

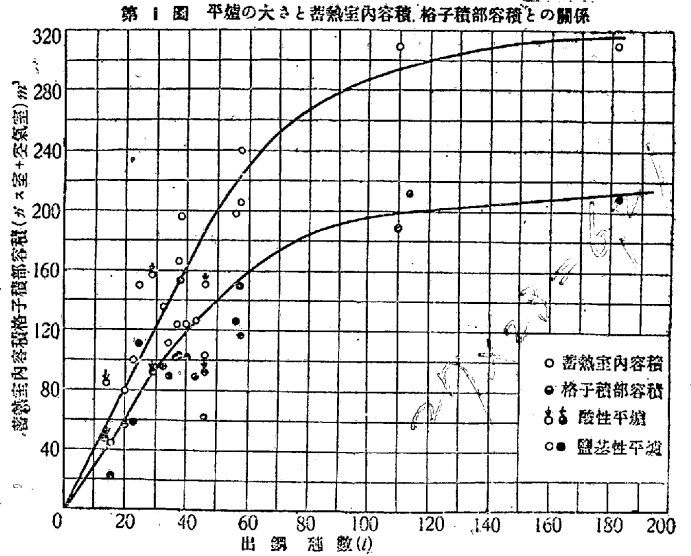
II. 資 料 (3)  
講 演

熱風爐熱効率と二三の因子との關係

日本製鐵株式會社八幡製鐵所 鴨 志 田 次 男

今回報告して戴きました結果を大體纏めて見ました。熱効率と二三の因子との關係さう云ふものを纏めてみたのですが、何等理論的な結果を出すことが出来なかつたことは、私の經驗が非常に淺いことの爲と思ひまして、皆様に御詫びせねばならぬと思つて居ります。熱効率の測定結果を報告して纏きました 22 工場の中、大部分は鹽基性平爐でありまして、出鋼量は 183t が一番多く、110t, 113t 其の 3 基が傾注式で、あと 60t 以下の固定式平爐が 16 基酸性平爐が 46t 以下が 3 基で、是は全部固定式であります。燃料は發生爐ガスを使用するものが 17 基、混和ガスを使用するものが 2 基、コークス爐ガス及びコールタールを併用するものが 1 基であります。重油のみを燃料とする平爐に於ては、蓄熱室を片側に 1 室のみを有して居り、又コークス爐ガスとコールタールを併用する平爐、重油とクレオソートを併用する平爐に於ては、片側に蓄熱室を 2 室有して居りますが、共に空氣の豫熱に用ひて居ります。其他の平爐即ち、發生爐ガス又は混和ガスを使用する平爐に於ては、片側に 2 室を有して、それぞれガス及空氣の豫熱に用ひて居ります。

次に蓄熱室の内容積及び格子積部の容積と爐の大きさとの關係を報告から圖に書いて見ましたのが、第 1 圖であります(第 1 表参照) 爐の大きさとしましては、出鋼噸數を使ひました。蓄熱室内容積、格付積部容積等に就ては是から後は全部片側の蓄熱室



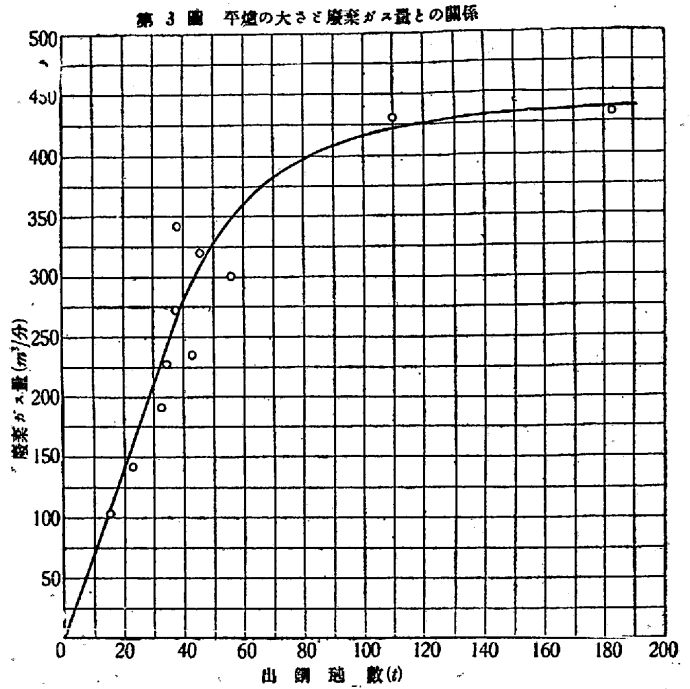
第 1 表

工場記號	出鋼噸數 (t)	(1) 蓄熱室内容積 (m³)	(1) 格子積部容積 (m³)	(1) 加熱面積 (m²)	格子積煉瓦重 (t)	格子積煉瓦の大きさ (cm)	格子積の積み方	格子目の大きさ (cm)	
								空氣室	ガス室
								cm	cm
11	182.9	309.5	208.9	1731.4	150.6	30.5 × 15 × 7.5	格子	13.5 × 13.5	13.5 × 13.5
2	113.8	279	211	2980	150	32.5 × 11.5 × 7	相通し	13 × 13	13 × 13
1	110.2	308.8	188	2450.9	135.28	27.5 × 13 × 8	格子	12 × 15	12 × 15
7	57.56	240	149.2	2060	116.4	28 × 13 × 8	目通し	11 × 11	13 × 13
8	57.5	204	116.5	1234	80.1	30 × 15 × 10		20 × 17	20 × 17
3	56	197	125.8	1725.4	93.52	26 × 13 × 7		9 × 9	9 × 9
21	46	149.6	91.9	1671	93.2	33.5 × 12 × 7	格子	9.5 × 8.5	9.5 × 6.5
17	45.86	102.3	62.5	656.4	38.66	30.5 × 14.6 × 9.5		11 × 11	12 × 12
22	43	125.1	88.19	1198.4	55.37	23 × 11.5 × 6.5	目通し	14 × 21	14 × 21
18	38	194.8	153.1	157.9	77.4	30.5 × 14 × 8.5		12 × 12	12 × 12
13	37.4	164.8	102.6	1165.6	78.89	36 × 14.5 × 9.5	目通し	上 20 段 22 × 12 下 6 段 22 × 22	22 × 12 22 × 22
9	37	122.9	100.9	1326	66.78	23 × 11.4 × 6.3	目通し	15 × 13	15 × 13
15	34.24	110.6	88.5	1369	63.76	23 × 11.5 × 6.3	格子	10 × 15	10 × 15
19	33.97	110.6	74.84	991.3	44.78	30 × 15 × 10		10 × 10	10 × 10
14	32.4	135	95	1330	71.31	30 × 14 × 8 23 × 11.5 × 6.5	格子	上 5 段 10 × 10 中 10 段 13 × 13 下 10 段 20 × 20	12 × 12 9 × 9 10 × 10
26	29	155.4	91.5	1657.9	63.5	23 × 11.5 × 6.5		10 × 10	10 × 10
12	24.36	148.1	110	845.9	87.8	30.5 × 14.5 × 9.5		11 × 15	11 × 15
16	22.6	99.3	58.8	858.2	49.25	30.5 × 15 × 9.5	格子	9.5 × 9.5	9.5 × 9.5
25	20	79.8	57.2	983.8	59.48	21.5 × 10.5 × 6.5		6.5 × 6.5	6.5 × 6.5
6	15.17	44.4	22.3	247	28.6	30 × 15 × 8		12 × 15	12 × 15
27	14	83.26	47.03	635.2	28.92	23 × 11.5 × 6.5		2 1/2" × 4"	2 1/2" × 4"

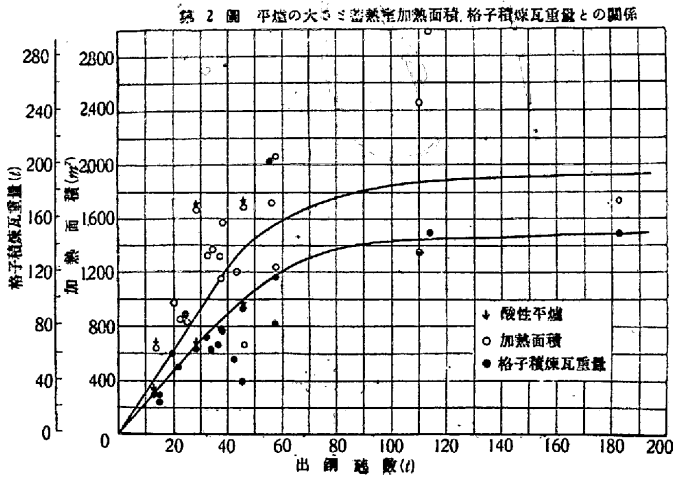
備考 (1) 片側の (空氣室+ガス室) (2) 片側空氣 1 室のみ

だけを取扱ふ事に致します。第1圖に於て白丸は蓄熱室の内容積です。黒丸が格子積部の容積です。矢印を付けたのが酸性平爐で、只の丸が鹽基性平爐を示します。大體現在は、平爐の蓄熱室の關係がこんな風になつて居ると、云ふことしか是からは解らないと思ひます。60t 程度までは直線的に増加して行つて居りますが、それ以上に於ては、蓄熱室或は格子積部の容積が爐の大きさに比較して小さくなつて居ります。格子積部の容積は、蓄熱室の容積の大體65~70%で、平均して67~68%の程度になつて居ります。酸性平爐、鹽基性平爐の區別に付ては、別にはつきりした結果は現れてゐないやうであります。

次に蓄熱室の加熱面積は格子積煉瓦の重量、此の二つの大いさの關係を求めて見ました。それが第2圖であります(第1表参照)白丸が加熱面積、黒丸が格子積煉瓦重量、矢印を付けたのが酸性平爐を示して居ります。是で大きな平爐に於ては、加熱面積を示す黒點が非常に散つて居ります。果して斯う云ふ平均曲線を描けるかどうか、之に就ては次に廢棄ガス量を考へて、それからこう云ふ平均曲線も



描いて見たのであります。(1) 及 (2) の工場は加熱面積が大きいさう云ふ風に言へるのではないと思ひます。格子積煉瓦重量は圖に示す様な平均曲線が出て來て居ります。次に廢棄ガス量と平爐の大きさととの關係を出して見ました之には纏きました報告をいちいちチェックして見たのですが、其中不審のある工場を除きまして 11 工場を此處に選び出しまして、それに付ては第3圖に示す様なカーブを作つたのであります。(第2表参照) 以下熱効率と二三のファクターとの間の關係を求める場合に、此の 11 工場のデータを使つて居ります。是は全部鹽基性平爐でありまして、此の大きな爐二つだけが混和ガスを使つて居ります。あとの 60t 以下の平爐は皆發生爐ガスです。斯ふ云ふ風な曲線が出て來ます。加熱面積は廢ガス量に略々比例しても宜いものと考へられますから、第2圖に示した加熱面積の



第 2 表

工場名	廢棄ガス量 m³/min	E <sub>1</sub> %	E <sub>2</sub> %	E <sub>3</sub> %	加熱面積 廢棄ガス量 m²/m³	實際の加熱面積		格子積部の高さ	
						平均加熱面積 %	格子積部 容積 m³/m³	空氣室 橫斷面積	ガス室 橫斷面積
11	433	66.38	84.7	56.22	4.02	-96.7	8.336	0.223	0.308
1	432	66.26	84.9	56.27	5.69	+32.25	13.084	0.330	0.436
3	301	61.90	81.2	50.28	5.73	+12.62	13.715	0.187	0.287
17	320	70.64	92.9	65.65	2.05	-51.73	10.502	0.192	0.244
22	235.5	68.87	53.6	36.88	5.09	-7.80	13.589	0.314	0.418
18	342	52.44	89.6	46.91	4.61	+33.81	10.313	0.281	0.429
13	272	66.61	71.1	47.37	4.28	0	11.360	0.172	0.292
15	227	68.57	72.7	49.82	6.03	+26.76	15.468	0.316	0.469
14	191.2	58.72	90.3	53.04	6.95	+29.7	14.000	0.330	0.476
16	142	54.24	88.9	48.25	6.04	+20.02	15.595	0.186	0.243
6	103	59.61	94.3	56.18	2.39	-49.07	11.076	0.242	0.300

平均曲線を、それから求めて出したのであります。大きな平爐の方も斯ふ云ふ風に出したのです。燃料の使用量も略々此のやうな傾向を取るものと思ひます。即ち60t平爐までは、矢張り直線的に増加して居りますが、それ以上に於ては、傾斜が非常に緩やかになりまして100t以上では餘り燃料の差がないと云ふやうに出て居ります。

格子積煉瓦の大きさに付て見ますと平爐21基の中1A 4300×150×100程度の大きさのもの、或は其前後或はそれ以上の大きな煉瓦を使用して居るのが大部分でありまして11基あります。それから1A4とS1Aとを併用して居る平爐が1基、それから1A4に1A4=2と申しますと、275×130×80、それを併用して居る平爐が1基、それから1A4=2を使用して居る平爐が2基、S1Aを使用して居る平爐が5基あります。其の他215×105×65と云ふ様な小さい煉瓦を使用して居る平爐も1基あります。積み方は格子及び目通し約半々でありまして、目の大きさは65角位から200×170程度の大きさの範囲にありますが、大體に於て100~130mm角程度の大きさになつて居ります。(第1表参照)。

蓄熱室の熱効率にどう云ふファクターが最も影響を及ぼすか、さう云ふ點を考へて見やうと思ひました。それには今までの平爐の熱勘定の場合に、蓄熱室の熱効率として出されて來た豫熱に依つて得た熱量を、一變更期間中の蓄熱量で割つた効率、今回の調査に於きましても、それを出して戴いて居るのですが、それでは不完全であると思ひまして、熱効率を $E_1$ 、 $E_2$ 、 $E_3$ の三つに分けて考へたのであります。

$$E_1 = \frac{1 \text{ 變更期間中の蓄熱量}}{\text{蓄熱室に入る廢棄ガスの顯熱}}$$

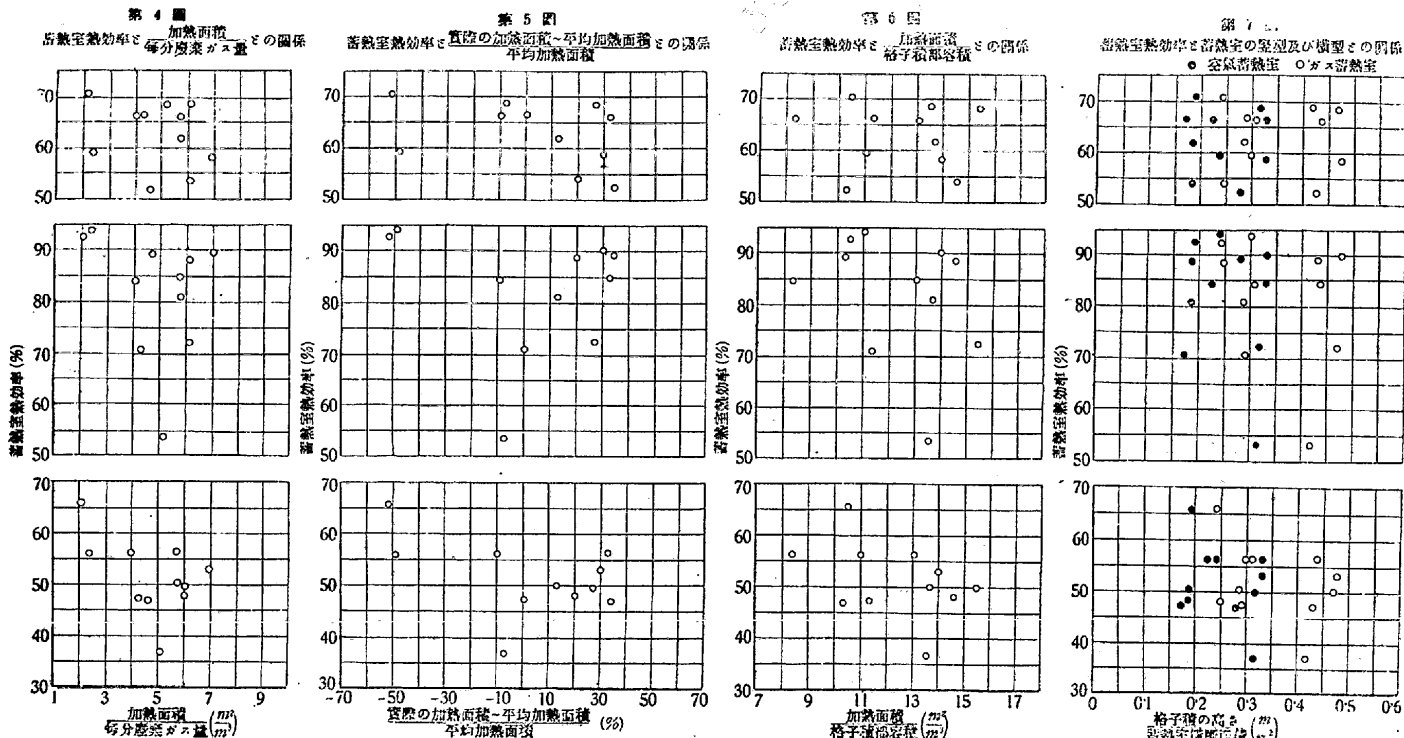
$$E_2 = \frac{\text{豫熱に依り得たる熱量}}{1 \text{ 變更期間中の蓄熱量}}$$

$$E_3 = \frac{\text{豫熱に依り得たる熱量}}{\text{蓄熱室に入る廢棄ガスの顯熱}}$$

$E_1$ と申しますと、是は今度の調査の第3の項目を第1の項目で割りましたもので、即ち1變更期間中の蓄熱量を蓄熱室に入る廢棄ガスの顯熱で割つたものであります。即ち蓄熱室に入る廢棄ガスの顯熱の中、何%が蓄熱室に蓄熱されるか、それを $E_1$ としたのであります。 $E_2$ は第6の項目の豫熱に依り得た熱量を第3の項目、1變更期間中に蓄熱された蓄熱量で割つたものでありまして、即ち蓄熱量の何%が豫熱に用ひられたかそれを $E_2$ としたのであります

最後に $E_3$ は第6の項目の豫熱に依り得た熱量を、第1の項目の一變更期間中の蓄熱量で割つたもので表はしました。即ち是は、蓄熱室に入る廢棄ガスの顯熱の中、何%が豫熱に用ひられたかを示しまして、 $E_1$ と $E_2$ を掛け合したものが $E_3$ になります。扱て熱効率に對しましては、色々なファクターが影響するものと思ひます。變更時間とか、格子積煉瓦の積み方の大きさ、それから加熱面積とか、煉瓦の重量とか、格子目の大きさ、熱傳導率熱輻射率、其の他色々なファクターが影響を及ぼすものと思はれますが、此の度は主に加熱面積と熱効率の關係を出して見ました。第4圖は蓄熱室の熱効率と、廢棄ガス單位量に對する加熱面積との關係を示して居ります。(第2表参照)先刻の第2圖と第3圖で廢棄ガス量と加熱面積とは比例的に増加して行くと考へました。此の場合には、4.4倍を使つて居ります加熱面積の4.4倍が廢棄ガス量になつて居ります。其處で實際に加熱面積と廢棄ガス量の比を求めまして、それと蓄熱室の熱効率の關係がどうなつて居るかを第4圖に示して居ります。さうすると此の點が矢張り此の附近に皆寄つて参ります。此の圖を見ますと、 $E_1$ に於ては、はつきりした關係はないやうであります。が、 $E_3$ に於きまして寧ろ加熱面積が或る程度小さい方が良いやうな結果に出て來て居ります。此の第17の工場(加熱面積/廢棄ガス量=2.05)であります。先刻の御話であります。と、輻射熱の影響を除いてないやうでございますから、之を省きましても、それから此の點(加熱面積/廢棄ガス量=5.09)にはテル=式の平爐でありまして、廢棄ガスを特殊の方法に利用されて居りますから、此の2點を例外と致しましても、大體に此のやうな傾向があると思ひます。之には當然どの邊にか最大がなければいけないだらうと思ふのです。斯う云ふ風な山が當然出て來るものと思ひます。

最大がどの範圍にかある筈だと思ふのですが、是だけの點では、それを求めることが出来なかつたのであります。然らば此の加熱面積は廢棄ガス量に對して、どの位の時が一番宜いだらうか、それを検討する爲に實際の加熱面積と、先刻出した第2圖の平均の加熱面積との差を出しまして、それを平均加熱面積で割ります。即ち平均の加熱面積から實際の加熱面積がどの位偏倚して居るか、それを%で出して第5圖の横軸に示し(第2表参照)。縦軸には熱効率を示しました。是で見ますと $E_1$ 、 $E_2$ では餘りはつきりした結果は出せませぬが、 $E_3$ では矢張り加熱面積が或る程度小さい方が、熱効率が良いと云ふやうな傾向を認められま



す。此の第 17 工場が矢張り前に申しましたやうに、輻射熱を除いて居りませぬ。此の第 22 工場はテル=式です。此の 2 點を例外と致しましても、大體斯う云ふ風な、或は斯う云ふ風な傾向が認められるのではないかと思います。さうすると、大體 20% 程度、第 2 圖に示しました平均加熱面積よりも、小さい加熱面積を持つた蓄熱室が熱効率が良いのではないかと、考へられるのであります。

次に加熱面積を格子積部容積で割つたもの、即ち格子積部單位容積中の加熱面積ですから、煉瓦の大きさとか目の大きさ、それが関係して來ると思ひますが、それと蓄熱室の熱効率との関係を出して見たのが、第 6 圖であります(第 2 表参照)これでも  $E_1, E_2$  は餘りはつきりした関係は出て参りませぬが、 $E_3$  に於ては加熱面積の或る程度小さい方が良いやうな傾向が認められます。加熱面積を格子積部容積で割つたものが、大體 10 或は 11、此の第 17 工場が先刻の輻射率を除外して居りませぬから、例外と致しましても、矢張り斯う云ふ風な傾向になりまして、10~11 位の範圍の場合が一番良いのではなからうかと思はれます。

次は蓄熱室の豎型と横型とが、熱効率に及ぼす影響、それを出して見やうと思ひました。豎型、横型と云ふのは今までは漠然と是は豎型だ、是は横型だと言はれて居たやうに承知して居ります。さうして其の豎型、横型を出すはつきりした方法が示されたのがないやうに思ひますので、此處では、格子積部の高さを蓄熱室の横斷面積で割つて、それで蓄熱室の豎型、横型を表はさうと試みたのであります(第 2 表参照)。第 7 圖に於きまして、白丸はガス蓄熱室でありまして、黒丸の方は空氣蓄熱室を示して居ります。此の空氣室の黒丸の方では、豎型、横型と云ふのはつきりと區別することは出来ませぬが、ガス室の方では大體 0.23

~0.31 の範圍にある 1 群と、0.4~0.47 の範圍にある 1 群との二つに分れて参ります。ですから前者を横型、後者を豎型、さう此處では取扱ふ事に致しました。是で見ますと  $E_1, E_2$  では、はつきりした傾向を認めることは出来ませぬが  $E_3$  に於きまして、第 17 工場と第 22 工場とを除けば、豎型も横型も差を認める事は出来ません。果して普通言はれて居ります様に、豎型が蓄熱室の熱効率が良いと云ふことが事實ならば、其の豎型の蓄熱室を有して居る工場に於ては、それを充分に利用してゐないのではないかと思はれます。併し是だけの結果に於きましては、横型も豎型も大して差異は認められませんので、現在の作業状態では修繕とか、其の他の點から考へまして、却つて横型の方が良いのではないか、さう云ふ感を深く致します。結論と致しまして、第 6 圖までの蓄熱室の熱効率と、加熱面積との關係が、加熱面積の或る程度小さい方が却つて熱効率が良いと、云ふやうな結果が出て居りますのは、蓄熱室に於ける熱の移動は、表面積に大いに關係するコンベクションよりも、ガス層の厚さに多く關係して來るラヂエーションに依つて、熱の移動が主に行はれる爲ではないか、さう云ふ風に考へられます。従つて蓄熱室の格子積に就ては、此の點を考慮に入れねばならないと思ひます。

以上簡單であります、蓄熱室の熱効率と加熱面積との關係を出しました。何等理論的な結論に至らず。唯結果を羅列したに過ぎないやうな有様になりましたが、私の淺學菲才の爲でありますので、深く皆さんに御詫び致します猶此の調査を行いますのに、多大の御援助御指導を賜りました海野博士に此の席上を御借りして深く感謝の意を表します。