

UDC 621.452.3.034

# 航空宇宙技術研究所資料

TECHNICAL MEMORANDUM OF NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

TM-269

FJRエンジン用高圧形セクタ燃焼器模型の実験（II）

鈴木邦男・石井浅五郎

1975年1月

航空宇宙技術研究所

NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

| 項 目   | 担 当 者                                   |
|-------|---|
| 実験・計測 | 佐々木康之 <sup>*</sup> ， 佐々木宣卿 <sup>*</sup> |

\* 川崎重工業（株）

# FJRエンジン用高圧形セクタ燃焼器模型の実験(II)\*

鈴木 邦 男\*\* 石井 浅五郎\*\*

## 概 要

FJR710/10 エンジンを対象にした高圧燃焼器のセクタ模型(正確には箱形模型)を、これまでに得た資料をもとに設計・製作し、大気圧燃焼実験を行なった。ライナ本体の改造は行なわなかったが、特殊なスワラの性能測定、ライナ隔壁板冷却空気の流出法の検討、分流板輪郭を大幅に変更したものや特殊な燃料噴射弁の性能測定などを行ない、実機燃焼器設計について直接役立つ資料および参考資料を得た。

## 1. はしがき

通商産業省工業技術院の大型工業技術研究開発の一テーマ:航空機用ジェットエンジンの研究開発にて試作したFJR710/10 エンジンの燃焼器を対象にした高圧燃焼器の箱形模型を試作して大気圧条件下での燃焼実験を行なった。供試燃焼器のケーシングや燃料噴射弁などは、第I報<sup>1)</sup>のものと同一で、ライナを以前に実験したものの空気孔配置<sup>2)</sup>(軸方向に3個の空気孔)に合せて新しく製作した。

燃焼実験の結果、第I報で用いた軸方向に4個の空気孔をもつ形より燃焼効率が全般にすぐれ、出口温度半径方向分布に対応する上下方向分布も好ましい傾向を示した。反面、出口温度不均一率は大きくなった。しかし、これは、分流板の改造などにより改善できたため、根本的な問題でないと推定される。

原型の性能測定のほか、ライナ隔壁板冷却空気の流出法の検討、特殊な燃料噴射弁やスワラ、鈍頭形分流板を用いた実験も行なった。これらの結果をまとめて報告する。

## 2. 記 号

- $n$  ; 空燃比  $= w_a / w_f$   
 $P_1$  ; 入口空気全圧  $kg/cm^2$  abs  
 $P_f$  ; 燃料噴射弁前圧力  $kg/cm^2$  G  
 $P_{fp}, P_{fm}$  ; プライマリおよびセコンダリノズルの燃

料圧力  $kg/cm^2$  G

- $t_1$  ; 入口空気温度  $^{\circ}C$   
 $t_2$  ; 出口平均温度  $^{\circ}C$   
 $t_{2i}$  ; 出口の各測定点温度  $^{\circ}C$   
 $T_2/T_1$  ; 出口入口温度比 K/K  
 $U_r$  ; 最大断面平均風速  $m/s$   
 $w_a$  ; 空気流量  $kg/s$   
 $w_f$  ; 燃料流量  $kg/s$   
 $\Delta t$  ; 平均温度上昇  $= (t_2 - t_1) \text{ deg } C$   
 $\delta_t$  ; 出口温度不均一率  $= ((t_{2i})_{max} - t_2) / \Delta t$   
 $\eta_b$  ; 燃焼効率 %

- $(\Delta P/P_1$  ; 全圧損失率  
 $\phi$  ; 全圧損失係数)

## 3. 燃焼器模型

### 3.1 ケーシング

燃焼器ケーシングは、第I報にて用いたものをそのまま流用した。したがって、断面形状は、FJR710/10 燃焼器のそれとほぼ同一である。アニュラ形の $1/4$ を矩形断面に修正したもので、4個の燃料噴射弁を用いる。

### 3.2 燃料噴射弁

燃料噴射弁は、第I報にて用いたもののうち、FJR710/10 のものと同等の性能をもつCC20-2 ノズルを用いた。なお、参考程度に新しく試作したノズル1種類を用いた。

### 3.3 スワラ

スワラは、主に、55 $\phi$ /43 $\phi$  盲付、旋回羽根板厚0.4tのものおよび54 $\phi$ /42.5 $\phi$  盲付、旋回羽根板厚1.0tのものの2種類を用いた。特殊なスワラとして、二重の旋回羽根をもつ二重スワラ・シリーズを用いた。二重スワラ・シリーズの内容を表1に、それらのスワラの図を図1(a)~(c)、および図2に示す。図2の左端のものは試作噴射弁用である。

### 3.4 分流板

分流板は、第I報と同等の原型のほか、先端を丸めた鈍頭形3種を用いた。図3に、この輪郭を示す。鈍頭形

\*昭和49年10月9日 受付

\*\*原動機部

表1 二重スワラ・シリーズ

| 二重スワラ呼称    | 特 徴  |
|------------|--|
| 二重スワラ原型    | スワラ内径側に直径 $34\text{mm}$ の筒を嵌め込み、筒の先端に旋回角約 $30^\circ$ のルーバ式スワラをつけたもの。ルーバ式スワラの軸方向位置は、スワラ取付面から約 $30\text{mm}$ 上流側。図1(a)参照。<br>スワラは $54\phi/42.5\phi$ 盲付、新形式噴射弁のときのみ $55\phi/43\phi$ 盲付。 |
| 二重スワラ・キリ孔付 | スワラ内径側に直径 $34\text{mm}$ の筒を嵌め込み、筒の先端に噴射弁用カラーを取付け、筒の円筒面に8箇所 $2.0\phi$ キリ孔をあけたもの。<br>図1(b)参照。  |
| 二重スワラ・ルーバ付 | スワラ内径側に直径 $34\text{mm}$ の筒を嵌め込み、筒の先端に噴射弁用カラーを取付け、筒の円筒面にルーバを6箇所をあけたもの。<br>図1(c)参照。  |

の目的は、次のようなものである。

- (1) 製作精度に基ずく性能のばらつきを、名前のように鈍感にして、減少させること。
- (2) 燃料噴射弁挿入孔をデフューザ部分にあげず、上流側に移し、スワラ空気取入孔と共用にして構造の簡単化をはかると同時に、性能のばらつきを少く

押えること。

### (3) 軽量化

鈍頭形の輪郭についての資料はほとんどないため、JR100 燃焼器の初期の実験<sup>3)</sup>をもとに適当に定めた。分流板は、ライナ板の隔壁板(スワラ取付板)より上流側に突出た部分にビス止めして組立てる。

### 3.5 ライナ(呼称CC20S-2)

ライナは、空気孔配置をCC10S<sup>2)</sup>相当とした。これは、スワラから第1列空気孔までの距離として最適と判断された  $70\text{mm}$  付近の値をとること、この結果から軸方向空気孔数が3個になることをそのまま採用したものである。ライナ第1列冷却スリットは、ライナの輪郭の点から第I報のCC20S-1 といくぶん変更し、図4に示す形とした。

ライナ隔壁板(スワラ取付板)は、二重構造として冷却する形とした。この冷却空気の流出法について3種類、および無冷却形を実験した。図5に隔壁板の種類を示す。

CC20S-2 ライナの概要を図6に、その外観を図7に示す。

ライナ開口面積の軸方向分布は、CC20S-1 の4孔から3孔に変更したため、いくぶんかわり、これを図8に示す。図8のスワラ開口面積比は、だいたい大きいですが、実際には、分流板入口で絞る形になっているため、空気流入配分としては、これより少ない方向に調整可能である。

## 4. 実験装置および実験条件

実験装置は、当所原動機部の缶形燃焼器試験設備のうちの常圧試験系を用いた。

燃焼実験は、次の条件で行なった。

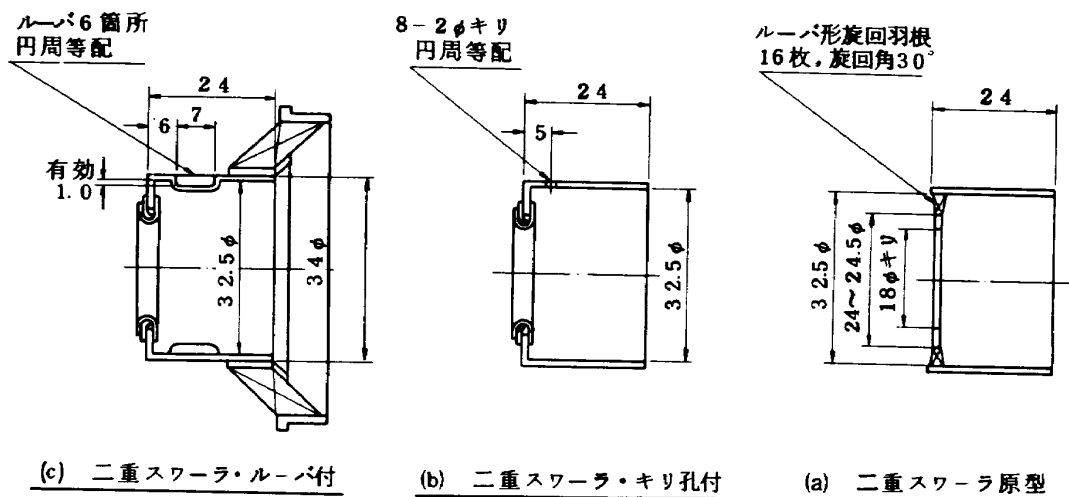


図1 二重スワラ詳細図



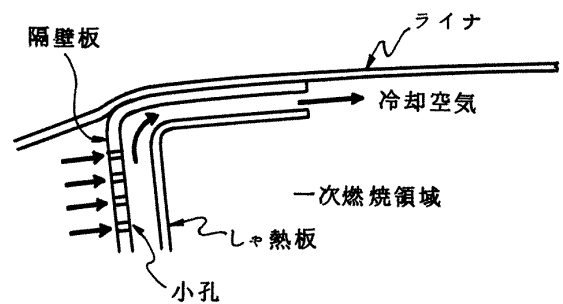
図2 二重スワラの外観 (左端のスワラは試作噴射弁用のもの)

燃焼器入口空気圧力:  $P_1 = 1.14 \sim 1.23 \text{ kg/cm}^2 \text{ abs}$   
 燃焼器入口空気温度:  $t_1 = 25 \sim 59^\circ\text{C}$   
 最大断面平均風速:  $U_r = 17.5 \sim 19 \text{ m/s}$  (ほぼ一定)  
 空燃比:  $n = 42 \sim 180$   
 使用燃料: Jet A-1

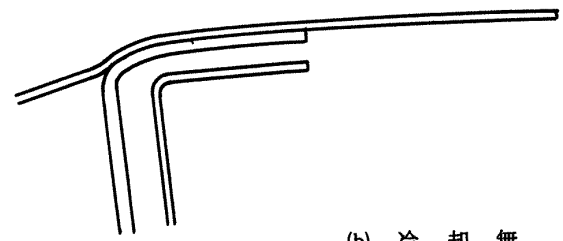
### 5. 実験結果

実験は、表2に示す内容について行なった。

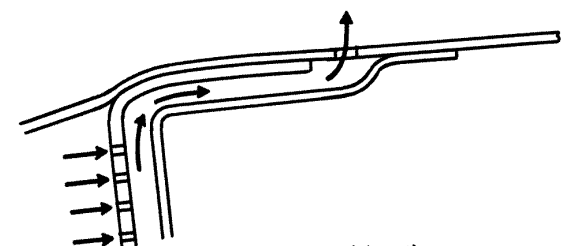
燃焼器の流れ模様の測定は、側壁を透明プラスチック



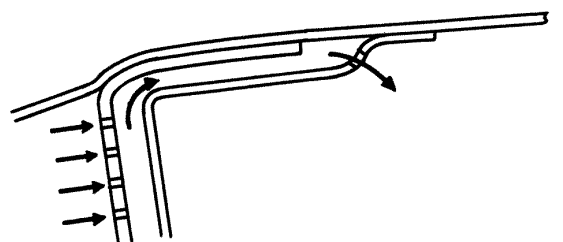
(a) 冷却有 (原型)



(b) 冷却無



(c) 改 ~ 1



(d) 改 ~ 2

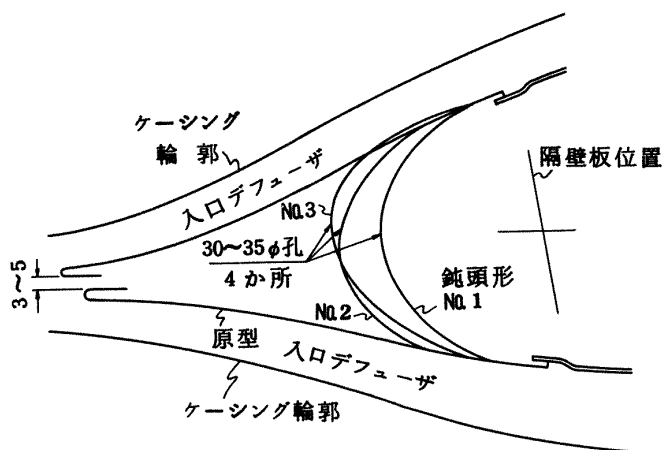


図3 分流板の輪郭

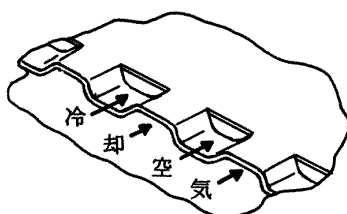


図4 ライナ第1列冷却スリット形状

図5 隔壁板冷却法による種類

表2 実験内容

|       | 実験内容  | 測定項目  |
|-------|---|---|
| 非燃焼実験 | ○ 流れ模様の測定   |   |
| 燃焼実験  | ○ スワローの比較<br>○ 隔壁板冷却法の比較<br>○ 分流板の比較<br><br>○ (参考) 試作噴射弁の性能測定 | ○ 燃焼効率 $\eta_b$<br>○ 出口温度半径方向分布 (上下方向分布)<br>○ 出口温度不均一率 $\delta_t$ |

表3 計測内容

| 測定項目    | 測定法                          | 測定精度 (推定)              |
|---------|------------------------------|------------------------|
| 空気流量    | オリフィス                        | ( $\pm 1\%$ )          |
| 燃料流量    | ピストン型流量計                     | $\pm 1.5\%$            |
| 入口空気温度  | CA熱電対 1点                     | $\pm 1.3\%$            |
| 入口空気全圧  | 水銀柱マノメータ 1点                  | (約) $\pm 1\%$          |
| 出口温度    | CA熱電対 28点<br>(上下方向4点, 横方向7点) | $\pm (1.3\% + \alpha)$ |
| デフューザ壁圧 | 水銀柱多管マノメータ 20点<br>(上下各10点づつ) | (約) $\pm 1\%$          |

板におきかえ、もめん糸のストリーマで観察した。ストリーマのトラバースは、側壁に平行な平面内にて二次元的に行ない、ピッチは通常10mmとした。最大断面平均風速は、ストリーマ観察の容易なところとして  $U_r \sim 6$  m/s を選定した。

燃焼実験時の測定は、表3に示す内容について行なった。

燃料噴射圧力の設定は、プライマリノズルの燃圧を5, 10, 15 kg/cm<sup>2</sup> Gとかえ、それぞれのプライマリ燃圧に対して所要の空燃比を得るようにセコンダリノズルを開いた。この模型の設計点空燃比は  $n = 50 \sim 55$  を考えている。

### 5.1 流れ模様の測定

非燃焼時の流れ模様は、燃焼時のそれと密接な関連をもち、スワロー下流側の循環流領域の大きさ、よどみ領域の有無、ライナ空気孔からの空気噴流の貫通状態などを調べる上に有効である。

スワローに55φ/43φ 盲付を用いたときの結果を図9～12に示す。

図9では、スワロー下流側に第1列空気孔からの空気噴流まで達する、上下2組のうずがみられる。上下のうずの大きさは、いくぶんアンバランスである。第1列空気孔からの空気噴流は、上側からのものが強くでているが、これは、スワロー旋回方向の影響によると判断される。第2列空気孔より下流側は、比較的単純な流れであ

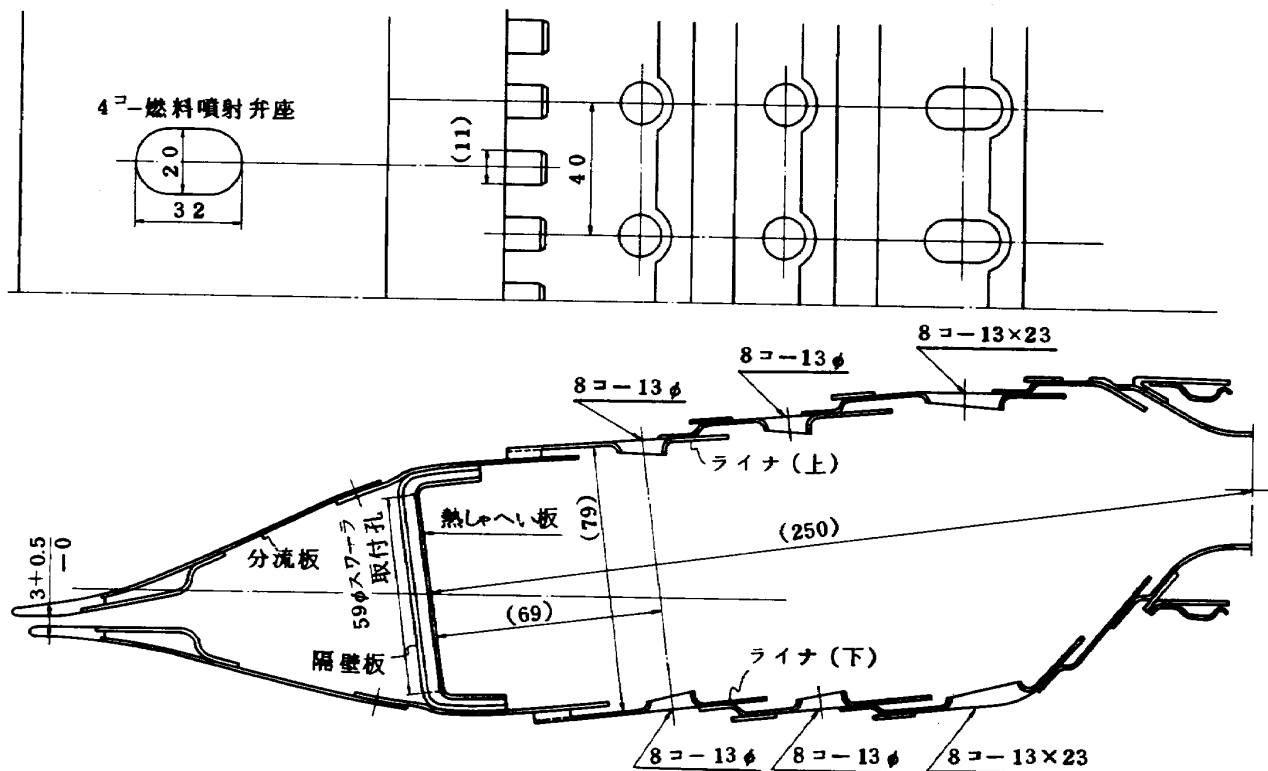


図6 CC20S-2 ライナ概要図

る。

図10では、スワラ旋回方向に基ずく非対称なうずが上流側にあり、上下第1列空気孔からの噴流は、中央で衝突せず、下側からの噴流が下流側にずれている。上側からより下側からの噴流のほうが全般に強い。

図11は、スワラおよび空気孔中間断面のものである。隔壁板付近に乱れた流れのあるほか、複雑な流れはない。全体的に下側に向う流れが多い。これは、図10

の上側に向う流れを補償している形である。

図12は、図10とスワラの反対側にある空気孔中心断面のものである。第1列空気孔より上流側では、図10と反対に下側に向う流れが多い。第1列空気孔より下流側は、図10と似ている。

以上のことから、次のことがいえる。

- (1) スワラによる循環流は、第1列空気孔直前まで存在する。

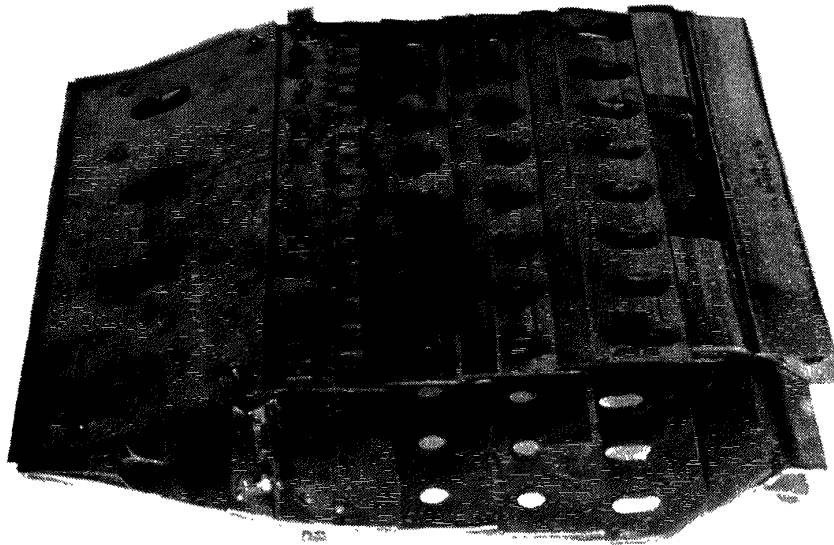


図7(a) CC20S-2 ライナ外観 (1)

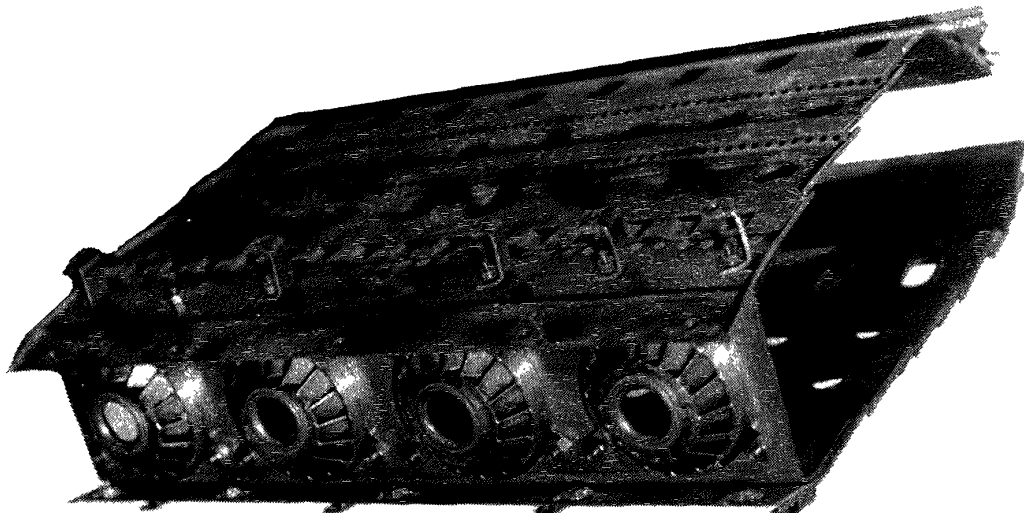


図7(b) CC20S-2 ライナ外観 (2)

- (2) ライナ空気孔からの空気噴流貫通距離は、ライナ幅の $\frac{1}{2}$ 以上あり充分である。
  - (3) 全般に下側ライナからの空気噴流のほうが、上側ライナからのそれより強い。
  - (4) 空気孔中間位置では、下側ライナに向う流れが強く、前項の噴流の強さとバランスをとる形になっている。
  - (5) 各断面毎に流れ模様が大幅にかわり、横方向にも複雑な流れをもっていることがわかる。
  - (6) よどみ領域は、ほとんどみられない。
- これらの結果を以前の CC10S-2 の結果<sup>2)</sup>と比較し

てみると、CC20S-2 では、ライナ空気孔からの空気噴流が強く、ライナ中央部分の混合が CC10S-2 より良好と推定される。CC20S-2 の流れ模様には、この空気噴流の強さに基づくとみられる CC10S-2 との差が部分的に現われているほかは、全体的に似ている。

第 I 報の CC20S-1 の結果と比較してみると、CC20S-1 では第 1 列空気孔の位置が隔壁板に近く、スワラ下流側に形成されるうずが空気噴流によって乱されていた。CC20S-2 では、これがみられない。また、ライナ幅に対する空気孔ピッチを CC20S-1、-2 で比較すると、-1 のほうが過小のように思われる。ただし、

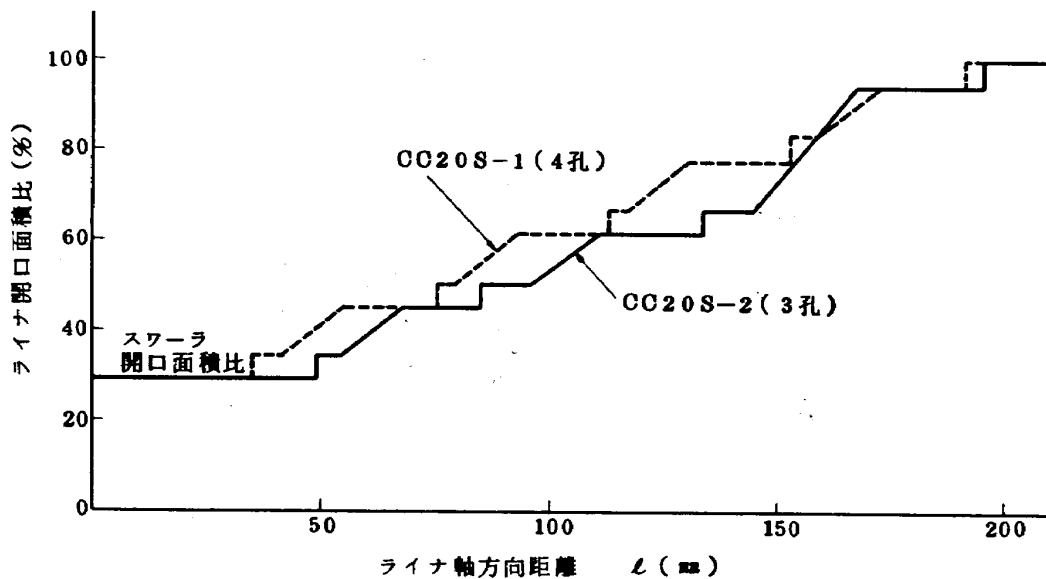


図 8 ライナ空気孔開口面積配分

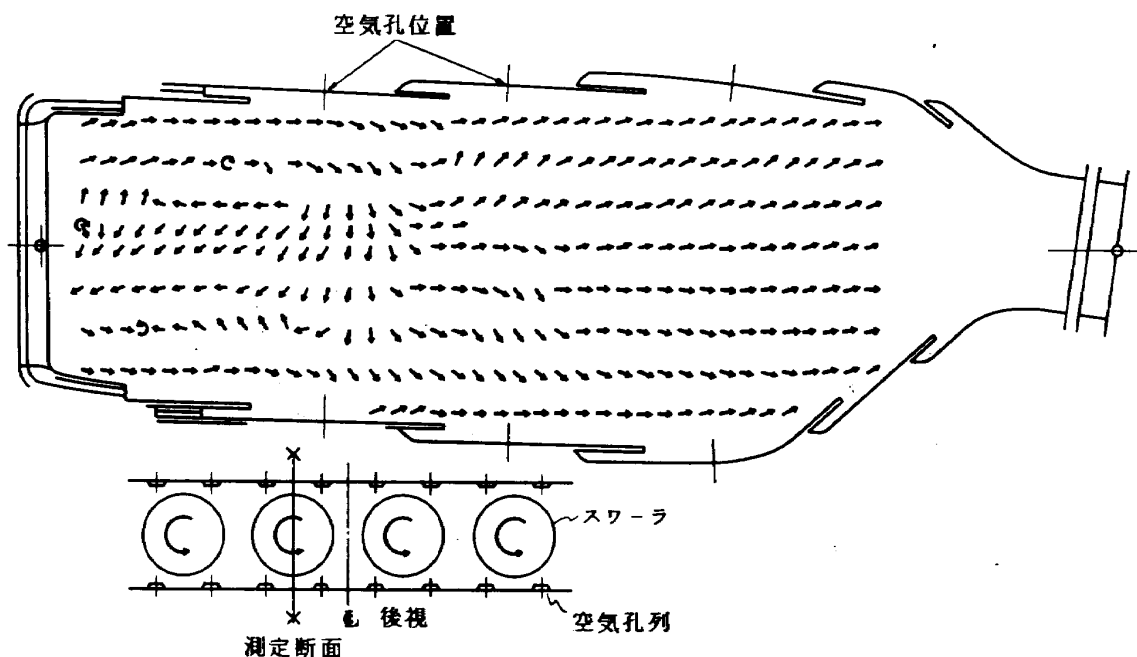


図 9 流れ模様, スワラ 55φ/43φ盲付-I



アニュラ形の円周方向に対応する横方向のピッチを十分に大きくとれば問題にはならない。スワラ中間断面の流れ模様は、似ている。

### 5.2 ライナ空気孔配列の燃焼性能に及ぼす影響

燃焼実験から、CC20S-2 の性能と前報のCC20S-1 とのそれとの比較を行なった。

燃焼効率特性を図13に示す。図13には、燃焼効率100% を超す値がある。この原因を調べるため、温度計、燃料流量計および空気流量計をチェックしたが、異状は見当らず、データの再現性は良好であった。これか

ら、100% を超す値もそのまま記入し、定性的比較を行なうことにした。図13からCC20S-1よりCC20S-2 のほうが、燃焼効率の高い値を示すことがみられる。プライマリノズル噴射圧力の燃焼効勢に及ぼす影響は、第I報と同様である。

出口温度半径方向分布(上下方向分布)の比較を図14に示す。いくぶんの差はあるが、いずれも所要の分布形に調整可能な程度である。プライマリノズル噴射圧力の影響は、本質的にないとみてよい。図14の分布形の差異の一つの原因は、図9に示したスワラ下流錐の上下

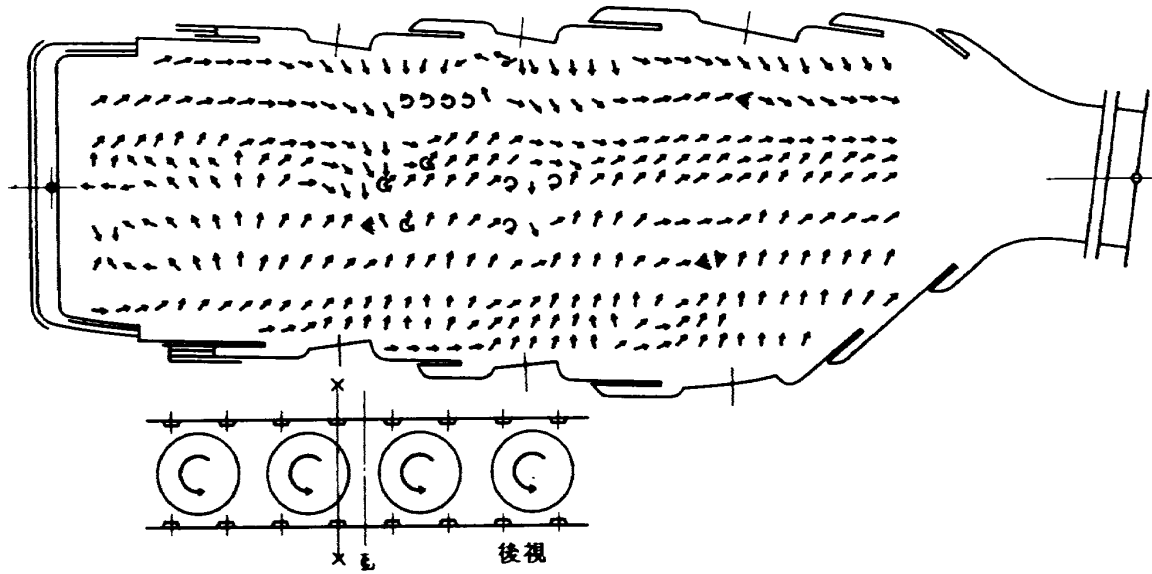


図10 流れ模様, スワラ55φ/43φ盲付-Ⅱ

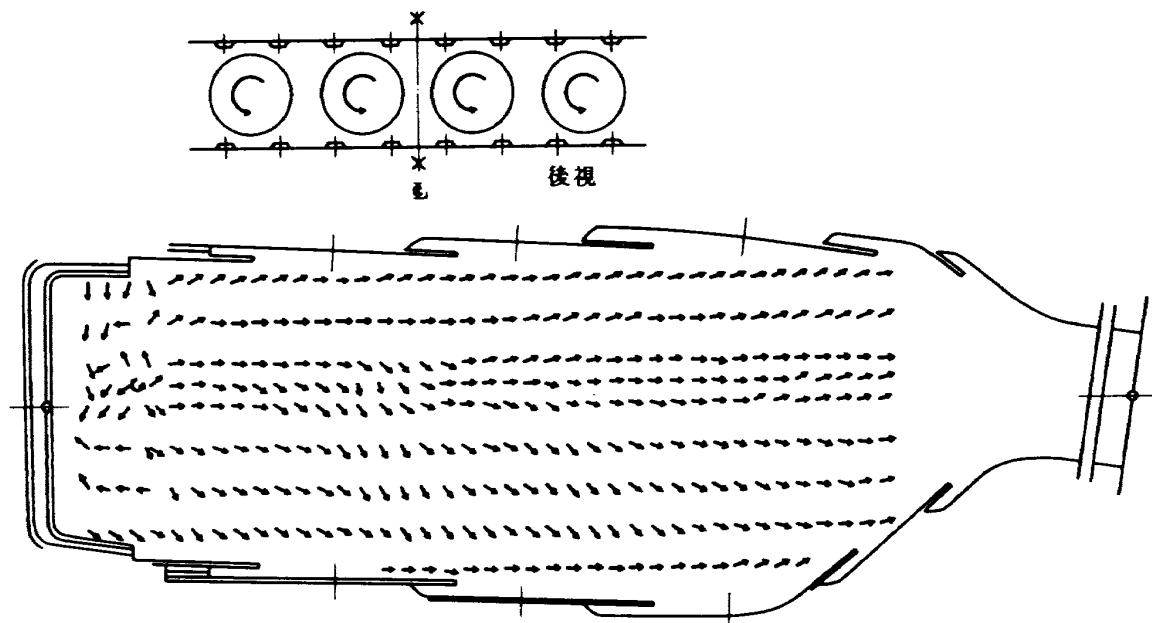


図11 流れ模様, スワラ55φ/43φ盲付-Ⅲ

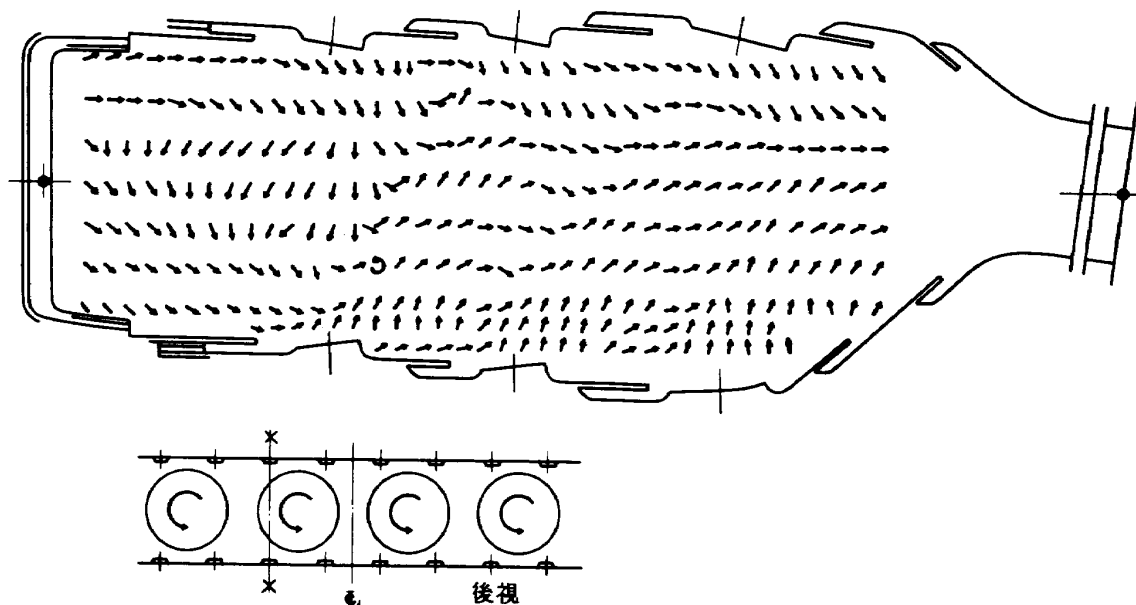


図 12 流れ模様，スワラ 55φ/43φ盲付-IV

| ライナ     | 記号 | $P_{fp} (kg/cm^2)$ | $P_1 (kg/cm^2 \text{ abs})$ | $U (m/s)$ |
|---------|----|--------------------|-----------------------------|-----------|
| CC20S-1 | ○  | 5                  | 1.14~1.21                   | 18.2~19.3 |
|         | △  | 10                 |                             |           |
|         | □  | 15                 |                             |           |
| CC20S-2 | ●  | 5                  | 1.15~1.23                   | 17.7~18.9 |
|         | ▲  | 10                 |                             |           |
|         | ■  | 15                 |                             |           |

スワラ：55φ/43φ盲付

燃料噴射弁：CC20-2

隔壁板冷却：なし

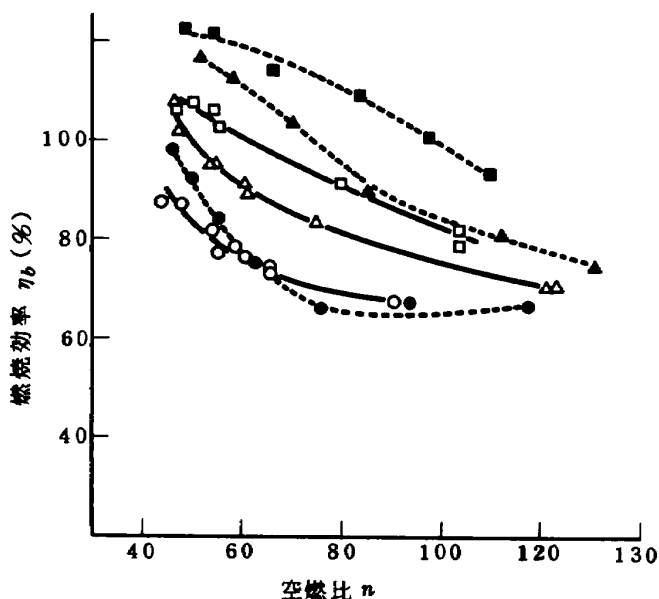


図 13 燃焼効率～ライナ空気孔軸方向配列の影響

のうずの非対称性によると考えられる。

図 1.5 は，出口温度不均一率を比較したものである。実機のアニュラ形燃焼器の場合の要求値は，平均温度上昇  $\Delta t = 670 \sim 700 \text{ deg C}$  において  $\delta_t \leq 0.2$  となっている。本実験の分割模型の場合，側壁の影響などから，アニュラ形の場合より大きめの値になる。図 1.5 から，出口温度不均一率については，CC20S-1 のほうが-2 より低く，良好な性能を示している。CC20S-2 は，この点について改善する必要がある。

### 5.3 スワラの燃焼性能に及ぼす影響

第 I 報においても用いたスワラ 55φ/43φ 盲付および 54φ/42.5φ 盲付の比較を以下に示す。図 1.6 は，燃焼効率について比較したものである。54φ/42.5φ 盲付のほうが，わずかに良い。これは，CC20S-1 の場合と同様である。出口温度半径方向分布（上下方向分布）には，このスワラの違いによる差異は現われていない。図 1.7 は，出口温度不均一率を示したもので，これでは 55φ/43φ 盲付のほうが 54φ/42.5φ 盲付より良好である。ただし，隔壁板冷却なしまたは改 1 などの場合でくらべると，このときは，54φ/42.5φ 盲付のほうが良好である（図 1.5 と図 2.5 の比較）。

二重スワラとして，スワラ内径側を上流側に突出し，この部分から空気を流入させることを試みた（図 1 参照）。

図 1.8 は，各種の二重スワラの燃焼効率を示したものである。実験した空燃比の範囲が狭いため，明らかではないが，ルーバ付がもっとも良好で，次にキリ孔，盲，

| 記号 | ライナ     | 空気孔   |
|----|---------|-------|
| ○印 | CC20S-1 | 軸方向4列 |
| △印 | CC20S-2 | 軸方向3列 |

スワローラ: 55φ/43φ 盲付

燃料噴射弁: CC20-2

隔壁板冷却: なし

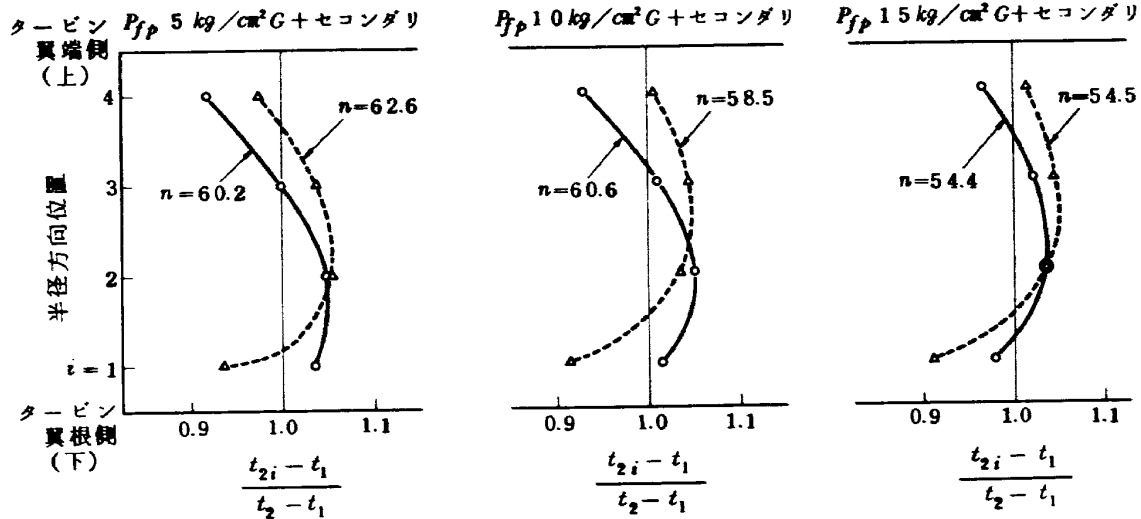


図14 出口温度半径方向分布～ライナ空気孔軸方向配列の影響

| $P_{fp} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ | 10 | 15 |
|-----------------------------------|----|----|
| CC20S-1                           | △  | □  |
| CC20S-2                           | ▲  | ■  |

スワローラ: 55φ/43φ 盲付

燃料噴射弁: CC20-2

隔壁板: 冷却なし

燃料噴射弁: CC20-2

隔壁板冷却: あり

| $P_{fp}$<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | スワローラ           |               |
|-----------------------------------|-----------------|---------------|
|                                   | 54φ/42.5φ<br>盲付 | 55φ/43φ<br>盲付 |
| 15                                | □               | ■             |
| 10                                | △               | ▲             |
| 5                                 | ○               | ●             |

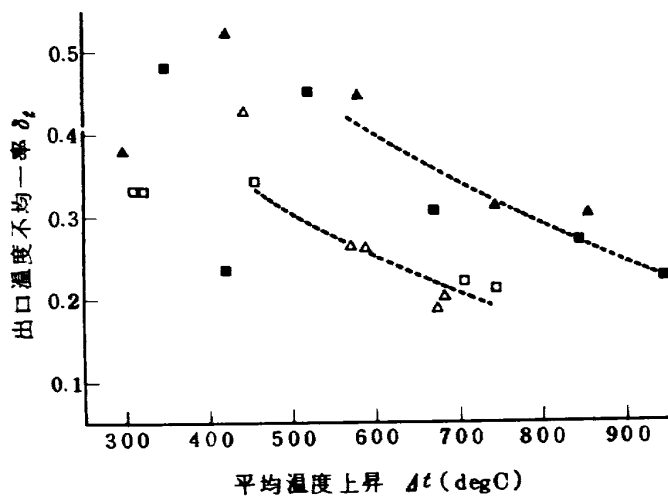


図15 出口温度不均一率～ライナ空気孔軸方向配列の影響

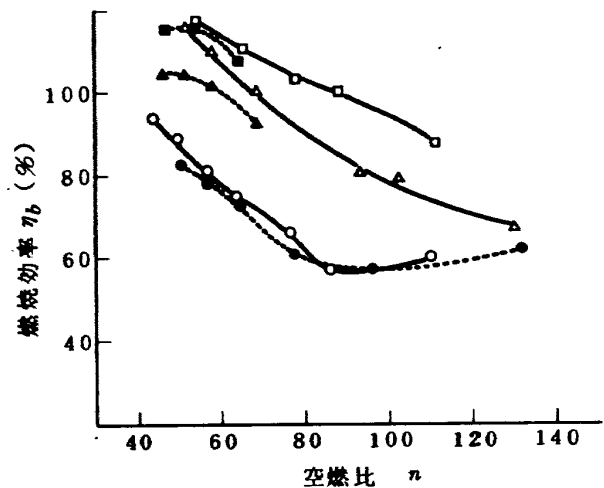


図16 燃焼効率—スワローラの比較(I)

原型の順になっている。出口温度半径方向分布（上下方向分布）には、図 19 に示すように、スワラの違いによる差異は、ほとんどない。

図 20 は、出口温度不均一率を示したもので、図 17 の値とくらべて、全体に低めであり、好ましい傾向を示している。スワラの違いによる差異は、キリ孔とルーバ付がほぼ同程度でよく、ついで盲、原型の順になっている。

| スワラ          | $P_{fp} (kg/cm^2)$ |    |
|--------------|--------------------|----|
|              | 10                 | 15 |
| 55φ/43φ 盲付   | ▲                  | ■  |
| 54φ/42.5φ 盲付 | △                  | □  |

燃料噴射弁：CC20-2

隔壁板冷却：あり

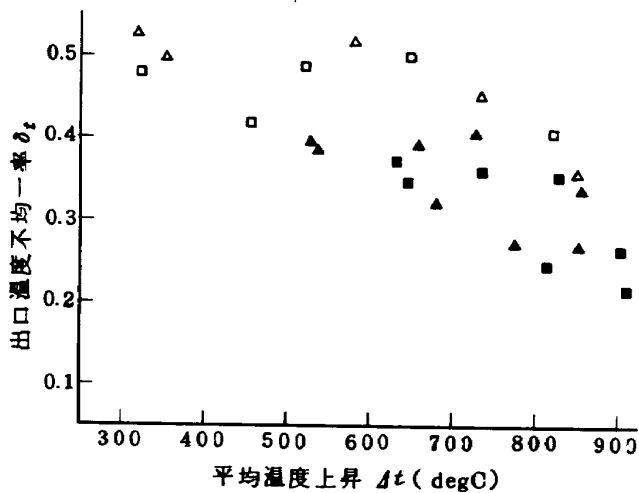


図 17 出口温度不均一率～スワラの比較 (I)

二重スワラとしては、ルーバ付またはキリ孔程度のわずかな開口面積が適しているといえる。

#### 5.4 隔壁板冷却空気の燃焼性能に及ぼす影響

隔壁板冷却空気は、図 5 に示すように、隔壁板としゃ

| 二重<br>スワラ | $P_{fp} (kg/cm^2)$ |    |
|-----------|--------------------|----|
|           | 10                 | 15 |
| 原 型       | ●                  | ○  |
| ルーバ       | ■                  | □  |
| キリ孔       | ▲                  | △  |
| 盲         | ×                  | *  |

隔壁板冷却：改-2

燃料噴射弁：CC20-2

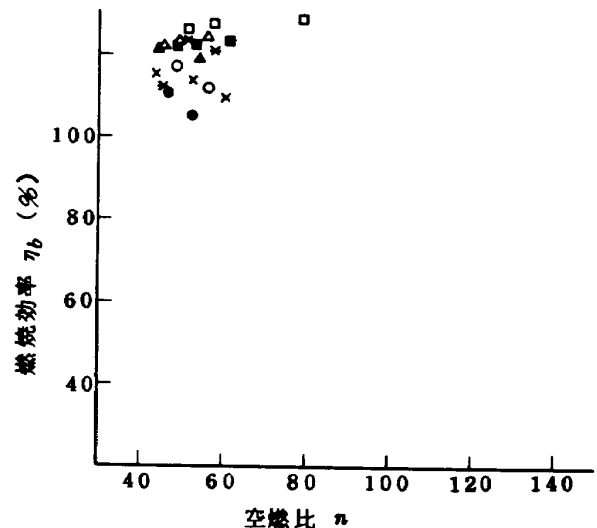


図 18 燃焼効率～スワラの比較 (II)

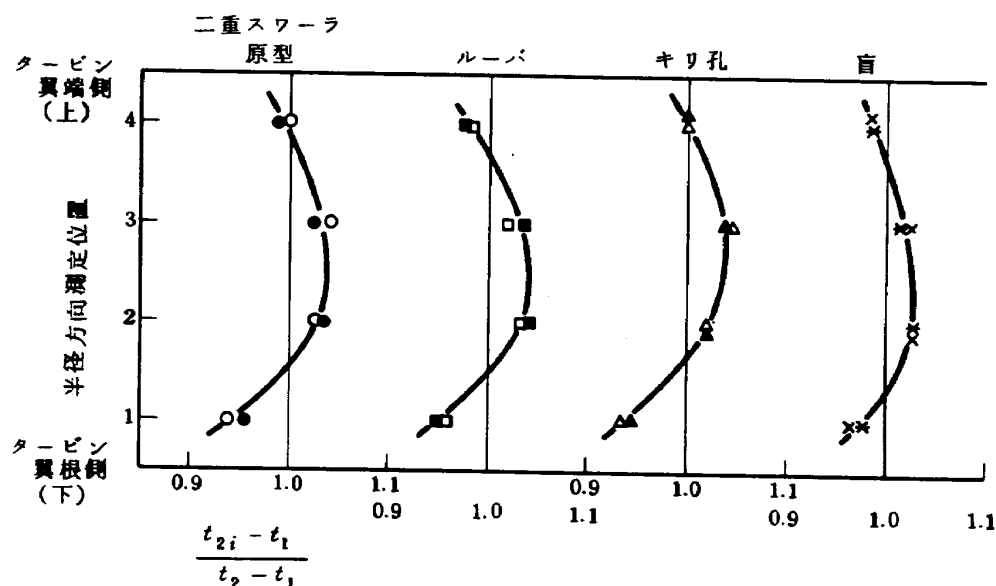


図 19 出口温度半径方向分布～スワラの比較 (II)

スワ－ラ：54φ/42.5φ盲付

燃料噴射弁：CC20-2

| 二重<br>スワ－ラ | $P_{fp} (kg/cm^2)$ |    |
|------------|--------------------|----|
|            | 10                 | 15 |
| 原 型        | ●                  | ○  |
| ルーバ        | ■                  | □  |
| キリ孔        | ▲                  | △  |
| 盲          | ×                  | *  |

| $P_{fp}$<br>( $kg/cm^2$ ) | 隔壁板冷却 |    |
|---------------------------|-------|----|
|                           | あり    | なし |
| 15                        | □     | ■  |
| 10                        | △     | ▲  |
| 5                         | ○     | ●  |

隔壁板冷却，改-2

燃料噴射弁，CC20-2

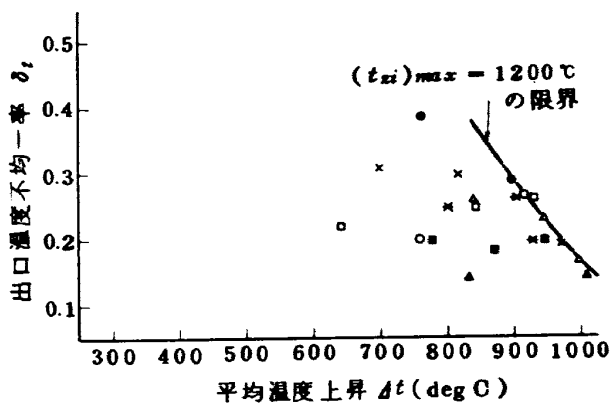


図20 出口温度不均一率～スワ－ラの比較 (II)

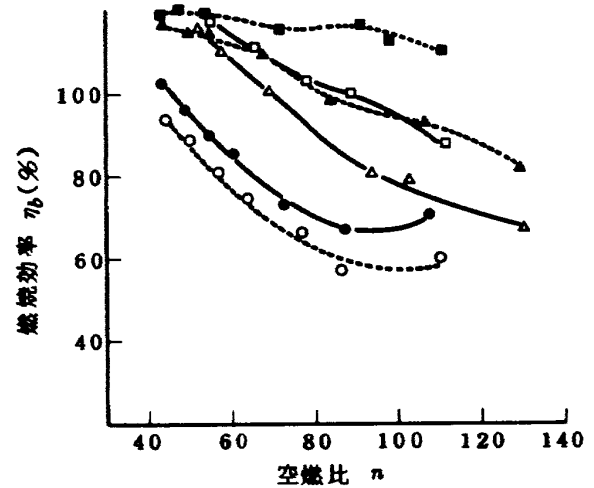


図21 燃焼効率～隔壁板冷却の効果

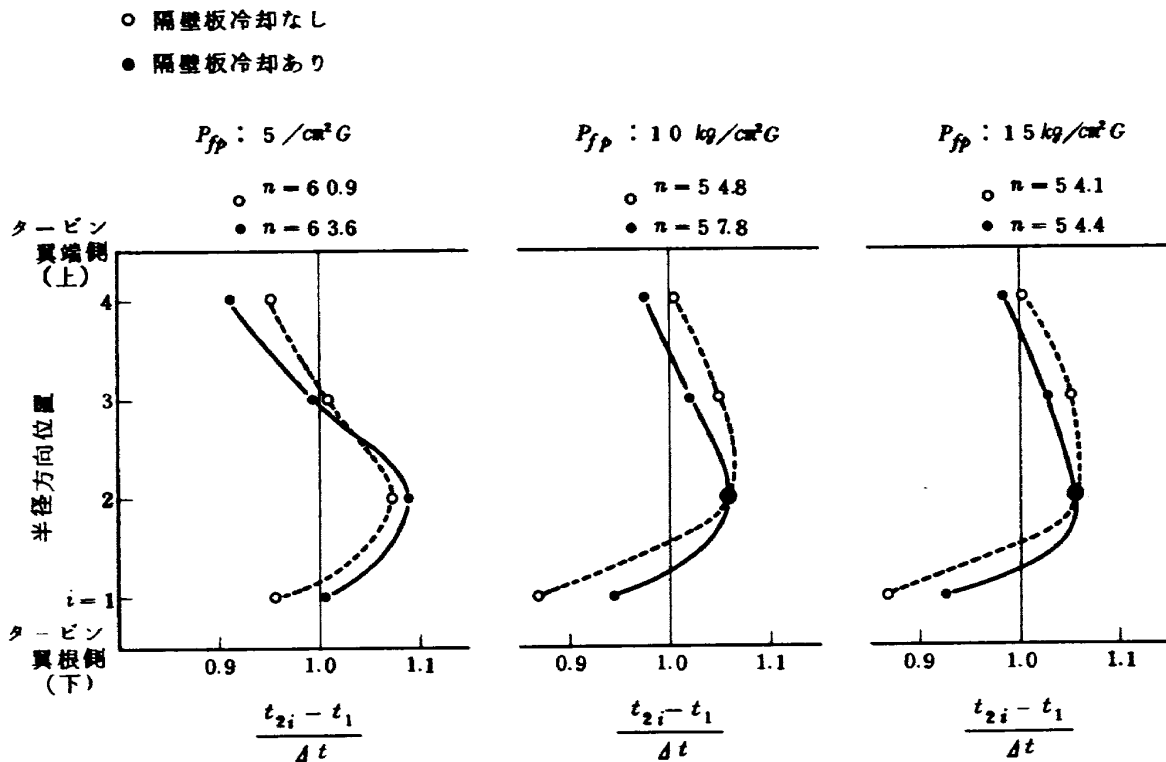


図22 出口温度半径方向分布～隔壁板冷却の効果

熱板の間を流れ、原型ではライナ面に沿って流出させる構造とした。この空気量は多いものではないが、燃焼性能への影響が考えられ、これを調べた。

図 2 1 は、冷却空気の有無が燃焼効率へどのような影響を及ぼすか調べたものである。予想以上に大きな影響があり、冷却空気を流すことによる効率低下が明らかである。この冷却の影響が流出した冷却空気流によるものか、しゃ熱板の温度低下によるものかを明らかにする実験は、のちほど行なった。

図 2 2 は、出口温度半径方向分布（上下方向分布）を比較したもので、隔壁板冷却の有無による分布形の差は少ない。

図 2 3 は、出口温度不均一率を調べたものである。冷却を行なわないと不均一率は低下し、出口温度の均一になる傾向を示す。第 I 報の CC20S-1 の場合、ライナ第 1 列冷却スリット盲によって同様なことが観察された。このことから、隔壁板冷却の影響は、これによるしゃ熱板の温度低下よりも冷却空気の流出方法に問題があるものと判断して、流出方法をかえた各種の試験を行なった（図 5）。

図 2 4 は、隔壁板冷却空気流出方法をかえたときの燃焼効率である。隔壁板改 1；すなわち冷却空気をライナの外側へ流出させる形がもっとも良く、ついで改 2；冷

却空気をライナ壁に沿わないよう、角度をもたせて流出させる形がこれにつき、原型はもっとも効率が低い。この隔壁板改 1 の性能は、図 2 1 の隔壁板冷却なしのものと同一である。図 2 4 に対応する出口温度不均一率を図 2 5 に示す。隔壁板改 1 と改 2 は、図 2 3 の隔壁板冷却なしとほとんど同一で、原型よりすぐれている。

なお、この隔壁板改 1 と改 2 について、冷却空気が予定通り流れているかどうかを、しゃ熱板にサーモペイントを塗って調べてみた。燃焼実験の結果、冷却空気の効果ははっきり現われ、改 1～改 2 でも構わないと判断した。

### 5.5 分流板の燃焼性能に及ぼす影響

分流板として、図 3 に示す形のものを試作・実験した。この場合、もっとも影響が大きく現われると予想される、入口空気圧力（全圧損失に対応）とデフューザ壁圧分布を図 2 6、図 2 7 に示す。図 2 7 中の注記に「上げ」、「下げ」とあるものは、ライナ支えのガタ分を上げて止めた場合（このときデフューザ流路は上側が狭くなる）と下げて止めた場合（下側のデフューザ流路が狭くなる）の意味である。図 2 6 では、分流板輪郭による差は、みられない。図 2 7 によると、これもあまり差はないが、強いて判断すると原型より No. 1 や No. 2 のほうがいくぶん良いという程度である。「上げ」、「下げ」の影響は、現

| $P_{fp}$<br>( $kg/cm^2$ ) | 隔壁板冷却 |    |
|---------------------------|-------|----|
|                           | あり    | なし |
| 15                        | □     | ■  |
| 10                        | △     | ▲  |

スワラ：54φ/4.25φ 盲付

燃料噴射弁：CC20-2

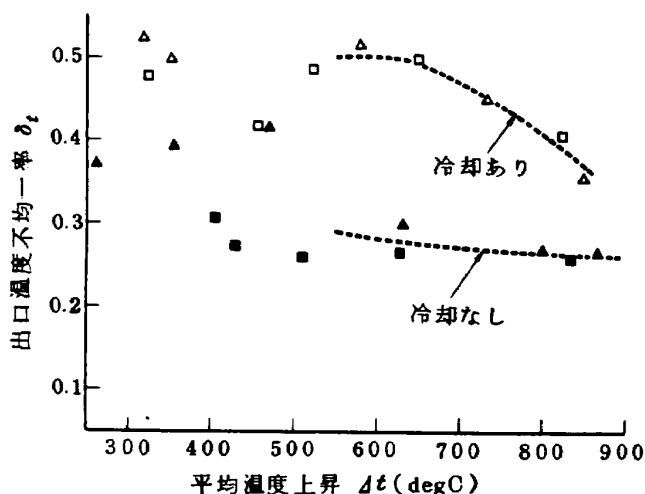


図 23 出口温度不均一率—隔壁板冷却の効果

スワラ：54φ/4.25φ 盲付

燃料噴射弁：CC20-2

| 隔壁板冷却 | $P_{fp}$ ( $kg/cm^2$ ) |    |   |
|-------|------------------------|----|---|
|       | 15                     | 10 | 5 |
| 原 型   | ■                      | ▲  | ● |
| 改 1   | ■                      | ▲  | ● |
| 改 2   | □                      | △  | ○ |

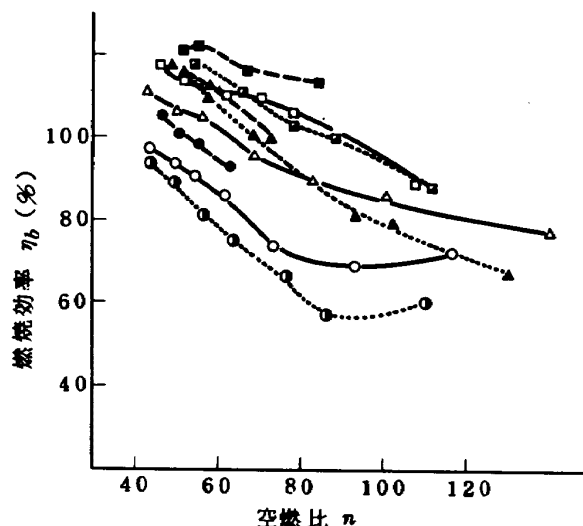


図 24 燃焼効率—隔壁板冷却空気流出法の効果

われていない。

燃焼効率の測定結果を図 28 および図 29 に示す。図 28 は、二重スワラ・ルーバ付を用いたときの性能で、分流板の輪郭による差はみられない。分流板原型との差異は、図 18 との比較になるが、この差は明らかでない。

| 隔壁板冷却 | $P_{fp} (kg/cm^2)$ |    |
|-------|--------------------|----|
|       | 10                 | 15 |
| 原 型   | △                  | ■  |
| 改 1   | ▲                  | ■  |
| 改 2   | △                  | □  |

スワラ：54φ/42.5φ 盲付

燃料噴射弁：CC20-2

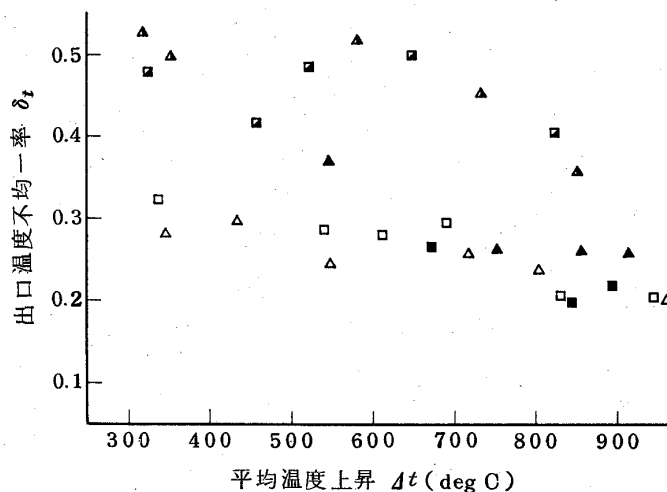


図 25 出口温度不均一率—隔壁板冷却空気流出法の効果

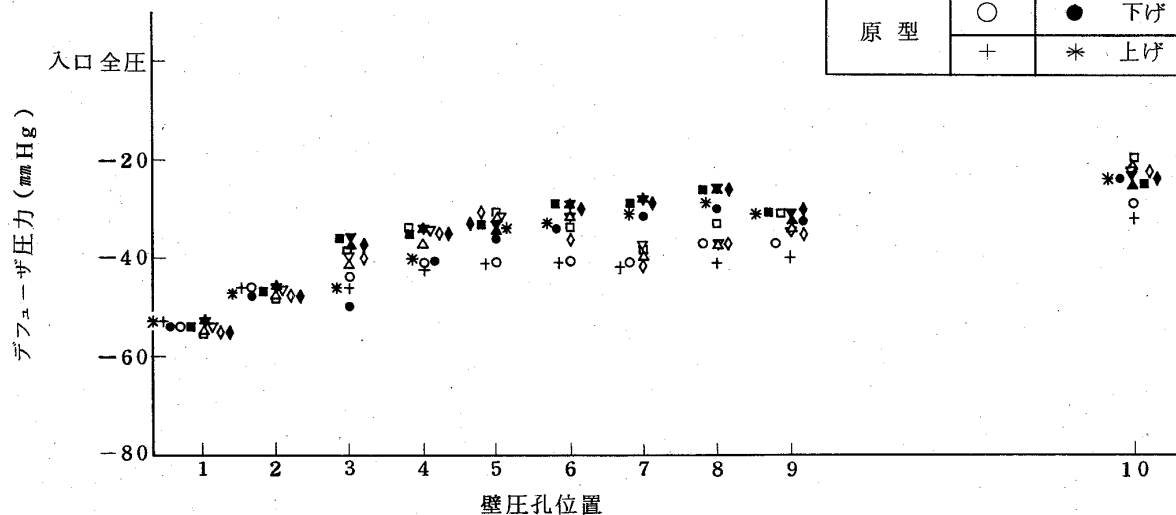


図 27 デフューザ壁圧分布—分流板輪郭の影響

図 29 は、スワラ 54φ/42.5φ 盲付を用いたときのもので、図 28 の性能よりいくぶん良い。図 29 の分流板 No. 2, 35φ 孔のときの実験は、燃料噴射弁位置をスワラに対し 4mm 程度下流側に突出した状態で行なっている。この噴射弁位置の影響は、分流板輪郭による性能変化が小さいとすれば、明らかに現われるほどでないといえる。以上の諸点から、燃焼効率は、分流板輪郭には

| 分流板   | $P_{fp} (kg/cm^2)$ |    |    |
|-------|--------------------|----|----|
|       | 5                  | 10 | 15 |
| 原型    | △                  | ×  | ○  |
| No. 1 | ▲                  | ■  | ●  |
| No. 2 | +                  | *  | *  |

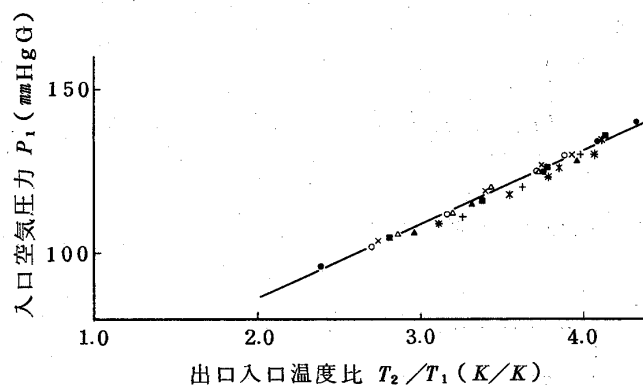


図 26 入口空気圧力の比較—分流板輪郭の影響

| 分流板   | 上側 | 下側   |
|-------|----|------|
| No. 1 | △  | ▲ 下げ |
|       | ▽  | ▼ 上げ |
| No. 2 | □  | ■ 下げ |
|       | ◇  | ◆ 上げ |
| 原 型   | ○  | ● 下げ |
|       | +  | * 上げ |

二重スワラ・ルーバ付

燃料噴射弁：CC20-2

| 分 流 板        | $P_{fp} (kg/cm^2)$ |    |    |
|--------------|--------------------|----|----|
|              | 5                  | 10 | 15 |
| 鈍頭No.1, 30φ孔 | △                  | □  | ○  |
| 鈍頭No.2, 35φ孔 | ▲                  | ■  | ●  |

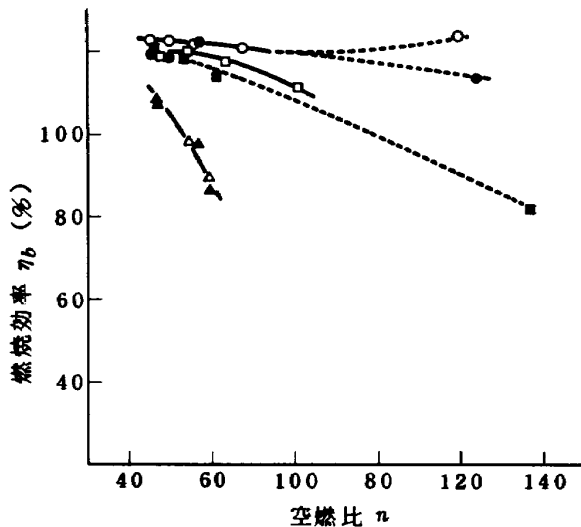


図28 燃焼効率—鈍頭形分流板の性能(I)

| 分 流 板        | $P_{fp} (kg/cm^2)$ |    |    |
|--------------|--------------------|----|----|
|              | 5                  | 10 | 15 |
| 鈍頭No.2, 35φ孔 | ▲                  | ■  | ●  |
| 鈍頭No.3, 30φ孔 | △                  | □  | ○  |

スワラ：54φ/4.25φ盲付

燃料噴射弁：CC20-2

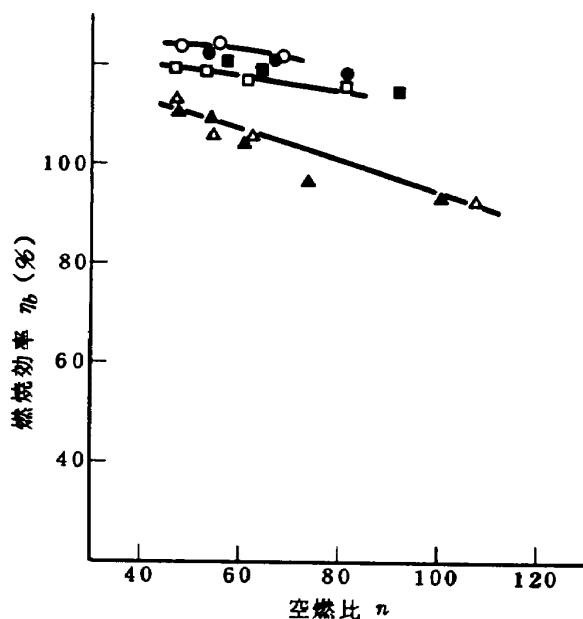


図29 燃焼効率—鈍頭形分流板の性能(II)

あまり影響されず、主にスワラによって、その特性がきまると推定される。

鈍頭形分流板を用いたときの出口温度半径方向分布（上下方向分布）を図30～図32に示す。図30によると、鈍頭形No.1とNo.2で分布形に差があり、どちらかというとなりNo.2のほうが好ましい形をしている。図31は、分流板部分の「カタ」の影響を調べたもので、この場合は

二重スワラ・ルーバ付

分流板

○ 鈍頭No.1, 30φ孔

● 鈍頭No.2, 35φ孔

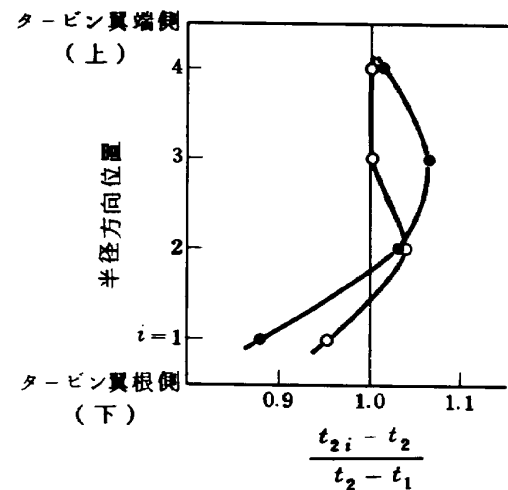


図30 出口温度半径方向分布—鈍頭形分流板の性能(I)

分流板：鈍頭No.2, 35φ孔

二重スワラ・ルーバ付

○ 分流板「下げ」

● 分流板「上げ」

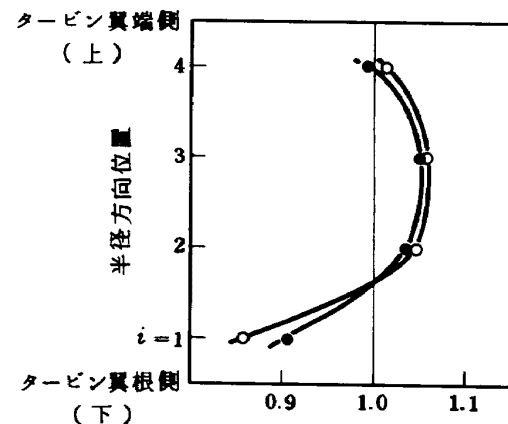


図31 出口温度半径方向分布—鈍頭形分流板の性能(II)



差がないが、同様な実験をした図32の分布形の違いは、図30のものとよく似ていて、鈍頭形の場合、図30または図32に示されている2種の分布形のいずれかがでやすいものと推定され、分流板原型の結果(図19)といくぶんことなる傾向を示す。

鈍頭形分流板のときの出口温度不均一率の結果を図33

分流板：鈍頭No.3, 30φ孔  
スワ－ラ：54φ/4.25φ盲付  
○：分流板位置正常  
●：分流板「上げ」

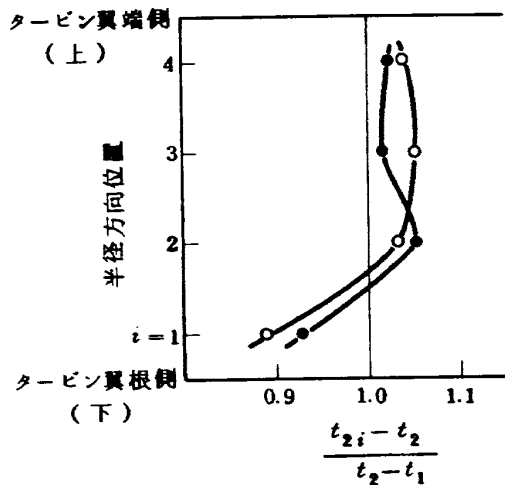


図32 出口温度半径方向分布—鈍頭形分流板の性能(III)

二重スワ－ラ・ルーバ付  
燃料噴射弁：OC20-2

| 分 流 板        | $P_{fp} (kg/cm^2)$ |    |
|--------------|--------------------|----|
|              | 10                 | 15 |
| 鈍頭No.1, 30φ孔 | □                  | ○  |
| 鈍頭No.2, 35φ孔 | ■                  | ●  |

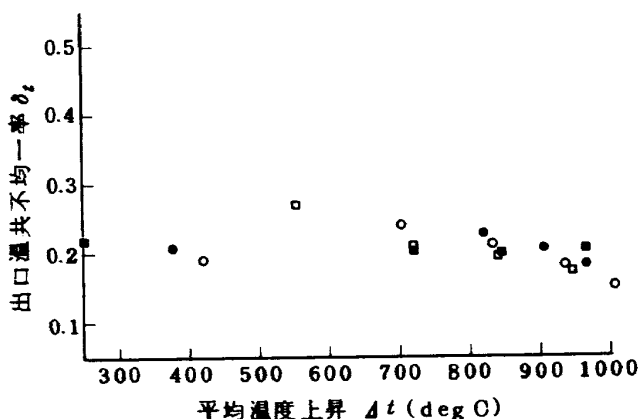


図33 出口温度不均一率—分流板輪郭の影響(I)

および図34に示す。いずれも  $\delta_t \leq 0.2$  と良好である。この実験のときの隔壁板には、改2をつけていて、分流板原型の結果；図25と比較するとその改善された様子がみられる。なお、鈍頭形分流板のうちでは、鈍頭No.3, 30φ孔がもっともよい均一性を示している。

### 5.6 試作燃料噴射弁の実験結果(参考)

燃料噴射弁の燃焼性能に及ぼす影響を調べる一方法として、プライマリノズルに小さなず巻噴射弁を用い、セコンダリに多孔ノズルを用いた噴射弁を試作、実験した。この試作噴射弁の構造を図35に示す。セコンダリノズルからの燃料噴流は、スワ－ラ内径リングの内面に

スワ－ラ 54φ/4.25φ盲付  
燃料噴射弁：OC20-2

| 分 流 板        | $P_{fp} (kg/cm^2)$ |    |
|--------------|--------------------|----|
|              | 10                 | 15 |
| 鈍頭No.2, 35φ孔 | ■                  | ●  |
| 鈍頭No.3, 30φ孔 | □                  | ○  |

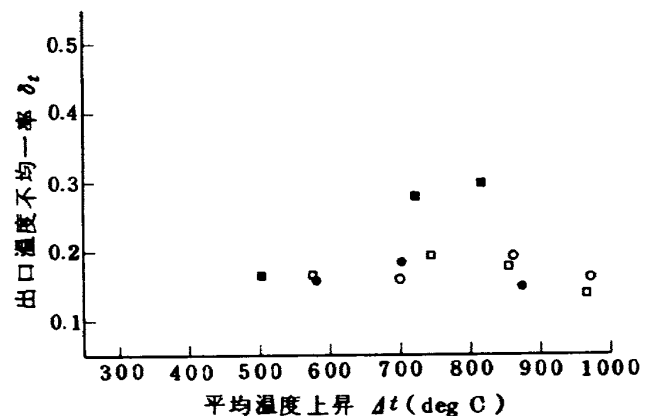


図34 出口温度不均一率—分流板輪郭の影響(II)

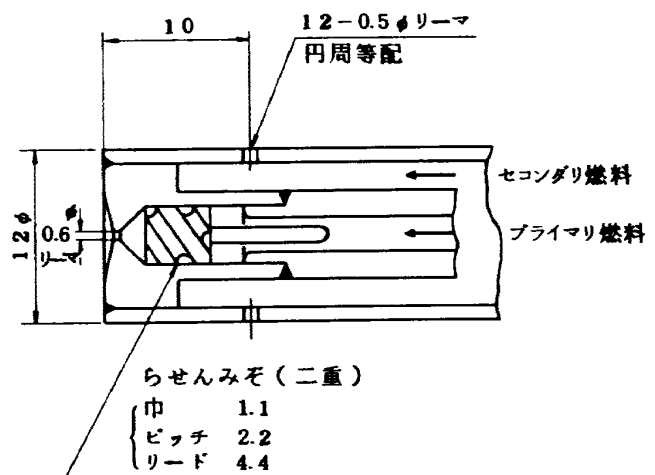


図35 試作燃料噴射弁の構造

衝突し、スワロー盲リングのふちから気流中に飛び、微粒化される。プライマリノズルの噴霧角は、設計値 $60^\circ$ であるが、目視結果ではもっと狭いようである。この流量-圧力特性を図36に示す。

図37は、燃焼効率特性の例で、分流板入口幅を広げ、

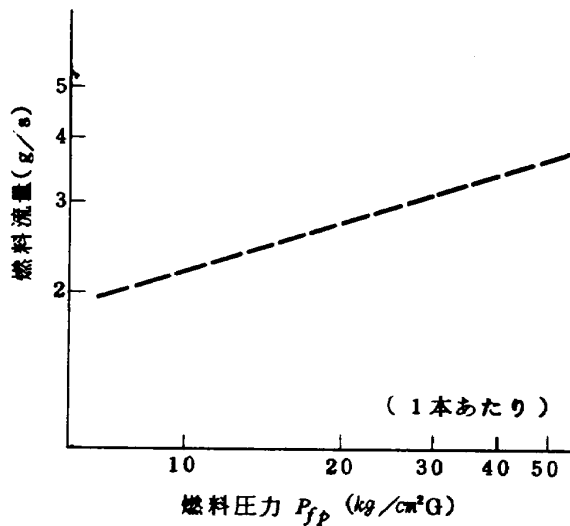


図36 試作噴射弁プライマリノズルの特性

スワロー55φ/43φ盲付(二重スワロー)

$P_{fp} = 10 \text{ kg/cm}^2 \text{G}$

| 分流板      | 記号  |
|----------|-----|
| 入口幅 3 mm | ○   |
| 入口幅 5 mm | □ ■ |
| 分流板取外し   | △   |

(■は補助スワロー盲)

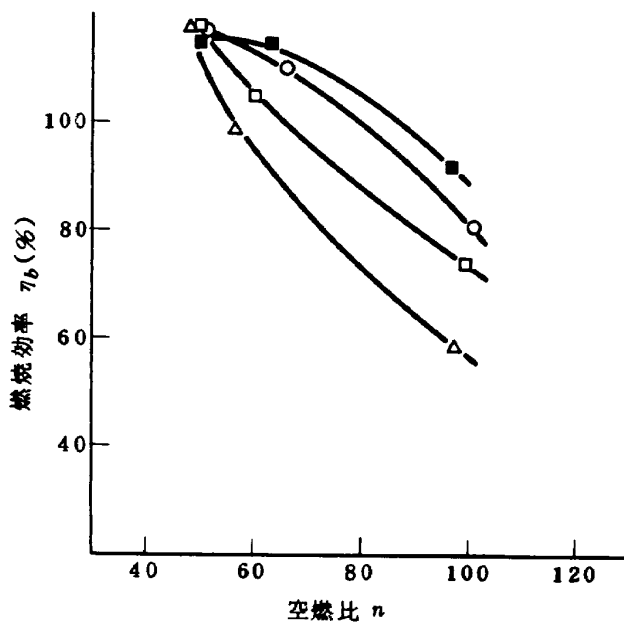


図37 燃焼効率—試作噴射弁

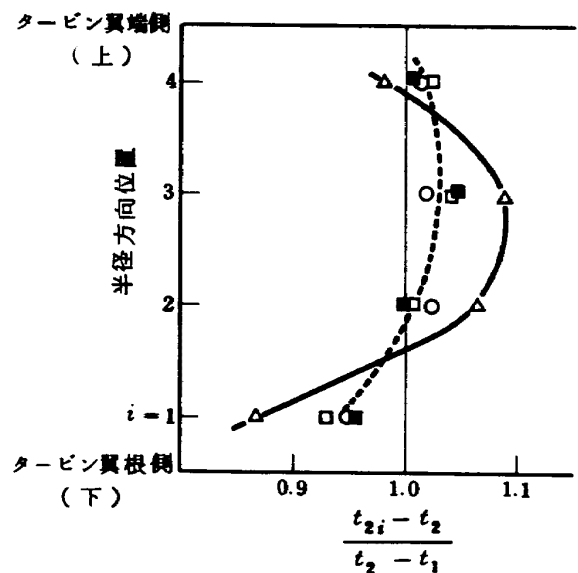
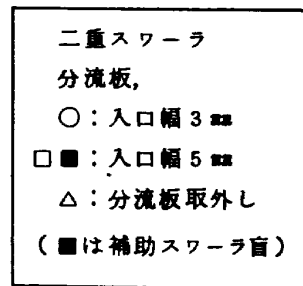


図38 出口温度半径方向分布—試作噴射弁

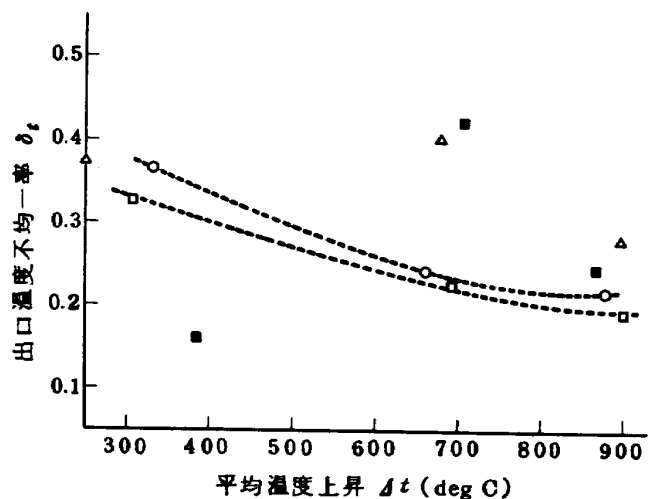
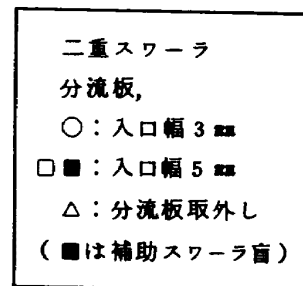


図39 出口温度不均一率—試作噴射弁

スワラからライナ内へ流入する空気速度を高めて、セコンダリ燃料の微粒化促進をはかったが、燃焼効率は空燃比の大きな範囲で低下した。補助スワラ盲は改善の効果が現われている。この実験条件では、セコンダリノズルからの燃料微粒化が悪くても、高温の燃焼領域が広がってれば燃焼効率の低下は少ないことを示している。

図38は、出口温度半径方向分布で、分流板取外しの場合以外では、分布形に差異はない。分流板取外しの際の分布形の変化は、一つにはスワラからの空気量の増加による<sup>4)</sup>と判断される。

図39は、出口温度不均一率の結果である。実験点がばらついているため明かではないが、二重スワラと分流板入口幅3～5mmとの組合せが良好なようである。従来形噴射弁と同程度の値が得られている。

## 6. 結果のまとめ

前報と同一のCC20Sのケーシングに軸方向3列の空気孔をもつCC20S-2 ライナを組み込み、いくつかの構造的因子をかえて実験した結果、次のようなことが得られた。

- (1) 非燃焼時の流れ模様の観察によると、スワラ下流側の循環流領域が、前報のCC20S-1の場合より長く、まとまっていて、良好な保炎性能が期待できる。ライナ空気孔からの空気噴流の貫通距離は十分大きい。
- (2) CC20S-2 原型では、CC20S-1にくらべ燃焼効率は高いが、出口温度不均一率も高めになった。また、スワラ55φと54φでは、燃焼効率は54φのほうが良好であるが、出口温度不均一率では55φのほうがよいという結果がでた。
- (3) スワラの違いによる出口温度半径方向分布(上下方向分布)の変化は、ほとんどない。
- (4) スワラ内径側に、空気に旋回成分などをもたせて流入させる二重スワラは、燃焼効率改善の点は明かでないが、出口温度不均一率を低下させる好ましい傾向を示した。
- (5) ライナ隔壁板冷却空気をライナ壁に沿って流出さ

せると燃焼効率の低下、出口温度不均一率の増加をもたらす。これから冷却空気をライナ外側へ流出させる方式がよいと判断された。この状態でのスワラの比較では、出口温度不均一率の点において55φより54φのほうがすぐれていた。

- (6) 分流板を鈍頭形の短かいものにした結果、圧力損失の増加はみられず、燃焼効率や出口温度半径方向分布も良好で、出口温度不均一率が改善されるという、すべてにわたって好ましい傾向を示した。
- (7) 参考程度に実験した、セコンダリに多孔ノズルを用いた噴射弁の結果は、従来形噴射弁と比較して遜色ない性能を示し、噴射弁改造の一つの指針を得た。
- (8) 前報および本報の実験結果から、推奨される燃焼器の組合せは、次のようになる。
- (ア) ライナ：CC20S-2。
- (イ) ライナ隔壁板冷却空気：ライナ外側へ流出させる方式。
- (ウ) 分流板：鈍頭形No.3，30φ孔付程度。
- (エ) スワラ：54φ/42.5φルーバ付、またはキリ孔付二重スワラ。
- (オ) 燃料噴射弁先端をスワラ内へ4～6mm突出す形とする。

## 文 献

- 1) 鈴木邦男, 石井浅五郎: FJR エンジン用高圧形セクタ燃焼器模型の実験(I), 航技研資料 TM-265 (1974-10)「配布先限定」
- 2) 鈴木邦男, 石井浅五郎, 斉藤隆, 山田秀志: 高圧形セクタ燃焼器模型の実験(I), 航技研資料 TM-260 (1974-8)
- 3) 大塚貞吉, 鈴木邦男, 石井浅五郎, 山中国彦: 超軽量ジェットエンジン試作1号機(JR100)の燃焼器(I), 航技研資料 TM-68 (1965-11)
- 4) 大塚貞吉, 福田広, 相波哲朗: 高負荷燃焼器の箱形模型による実験(II), 航技研報告 TR-126 (1967-2)

実験結果一覧表

スワロー55φ/43φ盲付, 隔壁板冷却あり, 燃料噴射弁: CC20-2

| No     | $P_1$<br>kg/cm <sup>2</sup> abs | $w_a$<br>kg/s | $U_r$<br>m/s | $t_1$<br>°C | $t_2$<br>°C | $\Delta t$<br>deg C | $\delta t$ | $T_2/T_1$<br>K/K | $\Delta P/P_1$ | $\phi$ | $\eta_b$<br>% | $n$   | $P_f$ kg/cm <sup>2</sup> G |     |
|--------|---------------------------------|---------------|--------------|-------------|-------------|---------------------|------------|------------------|----------------|--------|---------------|-------|----------------------------|-----|
|        |                                 |               |              |             |             |                     |            |                  |                |        |               |       | P                          | M   |
| 7730S  | 1.134                           | 0.804         | 17.56        | 40          | 199         | 159                 | 0.195      | 1.51             | -              | -      | 49.9          | 131.4 | 10                         | 0   |
| 7731S  | 1.173                           | 0.870         | 19.00        | 51          | 577         | 526                 | 0.397      | 2.62             | -              | -      | 85.7          | 64.3  | 10                         | 0.1 |
| 7732S  | 1.190                           | 0.871         | 18.77        | 51          | 711         | 660                 | 0.395      | 3.04             | -              | -      | 95.8          | 56.2  | 10                         | 0.2 |
| 7733S  | 1.192                           | 0.847         | 18.32        | 53          | 782         | 729                 | 0.409      | 3.24             | -              | -      | 96.8          | 50.8  | 10                         | 0.3 |
| 7734S* | 1.209                           | 0.844         | 18.05        | 54          | 910         | 856                 | 0.339      | 3.62             | -              | -      | 97.7          | 42.7  | 10                         | 0.5 |
| 7735S  | 1.151                           | 0.851         | 19.17        | 55          | 347         | 292                 | 0.370      | 1.89             | -              | -      | 60.5          | 84.4  | 5                          | 0.1 |
| 7736S  | 1.165                           | 0.850         | 19.00        | 56          | 487         | 431                 | 0.230      | 2.31             | -              | -      | 72.9          | 67.4  | 5                          | 0.2 |
| 7737S  | 1.175                           | 0.852         | 18.93        | 57          | 575         | 518                 | 0.353      | 2.57             | -              | -      | 74.1          | 56.1  | 5                          | 0.3 |
| 7738S  | 1.188                           | 0.849         | 18.72        | 58          | 679         | 621                 | 0.462      | 2.88             | -              | -      | 77.4          | 48.0  | 5                          | 0.4 |
| 7739S  | 1.197                           | 0.844         | 18.45        | 58          | -           | -                   | -          | -                | -              | -      | -             | 43.0  | 5                          | 0.6 |
| 7740S  | 1.147                           | 0.843         | 19.31        | 59          | 316         | 257                 | 0.358      | 1.77             | -              | -      | 70.2          | 112.5 | 15                         | 0   |
| 7741S  | 1.196                           | 0.842         | 18.50        | 59          | 798         | 739                 | 0.360      | 3.22             | -              | -      | 103.5         | 53.6  | 15                         | 0.2 |
| 7742S  | 1.179                           | 0.838         | 18.67        | 59          | 693         | 634                 | 0.374      | 2.91             | -              | -      | 101.3         | 62.2  | 15                         | 0.1 |
| 7743S  | 1.208                           | 0.846         | 18.38        | 59          | 888         | 829                 | 0.352      | 3.50             | -              | -      | 104.3         | 47.4  | 15                         | 0.3 |
| 7744S* | 1.212                           | 0.839         | 18.17        | 59          | 962         | 903                 | 0.264      | 3.72             | -              | -      | 104.1         | 42.9  | 15                         | 0.4 |

\*印は  $t_2 > 1200^\circ\text{C}$  を含む

スワローラ55φ/43φ盲付, 隔壁板冷却なし, 燃料噴射弁: CC20-2

| No     | $P_1$<br>kg/cm <sup>2</sup> abs | $w_a$<br>kg/s | $U_r$<br>m/s | $t_1$<br>°C | $t_2$<br>°C | $\Delta t$<br>deg C | $\delta t$ | $T_2/T_1$<br>K/K | $\Delta P/P_1$ | $\phi$ | $\eta_b$<br>% | $n$   | $P_f$ kg/cm <sup>2</sup> G |     |
|--------|---------------------------------|---------------|--------------|-------------|-------------|---------------------|------------|------------------|----------------|--------|---------------|-------|----------------------------|-----|
|        |                                 |               |              |             |             |                     |            |                  |                |        |               |       | P                          | M   |
| 7767S  | 1.132                           | 0.868         | 18.97        | 40.0        | 209.2       | 169.2               | 0.170      | 1.54             | -              | -      | 68.9          | 171.7 | 5                          | 0   |
| 7768S  | 1.143                           | 0.869         | 18.94        | 42.0        | 319.8       | 277.8               | 0.375      | 1.88             | -              | -      | 65.5          | 96.9  | 5                          | ?   |
| 7769S  | 1.161                           | 0.868         | 18.69        | 43.0        | 496.5       | 453.5               | 0.526      | 2.43             | -              | -      | 76.9          | 67.7  | 5                          | 0.1 |
| 7770S  | 1.175                           | 0.864         | 18.43        | 44.0        | 645.4       | 601.4               | 0.515      | 2.90             | -              | -      | 89.3          | 58.0  | 5                          | 0.2 |
| 7771S  | 1.180                           | 0.861         | 18.29        | 44.0        | 717.9       | 673.9               | 0.493      | 3.12             | -              | -      | 94.4          | 54.2  | 5                          | 0.3 |
| 7772S  | 1.192                           | 0.860         | 18.08        | 44.0        | 816.7       | 772.7               | 0.481      | 3.44             | -              | -      | 98.2          | 48.4  | 5                          | 0.4 |
| 7773S* | 1.198                           | 0.863         | 18.06        | 44.0        | 874.7       | 830.7               | 0.392      | 3.62             | -              | -      | 101.0         | 45.9  | 5                          | 0.5 |
| 7774S  | 1.139                           | 0.859         | 18.92        | 44.0        | 298.7       | 254.7               | 0.437      | 1.80             | -              | -      | 76.9          | 125.3 | 10                         | 0   |
| 7775S  | 1.148                           | 0.862         | 18.89        | 45.0        | 398.6       | 353.6               | 0.473      | 2.11             | -              | -      | 90.5          | 104.6 | 10                         | ?   |
| 7776S  | 1.175                           | 0.859         | 18.40        | 45.0        | 650.2       | 605.2               | 0.416      | 2.90             | -              | -      | 105.9         | 68.8  | 10                         | 0.1 |
| 7777S  | 1.193                           | 0.860         | 18.13        | 45.0        | 828.7       | 783.7               | 0.321      | 3.46             | -              | -      | 115.3         | 56.3  | 10                         | 0.2 |
| 7778S* | 1.207                           | 0.864         | 18.01        | 45.0        | 964.6       | 919.6               | 0.256      | 3.89             | -              | -      | 120.4         | 49.1  | 10                         | 0.3 |
| 7779S* | 1.213                           | 0.859         | 17.84        | 45.5        | 1000.0      | 954.5               | 0.210      | 3.99             | -              | -      | 119.8         | 46.8  | 10                         | 0.4 |
| 7780S  | 1.154                           | 0.859         | 18.74        | 45.5        | 439.5       | 394.0               | 0.352      | 2.24             | -              | -      | 102.7         | 106.2 | 15                         | 0   |
| 7781S  | 1.166                           | 0.864         | 18.66        | 45.5        | 560.8       | 515.3               | 0.356      | 2.62             | -              | -      | 112.6         | 87.4  | 15                         | ?   |
| 7782S  | 1.183                           | 0.829         | 17.67        | 45.5        | 725.3       | 679.8               | 0.292      | 3.13             | -              | -      | 110.2         | 63.0  | 15                         | 0.1 |
| 7783S  | 1.198                           | 0.862         | 18.13        | 45.5        | 875.5       | 830.0               | 0.302      | 3.60             | -              | -      | 119.1         | 54.6  | 15                         | 0.2 |
| 7784S* | 1.210                           | 0.829         | 17.27        | 45.5        | 987.3       | 941.8               | 0.226      | 3.96             | -              | -      | 116.4         | 46.1  | 15                         | 0.3 |
| 7785S* | 1.218                           | 0.829         | 17.15        | 45.5        | 1047.7      | 1002.2              | 0.152      | 4.14             | -              | -      | 113.3         | 41.7  | 15                         | 0.4 |

\*印は  $t_{2i} > 1200^\circ\text{C}$  を含む

スワレー 54φ/42.5φ盲付, 隔壁板冷却なし, 燃料噴射弁: OC20-2

| No     | P <sub>1</sub><br>kg/cm <sup>2</sup> abs | w <sub>a</sub><br>kg/s | U <sub>r</sub><br>m/s | t <sub>1</sub><br>℃ | t <sub>2</sub><br>℃ | Δt<br>deg C | δ <sub>t</sub> | T <sub>2</sub> /T <sub>1</sub><br>K/K | ΔP/P <sub>1</sub> | φ | η <sub>b</sub><br>% | n     | P <sub>f</sub> kg/cm <sup>2</sup> G |     |
|--------|--|------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-------------|----------------|---------------------------------------|-------------------|---|---------------------|-------|-------------------------------------|-----|
|        |  |                        |                       |                     |                     |             |                |                                       |                   |   |                     |       | P                                   | M   |
| 7786S  | 1.145                                    | 0.877                  | 1882                  | 37.5                | 218.9               | 181.4       | 0.144          | 1.58                                  | -                 | - | 76.9                | 178.8 | 5                                   | 0   |
| 7787S  | 1.153                                    | 0.873                  | 1871                  | 39.5                | 309.4               | 269.9       | 0.191          | 1.86                                  | -                 | - | 70.3                | 107.5 | 5                                   | ?   |
| 7788S  | 1.159                                    | 0.875                  | 1875                  | 41.0                | 353.0               | 312.0       | 0.285          | 1.99                                  | -                 | - | 66.6                | 87.1  | 5                                   | ?   |
| 7789S  | 1.168                                    | 0.870                  | 1852                  | 41.5                | 444.6               | 403.1       | 0.405          | 2.28                                  | -                 | - | 72.7                | 72.5  | 5                                   | 0.1 |
| 7790S  | 1.182                                    | 0.873                  | 1841                  | 42.0                | 593.3               | 551.3       | 0.460          | 2.75                                  | -                 | - | 85.3                | 60.9  | 5                                   | 0.2 |
| 7791S  | 1.190                                    | 0.870                  | 1822                  | 42.0                | 678.9               | 636.9       | 0.481          | 3.02                                  | -                 | - | 90.1                | 55.0  | 5                                   | 0.3 |
| 7792S  | 1.199                                    | 0.866                  | 1805                  | 43.0                | 789.6               | 746.6       | 0.456          | 2.63                                  | -                 | - | 96.1                | 49.2  | 5                                   | 0.4 |
| 7793S* | 1.216                                    | 0.866                  | 1786                  | 44.0                | 931.5               | 887.5       | 0.303          | 3.80                                  | -                 | - | 102.9               | 43.4  | 5                                   | 0.6 |
| 7794S  | 1.155                                    | 0.870                  | 1889                  | 44.0                | 305.6               | 261.6       | 0.372          | 1.82                                  | -                 | - | 81.8                | 129.7 | 10                                  | 0   |
| 7795S  | 1.161                                    | 0.865                  | 1867                  | 44.0                | 401.2               | 357.2       | 0.394          | 2.13                                  | -                 | - | 93.3                | 106.8 | 10                                  | ?   |
| 7796S  | 1.174                                    | 0.867                  | 1855                  | 44.5                | 514.6               | 470.1       | 0.416          | 2.48                                  | -                 | - | 98.2                | 83.8  | 10                                  | ?   |
| 7797S  | 1.189                                    | 0.864                  | 1826                  | 44.5                | 676.9               | 632.4       | 0.301          | 2.99                                  | -                 | - | 109.5               | 67.9  | 10                                  | 0.1 |
| 7798S  | 1.206                                    | 0.864                  | 1801                  | 45.0                | 844.9               | 799.9       | 0.269          | 3.51                                  | -                 | - | 114.8               | 54.8  | 10                                  | 0.2 |
| 7799S  | 1.213                                    | 0.864                  | 1791                  | 45.0                | 913.6               | 868.6       | 0.265          | 3.73                                  | -                 | - | 114.8               | 49.9  | 10                                  | 0.3 |
| 7800S* | 1.229                                    | 0.863                  | 1770                  | 45.5                | 1038.8              | 993.3       | 0.162          | 4.12                                  | -                 | - | 117.3               | 43.7  | 10                                  | 0.5 |
| 7801S  | 1.167                                    | 0.863                  | 1860                  | 45.0                | 450.4               | 405.4       | 0.305          | 2.27                                  | -                 | - | 110.1               | 110.6 | 15                                  | 0   |
| 7802S  | 1.172                                    | 0.863                  | 1852                  | 45.0                | 505.0               | 460.0       | 0.272          | 2.45                                  | -                 | - | 112.1               | 98.3  | 15                                  | ?   |
| 7803S  | 1.179                                    | 0.868                  | 1855                  | 45.5                | 556.9               | 511.4       | 0.256          | 2.60                                  | -                 | - | 116.5               | 91.2  | 15                                  | ?   |
| 7804S  | 1.189                                    | 0.863                  | 1828                  | 45.5                | 673.7               | 628.2       | 0.265          | 2.97                                  | -                 | - | 115.2               | 72.0  | 15                                  | 0.1 |
| 7805S  | 1.211                                    | 0.863                  | 1795                  | 45.5                | 883.0               | 837.5       | 0.259          | 3.63                                  | -                 | - | 119.2               | 54.1  | 15                                  | 0.2 |
| 7806S  | 1.223                                    | 0.860                  | 1775                  | 46.0                | 990.0               | 944.0       | (0.222)        | 3.96                                  | -                 | - | 120.3               | 47.6  | 15                                  | 0.3 |
| 7807S* | 1.231                                    | 0.863                  | 1768                  | 46.0                | 1058.1              | 1012.1      | (0.140)        | 4.17                                  | -                 | - | 118.2               | 43.1  | 15                                  | 0.4 |

\*印は t<sub>2i</sub> > 1200℃を含む

スワローラ54φ/42.5φ盲付, 隔壁板冷却あり, 燃料噴射弁: OO20-2

| No     | $P_1$<br>kg/cm <sup>2</sup> abs | $w_a$<br>kg/s | $U_r$<br>m/s | $t_1$<br>℃ | $t_2$<br>℃ | $\Delta t$<br>deg C | $\delta t$ | $T_2/T_1$<br>K/K | $\Delta P/P_1$ | $\phi$ | $\eta_b$<br>% | $n$   | $P_f$ kg/cm <sup>2</sup> G |     |
|--------|---------------------------------|---------------|--------------|------------|------------|---------------------|------------|------------------|----------------|--------|---------------|-------|----------------------------|-----|
|        |                                 |               |              |            |            |                     |            |                  |                |        |               |       | P                          | M   |
| 7808S  | 1.145                           | 0.871         | 18.80        | 39.5       | 201.2      | 161.7               | 0.129      | 1.52             | —              | —      | 67.9          | 177.4 | 5                          | 0   |
| 7809S  | 1.150                           | 0.872         | 18.77        | 40.0       | 263.4      | 223.4               | 0.267      | 1.71             | —              | —      | 59.4          | 110.2 | 5                          | ?   |
| 7810S  | 1.154                           | 0.867         | 18.65        | 41.0       | 310.9      | 269.9               | 0.375      | 1.86             | —              | —      | 56.7          | 86.1  | 5                          | ?   |
| 7811S  | 1.164                           | 0.874         | 18.67        | 41.5       | 390.9      | 349.4               | 0.679      | 2.11             | —              | —      | 66.2          | 76.8  | 5                          | 0.1 |
| 7812S  | 1.175                           | 0.871         | 18.48        | 42.0       | 510.1      | 468.1               | 0.747      | 2.49             | —              | —      | 74.9          | 63.6  | 5                          | 0.2 |
| 7813S  | 1.183                           | 0.871         | 18.34        | 42.0       | 607.9      | 565.9               | 0.737      | 2.80             | —              | —      | 81.0          | 56.1  | 5                          | 0.3 |
| 7814S  | 1.195                           | 0.870         | 18.17        | 42.5       | 738.0      | 695.5               | 0.621      | 3.20             | —              | —      | 89.0          | 49.2  | 5                          | 0.4 |
| 7815S* | 1.206                           | 0.874         | 18.11        | 43.0       | 849.5      | 806.5               | 0.435      | 3.55             | —              | —      | 93.7          | 43.9  | 5                          | 0.6 |
| 7816S  | 1.150                           | 0.876         | 19.03        | 43.0       | 258.8      | 215.8               | 0.358      | 1.68             | —              | —      | 67.3          | 130.0 | 10                         | 0   |
| 7817S  | 1.163                           | 0.876         | 18.90        | 44.0       | 362.2      | 318.2               | 0.527      | 2.00             | —              | —      | 79.3          | 102.2 | 10                         | ?   |
| 7818S  | 1.164                           | 0.868         | 18.68        | 43.5       | 395.0      | 351.5               | 0.498      | 2.11             | —              | —      | 80.6          | 93.4  | 10                         | ?   |
| 7819S  | 1.182                           | 0.864         | 18.31        | 43.5       | 624.4      | 580.9               | 0.517      | 2.83             | —              | —      | 100.9         | 68.5  | 10                         | 0.1 |
| 7820S  | 1.199                           | 0.867         | 18.14        | 44.0       | 779.4      | 735.4               | 0.452      | 3.32             | —              | —      | 110.3         | 57.8  | 10                         | 0.2 |
| 7821S* | 1.211                           | 0.873         | 18.07        | 44.0       | 894.2      | 850.2               | 0.360      | 3.68             | —              | —      | 116.0         | 51.7  | 10                         | 0.3 |
| 7822S  | 1.163                           | 0.872         | 18.85        | 44.5       | 366.2      | 321.7               | 0.478      | 2.01             | —              | —      | 87.4          | 111.6 | 15                         | 0   |
| 7823S  | 1.173                           | 0.867         | 18.56        | 44.5       | 500.7      | 456.2               | 0.417      | 2.44             | —              | —      | 100.2         | 88.4  | 15                         | ?   |
| 7824S  | 1.177                           | 0.866         | 18.46        | 44.5       | 567.1      | 522.6               | 0.488      | 2.65             | —              | —      | 103.1         | 78.6  | 15                         | ?   |
| 7825S  | 1.191                           | 0.867         | 18.28        | 44.5       | 698.1      | 653.6               | 0.499      | 3.06             | —              | —      | 110.4         | 66.0  | 15                         | 0.1 |
| 7826S* | 1.206                           | 0.863         | 17.98        | 44.5       | 866.6      | 822.1               | 0.406      | 3.59             | —              | —      | 117.4         | 54.4  | 15                         | 0.2 |

\*印は  $t_2 > 1200$  °C を含む

スワロー 54φ/42.5φ盲付, 隔壁板冷却; 改-1, 燃料噴射弁: CC20-2

| No    | $P_1$<br>kg/cm <sup>2</sup> abs | $w_a$<br>kg/s | $U_r$<br>m/s | $t_1$<br>°C | $t_2$<br>°C | $\Delta t$<br>deg C | $\delta t$ | $T_2/T_1$<br>K/K | $\Delta P/P_1$ | $\phi$ | $\eta_b$<br>% | $n$  | $P_f$ kg/cm <sup>2</sup> G |   |
|-------|---------------------------------|---------------|--------------|-------------|-------------|---------------------|------------|------------------|----------------|--------|---------------|------|----------------------------|---|
|       |                                 |               |              |             |             |                     |            |                  |                |        |               |      | P                          | M |
| 7896S | 1.208                           | 0.883         | 17.86        | 36          | 929.8       | 893.8               | 0.218      | 3.89             | -              | -      | 121.4         | 51.3 | 15                         |   |
| 7897S | 1.201                           | 0.879         | 18.00        | 38          | 882.2       | 844.2               | 0.199      | 3.71             | -              | -      | 122.2         | 55.1 | 15                         |   |
| 7898S | 1.183                           | 0.876         | 18.25        | 38.5        | 711.7       | 673.2               | 0.265      | 3.16             | -              | -      | 116.0         | 67.3 | 15                         |   |
| 7899S | 1.208                           | 0.876         | 17.93        | 39.5        | 955.0       | 915.5               | 0.257      | 3.93             | -              | -      | 117.3         | 48.1 | 10                         |   |
| 7900S | 1.204                           | 0.875         | 18.00        | 40          | 896.9       | 856.9               | 0.260      | 3.74             | -              | -      | 115.8         | 51.2 | 10                         |   |
| 7901S | 1.193                           | 0.874         | 18.17        | 40.5        | 793.3       | 752.8               | 0.261      | 3.40             | -              | -      | 112.8         | 57.7 | 10                         |   |
| 7902S | 1.173                           | 0.874         | 18.51        | 41          | 588.4       | 547.4               | 0.372      | 2.74             | -              | -      | 99.8          | 72.3 | 10                         |   |
| 7903S | 1.201                           | 0.874         | 18.07        | 41          | 894.5       | 853.5               | 0.294      | 3.72             | -              | -      | 105.7         | 46.7 | 5                          |   |
| 7904S | 1.195                           | 0.873         | 18.16        | 41          | 804.6       | 763.6               | 0.341      | 3.43             | -              | -      | 100.8         | 50.5 | 5                          |   |
| 7905S | 1.184                           | 0.873         | 18.32        | 41          | 729.4       | 688.4               | 0.376      | 3.19             | -              | -      | 98.5          | 55.4 | 5                          |   |
| 7906S | 1.176                           | 0.873         | 18.45        | 41          | 624.7       | 583.7               | 0.512      | 2.86             | -              | -      | 93.1          | 62.7 | 5                          |   |
| 7907S | 1.170                           | 0.872         | 18.57        | 42          | 578.5       | 536.5               | 0.271      | 2.70             | -              | -      | 113.6         | 84.5 | 15                         |   |



スワローラ54φ/42.5φ盲付, 隔壁板冷却; 改-2, 燃料噴射弁: CO20-2

| No     | $P_1$<br>kg/cm <sup>2</sup> abs | $w_a$<br>kg/s | $U_r$<br>m/s | $t_1$<br>℃ | $t_2$<br>℃ | $\Delta t$<br>deg C | $\delta t$ | $T_2/T_1$<br>K/K | $\Delta P/P_1$ | $\phi$ | $\eta_b$<br>% | $n$   | $P_f$ kg/cm <sup>2</sup> G |     |
|--------|---------------------------------|---------------|--------------|------------|------------|---------------------|------------|------------------|----------------|--------|---------------|-------|----------------------------|-----|
|        |                                 |               |              |            |            |                     |            |                  |                |        |               |       | P                          | M   |
| 7930 S | 1.135                           | 0.893         | 18.74        | 28         | 197.3      | 169.3               | 0.188      | 1.56             | -              | -      | 70.5          | 17.62 | 5                          | 0   |
| 7931 S | 1.146                           | 0.887         | 18.76        | 33.5       | 290.6      | 257.1               | 0.231      | 1.84             | -              | -      | 72.2          | 11.65 | 5                          | 0.7 |
| 7932 S | 1.150                           | 0.882         | 18.74        | 36         | 339.7      | 303.7               | 0.231      | 1.98             | -              | -      | 68.9          | 9.30  | 5                          | 0.7 |
| 7933 S | 1.161                           | 0.878         | 18.67        | 39         | 445.2      | 406.2               | 0.393      | 2.30             | -              | -      | 74.0          | 7.33  | 5                          | 0.1 |
| 7934 S | 1.173                           | 0.877         | 18.50        | 40         | 589.3      | 549.3               | 0.511      | 2.75             | -              | -      | 86.0          | 6.17  | 5                          | 0.2 |
| 7935 S | 1.183                           | 0.871         | 18.34        | 42         | 688.8      | 646.8               | 0.504      | 3.05             | -              | -      | 90.5          | 5.43  | 5                          | 0.3 |
| 7936 S | 1.191                           | 0.871         | 18.22        | 42         | 769.1      | 727.1               | 0.345      | 3.31             | -              | -      | 93.6          | 4.93  | 5                          | 0.4 |
| 7937 S | 1.206                           | 0.873         | 18.09        | 43         | 886.3      | 843.3               | 0.277      | 3.67             | -              | -      | 97.1          | 4.33  | 5                          | 0.6 |
| 7938 S | 1.142                           | 0.868         | 19.05        | 44         | 275.9      | 231.9               | 0.268      | 1.73             | -              | -      | 77.8          | 13.99 | 10                         | 0   |
| 7939 S | 1.154                           | 0.875         | 19.01        | 44         | 391.7      | 347.7               | 0.283      | 2.10             | -              | -      | 85.9          | 10.09 | 10                         | 0.7 |
| 7940 S | 1.163                           | 0.875         | 18.92        | 45         | 480.4      | 435.4               | 0.298      | 2.37             | -              | -      | 89.9          | 8.31  | 10                         | 0.7 |
| 7941 S | 1.172                           | 0.866         | 18.58        | 45         | 593.6      | 548.6               | 0.245      | 2.72             | -              | -      | 95.6          | 6.89  | 10                         | 0.1 |
| 7942 S | 1.190                           | 0.871         | 18.47        | 46         | 762.1      | 716.1               | 0.257      | 3.24             | -              | -      | 104.9         | 5.65  | 10                         | 0.2 |
| 7943 S | 1.202                           | 0.870         | 18.27        | 46         | 850.1      | 804.1               | 0.236      | 3.50             | -              | -      | 106.0         | 5.01  | 10                         | 0.3 |
| 7944 S | 1.220                           | 0.867         | 17.97        | 46.5       | 1006.0     | 959.5               | 0.200      | 4.00             | -              | -      | 111.5         | 4.31  | 10                         | 0.5 |
| 7945 S | 1.150                           | 0.867         | 19.05        | 46.5       | 383.6      | 337.1               | 0.322      | 2.05             | -              | -      | 89.0          | 10.82 | 15                         | 0   |
| 7946 S | 1.172                           | 0.866         | 18.71        | 47         | 587.7      | 540.7               | 0.287      | 2.69             | -              | -      | 106.2         | 7.80  | 15                         | 0.7 |
| 7947 S | 1.180                           | 0.870         | 18.65        | 47         | 660.1      | 613.1               | 0.280      | 2.91             | -              | -      | 109.8         | 7.04  | 15                         | 0.7 |
| 7948 S | 1.187                           | 0.869         | 18.52        | 47         | 739.8      | 692.8               | 0.296      | 3.16             | -              | -      | 110.6         | 6.19  | 15                         | 0.1 |
| 7949 S | 1.203                           | 0.866         | 18.24        | 47.5       | 879.1      | 831.6               | 0.208      | 3.59             | -              | -      | 113.8         | 5.19  | 15                         | 0.2 |
| 7950 S | 1.216                           | 0.866         | 18.09        | 48         | 993.0      | 945.0               | 0.202      | 3.94             | -              | -      | 117.6         | 4.64  | 15                         | 0.3 |

二重スワロー原型 (55φ/43φ盲付), 隔壁板冷却: 改-2, 分流板入口幅 3mm, 試作噴射弁

| No                                       | $P_1$<br>kg/cm <sup>2</sup> abs | $wa$<br>kg/s | $U_r$<br>m/s | $t_1$<br>℃ | $t_2$<br>℃ | $\Delta t$<br>deg C | $\delta t$ | $T_2/T_1$<br>K/K | $\Delta P/P_1$ | $\phi$ | $\eta_b$<br>% | $n$   | $P_f$ kg/cm <sup>2</sup> G <sup>*</sup> |      |
|--|---------------------------------|--------------|--------------|------------|------------|---------------------|------------|------------------|----------------|--------|---------------|-------|---|------|
|  |                                 |              |              |            |            |                     |            |                  |                |        |               |       | P                                       | M    |
| 1  | 1.151                           | 0.886        | 18.76        | 35         | 365.4      | 330.4               | 0.365      | 2.07             | -              | -      | 80.9          | 100.4 | 10                                      | 0    |
| 2  | 1.181                           | 0.883        | 18.39        | 38         | 682.6      | 644.6               | 0.179      | 3.07             | -              | -      | 117.2         | 71.4  | 20                                      | 0    |
| 3  | 1.182                           | 0.876        | 18.34        | 40         | 500.3      | 660.3               | 0.242      | 3.11             | -              | -      | 110.7         | 65.5  | 10                                      | 0.05 |
| 4  | 1.203                           | 0.872        | 18.07        | 42         | 920.6      | 878.6               | 0.216      | 3.79             | -              | -      | 117.7         | 50.6  | 10                                      | 0.1  |
| 分流板入口幅: 4.2 ~ 5.0 に変更, 他は No. 1 ~ 4 と同一。 |                                 |              |              |            |            |                     |            |                  |                |        |               |       |   |      |
| 5  | 1.148                           | 0.877        | 19.03        | 42         | 349.7      | 307.7               | 0.326      | 1.98             | -              | -      | 74.2          | 98.9  | 10                                      | 0    |
| 6  | 1.181                           | 0.873        | 18.55        | 44         | 705.9      | 661.9               | 0.308      | 3.09             | -              | -      | 116.3         | 68.7  | 20                                      | 0    |
| 7  | 1.189                           | 0.870        | 18.35        | 44         | 736.0      | 692.0               | 0.225      | 3.18             | -              | -      | 105.9         | 59.3  | 10                                      | 0.05 |
| 8  | 1.210                           | 0.868        | 18.04        | 45         | 945.0      | 900.0               | 0.194      | 3.83             | -              | -      | 118.5         | 49.5  | 10                                      | 0.1  |
| 分流板取外す, 他は No. 1 ~ 4 と同一。                |                                 |              |              |            |            |                     |            |                  |                |        |               |       |   |      |
| 9  | 1.177                           | 0.890        | 18.36        | 34         | 577.3      | 543.3               | 0.355      | 2.77             | -              | -      | 96.3          | 70.4  | 20                                      | 0    |
| 10                                       | 1.188                           | 0.881        | 18.18        | 37         | 715.9      | 678.9               | 0.404      | 3.19             | -              | -      | 99.2          | 56.7  | 10                                      | 0.05 |
| 11                                       | 1.209                           | 0.879        | 17.89        | 38         | 935.9      | 897.9               | 0.283      | 3.89             | -              | -      | 118.4         | 49.7  | 10                                      | 0.1  |
| 12                                       | 1.149                           | 0.876        | 18.87        | 40         | 287.7      | 247.7               | 0.373      | 1.79             | -              | -      | 58.3          | 97.0  | 10                                      | 0    |

二重スワラの補助スワラ盲, 隔壁板冷却: 改-2, 分流板入口巾: 4.4 mm, 試作噴射弁

| No | $P_1$<br>kg/cm <sup>2</sup> abs | $wa$<br>kg/s | $U_r$<br>m/s | $t_1$<br>℃ | $t_2$<br>℃ | $\Delta t$<br>deg C | $\delta t$ | $T_2/T_1$<br>K/K | $\Delta P/P_1$ | $\phi$ | $\eta_b$<br>% | $n$   | $P_f$ kg/cm <sup>2</sup> G |      |
|----|---------------------------------|--------------|--------------|------------|------------|---------------------|------------|------------------|----------------|--------|---------------|-------|----------------------------|------|
|    |                                 |              |              |            |            |                     |            |                  |                |        |               |       | P                          | M    |
| 13 | 1.132                           | 0.881        | 19.02        | 36         | 216.0      | 180.0               | 0.100      | 1.58             | -              | -      | 61.4          | 143.2 | 5                          | 0    |
| 14 | 1.163                           | 0.875        | 18.55        | 39         | 528.4      | 489.4               | 0.514      | 2.57             | -              | -      | 86.2          | 70.2  | 5                          | 0.05 |
| 15 | 1.187                           | 0.873        | 18.27        | 41         | 767.7      | 726.7               | 0.306      | 3.31             | -              | -      | 105.0         | 55.7  | 5                          | 0.1  |
| 15 | 1.153                           | 0.870        | 18.82        | 42         | 427.9      | 385.9               | 0.161      | 2.22             | -              | -      | 91.9          | 96.9  | 10                         | 0    |
| 16 | 1.183                           | 0.869        | 18.37        | 43         | 750.2      | 707.2               | 0.424      | 3.24             | -              | -      | 114.9         | 63.0  | 10                         | 0.05 |
| 17 | 1.200                           | 0.869        | 18.10        | 43         | 907.8      | 864.8               | 0.245      | 3.74             | -              | -      | 116.4         | 50.9  | 10                         | 0.1  |
| 18 | 1.182                           | 0.868        | 18.40        | 44         | 733.0      | 689.0               | 0.335      | 3.17             | -              | -      | 121.6         | 68.8  | 20                         | 0    |

二重スワロー原型(54φ/42.5φ盲付), 隔壁板冷却: 改-2, 分流板入口巾; 4.4mm, 燃料噴射弁: OC20-2

| No                       | $P_1$<br>kg/cm <sup>2</sup> abs | $w_a$<br>kg/s | $U_r$<br>m/s | $t_1$<br>°C | $t_2$<br>°C | $\Delta t$<br>deg C | $\delta t$ | $T_2/T_1$<br>K/K | $\Delta P/P_1$ | $\phi$ | $\eta_b$<br>% | $n$  | $P_f$ kg/cm <sup>2</sup> G |      |
|--------------------------|---------------------------------|---------------|--------------|-------------|-------------|---------------------|------------|------------------|----------------|--------|---------------|------|----------------------------|------|
|                          |                                 |               |              |             |             |                     |            |                  |                |        |               |      | P                          | M    |
| 19                       | 1.207                           | 0.873         | 17.91        | 40          | 957.2       | 917.2               | 0.265      | 3.93             | -              | -      | 118.5         | 48.5 | 15                         | 0.35 |
| 20                       | 1.191                           | 0.873         | 18.15        | 40          | 799.4       | 759.4               | 0.198      | 3.43             | -              | -      | 111.8         | 56.6 | 15                         | 0.2  |
| 21                       | 1.210                           | 0.876         | 18.04        | 42          | 940.2       | 898.2               | 0.289      | 3.85             | -              | -      | 110.8         | 46.3 | 10                         | 0.45 |
| 22                       | 1.191                           | 0.870         | 18.20        | 42          | 806.1       | 764.1               | 0.385      | 3.42             | -              | -      | 105.0         | 52.6 | 10                         | 0.3  |
| 補助スワロー盲, 他はNo. 19~22と同一。 |                                 |               |              |             |             |                     |            |                  |                |        |               |      |                            |      |
| 23                       | 1.202                           | 0.874         | 18.12        | 42          | 855.8       | 813.8               | 0.239      | 3.58             | -              | -      | 96.9          | 45.0 | 5                          | 0.6  |
| 24                       | 1.180                           | 0.872         | 18.48        | 43          | 722.7       | 679.7               | 0.364      | 3.15             | -              | -      | 91.8          | 52.1 | 5                          | 0.4  |
| 25                       | 1.172                           | 0.871         | 18.57        | 43          | 640.2       | 597.2               | 0.452      | 2.89             | -              | -      | 87.6          | 57.3 | 5                          | 0.3  |
| 26                       | 1.213                           | 0.872         | 18.02        | 44          | 1015.5      | 971.5               | 0.190      | 4.06             | -              | -      | 115.2         | 44.0 | 10                         | 0.5  |
| 27                       | 1.194                           | 0.868         | 18.23        | 44          | 862.9       | 818.9               | 0.297      | 3.58             | -              | -      | 113.6         | 52.8 | 10                         | 0.3  |
| 28                       | 1.180                           | 0.867         | 18.43        | 44          | 744.1       | 700.1               | 0.308      | 3.21             | -              | -      | 109.8         | 60.8 | 10                         | 0.2  |
| 29                       | 1.215                           | 0.868         | 17.90        | 44          | 969.9       | 925.9               | 0.197      | 3.92             | -              | -      | 112.5         | 45.4 | 15                         | 0.4  |
| 30                       | 1.204                           | 0.868         | 18.07        | 44          | 950.9       | 906.9               | 0.264      | 3.86             | -              | -      | 123.8         | 51.4 | 15                         | 0.3  |
| 31                       | 1.191                           | 0.868         | 18.27        | 44          | 845.0       | 801.0               | 0.246      | 3.53             | -              | -      | 121.2         | 57.9 | 15                         | 0.2  |

二重スワローキリ孔付, 隔壁板冷却: 改-2, 分流板入口巾: 4.4 mm, 燃料噴射弁: OC20-2

| No | $P_1$<br>kg/cm <sup>2</sup> abs | $w_a$<br>kg/s | $U_r$<br>m/s | $t_1$<br>°C | $t_2$<br>°C | $\Delta t$<br>deg C | $\delta t$ | $T_2 / T_1$<br>K/K | $\Delta P / P_1$ | $\phi$ | $\eta_b$<br>% | $n$  | $P_f$ kg/cm <sup>2</sup> G |     |
|----|---------------------------------|---------------|--------------|-------------|-------------|---------------------|------------|--------------------|------------------|--------|---------------|------|----------------------------|-----|
|    |                                 |               |              |             |             |                     |            |                    |                  |        |               |      | P                          | M   |
| 32 | 1.223                           | 0.884         | 17.67        | 36          | 1034.3      | 998.3               | 0.166      | 4.23               | -                | -      | 122.0         | 45.4 | 15                         | 0.4 |
| 33 | 1.216                           | 0.881         | 17.83        | 38          | 982.4       | 944.4               | 0.230      | 4.17               | -                | -      | 123.5         | 49.0 | 15                         | 0.3 |
| 34 | 1.203                           | 0.879         | 18.09        | 40          | 881.6       | 841.6               | 0.260      | 3.69               | -                | -      | 124.4         | 56.3 | 15                         | 0.2 |
| 35 | 1.222                           | 0.878         | 17.84        | 41          | 1054.1      | 1013.1              | 0.138      | 4.22               | -                | -      | 121.6         | 44.4 | 10                         | 0.5 |
| 36 | 1.203                           | 0.878         | 18.18        | 42          | 876.6       | 834.6               | 0.141      | 3.65               | -                | -      | 119.1         | 54.3 | 10                         | 0.3 |
| 37 | 1.208                           | 0.877         | 18.09        | 42          | 914.9       | 872.9               | 0.181      | 3.77               | -                | -      | 107.1         | 46.1 | 5                          | 0.6 |
| 38 | 1.186                           | 0.876         | 18.43        | 42.5        | 715.4       | 672.9               | 0.298      | 3.13               | -                | -      | 91.8          | 52.7 | 5                          | 0.4 |

二重スワローキリ孔付, 隔壁板冷却: 改-2, 分流板入口巾: 4 mm, 燃料噴射弁: OC20-2

|    |       |       |       |    |       |       |       |      |   |   |       |      |    |      |
|----|-------|-------|-------|----|-------|-------|-------|------|---|---|-------|------|----|------|
| 39 | 1.204 | 0.892 | 17.71 | 29 | 958.6 | 929.6 | 0.260 | 4.08 | - | - | 126.2 | 51.2 | 15 | 0.3  |
| 40 | 1.194 | 0.891 | 17.88 | 30 | 873.9 | 843.9 | 0.244 | 3.78 | - | - | 127.8 | 57.9 | 15 | 0.2  |
| 41 | 1.175 | 0.890 | 18.15 | 30 | 671.4 | 641.4 | 0.219 | 3.12 | - | - | 128.9 | 79.3 | 15 | 0.1  |
| 42 | 1.209 | 0.895 | 17.74 | 30 | 976.5 | 946.5 | 0.194 | 4.12 | - | - | 121.9 | 48.3 | 10 | 0.45 |
| 43 | 1.199 | 0.889 | 17.90 | 32 | 903.0 | 871.0 | 0.180 | 3.85 | - | - | 122.3 | 53.3 | 10 | 0.3  |
| 44 | 1.188 | 0.889 | 18.05 | 32 | 808.2 | 776.2 | 0.196 | 3.54 | - | - | 123.2 | 61.2 | 10 | 0.2  |
| 45 | 1.204 | 0.889 | 17.81 | 32 | 942.6 | 910.6 | 0.195 | 3.98 | - | - | 115.2 | 47.6 | 5  | 0.6  |
| 46 | 1.190 | 0.889 | 18.01 | 32 | 835.0 | 803.0 | 0.238 | 3.63 | - | - | 116.3 | 55.5 | 5  | 0.4  |
| 47 | 1.178 | 0.889 | 18.20 | 32 | 723.0 | 691.0 | 0.276 | 3.26 | - | - | 111.1 | 62.6 | 5  | 0.3  |

| No | $P_1$<br>kg/cm <sup>2</sup> abs | $w_a$<br>kg/s | $U_r$<br>m/s | $t_1$<br>°C | $t_2$<br>°C | $\Delta t$<br>deg C | $\delta t$ | $T_2/T_1$<br>K/K | $\Delta P/P_1$ | $\phi$ | $\eta_b$<br>% | $n$ | $P_f$ kg/cm <sup>2</sup> G |   |
|----|---------------------------------|---------------|--------------|-------------|-------------|---------------------|------------|------------------|----------------|--------|---------------|-----|----------------------------|---|
|    |                                 |               |              |             |             |                     |            |                  |                |        |               |     | P                          | M |

二重スワローラ・ルーバ付, 隔壁板冷却: 改-2, 分流板: 鈍頭 No.1, 30 $\phi$ 孔, 燃料噴射弁: OC20-2

|    |       |       |       |    |        |        |       |      |   |   |       |       |    |      |
|----|-------|-------|-------|----|--------|--------|-------|------|---|---|-------|-------|----|------|
| 48 | 1.199 | 0.891 | 17.51 | 25 | 907.9  | 882.9  | 0.229 | 3.96 | - | - | 108.8 | 46.5  | 5  | 0.6  |
| 49 | 1.182 | 0.898 | 18.04 | 27 | 722.9  | 695.9  | 0.226 | 3.32 | - | - | 98.2  | 54.7  | 5  | 0.4  |
| 50 | 1.170 | 0.892 | 18.09 | 27 | 616.2  | 589.2  | 0.241 | 2.96 | - | - | 89.0  | 59.4  | 5  | 0.3  |
| 51 | 1.210 | 0.895 | 17.62 | 28 | 971.8  | 943.8  | 0.168 | 4.13 | - | - | 119.0 | 47.3  | 10 | 0.45 |
| 52 | 1.196 | 0.894 | 17.86 | 29 | 867.5  | 838.5  | 0.194 | 3.78 | - | - | 120.2 | 54.7  | 10 | 0.3  |
| 53 | 1.182 | 0.894 | 18.06 | 29 | 749.4  | 720.4  | 0.209 | 3.38 | - | - | 117.9 | 63.6  | 10 | 0.2  |
| 54 | 1.168 | 0.894 | 18.28 | 29 | 580.3  | 551.3  | 0.268 | 2.82 | - | - | 111.9 | 81.0  | 10 | 0.1  |
| 55 | 1.215 | 0.891 | 17.57 | 30 | 1039.8 | 1009.8 | 0.149 | 4.33 | - | - | 122.6 | 45.1  | 15 | 0.38 |
| 56 | 1.207 | 0.893 | 17.73 | 30 | 966.1  | 936.1  | 0.179 | 4.09 | - | - | 122.8 | 49.3  | 15 | 0.3  |
| 57 | 1.195 | 0.890 | 17.86 | 30 | 866.3  | 836.3  | 0.208 | 3.76 | - | - | 121.7 | 55.6  | 15 | 0.2  |
| 58 | 1.195 | 0.893 | 17.92 | 30 | 730.6  | 700.6  | 0.239 | 3.31 | - | - | 120.9 | 67.4  | 15 | 0.1  |
| 59 | 1.155 | 0.890 | 18.46 | 30 | 452.3  | 422.3  | 0.189 | 2.39 | - | - | 123.7 | 119.6 | 15 | 0    |

二重スワローラ・ルーバ付, 隔壁板冷却: 改-2, 分流板: 鈍頭 No.2, 35 $\phi$ 孔, 燃料噴射弁: OC20-2

|    |       |       |       |      |       |       |       |      |   |   |       |       |    |     |
|----|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|---|---|-------|-------|----|-----|
| 60 | 1.226 | 0.899 | 17.58 | 30   | 998.3 | 968.3 | 0.181 | 4.19 | - | - | 119.1 | 45.9  | 15 | 0.4 |
| 61 | 1.221 | 0.901 | 17.71 | 30.5 | 936.2 | 905.7 | 0.201 | 3.98 | - | - | 118.6 | 49.4  | 15 | 0.3 |
| 62 | 1.210 | 0.900 | 17.88 | 31   | 851.2 | 820.2 | 0.225 | 3.70 | - | - | 122.7 | 57.3  | 15 | 0.2 |
| 63 | 1.164 | 0.895 | 18.61 | 32   | 408.4 | 376.4 | 0.204 | 2.23 | - | - | 113.7 | 124.0 | 15 | 0   |
| 64 | 1.228 | 0.898 | 17.64 | 32   | 998.9 | 966.9 | 0.202 | 4.17 | - | - | 119.9 | 46.3  | 10 | 0.5 |
| 65 | 1.211 | 0.897 | 17.88 | 32.5 | 876.2 | 843.7 | 0.197 | 3.76 | - | - | 118.7 | 53.6  | 10 | 0.3 |
| 66 | 1.200 | 0.896 | 18.08 | 33   | 753.4 | 720.4 | 0.203 | 3.35 | - | - | 113.8 | 61.3  | 10 | 0.2 |
| 67 | 1.152 | 0.896 | 18.83 | 33   | 281.9 | 248.9 | 0.221 | 1.81 | - | - | 82.0  | 137.3 | 10 | 0   |
| 68 | 1.217 | 0.896 | 17.82 | 33   | 906.5 | 873.5 | 0.180 | 3.85 | - | - | 107.9 | 46.6  | 5  | 0.6 |
| 69 | 1.192 | 0.903 | 18.35 | 33   | 706.6 | 673.6 | 0.116 | 3.20 | - | - | 98.9  | 56.9  | 5  | 0.4 |
| 70 | 1.182 | 0.896 | 18.41 | 34   | 610.3 | 576.3 | 0.183 | 2.88 | - | - | 86.8  | 59.2  | 5  | 0.3 |

スワッチ: 54φ/42.5φ盲付, 隔壁板冷却: 改-2, 原型より4mm上流側へ移動 分流板: 鈍頭No.2, 35φ孔, 燃料噴射弁: CC20-2

| No | $P_1$<br>kg/cm <sup>2</sup> abs | $w_a$<br>kg/s | $U_r$<br>m/s | $t_1$<br>°C | $t_2$<br>°C | $\Delta t$<br>deg C | $\delta t$ | $T_2/T_1$<br>K/K | $\Delta P/P_1$ | $\phi$ | $\eta_b$<br>% | $n$  | $P_A g/cm^2 G$ |      |
|----|---------------------------------|---------------|--------------|-------------|-------------|---------------------|------------|------------------|----------------|--------|---------------|------|----------------|------|
|    |                                 |               |              |             |             |                     |            |                  |                |        |               |      | P              | M    |
| 71 | 1.195                           | 0.890         | 17.76        | 28.5        | 844.1       | 815.6               | 0.298      | 3.70             | —              | —      | 121.3         | 57.0 | 10             | 0.3  |
| 72 | 1.185                           | 0.891         | 18.01        | 30          | 752.6       | 722.6               | 0.279      | 3.38             | —              | —      | 119.3         | 64.2 | 10             | 0.2  |
| 73 | 1.167                           | 0.888         | 18.36        | 31          | 533.6       | 502.6               | 0.166      | 2.65             | —              | —      | 114.7         | 91.8 | 10             | 0.1  |
| 74 | 1.202                           | 0.886         | 17.83        | 33          | 907.7       | 874.7               | 0.149      | 3.86             | —              | —      | 122.7         | 53.2 | 15             | 0.2  |
| 75 | 1.185                           | 0.886         | 18.14        | 34          | 736.2       | 702.2               | 0.182      | 3.29             | —              | —      | 121.1         | 67.2 | 15             | 0.1  |
| 76 | 1.175                           | 0.884         | 18.28        | 34          | 614.0       | 580.0               | 0.159      | 2.89             | —              | —      | 118.2         | 81.0 | 15             | 0.05 |
| 77 | 1.203                           | 0.879         | 17.79        | 35          | 925.9       | 890.9               | 0.274      | 3.89             | —              | —      | 111.5         | 47.1 | 5              | 0.56 |
| 78 | 1.189                           | 0.883         | 18.09        | 35          | 812.9       | 777.9               | 0.271      | 3.52             | —              | —      | 109.0         | 53.7 | 5              | 0.4  |
| 79 | 1.180                           | 0.888         | 18.36        | 35.5        | 706.6       | 671.1               | 0.279      | 3.17             | —              | —      | 104.1         | 60.4 | 5              | 0.3  |
| 80 | 1.165                           | 0.880         | 18.47        | 36          | 564.8       | 528.8               | 0.229      | 2.71             | —              | —      | 97.3          | 73.2 | 5              | 0.2  |
| 81 | 1.154                           | 0.882         | 18.54        | 36          | 417.0       | 381.0               | 0.381      | 2.23             | —              | —      | 93.3          | 99.9 | 5              | 0.1  |

スワッチ: 54φ/42.5φ盲付, 隔壁板冷却: 改-2, 分流板: 鈍頭No.3-30φ孔, 燃料噴射弁: CC20-2

| No | $P_1$<br>kg/cm <sup>2</sup> abs | $w_a$<br>kg/s | $U_r$<br>m/s | $t_1$<br>°C | $t_2$<br>°C | $\Delta t$<br>deg C | $\delta t$ | $T_2/T_1$<br>K/K | $\Delta P/P_1$ | $\phi$ | $\eta_b$<br>% | $n$   | $P_f g/cm^2 G$ |      |
|----|---------------------------------|---------------|--------------|-------------|-------------|---------------------|------------|------------------|----------------|--------|---------------|-------|----------------|------|
|    |                                 |               |              |             |             |                     |            |                  |                |        |               |       | P              | M    |
| 82 | 1.214                           | 0.897         | 17.66        | 31          | 946.5       | 915.5               | 0.168      | 4.01             | —              | —      | 113.1         | 46.4  | 5              | 0.5  |
| 83 | 1.197                           | 0.896         | 17.87        | 31          | 779.9       | 748.9               | 0.214      | 3.46             | —              | —      | 106.4         | 54.7  | 5              | 0.4  |
| 84 | 1.187                           | 0.895         | 18.08        | 32          | 697.6       | 665.6               | 0.199      | 3.18             | —              | —      | 105.9         | 62.1  | 5              | 0.3  |
| 85 | 1.161                           | 0.895         | 18.47        | 32          | 382.5       | 350.5               | 0.187      | 2.15             | —              | —      | 92.2          | 107.9 | 5              | 0.1  |
| 86 | 1.221                           | 0.894         | 17.55        | 32          | 998.1       | 966.1               | 0.139      | 4.17             | —              | —      | 119.5         | 46.2  | 10             | 0.45 |
| 87 | 1.207                           | 0.894         | 17.75        | 32          | 887.7       | 855.7               | 0.178      | 3.80             | —              | —      | 118.9         | 52.8  | 10             | 0.3  |
| 88 | 1.197                           | 0.894         | 17.89        | 32          | 774.0       | 742.0               | 0.197      | 3.43             | —              | —      | 116.6         | 60.8  | 10             | 0.2  |
| 89 | 1.180                           | 0.893         | 18.15        | 32          | 603.5       | 571.5               | 0.169      | 2.87             | —              | —      | 115.7         | 80.5  | 10             | 0.1  |
| 90 | 1.222                           | 0.893         | 17.52        | 32          | 1003.1      | 971.1               | 0.162      | 4.18             | —              | —      | 123.7         | 47.6  | 15             | 0.35 |
| 91 | 1.208                           | 0.893         | 17.71        | 32          | 895.1       | 863.1               | 0.191      | 3.83             | —              | —      | 124.5         | 54.9  | 15             | 0.2  |
| 92 | 1.180                           | 0.890         | 18.14        | 33          | 732.4       | 699.4               | 0.157      | 3.29             | —              | —      | 121.4         | 67.7  | 15             | 0.1  |

---

## 航空宇宙技術研究所資料269号

昭和50年1月発行

発行所 航空宇宙技術研究所  
東京都調布市深大寺町1880  
電話武蔵野三鷹(0422)47-5911(大代表)〒182  
印刷所 株式会社 共 進  
東京都杉並区久我山4-1-7(羽田ビル)

---



