

カルメツトバーナの特性に関する二、三の実験

河原 誠 二*

Experiments on the Characteristics of the Calumet Burner

By Seiji Kawahara

Hitachi Research Laboratory, Hitachi, Ltd.

Abstract

It goes without saying that the burner assumes an important part in the pulverized coal boiler. The selection of the burner should be made taking the quality of fuel used, the construction of the burner, etc. in full consideration, and whether they are suitable for use can only be known after they have been put in actual use. However, the actual burning not always provides the ideal condition for the examination of them for the reason of the measuring technique available, and it makes necessary to clarify beforehand the flow characteristics of pulverized coal.

The writer, who has been engaged for long in the systematic study on the burner, discloses in this article a part of his study, particularly on the calumet burner. The investigation of the characteristics of various burners using model unit, has led the writer to the conclusion that although all of the tested models show similar pattern of the flow distribution, the type "a" burner with bent coupling at inlet possesses best characteristics. In the meantime, the shape of burning flame inside the burner has been committed so far to the assumption work aided by the strength of calculation, and no accurate method to determine concretely such shape has been made available to date, largely because of the complicateness of the phenomenon. Therefore, more elaborate investigation has been asked for, in the actual process of combustion. Such being the situation the writer is confident that the present report of the writer should supply an useful reference data for the study in this field.

Furthermore, the writer indicates that by attaching an adjusting damper the burning characteristics can be changed.

〔I〕 緒 言

微粉炭ボイラにおいてバーナの重要なことはいまさら喋々するまでもない。したがってそれぞれに特長のある各種のバーナが考案され、実用されている。これらは使用する燃料、火炉の構造その他によつて最適のものが採用されるべきであることもいうまでもない。バーナの良否

は最終的には実際に燃焼してみなければ判定を下せない。しかるに実際燃焼した場合には、その火炉の構造その他の影響をうける上に、測定が非常に困難となるため一般的な結論を見出すことが甚だむつかしくなる。バーナの性能を正しく把握するためにはどうしても、迂遠な方法であるが、常温において燃焼させない場合での流出特性を究明する必要があると考えられるのである。微粉炭バーナの場合は空気と微粉炭という異相のものが吹出

* 日立製作所日立研究所

されるのであり、両者の混合状態が部分的にどのようなになり、いかなる速度で、どういう方向に運動してゆくかがその後の焰の形成に重大な影響を与える。この実態を知つてはじめて燃焼実験の結果も生きてくることになる。

筆者は系統的に各種バーナについて研究を進めつつあるが、この種の研究に公表されたものが少ないので実際ボイラ運転の参考資料にもと思ひここにまずカルメットバーナについて行つた実験の一端を述べる次第である。

〔II〕 カルメットバーナの説明と実験の方法

カルメットバーナの構造はすでによく知られていることと思われるので簡単に述べる。実物バーナは第1図のごときもので、本体は後に第3図に示すように扇形をなし、要の部分から次第に扁平となり、火炉に開口するところは非常に縦に細長いスリットになつている。本体中を一次空気——微粉炭の混合気が斜下方に流れ、出口から火炉内にひろがつてふき出す。これに対し出口の左右から二次空気がある角度で交叉して供給される。したがつてこれにより作られる噴出流は、広い受熱面と空気との混合面をもち、また火炉内に長い焰の通路をとり得ることになつて燃焼上良好な性能が期待されるということになる。

ここでバーナ選定の条件を少し考えてみよう。最近とくに考慮を要するのはバーナの火炉への取付の問題であろう。火炉における熱吸収を重視し、大容量ボイラはもとより中容量以下のものでも火炉内をほとんど全面水壁で覆うようになつているのが最近の傾向である。したがつてバーナの占有面積が過大であつたり、少くもその必

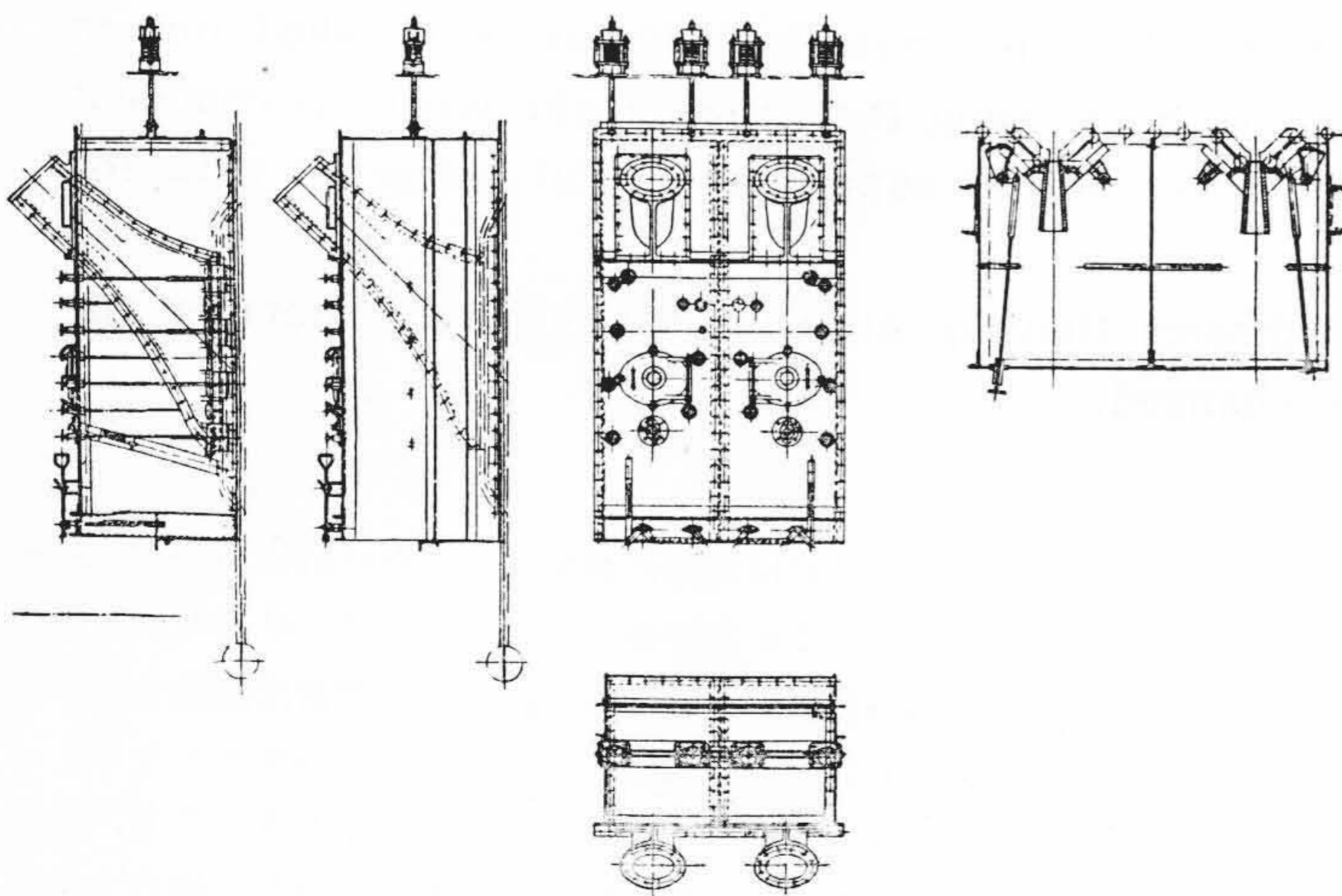
要な幅が広いものでは数列の水壁管をよけたり、除いたりしなければならぬことになつて全体の水壁管の配置を乱し都合が悪い。この点でカルメットバーナは細長いスリットになつているから有効なものといえるであろう。また日本の石炭の供給状況も考慮すべき条件である。一つの発電所、一つのボイラに対しても計画当初の一定銘柄の石炭を常に使用することが不可能な日本の状況ではバーナは使用炭の範囲の広いものが必要となる。カルメットバーナは、これに対しても上述のような広い流出面をもつているから適応性が大きく、とくに低品位炭に対して適当なものといえよう。たゞし本バーナは種々の条件から一応中容量以下のボイラ用として有効で大容量には多少難点があると考えられる。

以上のごとき特長をカルメットバーナはもつてはいるけれども、それだけにこの広い流出面内で空気および微粉炭がどのような流出特性をもつてはいるかをあきらかにしておくことが、火炉の設計はもとよりボイラの運転にあつても必要になる。これが本研究の目的である。

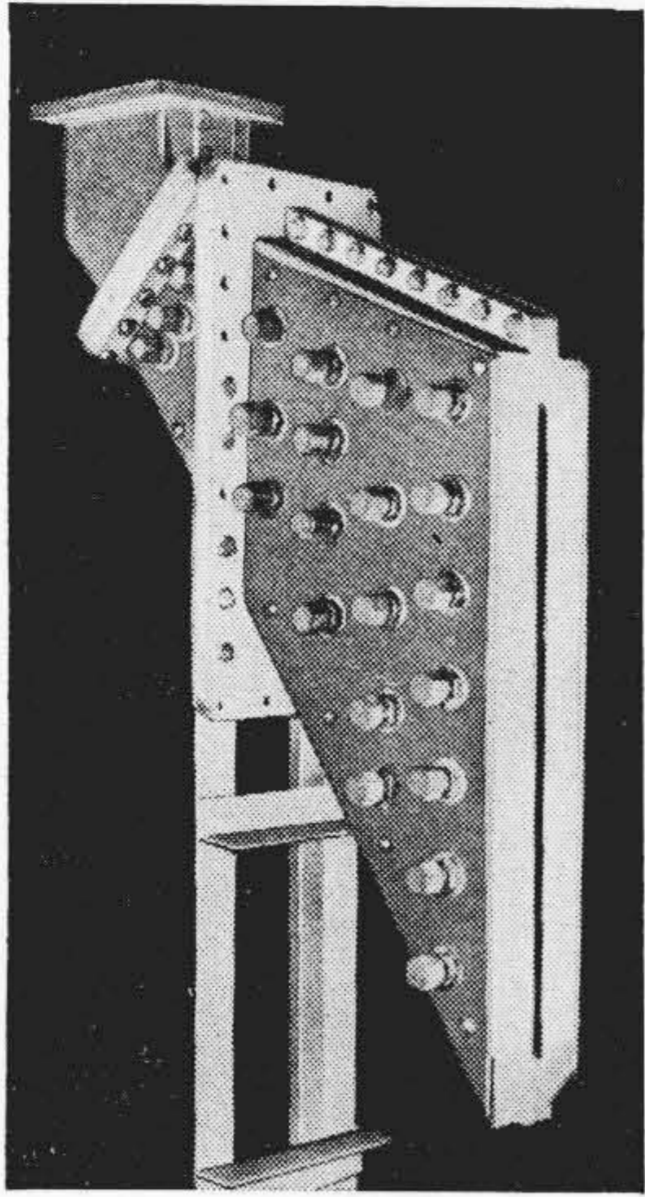
実験は木製の模型バーナについて行つた。その外観は第2図に、断面形状は第3図のごとくである。なお本研究においては一次空気および微粉炭の流出特性を主とし、二次空気はこの特性に合わせて供給すべきものとして本報告においては取扱わなかつた。第2図の側面にみえる多数の突起はバーナ内部の流れを測定するためのピトー管をさし込む孔である。バーナ入口形状を第3図の実線のように曲り接手をつけた場合(a型)と、破線のごとくつけないもの(b型)の2種とし調べた。配置は第4図のようになる。一次空気は空気圧縮機からD1N標準流量測定ノズルを通つた後でフイーダから微粉炭の混入をうけ

所要の直管部を経てバーナに供給される。混入した微粉炭は実験上の種々の都合から60メッシュ通過の砂を用いた。実際にボイラに使用される微粉炭は200メッシュ通過が70%くらいであるから、それよりも粗くかつ重いものを使用して実験したことになる。したがつて微粉炭を用いれば、砂を用いた本実験の結果と少しちがつたものになり、いつそう空気の流れに近い運動状況を示すことにならう。

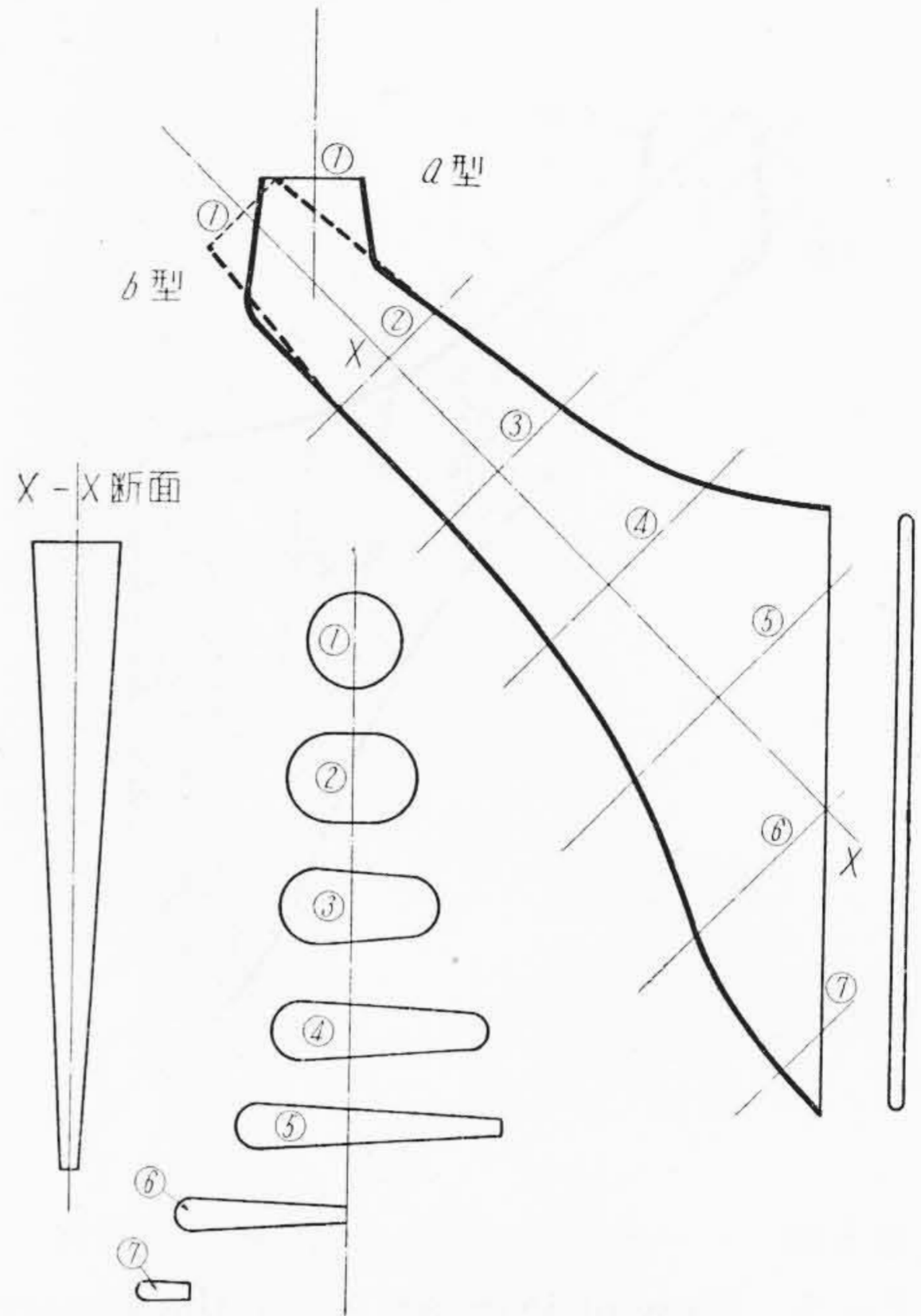
模型と実物との寸法比は、実物バーナの大きさが使用するボイラの蒸発量によつて異なるため一定した値にはならないが、実際に製作されたAボイラ用のものに対しては $\frac{1}{4}$ 、Bボイラ用に対しては $\frac{1}{2.8}$ に当る。模型実験に際し



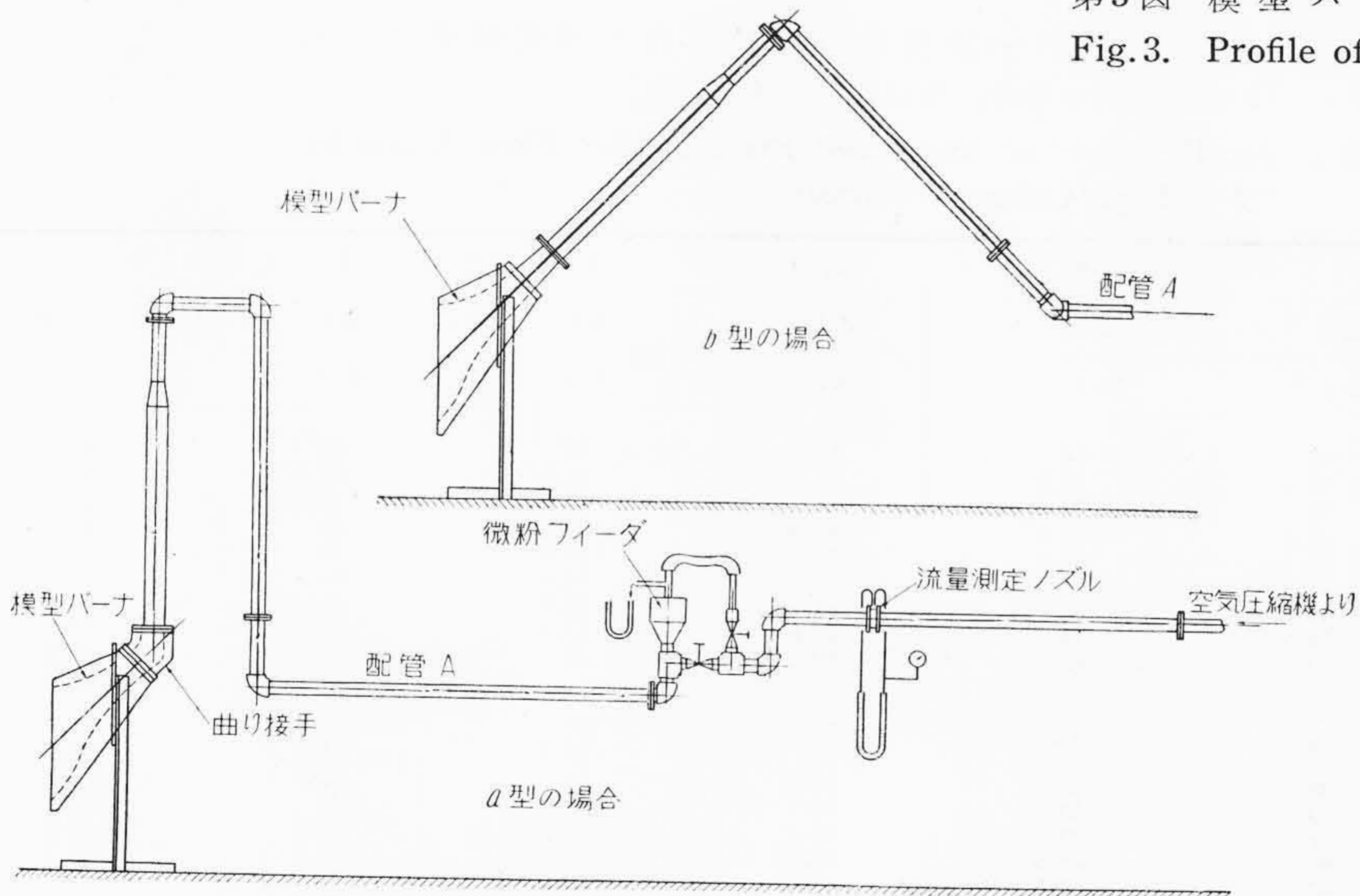
第1図 カルメットバーナ
Fig.1. Calumet Burner



第2図 模型バーナ外観
Fig.2. Model Calumet Burner



第3図 模型バーナの断面図
Fig.3. Profile of the Model Burner



第4図
模型バーナの配管図
Fig.4.
Piping of the Model Burner

て風源の関係などから実物と正しく Re 数を合せることはできなかつた。実物バーナでは 1.3×10^5 くらいに対し、模型実験では $1.8 \sim 4 \times 10^4$ の範囲で一桁ちがうけれども、いずれも 10^4 以上であり、そう大きなちがいはないものと考えられる。

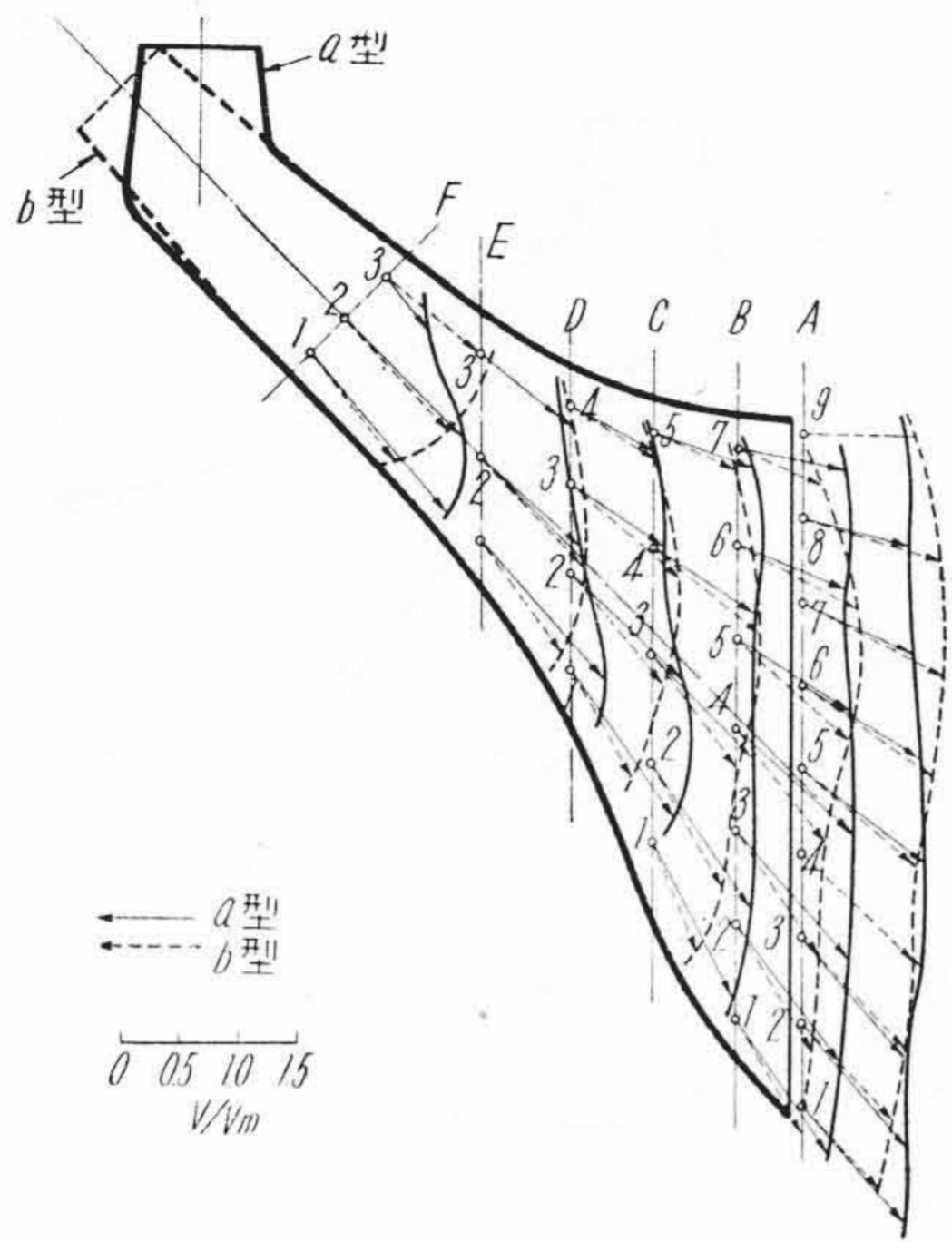
〔III〕 実験結果

(1) 空気の流れ

まずバーナ内部および出口の空気の流れについて述べる。空気の流動方向および速度は外径 $\frac{3}{16}$ 吋の真鍮管で

作った2孔式円筒形ピトー管を用いて測定し、空気量は、その結果とバーナ内空気通過面積とから計算して求めた。ただし微粉を含む混合気にピトー管をさし込んだ場合にはその測圧孔に微粉がつまったりする難点があり、どうしても結果が多少不正確になるので、主として空気だけを流した実験を行い、混合気の場合のものは参考程度の測定にとどめた。

第5図(次頁参照)に記入した測定位置で測定した空気の流れの方向および速度の値の一例が第1表および第2表(次頁参照)である。 Re 数を変えた5回の実験に



第5図 バーナ内部の一次空気の流れの状況
Fig.5. Flow of Primary Air in the Burner

対し同じ測定位置での結果はよく一致している。ただし速度は Re 数によつて異なり、直接比較できないから、DIN ノズルで測定した全一次空気量をバーナ出口面積で割つた仮想平均速度 V_m に対する割合で示してある。この場合の Re 数の変化の範囲は広いとはいえないが以上のごとくその影響が認められないので、この模型における結果を実物バーナに適用しても相当よく合致するものと予想することができよう。

以上の結果の平均値を図示したのが第5図である。実線は a 型、破線は b 型の場合である。これからバーナ内部の流れがいろいろ検討できるが省略する。焰の形成に係るバーナ出口の空気量の分布のみを示すと第6図となる。これは後に示す第8図および第9図のごときバーナ出口の流れの方向と速度とから計算で求めたものである。いずれもかなり一様に出ていることが認められる。

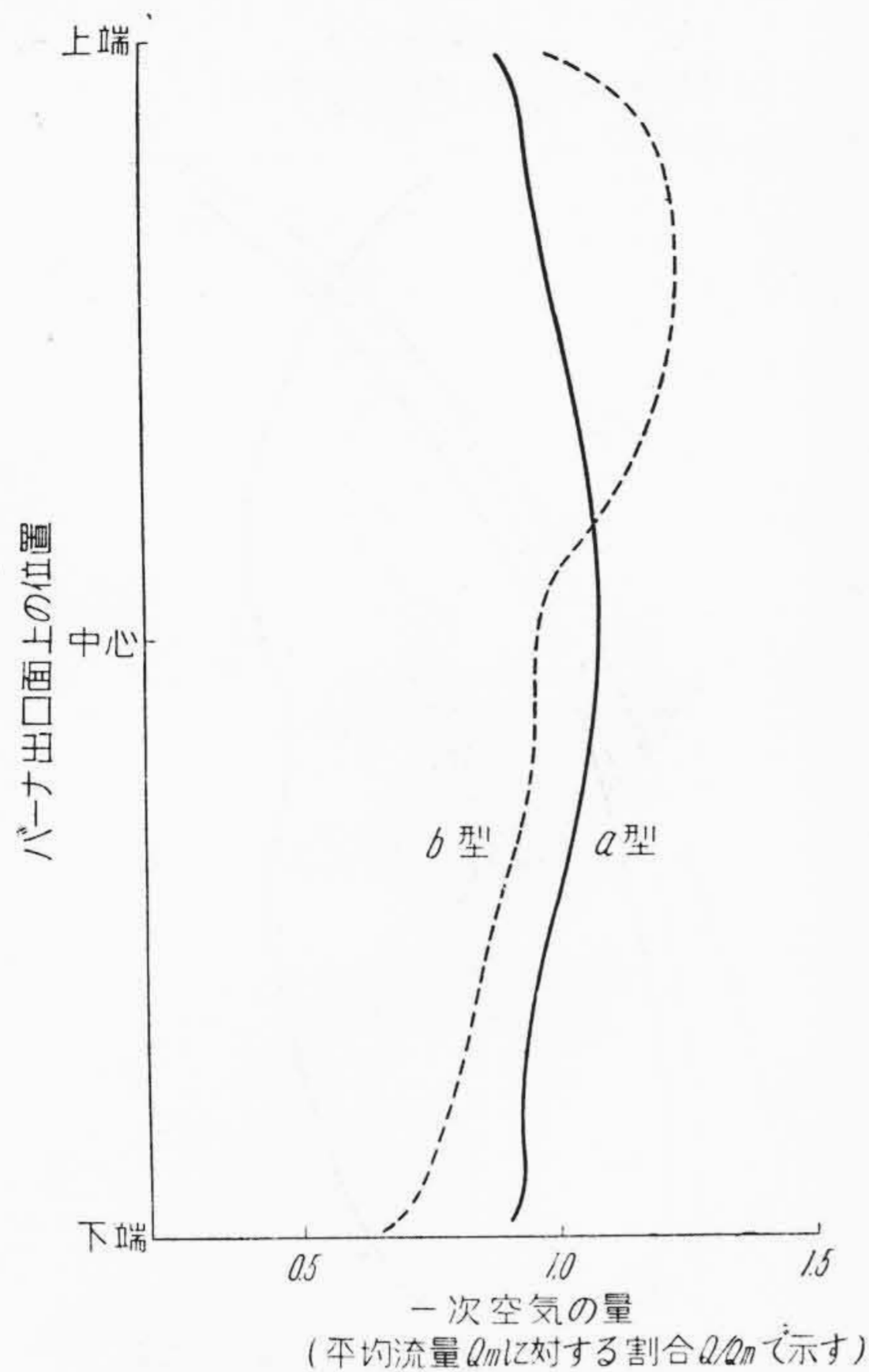
(2) 微粉の流れ

空気に搬送されて流れている微粉の状況はバーナ内部のものは測定できない。バーナ出口における噴出状況は一例を示すと第7図のごとくである。これらの写真の微

第1表 バーナ内部の一次空気の流れ方向の測定結果の一例
(b 型バーナの場合、出口面に対する角度)

Table 1. An Example of Measured Primary Air Flow Angle in "b" Type Calumet Burner

実験番号	1	2	3	4	5	平均値	
Re 数 $\times 10^4$	2.0	2.7	3.1	3.4	3.8		
V_m m/s	11.1	14.9	16.8	19.5	21.7		
測定位置	A — 1 2 3 4 5 6 7 8 9	44	44	43.5	44	43	43.7
		43	43.5	43.5	42.5	42.5	43.0
		44	43.5	43.5	43.5	42.5	43.4
		45.5	46.5	46.5	45.5	45	45.8
		52	50.5	51	48.5	48	50.0
		56.5	55.5	56	54.5	54	55.3
		64.5	64	61.5	62.5	61	62.6
		74.5	74	72.5	72.5	72	73.1
		90.	89.5	89	89	88.5	89.2
	B — 1 2 3 4 5 6 7	31	31.5	31	31	31.5	31.2
		31	31.5	31	30.5	31	31.0
		33	33.5	33.5	33	32.5	33.1
		39	39.5	38.5	37	39	38.6
		48.5	49	48.5	49.5	49	48.9
		62	62.5	62.5	63	62.5	62.5
		67	67.5	67	69	68.5	67.8
	C — 1 2 3 4 5	22	22.5	22.5	22.5	22.5	22.4
		30	28.5	28.5	29.5	28.5	29.0
36.5		37.5	37.5	37.5	37.5	37.3	
52.5		52	51	51.5	49.5	51.3	
64.5		66	67.5	68	67.5	66.7	
D — 1 2 3 4	30.5	30	30	30	30	30.1	
	40.5	40	39.5	40.5	39.5	40.0	
	49.5	50	50.5	49.5	49.5	49.8	
	58.5	57	58.5	58.5	58	58.1	
E — 1 2 3	35	36	36.5	30.5	36.5	36.0	
	43	44	44	44.5	44	43.9	
	52	52	51.5	52.5	52	52.0	
F — 1 2 3	38	37.5	38.5	39.5	39	38.5	
	44	43.5	43	44	43	43.5	
	49.5	50.5	50	50.5	49	49.9	



第6図
バーナ出口における一次空気流出量の分布
Fig. 6.
Distributions of Primary Air Discharge at the Burner Exit

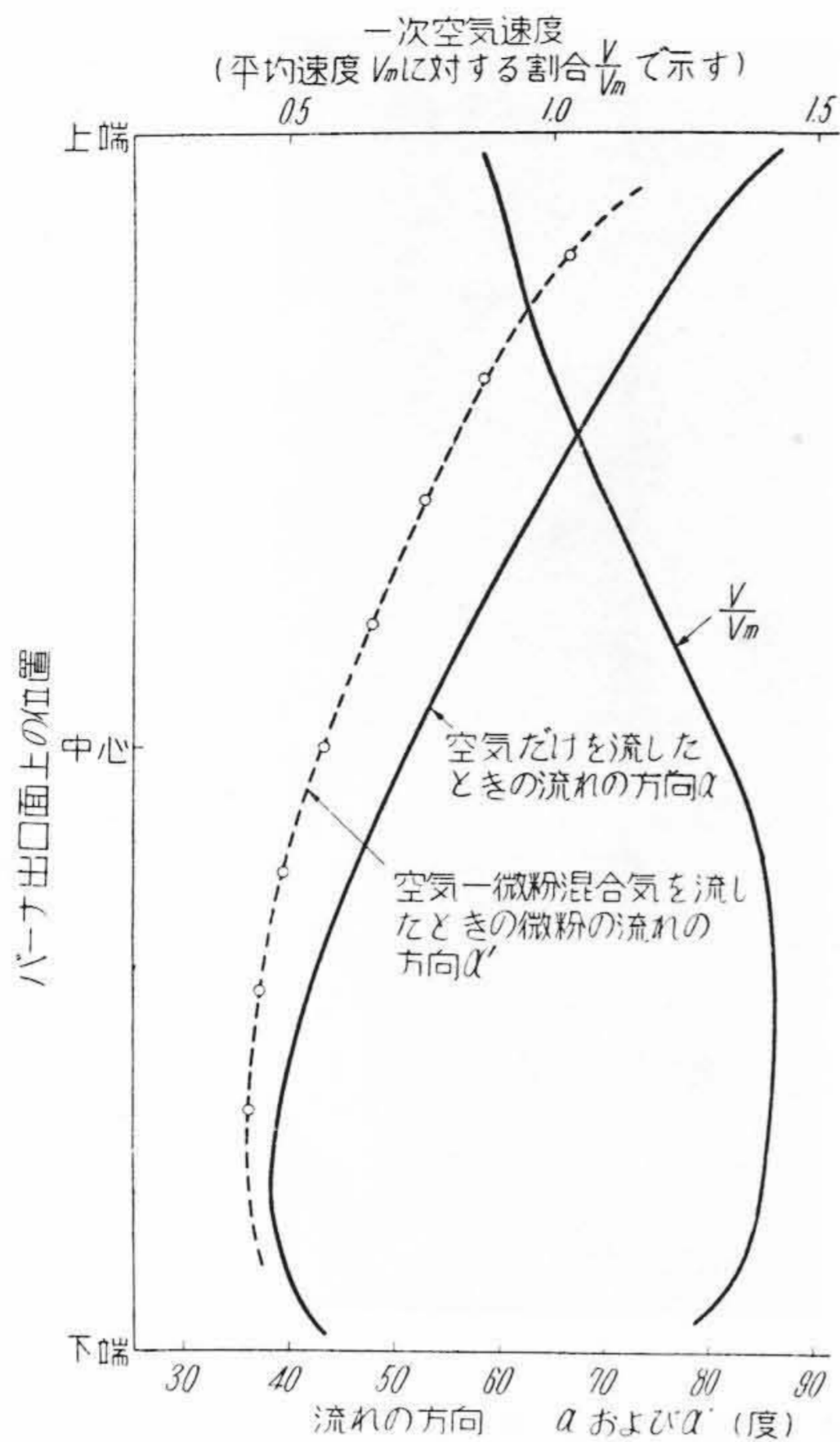


第7図
バーナ出口における微粉の噴出状況の一例
Fig. 7.
An Example of Flow of Particles in Primary Air Stream at the Burner Exit

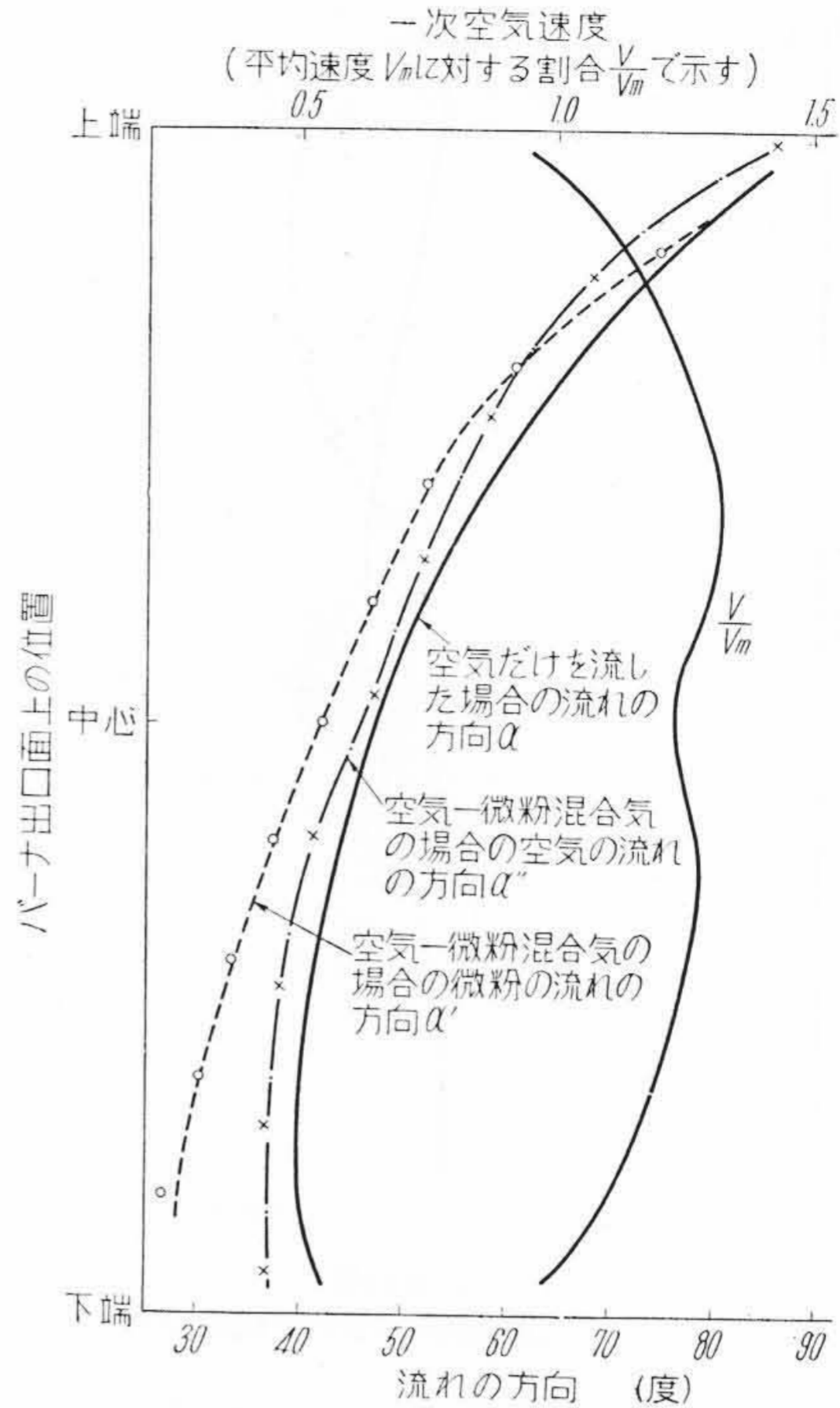
第2表 バーナ内部の一次空気流速測定結果の一例
(平均速度 V_m に対する割合 V/V_m の値を示す)

Table 2. An Example of Primary Air Velocity Profile in "b" Type Calumet Burner, Indicated by the Ratio of Measured Value V to Mean Velocity V_m

実験位置	1	2	3	4	5	平均値	
Re 数 $\times 10^4$	2.0	2.7	3.1	3.4	3.8		
V_m m/s	11.1	14.9	16.8	19.5	21.7		
測定位置	A — 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0.95	0.98	0.99	1.00	0.99	0.983
		1.14	1.16	1.16	1.20	1.16	1.165
		1.20	1.26	1.245	1.27	1.275	1.249
		1.26	1.27	1.305	1.31	1.30	1.289
		1.23	1.24	1.185	1.25	1.22	1.226
		1.34	1.30	1.315	1.37	1.33	1.332
		1.31	1.27	1.245	1.31	1.345	1.297
		1.20	1.18	1.22	1.20	1.19	1.200
		0.95	0.94	0.95	0.95	0.94	0.944
	B — 1 2 3 4 5 6 7	1.05	1.01	1.05	1.02	1.00	1.024
		1.20	1.13	1.13	1.16	1.13	1.151
		1.315	1.21	1.26	1.24	1.27	1.257
		1.02	1.24	1.305	1.13	1.26	1.191
		1.29	1.24	1.27	1.23	1.23	1.251
		1.20	1.16	1.185	1.14	1.145	1.167
		0.785	0.785	0.79	0.74	0.74	0.769
	C — 1 2 3 4 5	1.05	1.02	1.02	1.00	1.07	1.033
		1.26	1.13	1.16	1.15	1.19	1.179
		1.20	1.21	1.185	1.16	1.19	1.190
		1.11	1.16	1.16	1.14	1.14	1.142
		0.59	0.76	0.75	0.74	0.76	0.753
	D — 1 2 3 4	0.64	1.06	1.08	1.06	1.10	1.075
		1.23	1.18	1.23	1.22	1.22	1.217
		1.23	1.19	1.245	1.17	1.20	1.209
0.91		0.88	0.86	0.86	0.86	0.873	
E — 1 2 3	1.17	1.14	1.11	1.27	1.24	1.185	
	1.29	1.26	1.26	1.275	1.26	1.267	
	1.02	0.94	1.93	0.93	0.96	0.956	
F — 1 2 3	1.17	1.14	1.15	1.15	1.16	1.156	
	1.34	1.26	1.28	1.27	1.31	1.291	
	1.20	1.13	1.15	1.015	1.09	1.116	



第8図 a型バーナの出口における流れの速度および方向
Fig. 8. Velocity and Direction of Primary Air Stream and Particles at "a" Type Burner Exit

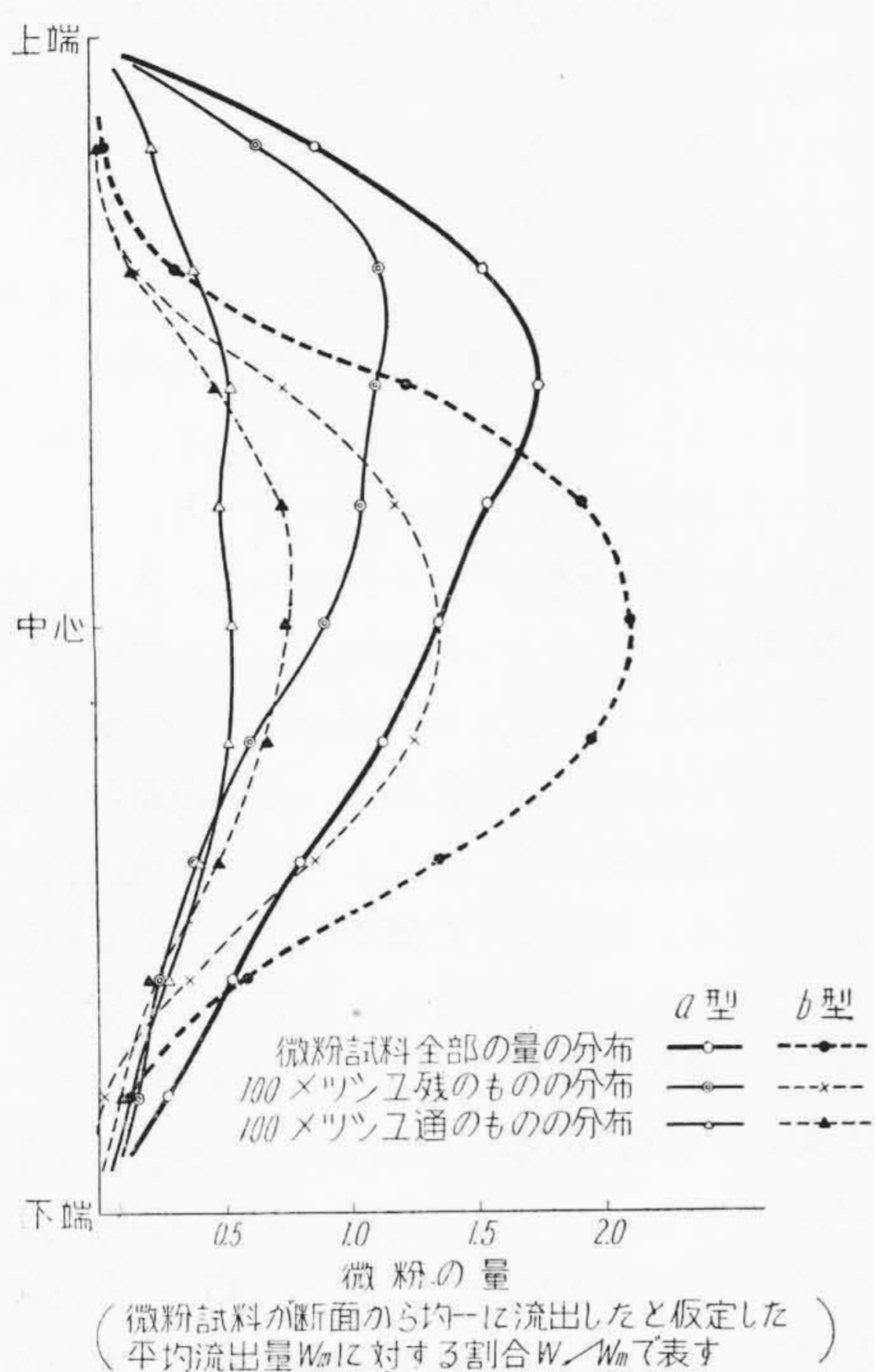


第9図 b型バーナの出口における流れの速度および方向
Fig. 9. Velocity and Direction of Primary Air Stream and Particles at "b" Type Burner Exit

粉の飛跡を測定して流れの方向は求めることができる。速度は正確な測定が非常に困難なので一応その部分の空気速度に等しいとみなした。写真から求めた微粉の流れ角度と、空気だけ流したときの流れの方向とを比較すると第8図および第9図のようになる。第9図は微粉と一次空気の混合気について流れ角度を測定した結果も記入した。あきらかに三者ともに値を異にしている。空気の流れに曲りがある場合、微粉は慣性のためにずれた運動をすることは当然であり、同時に空気も微粉にひきずられて空気だけが流れていたときとちがってくる⁽¹⁾。図において混合気の流れが空気だけのときの流れの方向と微粉のものとのほぼ中間にあることはこのことを説明している。しかし本実験に用いた砂よりも細かく、軽い微粉炭ではそれぞれの影響も少いから、実際にはほぼ空気だけの流れに近いと考えていいと思われる。なお両図とも空気速度の分布も記入しておいた。

バーナ出口から噴出する微粉の量はダストチューブを配置して測定した。先端をNPL型ピトー管のごとく尖がらせた管を、あらかじめ求めておいた微粉の方向に合わせて正しく配置し、その他端はゴム管により直径25mmのガラス製小型サイクロンコレクタにつなぐ。ダストチ

ューブに入って来た微粉はここで捕集されるが、サイクロン排気管は真空ポンプにつないで、ダストチューブ先端の空気速度に合わせて吸引し、その気流を乱さないで正しい測定ができるようにした。結果は第10図のごとくである。使用したのは60メッシュ通過の砂であるが、その流出量の分布は太い線で示されてある。また各位置で捕集したものを100メッシュのふるいによりこれを通る細かいものと、これに残る比較的粗いものとに分けて示したのが細い線である。たゞし図は全試料が一樣にバーナ出口全面から流出するものとした平均の量を1としてそれに対する各位置からの流出量の割合で示してある。図の太い線のみをみるとa, b両型で傾向は異なるが、ある部分にかなり集中して流出していて決して均一な流出状況にあるとはいえない。しかし細線についてみるとその傾向は少くなり、とくに100メッシュ通過のものではずつと平坦な分布に近づいている。したがってすでにくり返しのべたように、本実験に使用した砂よりも、もつと軽くて細かい微粉炭の場合にはさらに一樣な分布をするであろうと予想して差支えない。とくにa型の場合においてしかりである。管中を粉体が空気に輸送されて流れる場合に粉体は管中心附近に比較的集る傾向



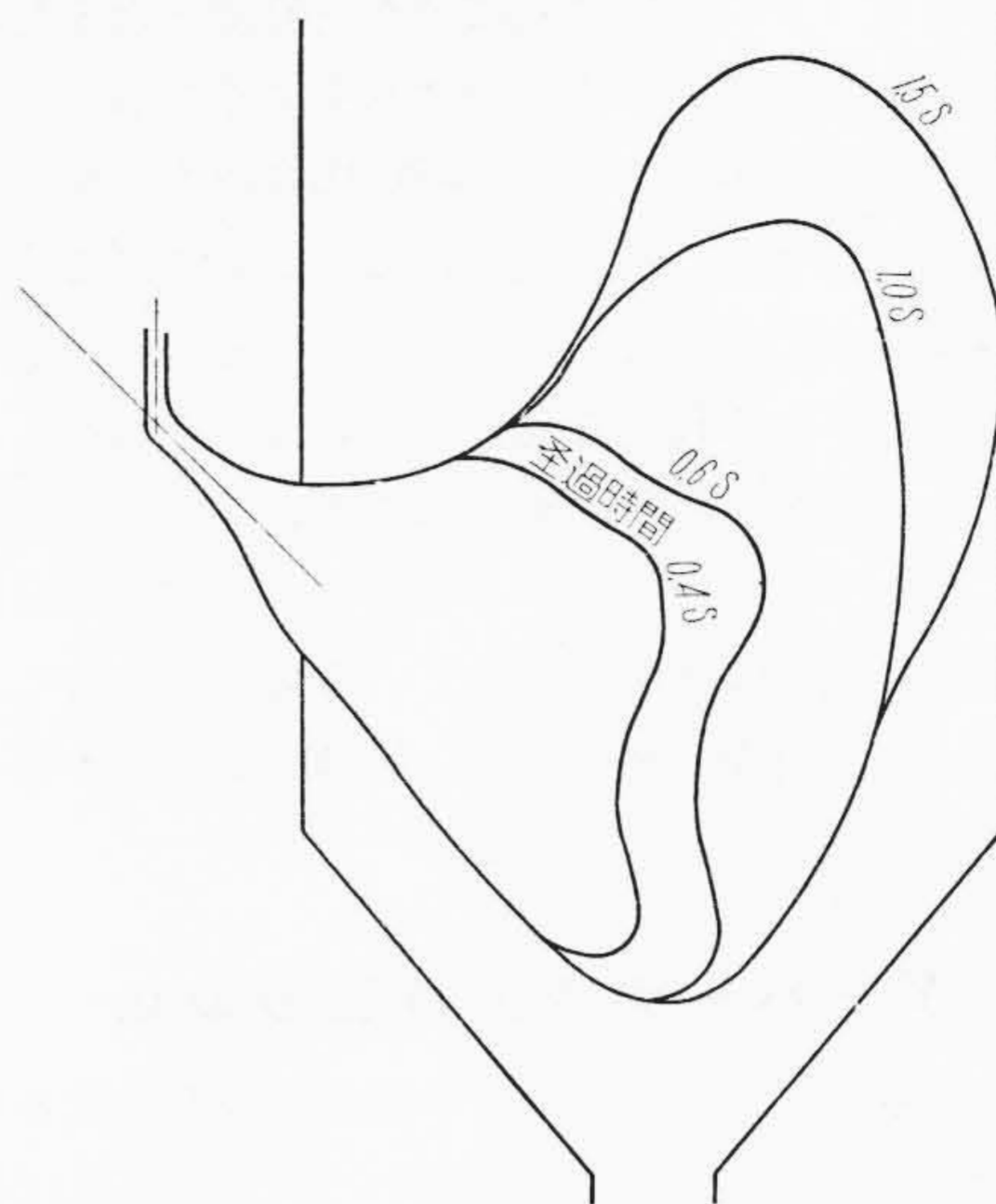
第10図 バーナ出口における微粉流出量の分布
Fig. 10. Distributions of Discharge of Pulverised in Primary Air Stream at the Burner Exit

にあるのではないかと考えられるが、*b* 型の場合はその傾向がそのままバーナ内部にもちこされるので、図のごとく粒度により分布の最高点の位置はあまり変っていない。これに対し *a* 型は第4図のように垂直に降下した流れはバーナ入口の曲りの部分に一度衝突し管中の分布が破壊されてバーナに入るため均一になりやすい条件にある。これが *a* 型と *b* 型の傾向のちがった理由である。*a* 型では粒度に対する選択性があり、微粉は割に一樣に流出するが、粗粉はバーナ上半部の方に比較的多くなる。この傾向は燃焼上にも都合のよいことがあり次章において触れておいた。

第10図と第6図とを組合せると一次空気中の微粉の濃度の分布が求められる。二次空気の配分を定める場合、これが重要になるが、第6図の一次空気量の分布は平均に対し $\pm 20\%$ くらいの変動であるから濃度分布は第10図を多少平に修正したようなものとなり、それ程変らないからここで省略する。

[IV] 結果の検討

燃焼上からバーナに要求される条件は、やはり使用炭の種類、火炉の構造などから定められることが多く、一般的に規定し難い。たゞ本カルメットバーナにおいてで



第11図 *a* 型バーナにより作られる焰の形状の一例 (計算値)

Fig. 11. An Example of Flame Profile (Calculated by "a" Type Burner)

きるだけ一樣に空気および微粉炭が流出する方がよいとするならば、以上の実験結果から *a* 型はとくに満足なものといえよう。

バーナの流出特性がわかり、あるボイラの運転条件が与えられれば、火炉内の焰の形状を想定することができる。もとより火炉内の現象は非常に複雑であつて、まだまだよくわかつていない。正確な焰の形状の計算方法は決定されていないといつてよい。かなり大胆な仮定を用いて計算せざるを得ないのであるが、*a* 型バーナをつけたボイラについて行つた一例を第11図に示した。バーナ出口の各位置から流出する粒子のある経過時間後の位置をそれぞれの経路の上に求めてそれを連ねてある。微粉炭粒子の大きさによつてその燃焼時間が異なるから焰の長さも当然異なる。燃焼時間については Gumz, Rosin, Hottel, Ledinegg などの諸氏⁽²⁾による種々の研究があり、それぞれ多少異なつた値が求められる。通常の微粉炭では 0.6~0.8 秒くらいになるとすると図によつて、この適用例では燃焼室が有効に利用されていることが予想される。通常使用される微粉炭の標準粒度は 200 メッシュ通過 70% であるが、若干の粗粒子の混入は避け難いものであり単一粒子についての諸研究よりも粒群全体について考えた Hottel⁽³⁾ の方法が有用であろう。それを考慮しても焰が後部水壁に衝突することは少いと思われる状態である。とくにこの *a* 型バーナでは前に述べたように粗粒は割合にバーナ出口上半部に多い。したがつて焰も上部が比較的のびることになる。しかしバーナ上半

部から出たゼットの流線は割に早く上昇流となるためそののび方は下半部におけるものよりも少くなる。したがって微粉炭の粒度が全体として粗い場合にも蒸発水管の配置にもよるが α 型バーナならばより安全であると考えられる。両者の型の実物バーナについて観察された記録⁽⁴⁾にもこれがある程度肯定されている。もちろんこれは計算による推定であり、本計算の方法はすでに実際に適用してかなりよく合っている実績をもっているけれども、火炉内の全部の条件を満しているものではなく、なお今後多くの検討を必要とする。第11図も一応参考例として役立つに過ぎないことを断つておく。

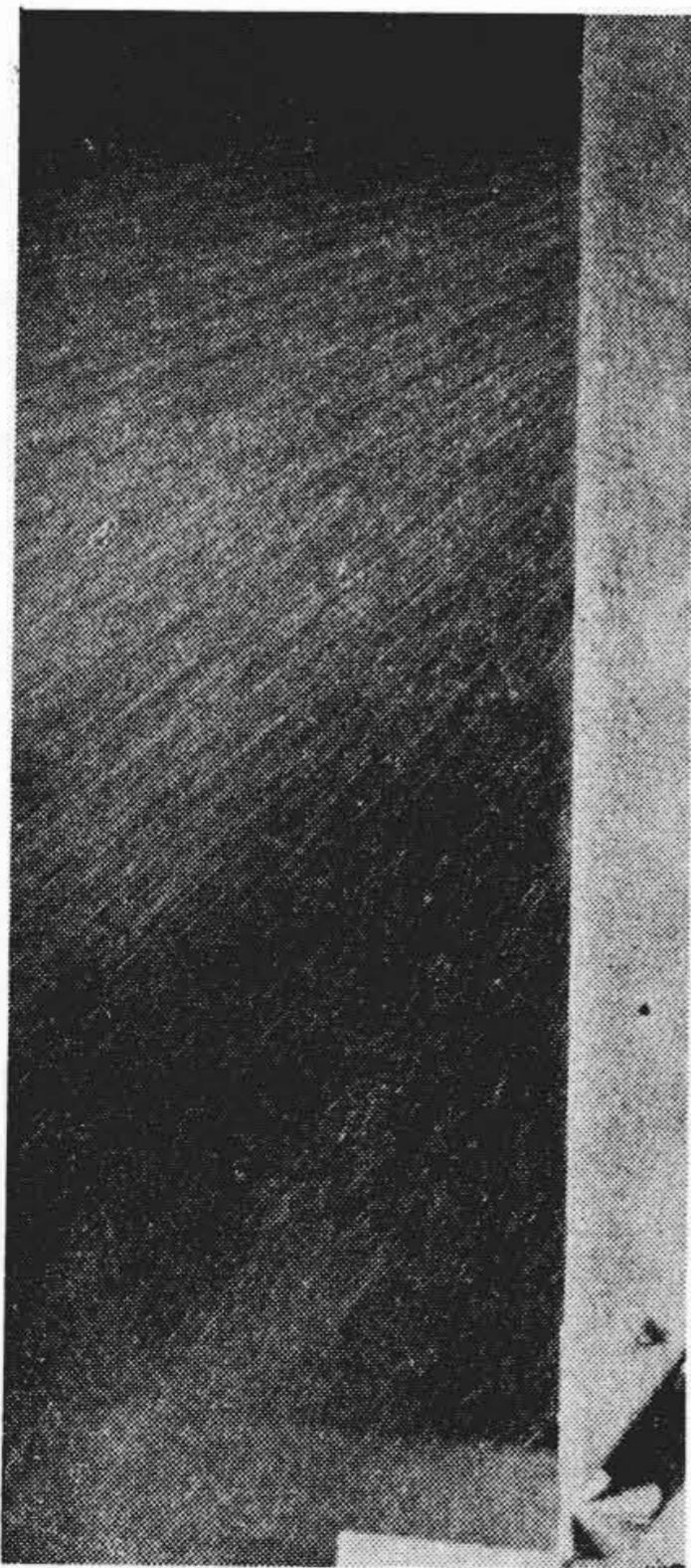
[V] バーナ流出特性の変化

微粉の粒度によつて微粉自身の流れが少しは変わるかもしれないが、一般に本模型と相似のバーナであれば全体の流出特性はほぼ以上の実験結果のごときものになろう。したがって一次空気および微粉炭の流れはある程度決定されてしまい、燃焼状態を変えるためには二次空気によつてのみ行われるということになる。たとえば第11図はバーナ出口の各部分において、一次と二次空気合計

量が微粉炭量に対して必要な一定過剰空気になるように二次空気を供給しえたものと仮定しての計算であつた。したがって二次空気の配分が異なれば焰の形状も変つてくる。二次空気の調節可能範囲には限度もあり、一次空気の流出特性をも少し変えうるようにすることも考慮すべきであろう。過熱蒸気温度の調節のため焰の中心を上下したいということもありうるからである。これに関連して実験した結果の二、三をつぎに述べる。

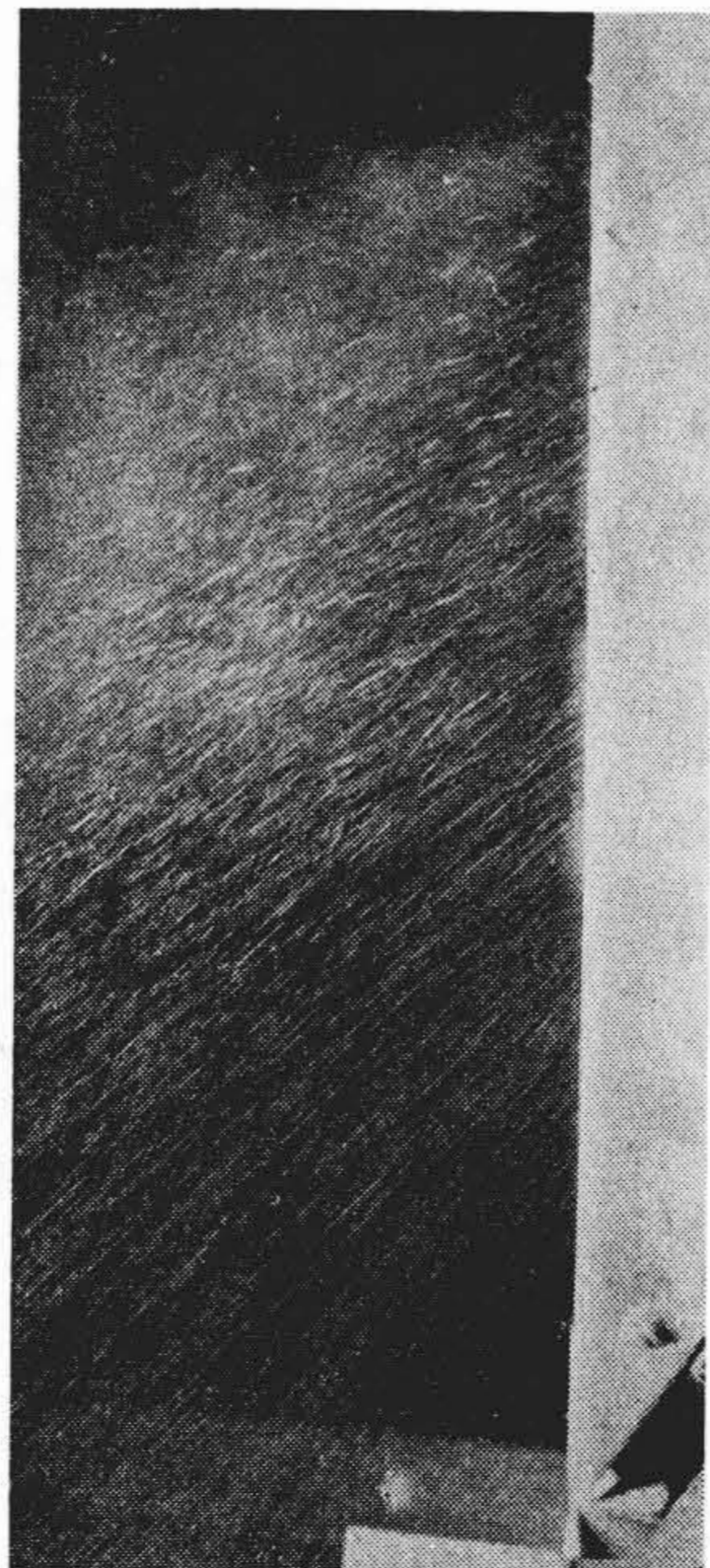
第12図および第13図はバーナ内部の奥、入口に近いところに第14図のごとく一つの調節ダンパを置いてバーナ出口の流れの中心を上下させた場合のものである。上下両極端に作動させた場合の比較で、この範囲内任意の位置にダンパ角度を変えることにより任意の流出状況を作ることができる。前に掲げた第7図はこの中間の状態になる。またバーナ出口のところに調節羽根を置くことも考えられる。第14図のVのごきものである。

第15図および第16図はこの種の調節羽根による流出状況のちがいを示したものである。4枚の調節羽根をつけ、その角度を出口面に対し下向きに 45° にした場合が第15図、 15° にしたものが第16図である。本調節羽根



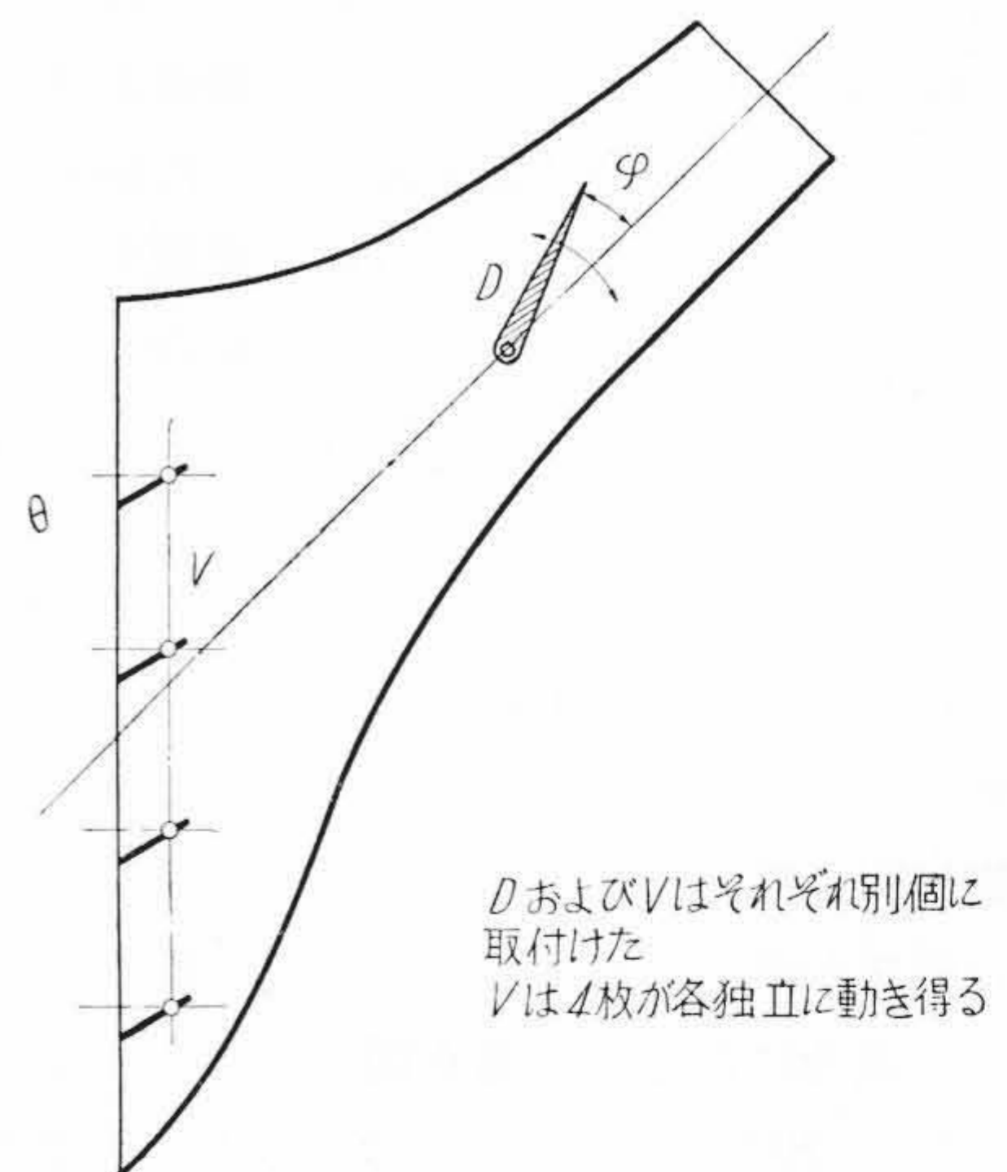
第12図 ダンパにより流れの中心を上によせた場合の微粉の流出状況

Fig. 12. Flow of Particles in Primary Air Stream, Shifted to Upper Side by the Adjustable Damper



第13図 ダンパにより流れの中心を下によせた場合の微粉の流出状況

Fig. 13. Flow of Particles in Primary Air Stream, Shifted to Lower Side by the Adjustable Damper



第14図 調節ダンパDおよび調節羽根Vの取付位置

Fig. 14. Positions of the Adjustable Damper D and the Adjustable Vanes V

によつても第15図のようにある程度流れの中心を制御することができるが、それよりも第16図のごとき羽根の角度を小さくすると流れの交錯が起ることが燃焼状況をいつそう改善することになると考えられる。ダンパの大きさを適当に選定することにより流れの特性にはあまり変化を来さないでこのような縞模様を作りうるだろう。また第17図はバーナ出口を波型スリットにした場合の流出状況である。使用炭の性質によつてはこのようなものが非常に有効となることが考えられる。なお最近分割式カルメットバーナが用いられる傾向があるが、これらも上記のごとき特性をあきらかにして比較検討の上適正な使用をすべきであろう。

[VI] 結 言

微粉炭バーナの良否は火炉にとりつけて実際に燃焼させ検討することが必要である。しかしその結果は、高温の火炉内部状況がせいぜい温度を測定しうるくらいで、種々の精密な測定を許さないということから一応の判定を下しうるということとどまることが多い。根本的な検討を行うためには迂遠な方法ながら燃焼をさせない状態で

種々の特性を調べておくことが必要となる。

このような考え方から各種バーナについて系統的に調査を行いつつあるが、ここにその一例としてカルメットバーナの特性を模型バーナによつて実験した結果を紹介した。Re 数を一致させえなかつた点において模型と実物との関連に多少疑問はあるかもしれないが、実験結果の全般を通じてかなりの程度まで適用しうることが判断された。バーナ入口の状態を変えた *a*, *b* 2種の型について測定を行つたが、*a* 型はとくに良好な特性をもつものと考えられる。これらの特性は設計上考慮せねばならぬことはもちろんであるが、たとえば焰の形状の計算のごときはまだまだ正確な方法が確立されているとはいえず、実際の火炉内の状況をていねいに観測して比較検討を重ねなければならない。その意味で実際ボイラ運転に対して有力な参考資料として役立つものと信ずる。

なお本バーナに種々変つた特性を与えることも考えられるので、同じく模型に適用してその二、三の例を示した。使用条件によつて有効なものとなろう。

本研究は日立製作所日立研究所兼先所長、山崎主任研究員、バブ日立三代技術部長の御指導と、日立製作所日



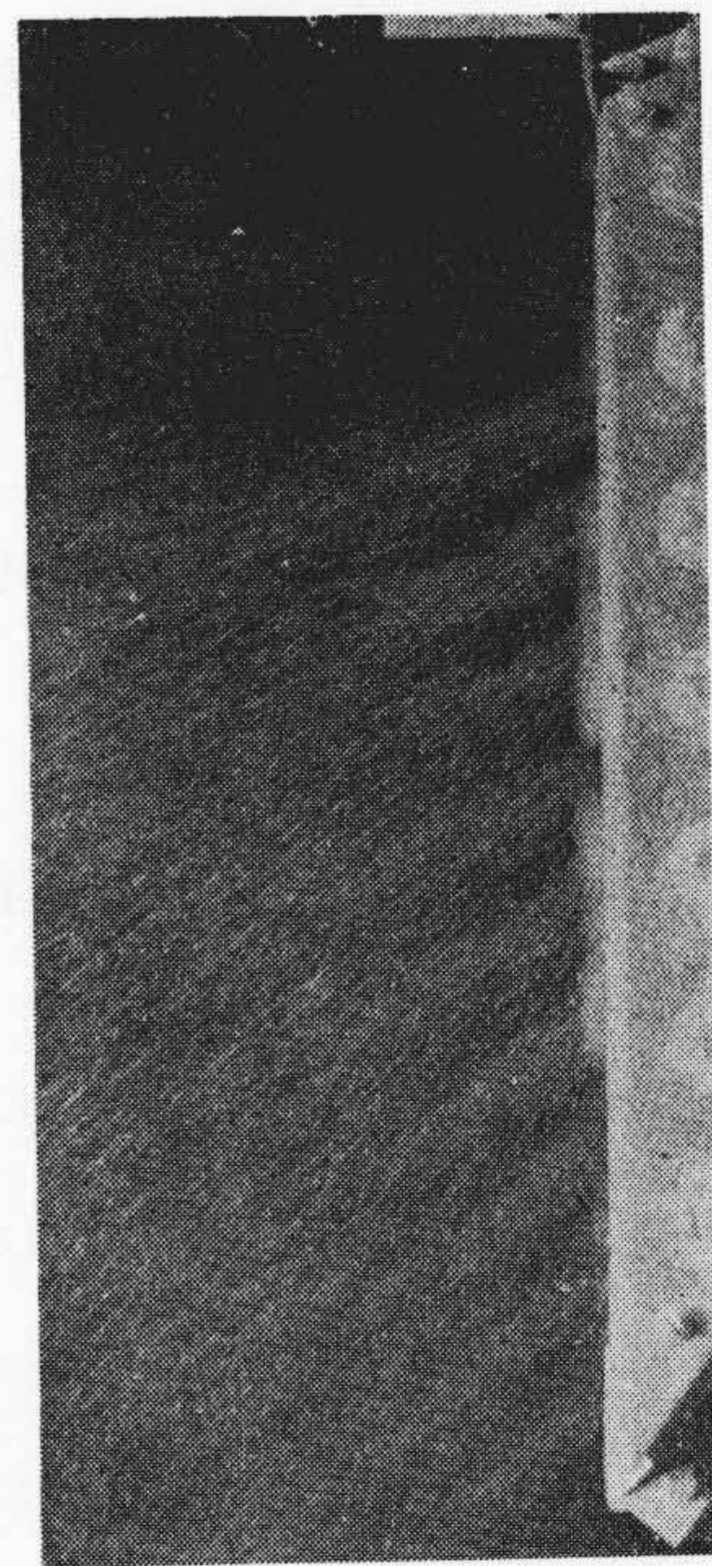
第15図 調節羽根角度を 45° にしたときの微粉の流出状況

Fig. 15. Flow of Particles in Primary Air Stream (Angle of the Adjustable Vanes, 45°)



第16図 調節羽根角度を 15° にしたときの微粉の流出状況

Fig. 16. Flow of Particles in Primary Air Stream (Angle of the Adjustable Vanes, 15°)



第17図 バーナ出口を波型スリットにした場合の微粉の流出状況

Fig. 17. Flow of Particles in Primary Air Stream at the Exit of the Wavy Slit Calumet Burner

立工場ボイラ設計小玉美芳、金子夏実両氏の絶大なる御協力の下に行われたもので、深甚なる謝意を表する次第である。また北海道電力株式会社山口達世氏からは非常に有益な資料を頂いた。衷心より感謝と敬意を表する。なお実験は沼田亨君の手によつて行われた。ここに記して謝辞に代える。

参 考 文 献

- (1) 桑井源禎：ダストコントロール懇談会資料 No. 2 (昭 27-6)
- (2) M. Ledinegg: Dampferzeugung, Springer-Verlag (Wien) 1952
- (3) Hottel: Ind. & Eng. Chem. 32 (1940)
- (4) 山口達世：江別発電所 第7号罐燃焼設備試験報告 (昭 28-12)

日立製作所社員社外寄稿一覧表 (昭和29年11月分受付) (その1)

投 稿 先	題 名	執筆者所属	執 筆 者
小峰工業技術	光学ガラスの研削加工法	日立電線工場	久本 方
山梨大学	Sur la Caractéristique Vannage-Intensite de Courant au Polissage Electrolitique	中央研究所	斎藤清吉
日刊工業新聞	日立汎用モートル	本社	小滝孝行
工業調査会	電力機器用絶縁材料としてのプラスチック製品について	多賀工場	磯野千里 松井千
日本化学会	化学工業における作業標準の作り方	茂原工場	宮城精吉
技報堂	無機放電化学工業	中央研究所	牟田明德
日本分析化学会	ハイドロサルファイトの分析化学的応用の研究第1報鉄鋼中の銅分への応用	中央研究所	北川公夫 柴田則
電気書院	統計推計学入門	中央研究所	島田正三
誠文堂新光社	初心アマチュアのためのブラウン管あれこれ	茂原工場	西沢令智
家庭電気文化会	電気井戸ポンプの話	本社	味岡 昊
日本電気協会	ポリエチレン電線の概要	日立電線工場	宮沢定雄
コロナ社	圧縮空気機械	川崎工場	印牧宗一郎
日刊工業新聞社	日立受像管 14HP4, 21EP4A	茂原工場	小泉喜八郎
日刊工業新聞社	日立ミニチュア真空管 6CL6	茂原工場	内橋正夫
産業機械協会	最近の日立起重機の電気設備について	亀有工場	原 政次
照明学会	テレビ受像管の測光および測色	茂原工場	辻西令智 沢 令智
日本計測学会	新表面検査器	中央研究所	北川公雄 西谷邦
製紙工業	チルドロールの硬度について	若松工場	原岡正敏
精機学会	ガラスの常温加工法	日立電線工場	久本 方
中村書店	工作機械の更生修理	川崎工場	阿武芳輔
産業機械協会	日立密閉式横型二段圧縮機	川崎工場	山本武男
日本鉄鋼協会	硼素鋼の研究(その一)	安来工場	小田柴定雄 田中朝夫