

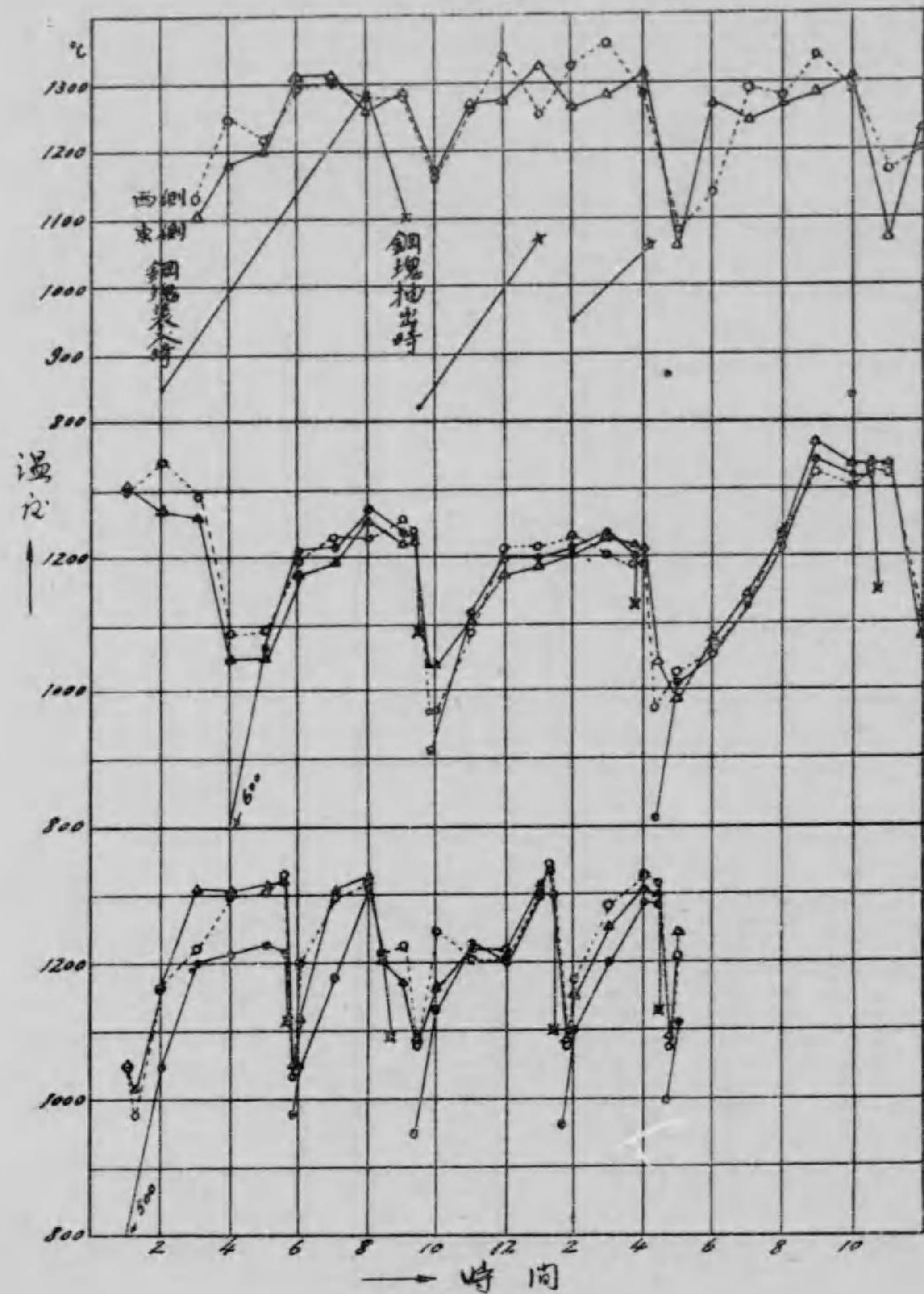
以上の測定の結果均熱爐内に於ける鋼塊の温度その他周圍の狀況が分明したから之より次の條件のもとに均熱爐の熱能率を計算して見よう。

第一圖  
第一分塊工場均熱爐温度曲線





第二圖  
第一分塊工場均熱爐温度曲線



- (1) 装入時の鋼塊平均温度 851°C
- (2) 鋼塊抽出時の鋼塊全体としての平均温度 1200°C

附 此計算に爐内に於ける鋼塊の最高温度 1283°C を採らずして抽出時の平均温度として 1200°C を採用したのは装入時の温度 851°C は表面の温度で内部は是よりも高温にあるかも知れず又低温にあるかも知れぬ、従て爐内に於ける最高温度と云ふても是又表面で内部は幾分低いのであるから測定の結果よりその平均として 1200°C を採りしものである。

- (3) 鋼塊の 850°C 以上に於ける平均比熱 0.1710<sup>キロカロリー</sup>

附 研究報告大正十四年九月 No. V. (2) 記載

- (4) 鋼塊一盪に対して使用する石炭の平均量 80 盪
  - (5) 石炭一瓦の發熱量 平均 6000<sup>キロカロリー</sup>
- として

$$1200^{\circ} - 851^{\circ} = 349^{\circ}$$

$$0.1710^{\text{キロカロリー}} \times 349 = 59.679^{\text{キロカロリー}}$$

即ち鋼塊一盪を加熱するには 59.679 キロカロリーだけの熱量を要するのである。然るに均熱爐にて此一盪を加熱するには約 80 瓦の石炭を要するからして此發熱量は

$$6000^{\text{キロカロリー}} \times 80 = 480000^{\text{キロカロリー}}$$

即ち 480 キロカロリーである。

故に均熱爐の熱能率は  $59.679 \div 480 = 0.1244$

即ち約 12.4% でこれだけの熱量が利用せられて居る結果となるのである。即ち石炭の發熱量の約 12.4% だけが真に利用せられて居りその他の 87.6% と云ふものは全く他のものに使はれて居る事が分かる。

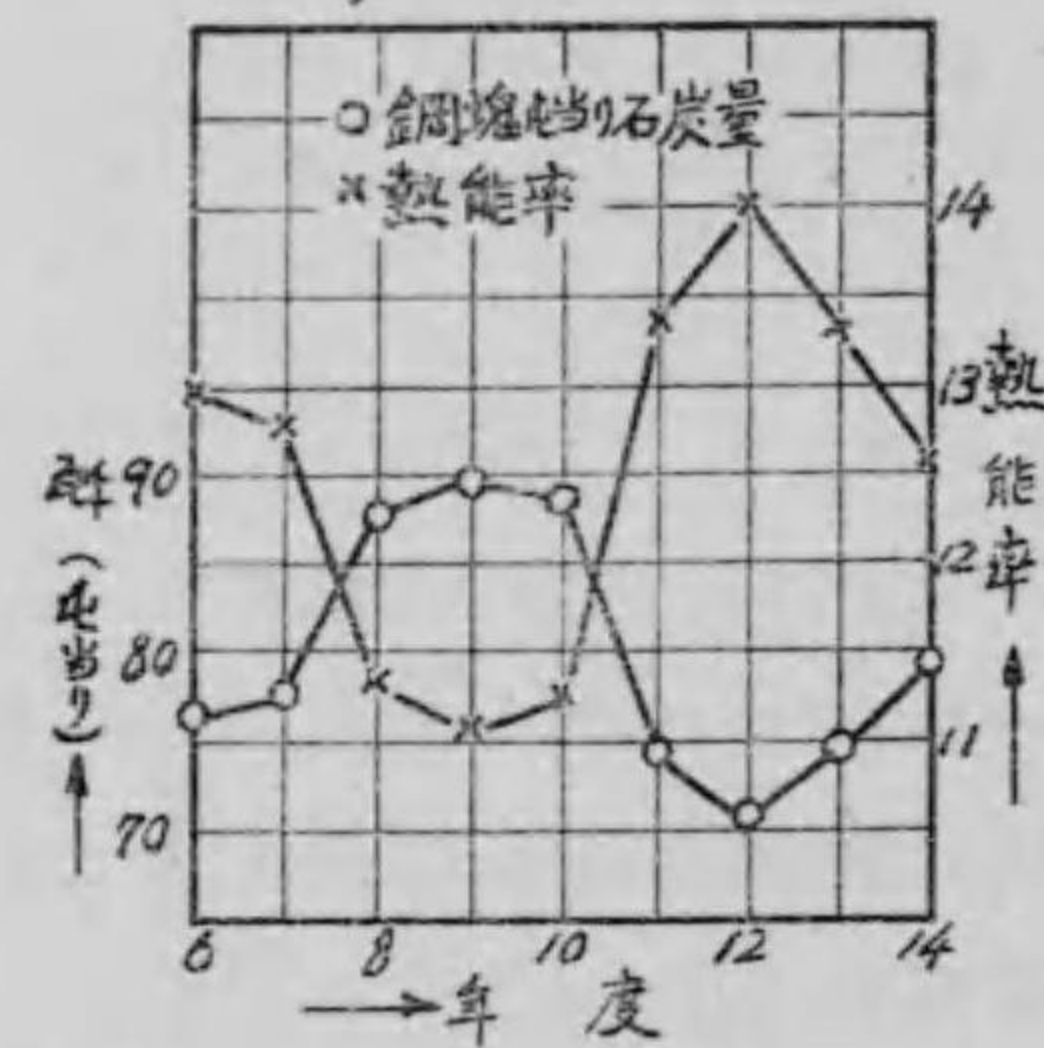


大正六年より大正十四年迄の間に於ける鋼塊屯數とその使用石炭量とを参考のために記して見よう。

年次	鋼塊屯數	石炭量	屯當り(噸)	熱能率(%)
6	177600	13600	76.57	12.97
7	158000	12300	77.84	12.77
8	148000	13000	87.83	11.32
9	145000	13000	89.62	11.09
10	146000	12900	88.35	11.25
11	168000	12500	74.40	13.36
12	186000	12300	66.0	15.67
13	201000	15000	74.62	13.31
14	189000	15000	79.36	12.53
平均	168733.3	13888.8	79.95	12.44

此關係を一層明白にする爲めに各年度に於ける石炭の消費量と熱能率とを次の圖に示してある。

第三圖



此圖よりして一目瞭然たる事は大正六年より同十四年迄の間に於て熱能率としては大正十二年度が最もよく之より漸次下降の状態にあるは甚だ残念なる事である、大正九年度が最も悪くして11%を示して居る、此間でのその最高と最低とを比較すると

$$15.7(\%) - 11(\%) = 4.7(\%)$$

だけの差がある、然らば此3%の相違が生み出す經濟上の得失は如何と云ふ事を次の條件のもとに考へて見る。

- (1) 石炭の使用量として平均 13389噸
- (2) 熱能率の平均 12%
- (3) 16.7%だけの熱能率に等しき熱量を生せしむる爲めには

何程の石炭が要せらるゝか之を計算してみると

$$13389 : x = 12 : 16.7$$

$$x = \frac{13389 \times 16.7}{12} = 1115.75 \times 16.7 = 18633.03$$

$$18633 - 13389 = 5244 \text{ (噸)}$$

即ち5244噸である、屯當り10圓の石炭として52440圓である、即ち4.7%だけ能率を増せば第一分塊だけで既に52440圓の利益がある、又少くの不注意より能率を4.7%だけ減じて石炭を使用したとすれば同上の金額だけの損をするわけである、以上は第一分塊だけに就てあるが是を製鐵所全体に就て云へば實に莫大の額に上るのである、年間の消費量を180萬噸とし平均の熱能率を12%として見ると

$$180 : x = 12 : 16.7$$

$$x = \frac{180 \times 16.7}{12} = 250.1$$

$$250.1 - 180 = 70 \text{ (萬噸)}$$

屯當り10圓として700萬圓である、即ち能率が4.7%だけ増せば燃料代だけで既に700萬圓の利益があるわけであるから特に此燃料に就いて注意を拂ふ事が緊急の事項であると思ふ、是は左程難事ではないのであつて既往を顧みると第一分塊では4.7%(圖面参照)の能率を増進したる實例があるのであるから特に茲に記載してをく次第である。

d 加熱時間並に作業に就いての二三の考察

均熱爐に於ける鋼塊加熱時間は種々雑多である様に思ふ、長きは數時間より短きは一時間内外で平均四時間二十四分だけ爐内に保持せられて居る、現今の状態であるならば所要の熱が中心迄至るに約二時間半乃至三時間で充分である、最も是は鋼



## 熱的方面より見たる二三の作業状況

塊の始めの温度並に瓦斯の温度及びその量等に依る事は勿論であるが現状にて計算上及實驗上よりして加熱時間を一時間乃至一時間半短縮し得る結果となる。

次に冷塊を加熱する場合に於て均熱爐に入る；以前に一度加熱する様であるが是は研究すればその必要が無い様になり得ると思ふ、即ち瓦斯の温度及び瓦斯量等換言すれば加熱方法宜しきを得れば必ずしも得可き事柄であると信ずる。

次に均熱爐の修繕掃除その他作業の都合にて瓦斯を止め或はその量を減する事があるが是等の時間は出来得る限り短縮して爐の温度を成る可く降下せしめぬ様にするがよいのは勿論であるが若し可能ならば鋼塊を装入せざる際にも絶えず瓦斯を通じて爐を高温に保たしたいと思ふ、之は石炭の大部分が爐の温度を高く保つ爲めに使はれ鋼塊加熱と云ふ事は真に其の一部分の仕事に相當するのみであるからである、爐として要する熱即ち換言すれば副射或は傳導によりて失はるゝ熱が大部分であつて先づ爐を熱する熱その次に鋼塊を熱する熱と云ふ順序になつてくるのである、此等の事柄に就いては後日更に述べて見度いと思ふて居る。

(15. 5. 15)



終