

UDC 621.45.034

# 航空宇宙技術研究所資料

TECHNICAL MEMORANDUM OF NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

TM-265

FJR エンジン用高圧形セクタ燃焼器  
模型の実験 (I)

鈴木邦男・石井浅五郎

1974 年 10 月

航空宇宙技術研究所  
NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

# FJRエンジン用高圧形セクタ燃焼器 模型の実験(I)\*

鈴木邦男\*\* 石井浅五郎\*\*

## 概 要

FJR 710/10 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)を製作し、大気圧燃焼実験を行なった。この実験目的は、アニユラ形ではむずかしい燃焼器内部の様子を調べること、およびセクタ模型の簡単に追加工や改造のできる利点を生かし各種因子の影響を調べることである。はじめ原型の性能測定を行ない、のち、いくつかの試みを実験したそれらの結果を示す。

## 1. はしがき

ジェットエンジンのアニユラ形燃焼器模型の実験では、実機燃焼器の設計に直接役立つ資料の得られる利点をもつが、反面、燃焼器内部の観察や測定がむずかしく、性能の解析やその向上のための資料を得ることがむずかしい。また、燃焼器模型の製作・改造を行なうことも容易でない。このような点を考慮してセクタ模型(正確には箱形分割模型)を製作し、大気圧燃焼実験を行なった。

燃焼器の基本形を、通商産業省工業技術院の大型工業技術研究開発制度の一テーマ:航空機用ジェットエンジンの研究開発の一環として設計した一次試作用アニユラ形燃焼器模型;呼称CC20<sup>1)</sup>)にとり、これを燃料噴射弁のピッチ円で展開した二次元模型とした。燃料噴射弁はデュアルオリフィスのうず巻形で4個用い、実験前半に燃焼実験専用として試作したCC10ノズル、実験後半に実機相当の流量特性をもつCC20<sub>2</sub>ノズルの2種を用いた。使用した燃料は、ジェット燃料Jet A-1である。

実験目的として、燃料噴射弁まわりのスワローの燃焼特性に及ぼす影響を主に考えたため、スワローとしてJR-系燃焼器の研究に使用したもの、および本燃焼器用に試作したものを合せて11種類を用いた。その他、一次燃焼領域のライナ空気孔の有・無の影響、

ライナ冷却スリットからの冷却空気の影響、燃料噴射弁のプライマリノズルから空気またはプロパンガスを噴射した影響、噴射弁とスワローの軸方向の相対位置をかえた影響などを調べた。

## 2 燃焼器模型

燃焼器模型は、FJR 710/10 エンジンを対象にした一次試作用アニユラ形燃焼器模型CC20の $\frac{1}{4}$ 分割模型である。これから、本燃焼器模型をCC20S-1と呼ぶ。これは、箱形燃焼器模型で、その二次元化の方針として、燃焼器断面形状をアニユラ形のそれに合せ、燃焼噴射弁のピッチ円を基準に、円弧を直線に展開した形とした。アニユラ形燃焼器との相違点は、次のようなものである。

- (1) 燃焼器入口デフューザ流路断面形状のアニユラ形の外側/内側に対応する上側/下側の比率は、一致しない。この比率は、CC20Sのほうが小さくなる。
- (2) アニユラ形では、入口デフューザ部分にストラットが入っているが、CC20Sケーシングでは、これを省略した。
- (3) アニユラ形では、ライナ止めピンおよび点火プラグ座に翼形のフェアリングをつけているが、CC20Sでは、ライナ止めピンの代りに薄板による支持を行ない、また、点火プラグ座がないため、フェアリングはついていない。
- (4) CC20Sの下側ケーシングのデフューザ出口から下流側で、アニユラ形といくぶん形状がことなっているが、これは性能的な面への影響はほとんどないと思われたため、製作の容易さを考慮し、水平にしたことによる。

図1は、アニユラ形のCC20Sとセクタ模型CC20Sの断面形状を比較したものである。燃料噴射弁は、ピッチ80mmで4個並べた。図2にCC20Sの主要寸法を示す。図3は、CC20Sの側壁を取外した状態である。図3の左側が空気入口、右側が計測ダクトで7本の4点式熱電対がつけられている。上、下ケーシングに

\* 昭和49年7月25日受付

\*\* 原動機部

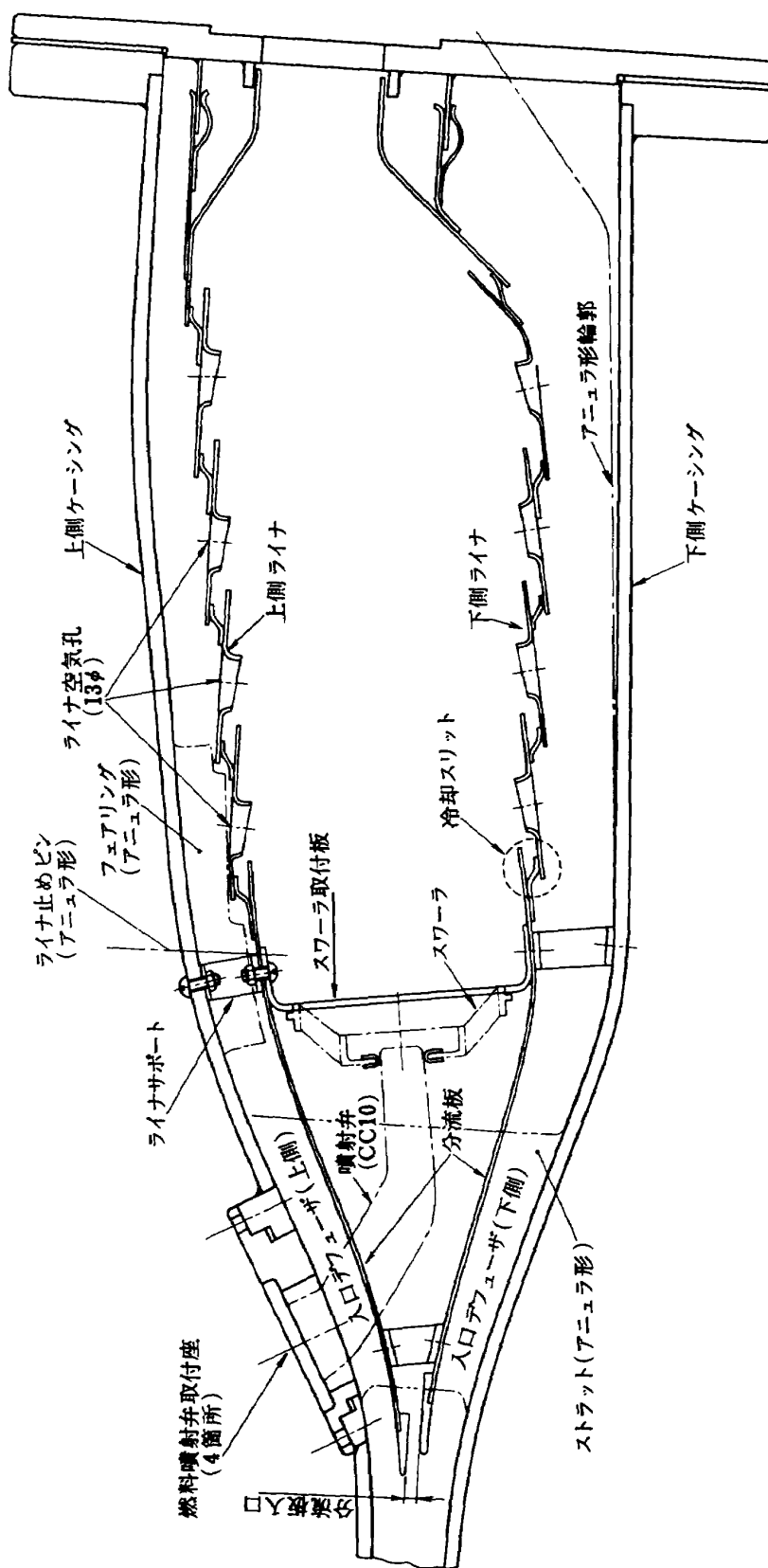


図 1 セクタ燃焼器とアニュラ形燃焼器の比較

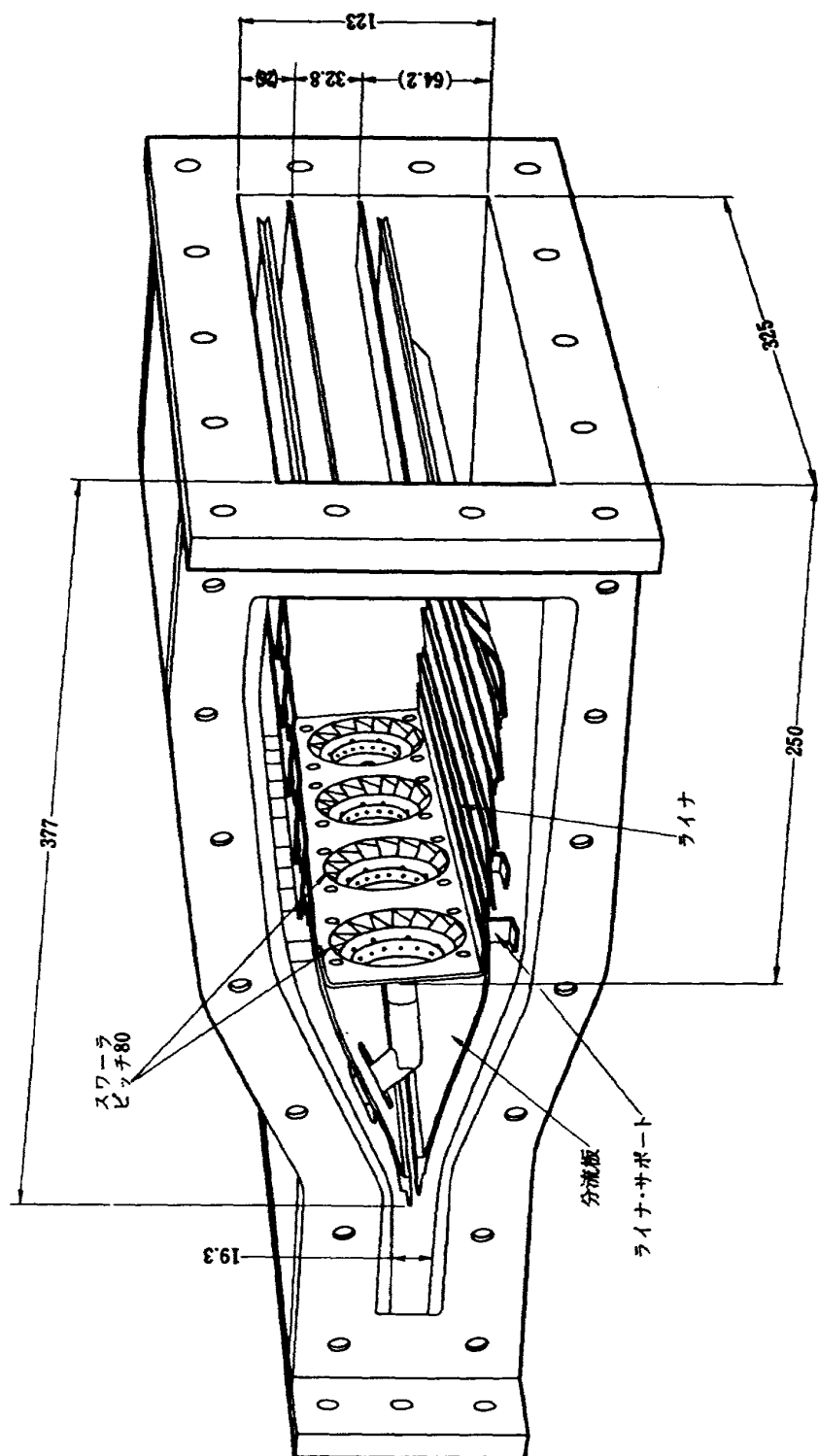


図 2 セクタ燃焼器 (CC20S) 主要寸法

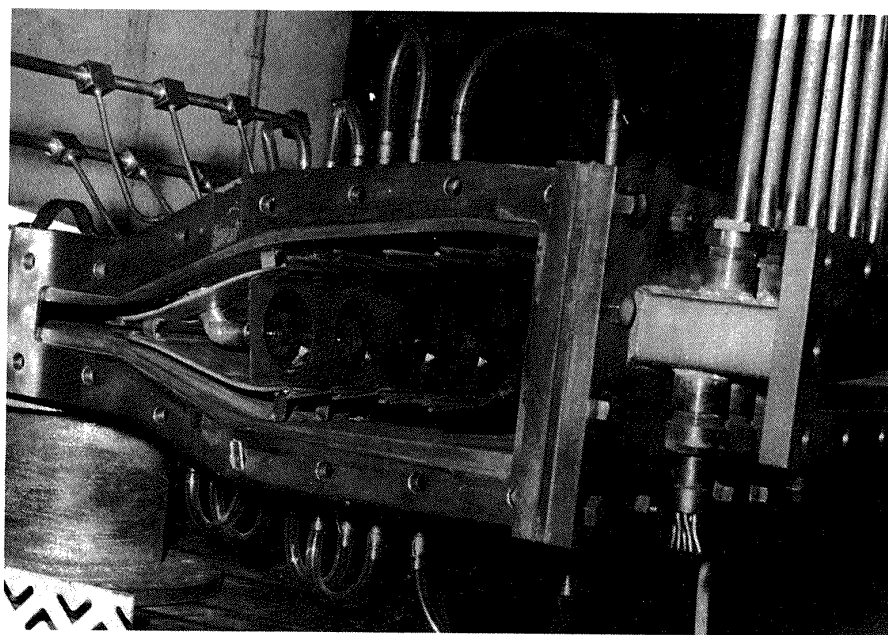


図 3 セクタ燃焼器模型CC20Sの側壁を取外した状態

ある，ビニール管の盲の箇所は，壁圧孔である。

## 2.1 燃焼器ライナ

ライナの基本形は，アニュラ形の呼称CC20<sub>-2</sub>からとった。空気孔は，すべて13mmφで主流方向に4列，アニュラ形の円周方向に対応する横方向に8列，上側，下側ライナともほぼ対称位置にあけた。空気孔位置は，アニュラ形の呼称CC10<sup>2)</sup>のそれと同一である。ライナ冷却スリットは，第1列空気孔の上流側1箇所，各空気孔の中間に3箇所，第4列空気孔下流側に1箇所の計5箇所とし，冷却スリット有効高さ3.0mm，冷却空気流入孔として2.0mmφキリ孔をピッチ3.0mmであけた。スワラ取付板の冷却は行っていない。ライナの主要寸法を図4に，外観写真で図5に示す。

## 2.2 スワラ

スワラは，JR系エンジンのものとほぼ同一で，いくつかのものは，JR系燃焼器模型で使用したものを流用した。<sup>3)</sup> CC20S用に試作したのもいくつかある。実験に供したスワラをまとめて表1に示す。スワラ有効外径は52～56mmφで，同一外径のものでも盲リング外径をかえたものがある。盲リング外径のスワラ性能に及ぼす影響については，プロパンガスを用いた保炎テストを行ない，火炎形状を調べてスワラ単体についての保炎性能を推定しておいた。

保炎テストの結果，適当でないと判断された盲リング外径のものも含まれている。旋回角は，呼称45°，1種のみ47.5°で，これは，旋回羽根植込み角度をスワラ中心軸からとった値である。旋回羽根の板厚は，はじめ製作したものが0.4mm，あとになって，精密鑄造による製作を考慮して1.0mmとした。この板厚の保炎性能に及ぼす影響は， $t = 0.4 \sim 1.0 \text{ mm}$ の間では，ほとんどないようである。図6にスワラの例を示す。

## 2.3 燃料噴射弁

燃料噴射弁は，前半の実験で第1報と同じCC10ノズル，後半の実験にCC20<sub>-2</sub>ノズルを用いた。<sup>4)</sup> この流量－圧力特性の比較を図7に示す。設計噴霧角は，92°～95°と共にほぼ同じであるが，燃料噴射圧力を低くするとCC10ノズルでは噴霧角が広がるのに対し，CC20<sub>-2</sub>ノズルでは逆に狭くなる，という差異がみられた。ノズル外形の差異として，ノズル先端の直径が，CC10ノズルの12.8mmφに対し，CC20<sub>-2</sub>ノズルの17.0mmφとことなり，取付フランジの形状もことになっているため，ケーシングの燃料噴射弁取付座にアダプタをつけて両方のノズルが使用できるようにした。また，スワラについても，燃料噴射弁取付座（カラー）の直径を17.2mmφとし，13.0mmφのアダプタを点溶接して両種ノズルの使用を考慮した。

図8にCC10およびCC20<sub>-2</sub>ノズルの外観を示す。

有効外径 mm	旋回羽根 板厚 mm	旋 回 角 deg	盲リング 外径 mm	摘 要
52	1.0	45	39.5	盲リングに16-1.5φキリ, 羽根植込部に16-1.5φキリ
52	1.0	45	41.0	盲リングに16-1.5φキリ, 羽根植込部に16-1.5φキリ
54	0.4	45	39.0	羽根植込部に16-1.5φキリ
54	1.0	45	42.5	盲リングに8-1.5φキリ, 羽根植込部に16-1.5φキリ
55	0.5	45	40.0	羽根植込部に16-1.5φキリ
55	0.4	45	41.5	羽根植込部に16-1.5φキリ
55	0.5	45	42.0	盲リングに8-1.5φキリ, 羽根植込部に16-1.5φキリ
55	1.0	45	42.5	盲リングに8-1.5φキリ, 羽根植込部に16-1.5φキリ
55	0.4	45	43.0	盲リングに8-切欠, ボス部に計24-1.5φキリ
56	1.0	47.5	42.5	盲リングに8-1.5φキリ, 羽根植込部に16-1.5φキリ
56	0.4	45	43	盲リングに8-切欠, ボス部に計24-1.5φキリ

表 1 供試スワーラ

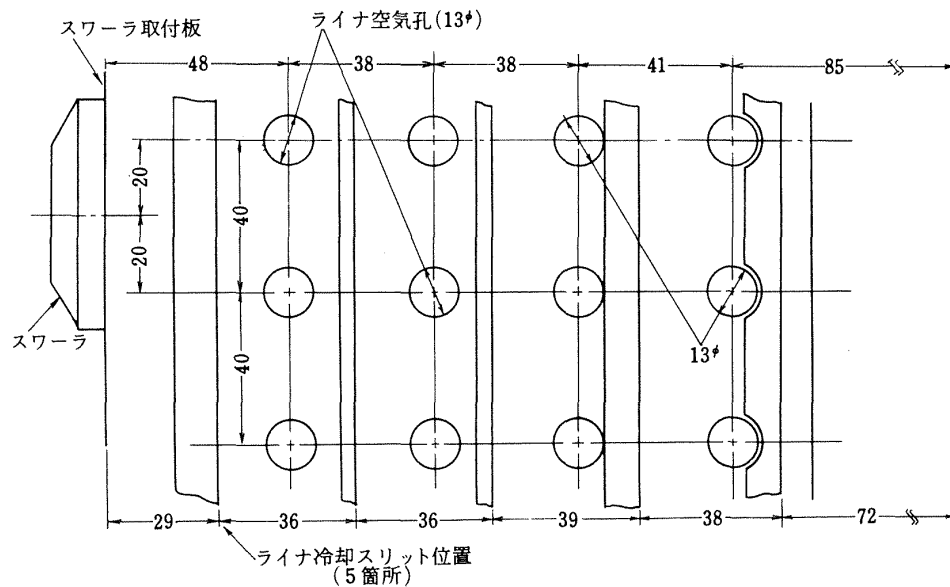


図 4 CC20S-1 ライナ空気孔主要寸法 (上, 下ほぼ対称)

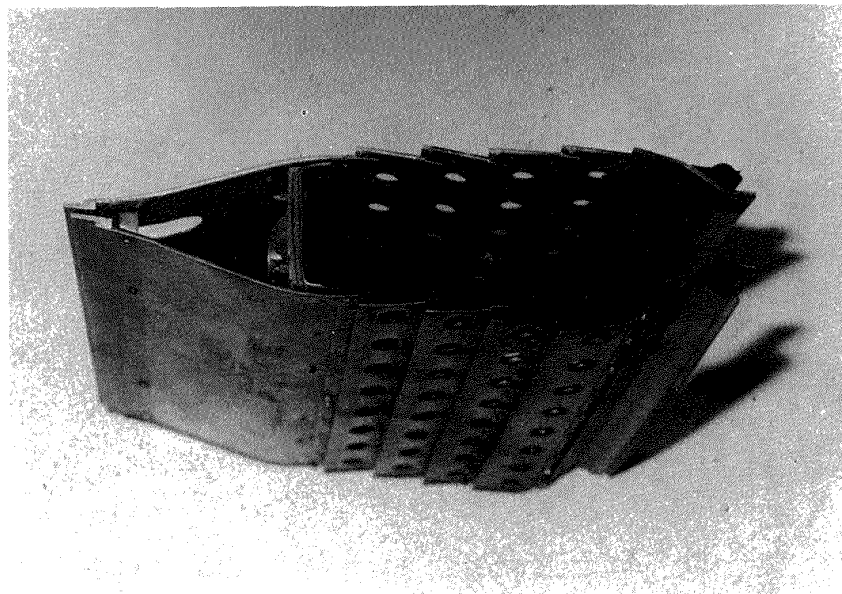


図 5 CC20S-1 ライナ

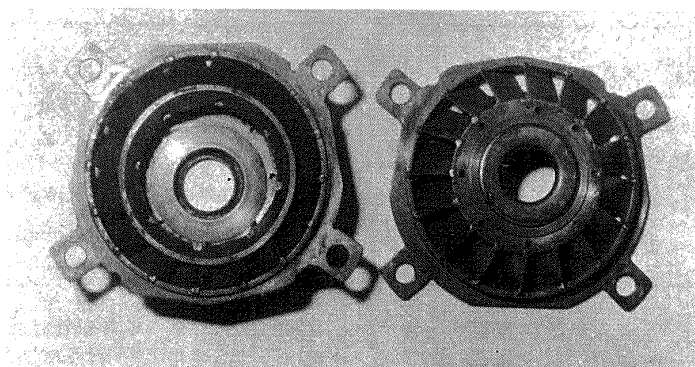
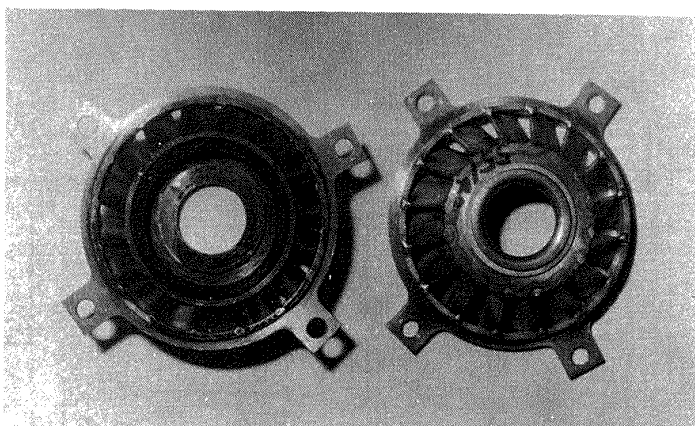
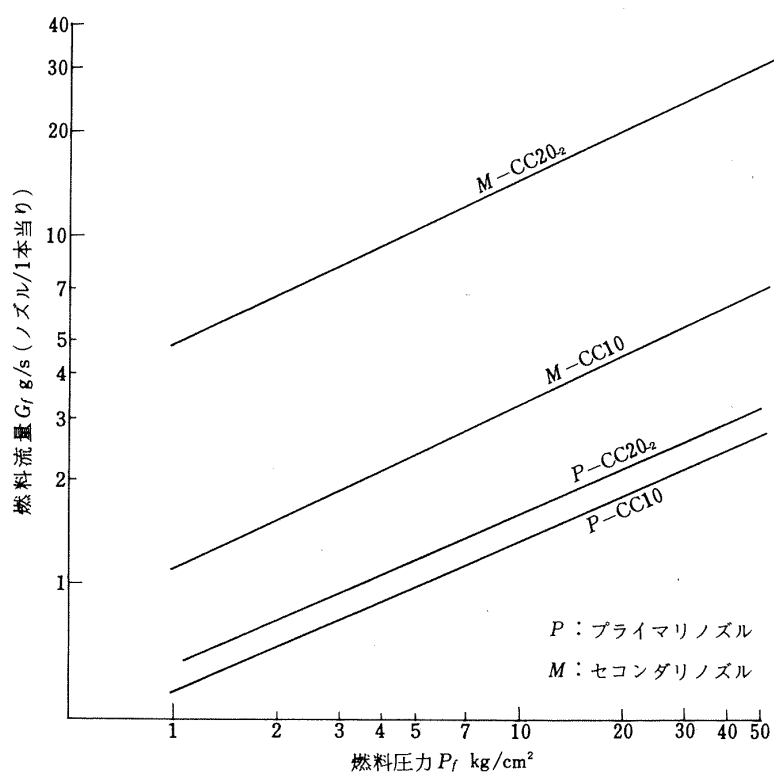
図 6 (a) スワアラ：CC10 ノズル用 (55 $\phi$ /43 $\phi$  盲付)図 6 (b) スワアラ：CC20-2 ノズル用 (55 $\phi$ /42.5 $\phi$  盲付)

図 7 燃料噴射弁 流量—圧力特性

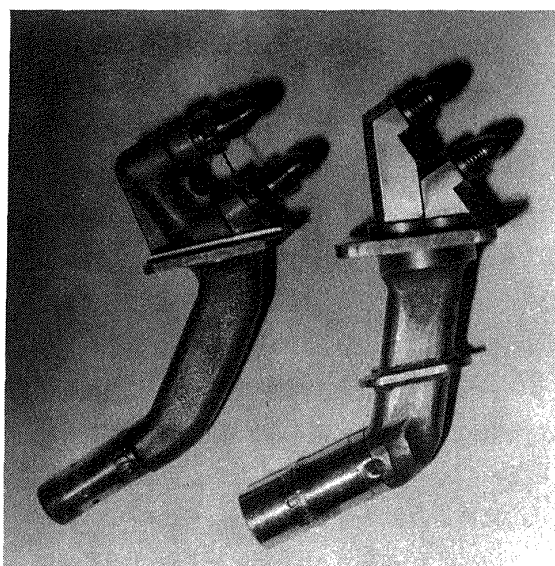


図 8 燃料噴射弁  
(左:CC10ノズル,右:CC20-2ノズル)

### 3. 実験装置および実験条件

器試験設備のうちの常圧試験系を用いた。

燃焼実験は、表2の条件で行なった。

実験装置は、当所原動機部の罐形燃焼

条 件 因 子	変 化 範 囲	摘 要
燃焼器入口空気圧力 $P_1$ % abs	1.07~1.22	出口温度計測ダクトから大気放出(排気ダクトに導く)。
燃 焼 器 入 口 空 気 温 度 $t_1$ °C	30~59 200~210	多くは実験は $t_1 \sim 40^\circ\text{C}$ 前後 予熱燃焼器使用は2回のみ
最大断面平均風速 $U_r$ m/s	14~20	多くの実験は設計点の $U_r=18\text{m/s} \sim 19\text{m/s}$ 付近
空 燃 比 $n$	40~180	設定は $n=50 \sim 100$ の間を4点( $n=50, 60, 75, 100$ )とした
使 用 燃 料	Jet A-1	灯油形ジェット燃料

表 2 実験条件

### 4. 実験結果

実験は表3に示す内容について行なった。

	実 験 内 容	測 定 項 目
非燃焼実験	<ul style="list-style-type: none"> <li>○流れ模様の測定</li> <li>○燃料噴射弁CC10, CC20-2ノズルの比較</li> <li>○CC20-2ノズルのプライマリ燃圧の影響</li> <li>○CC10ノズルのプライマリノズルからガス吹出しの効果</li> </ul>	燃焼効率 $\eta_b$ 出口温度上下方向分布 出口温度不均一率 $\delta_t$
燃 焼 実 験	<ul style="list-style-type: none"> <li>○CC20-2ノズルのスワラとの軸方向相対位置の効果</li> <li>○スワラの比較</li> <li>○分流板入口幅広げの効果</li> <li>○ライナ第1列空気孔盲の効果</li> <li>○ライナ第1列冷却スリット盲の効果</li> </ul>	

表 3 実験内容



燃焼器内の流れ模様の測定は、側壁を透明プラスチック板におきかえて行ない、ストリーマ観察の容易さから最大断面平均風速を  $U_r \sim 6 \text{ m/s}$  に押えた。ストリーマのトラバース間隔は、 $10 \text{ mm}$  とした。

燃焼実験は、最大断面平均風速の設定値の標準を  $U_r = 18 \sim 19 \text{ m/s}$  とし、この付近でもっとも多く行なった。

燃料噴射圧の設定は、OC10ノズルの場合、プライマリノズルとセコンダリノズルを同一の圧力にした。JR-系燃焼器の実験でもこのような燃圧設定をしたが、特に問題となる点はなかった。今回は、空燃比の大きな例で燃料噴霧粒径粗大化の影響が現われ、燃焼効率の低下する傾向がでたが、性能の比較を目的とする場合、これでも構わないと判断した。OC20<sub>2</sub>ノズルの場合は、流量が多いためOC10ノズルのときと同様な燃圧設定ができず、プライマリノズルの燃圧を5, 10, 15  $\text{kg}$  の3種に設定し、所要の空燃比を得るための燃料流量の調整をセコンダリノズルで行なう方式をとった。なお、設計点空燃比は  $n = 55$  である。

計測は、空気流量、燃料流量のほか燃焼器入口全圧1点、入口温度1点、燃焼器出口温度を上下方向4点、横方向7箇所計28点について行ない、これから最大断面平均風速  $U_r$ 、出口温度上下方向分布、出口温度不均一率  $\delta t$ 、燃焼効率  $\eta$ 、空燃比  $n$  などを求めた。

#### 4.1 流れ模様の測定

燃焼器内部の流れ模様は、燃焼効率特性や振動燃焼限界、出口温度分布形に影響を及ぼすところが大きく、大切な資料となる。ここではもめん糸のストリーマを用いて、流れの方向を二次元的に測定した。測定断面

を図9に、スワロー  $54 \text{ mm } \phi / 42.5 \text{ mm } \phi$  盲付を用いたときの結果を図10～図13に示す。スワローによる循環流領域は、図10からみると、第1列空気孔よりやや下流側まで；スワロー取付板からの距離にして約  $60 \text{ mm}$  までである。図11、図12によると、第1列空気孔からの空気噴流は強く、循環流領域はこれによって短縮されたような形で、長さが約  $50 \text{ mm}$  になっている。図11によると、第1列空気孔の、スワロー旋回流と空気噴流と衝突する位置にある例では、空気孔からの流入空気は少ない。これは、第1列空気孔の噴流が、スワローからの流れを相当に乱している、または、スワローからの流れがライナ空気孔からの空気流入を妨げていることを示す。スワローからの流れを重視すれば、第1列空気孔の位置は上流過ぎるといえる。ただし、下側ライナ空気孔からの噴流は、上側のものほど乱されていない(図13)。第1列空気孔位置を横方向にトラバースして測定した図14では、前記傾向がさらに明らかである。この図14から判断すると、第1列空気孔部分では、下側から流入する空気量のほうが、上側からのものより多い。第2列空気孔からは、スワロー旋回方向の影響が現われず、上下ほぼ対称に流れている。

流れ模様に及ぼすスワローの影響を調べるため、スワロー  $56 \text{ mm } \phi / 43 \text{ mm } \phi$  盲付について測定した。結果を図15～図18に示す。図10～図13のそれぞれ対応する測定断面について比較してみると、スワローから第1列空気孔付近までの流れ模様に微妙な差がみられる。この流れ模様の差が燃焼性能にどのような影響を及ぼすかの判断は、燃焼実験によらないとわからない。

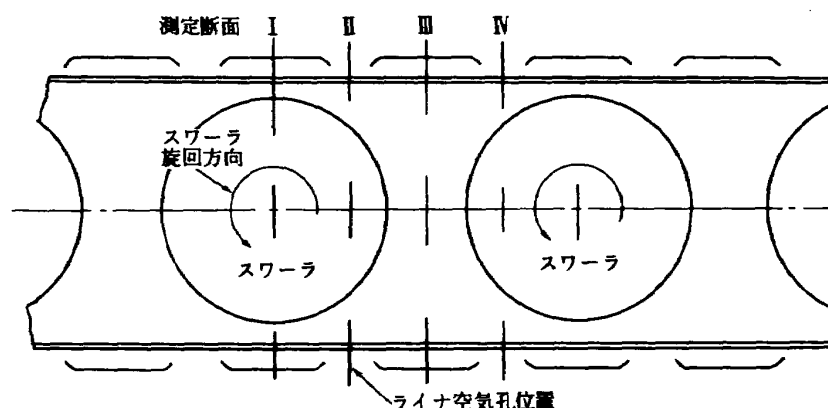


図 9 流れ模様測定断面 (I～IV)

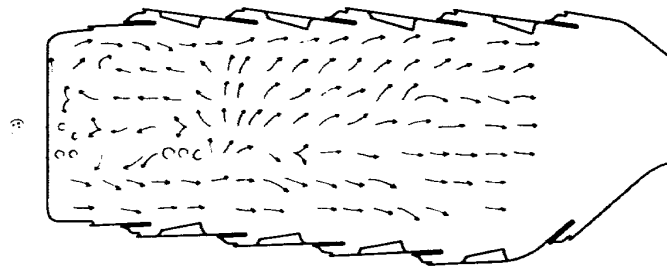


図 10 流れ模様-I スワラ中心断面 (スワラ50φ/4.25φ盲付)

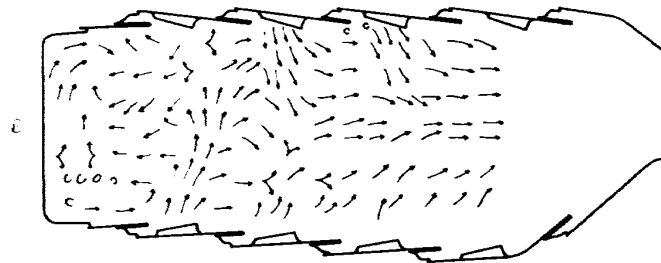


図 11 流れ模様-II 空気孔中心断面 (スワラ54φ/4.25φ盲付)

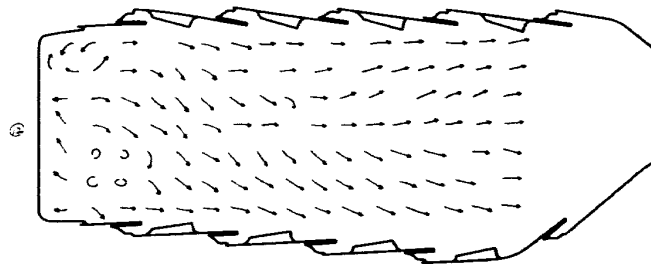


図 12 流れ模様-III スワラ中間断面 (スワラ54φ/4.25φ盲付)

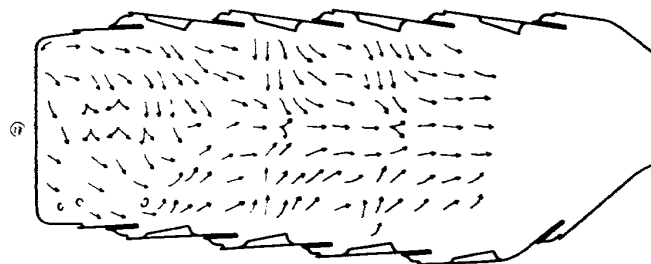


図 13 流れ模様-IV 空気孔中心断面 (スワラ54φ/4.25φ盲付)

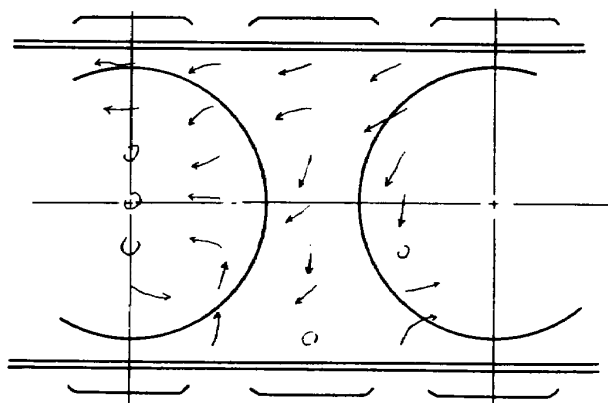
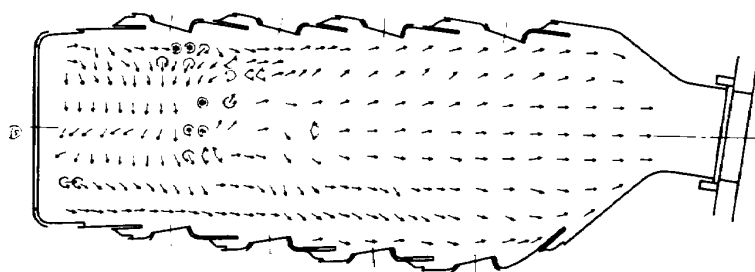
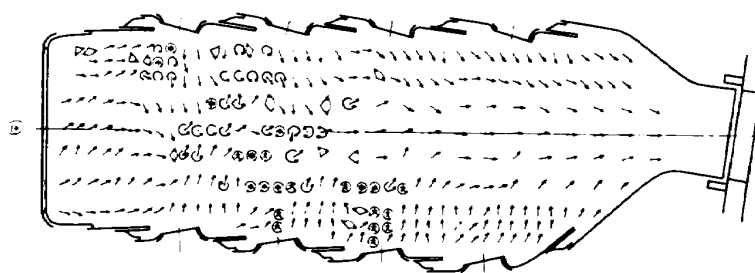
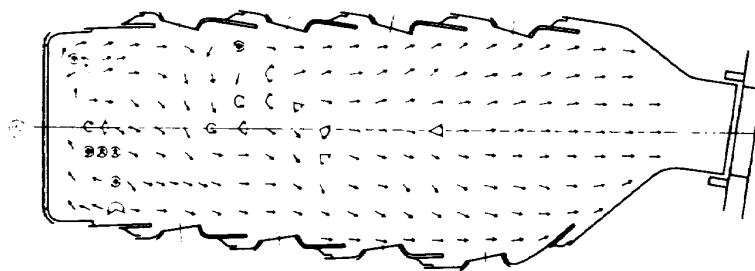


図 14 流れ模様-V

図 15 流れ模様-I スワラ中心断面 (スワラ56 $\phi$ /43 $\phi$ 盲付)図 16 流れ模様-II 空気孔中心位置 (スワラ56 $\phi$ /43 $\phi$ 盲付)図 17 流れ模様-III スワラ中間位置 (スワラ56 $\phi$ /43 $\phi$ 盲付)

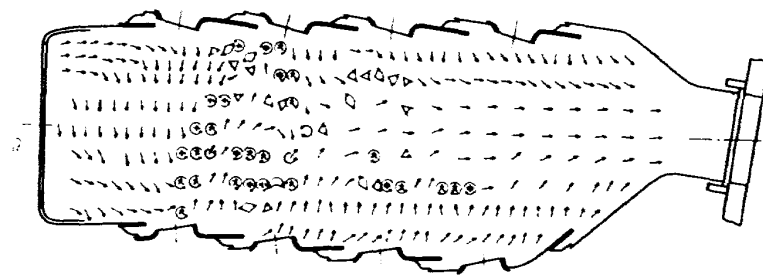


図 18 流れ模様-IV 空気孔中心位置 (スワラ56φ/43φ盲付)

## 4.2 燃焼効率特性

### 4.2.1 燃料噴射弁にCC10を用いたときの標準的な性能

ライナCC20S-1 原型, 標準スワラとして55φ/43φ盲付, 燃料噴射弁CC10を用いたときの燃焼効率特性を図19に示す。参考までにアニュラ形燃焼器模型CC20の結果も合わせて示す。空燃比 $n < 70$ の範囲ではセクタ模型のほうが高い燃焼効率を示すが, 空燃比の大きなところでは燃焼効率が低めのようにである。図19には, 1点のみであるが, プライマリノズルのみの結果を示している。プライマリノズルのみのときは, 空燃比が大きくても燃焼効率は高く, 図19の空燃比の大きな範囲の燃焼効率低下は, 主に燃料噴霧粒径の粗大化に基くものと推定される。

燃焼実験時の火炎の観察によると, セコンダリノズルを使用して燃料圧力の低いとき, スワラ中心部分にはスワラ近傍まで火炎があり, よく保炎されているが, スワラ取付板の保炎がほとんどみられず, 燃料噴霧がライナ壁面に衝突して, ライナ面上を流れている。空燃比を $n \leq 50$ と小さくすると(燃料圧力は

7~10 ㎖Gになる), スワラ取付板上でも保炎が行なわれるようになり, ライナ面上を流れる燃料の量が減少する。一方, プライマリノズルのみを使用すると燃圧を高くしても空燃比は大きい, この状態で, スワラ取付板による保炎が行なわれ, ライナ壁面上に流れる燃料は, ほとんどみられない。プライマリ燃圧8 ㎖Gでこの状態が観察され, 入口空気を予熱したとき6 ㎖Gで観察されている。スワラ取付板による保炎の有無は, 主にプライマリ燃圧できまるようである。この観察によると燃料噴霧角をもっと小さくしたほうが, スワラ取付板による保炎改善および噴霧のライナ面への衝突防止の点で良いと推定された。

図19には示していないが, 最大断面平均風速を $U_r = 19 \text{ m/s}$ から $14 \text{ m/s}$ と低下させると, 燃焼効率はいくぶん低下する。また, 予熱による入口空気温度上昇の効果は,  $t_1 \sim 200^\circ\text{C}$ まで高めたが, それほどなかった。その理由の一つは, 最大断面平均風速を予熱なしのときに合せると空気流量が減少し, 同一空燃比に対し燃料噴射圧力が低下して噴霧粒径が大きくなるためと考えられる。プライマリノズルのみを使用した

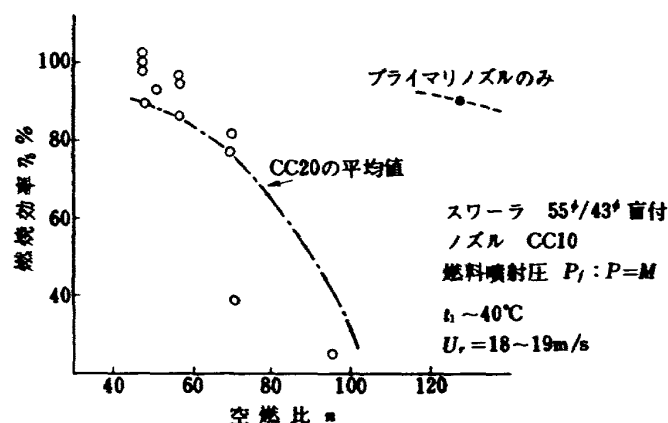


図 19 燃焼効率-CC20S-1の性能

状態で予熱の効果を比較すると、予熱なしのときの燃焼効率がすでに高いため、予熱による燃焼効率の改善は少なかった。

#### 4.2.2 スワローの燃焼効率特性に及ぼす影響

図20は、燃料噴射弁にCC10を用いたときのスワローによる燃焼効率の差異を示したものである。図20の56mmφ/43mmφ盲付スワローの性能は、図19に示した55mmφ/43mmφ盲付スワローの結果の再現性の範囲内にあり、大きな差があるとはいえないが、直接比較できるデータでみると図20のようになり、直接比較できない参考データでも図20のような傾向が示されたため、代表的なものとして示した。これによる

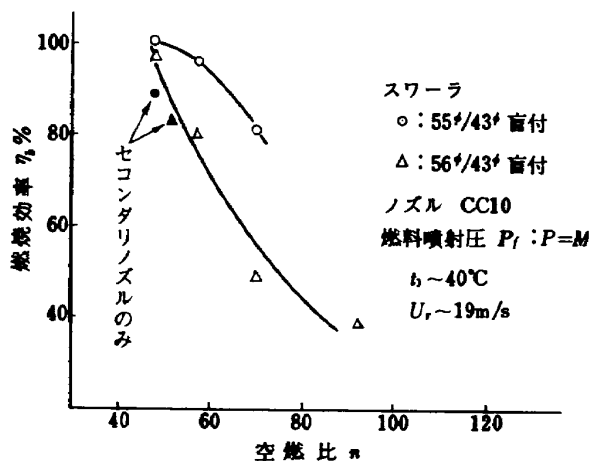


図 20 燃焼効率—スワローの比較—I

と56mmφ/43mmφ盲付スワローより55mmφ/43mmφ盲付のほうがすぐれている。

燃料噴射弁にCC20<sub>2</sub>を用いたときの各種スワローの性能比較を図21に示す。54mmφ/39mmφ盲付スワローの性能は劣っているが、他種のスワローでは、ほとんど差はない。この54mmφ/39mmφ盲付スワローは、プロパンガスによるスワロー単体の保炎テストの結果、盲リング外径が小さすぎると判断されたものである。図22は、52mmφスワローの盲リング外径39.5mmφと41.0mmφの比較である。参考として図21の54mmφ/42.5mmφ盲付のデータを併記した。空燃比の小さな範囲で52φスワローは54φスワローより低めの燃焼効率を示すが、差はわずかである。52φスワローの盲リング外径の差は現われていない。プロパンガスによるスワロー単体の保炎テストの結果では41.0mmφ盲リング付は、盲リング外径過大、39.5mmφ盲リング付が適当と、従来の経験<sup>3)</sup>から判断された。この予想のずれは、スワロー流れとライナ空気孔からの空気噴流の干渉(図11など参照)による影響があったとみられる。この燃焼器の場合、盲リング外径は過大気味のほうが、燃焼効率は良好なようである。

なお、図22では、燃焼効率が100%を超す値もいくつかあり、この原因を調べるため、空気流量計、燃料流量計、出口温度指示計など計器チェックをしたが、いずれも正常であった。結局、原因を明らかにすることはできなかったが、再現性があるため、今回主目的とする性能比較には問題ないものとして、燃焼効率が

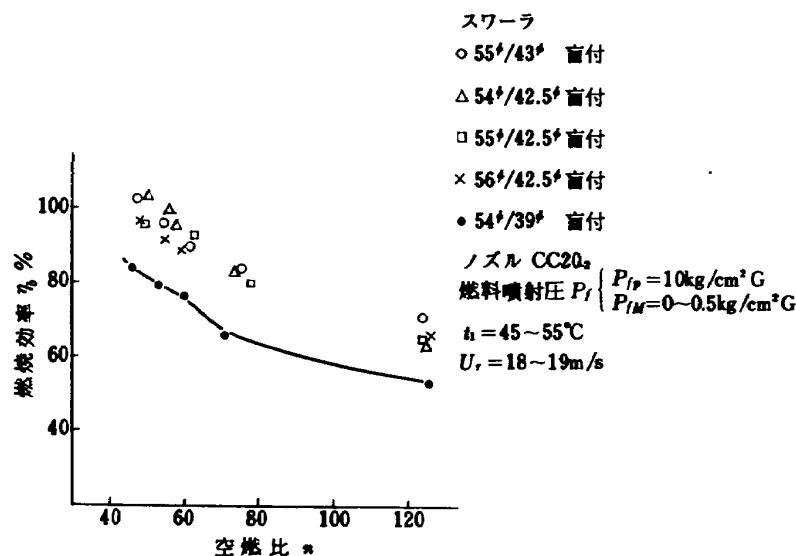


図 21 燃焼効率—スワローの比較Ⅱ

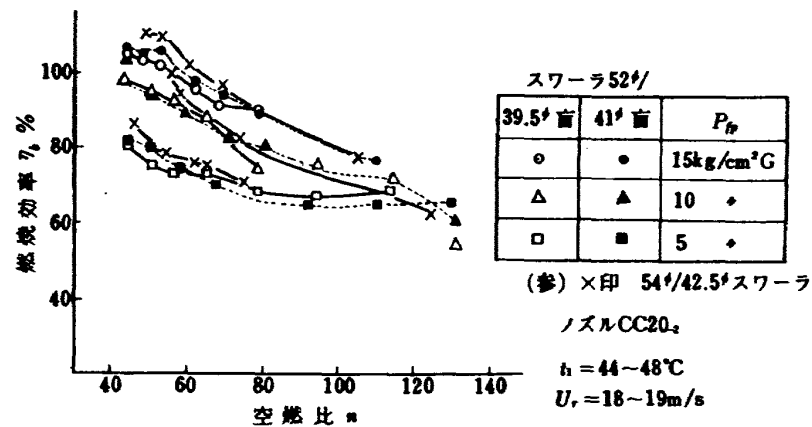


図 22 燃焼効率—スワラの比較Ⅲ

100%を越す値もそのまま採用した。

#### 4.2.3 プライマリノズル燃圧の燃焼効率に及ぼす影響 (CC20<sub>2</sub>ノズル)

CC20<sub>2</sub>ノズルのプライマリノズルの設定燃圧をかえた効果を図22に合せて示す。このプライマリ燃圧を高めると燃焼効率の改善される傾向は、他のスワラを用いたときも同様である。火炎状態の観察によると、プライマリ燃圧  $P_{1r} = 5$  気圧のときからスワラ取付板上の保炎が行なわれ、燃焼器内火炎の色、火炎長さの点でプライマリ燃圧の違いによる差はほとんどみられない。しかし、同一出口温度に対し、プライマリ燃圧の低いときのほうが燃料流量が多い、すなわち燃焼効率が低下している、という感じである。

#### 4.3 出口温度分布

燃焼器出口温度分布としては、主に上下方向の分布、すなわち、アニュラ形の際の半径方向に対応する分

布をとりあげた。横方向の分布、すなわち、アニュラ形の際の円周方向に対応する分布は、分割模型の場合、側壁の影響が大きく現われ、精度よく求まらないので、今回、これについての検討は行っていない。出口温度上下方向分布は、アニュラ形の際と定性的な一致の得られること<sup>5)</sup>、および燃焼器内部の火炎の様子などとの関連を調べることで有用なものとなる。各条件における出口温度分布の比較に対して、各計測点の横方向平均値  $t_{2i}$  から入口温度  $t_1$  を引いた値を、平均温度上昇  $(t_2 - t_1)$  で割った無次元数を用いた。これは、従来の経験によると空燃比によっては、ほとんどかわらないものとなる。

#### 4.3.1 燃料噴射弁の出口温度分布へ及ぼす影響

燃料噴射弁による出口温度分布の差異として、CC10ノズルとCC20<sub>2</sub>ノズルの場合を図23に示す。図23の差は、燃料噴射圧の低い状態における燃料噴霧角の違いによるものと考えられる。参考までに図

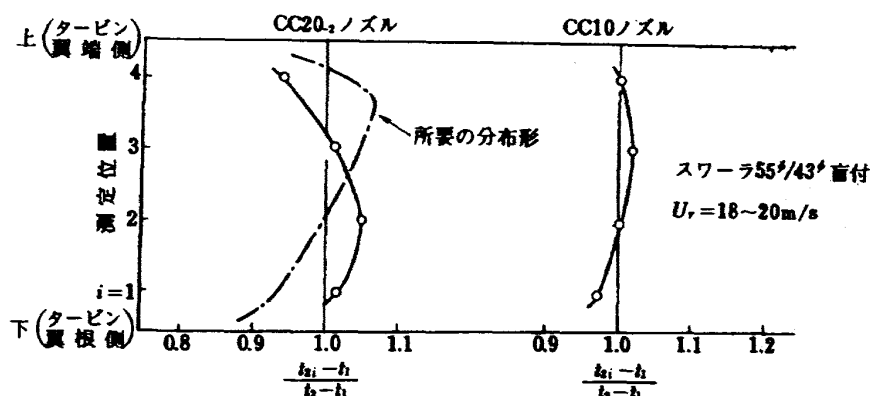


図 23 出口温度上下方向分布—噴射弁の影響

23 中にアニュラ形についての所要の分布形を示した。燃料噴霧粒径の影響は、図 24 に示すように出口温度分布にほとんど現れない。なお、図 20 の燃料圧力  $P$ ,  $M$  はそれぞれプライマリノズル燃料圧力, セコンダリノズル燃料圧力を示し,  $P/M = 15/0.2$  のときのほうが  $P/M = 2/0.5$  のときより噴霧粒径は小さい。この差は、燃焼効率には現われている (図 22)。

#### 4.3.2 入口空気温度の出口温度分布へ及ぼす影響

図 25 は、入口空気温度を高めたときの分布形の変化を示したものである。最大断面平均風速  $U_r \sim 19 \text{ m/s}$  では、差はないが、 $U_r \sim 14 \text{ m/s}$  では、いくぶんの差がみられる。

#### 4.3.3 最大断面平均風速の出口温度分布へ及ぼす影響

最大断面平均風速の影響は、多くの場合、実験した範囲内でほとんど現われなかった。

#### 4.3.4 スワラの出口温度分布へ及ぼす影響

CC10ノズルを使用したときのスワラの種類による出口温度分布の違いを図 26 に示す。この場合、55φスワラと56φスワラで分布の傾向がことなっている。スワラ外径の差による出口温度分布形の差は、CC10Sの場合にもあった。これに対し、CC20<sub>2</sub>ノズルを使用したときは、実験したスワラすべて同様な分布形を示し、スワラによる差は認められなかった。(図 27)。これは、一次燃焼領域内の流れ模様と燃料の噴霧角や粒径の関係からでたものといえるが、まだ解明できるほどの資料はない。

#### 4.4 出口温度不均一率

出口温度不均一率  $\delta t$  として、計測点の最高温度  $(t_{2i})_{\max}$  に着目し、平均温度  $t_2$ , 平均温度上昇  $\Delta t (= t_2 - t_1)$  から次式で表わした。

$$\delta t = \frac{(t_{2i})_{\max} - t_2}{\Delta t}$$

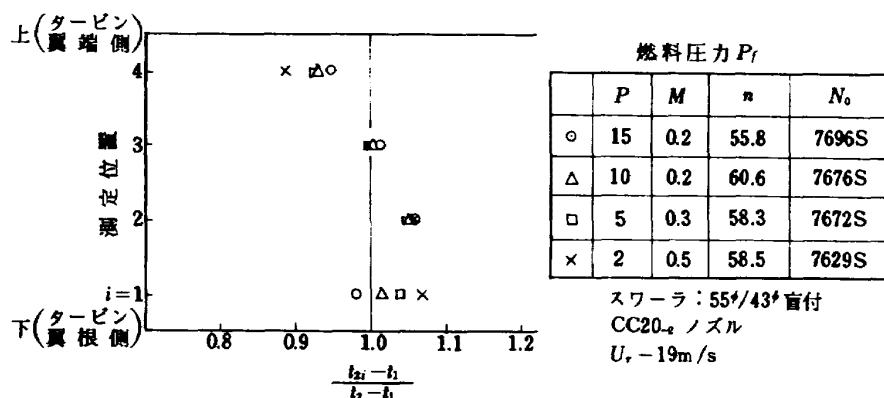


図 24 出口温度上下方向分布—噴霧粒径の影響

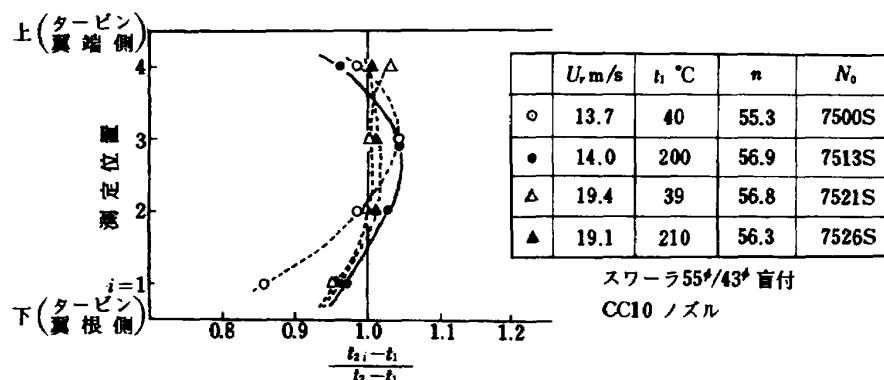


図 25 出口温度上下方向分布—入口空気予熱の影響

この実験のような分割模型の場合は、アニュラ形の場合より $\delta t$  値がどうしても高くでる傾向をもつ。エンジン側からの要求値は $\delta t < 0.2$  である。はじめの実験において出口温度指示計にフルスケール $1000^{\circ}\text{C}$ のものをを用いたため、 $(t_{21})_{\max} \leq 1000^{\circ}\text{C}$ が測定可能範囲となり、 $\delta t$  値が大きく、かつ平均温度の高い状態では、正しい $\delta t$  値を求めることができなかった。あとの実験では、フルスケール $1200^{\circ}\text{C}$ の指示計を用いた。

#### 4.4.1 CC10ノズルを用いたときの出口温度不均一率

標準状態の実験結果を図28に示す。入口空気温度 $t_1 = 39 \sim 45^{\circ}\text{C}$ の予熱なしの場合、平均温度上昇 $\Delta t$ が大きくなると出口温度不均一率 $\delta t$ も増加する傾向

にあるが、 $\Delta t \geq 650^{\circ}\text{C}$ において $\delta t \sim 0.2$ 程度である。 $t_1 \sim 200^{\circ}\text{C}$ と予熱した場合 $\delta t \leq 0.1$ ときわめて良好である。これは、相当するアニュラ形ライナの結果と比較してもすぐれている。入口空気予熱の効果は、燃焼効率特性には、前記のように、あまり現われなかったが、出口温度不均一率にはあり、この傾向は実機の場合、好ましいものとなろう。

図29は、スワラによる $\delta t$ の差異を示したものである。図の $56^{\circ}\phi / 43^{\circ}\phi$ 盲付スワラの場合、平均温度上昇 $\Delta t$ の小さな範囲で $\delta t$ のばらつきが大きく、また絶対値も大きい。 $\Delta t \geq 700^{\circ}\text{C}$ では、 $56^{\circ}\phi$ スワラと $55^{\circ}\phi$ スワラの差は、ほとんどない。一般に、スワラの大きさが適当でないと、横方向(円周方向)の出口温度分布が悪くなる。

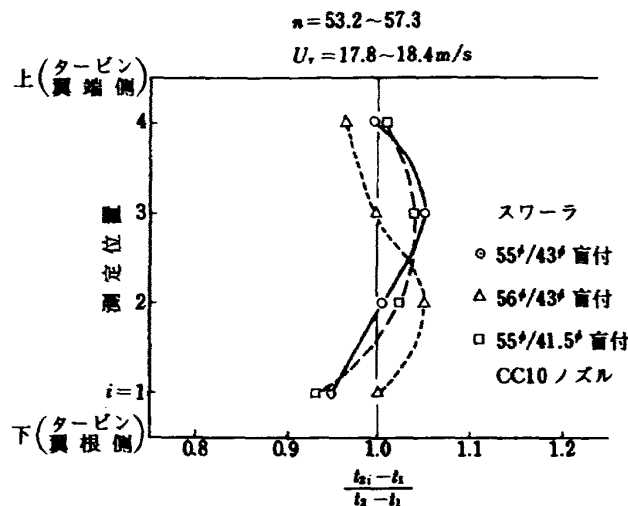


図 26 出口温度上下方向分布—スワラの影響—I

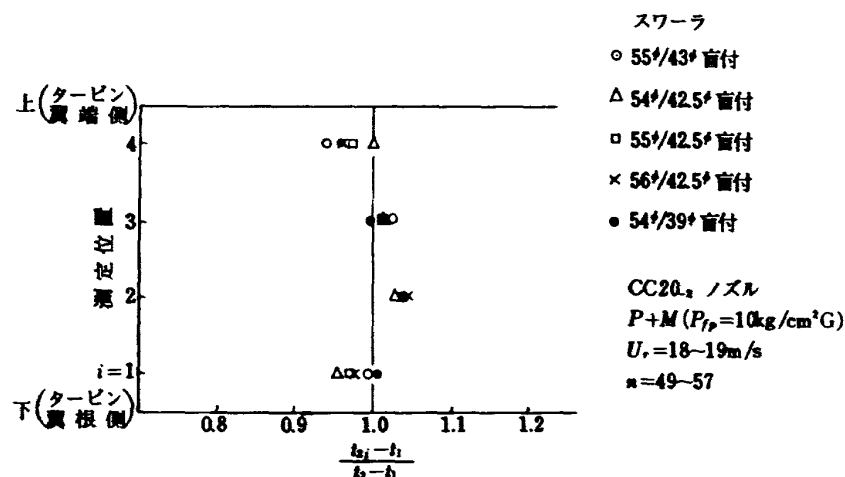


図27 出口温度上下方向分布—スワラの影響—II



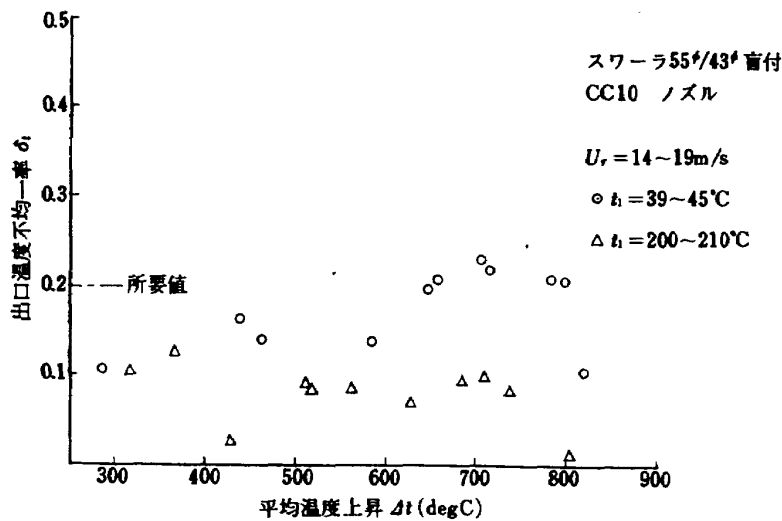


図 28 出口温度不均一率—CC10ノズル

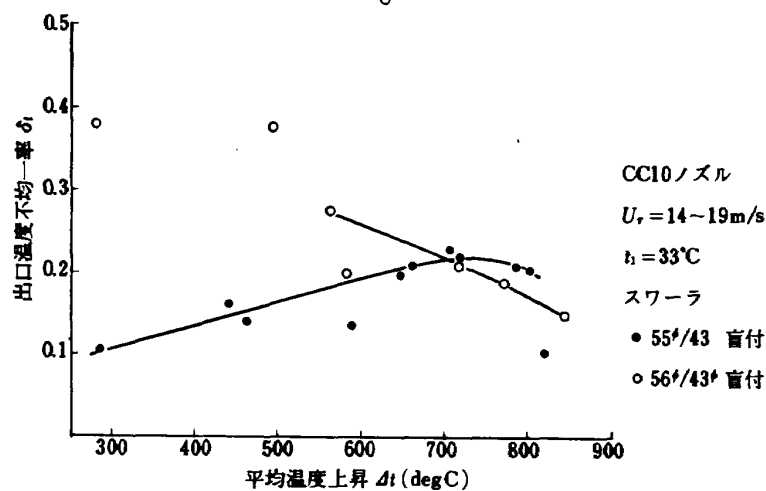


図 29 出口温度不均一率—スワローの比較—I

#### 4.4.2 CC20<sub>2</sub> ノズルを用いたときの出口温度不均一率

CC10ノズルのときにくらべ、CC20<sub>2</sub>ノズルを用いたときは、出口温度不均一率 $\delta t$ が大きくなった。標準状態のときの結果を図30に示す。プライマリノズルの燃料圧力をかえた影響は、明らかではないが、プライマリ燃圧の高いときのほうが、いくぶん $\delta t$ 値の低くなる傾向を示している。このCC10ノズルとCC20<sub>2</sub>ノズルのときの $\delta t$ 値の差異の原因は明らかでない。

#### 4.4.3 出口温度不均一率に及ぼすスワローの影響 (CC20<sub>2</sub> ノズル使用)

スワロー外径を54, 55, 56φとかえたときの出口

温度不均一率 $\delta t$ の比較を図31に示す。スワロー外径をかえた効果は、ほとんど現われていない。この状態では、図30とことなり、プライマリ燃圧の $\delta t$ に及ぼす影響が明らかで、プライマリ燃圧の高いときのほうが $\delta t$ は低い。 $\delta t$ の絶対値も低く、 $\Delta t \geq 650$  degCでは、CC10ノズルのときより良好である。図29では、スワロー外径の $\delta t$ に及ぼす影響がみられ、図31で現われない理由は明らかでないが、スワロー構造の差異は、旋回羽根板厚が図29のスワローの $t = 0.4$  mmに対し図31のスワローの $t = 1.0$  mmおよび図31の56φスワローでは旋回角が47.5°になっている点である。図32は、52 mmφスワローの盲リング外径をかえたもの、および54 mmφ/39 mmφ盲付スワローの結果を併記したものである。52φスワローの盲

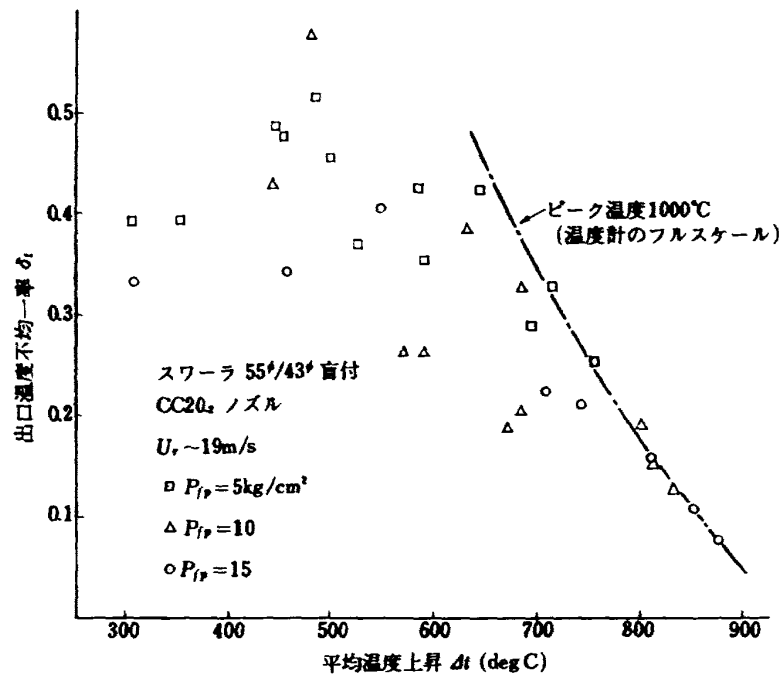
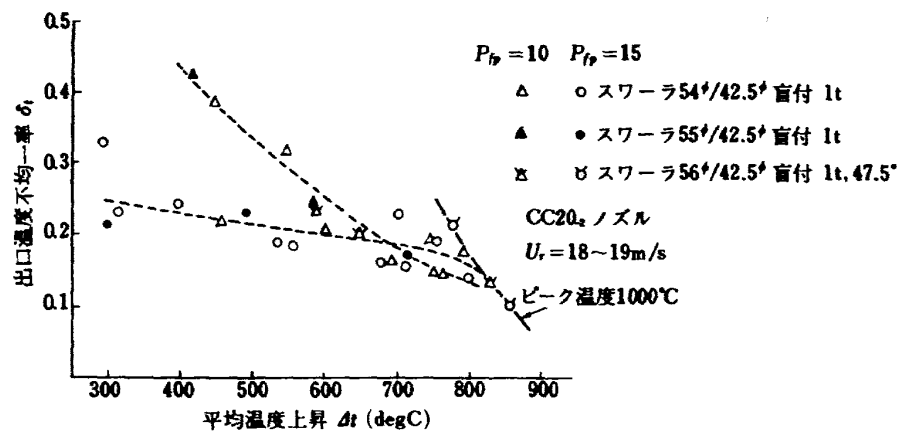
図 30 出口温度不均一率—CC20<sub>2</sub> ノズル

図 31 出口温度不均一率—スワラの比較—Ⅱ

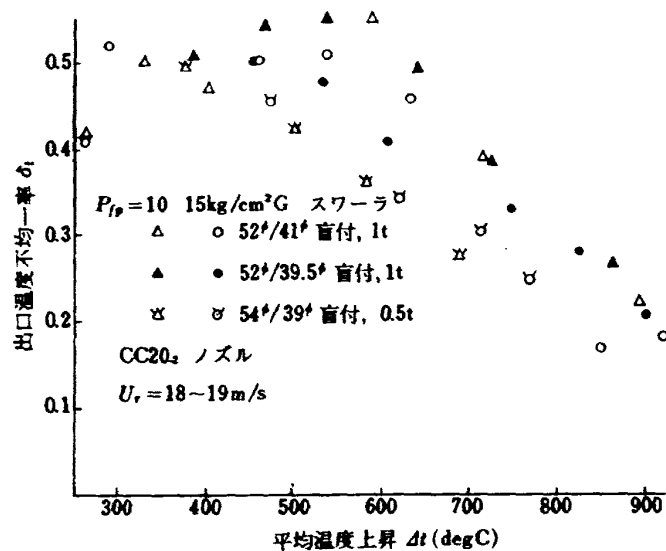


図 32 出口温度不均一率—スワラの比較—Ⅲ

リング外径による $\delta t$ の差異はみられない。52 $\phi$  スワラと54 $\phi$  スワラを比較すると、54 $\phi$  スワラのほうが、いくぶん $\delta t$ が低めである。この図32においても図30と同様、プライマリ燃圧の差に基づく $\delta t$ のちがいが明らかでなく、また $\delta t$ の絶対値が高くなっている。

CC20<sub>2</sub> ノズルを用いた場合、出口温度不均一率の特性は、図31の結果がもっとも良好で、この点からは、図31に示したスワラを用いるのが適当といえる。

#### 4.5 ライナまわりの構造の影響

燃焼器ライナの因子として分流板入口幅を広げたもの、ライナ第1列空気孔盲および第1列冷却スリット盲の影響を調べた。

分流板入口部は、この部分の開口面積がスワラ開口面積より狭く、スワラからライナ内へ流入する空気量の制御を行なっている。分流板入口幅広げの意味は、スワラからなるべく多くの空気を流入させ、排気中の種減少をはかることにある。

ライナ第1列空気孔盲は、これによって一次燃焼領域の流れ模様かわるが、この状態の燃焼性能を調べることが目的とした。

第1列冷却スリット盲は、ライナ壁に衝突した燃料噴霧の様子がどのようにかわるか調べ、エンジンアイドリング時の炭化水素の排出低減化の資料を得ようとするものである。

##### 4.5.1 分流板入口幅を広げた影響

分流板入口幅を原型の3mm(実測2.8mm)から4mm(実測3.8mm)にかえたときの燃焼効率の比較を図33

に示す。この分流板入口幅広げによって、スワラに流れる空気量は、全体の17%から22%程度に増加したと推定されるが、図33では、差がみとめられない。分流板入口幅広げの状態スワラの燃焼効率特性に及ぼす影響を調べた例を図34に示す。図34によると、54mm $\phi$ /42.5mm $\phi$  盲付スワラと52mm $\phi$ /39.5mm $\phi$  盲付スワラとの差はあまりないが、どちらかというと52 $\phi$  スワラのほうが良好である。図22の分流板入口幅原型のときの結果では、54 $\phi$ ~52 $\phi$  スワラの差は、燃焼効率上にほとんど現われていないが、どちらかというと54 $\phi$  スワラのほうがすぐれていた。図35は、出口温度上下方向分布形に及ぼす分流板入口幅の影響を示したものである。あまり差はないが、分流板入口幅を広げたときのほうが望ましい形を示している。図36は分流板入口幅をかえたときの出口温度不均一率 $\delta t$ の比較である。52 $\phi$  スワラを用いた場合、分流板入口幅を広げた影響はみられない。また、この状態でも52 $\phi$  スワラより54 $\phi$  スワラのときのほうが、 $\delta t$ 値が低く、すぐれている。この図36の54 $\phi$  スワラの $\delta t$ 値と図31の値と比較してみると、分流板入口幅を広げたときのほうが、いくぶん $\delta t$ の大きくなる傾向のあることがわかる。

##### 4.5.2 ライナ第1列空気孔盲の効果(CO20<sub>2</sub> ノズル)

この実験は、燃焼器出口にアフターバーナ<sup>6)</sup>をつけた状態で行なったが、これは、前記の標準状態と少しことになっているため、この条件で標準状態の組合せを再実験した。この結果を図37に示す。図37と図

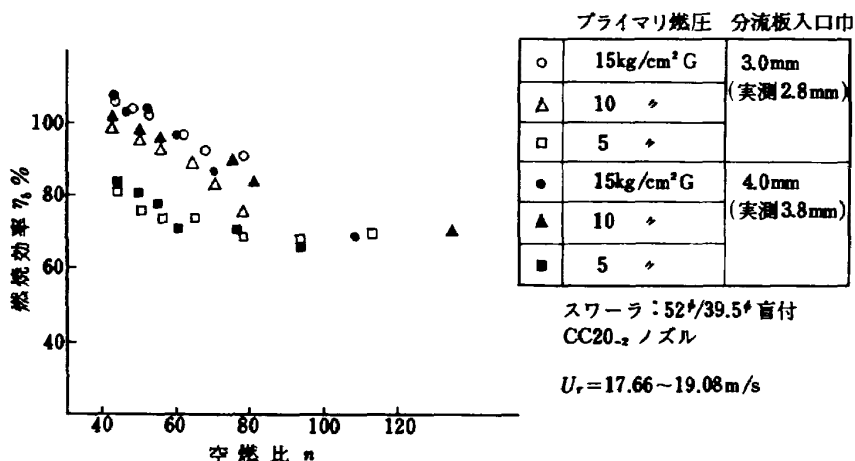


図 33 分流板入口幅の影響—燃焼効率—I

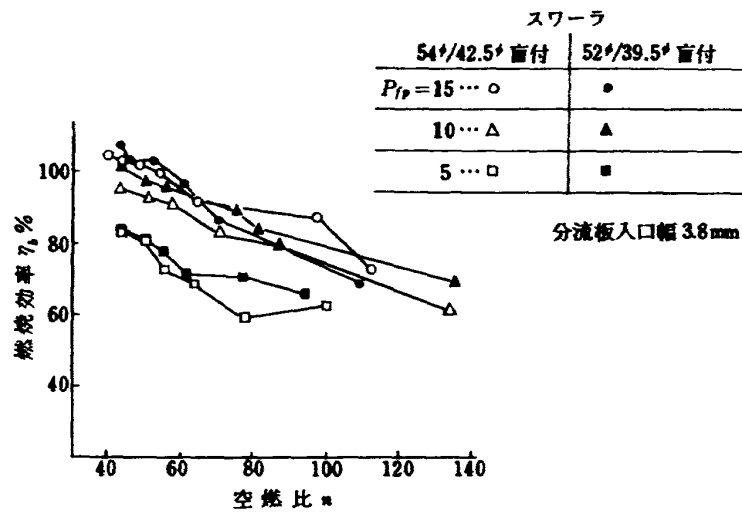


図 34 分流板入口幅 4 % のときのスワーラの比較

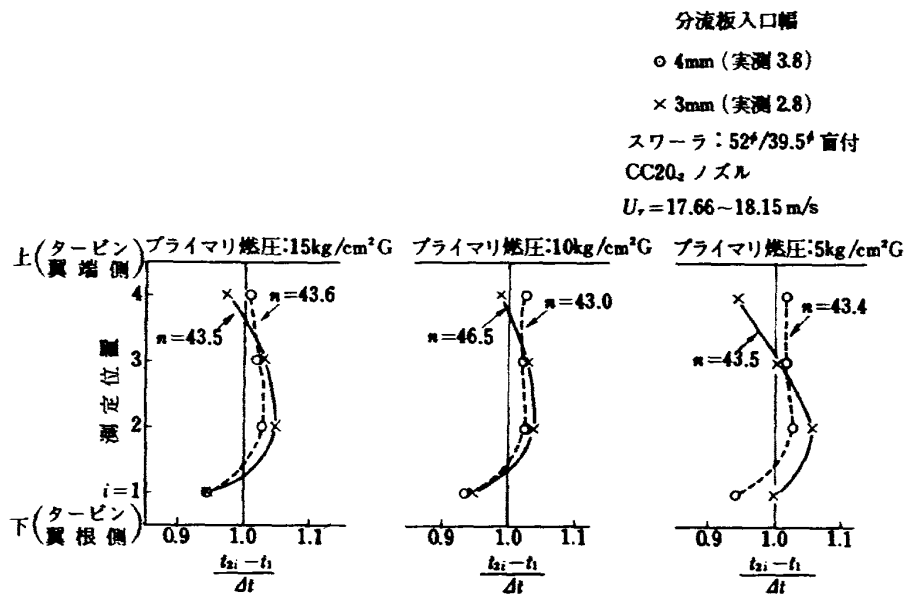


図 35 分流板入口幅の影響—上下方向温度分布

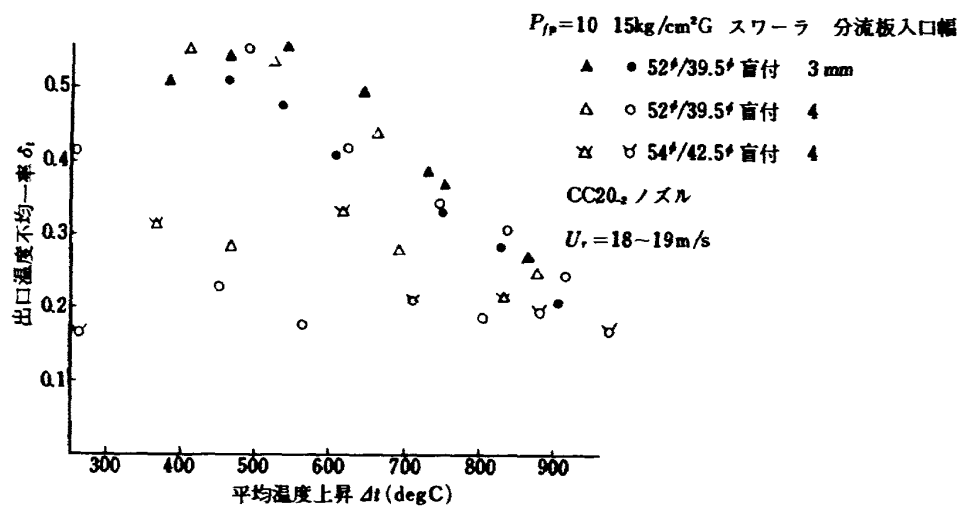


図 36 分流板入口幅の影響—出口温度不均一率

21の同一スワラの場合を比較してみると、空燃比  $n \geq 60$  では一致するが、 $n < 60$  では、図37の燃焼効率のほうが低くなっている。しかし、この条件の標準データになると判断して、これとの比較を行なった。

ライナ第1列空気孔盲の燃焼効率特性に及ぼす効果を図38に示す。図37と図38の比較から、第1列空気孔盲によって、わずかながら燃焼効率の低下することがみられる。なお、この状態でプライマリノズルの燃圧15 kg/cm<sup>2</sup>のとき、セコンダリノズルを開いていくと激しい振動燃焼を起こし、空燃比の小さな状態のデータをとることができなかった。

第1列空気孔盲による出口温度上下方向（半径方向に対応）分布の変化を図39に示す。分布形は、下側

（内径側に対応）高めの形になったが、これは、ライナ第1列空気孔からの空気流入が上側、下側ライナでアンバランスになっていて、流れ模様の測定結果から下側のほうが多いと判断されたが、この影響の現われとみられる。

第1列空気孔盲による出口温度不均一率の変化は、ほとんどなかった。

#### 4.5.3 ライナ第1列冷却スリット盲の効果 (CC20<sub>2</sub>ノズル)

ライナ第1列冷却スリットは、燃料噴霧がライナ壁面に衝突し、ライナ壁面上を流れる状態のとき、燃焼性能や排気中の炭化水素濃度に影響を及ぼすことが考

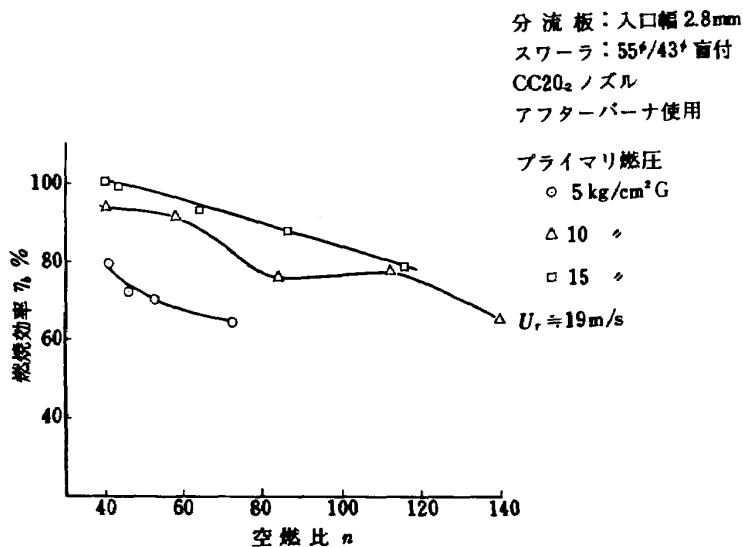


図 37 標準形の燃焼効率

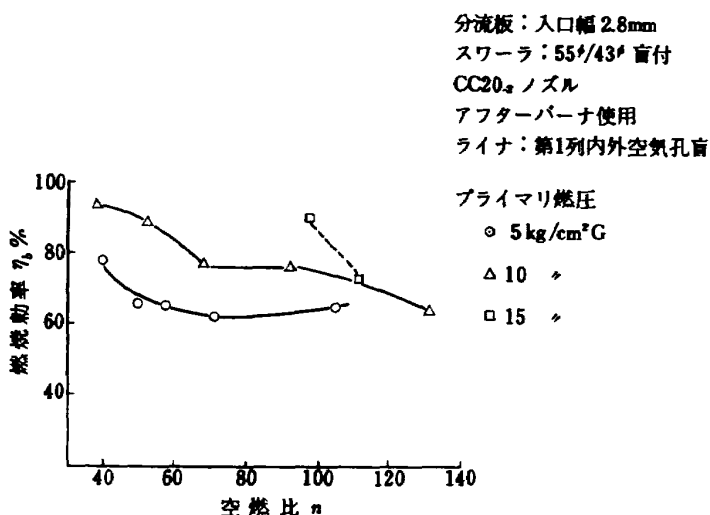


図 38 燃焼効率—第1列空気孔盲

えられる。

第1列冷却スリットを盲したときの燃焼効率特性を図40に示す。条件は図37と同一で、これと比較してみると、全般に、少しではあるが燃焼効率の改善がみられる。

出口温度上下方向分布は、標準データと同一であるが、出口温度不均一率は、大幅に改善された。これを図41に示す。冷却スリット軸方向位置は、予想以上に大きな影響をもつことがわかる。

#### 4.6 燃料噴射弁からガスを吹出した効果 (CC10ノズル)

燃料噴射弁のプライマリノズルから空気またはプロパンガスを吹出しセコンダリノズルから燃料を噴射し

たとき、燃料噴霧の観察によると、燃料の微粒化が、特に燃料流量の少ないとき明らかにみられる<sup>4)</sup>。このときの燃焼効率特性を図42に示す。同図によると、空燃比70以下では、ガス吹出しの効果が少ないが、これ以上の空燃比では大きく、ガス吹出しなしのときは、火炎が吹消えてしまう。吹出しガスとして空気の代りにプロパンガスをういてみたが、空気のとより燃焼効率が低下するようである。吹出しガスによる燃料微粒化の効果は、噴霧中心部(円錐頂角にして約20°の範囲)のみで、噴霧周辺の粒径の大きなところでは、この影響を受けなため、空燃比80以上で燃焼効率 $\eta_b > 60\%$ にとどまり、大幅な、たとえば $\eta_b > 90\%$ というような改善までできなかった。

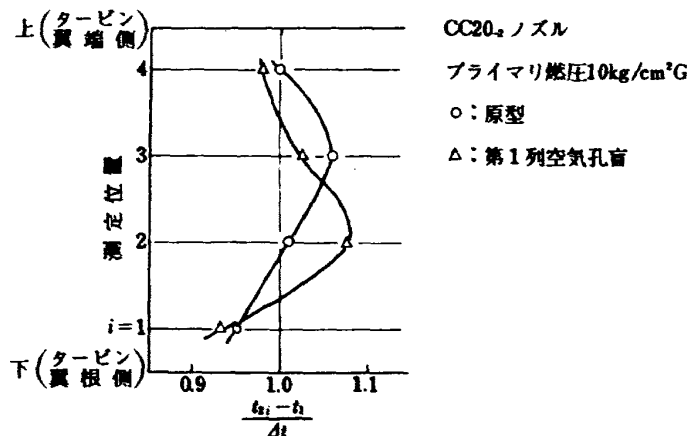


図 39 出口温度上下方向分布——第1列空気孔盲

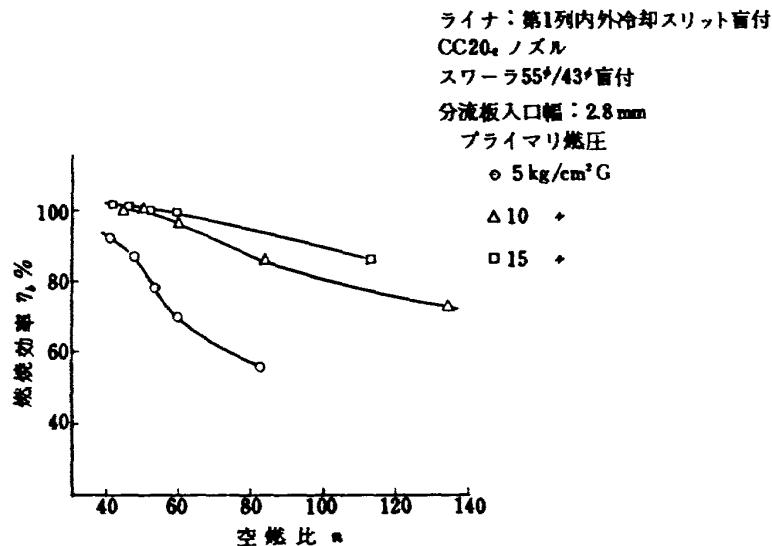


図 40 燃焼効率——第1列冷却スリット盲

#### 4.7 燃料噴射弁先端の軸方向位置の影響

燃料噴射弁の先端とスワラの内径面とは、軸方向位置を一致、または1mm程度スワラ内に突出する程度に調整している。このスワラと噴射弁との相対位置が変わると、燃料噴霧角の大幅に変化することが、実験中に観察された。すなわち、噴射弁先端（ほぼノズル噴孔位置）がスワラ内に突出していないとき、燃料噴霧は、静止大気中に噴射したときより、はるかに広がり、燃料はスワラ盲リングに衝突する。そして、旋回羽根の後流内を半径方向に流れ、ライナ壁面に流

れる。この状態では、スワラの保炎性能が低下し、スワラ盲リングやライナ壁に炭素堆積が生じやすい。

スワラ内面から噴射弁先端を3mm程度以上突出すと噴霧角は、静止大気中の場合とかわらない程度になる。このときスワラ盲リングに衝突する燃料はみられず、ライナ壁面に流れる燃料も、燃料噴霧の衝突位置より上流側では皆無となる。

この燃料噴射弁先端とスワラとの相対位置の影響を調べるため、スワラ内面から0～1mmの原型および4, 6, 8mmと内部へ突出した状態の実験を行なっ

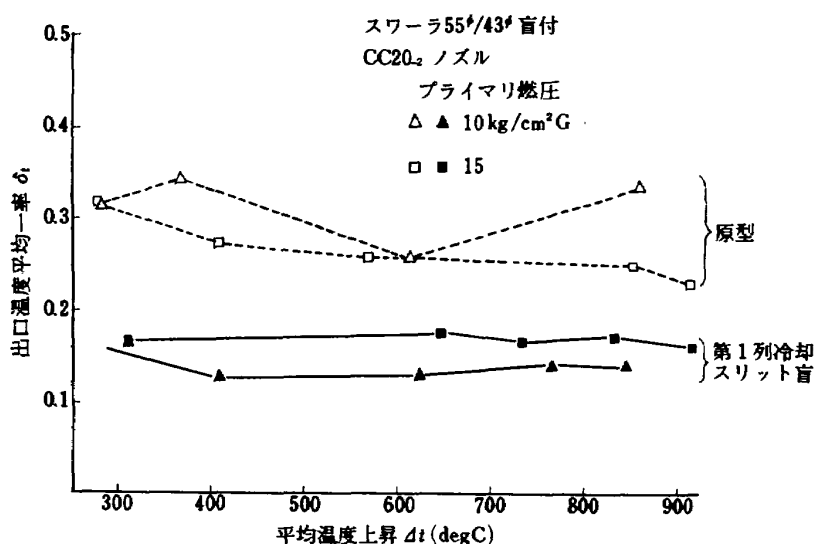


図 4.1 出口温度不均一率——第1列冷却スリット盲

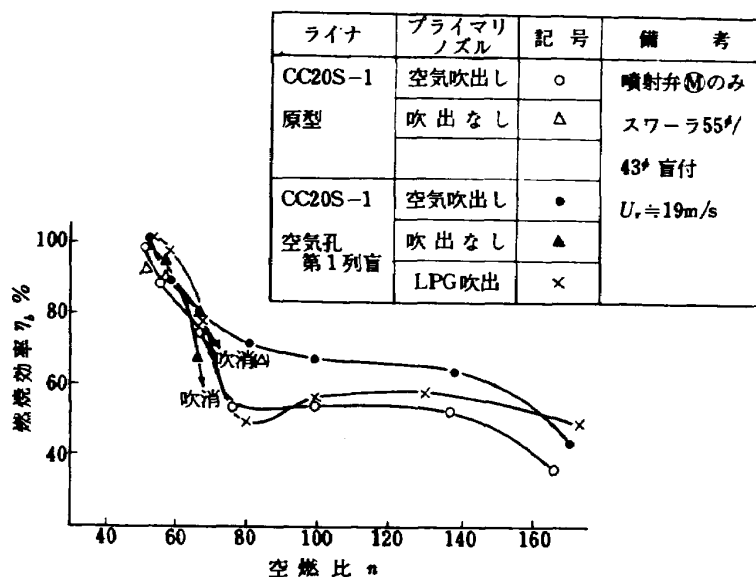


図 4.2 プライマリノズルより空気、L.P.G流入をした効果

た。この相対位置の変化は、スワラ取付板の位置を移動させて行なった。燃焼効率の比較を図43に示す。噴射弁位置は、原型から6mmまで燃焼効率に影響を与えず、8mm突出すると差が現われる。図43の状態の出口温度不均一率 $\delta t$ を図44に示す。燃焼効率の場合と同様、原型位置から6mmまで差はないが、8mm突出すると $\delta t$ の高くなる傾向を示す。ただし、噴射弁位置8mmのときでもプライマリ燃圧を高めると $\delta t$ の減少する傾向があり、実用上、問題になるほどの差異はないと思われる。

## 5 ま と め

ファンエンジン用燃焼器のアニュラ形模型CC20の $1/4$ 分割展開模型CC20Sを製作して大気圧燃焼実

験を行なった。その結果、次の事柄が判明した。

- (1) スワラに流れる空気量を制限する分流板入口幅を、開口面積比にして17%から22%と広げ、この影響を調べたが、性能的な差は、あまり現われなかった。
- (2) 燃料噴射弁は、使用条件によって噴霧粒径がかわるが、この影響は火炎の様子に、燃焼効率上に大きく現われた。実験した範囲内では、粒径の小さな条件のほうが良好な燃焼効率を示した。
- (3) 燃料噴射弁の軸方向位置がスワラ内面に一致しているとき、噴霧周辺の空気流れの影響から、噴霧角の広がることが観察された。噴射弁先端をスワラ内に3mm以上突出すると、噴霧角は静止雰囲気中に噴射したときと同等になり、スワラ盲リングや

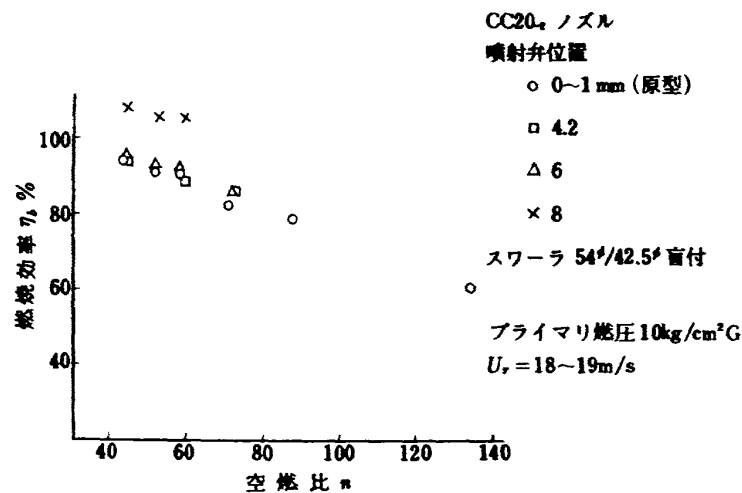


図 43 燃焼効率—燃料噴射弁軸方向位置の影響

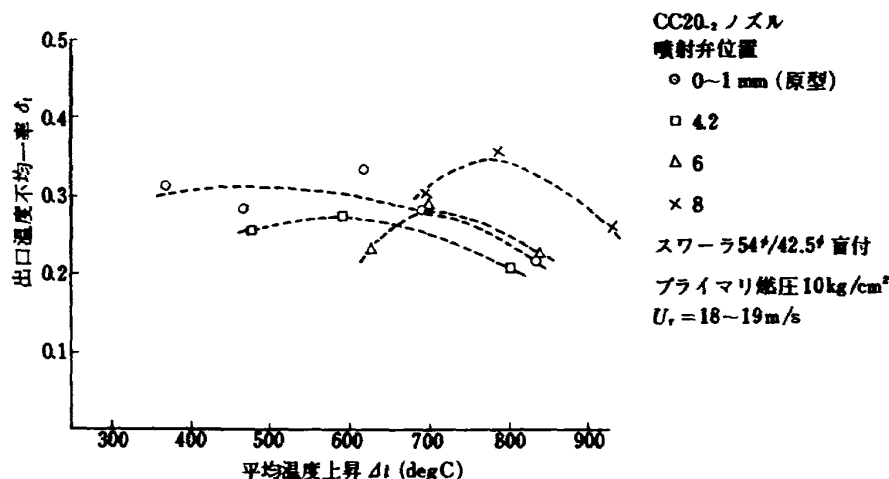


図 44 出口温度不均一率—燃料噴射弁軸方向位置をかえた影響



スワラ取付板が燃料でぬれることなく、炭素堆積防止に有効と推定された。

(4) 燃料噴射弁のプライマリノズルからガスを吹出させ、セコンダリノズルから燃料を噴射すると、ノズル孔から約  $20^\circ$  の角度内では、燃料の微粒化が促進され、燃焼効率を改善させるが、噴霧全体にわたる微粒化をはからないと大幅な改善は得られない。

(5) 供試ライナの場合、スワラの盲リング外径は、保炎テストからの従来の判断による最適値より、大きめのほうが良いようである。試験したいくつかのスワラのうちでは、外径  $54\text{mm}$   $\phi$ 、旋回角  $45^\circ$ 、盲リング径  $42.5\text{mm}$   $\phi$ 、羽根板厚  $t=1\text{mm}$  のものが、もっとも適していた。

(6) ライナ第1列空気孔位置は、流れ模様の測定結果から、上流側すぎると判断され、第1列空気孔盲の状態を試験したが、性能向上は得られなかった。これから、第2列空気孔位置より上流側に最適位置があると推定された。

(7) ライナ第1列冷却スリット盲は、出口温度不均一率や燃焼効率改善に効果があった。しかし、ライナ冷却は行なう必要があり、冷却スリット位置およびスリット構造の選定には、十分な配慮が大切である。

## 文 献

- 1) 航技研限定配布資料として作成予定
- 2) 鈴木邦男, 石井浅五郎; 高圧燃焼器の研究II, 航技研資料 TM-242 (1973-6) 「配布先限定」
- 3) 大塚貞吉, 鈴木邦男, 相波哲朗, 石井浅五郎, 広瀬健樹; 高負荷燃焼器の一次燃焼領域の研究, 航技研報告 TR-143 (1967-10)
- 4) 鈴木邦男, 石井浅五郎, 斎藤 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)
- 5) 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, 航技研報告 TR-118 (1966-10)
- 6) 航技研資料として発表の予定

## 記 号

$n$ : 空燃比  $= W_a / W_f$

$P_1$ : 燃焼器入口空気全圧  $\text{kgf/abs}$

$P$ : 燃料噴射圧力  $\text{kgf/G}$

添字 P: プライマリノズル

M: セコンダリノズル

$t_1$ : 燃焼器入口空気温度  $^\circ\text{C}$

$t$ : 燃焼器出口平均温度  $^\circ\text{C}$

添字 i: 測定点,  $(t_{2,i})_{\max}: t_{2,i}$  のうちの最高値

$T_2/T_1$ : 出口/入口温度比  $^\circ\text{K}/^\circ\text{K}$

$W_a$ : 空気流量  $\text{kg/s}$

$W_f$ : 燃料流量  $\text{kg/s}$

$U_r$ : 最大断面平均風速  $\text{m/s}$

$\Delta t$ : 平均温度上昇  $= t_2 - t_1$   $\text{degC}$

$\phi_i$ : 出口温度不均一率  $= ((t_{2,i})_{\max} - t_2) / \Delta t$

$\eta_b$ : 燃焼効率  $\%$

スワッチ : 55φ/43φ直付, OC10ノズル

No.	P <sub>1</sub> kg/abs	W <sub>1</sub> kg/s	U <sub>1</sub> m/s	t <sub>1</sub> °C	t <sub>2</sub> °C	Δt deg.C	δt	T <sub>2</sub> /T <sub>1</sub>	ΔP/P <sub>1</sub> %/K	φ	η <sub>b</sub> %	n	P/P <sub>1</sub> G		備考
													P	M	
7500S	1.097	0.609	137	40	431	391	0.304	225	—	—	54.6	553	33	33	
7501S	1.127	0.605	134	43	801	758	0.150	340	—	—	92.3	463	48	48	
7502S	1.097	0.617	141	43	378	335	0.110	206	—	—	107.4	1301	80	0	
7503S	1.104	0.610	138	43	491	448	0.098	242	—	—	107.2	952	13.9	0	
7504S	1.155	0.866	188	44	330	286	0.105	190	—	—	89.9	1274	16.6	0	
7505S	1.143	0.880	193	44.5	152	107.5	0.307	134	—	—	25.7	952	25	25	
7506S	1.151	0.870	190	45	270	225	0.267	171	—	—	39.3	703	44	44	
7507S	1.192	0.870	184	45	630	585	0.137	284	—	—	85.4	567	68	68	
7508S	1.226	0.860	176	45	865	820	0.104	358	—	—	101.9	470	98	98	
7509S	1.066	0.592	138	200	517	317	0.104	167	—	—	101.2	1242	34	0	
7510S	1.070	0.400	140	200	628	428	0.028	190	—	—	112.6	1006	56	0	
7511S	1.074	0.388	135	200	713	513	0.092	208	—	—	100.3	741	9.8	0	
7512S	1.070	0.392	137	200	564	364	0.126	177	—	—	64.9	682	0.9	0.9	
7513S	1.081	0.403	140	200	761	561	0.087	219	—	—	85.2	56.9	1.4	1.4	
7514S	1.087	0.410	141	200	910	710	0.099	250	—	—	93.6	485	2.0	2.0	

スワッチ : 55φ/43φ直付, OC10ノズル

No.	P <sub>1</sub> kg/abs	W <sub>1</sub> kg/s	U <sub>1</sub> m/s	t <sub>1</sub> °C	t <sub>2</sub> °C	Δt deg.C	δt	T <sub>2</sub> /T <sub>1</sub>	ΔP/P <sub>1</sub> %/K	φ	η <sub>b</sub> %	n	P/P <sub>1</sub> G		備考
													P	M	
7515S	1.208	0.883	177	34	739	705	0.228	330	—	—	92.8	507	0	16.6	
7516S	1.172	0.881	184	36	474	438	0.162	242	—	—	76.3	694	44	44	
7517S	1.202	0.880	181	38	684	646	0.195	308	—	—	93.5	561	68	68	
7518S	1.224	0.888	179	38	823	785	0.206	354	—	—	96.9	472	98	98	
7519S	1.250	0.971	192	39	754	715	0.218	329	—	—	88.6	47.6	0	20.2	
7520S	1.209	0.973	199	39	501	462	0.139	248	—	—	81.1	695	53	53	
7521S	1.240	0.972	194	39	695	656	0.206	310	—	—	96.2	568	81	81	
7522S	1.263	0.964	188	39	837	798	0.204	356	—	—	99.8	47.5	11.9	11.9	
7523S	1.131	0.571	193	210	895	685	0.095	242	—	—	94.1	505	0	68	
7524S	1.148	0.595	190	190	991	801	0.011	273	—	—	91.2	416	0	11.3	
7525S	1.116	0.571	192	200	716	516	0.085	209	—	—	92.0	678	18	18	
7526S	1.126	0.561	191	210	836	626	0.070	230	—	—	94.5	563	28	28	
7527S	1.133	0.570	188	200	938	738	0.084	256	—	—	97.0	843	4.1	4.1	

スワローラ: 56φ/43φ直付, CC10ノズル

No	P <sub>i</sub> kg/abs	W <sub>a</sub> kg/s	U <sub>r</sub> m/s	t <sub>1</sub> °C	t <sub>2</sub> °C	Δt deg C	δ <sub>t</sub>	T <sub>0</sub> /T <sub>1</sub> °K/°K	ΔP/P <sub>i</sub>	φ	η <sub>p</sub> %	n	P/P <sub>0</sub>		備考
													P	M	
75288	1.121	0.609	132	33	593	560	0.272	283	-	-	71.4	503	0	80	
75298	1.152	0.638	134	33	877	844	0.146	375	-	-	90.7	406	0	13.9	
75308	1.098	0.617	136	33	203	170	0.717	155	-	-	29.5	703	2.1	2.1	
75318	1.113	0.608	132	33	523	490	0.373	260	-	-	69.0	555	3.3	3.3	
75328	1.130	0.617	132	33	747	714	0.207	333	-	-	86.7	46.7	4.8	4.8	
75338	1.202	0.879	17.7	33	659	626	0.529	305	-	-	82.9	51.4	0	16.6	
75348	1.155	0.878	18.4	33	206	173	0.311	157	-	-	38.7	92.0	2.5	2.5	
75358	1.166	0.883	18.3	33	311	278	0.376	191	-	-	48.5	70.1	4.4	4.4	
75368	1.197	0.882	17.8	33	582	549	0.196	280	-	-	80.2	57.3	6.8	6.8	
75378	1.223	0.882	17.5	33	805	772	0.188	352	-	-	97.3	48.2	9.8	9.8	

スワローラ: 55φ/43φ直付, CC10ノズル

No	P <sub>i</sub> kg/abs	W <sub>a</sub> kg/s	U <sub>r</sub> m/s	t <sub>1</sub> °C	t <sub>2</sub> °C	Δt deg C	δ <sub>t</sub>	T <sub>0</sub> /T <sub>1</sub> °K/°K	ΔP/P <sub>i</sub>	φ	η <sub>p</sub> %	n	P/P <sub>0</sub>		備考
													P	M	
75388	1.094	0.631	1405	31	1098	788	0.256	126	-	-	34.7	1829	air	0.7	
75398	1.094	0.623	1385	34	1237	897	0.182	129	-	-	30.9	1419	"	1.2	
75408	1.099	0.625	1386	35	2227	1878	0.199	161	-	-	51.8	1141	"	2.1	
75418	1.105	0.618	1382	39	3298	2908	0.551	193	-	-	55.7	782	"	3.3	
75428	1.108	0.614	1373	40	4097	3697	0.555	218	-	-	58.8	644	"	4.8	
75438	1.118	0.616	1366	40	5320	4920	0.423	257	-	-	66.6	540	"	7.0	
75448	1.139	0.619	1350	41	8144	7734	0.175	346	-	-	91.7	459	"	10.0	
75458	1.139	0.618	1348	41	7961	7551	0.270	340	-	-	89.2	458	0	10.0	
75468	1.126	0.618	1363	41	6372	5962	0.390	290	-	-	82.5	547	0	7.0	
75478	1.110	0.617	1386	42	4111	3691	0.566	217	-	-	59.7	654	0	4.8	
75488	1.150	0.868	190	45	1356	906	0.545	129	-	-	36.2	1653	air	1.5	
75498	1.156	0.867	1893	46	2050	1590	0.472	150	-	-	52.3	1363	"	2.5	
75508	1.164	0.872	1891	46	2707	2247	0.286	170	-	-	54.0	989	"	4.4	
75518	1.171	0.872	879	46	3335	2875	0.301	190	-	-	53.4	758	"	6.8	
75528	1.188	0.871	1851	46	4981	4521	0.336	242	-	-	74.8	665	"	9.8	
75538	1.208	0.866	1810	46	6763	6303	0.236	298	-	-	88.4	552	"	13.0	
75548	1.224	0.866	1787	46	7903	7443	0.188	333	-	-	98.0	512	"	16.0	
75558	1.222	0.873	1804	46	7602	7142	0.196	324	-	-	92.0	502	0	16.0	
75568	1.207	0.870	1820	46	6724	6264	0.236	296	-	-	89.8	565	0	13.0	
75578	1.192	0.872	1847	46	5296	4836	0.259	252	-	-	79.2	656	0	9.8	

スワローラ55φ/43φ噴付, ライナ空気孔第一列直, CC10ノズル

No.	P <sub>1</sub> % abs	W <sub>a</sub> kg/s	U <sub>r</sub> m/s	t <sub>1</sub> °C	t <sub>2</sub> °C	Δt deg C	δ <sub>t</sub>	T <sub>2</sub> /T <sub>1</sub> °K/°K	ΔP/P <sub>1</sub>	φ	η <sub>b</sub> %	n	Pr 點G		備 考
													P	M	
75588	1.091	0.629	1393	32	1298	97.8	0.411	1.32	—	—	—	—	air	0.7	
75598	1.091	0.626	1395	34	1605	1265	0.391	1.41	—	—	398	1304	"	1.2	
75608	1.095	0.619	1378	35	2539	2189	0.325	1.71	—	—	539	1016	"	2.1	
75618	1.101	0.623	1389	37	3616	3426	0.319	2.05	—	—	694	874	"	3.3	
75628	1.109	0.626	1394	39	4582	4192	0.314	2.34	—	—	697	671	"	4.8	
75638	1.118	0.619	1372	40	6146	5746	0.262	2.84	—	—	788	543	"	7.0	
75648	1.135	0.619	1351	40	8277	7877	0.212	3.52	—	—	941	462	"	10.0	
75658	1.135	0.618	1349	40	8159	7759	0.186	3.48	—	—	932	465	0	10.0	
75668	1.122	0.618	1365	40	6673	6273	0.243	3.00	—	—	871	547	0	7.0	
75678	1.111	0.617	1376	40	5052	4652	0.268	2.49	—	—	357	654	0	4.8	
75688	1.148	0.877	1900	41	1480	1070	0.393	1.34	—	—	439	1703	air	15	
75698	1.156	0.873	1883	42	2343	1923	0.394	1.61	—	—	637	1373	"	25	
75708	1.167	0.876	1890	45	3268	2818	0.384	1.89	—	—	674	982	"	44	
75718	1.177	0.875	1867	44	4052	3612	0.429	2.14	—	—	713	803	"	68	
75728	1.190	0.874	1850	45	5320	4870	0.345	2.53	—	—	799	657	"	9.8	
75738	1.206	0.874	1830	46	6595	6135	0.262	2.92	—	—	894	575	"	13.0	
75748	1.222	0.871	1812	46	7977	7517	0.269	3.36	—	—	1020	528	"	16.0	
75758	1.220	0.874	1814	47	7814	7344	0.216	3.29	—	—	986	523	0	16.0	
75768	1.208	0.870	1824	47	7027	6551	0.240	3.05	—	—	943	565	0	13.0	
75778	1.178	0.870	1871	47	4571	4101	0.373	2.28	—	—	671	659	0	9.8	

スワロー 55φ/43φ 直付, ライナ空気孔第一列直, CC10ノズル

No	P <sub>1</sub> kg/abs	W <sub>0</sub> kg/s	U <sub>r</sub> m/s	t <sub>1</sub> °C	t <sub>2</sub> °C	Δt deg C	δ <sub>r</sub>	T <sub>0</sub> /T <sub>0</sub> °K/°K	ΔP/R <sub>1</sub>	φ	η <sub>b</sub> %	n	R <sub>0</sub> G		備考
													P	M	
7578S	1.093	0.627	1384	32	1025	705	0.191	1.23	-	-	-	-	LPガス	07	
7579S	1.094	0.625	1387	34	1360	1020	0.196	1.33	-	-	-	-	LPガス	12	
7580S	1.103	0.629	1390	35	245.1	210.1	0.252	1.68	-	-	522	1026	LPガス	21	
7581S	1.107	0.632	1395	36	3100	2740	0.343	1.89	-	-	545	814	LPガス	33	
7582S	1.111	0.626	1391	39	3885	3495	0.433	2.12	-	-	588	683	LPガス	48	
7583S	1.125	0.625	1372	39	6219	5829	0.271	2.87	-	-	817	555	LPガス	70	
7584S	1.141	0.620	1341	39	8281	7891	0.205	3.53	-	-	940	461	LPガス	100	
7585S	1.157	0.879	1876	39	1577	1187	0.188	1.38	-	-	493	1730	LPガス	15	
7586S	1.162	0.878	1871	40	2255	1855	0.402	1.59	-	-	580	1297	LPガス	25	
7587S	1.171	0.883	1866	40	2743	2343	0.515	1.75	-	-	563	990	LPガス	44	
7588S	1.040	0.885	1864	40	2941	2541	0.240	1.81	-	-	496	797	LPガス	68	
7589S	1.182	0.877	1837	40	5077	4677	0.219	2.49	-	-	786	675	LPガス	98	
7590S	1.218	0.876	1782	40	7034	6634	0.236	3.12	-	-	979	581	LPガス	130	
7591S	1.230	0.881	1774	40	7888	7488	0.215	3.39	-	-	1013	527	LPガス	160	

スワロー: 55φ41.5φ 直付, ライナ第一列内外冷却スリット直, CC10ノズル

No	P <sub>1</sub> kg/abs	W <sub>0</sub> kg/s	U <sub>r</sub> m/s	t <sub>1</sub> °C	t <sub>2</sub> °C	Δt deg C	δ <sub>r</sub>	T <sub>0</sub> /T <sub>0</sub> °K/°K	ΔP/R <sub>1</sub>	φ	η <sub>b</sub> %	n	R <sub>0</sub> G		備考
													P	M	
7592S	1.136	0.887	189	33	1752	1422	0.526	1.47	-	-	47.7	1411	15	15	
7593S	1.136	0.879	190	37	1795	1425	0.600	1.46	-	-	39.0	1142	25	25	
7594S	1.153	0.875	187	39	3277	2887	0.545	1.93	-	-	590	836	44	44	
7595S	1.187	0.873	182	40	6195	5795	0.346	2.85	-	-	979	666	68	68	
7596S	1.208	0.871	180	42	8048	7628	0.217	3.42	-	-	1059	532	98	98	
7597S	1.226	0.874	178	43	8939	8509	0.125	3.69	-	-	1043	462	130	130	
7598S	1.128	0.613	136	44	8857	8417	0.136	3.66	-	-	988	442	70	70	
7599S	1.115	0.613	138	44	7696	7256	0.290	3.29	-	-	986	522	48	48	
7600S	1.105	0.615	140	45	6221	5771	0.343	2.81	-	-	929	633	33	33	
7601S	1.085	0.615	143	45	2586	2136	0.334	1.67	-	-	429	824	21	21	
7602S	1.077	0.615	144	45	1598	1148	0.873	1.36	-	-	285	1028	12	12	
7603S	1.085	0.614	142	45	2896	2446	0.247	1.77	-	-	765	1299	80	0	

No	P <sub>1</sub> % abs	W <sub>e</sub> Kg/s	U <sub>r</sub> m/s	t <sub>1</sub> °C	t <sub>2</sub> °C	Δt deg C	δ <sub>t</sub>	T <sub>2</sub> /T <sub>1</sub> °K/°K	ΔP/P <sub>1</sub>	φ	η <sub>b</sub> %	n	Pr/G		備考
													P	M	
スワッチ 55φ/42φ 直付, OO20-2 / スル															
7604S	1.161	0.902	188	32	2122	1802	0.543	1.590	-	-	78.7	1847	50	0	
7605S	1.166	0.893	187	36	2524	2164	0.428	1.700	-	-	68.8	1326	100	0	
7606S	1.175	0.893	187	38	3100	2720	0.368	1.874	-	-	74.3	1128	150	0	
7607S	1.192	0.887	184	40	5346	4946	0.719	2.580	-	-	56.9	449	10	1.0	
7608S	1.222	0.890	180	40	7825	7425	0.293	3.371	-	-	77.7	396	1.3	1.3	
スワッチ 55φ/40φ 直付, OO20-2 / スル															
7609S	1.156	0.879	191	38	2084	1704	0.684	1.548	-	-	74.1	1837	50	0	
7610S	1.159	0.885	189	40	2357	1957	0.431	1.625	-	-	62.0	1325	100	0	
7611S	1.168	0.883	189	42	3171	2751	0.429	1.874	-	-	73.9	1108	150	0	
7612S	1.200	0.879	184	45	6702	6252	0.528	2.965	-	-	65.0	397	1.3	1.3	
7613S	1.182	0.876	187	45	4928	4478	0.753	2.407	-	-	51.8	453	1.0	1.0	

スワッチ 55φ/43φ 直付, OO20-2 / スル

No	P <sub>1</sub> % abs	W <sub>e</sub> Kg/s	U <sub>r</sub> m/s	t <sub>1</sub> °C	t <sub>2</sub> °C	Δt deg C	δ <sub>t</sub>	T <sub>2</sub> /T <sub>1</sub> °K/°K	ΔP/P <sub>1</sub>	φ	η <sub>b</sub> %	n	Pr/G		備考
													P	M	
7614S	1.172	0.871	18.6	44	5230	4790	0.578	2510	-	-	90.9	759	100	0.2	
7615S	1.188	0.870	18.5	46	6777	6317	0.384	2979	-	-	99.1	612	100	0.3	
7616S	1.194	0.867	18.3	46	7352	6892	0.326	3.159	-	-	101.4	56.9	100	0.4	
7617S	1.206	0.863	18.1	46	8480	8020	0.190	3513	-	-	106.7	50.6	100	0.5	
7618S	1.151	0.862	19.0	47	2868	2398	0.347	1749	-	-	74.5	129.0	100	0	
7619S	1.156	0.861	18.9	47	3675	3205	0.382	2001	-	-	84.6	108.3	150	0	
7620S	1.146	0.860	19.0	47	2373	1903	0.513	1595	-	-	78.4	173.3	50	0	
7621S	1.160	0.860	19.0	51	3923	3413	0.711	2054	-	-	70.5	83.8	50	0.2	
7622S	1.175	0.864	18.9	51	5359	4849	0.514	2497	-	-	81.6	66.8	50	0.3	
7623S	1.181	0.864	18.8	51	6340	5830	0.422	2799	-	-	90.8	61.0	50	0.4	
7624S	1.188	0.859	18.5	51	6977	6467	0.421	2997	-	-	92.3	55.3	50	0.5	
7625S	1.196	0.864	18.5	51.5	7663	7148	0.327	3201	-	-	93.7	50.2	50	0.6	
7626S	1.146	0.859	19.3	52	2343	1823	1.101	1562	-	-	42.7	96.6	20	0.2	
7627S	1.156	0.859	19.1	52	3411	2891	0.826	1890	-	-	54.3	76.2	20	0.3	
7628S	1.162	0.860	19.0	52	4125	3605	0.631	2110	-	-	58.9	65.5	20	0.4	
7629S	1.165	0.863	19.1	52	4615	4095	0.558	2259	-	-	60.3	58.5	20	0.5	
7630S	1.179	0.859	18.7	51.5	5995	5480	0.658	2488	-	-	70.5	50.1	30	0.7	

スワ-ラ54φ/42.5φ盲付, 0020-2ノズル

No.	P <sub>1</sub> kg/abs	W <sub>0</sub> kg/s	U <sub>r</sub> m/s	t <sub>1</sub> °C	t <sub>2</sub> °C	Δt degC	δ <sub>t</sub>	T <sub>2</sub> /T <sub>1</sub> °K/°K	ΔP/P <sub>1</sub>	φ	η <sub>s</sub> %	n	P/G		備考
													P	M	
7631S	1.144	0878	1907	41	2546	2136	0330	1.68	-	-	653	127.4	10	0	
7632S	1.163	0867	1870	44	4882	4442	0387	240	-	-	835	75.4	10	02	
7633S	1.169	0861	1851	45	5879	5429	0317	271	-	-	89.0	647	10	03	
7634S	1.194	0864	1826	46	798.9	7529	0148	336	-	-	102.7	522	10	05	
7635S	1.140	0862	1915	47	2425	1955	0294	1.61	-	-	77.9	167.4	5	0	
7636S	1.144	0854	1895	48	3357	2877	0223	1.90	-	-	66.4	945	5	02	
7637S	1.159	0856	1875	48	471.1	423.1	0257	232	-	-	75.0	71.0	5	03	
7638S	1.167	0860	1872	48	524.1	476.1	0285	248	-	-	76.1	63.4	5	04	
7639S	1.179	0854	1839	48	690.7	642.7	0326	300	-	-	84.2	50.6	5	06	
7640S	1.165	0860	1897	48	362.0	314.0	0232	1.98	-	-	79.7	104.1	15	0	
7641S	1.183	0855	1858	48	580.0	532.0	0188	266	-	-	96.2	71.7	15	02	
7642S	1.203	0855	1809	49	759.0	710.0	0156	320	-	-	104.6	568	15	03	
7643S	1.210	0854	1823	50	803.0	753.0	0195	333	-	-	104.7	532	15	04	
スワ-ラ55φ/42.5φ盲付, 0020-1ノズル															
7644S	1.153	0878	1885	40	237.9	197.9	0415	1.63	-	-	85.6	182.4	5	0	
7645S	1.160	0866	1878	45	335.2	290.2	0378	1.91	-	-	59.5	83.7	5	02	
7646S	1.173	0863	1856	46	455.8	409.8	0376	228	-	-	70.1	68.6	5	03	
7647S	1.179	0864	1850	46	511.0	465.0	0363	246	-	-	72.9	623	5	04	
7648S	1.179	0853	1831	47	661.7	614.7	0452	292	-	-	79.7	502	5	05	
7649S	1.144	0856	1907	49	267.1	218.1	0334	1.68	-	-	65.0	123.7	10	0	
7650S	1.161	0848	1865	50	464.0	414.0	0425	228	-	-	79.9	77.6	10	02	
7651S	1.176	0855	1857	50	632.5	582.5	0245	280	-	-	92.6	623	10	03	
7652S	1.197	0850	1814	50	795.4	745.4	0194	331	-	-	95.5	48.9	10	05	
7653S	1.152	0854	1894	50	346.5	296.5	0214	1.92	-	-	75.5	104.4	15	0	
7654S	1.168	0853	1871	51	541.2	490.2	0232	251	-	-	93.7	76.2	15	02	
7655S	1.194	0852	1829	51	766.5	715.5	0173	321	-	-	102.3	550	15	03	
7656S	1.201	0854	1827	52	822.9	770.9	0165	375	-	-	103.9	51.4	15	04	

スワロー56φ/42.5φ直付, CC20-1ノズル

No.	P <sub>i</sub> kg/s	W <sub>e</sub> kg/s	U <sub>r</sub> m/s	t <sub>i</sub> °C	t <sub>e</sub> °C	Δt deg C	δ <sub>t</sub>	T <sub>e</sub> /T <sub>i</sub> °K/°K	ΔP/P <sub>i</sub>	φ	η <sub>b</sub> %	n	P/P <sub>0</sub> G		備考
													P	M	
7657S	1.146	0872	1918	455	1948	1493	0202	147	-	-	629	1782	5	0	
7658S	1.171	0862	1875	485	4473	3988	0308	224	-	-	693	697	5	02	
7659S	1.176	0866	1883	50	4877	4377	0279	235	-	-	718	654	5	03	
7660S	1.180	0858	1865	51	5667	5157	0336	259	-	-	725	552	5	04	
7661S	1.185	0859	1860	512	6169	5657	0394	274	-	-	744	512	5	06	
7662S	1.154	0857	1910	52	2700	2180	0275	167	-	-	657	1252	10	0	
7663S	1.186	0851	1854	535	6412	5877	0236	280	-	-	886	589	10	02	
7664S	1.198	0895	1930	535	6998	6463	0201	298	-	-	912	546	10	03	
7665S	1.208	0855	1835	547	8200	7653	0196	333	-	-	967	480	10	05	
7666S	1.161	0857	1922	56	3454	2894	0327	188	-	-	737	1045	15	0	
7667S	1.200	0850	1845	567	7556	6989	0228	312	-	-	1014	559	15	02	
7668S	1.211	0856	1847	57	8356	7786	0211	336	-	-	1040	508	15	03	
7669S	1.221	0858	1837	57.3	8904	8331	0132	352	-	-	1054	477	15	04	

スワロー55φ/43φ直付, CC20-2ノズル

No.	P <sub>i</sub> kg/s	W <sub>e</sub> kg/s	U <sub>r</sub> m/s	t <sub>i</sub> °C	t <sub>e</sub> °C	Δt deg C	δ <sub>t</sub>	T <sub>e</sub> /T <sub>i</sub> °K/°K	ΔP/P <sub>i</sub>	φ	η <sub>b</sub> %	n	P/P <sub>0</sub> G		備考
													P	M	
7670S	1.140	0860	1910	47	2490	2020	0352	163	-	-	832	1730	50	0	
7671S	1.163	0853	1887	52	5045	4525	0476	239	-	-	744	654	50	02	
7672S	1.170	0849	1873	53	5773	5243	0368	261	-	-	778	583	50	03	
7673S	1.176	0847	1869	55	6432	5882	0352	279	-	-	816	540	50	04	
7674S	1.187	0846	1860	57	7513	6943	0286	310	-	-	868	478	50	06	
7675S	1.146	0844	1928	58	2982	2402	0299	173	-	-	704	1212	100	0	
7676S	1.178	0844	1877	58	6453	5883	0261	278	-	-	912	606	100	02	
7677S	1.189	0843	1859	58	7411	6831	0203	306	-	-	950	535	100	03	
7678S	1.206	0841	1827	58	8945	8365	0126	353	-	-	1080	464	100	05	
7679S	1.153	0841	1910	58	3816	3236	0335	198	-	-	821	1036	150	0	
7680S	1.197	0845	1851	58	8038	7458	0210	325	-	-	1060	544	150	02	
7681S	1.204	0845	1844	59	8709	8119	0159	344	-	-	1081	504	150	03	
7682S	1.208	0840	1828	59	9104	8514	0105	356	-	-	1067	471	150	04	



スワロー 55φ/43φ 直付, CC20-2 ノズル

No	P <sub>1</sub> % abs	W <sub>1</sub> kg/s	U <sub>r</sub> m/s	t <sub>1</sub> °C	t <sub>2</sub> °C	Δt deg C	δ <sub>t</sub>	T <sub>0</sub> /T <sub>0</sub> °K/°K	ΔP/R <sub>1</sub>	φ	η <sub>0</sub> %	n	P <sub>1</sub> /G		備考
													P	M	
7683S	1.144	0865	1896	44	247.9	203.9	0403	164	—	—	82.5	1700	5	0	再現性チェック
7684S	1.154	0859	1878	46	350.7	304.7	0392	196	—	—	67.3	902	5	0.1	
7685S	1.166	0855	1857	47	493.2	446.2	0486	239	—	—	72.9	651	5	0.2	
7686S	1.173	0859	1881	52	552.9	500.9	0453	254	—	—	76.4	602	5	0.3	
7687S	1.179	0853	1859	52	599.1	547.1	0404	268	—	—	77.0	515	5	0.4	
*7688S	1.199	0851	1825	52	808.9	756.9	(0252)	333	—	—	87.3	437	5	0.6	* t <sub>21</sub> の1点が >1000°C
7689S	1.149	0851	1906	52.5	289.3	236.8	0320	157	—	—	70.3	1230	10	0	
7690S	1.164	0851	1884	53	496.3	443.3	0426	236	—	—	83.1	750	10	0.1	
7691S	1.178	0849	1864	54	625.0	571.0	0263	275	—	—	88.9	610	10	0.2	
7692S	1.191	0849	1864	55	729.8	674.8	0186	306	—	—	95.3	545	10	0.3	
*7693S	1.207	0849	1830	56	870.9	814.9	(0158)	348	—	—	101.9	472	10	0.5	
7694S	1.155	0848	1915	57	367.0	310.0	0332	194	—	—	78.8	1040	15	0	
7695S	1.168	0848	1894	57	513.8	456.8	0342	238	—	—	91.3	800	15	0.1	
7696S	1.194	0848	1854	57	763.6	706.6	0221	314	—	—	102.5	558	15	0.2	
**7697S	1.216	0848	1820	57	935.9	878.9	(0073)	366	—	—	107.3	457	15	0.4	** t <sub>21</sub> の9点が >1000°C

スワローラ54φ/42.5φ管付, CO20-2ノズル

No	P <sub>1</sub> kg/abs	W <sub>1</sub> kg/s	U <sub>1</sub> m/s	t <sub>1</sub> °C	t <sub>2</sub> °C	Δt deg C	δt	T <sub>b</sub> /T <sub>1</sub> °K/°K	ΔP/P <sub>1</sub>	φ	η <sub>b</sub> %	n	Pr/G		備考
													P	M	
7698S	1.146	0.873	1887	40	2573	1973	0.267	1.63	—	—	81.7	1743	5	0	再現性チェック
7699S	1.162	0.865	1848	41	4218	3808	0.468	2.21	—	—	70.7	749	5	0.1	
7700S	1.172	0.868	1846	42	5038	4618	0.273	2.47	—	—	75.0	647	5	0.2	
7701S	1.172	0.862	1838	43	5327	4897	0.260	2.55	—	—	76.2	617	5	0.3	
7702S	1.182	0.862	1828	44	6145	5705	0.202	2.80	—	—	78.6	538	5	0.4	
7703S	1.197	0.861	1808	45	7729	7279	0.312	3.29	—	—	86.8	455	5	0.6	
7704S	1.146	0.861	1889	45	2582	2132	0.173	1.67	—	—	63.5	1240	10	0	* (t <sub>2,1</sub> ) max > 1000°C
7705S	1.169	0.861	1853	45	5000	4550	0.220	2.29	—	—	82.8	728	10	0.1	
7706S	1.184	0.861	1829	45	6457	6007	0.207	2.89	—	—	94.8	574	10	0.2	
7707S	1.192	0.861	1816	45	7363	6913	0.164	3.17	—	—	99.6	557	10	0.3	
7708S	1.206	0.861	1796	45	8386	7936	0.178	3.49	—	—	102.9	493	10	0.5	
7709S	1.155	0.861	1874	45	3546	3096	0.244	1.97	—	—	78.5	1040	15	0	
7710S	1.178	0.861	1838	45	5993	5543	0.182	2.74	—	—	96.6	689	15	0.1	* (t <sub>2,1</sub> ) max > 1000°C
7711S	1.192	0.861	1817	45	7163	6713	0.162	3.11	—	—	102.2	591	15	0.2	
7712S	1.203	0.861	1801	45	8400	7950	0.138	3.36	—	—	109.1	523	15	0.3	
*7713S	1.213	0.861	1786	45	9114	8664	(0.102)	3.72	—	—	109.7	477	15	0.4	

スワロー 54φ/39φ直付, CO20-2ノズル

No.	P <sub>1</sub> kg/abs	W <sub>0</sub> kg/s	U <sub>c</sub> m/s	t <sub>1</sub> °C	t <sub>2</sub> °C	Δt deg C	δ <sub>t</sub>	$\frac{T_2 - T_1}{q_c / K}$	ΔP/P <sub>1</sub>	φ	η <sub>b</sub> %	n	P <sub>1</sub> G P M	備考
7714S	1.152	0879	185	34	1743	1403	0254	1457	—	—	454	1702	5.0	0
7715S	1.153	0877	186	36	2630	2270	0449	1734	—	—	473	856	5.0	0.1
7716S	1.159	0877	185	36	3153	2793	0518	1903	—	—	479	697	5.0	0.2
7717S	1.164	0876	184	36	3665	3305	0480	2069	—	—	486	591	5.0	0.3
7718S	1.171	0875	183	37	4334	3964	0446	2278	—	—	516	517	5.0	0.4
7719S	1.176	0875	183	37	4884	4514	0391	2455	—	—	537	467	5.0	0.6
7720S	1.148	0875	187	37	2155	1785	0361	1575	—	—	534	125.1	10.0	0
7721S	1.169	0875	184	37	4136	3766	0495	2214	—	—	660	707	10.0	0.1
7722S	1.182	0874	182	38	5419	5039	0423	2619	—	—	762	599	10.0	0.2
7723S	1.192	0874	181	38	6229	5849	0363	2879	—	—	789	527	10.0	0.3
7724S	1.204	0874	179	38	7293	6913	0276	3221	—	—	832	462	10.0	0.5
7725S	1.157	0874	186	38	3019	2639	0410	1848	—	—	665	1040	15.0	0
7726S	1.178	0874	183	38	5137	4757	0455	2529	—	—	812	681	15.0	0.1
7727S	1.195	0874	180	38	6573	6193	0343	2990	—	—	904	570	15.0	0.2
7728S	1.206	0874	178	38	7531	7151	0303	3298	—	—	932	501	15.0	0.3
*7729S	1.214	0874	177	38	8097	7717	0247	3480	—	—	941	464	15.0	0.4

\* (t<sub>21</sub>)<sub>max</sub>  
>1000°C

スワロー 55φ/43φ直付, CO20-2ノズル

No.	P <sub>1</sub> kg abs	W <sub>0</sub> kg/s	U <sub>c</sub> m/s	t <sub>1</sub> °C	t <sub>2</sub> °C	Δt deg C	δ <sub>t</sub>	$\frac{T_2 - T_1}{q_c / K}$	$\frac{\Delta P}{P_1}$	φ	η <sub>b</sub> %	n	P <sub>1</sub> G P M	備考	
7887S	1.226	0888	1752	330	9268	8938	0252	392	—	—	1057	444	15	0.4	再現性チェック
7888S	1.218	0882	1759	340	8620	8280	0269	370	—	—	1047	480	15	0.3	
7889S	1.206	0879	1781	360	7536	7176	0317	332	—	—	997	536	15	0.2	
7890S	1.218	0876	1763	370	8579	8209	0299	365	—	—	927	426	10	0.5	
7891S	1.202	0876	1793	380	7121	6741	0313	317	—	—	865	495	10	0.3	
7892S	1.191	0872	1804	385	6334	5949	0356	291	—	—	845	555	10	0.2	
7893S	1.197	0873	1800	390	6830	6440	0491	306	—	—	716	427	5	0.6	
7894S	1.185	0873	1824	400	5723	5323	0544	270	—	—	665	488	5	0.4	
7895S	1.180	0873	1831	400	5240	4840	0502	255	—	—	658	536	5	0.3	

スワッチ 52φ/41φ 直付, CC20-3 / ズン

No.	P <sub>i</sub>	W <sub>e</sub> kg/s	U <sub>r</sub> m/s	t <sub>i</sub> °C	t <sub>z</sub> °C	Δt deg C	δ <sub>t</sub>	T <sub>z</sub> /T <sub>i</sub> °K/°K	ΔP/P <sub>i</sub>	φ	η <sub>b</sub> %	n	P <sub>ex</sub> P	G M	備考
7908S	1.209	0.884	17.76	34	7548	7208	0239	335	-	-	81.6	432	5	0.6	
7909S	1.198	0.878	18.01	37.5	6682	6307	0380	303	-	-	80.5	495	5	0.4	
7910S	1.236	0.880	17.63	40	9380	8980	0224	387	-	-	103.3	430	10	0.5	
7911S	1.215	0.878	17.97	41.5	7609	7194	0391	329	-	-	93.9	501	10	0.3	
7912S	1.240	0.876	17.60	42	9586	9166	0183	391	-	-	106.8	435	15	0.4	
7913S	1.232	0.875	17.78	43.5	8897	8462	0168	367	-	-	105.2	469	15	0.3	
7914S	1.218	0.869	17.91	44.5	8149	7704	0248	343	-	-	105.4	523	15	0.2	
7915S	1.158	0.887	18.71	36.	2110	1750	0326	157	-	-	72.7	1755	5	0	
7916S	1.161	0.878	18.65	39	2528	2138	0268	168	-	-	66.3	1293	5	0.2	
7917S	1.167	0.878	18.71	41.5	2880	2465	0329	178	-	-	65.4	1097	5	0.2	
7918S	1.171	0.876	18.68	42.5	3328	2903	0400	192	-	-	64.9	916	5	0.1	
7919S	1.184	0.874	18.48	43.5	4659	4224	0471	233	-	-	70.5	668	5	0.2	
7920S	1.194	0.874	18.35	44	5576	5136	0456	262	-	-	74.8	574	5	0.3	
7921S	1.162	0.872	18.91	45.5	2413	1978	0433	161	-	-	61.0	1300	10	0	
7922S	1.170	0.873	18.83	46	3071	2611	0421	182	-	-	72.0	1139	10	0.2	
7923S	1.176	0.873	18.80	47	3754	3284	0501	203	-	-	75.4	937	10	0.2	
7924S	1.184	0.871	18.64	47.5	4518	4043	0470	226	-	-	80.5	803	10	0.1	
7925S	1.205	0.871	18.35	48	6386	5906	0551	284	-	-	88.9	589	10	0.2	
7926S	1.171	0.871	18.89	48	3379	2899	0521	190	-	-	77.1	1094	15	0	
7927S	1.190	0.872	18.61	48	5083	4603	0503	243	-	-	89.5	779	15	0.2	
7928S	1.195	0.872	18.53	48	5844	5364	0510	267	-	-	93.9	693	15	0.2	
7929S	1.206	0.873	18.37	48	6811	6331	0459	297	-	-	97.3	599	15	0.1	

スワロー52φ/395φ直付, CO20-3ノズル

No	P <sub>1</sub> kg/abs	W <sub>a</sub> kg/s	U <sub>r</sub> m/s	t <sub>1</sub> °C	t <sub>2</sub> °C	Δt deg C	δt	T <sub>e</sub> /T <sub>0</sub> °K/°K	ΔP/P <sub>1</sub>	φ	%	n	P <sub>2</sub> /G		備考
													P	M	
7951S	1.230	0868	1767	435	947.9	904.4	0.209	387	-	-	1053	435	15	0.4	
7952S	1.224	0872	1786	44	871.2	827.2	0.281	361	-	-	1032	47.2	15	0.3	
7953S	1.215	0871	1804	45	794.9	749.9	0.331	337	-	-	1018	52.0	15	0.2	
7954S	1.197	0867	1828	46	655.2	609.2	0.408	291	-	-	955	61.3	15	0.1	
7955S	1.189	0869	1848	46.5	582.3	535.8	0.475	268	-	-	91.3	67.4	15	0.2	
7956S	1.181	0868	1859	46.5	507.5	461.0	0.509	244	-	-	90.2	78.4	15	0.2	
7957S	1.160	0868	1891	46.5	295.9	249.4	0.618	178	-	-	66.6	110.3	15	0	
7958S	1.228	0869	1788	46.5	911.7	865.2	0.266	371	-	-	98.2	42.5	10	0.5	
7959S	1.212	0868	1813	47	776.0	729.0	0.385	328	-	-	94.3	49.5	10	0.3	
7960S	1.200	0868	1834	47.5	688.1	640.6	0.493	300	-	-	92.1	55.8	10	0.2	
7961S	1.186	0863	1847	48	586.4	538.4	0.551	268	-	-	87.6	64.2	10	0.1	
7962S	1.182	0868	1865	48	512.7	464.7	0.541	245	-	-	82.1	70.5	10	0.2	
7963S	1.173	0868	1879	48	434.0	386.0	0.508	220	-	-	74.6	78.0	10	0.2	
7964S	1.152	0866	1908	48	223.3	175.3	0.323	155	-	-	54.7	130.4	10	0	
7965S	1.208	0863	1815	48	757.7	709.7	0.448	321	-	-	81.1	43.5	5	0.6	
7966S	1.194	0865	1839	48	631.6	583.6	0.528	282	-	-	75.2	50.0	5	0.4	
7967S	1.188	0865	1849	48	567.1	519.1	0.587	262	-	-	73.5	55.7	5	0.3	
7968S	1.177	0863	1862	48	501.9	453.9	0.652	241	-	-	73.3	64.3	5	0.2	
7969S	1.168	0865	1880	48	403.1	355.1	0.566	211	-	-	68.5	78.1	5	0.1	
7970S	1.162	0863	1887	48	342.1	294.1	0.401	192	-	-	67.2	93.5	5	0.2	
7971S	1.158	0864	1894	48	300.8	252.8	0.452	179	-	-	69.1	112.9	5	0.2	
7972S	1.151	0864	1906	48	226.4	178.4	0.413	156	-	-	72.9	171.9	5	0	

スワロー52φ/39.5φ直付, OC20-2, ノズル, 分流通入口幅3.8mmと広げ

No.	P <sub>t</sub> kg/abs	W <sub>a</sub> kg/s	U <sub>r</sub> m/s	t <sub>i</sub> °C	t <sub>e</sub> °C	Δt deg C	δ <sub>t</sub>	T <sub>e</sub> /T <sub>i</sub> °K/°K	ΔP/P <sub>i</sub>	φ	η <sub>e</sub> %	n	P <sub>t</sub> %G	
													P	M
7973S	1.168	0.893	1852	33	317.4	284.4	0.726	1.93	-	-	652	942	5	0.05
7974S	1.176	0.888	1845	36	405.1	369.1	0.704	2.19	-	-	702	77.0	5	0.1
7975S	1.185	0.884	1853	38	495.0	457.0	0.711	2.47	-	-	705	615	5	0.2
7976S	1.195	0.882	1826	40	591.3	551.3	0.622	2.76	-	-	77.3	55.0	5	0.3
7977S	1.206	0.879	1810	41	665.6	624.6	0.574	2.99	-	-	80.1	49.7	5	0.4
7978S	1.219	0.877	1798	43	776.1	733.1	0.491	3.32	-	-	83.6	43.4	5	0.6
7979S	1.165	0.875	1884	44	254.5	210.5	0.387	1.66	-	-	685	1359	10	0
7980S	1.184	0.874	1854	44.5	452.6	408.1	0.552	2.28	-	-	82.4	81.5	10	0.05
7981S	1.194	0.873	1840	45	565.9	520.9	0.534	2.64	-	-	88.9	67.6	10	0.1
7982S	1.210	0.873	1821	46	707.5	661.5	0.436	3.07	-	-	95.1	55.7	10	0.2
7983S	1.221	0.872	1802	46	798.2	752.2	0.367	3.36	-	-	98.1	49.8	10	0.3
7984S	1.237	0.871	1782	47	924.6	877.6	0.249	3.74	-	-	100.9	43.0	10	0.5
7985S	1.169	0.871	1885	47	302.6	255.6	0.412	1.80	-	-	67.7	109.4	15	0
7986S	1.192	0.868	1843	47	532.9	485.9	0.550	2.52	-	-	86.1	70.5	15	0.05
7987S	1.204	0.866	1820	47	667.3	620.3	0.417	2.94	-	-	95.8	60.3	15	0.1
7988S	1.221	0.870	1805	47	794.7	747.7	0.339	3.34	-	-	102.5	52.5	15	0.2
7989S	1.232	0.867	1782	47	882.7	835.7	0.305	3.61	-	-	102.1	46.1	15	0.3
7990S	1.241	0.865	1766	47	960.9	913.9	0.242	3.15	-	-	106.8	43.6	15	0.4

スワロー54φ/42.5φ直付, OC20-2ノズル, 分流入入口幅3.8mmと広げ

No	P <sub>i</sub> kg/abs	W <sub>e</sub> kg/s	U <sub>r</sub> m/s	t <sub>i</sub> °C	t <sub>e</sub> °C	Δt deg C	δ <sub>t</sub>	$\frac{U_e}{U_i}$ °K/°K	ΔP/P <sub>i</sub>	φ	%	n	P <sub>r</sub> /G
7991S	1.166	0.877	18.98	46	300.1	254.1	0.519	1.80	-	-	620	1000	5 0.05
7992S	1.171	0.871	18.84	47	358.3	311.3	0.500	1.97	-	-	593	773	5 0.1
7993S	1.183	0.872	18.66	47	473.1	426.1	0.536	2.33	-	-	681	637	5 0.2
7994S	1.195	0.874	18.50	47	563.5	516.5	0.305	2.61	-	-	726	552	5 0.3
7995S	1.207	0.874	18.38	48	670.6	622.6	0.307	2.94	-	-	806	50.1	5 0.4
7996S	1.219	0.869	18.08	48	781.3	733.3	0.285	3.28	-	-	829	429	5 0.6
7997S	1.160	0.874	19.13	48	239.3	191.3	0.255	1.60	-	-	617	1347	10 0
7998S	1.177	0.873	18.82	48	415.0	367.0	0.313	2.14	-	-	785	867	10 0.05
7999S	1.190	0.873	18.62	48	513.0	465.0	0.282	2.45	-	-	824	707	10 0.1
8000S	1.206	0.873	18.38	48	663.7	615.7	0.332	2.92	-	-	905	573	10 0.2
8001S	1.214	0.870	18.19	48	738.1	690.1	0.278	3.15	-	-	913	509	10 0.3
8002S	1.233	0.868	17.87	48	880.9	832.9	0.215	3.59	-	-	947	427	10 0.5
8003S	1.169	0.873	18.96	48	312.7	264.7	0.164	1.82	-	-	723	1127	15 0
8004S	1.188	0.873	18.65	48	497.1	449.1	0.229	2.40	-	-	863	77.0	15 0.05
8005S	1.199	0.873	18.54	49	609.2	560.2	0.176	2.74	-	-	917	644	15 0.1
8006S	1.218	0.868	18.14	49	761.1	712.1	0.209	3.21	-	-	989	534	15 0.2
8007S	1.230	0.873	18.08	49	852.4	803.4	0.189	3.49	-	-	1011	477	15 0.3
8008S	1.240	0.873	17.94	49	929.0	880.0	0.194	3.73	-	-	1025	436	15 0.4
8009S	1.252	0.870	17.71	49	1022.4	973.4	0.168	4.20	-	-	1043	395	15 0.56

スワロー54φ/42.5φ直付, OC20-2ノズル, 分流入入口幅3.8mmと広げ, 噴射弁相対位置8mm

No	P <sub>i</sub> kg/abs	W <sub>e</sub> kg/s	U <sub>r</sub> m/s	t <sub>i</sub> °C	t <sub>e</sub> °C	Δt deg C	δ <sub>t</sub>	$\frac{U_e}{U_i}$ °K/°K	ΔP/P <sub>i</sub>	φ	%	n	P <sub>r</sub> /G	備 置
8010S	1.204	0.886	17.81	33	815.0	782.0	0.211	3.55	-	-	926	450	5 0.6	
8011S	1.196	0.882	18.04	36	730.5	694.5	0.356	3.25	-	-	918	510	5 0.4	
8012S	1.190	0.883	18.19	37	679.1	642.1	0.360	3.07	-	-	962	584	5 0.3	
8013S	1.223	0.882	17.75	38	962.5	924.5	0.257	3.97	-	-	1084	438	10 0.5	
8014S	1.207	0.881	17.96	38	822.0	784.0	0.355	3.52	-	-	1059	516	10 0.3	
8015S	1.196	0.881	18.22	39.5	735.4	695.9	0.300	3.23	-	-	1056	588	10 0.2	
8016S	1.223	0.880	17.82	40	957.9	917.9	0.246	3.93	-	-	1099	448	15 0.4	
8017S	1.213	0.878	17.91	40	891.3	851.3	0.245	3.72	-	-	1118	497	15 0.3	
8018S	1.202	0.877	18.12	41	815.6	774.6	0.225	3.47	-	-	1114	55.1	15 0.2	

スワローラ54φ/42.5φ盲付, CC20-2ノズル, 分流板入口幅3.8mmと広げ, 噴射弁相対位置4.2mm

No	P <sub>1</sub> kg/abs	W <sub>e</sub> kg/s	U <sub>r</sub> m/s	t <sub>1</sub> °C	t <sub>2</sub> °C	Δt deg C	δ <sub>t</sub>	T <sub>1</sub> /T <sub>2</sub> °K/°K	ΔP/P <sub>1</sub>	φ	η <sub>b</sub> %	n	P <sub>1</sub> /P <sub>2</sub> G		備考
													P	M	
80198	1214	0901	1768	28	6580	6300	0395	309	-	-	738	45.3	5	0.6	
80208	1200	0897	1791	30	5511	5211	0330	272	-	-	694	52.4	5	0.4	
80218	1139	0900	1814	31	4948	4638	0532	253	-	-	67.7	58.0	5	0.3	
80228	1231	0894	1757	33	8330	8000	0206	361	-	-	94.1	44.6	10	0.5	
80238	1203	0892	1802	34	6236	5896	0272	292	-	-	88.8	59.1	10	0.3	
80248	1188	0892	1823	34	5097	4757	0257	255	-	-	86.1	72.4	10	0.2	
80258	1239	0892	1747	34	9238	8898	0224	390	-	-	106.6	45.0	15	0.4	
80268	1226	0889	1767	35	8411	8061	0232	362	-	-	106.8	50.5	15	0.3	
80278	1215	0889	1783	35	7520	7170	0232	333	-	-	102.7	55.3	15	0.2	

スワローラ54φ/42.5φ盲付, CC20-2ノズル, 分流板入口幅3.8mmと広げ, 噴射弁相対位置6mm

No	P <sub>1</sub> kg/abs	W <sub>e</sub> kg/s	U <sub>r</sub> m/s	t <sub>1</sub> °C	t <sub>2</sub> °C	Δt deg C	δ <sub>t</sub>	T <sub>1</sub> /T <sub>2</sub> °K/°K	ΔP/P <sub>1</sub>	φ	η <sub>b</sub> %	n	P <sub>1</sub> /P <sub>2</sub> G		備考
													P	M	
80288	1210	0887	1780	34	6922	6582	0364	314	-	-	78.4	45.9	5	0.6	
80298	1195	0884	1802	35	5817	5467	0407	277	-	-	74.5	53.5	5	0.4	
80308	1188	0881	1813	36	5074	4714	0409	253	-	-	70.8	59.6	5	0.3	
80318	1230	0880	1760	38	8737	8357	0223	369	-	-	96.0	43.3	10	0.5	
80328	1213	0880	1784	38	7360	6980	0289	324	-	-	92.4	51.0	10	0.3	
80338	1202	0879	1799	38	6657	6277	0230	302	-	-	92.2	57.3	10	0.2	
80348	1234	0878	1756	39	9110	8720	0217	379	-	-	101.7	43.8	15	0.4	
80358	1224	0878	1771	39	8680	8290	0186	366	-	-	103.8	47.4	15	0.3	
80368	1214	0878	1785	39	7862	7472	0176	339	-	-	103.3	53.2	15	0.2	
80378	1180	0878	1837	39	4508	4118	0304	232	-	-	73.0	71.3	5	0.2	



---

## 航空宇宙技術研究所資料265号

昭和49年10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 東京プレス  
東京都板橋区桜川 2~27~12

---

