

二サイクル機関の掃気流について

(クランク室圧縮型掃気流の模型実験)

石神重男・田中義弘

(受理 昭和40年5月31日)

SCAVENGING FLOW OF 2-CYCLE ENGINE EXPERIMENTS ON SCAVENGING FLOW OF CRANK CASE COMPRESSION TYPE WITH MODELS

Shigeo, ISHIGAMI Yoshihiro TANAKA

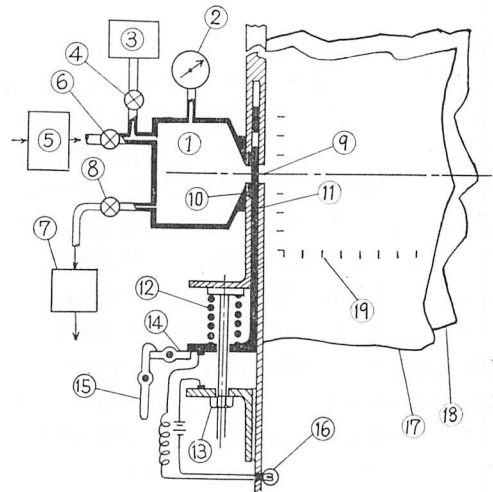
A model of 2-cycle engine of crank case compression type scavenging system was specially prepared for the authors studies on scavenging flow. And the condition of scavenging flow was examined as to its form of flow, its velocity, diffusibility and the influence of vertically bended surfaces on the flow were made clear.

1. はしがき

二サイクル機関の掃気のさいのシリンダ内ガスの流動様相について、古くから模型による定常流れ¹⁾あるいは非定常流れ²⁾の実験による多くの報告がなされている。しかるに一般に二サイクル機関の掃気圧の与え方には独立した掃気ポンプをもち、掃気期間の掃気圧力がほぼ一定である型と、クランク室を掃気ポンプに使用し、掃気間の圧力が変化する型とがあるが、掃気流れの様相に関する従来の研究はほとんど前者の型を対象としたもので、後者に対しては研究されたものは意外に少ない。本研究は後者のばあいの掃気流の様相を模型化して実験的に研究した結果を報告するもので、すなわちクランク室に相当する一定容積の容器の中のある初期圧力の空気を1回吹き出して、ある空間を掃気するばあいの吹き出し空気の進行、拡散の姿、ならびに流れを導く壁面の存在によつて、流動がいかなる影響を受けるかについて研究したものである。掃気ガスは煙を混じた空気とし、その流れを高速度カメラでうつして検討した。

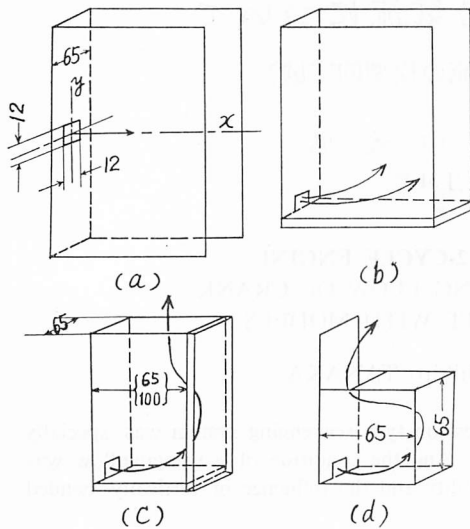
2. 実験装置および方法

装置の概要を第1図にしめす。1は二サイクル機関のクランク室に相当する圧力容器で、内容積は付属分岐管路内容積部を含めて220ccで、この値は現在市販されているオートバイ用二サイクルガソリン機関の一例にならつて選んだ。2は圧力計、3は煙発生室、4、



第1図 実験装置図

6, 8はコック、5は空気圧縮機、7は真空ポンプ、9は掃気孔で12×12mm、10はOリング、11は板弁、12は弁駆動用ばね、13はばね張力調整ナット、14は支え爪、15は弁動レバー、16は弁全開時期指示ランプ、17, 18は掃気孔の両側面に配置したガラス板、19はガラス板上の目盛である。第2図は実験した掃気空間の形をしめす。a)は掃気孔の両側を65mmの間隔で2枚のガラス板で仕切つてあるほかは上下方向にも噴気の直進方向にも壁のないばあい、このときを“自由吹き出し”の状態とした。b)は掃気孔の下縁に水平な壁面のあるばあい、“底面のあるばあい”と

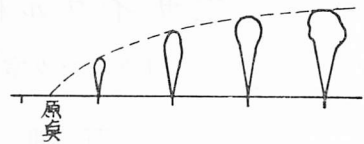


第2図 掃気空間の形状図

称する。c) は底面があつてさらに掃気孔前方に垂直壁面のあるばあいでは“一直角面のばあい”と称する。掃気孔から垂直面までの距離は 100mm と 65mm の二つについて実験した。d) はさらに上方に直角に天井のあるばあいでは“二直角面のばあい”と称する。底面と天井との距離は 65mm として実験した。二直角面のばあいがほぼ直径 65mm, 行程 65mm のシリンダを掃気するときの姿に相似することになる。

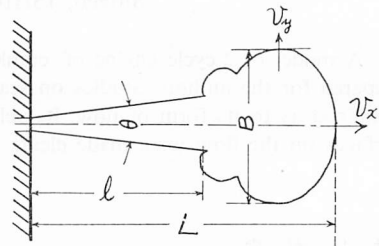
使用した高速度カメラは日立製作所製 16HB 型で、16mm フィルムを 500~1000 コマ毎秒で動かし、1000 サイクルタイミングライト、弁全開時期指示ライトとともに噴出気流を撮影した。煙は煙草の煙を使用し、照明は 1KW 照明灯の光を幅 8mm のスリットを通し、噴出孔中心線直上から照射した。撮影は第1図中のガラス板 17 の垂直方向の 2~3m の距離からおこなつた。

実験のさい、まづ 11 の板弁を閉ぢ、3 中にじゆうぶん発煙しておいて、4, 8 のコックを開き 7 を働かして 1 の中に煙を完全にみたくす。ついで 4, 8 を閉ぢ、6 を開いて 5 の圧縮機で 1 の中の圧力を希望の圧力に上げる。つぎに 15 のレバーを操作して掃気を開始する、掃気に同期して高速度カメラを動かす。容器 1 内の初期圧力は大気圧以上 0.1 kg/cm² から 1.0 kg/cm² まで変化させて実験した。撮影したフィルムから第3図のごとく初期の噴気の先端点をむすぶ曲線を延長して吹き出し始めの点を求め、経過時間はすべてこの点を原



第3図 初期噴射経過状態図

点として整理した。撮影した 1 枚 1 枚の像はミニコピーリーダーで詳細検討した。噴出空気の形は一般に第4図のごとき外形をしている。よつて以下の要素に着目して検討した。



第4図 噴出空気の形状

θ : 噴気拡散角。 l : 放射状部到達距離。 L : 噴気到達距離。 B : 噴気拡散幅。 v_x : x 方向の噴気先端速度。 v_y : y 方向の噴気先端速度。

板弁の開放時間は本報告中すべて 1/40 秒で一定とした。この時間は実際エンジンのばあいを考えると比較的おそい条件である。

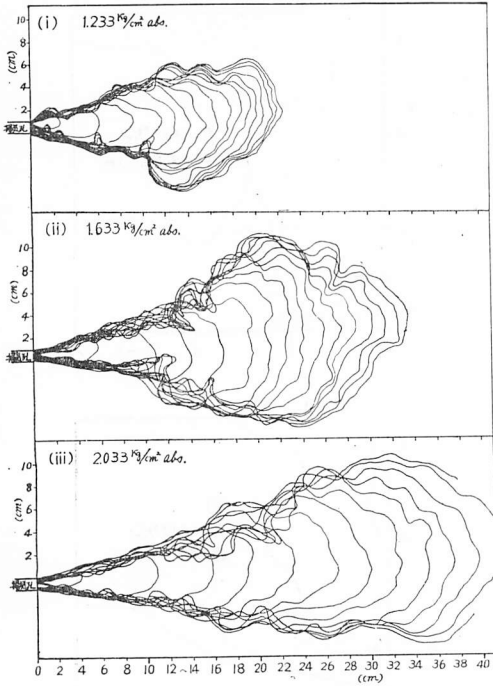
3. 実験結果

吹き出し気流の全体の様相の数例をつぎにしめす。第5図は自由吹き出しのとき、第6図は底面のあるばあいのとき、第7図は一直角面のばあいでは距離 100mm、第8図は一直角面のばあいでは距離 65mm のとき、第9図は二直角面のばあいである。

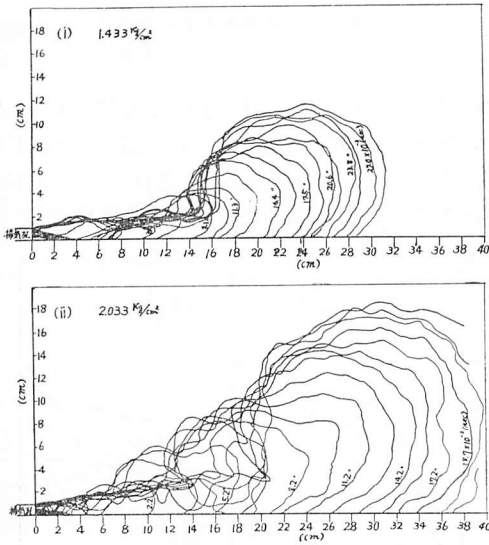
4. 結果の検討

4.1. 吹き出し気流の全容について

自由吹き出しのときには第5図のごとく、はじめはある拡散角をもつた放射状の根元部分とその先のぼうすい状態からなりたつては、吹き出しが進むにつれて放射状部はさきに延び、そのさきは形がくずれはじめて次第に積乱雲状になり、 x の方向のみならず、 y 方向にも目立つて拡がつてゆく。つまり放射状部と雲状部とでは拡散のしかたにいちぢるしい差がある。底面があるばあいには第6図のごとく、はじめは自由

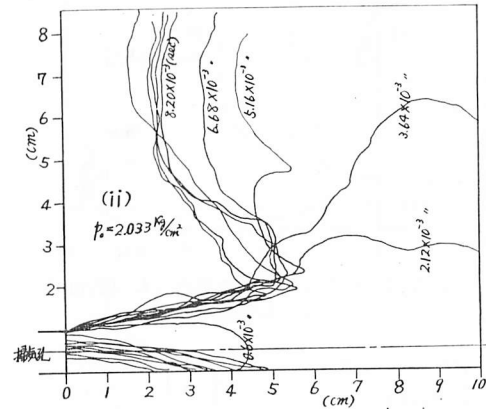
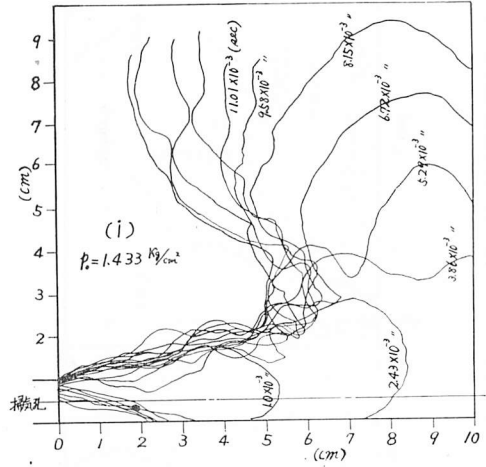


第5図 自由吹き出し気流の様相



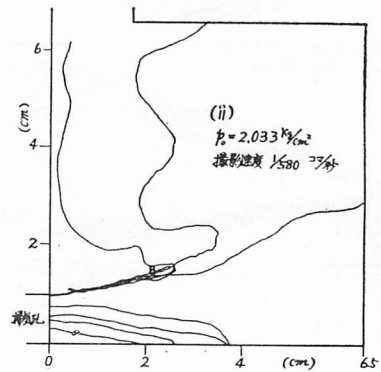
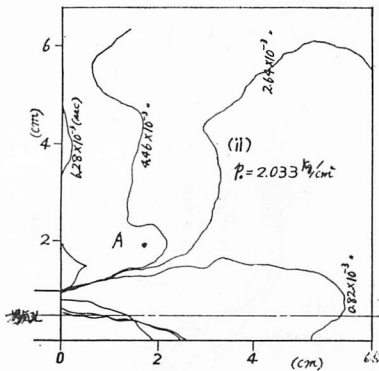
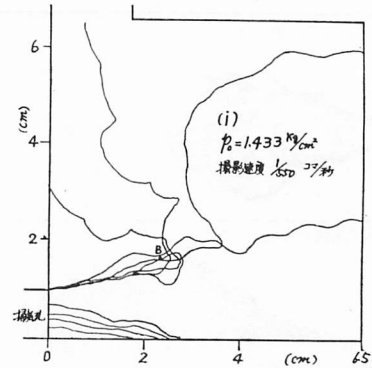
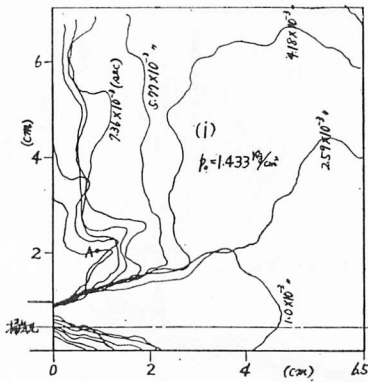
第6図 底面のある場合の吹き出し気流の様相

吹き出しと同じ姿であるが、吹き出しが進むにつれて底面からの押し上げがあり、特に雲状部分でy方向に目立つた拡散をする。一直角面、二直角面のばあいには、第7, 8, 9図のごとく放射状部の姿は底面のある



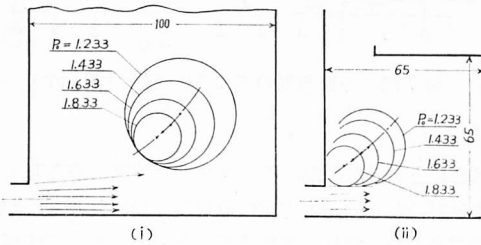
第7図 一直角面のある場合 ($L=100\text{ mm}$) の吹き出し気流の様相

ばあいと大差ないが、そのさきの雲状部は直角面からの反射のための-x方向の流動が加わるため、y方向の流動が早くなり、放射状部の上縁の尖端と雲状部との境付近に掃気流の折れ曲り目ができる。たとえば第8図中のA点、第9図中のB点のごとく、ここは流れの盲点となる。このことはシリンダ掃気の観点からすると容易に掃気されない部分で、いわゆる排気核となりやすい部分である。核点の拡がりは第10図のごとく掃気の初期圧力が低いと大きく、圧力が高くなると小さくなり、その中心位置は圧力が高くなるにつれて掃気孔の出口上方に近づいてゆく。第8, 9図の実験の際、空気流出孔が上方にあるので実際のエンジンと異なるが、これらの気流の姿から見て、掃気孔の直上付近は掃気流の到達が最後になり、掃気が不十分になり



第8図 一直角面のある場合 (L=65mm) の吹き出し気流の様相

第9図 二直角面のある場合の吹き出し気流の様相



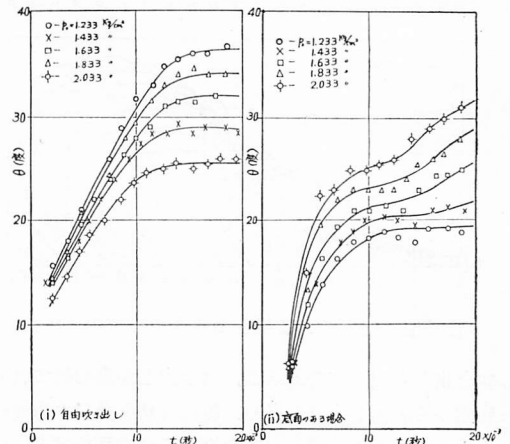
第10図 核点の拡がり状態

やすいところであることが明らかである。実際のエンジンで考えるとループ掃気なら掃気孔直上部が掃気されやすいが、核が中心部に残りやすく、クロス掃気ならば掃気孔の流入角、導流翼のつけかたなどを十分注意しないと、大きな掃気不完全部を残す結果となるであろう。

4.2. 噴気拡散角について

本実験において掃気孔の板弁の全開時間を比較的小さい1/40秒という値にしたため、弁は瞬間に開くのではなく、開きながら吹き出す。自由吹き出しの際の拡散

角を求めたのが第11図(i)である。底面があるときにも底面を掃気孔の下縁に合わせて固定し、弁は上方から開くようにしたため吹き出し孔の中心線の上下にある拡散角をもつて吹き出した。結果を第11図(ii)に



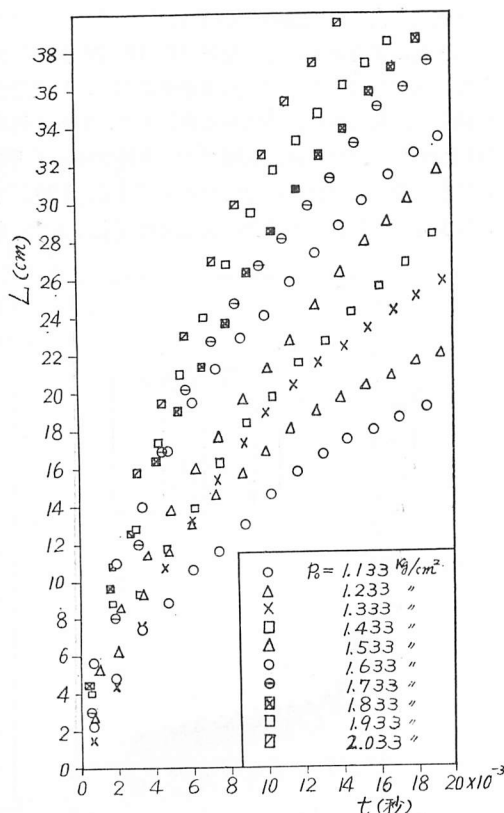
第11図 拡散角と時間との関係

しめす。図より拡散角は始め時間の経過とともに直線的に大きくなり、のち次第にほぼ一定の角またはゆるやかな増加曲線にかわる。

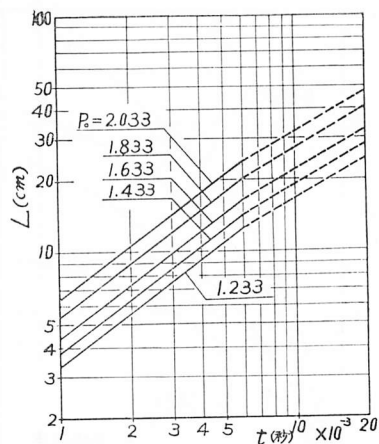
初期圧力の変化の影響は自由流れのときは初期圧力が高いほど拡散角は小さくなり、 y 方向への拡散が少なく、直進することをしめている。しかるに底面があるばあいは、曲線の配列が全く逆であつて、初期圧力が高いほど拡散角が大きくなつてゐる。これは気流と底面との摩擦のため流れの中に乱れがおり、圧力の高いほど y 方向の分速度が目立つて増大するであろう。ただし角度の絶対値は同じ時刻で比べると底面のあるばあいの方が自由流れより小さい。これは下方への拡散が底面で制限されるからである。

4.3. 噴気到達距離

自由吹き出しの到達距離と時間の測定結果を第12図に、これを対数グラフとしたのを第13図にしめす。対数でとると各初期圧力ごとに二つの折れ曲つた直線であられる。実線で書いたのが吹き出しの初めで、



第12図 自由吹き出しの到達距離と時間の関係

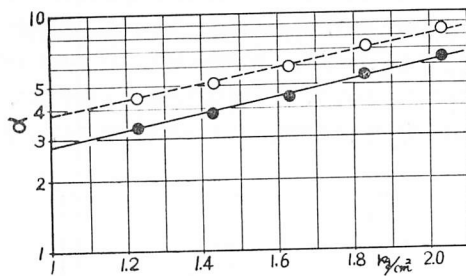


第13図 自由吹き出し到達距離と時間の関係

噴気が放射状をなして進む状態である。破線で書いた部分は噴気が雲状にくずれて進行する状態に相当する。なお、ここでは両側のガラス壁の影響も加わつてゐるであろう。図より L と t との関係は

$$L = \alpha \cdot t^K$$

となり、 K の値は実線部で 0.727、点線部で 0.577、 α の値は初期圧力の関数で第14図の値であつて



第14図 初期圧力と α との関係

$$\alpha = C \cdot 10^{K' \cdot p}$$

K', C の値はそれぞれ実線部で 0.222, 2.77。点線部で 0.203, 3.80 である。

よつて実線部で

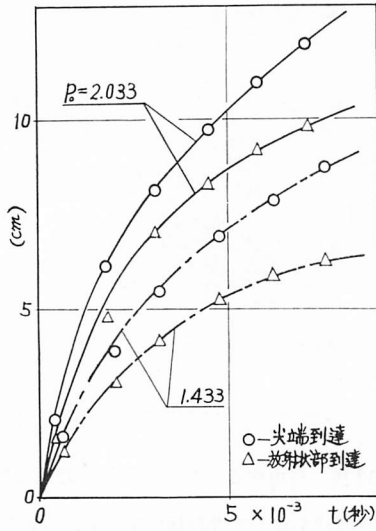
$$L = 2.77 \cdot 10^{0.222 \cdot p} \cdot t^{0.727}$$

点線部で

$$L = 3.80 \cdot 10^{0.203 \cdot p} \cdot t^{0.577}$$

ただし L : cm, p : kg/cm² abs., t : 秒である。

放射状部の到達距離は明確にはかりにくい、測定結果の一部を第15図にしめした、尖端到達の曲線と相似た傾向である。

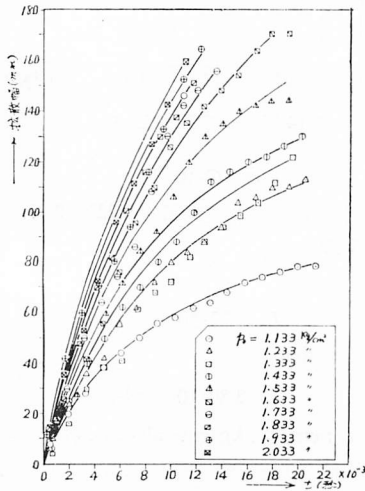


第15図 放射状部および先端到達距離と時間との関係

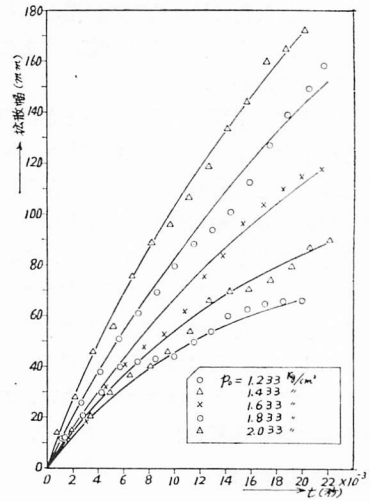
4.4. 噴流中心線に直角方向の拡散

噴出気流のy方向拡散のていどを見るため、y方向の最大幅を経過時間に対してとつたのが自由流出のばあい第16図、底面のあるばあい第17図である。

拡散幅は噴出が進行するにつれ、また初期圧力が高いほど増大する。底面のあるばあいは面との摩擦で乱流をおこし、y方向の分速度が増し、放射状角は増大するにかかわらず、拡散幅は自由流出より小さい。これは一方が底面で制限されているためである。ただし



第16図 自由流れy方向への噴気拡散幅(最大値)

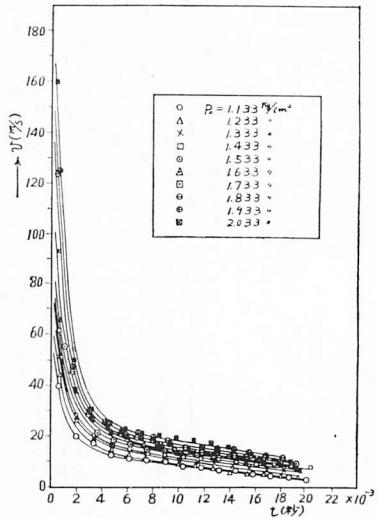


第17図 底面設置y方向への噴気拡散幅(最大値)

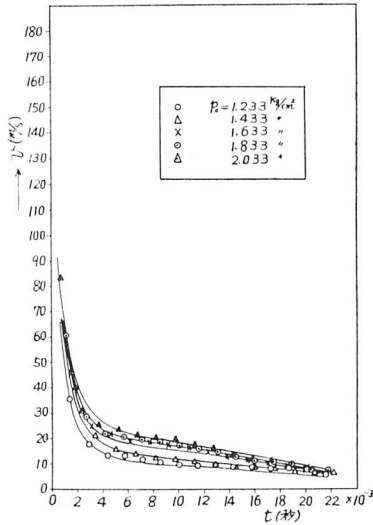
自由流出の幅の半分よりは大きい。

4.5. 噴出先端の速度

自由吹き出し、底面のあるばあい、一直角面のばあいのときのx方向先端速度を第18, 19, 20図にしめた。速度は吹き出しはじめに非常に早く、以後急激に減少し、双曲線状に時間軸に漸近する。初期の速度はいづれも大差ないが、底面があると時間経過とともに自由吹き出し流れより速度がおそくなる。第20図中にはy方向に折れ曲つて後の先端速度(上昇速度)も



第18図 先端移動速度と時間との関係(自由流れ)

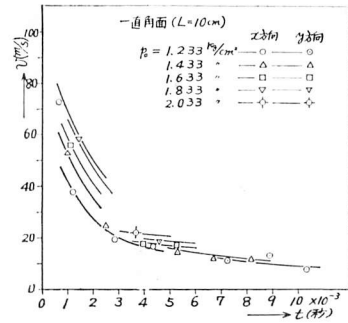


第 19 図 尖端移動速度と時間との関係 (底面つき)

記入したが、 x 方向の速度の延長の値と大差ない。つまり直角面に衝突して方向を変えても速度には目立った変化はない。

5. む す び

掃気孔から流出する空気流の形状、進行速度、底面、一直角面、二直角面の存在による流れの様相などについて、掃気の初圧力を変えて模型実験し、その性質を定性的に明らかにした。また噴出気流の尖端の進行状態ついて、放射状流、雲状流の二段階あること、そしてその尖端到達距離はそれぞれ次の式で表わせること



第 20 図 尖端移動速度と時間との関係 (一直角面)

を明らかにした。

$$L = 2.77 \cdot 10^{0.222} \cdot p_0^{0.727}$$

$$L = 3.80 \cdot 10^{0.203} \cdot p_0^{0.577}$$

ただし、このさい弁の開く速度は一定であつたので、これの変化の影響についてはさらに今後たしかめる必要がある。

6. あと が き

本研究にあたり装置の作製ならびに測定に終始努力した本学学生鬼塚裕幸、峰松吉彦君ならびに研究室員上加世田司郎君に謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) 富塚 清：航空研究所雑録。34 (昭 2-5) 255.
- 2) O. Lutz and W. Maier : T. H. Stuttgart 1, (1931).
- 3) R. Wille : A. T. Z. 44 (1941).