

# 気化器主噴出管内の燃料の流動様式と微粒化

## Flowing Modes in the Main Nozzle of Carburettor and the Atomization of Fuels

宝 諸 幸 男\* 長 南 健 一\*\* 関 直 哉\*\*  
 Yukio Hôsho Kenichi Chônan Naoya Seki

### 内 容 梗 概

気化器の燃料微粒化特性は混合比特性とともに最も重要な特性であり、従来多くの研究が行なわれているが、微粒化特性に対するエアブリードの効果直接的にとらえた研究はあまり見られない。

そこで筆者らは、エアブリードからの導入空気流量によって主噴出管内に惹起される燃料の流動様式によって、主噴出口部において行なわれる燃料の破壊状況を解析し、エアブリードが燃料微粒化特性に及ぼす効果を瞬間写真、高速度写真や直接微粒子捕捉法によって明らかにした。

### 1. 緒 言

微粒化された燃料粒子径は燃焼速度と混合気の分配特性を左右し<sup>(1)~(6)</sup>、エンジンの出力および燃料経済性に大きく影響する。

さて、これら重要な特性である微粒化の特性は従来多く報告されており、燃料微粒子群を直接捕捉する方法<sup>(7)~(11)</sup> および空气中に浮遊する粒子を瞬間写真または高速度写真に撮影観測する方法<sup>(12)~(15)</sup> などがあるが、エアブリードからの導入空気流量と微粒化特性との関係はまだほとんど明らかにされていない。

これまでに筆者らは、エアブリード導入空気流量に応じて主噴出管内の流動様式が変化し、それにもなつて主噴出口からの燃料噴出様式が直接的に左右されることを明らかにしてきた<sup>(16)~(18)</sup>が、ここではさらに流動様式と微粒化の関係を透明二次元模型および実用気化器について実験し、あわせてベンチュリ風速、水流量（またはガソリン）と微粒化特性の関係を定性的または定量的に求めた結果を以下に報告する。

### 2. 実験の方針

#### 2.1 ベンチュリ気流の圧送

気化器はエンジンによる吸入作用によって、気流流速とともにベンチュリ部に負圧を惹起し、この部分に配置されている主噴出管から燃料を噴出する構造になっているが、吸入の場合は微粒子群を直接捕捉することがほとんど不可能なため、ベンチュリ気流を加圧サージタンクから圧送し、その下流に捕捉シャッタ部を置いた。

#### 2.2 実験の順序

##### 2.2.1 噴出燃料の破壊機構

空気中の浮遊液滴が気流によって破壊される場合<sup>(19)(20)(5)</sup> と、主噴出口部で気流によって吹きちぎられる場合<sup>(9)(12)(15)</sup> とがあるが、気化器の場合はほとんど後者に属するので、主噴出管内の流動様式と主噴出口部において噴出液が破壊される模様に着目し、その状況を瞬間写真または高速度写真に撮影した。

##### 2.2.2 微粒子群の捕捉

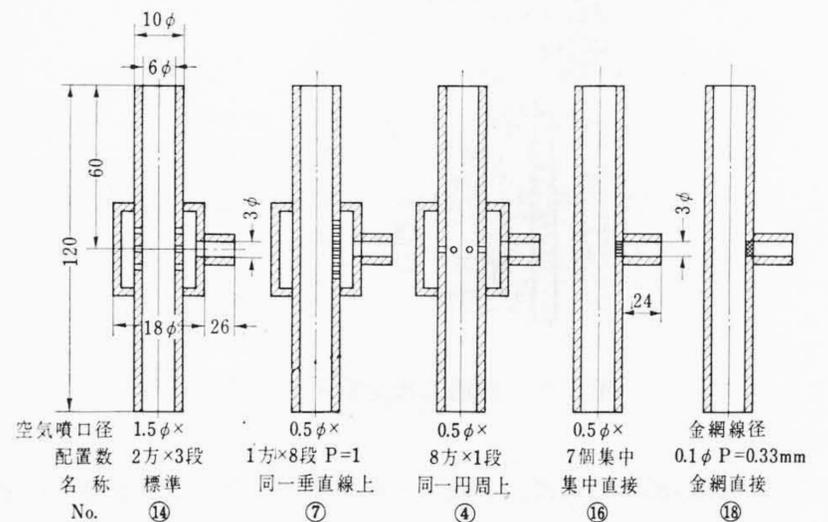
目視または写真観察によって微粒化の様子は定性的には判明するが、さらにこれを定量的に確かめるためには直接粒子を捕捉して、得られた粒子群の平均粒径と諸因子の関係をグラフまたは実験式として求める必要がある。

そこで、粒子の捕捉には柵沢氏<sup>(7)</sup>のシャッタによる直接捕捉法をとり、一方シャッタを工夫して、時間的変化を平面的に引伸して粒子の分布状況を直接見られるような顕微鏡写真を得た。

##### 2.2.3 平均粒径の求め方

\* 日立製作所多賀工場 工博

\*\* 日立製作所多賀工場



第1図 供試透明主噴出管の構造

シャッタ部に受止めた微粒子群の平均粒径  $d_0$  および粒数  $n$  は次に述べるソーターの式により、多くの顕微鏡写真から求められる。すなわち写真におけるたくさんの粒子を段階的に区分して

$$\text{粒 径 } d_1, d_2, d_3, d_4, \dots, d_i$$

$$\text{粒 数 } n_1, n_2, n_3, n_4, \dots, n_i$$

のように数えられたとすると、これらの平均値を  $d_0$  および  $n$  として、次のように与えられる。

$$d_0 = \frac{\sum d_i^3 \cdot n_i}{\sum d_i^2 \cdot n_i} \dots \dots \dots (1)$$

$$n = \frac{\sum d_i^2 \cdot n_i}{d_0^2} \dots \dots \dots (2)$$

### 3. 実験装置および実験方法

#### 3.1 供 試 品

##### 3.1.1 主 噴 出 管

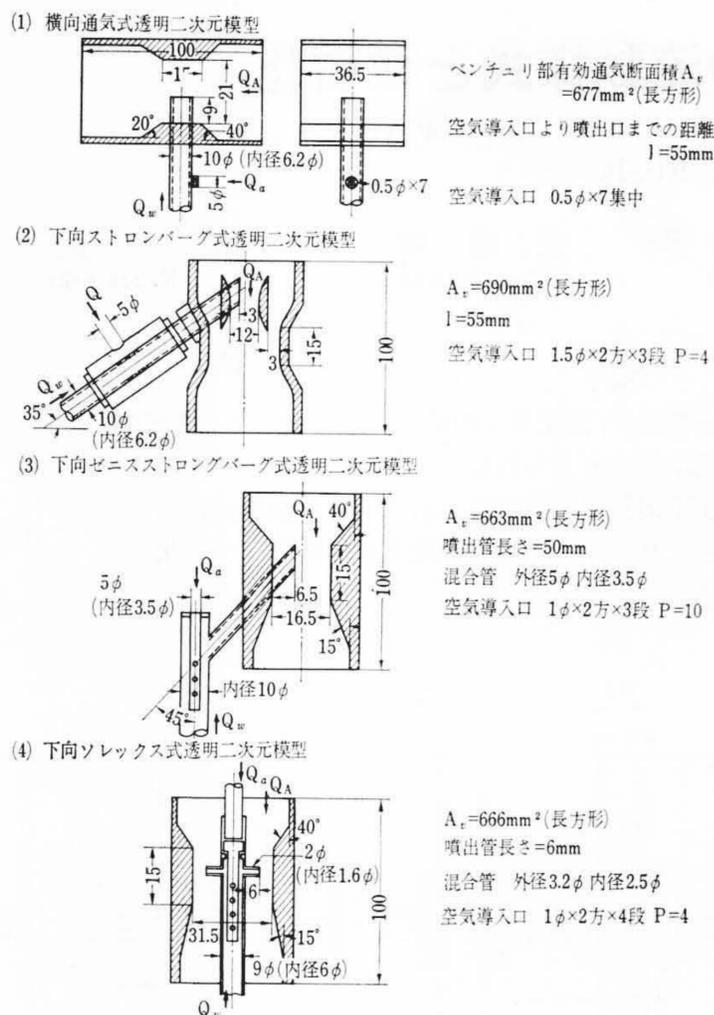
さきに報告<sup>(18)</sup>したように、主噴出管内の流動様式と燃料噴出様式の間には定性的に一定の関係があるので、主噴出口部における燃料の破壊状況を観測するために第1図のような主噴出管を用いた。

##### 3.1.2 透明二次元模型気化器

主噴出管内の流動様式と微粒化の関係を直接的には握るために、第2図に示す横向通気式、下向ストロンバーグ式、下向ゼニスストロンバーグ式、下向ソレックス式などの透明二次元模型気化器を製作して実験に供し、微粒子捕捉時、主噴出管内の流動様式を撮影して対応させた。

##### 3.1.3 実物気化器

模型気化器の実験結果が実物気化器の結果と、どの程度一致す



第2図 透明二次元模形気化器

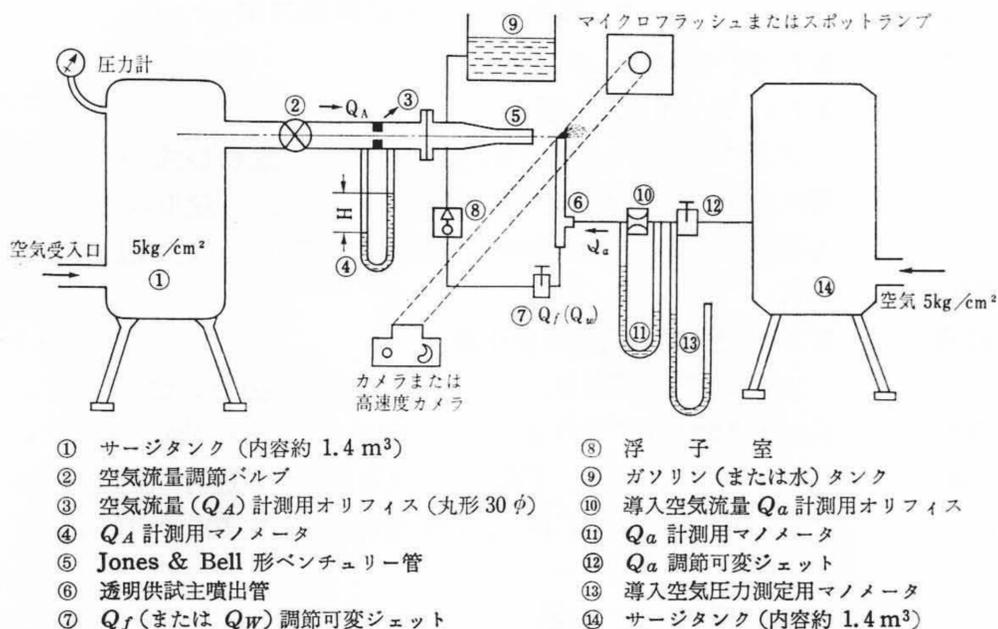
るかを確かめるために、下向ストロノバーク式および下向ソレックス式気化器について実験した。このために、それらの気化器の主燃料系統のみを生かし、スロー系統遮断、チョーク弁・絞り弁およびそれらの軸、加速ポンプ装置、補助燃料装置を除去またはふさいで、単純気化器として供試した。

### 3.2 実験装置

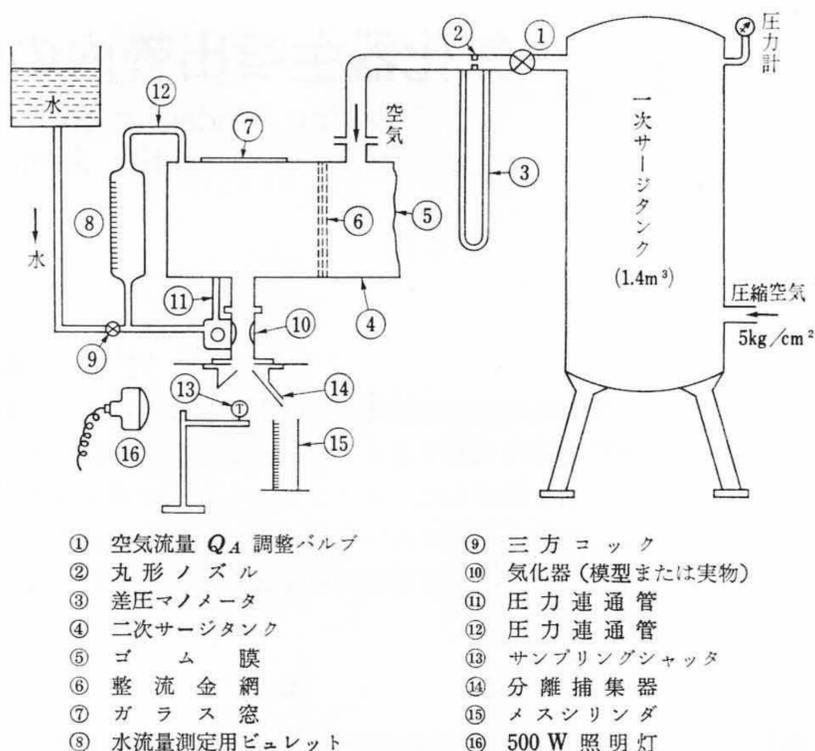
#### 3.2.1 燃料破壊状況観測

##### (1) 実験装置の概要

第3図にその系統図を示す。図の⑥の位置に第1図に示した供試主噴出管を配置して、⑦により燃料または水の流量を計量し、⑫により調節したエアブリード導入空気流量を⑩⑪で計量して、この場合の⑥内の流動様式とその先端噴出口部における燃料の破壊状況を瞬間写真または高速度写真に撮影する。⑤は主噴出口部に平行気流を与えるための口径24φおよび43φのJones & Bell形ベンチュリ管である。



第3図 燃料破壊実験装置の系統図



第5図 微粒化実験の系統図

##### (2) マイクロフラッシュの特性

高圧火花放電によるもので、せん光出力5Ws、せん光時間最小0.8μsである。第4図の写真はその外観で、目的に応じて1μフラッシュガンおよび30μフラッシュガンを用いた。フィルムは富士ネオパンSSSである。

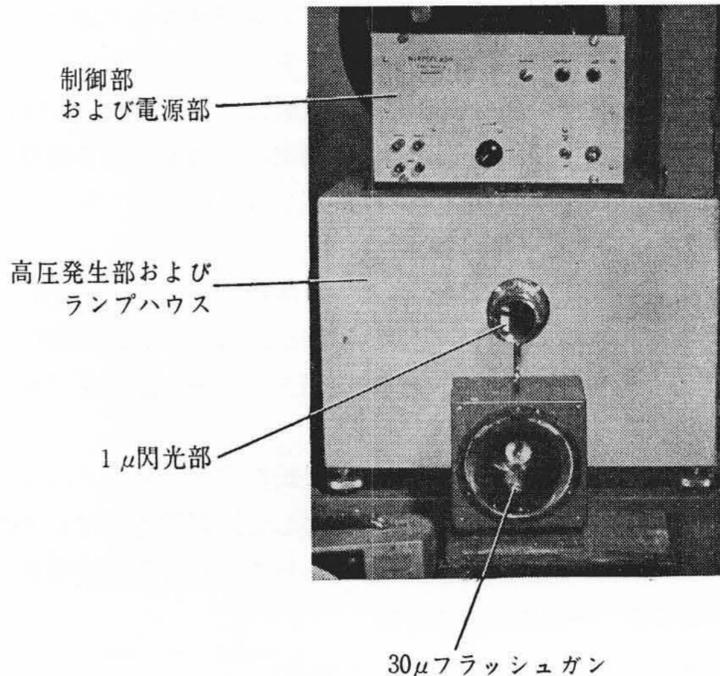
#### 3.2.2 微粒化実験

##### (1) 微粒化実験装置

微粒化実験には第3図の装置を改造して、第5図のようにボックスを設け、ガラス窓⑦から目視できるようにし、模型または実物気化器を⑩に配置する。一方、ボア壁面に沿う水は実験の精度を阻害するので、⑭分離器により分離して、別にメスシリンダ⑮により計量した。

##### (2) サンプルングシャッタ

主噴出管から噴出した微粒子の捕捉は棚沢氏らと同様に第6図のようなサンプルングシャッタを製作使用した。実験にあたっては、ガソリンの代わりに水を使用し、サンプルングシャッタに内蔵する受止ガラス板に受止液として最適のFBKエンジンオイルJを選定して使用し、またシャッタ露出時間  $t$  は予備実験によって、ベンチュリ風速  $W_v=100$  m/s 付近では  $t=1/70$  s,  $W_v=40$  m/s 付近では  $t=0.5\sim 2$  s としてよい結果を得ることが確かめられた。実験にあたっては、気温の変化が特性に影



第4図 マイクロフラッシュ

響するので、室温を15~20℃にほぼ一定に保持して実験した。また受止液の厚さは粒子径に対して適当な厚さを要するので、 $W_v$ に応じて変えた。

一方、気化器の出口にシャッタを配置する場合、微粒子群の粒度分布が各風速において、その気化器の特性を代表するものでなければならないので、予備実験によりその配置場所を選定した。

(3) 連続サンプリング装置

エアブリード導入空気流量によって変化する主噴出管内の流動様式に応じて、主噴出口部において脈打が発生することはさきに報告したが<sup>(18)</sup>、この脈打が微粒化特性に及ぼす影響をとらえることができると非常に理解しやすいので、第7図のような連続サンプリング装置を考案して実験した。

3.3 実験方法

3.3.1 燃料破壊状況観測

あらかじめ第3図のオリフィス③の差圧 $H$ に対し、主噴出口位置における風速 $W_v$ をピトー管により測定して、 $H$ - $W_v$ の関係を求めておく。ついで各 $W_v$ に対して、第1図に示す各種の主噴出管により、エマルジョン流、ピストン流、スラッグ流、環状流などの流動様式を生成せしめ、これらに対応して主噴出口部における燃料の破壊状況を撮影観測する。液の分裂様式は抜山・棚沢氏ら<sup>(7)</sup>により、次のように分類定義されているのでこれによることとする。

(1) 滴状分裂、(2) ひも状分裂、(3) 膜状分裂、(4) 樹枝状分裂などである。

3.3.2 微粒化実験

(1) ベンチュリ空気流量 $Q_a$ の測定

第6図②の丸形ノズルの前後差圧を $H_m$   $H_2O$ とすると、ベン

チュリ空気流量 $Q_a$   $m^3/min$ はつぎの式により求められる。

$$Q_a = 60 \alpha A \sqrt{\frac{2gH\gamma_w}{\gamma_a}} \dots\dots\dots (3)$$

- ここに、  $\alpha$ : 丸形ノズルの流量係数
- $A$ : 丸形ノズルの断面積 ( $m^2$ )
- $g$ : 重力の加速度 ( $m/s$ )
- $\gamma_a$ : 空気の比重量 ( $kg/m^3$ )
- $\gamma_w$ : 水の比重量 ( $kg/m^3$ )

また、ベンチュリ絞り部風速 $W_v$ は $Q_a$ をベンチュリ絞り部の有効通気面積で割った値とする。

(2) 水流量 $Q_w$ の測定

第5図のビュレット⑧の所定の日盛間の通過時間をストップウォッチで測定した結果から求める。

(3) エアブリード導入空気流量 $Q_a$

エアブリード前後の差圧から前報<sup>(16)</sup>の方法で求める。

4. 実験結果とその検討

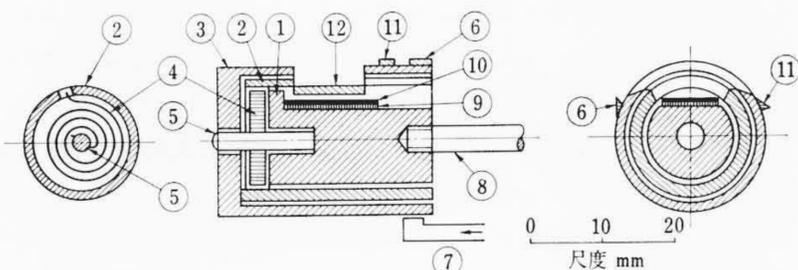
4.1 主噴出口部における燃料の破壊状況

一様な気流中に主噴出口部を配置し、気流流速 $W_v=0\sim 100$   $m/s$ に変化した場合、 $Q_a=0$ および $Q_a>0$ における各流動様式について、瞬間写真と高速度写真により、液の破壊状況を捕えた。

4.1.1  $W_v=0$ の場合

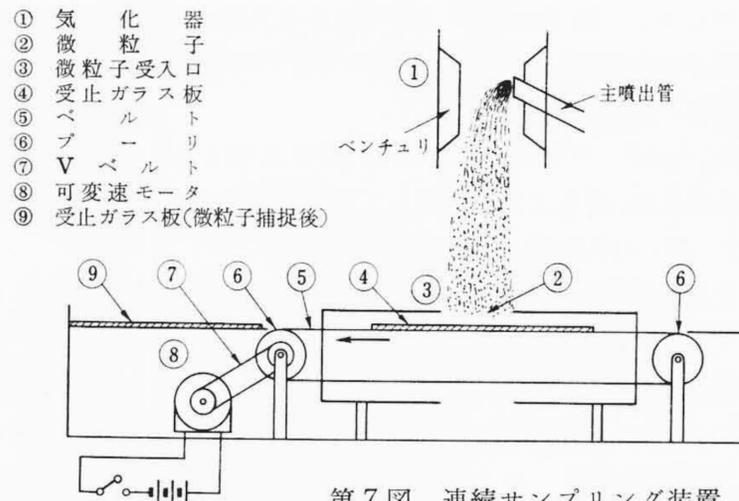
第8図は、(イ) 気泡流、(ロ) エマルジョン流、(ハ) ピストン流、(ニ) スラッグ流、(ホ) 環状流について、ガソリン流量 $Q_f=6$   $l/h$ 一定とした場合の主噴出口部における液の破壊状況を示す。この実験において、(イ)(ロ)は第1図の主噴出管④により、(ハ)~(ホ)は主噴出管⑭によったものである。

写真からわかるように、(イ) 気泡流および(ロ) エマルジ

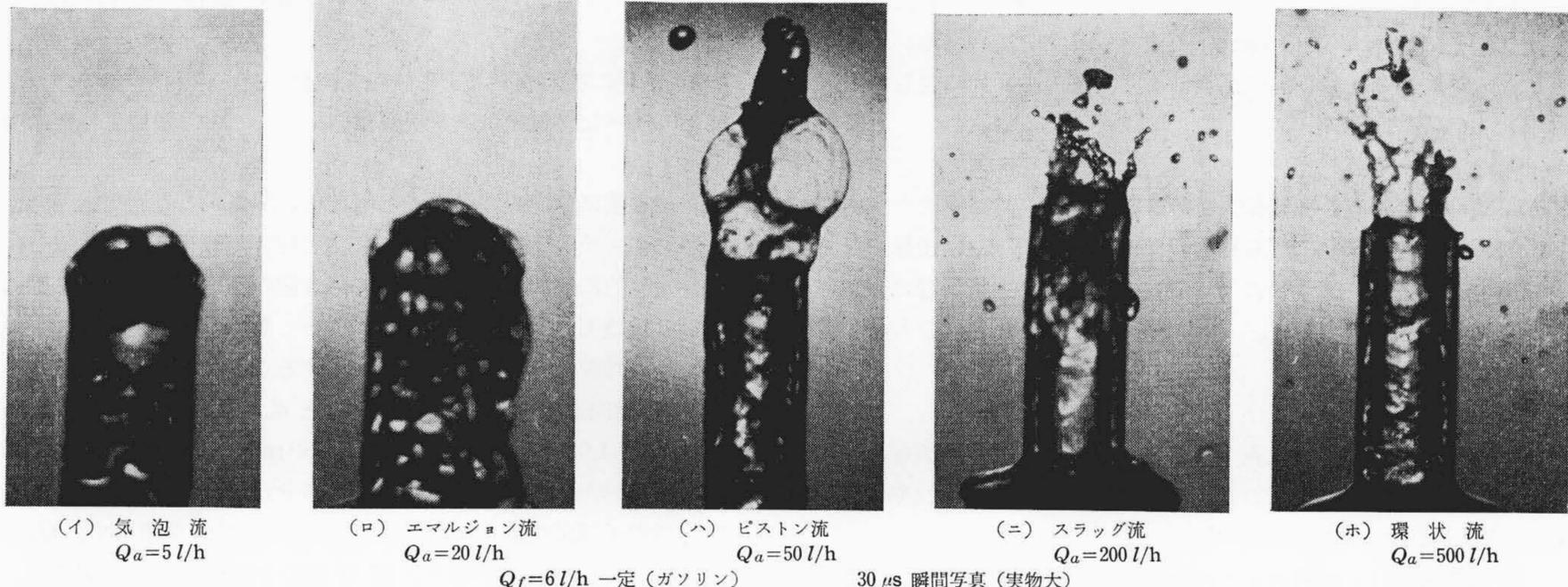


- ① シャッタボデー
- ② 回転ガイド (①に固定)
- ③ 回転外筒
- ④ ひげぜんまい (19形セイコー用)
- ⑤ 回転軸 (③にネジ止め)
- ⑥ ストップバ
- ⑦ レバ
- ⑧ シャッタホルダ
- ⑨ 受止ガラス板
- ⑩ 受止液
- ⑪ ストップバ
- ⑫ 微粒受入口

第6図 サンプルングシャッタ

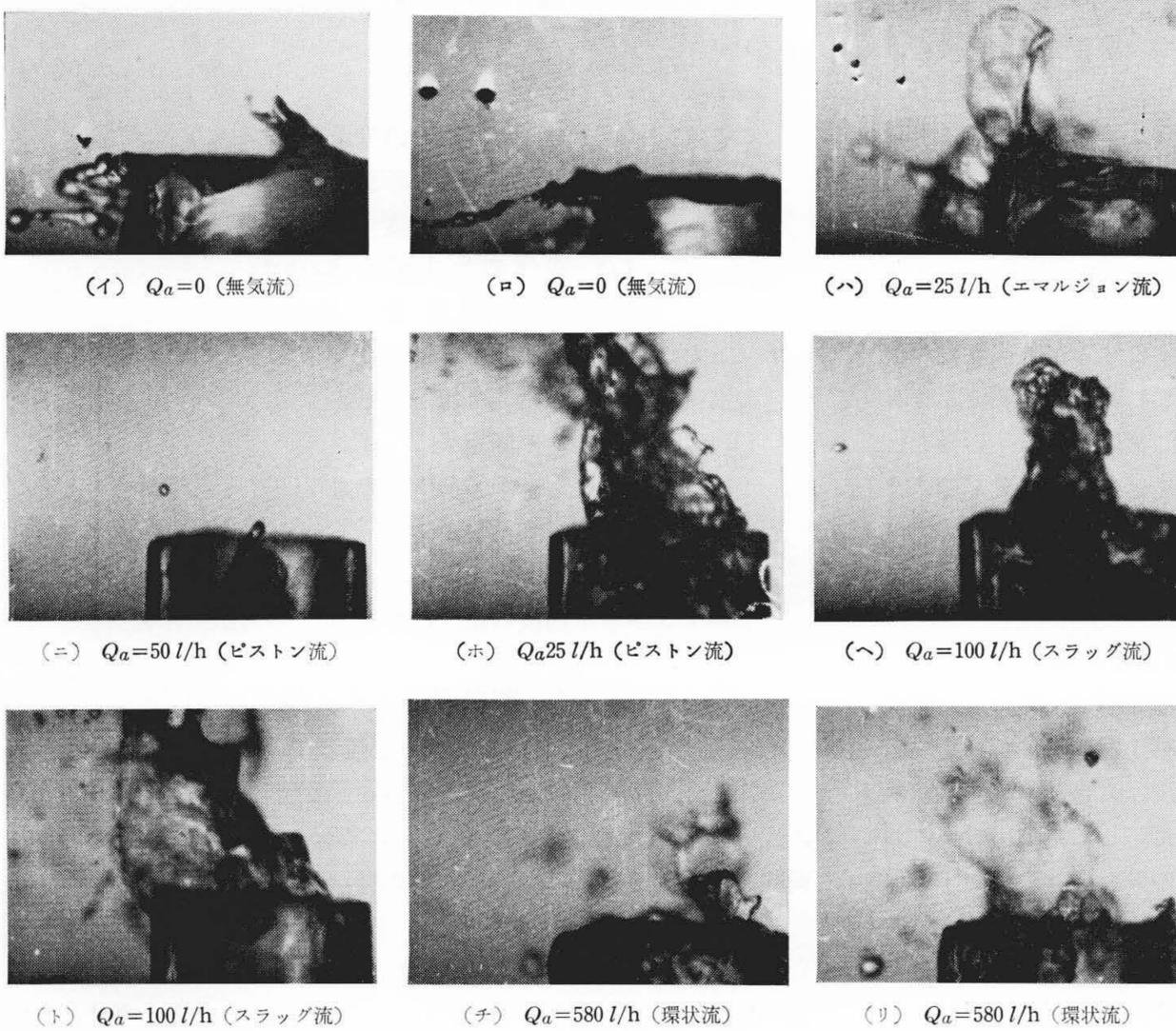


第7図 連続サンプリング装置



(イ) 気泡流  $Q_a=5$   $l/h$       (ロ) エマルジョン流  $Q_a=20$   $l/h$       (ハ) ピストン流  $Q_a=50$   $l/h$       (ニ) スラッグ流  $Q_a=200$   $l/h$       (ホ) 環状流  $Q_a=500$   $l/h$   
 $Q_f=6$   $l/h$  一定 (ガソリン)       $30 \mu s$  瞬間写真 (実物大)

第8図  $W_v=0$ の場合の液の破壊状況



(イ)  $Q_a=0$  (無気流) (ロ)  $Q_a=0$  (無気流) (ハ)  $Q_a=25$  l/h (エマルジョン流)

(ニ)  $Q_a=50$  l/h (ピストン流) (ホ)  $Q_a=25$  l/h (ピストン流) (ヘ)  $Q_a=100$  l/h (スラッグ流)

(ト)  $Q_a=100$  l/h (スラッグ流) (チ)  $Q_a=580$  l/h (環状流) (リ)  $Q_a=580$  l/h (環状流)

(倍率約1.3倍)  $Q_f=6$  l/h,  $W_v=12.8$  m/s, 撮影速度 2,500 駒/秒, 気流方向 (左)→(右)

第9図  $W_v=12.8$  m/s における各流動様式に対する液の破壊状況

ン流では、気泡自体では破壊する力もなく、また合体もしないで、かきの泡(あわ)のように主噴出管の周りに垂れ下がっている。(ハ)のピストン流では、図のように大きな気泡の途中がくびれて、この部分から切断し、同時に上側の気泡が破壊されて小滴となって四散し、空気中に浮遊する。

また、(ニ) スラッグ流、(ホ) 環状流では気液の流出速度が大であるため、自ら上方に噴出して破壊し小滴となって四散する。

#### 4.1.2 $W_v=12.8$ m/s の場合

気化器において微粒化の良否が問題になるのは比較的低速においてであって、特に主燃料の噴出始めにおいて重要な意味をもつ。この観点から、つぎに主燃料噴出初期にあたる  $W_v=12.8$  m/s の場合について、各流動様式における破壊状況を撮影観測した結果を以下に述べる。これらの写真は Beckman & Whitley 社製 3,300 こま/秒の高速カメラの撮影速度を 2,500 こま/秒に調節して、富士パナクロネガ 16 mm 100 フィートフィルムを用いて撮影したものであるが、紙面の都合により、各流動様式に対してそれぞれ 1~2 例のみを掲げる。

##### (1) $Q_a=0$ (無気流)

この場合の液の破壊様式は第9図(イ)(ロ)に示すようであるが、ちょうど岸壁に打ち寄せる波のようで、(イ)は後縁に打ち寄せられて、一部滴状になっている。(ロ)は主噴出管の縁からひも状にかかっており、やがて分裂するいわゆるひも状分裂である。

##### (2) エマルジョン流

第9図(ハ)はその代表例であるが、これは膜状分裂をなし、ベンチュリ風速が小さいときでも、比較的微粒化されやすい。

##### (3) ピストン流

第9図(ニ)、(ホ)のように、噴出がほとんど途絶えたと思うと、つぎには突然激しい勢いで噴出し、大気泡が破壊されると

き、その周りの液の塊まりを一緒に吹き上げるので、滴状、ひも状、膜状分裂の各様式が混じり、分裂後の液滴は非常にバラツクことが推定される。

##### (4) スラッグ流

第9図(ヘ)、(ト)のように、噴出の仕方はピストン流の場合と類似しているが大気泡の間には小気泡の集まりがはさまれているため、破壊にあたってはひも状、膜状および樹枝状分裂となるので、破壊後の微粒化はピストン流の場合に比べて良好となることが写真からも想像できる。

##### (5) 環状流

第9図(チ)、(リ)のように、ほぼ連続して噴出し、しかも主噴出管の内壁に沿って膜状をなして流れている液がそのまま噴出して気流によって吹きちぎられるので、ほとんどが膜状および若干の樹枝状分裂をなすために、非常に良好な微粒化が得られることがわかる。

#### 4.1.3 ベンチュリ気流流速 $W_v$ の影響

一般の気化器において主燃料系統が噴出をはじめるのは、 $W_v=10\sim 15$  m/s 付近からで、最大気流流速は  $W_v=120$  m/s に達するものもあるが微粒化が問題になるのは、主燃料の作動初期から中速にかけてである。以下に  $Q_a=0$  (無気流) の場合と  $Q_a=7.3$  l/h (エマルジョン流) の場合について、 $W_v=12.8\sim 100$  m/s にわたって噴出燃料の破壊状況を 1  $\mu$ s 瞬間写真に撮影した結果を第10図に示す。図において、無気流の場合が①~⑥に、エマルジョン流の場合が⑦~⑫であるが、おのおのの写真から微粒化の程度を判別しうるのは、①、②に対する⑦、⑧であって、 $W_v=41$  m/s における③と⑨ではすでに判別が困難であり、 $W_v=64$  m/s における④と⑩ではどちらがよい微粒化が得られるかほとんど判別しがたい。これらの写真から  $W_v=41$  m/s 以下では、無気流に対してエマルジョン流のほうが明らかに微粒化が良好である。すなわち、微粒化に対するエアブリードの効果は  $W_v=41$  m/s 以下の場合に見られる。

#### 4.2 透明二次元模型による微粒化実験

前節に述べた燃料の破壊状況観察結果によって、微粒化特性に対して

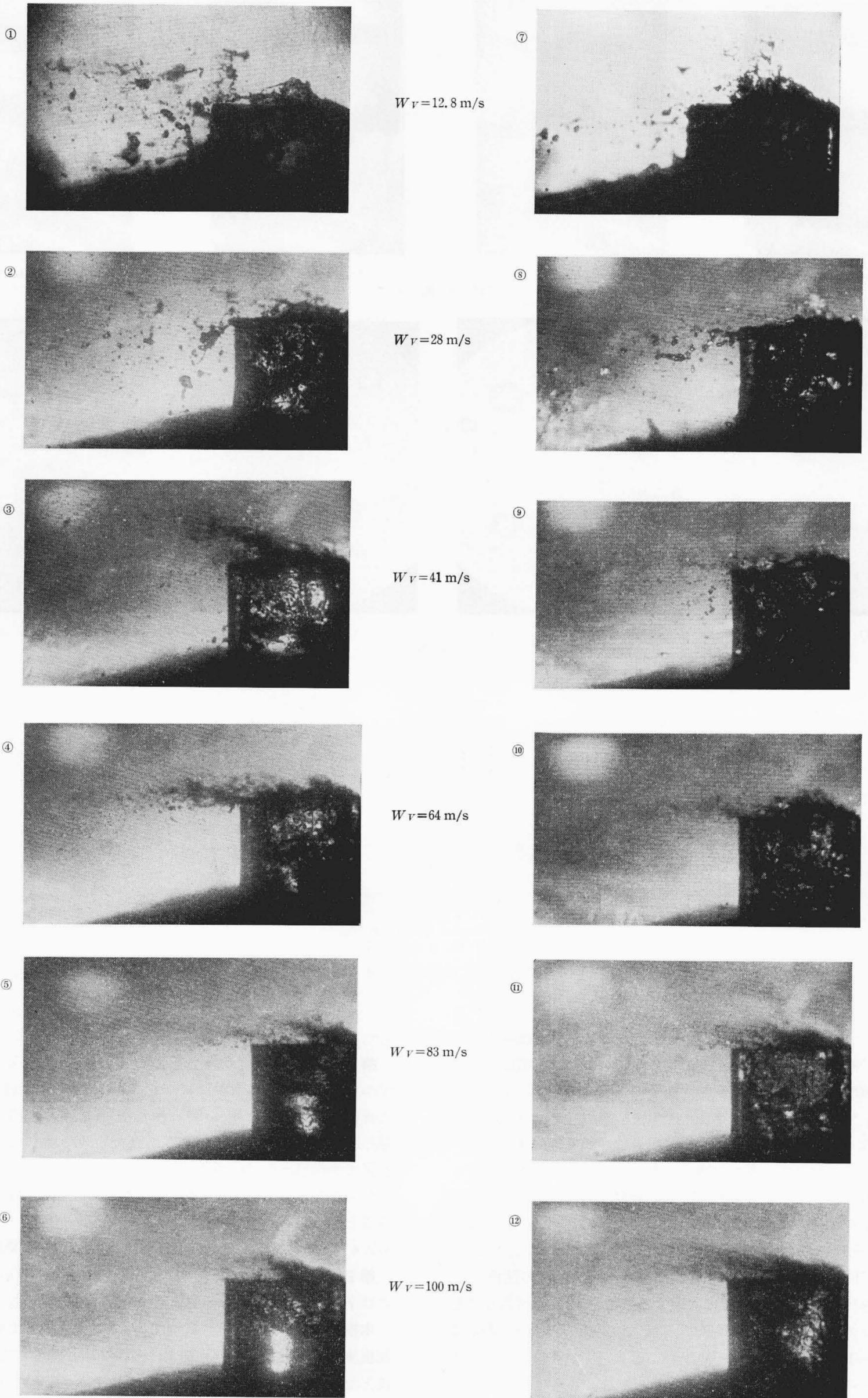
##### (1) 主噴出管内の流動様式と微粒化の関係

##### (2) ベンチュリ風速 $W_v$ の微粒化特性に対する影響

などが定性的に解明されたが、次に第3図の装置により、第2図に示した各種透明二次元模型気化器について微粒子捕捉実験の結果、次のように微粒化特性を定量的には握ることができた。

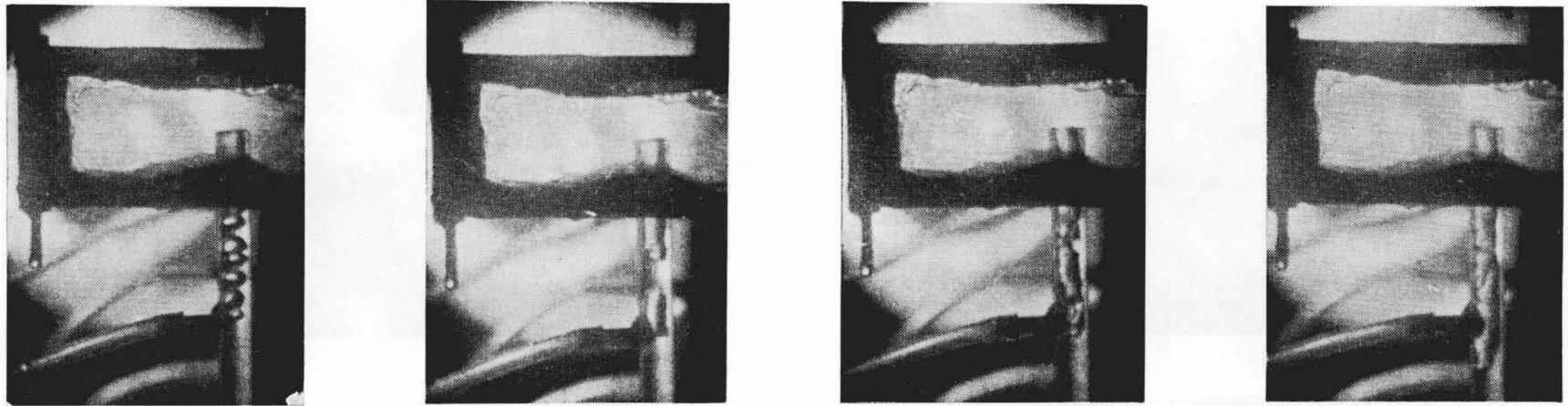
##### 4.2.1 横向通気式模型における $Q_a$ と $d_0$ の関係

$Q_a=0\sim 1,000$  l/h に変化し、 $W_v=50$  m/s,  $Q_w=6$  l/h 一定として主噴出管内の流動様式を種々変化させた場合、各  $Q_a$  に対して数回微粒子捕捉実験を行ない、(1)式により  $d_0$  を求めて、 $Q_a$  と  $d_0$  の関係をグラフ上に示すと第11図のとおりである。図には、各  $Q_a$  に対する流動様式および微粒子捕捉顕微鏡写真を併記した。

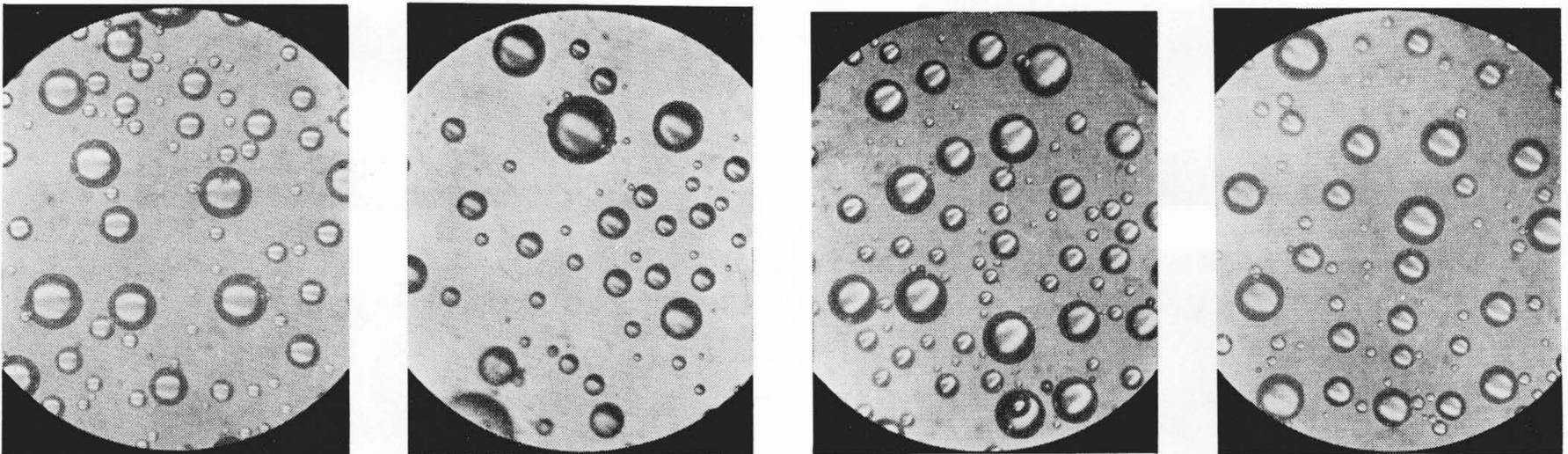


$Q_a=0$  (無気流)  $Q_a=7.31/h$  (エマルジョン流)  
 $Q_f=6l/h$  (ガソリン),  $1\mu s$  瞬間写真, 気流方向 (左)←(右) (倍率: 約 1.2 倍)

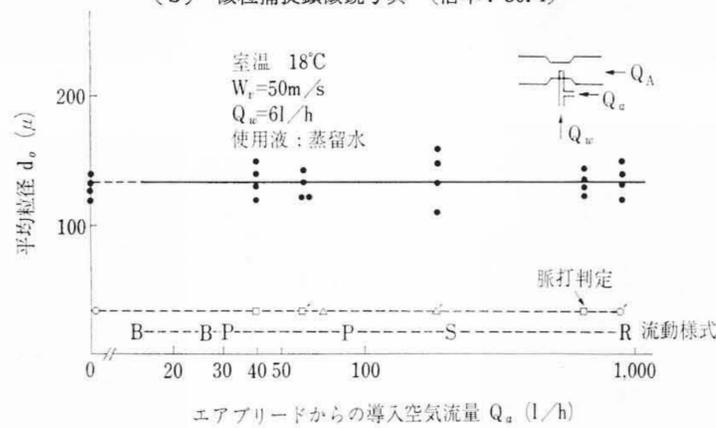
第10図 微粒化に対する  $W_v$  の影響



①  $Q_a=8.3\text{ l/h}$  (気泡流)      ②  $Q_a=47\text{ l/h}$  (ピストン流)      ③  $Q_a=186\text{ l/h}$  (スラッグ流)      ④  $Q_a=620\text{ l/h}$  (環状流)  
(a) 流動様式



①  $Q_a=0$   $d_0=136\ \mu$       ②  $Q_a=47\text{ l/h}$   $d_0=131\ \mu$       ③  $Q_a=186\text{ l/h}$   $d_0=133\ \mu$       ④  $Q_a=620\text{ l/h}$   $d_0=131\ \mu$   
(b) 微粒捕捉顕微鏡写真 (倍率: 30.4)



室温 18°C  
 $W_v=50\text{ m/s}$   
 $Q_w=6\text{ l/h}$   
使用液: 蒸留水  
 $W_v=50\text{ m/s}$ ,  $Q_w=6\text{ l/h}$  一定  
(c)  $Q_a$  と  $d_0$  の関係

第11図 横向通気式模型における  $Q_a$  と  $d_0$  の関係

図において  $Q_a$  の変化によって主噴出管内の流動様式は変化しているが、平均粒径  $d_0$  はほとんど変化しない。これは主噴出口部において破壊された粒子群のうち大粒子は気流に乗らず、ポア壁面に沿って流れ、中または小粒子が気流に乗ってシャッタに受け止められるからである。以下図中の記号について説明する。

流動様式において、 $B$ : 気泡流、 $P$ : ピストン流、 $S$ : スラッグ流、 $R$ : 環状流などの記号であり、また、脈打判定において、その程度を示すのに、脈打小から大に向かって  $\circ, \square, \triangle, \times$  などで示し、それらの中間程度のときは  $\circ$  を付して表わすこととした。

#### 4.2.2 下向ストロンバーグ式模型における $Q_a$ と $d_0$ の関係

前項と同様に、 $Q_a$  の変化に対応する微粒捕捉顕微鏡写真と  $Q_a-d_0$  のグラフを第12図に示す。図において、平均粒径  $d_0$  は  $Q_a=20\sim 100\text{ l/h}$  における気泡流ないしピストン流において最大となり、その後  $Q_a$  の増加に従って小となる。

#### 4.2.3 下向ゼニスストロンバーグ式模型における $Q_a$ と $d_0$ の関係

第2図(3)の模型における  $Q_a$  の変化に対応する  $d_0$  の変化は第13図に示すとおりである。この場合は  $W_v=100\text{ m/s}$  について示

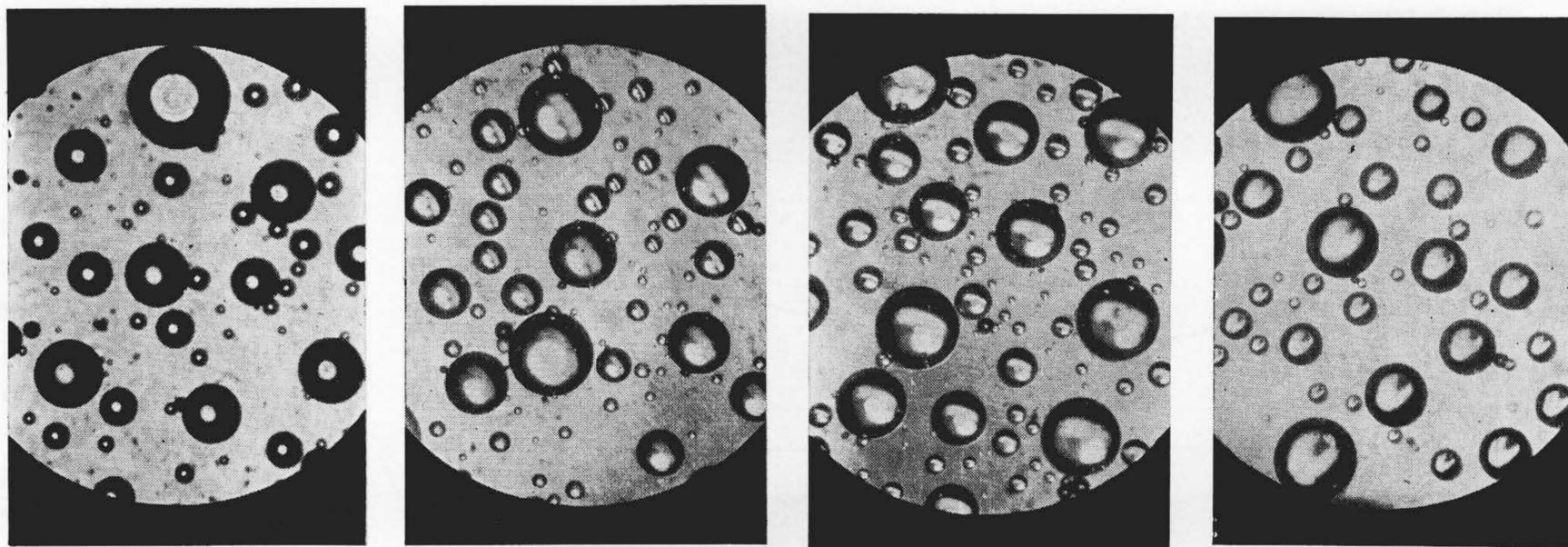
した。

第13図より、 $Q_a$  の増大とともに  $d_0$  は漸減するが、その差はわずかである。これは前説において、主噴出口部における燃料破壊状況観測結果から、 $W_v \cong 60\text{ m/s}$  以上では、 $Q_a$  の影響がほとんど見られなかったことと対応する。ただし図において、 $Q_a=50\text{ l/h}$  前後で燃料噴出の脈打が大となり、それにとまって  $d_0$  のバラツキが大となっており、この付近の現象は相当に不安定な状態にあることがわかる。

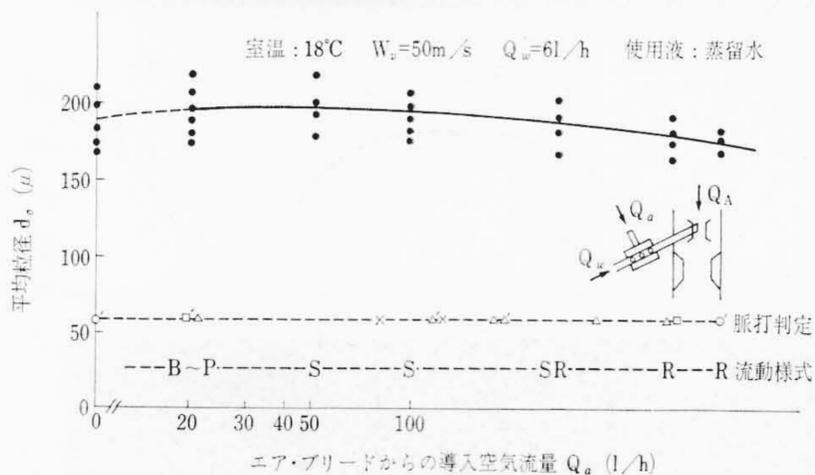
#### 4.2.4 下向ソレックス式模型における $Q_a$ と $d_0$ の関係

第2図(4)の下向ソレックス式模型において、 $W_v=50\text{ m/s}$  および  $70\text{ m/s}$  とした場合の実験結果を第14図に示す。

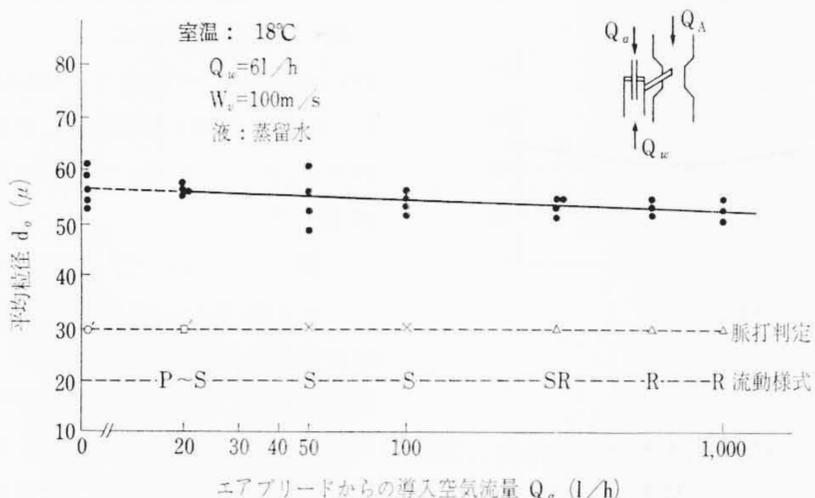
本模型では、他の形式に比べて  $Q_a$  の効果が顕著である。また、捕捉実験中流動様式の観察結果は  $Q_a=20\text{ l/h}$  にてすでにピストン流となり、 $Q_a=50\sim 100\text{ l/h}$  においてスラッグ流となり、主噴出口部において脈打が観測されたが、その脈打の程度は他の機種に比べて小さく、そのために微粒捕捉実験結果においても、 $d_0$  のバラツキ最大を示した  $Q_a=100\text{ l/h}$  においてすら  $d_0$  のバラツキは約15%程度にとどまっている。



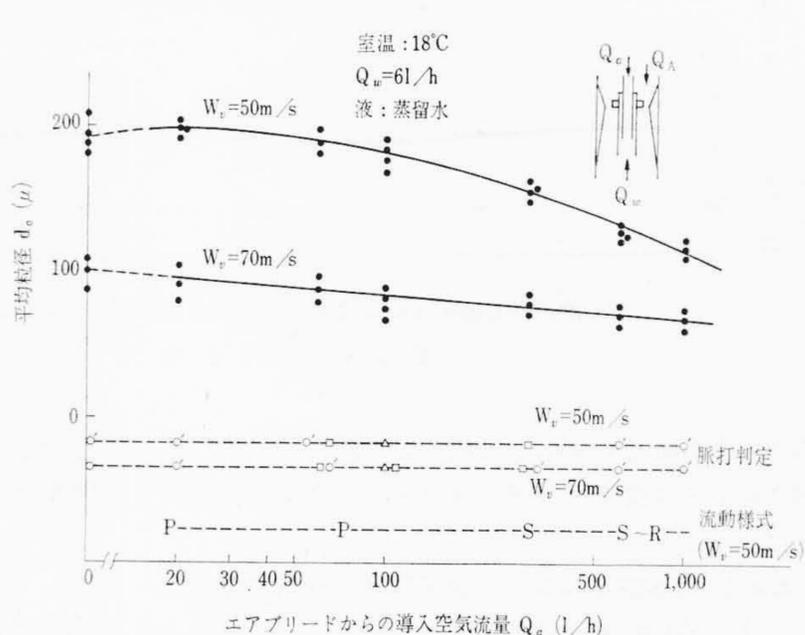
①  $Q_a=0$  (無気流)  $d_0=198 \mu$   
 ②  $Q_a=50 \text{ l/h}$  (気泡流～ピストン流)  $d_0=203 \mu$   
 ③  $Q_a=300 \text{ l/h}$  (スラッグ流)  $d_0=192 \mu$   
 ④  $Q_a=1,000$  (環状流)  $d_0=184 \mu$   
 $W_v=50 \text{ m/s}$ ,  $Q_w=6 \text{ l/h}$  一定 (倍率: 30.4)



第12図 下向ストロンバーグ式模型における  $Q_a$  と  $d_0$  の関係



第13図 下向ゼニス・ストロンバーグ式模型における  $Q_a$  と  $d_0$  の関係



第14図 下向ソレックス式模型における  $Q_a$  と  $d_0$  の関係

この理由はさきに報告<sup>(18)</sup>したように、主噴出口部が分岐管となって流れが絞られるために、 $Q_a=1,000 \text{ l/h}$ においては、主噴出口部における噴出速度が約  $70 \text{ m/s}$  にも達するため、ほとんど噴霧流に近い状態になっているからである。

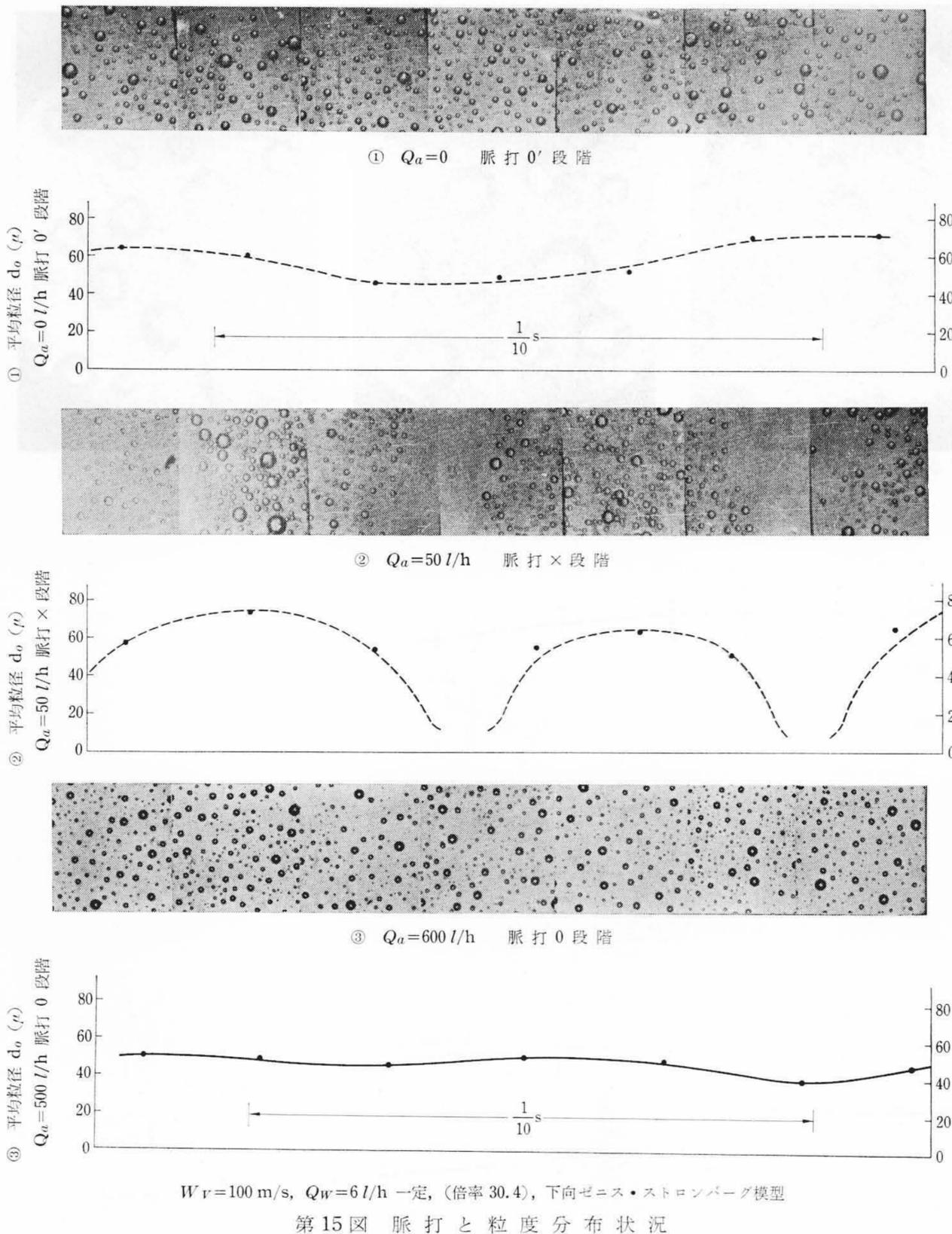
#### 4.3 脈打と粒度分布状況

脈打発生時の流度分布状況を調べるために、第7図に示した連続サンプリング装置を用いて、下向ゼニスストロンバーグ式模型における第13図の  $Q_a=0, 50, 600 \text{ l/h}$  について、モータで送られるベルト上に乗せられた受止ガラスに約  $100 \text{ mm}$  にわたって捕捉した微粒子群を顕微鏡にかけて、視界を隣接させながら移動して撮影した写真と、これらの写真から求めた粒度分布を第15図に示す。図において、①は粒度がやや大であるが脈打は比較的小さい。②は非常に激しく時間的な“むら”をなしており、これは脈打が大なることを示す。このことは第13図の  $Q_a=50 \text{ l/h}$  の測定点を見ると、数回測定

した  $d_0$  の値が相当バラツキ大となっていることに対応する。また③は、第13図の  $Q_a=600 \text{ l/h}$  の点に対応し、時間の経過に対してほとんど一様な粒度分布をなし、脈打が小さく、一様な連続噴出をなしていることがわかる。そして、これらの場合における各主噴出管内の流動様式はそれぞれ、無気流、ピストン流および環状流であることは前に述べたとおりである。ここに、時間の単位はグラフ上に写真と対応して記入したとおりで、左から右の方向に見る。これらの図からわかるように、 $W_v=100 \text{ m/s}$  のような高速でも、目視では見られないが、実際には相当に激しく脈打をなしていることが明らかにされた。

#### 4.4 実用気化器による微粒化実験

前述の模型による実験結果が実物気化器とどれほどの近似性があ



第15図 脈打と粒度分布状況

るかを確かめるために、以下に、下向ストロンバーグ式および下向ソレックス式実用気化器を改造して単純気化器として実験に供した。

4.4.1 下向ストロンバーグ式実用気化器の場合

$Q_w=6\text{ l/h}$ ,  $W_v=50$  および  $65\text{ m/s}$  の条件のもとに、各  $Q_a$  に対する粒子捕捉結果の顕微鏡写真と、これらの写真から  $d_0$  を求め、 $Q_a-d_0$  の関係をグラフにして第16図に示す。

図において、 $Q_a=50\text{ l/h}$  付近で  $d_0$  が最大となり、 $Q_a$  がさらに増大するとともにいくぶん減少する。この関係は4.2.2に述べた下向ストロンバーグ式模型の結果と非常によく一致している。ただ、脈打の最も激しい時期が模型の場合より  $Q_a$  のいくぶん小さい値のところにあるのは、主噴出管の内径が模型の場合の  $6\phi$  に対して実物気化器の場合は  $3\phi$  と細いために、流動様式およびベンチュリ気流の主噴出口への食い込み量が異なるためである。

4.4.2 下向ソレックス式実用気化器の場合

ソレックス式気化器では、一般に四つ足主噴出管と八つ穴主噴出管が実用されているが、両者の実験結果はほぼ類似しているので、以下には四つ足主噴出管の場合を詳しく述べる。

(1) ベンチュリ風速  $W_v$  と平均粒径  $d_0$  の関係

$W_v$  を変えて、MAB #0 および #200 の場合について、微粒子群を捕捉した顕微鏡写真を第17図に示し、これらの写真から求めた平均粒径  $d_0$  を、 $W_v$  を横軸にとってグラフに表わすと、第18図のとおりである。第17図において、各  $W_v$  に対して MAB #0 の場合と MAB #200 の場合では、明らかに粒子径の差が見られ、また第18図から、 $W_v$  の増大により  $d_0$  が急激に小さくなるのがわかる。図には、四つ足と八つ穴の特性を対応させ、かつ前に述べた壁面に沿う液の量  $Q_w'$  または  $Q_r'$  をプロットしてあるが、その量が意外に多く、気化器性能改良のため着目すべきことがわかる。

またここでは、 $W_v$  に従って  $Q_w$  が漸増している場合の実験結果を示したが、 $Q_w$  がどのように微粒化特性に作用するかを明らかにすることが結果の判定に必要である。

(2) 水流量  $Q_w$  と  $d_0$  の関係

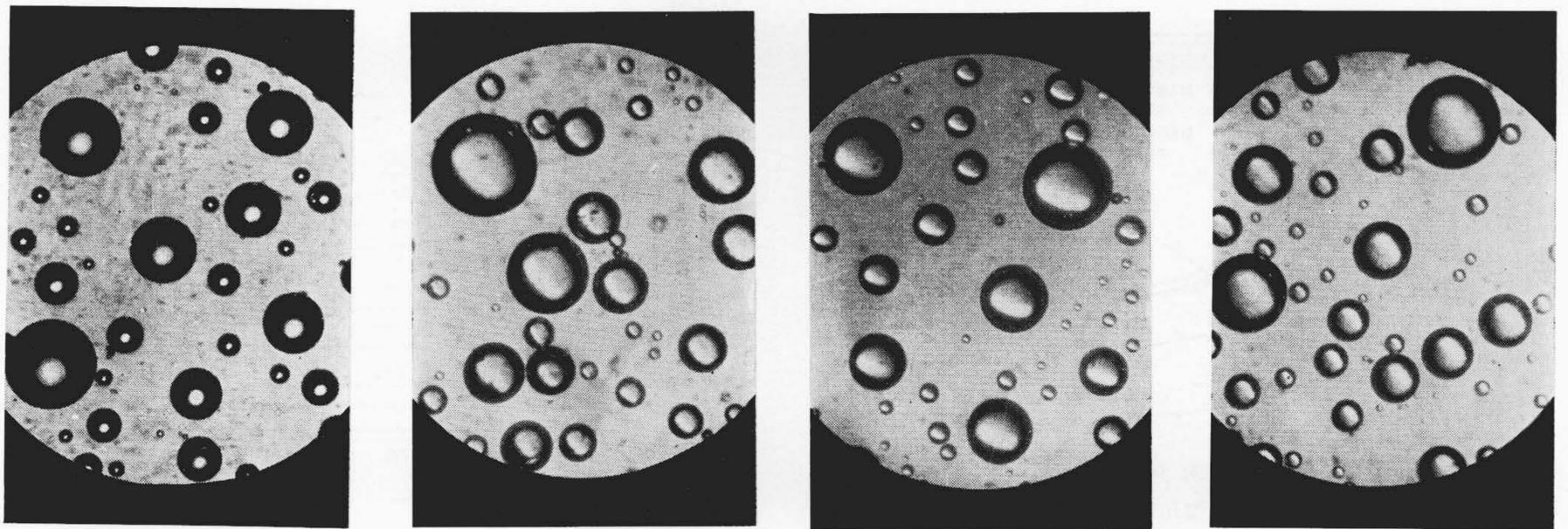
四つ足主噴出管について、 $W_v=40\text{ m/s}$  一定とし、MAB #0, #100, #200, #280 とした場合の  $d_0$  に対する  $Q_w$  の影響を第19図に示す。

各測定点において、相当のパラッキがあるが、これは燃料噴出の脈打と噴出燃料およびベンチュリ気流の横方向の振動<sup>(21)</sup>

に起因すると考えられ、実験中その状況が観測された。図において、MAB の大きさによって  $d_0$  に顕著な差が見られ、#0 と #280 とでは約40%の差がある。一方、 $Q_w$  の増大とともに  $d_0$  は大となり、 $Q_w=2\text{ l/h}$  と  $10\text{ l/h}$  とでは、MAB #0 の場合約50%、MAB #200 の場合約40% 前者のほうが  $d_0$  が小である。すなわち  $Q_w$  の影響が意外に大きく、気化器の良好な性能を得るための指針とすべきである。石神、田中氏ら<sup>(22)</sup>の実験で  $Q_a$  のある一定の値で  $d_0$  が極小になったのは、この  $Q_w$  の影響によるものと考えられる。

(3) エアブリード導入空気流量  $Q_a$  と  $d_0$  の関係

これまでの実験結果ですでに示されているが、さらに  $Q_a$  と  $d_0$  の関係を明らかにするために、 $Q_w=10\text{ l/h}$ ,  $W_v=40\text{ m/s}$  一定とし、 $Q_a$  を変えて微粒子群を捕捉した結果は第20図に示すとおりであるが、 $Q_a$  によって顕著な差が見られる。また  $Q_w$  を  $2\text{ l/h}$ ,  $6\text{ l/h}$  とした場合とあわせて  $Q_a$  を横軸にとってグラフ上に示すと第21図のようになる。図から、 $Q_w$  の大なるほど  $Q_a$  の影響が顕著に見られるが、これは  $Q_w$  が小なることと  $Q_a$  が大なることとは、主噴出管内の流動様式に対して、だいたい類似の効果を持つからである。



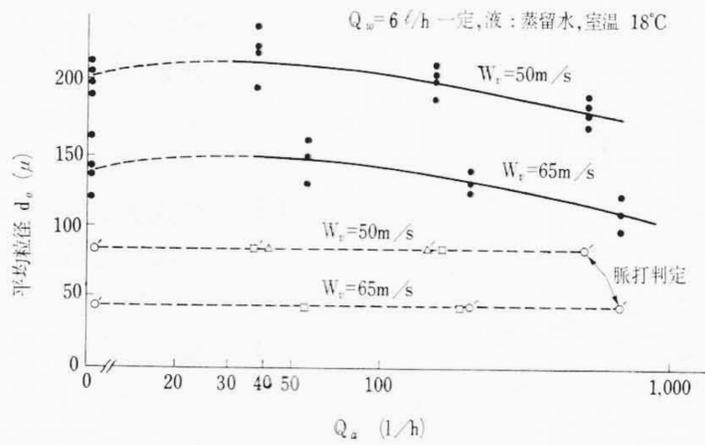
①  $Q_a=0$  (無気流)  
 $d_0=186 \mu$

②  $Q_a=36 \text{ l/h}$  (ピストン流)  
 $d_0=224 \mu$

③  $Q_a=150 \text{ l/h}$  (スラッグ流)  
 $d_0=208 \mu$

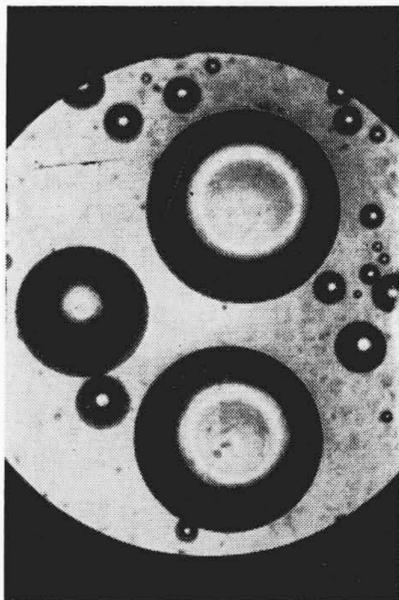
④  $Q_a=488 \text{ l/h}$  (スラッグ流～環状流)  
 $d_0=186 \mu$

$W_V=50 \text{ m/s}$ ,  $Q_W=6 \text{ l/h}$  (倍率: 30.4)

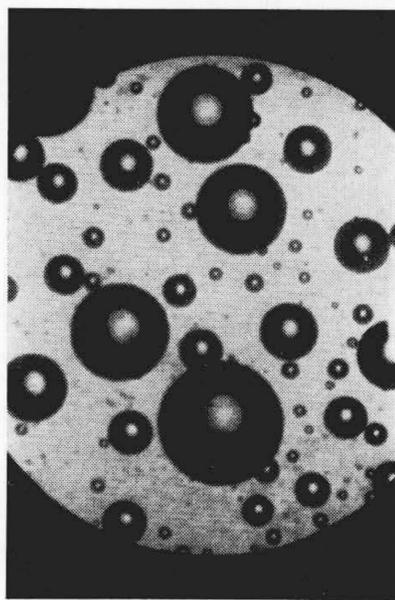


第16図 下向ストロンバーグ式気化器における  $Q_a$  と  $d_0$  の関係

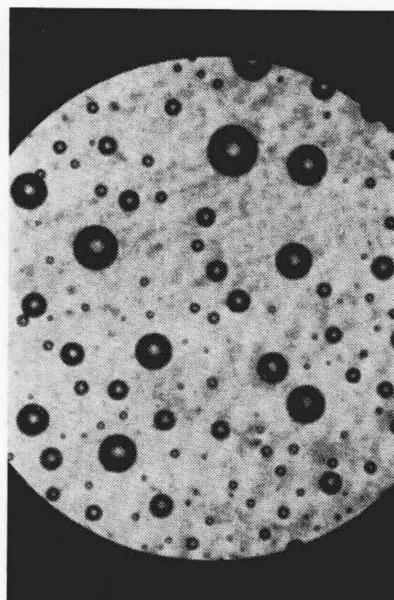
(a) MAB #0 の場合



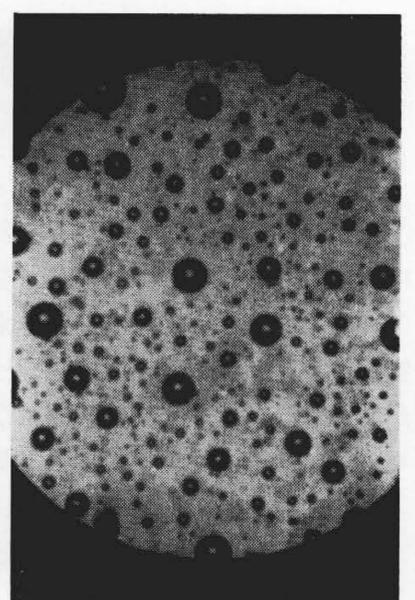
$W_V=40 \text{ m/s}$   $d_0=495 \mu$



$W_V=60 \text{ m/s}$   $d_0=240 \mu$

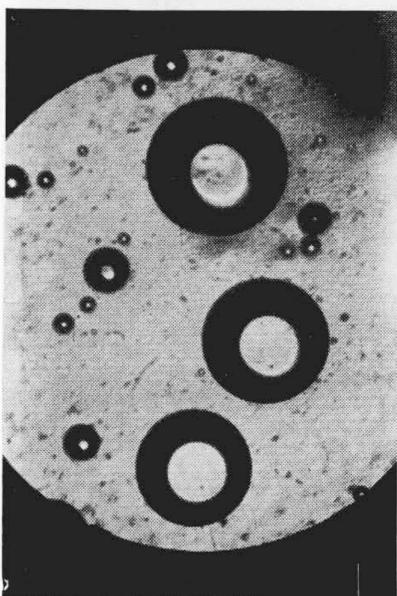


$W_V=104 \text{ m/s}$   $d_0=84 \mu$

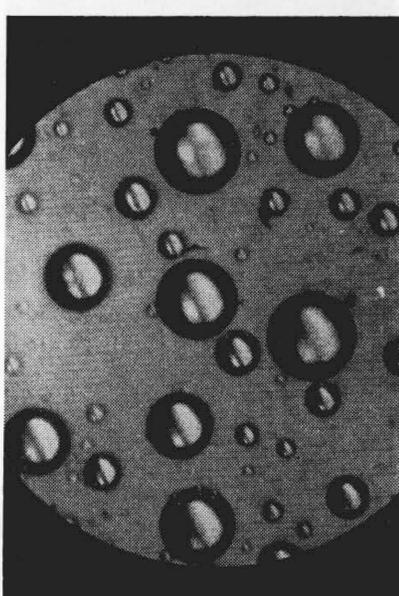


$W_V=135 \text{ m/s}$   $d_0=67 \mu$

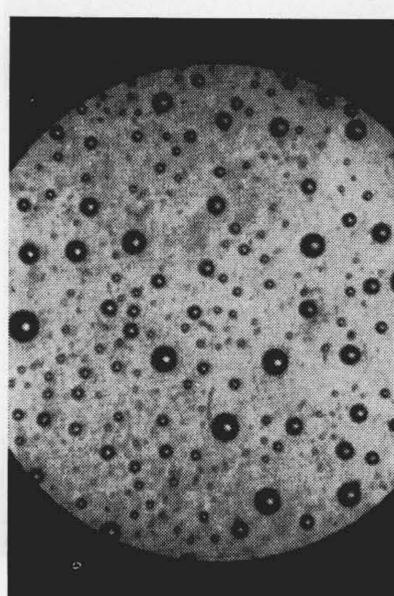
(b) MAB #200 の場合



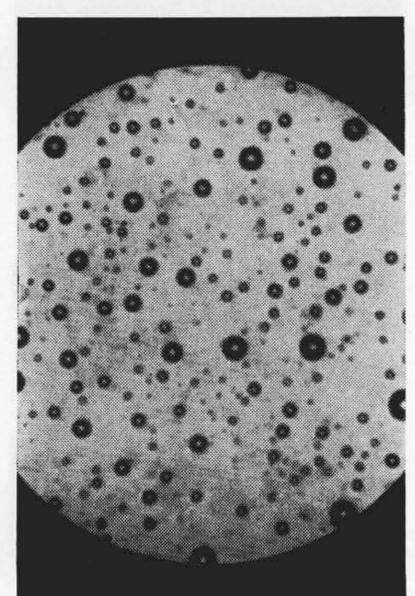
$W_V=40 \text{ m/s}$   $d_0=358 \mu$



$W_V=60 \text{ m/s}$   $d_0=184 \mu$

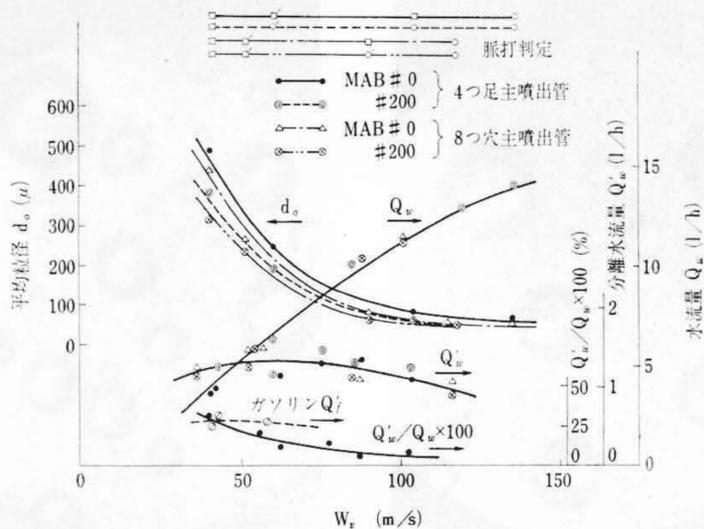


$W_V=104 \text{ m/s}$   $d_0=54 \mu$

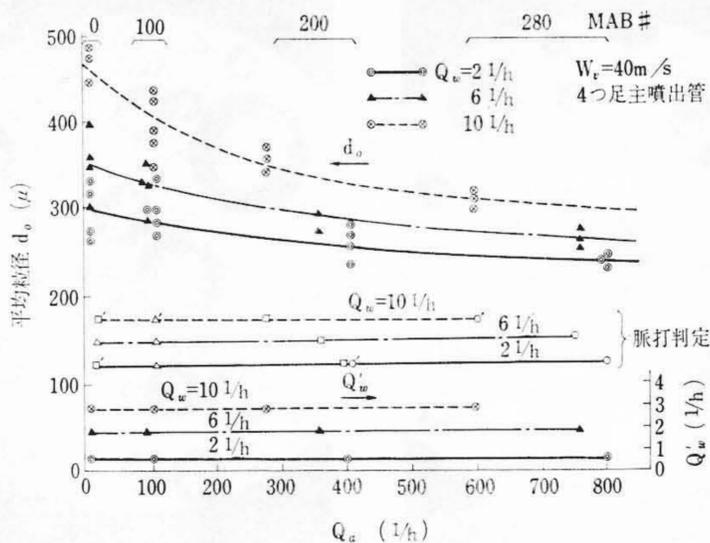


$W_V=135 \text{ m/s}$   $d_0=52 \mu$

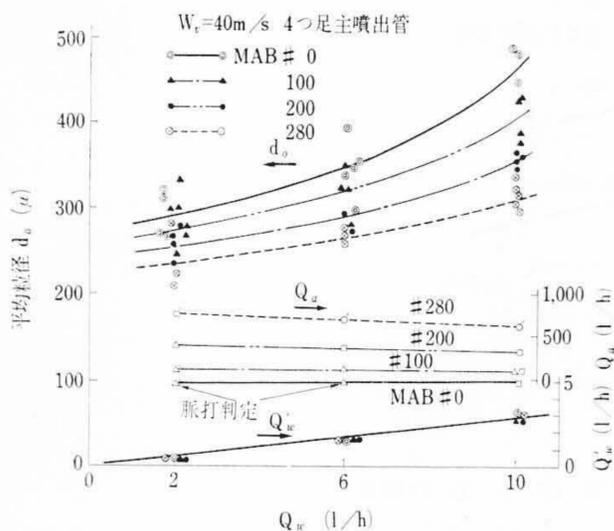
第17図 下向ソレックス式気化器における  $W_V$  と  $d_0$  の関係 4つ足主噴出管, 倍率 30.4



第18図 下向ソレックス式気化器における  $W_v$  と  $d_0$  の関係



第21図 下向ソレックス式気化器における  $Q_a$  と  $d_0$  の関係



第19図 下向ソレックス式気化器における  $Q_w$  と  $d_0$  の関係

### 5. 結 言

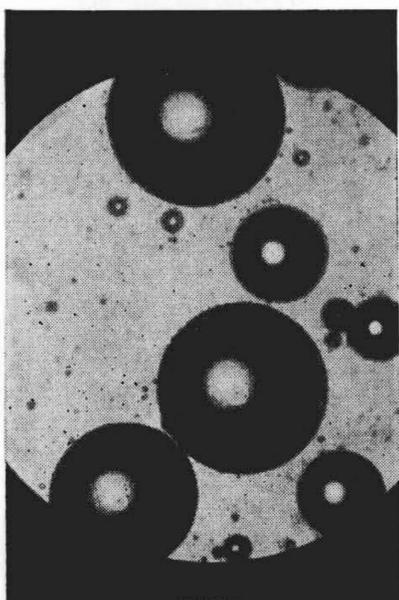
以上に述べたように、初めに主噴出管内の流動様式と主噴出口部における燃料の破壊状況の関係を定性的に調べ、ついで各種の模型気化器について、主噴出管内の流動様式に及ぼすエアブリード導入空気流量  $Q_a$  の影響を観測すると同時に、微粒子群を捕捉して、 $Q_a$  が平均粒径  $d_0$  に与える効果を測定し、この結果と実物気化器の結果を対応させた。これらの結果を要約すると次のとおりである。

- (1) 燃料破壊の様式は大別して、①滴状分裂、②ひも状分裂、③膜状分裂、④樹枝状分裂などに分類され、従来良好な微

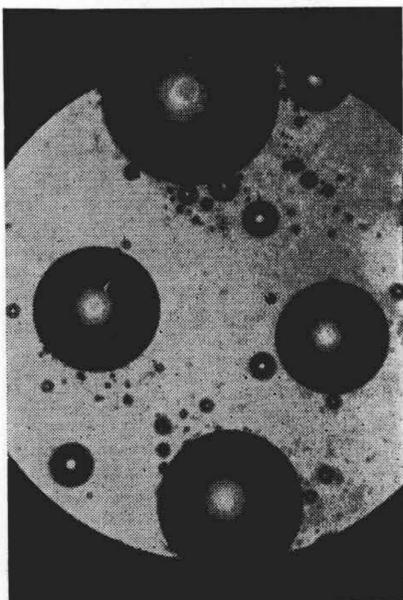
粒化を与えるといわれていたエマルジョン流は、①と③の分裂様式をとり、比較的よい微粒化が得られるが、環状流は③と④によって最良の微粒化特性を与えることがわかった。

- (2) 高速度写真や瞬間写真によって、微粒化が問題になるのは、気流流速  $W_v=60$  m/s 以下の場合で、中低速においてエアブリードの効果が必要なことが明らかになった。
- (3) 透明二次元模型による実験結果から、流動様式によって脈打を伴い、粒径のバラツキの原因となっており、一方各形式によって平均粒径  $d_0$  に対する  $Q_a$  の影響は異なり、横向通気式、下向ストロンバーグ式の場合は効果が少なく、下向ソレックス式では顕著な効果がみられた。
- (4) 燃料破壊状況の観測から得られた定性的結果は模型による微粒化実測結果とよく一致していることが明らかになった。
- (5) 連続サンプリング装置による微粒子群の粒度分布写真によって、脈打による弊害および良好な微粒化特性の長所を如実に表わすことができた。
- (9) 模型による微粒子実験結果は実用気化器の結果と非常によく一致しており、微粒化に対してエアブリード導入空気流量の影響もさることながら、液の流量が微粒化に対して意外に大きく影響することが明らかになり、気化器の性能改良に対して一つの指針となった。

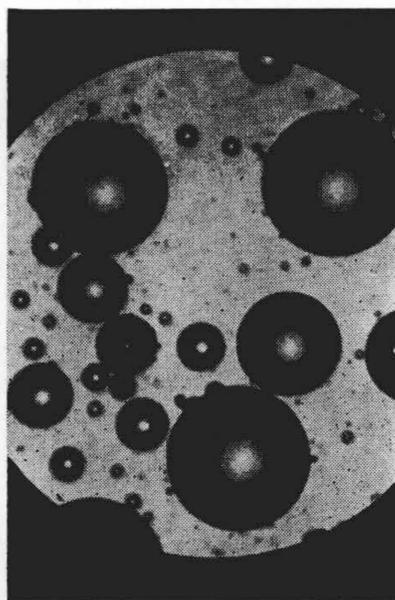
終わりに、本研究の実施に当たって、終始ご懇切にご指導賜わっ



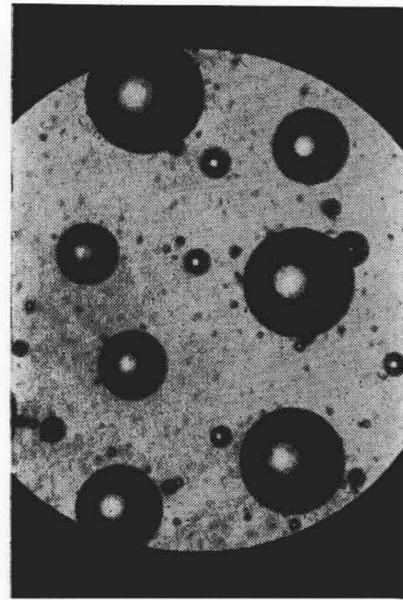
$Q_a=0$   $d_0=448 \mu$



$Q_a=100$  l/h  $d_0=338 \mu$



$Q_a=280$  l/h  $d_0=338 \mu$



$Q_a=600$  l/h  $d_0=276 \mu$

$W_v=40$  m/sec,  $Q_w=10$  l/h, 4つ足主噴出管 (倍率 30.4)

第20図 下向ソレックス式気化器における  $Q_a$  の影響

た東北大学坪内為雄教授、有益なご示唆を賜わった棚沢泰教授ならびに終始ご激励賜わった日立製作所多賀工場白石正邦部長に厚くお礼申しあげる。

参 考 文 献

- (1) 小林：液滴の蒸発および燃焼に関する研究，日本機械学会論文集中，Vol. 20, No. 100, 826 (昭 29)
- (2) 熊谷，磯田：燃料液滴の蒸発と燃焼，機械の研究，Vol. 4, No. 6, 337 (1952)
- (3) R. P. Probert: The Influence of Spray Particle Size and Distribution in the Combustion of oil Droplets, Phil. Mag, Vol. 37, No. 265, 94 (1964)
- (4) J. Mason Pilcher & Ralph E. Thomas: Drop-Size Distributions of Fuel Sprays, Advance in Chemistry Series, No. 20, 155 (1958)
- (5) A. M. Rothrock & C. D. Waldron: Fuel Spray and Formation in a Compression Ignition Engine Employing Air Flow, N. A. C. A. Repts. No. 588, 281 (1936-11)
- (6) C. C. Miesse: Recent Advance in Spray Technology, Applied Mechanics Reviews, Vol. 9, No. 8, 321 (1956-8)
- (7) 抜山，棚沢：液体微粒化の実験，日本機械学会論文集中，Vol. 4, No. 14, 128 (昭 13-5)；Vol. 4, No. 15, 138 (昭 13-5)；Vol. 5, No. 18, 131 (昭 14-2)；Vol. 6, No. 22, II-7 (昭 15-2)；Vol. 6, No. 23, II-18 (昭 15-5)
- (8) 棚沢，豊田：高圧高速液粒の微粒化の研究，日本機械学会論文集中，Vol. 20, No. 92, 299 (昭 29)
- (9) Yasushi Tanazawa & Shôichiro Toyoda: On the Atomization of Liquid Jet Issuing from a Cylindrical Nozzles, The Tech. Repts of the Tôhoku University, Vol. XIX, No. 2 (1955)
- (10) Yasushi Tanazawa & Shôichiro Toyoda: On the Atomizing Characteristics of Injectors for Diesel Engines, The Tech. Repts of the Tôhoku University, Vol. XXI, No. 1 (1956)
- (11) H. C. Lewis, D. G. Edwards, R. I. Rice & L. W. Smith: Atomization of Liquids in High Velocity Gas Streams, Industrial and Engineering Chemistry, Vol. 40 No. 19, 67 (1948-1)
- (12) R. A. Castleman, jr: The Mechanism of the Atomization of Liquids, Bureau of Standards Journal of Research, Vol. 6, 369 (1931)
- (13) A. R. Hanson & E. G. Domich: The Effect of Liquid Viscosity on the Break-up of Droplets by Air Blasts-A Shock Tube, University of Minnesota Institute of Technology Department of Aeronautical Engineering, Research Repts. No. 130 (1956-6)
- (14) 川田：無気噴油の分散について，機械の研究，Vol. 1, 193 (1948)
- (15) Dana W. Lee & Robert C. Spencer: Photomicrographic Studies of Fuel Sprays, N. A. C. A. Repts. No. 454, 215 (1933)
- (16) 宝諸，高橋，市川：気化器エアブリードの導入空気流量と燃料の脈打噴出，日立評論，44, 739 (昭 37-5)
- (17) 宝諸，高橋，横田：多数空気噴口による気化器主噴出管内流動様式とエマルジョン化について，日立評論，45, 800 (昭 38-5)
- (18) 宝諸，高橋，横田：気化器主噴出管内流動様式と燃料噴出様式の関係および環状流の領域について，日立評論，46, 460 (昭 39-3)
- (19) Naotsugu Issiki: Theoretical and Experimental Study on Atomization of Liquid Drop in High Speed Gas Stream, Repts, of Trans, Tech. Research Institute, No. 35 (1959-7)
- (20) R. E. Norwood: An Atomizer for the Production of Uniform Sized Drops and an Evaluation of a Theory of Single Drop Burst, Thesis, of M. I. T. (1956-6)
- (21) Yasushi Tanazawa, Shôzo Sasaki & Nobuki Nagai: The Atomization of Liquids by Means of Flat Impingement, The Tech. Repts. of the Tôhoku University, Vol. XXII, No. 1, 73 (1957)
- (22) 石神，田中：気化器の特性 (第 1, 2 報)，鹿児島大学工学部紀要，No. 8, 16 (昭 32-6)



特 許 の 紹 介



特許 第 423599 号

石 井 英 雄

ド ラ ム 型 フ ラ イ ン グ シ ャ ー

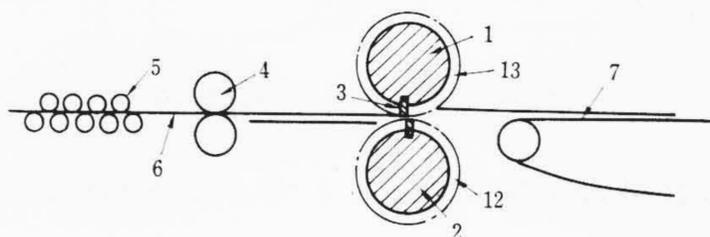
一般にドラム型フライングシャーとは、第1図に示すように矯正機5から一定速度で送られてくるストリップコイル6を、モータの回転力をだ円歯車の変速装置を介して作動する下ドラム2と、該下ドラム2に連結する下歯車12、上歯車13を介して回転する上ドラム1とに植込まれた刃3によって所定の長さに切断し、ランアウトテーブル7によって送り出すものである。

しかして従来のこの時の切断長さ調節は、ストリップコイルが一定速度で送られてくるのに対して変速装置によりドラム1、2の回転を遅らせて長さを調節する場合と、ドラムの取換えによって刃先円周径を変え長さを調節する場合とがあった。

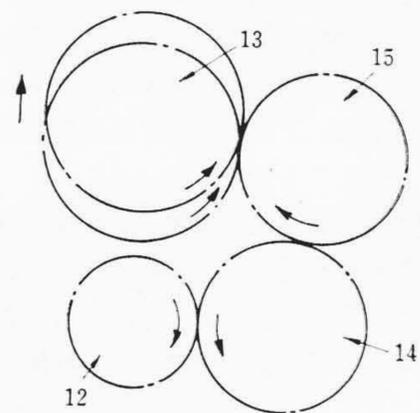
しかし前者においては、刃物とライン各速度を切断時に同期するためのだ円歯車による変速範囲が広くなり、変動トルクを取消す補助装置がきわめて大きくなる欠点がある。また後者においては、高価なドラムが数個必要となるばかりでなく、長さ調節のたびに手数をかけてドラムの取換えを行わなければならないなどの欠点があった。

本発明は、上記の欠点を解消するためになされたもので、第2図に示すように、下ドラム2に連結する下歯車12と上ドラム1に連結する上歯車13との間に、上下ドラムを反対回転させるように偶数個の歯車14, 15などを設け、該上下歯車12, 13のどちらか一方を上下移動可能となし、しかして、この移動にともない該ドラムに植込まれている刃3を上下させ、前記ドラムの刃先円周径を変化させることによって刃物の切断長さを調節するものである。

本発明によれば、従来のように補助装置が大形化したり、ドラムの取換えなどの手数を要することなく、容易に切断長さの調節を行なうことができる。(郷古)



第 1 図



第 2 図