

UDC 621.452

航空宇宙技術研究所資料

TECHNICAL MEMORANDUM OF NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

TM-365

高圧形環状燃焼器模型 C C 50 H の試験結果

田丸 卓・鈴木邦男・堀内正司
石井浅五郎・下平一雄
小倉五郎・黒沢要治

1978年9月

航空宇宙技術研究所
NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

| 項目 | 担当者 |
|-------|--|
| 計測装置 | 西尾健二 [*] , 越沼威 [*] |
| 実験・計測 | 酒井規行 ^{**} , 遠崎良樹 ^{**} , 北原一起 ^{**} 中越元行 ^{**} , 国師正一 ^{**} , 藤田武志 ^{**} |

^{*} 原動機部

^{**} 川崎重工業(株)

目 次

| | |
|--------------------------------|----|
| 1. まえがき | 1 |
| 2. 供試燃焼器 | 2 |
| 2.1 燃焼器CC50H | 5 |
| 2.2 諸計測位置 | 8 |
| 3. 試験方法 | 12 |
| 4. 試験結果 | 12 |
| 4.1 CC50H/60.03の燃焼器特性 | 12 |
| 4.2 供試燃焼器構成要素の影響 | 18 |
| 4.2.1 スワラとPCD | 18 |
| 4.2.2 燃焼器入口風速分布調整ピンの影響 | 21 |
| 4.2.3 抽気部圧力 | 23 |
| 4.2.4 鈍頭分流板によるデフューザ部での分流 | 27 |
| 4.2.5 ライナの焼け具合 | 27 |
| 5. 燃焼器特性の評価と諸構成要素の影響 | 29 |
| 5.1 供試燃焼器特性 | 29 |
| 5.2 燃焼器構造の評価 | 31 |
| 5.3 PCDとスワラの選択 | 31 |
| 6. まとめ | 31 |
| 使用記号 | 32 |
| 参考文献 | 32 |
| 付 録 | 33 |

高圧形環状燃焼器模型CC50Hの試験結果*

田丸 卓** 鈴木邦男*** 堀内正司****
石井浅五郎** 下平一雄**
小倉五郎** 黒沢要治**

概 要

ターボファンエンジンFJR710/600用燃焼器開発に関連した試作環状燃焼器、呼称CC50Hの実験結果について報告する。この燃焼器は、既報の設計方針に基づいた燃焼器(CC60H)の完成に先立って、既存のケーシングを改造して用いたもので、このケーシングは抽気の構造を持たず、後部外側形状がCC60Hのそれとわずかに異なっている。

この燃焼試験の結果、次の事柄が確認された：供試燃焼器はほぼ設計性能を満足させ得る燃焼器であること、実用性を目指して新しく採用した内側ライナ取はずし構造、噴射弁噴射軸の主軸との平行配置などの構造に格別問題は起きていないこと、などである。

また、今回の試験の結果、燃焼器入口風速調整ピンの影響を明らかにした。スワラの種類の選択と、燃料噴射弁ピッチ円直径の決定を行った。

1 まえがき

通商産業省、工業技術院が主宰する大型工業技術開発制度のひとつに「航空機用ジェットエンジンの研究開発」がある。それに関連して、航空宇宙技術研究所では、現在、昭和51年度より始まった第2期ターボファンエンジン、FJR710/600用の燃焼器を、研究開発中である。

第1期のエンジンは、これまでに第6号機まで製作され、各種の試験を今なお続行中である。

第2期のエンジン用燃焼器は、第1期開発研究で得た

経験と実績をふまえ、排出低減と、より実用性の高い事を目標に開発をすすめている。

ここでは、基礎設計に基づいて製作した試験用環状燃焼器、呼称CC50Hにたいする第1次試験の結果を報告する。

CC50Hは、既報¹⁾の設計に従う本格的試験用燃焼器、呼称CC60Hの完成に先立って、既製の燃焼器²⁾のケーシングを部分的に改造して用いたものである。それらの主要な相違は次の点である。すなわち、CC50Hは抽気ポートを設けていないこと、ケーシング後部の内り形状がCC60Hの場合より少しやせていること、などである。

今回の試験の第1の目的は、CC50H、ひいてはCC60Hが、所要の燃焼器特性を達成できるかを確かめることにある。特に、第1期エンジンの燃焼器よりも

* 昭和53年8月1日受付

** 原動機部

*** 機械技術研究所

**** 航空機公害研究グループ

燃焼器上流部体積を大きくしたことによる燃焼特性の変化、段つきデフューザの作用、燃料噴射弁の軸を、エンジンの主軸と平行にしたこと、内側ライナを隔壁板直後で切離せる構造としたこと、など新しい試みの可否を判断しようとする。

また、最近のエンジン運転の結果、圧縮機出口では流れに半径方向の速度分布があることがはっきりしてきた。そのため、燃焼器のみの要素試験でも、上流側に風速分布をつくるための「ピン」を植えて、その効果を明らかにし、風速分布のある状態での燃焼試験を行った。

開発の進行上、この時期にこれまで実績のあるスワラ数種類のうちから、最も適当なものを選ぶ必要があった。また、そのピッチ円直径も最大444mm、最小438mmの範囲で最も適当な値に決定しなければならない。

なお、使用した試験装置は、原動機部6号館の高圧環状燃焼器燃焼試験装置³⁾である。

2 供試燃焼器

本報告で記す一連の試験で用いた燃焼器を、CC50Hと総称する。特に使用ライナの種類を区別して示すときは、CC50H/60.01のように記し、異なるライナの種類を小数以下の数字にて表わす。

CC50Hは、既報¹⁾に基本設計を示した燃焼器、CC60Hとケーシングのみが異なっている。

まず、CC60Hの主軸を含む断面図を、図1に示す。図1中に番号で指示した部分の名称は、表1に示す。

CC50Hのケーシングは、CC60Hのそれと図2に比較を示す通り、次の3点で異なっている。

- (1) 外側後部内径が6mmほど細い。
- (2) 抽気孔を設けていない。
- (3) 出口温度計測位置がタービン入口ノズル相当位置より、約50mm下流の位置にある。

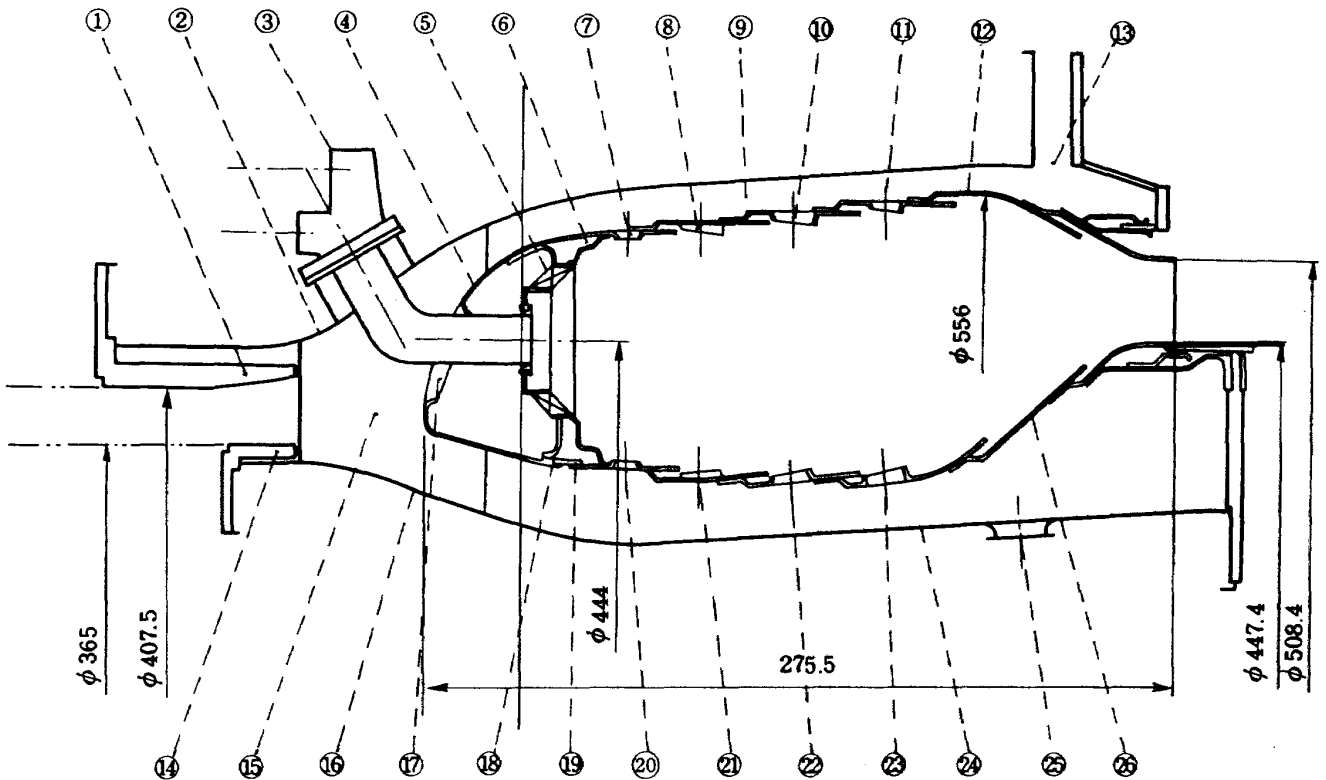


図1 FJR710/600用燃焼器CC60H

表 1 燃焼器各部名称

| | |
|----------------|------------------|
| 1 入口ディフューザ(外側) | 14 入口ディフューザ(内側) |
| 2 外側ケーシング | 15 ストラット |
| 3 燃料噴射弁 | 16 内側ケーシングデフューザ部 |
| 4 分流板 | 17 分流板空気取入口 |
| 5 スワラ | 18 隔壁板 |
| 6 遮熱板 | 19 嵌合せ部分 |
| 7 外側ライナ補助空気孔 | 20 内側ライナ補助空気孔 |
| 8 " 第1列空気孔 | 21 " 第1列空気孔 |
| 9 " 冷却スリット | 22 " 第2列空気孔 |
| 10 " 第2列空気孔 | 23 " 第3列空気孔 |
| 11 " 第3列空気孔 | 24 内側ケーシング |
| 12 外側ライナ | 25 内側抽気ポート |
| 13 外側抽気ポート | 26 内側ライナ |

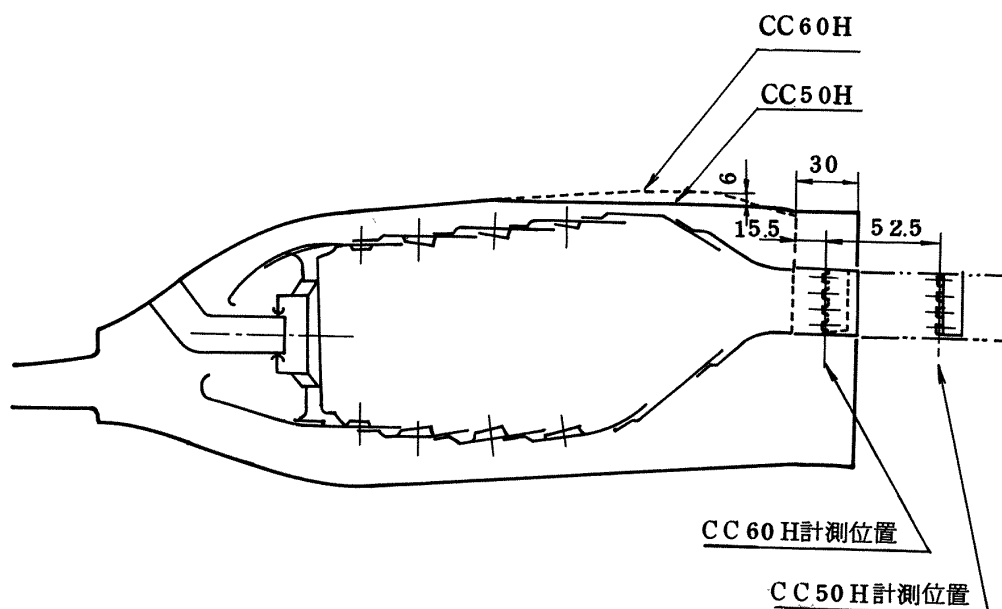


図 2 CC50HとCC60Hのケーシングと出口温度計測位置の相違



図 3 ライナ 外 観

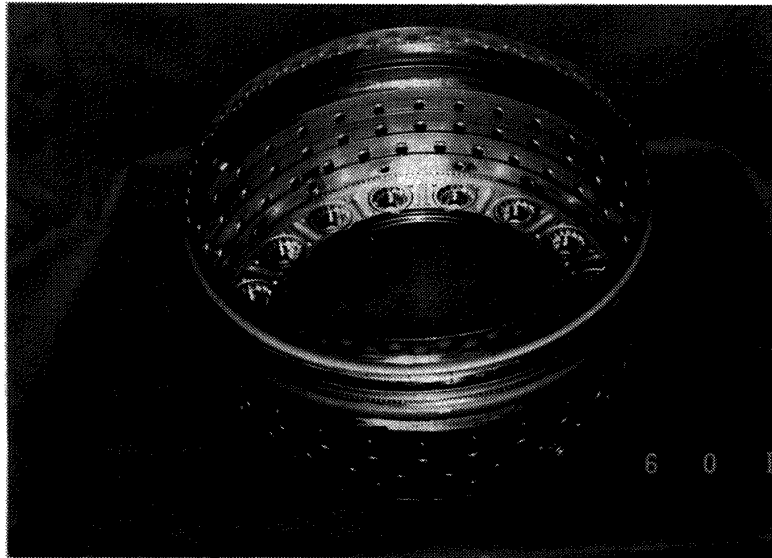


図4 ライナ外側部分

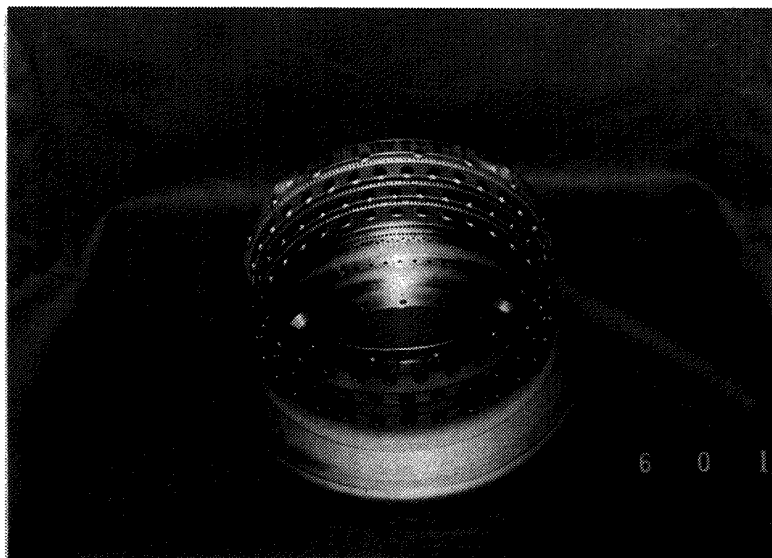


図5 内側ライナ

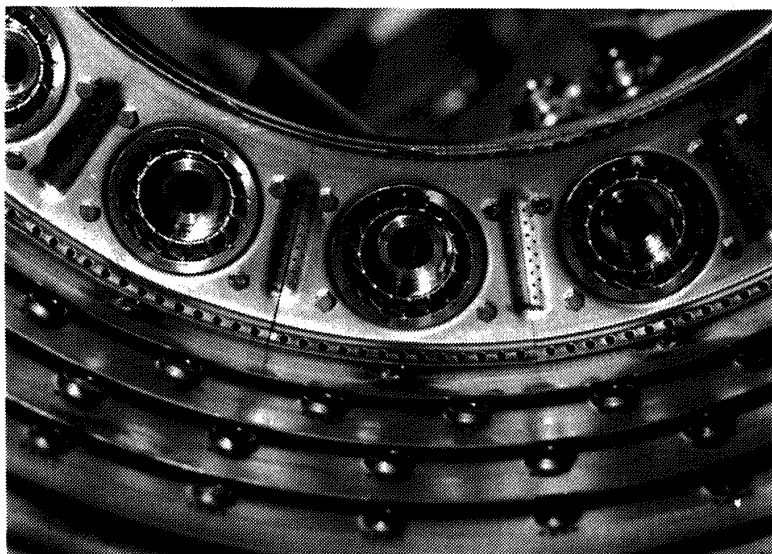


図6 供試ライナのスワローラと隔壁板部付近詳細

ライナ全体の外観を、図3に写真で示す。

このライナは、図1の⑨に示す部分で分割することができ、図4に示す外側ライナを含む本体部分と、図5に示す内側ライナ部分に分離できる構造となっている。

図6は、48φスワラを取付けたときの遮熱板付近を示す。

2.1. 燃焼器CC50H

CC50Hのケーシングは、前述のように排出低減研究用環状燃焼器として製作したもの²⁾を改造している。

それ以外の部品については、CC60Hと同一、すなわち、既報の設計方針に沿う形状のものである。以下に、個々の構成要素につき、略述する。

鈍頭分流板付ライナ 鈍頭分流板形状は、図1に示すもので、スワラへ流入する空気の入口の直径は、32mmである。

内、外ライナの空気孔配列は、図7にそれぞれ示す通りである。各空気孔は、それぞれ、内、外ライナで対向し、燃焼器主軸に関し相似位置にある。

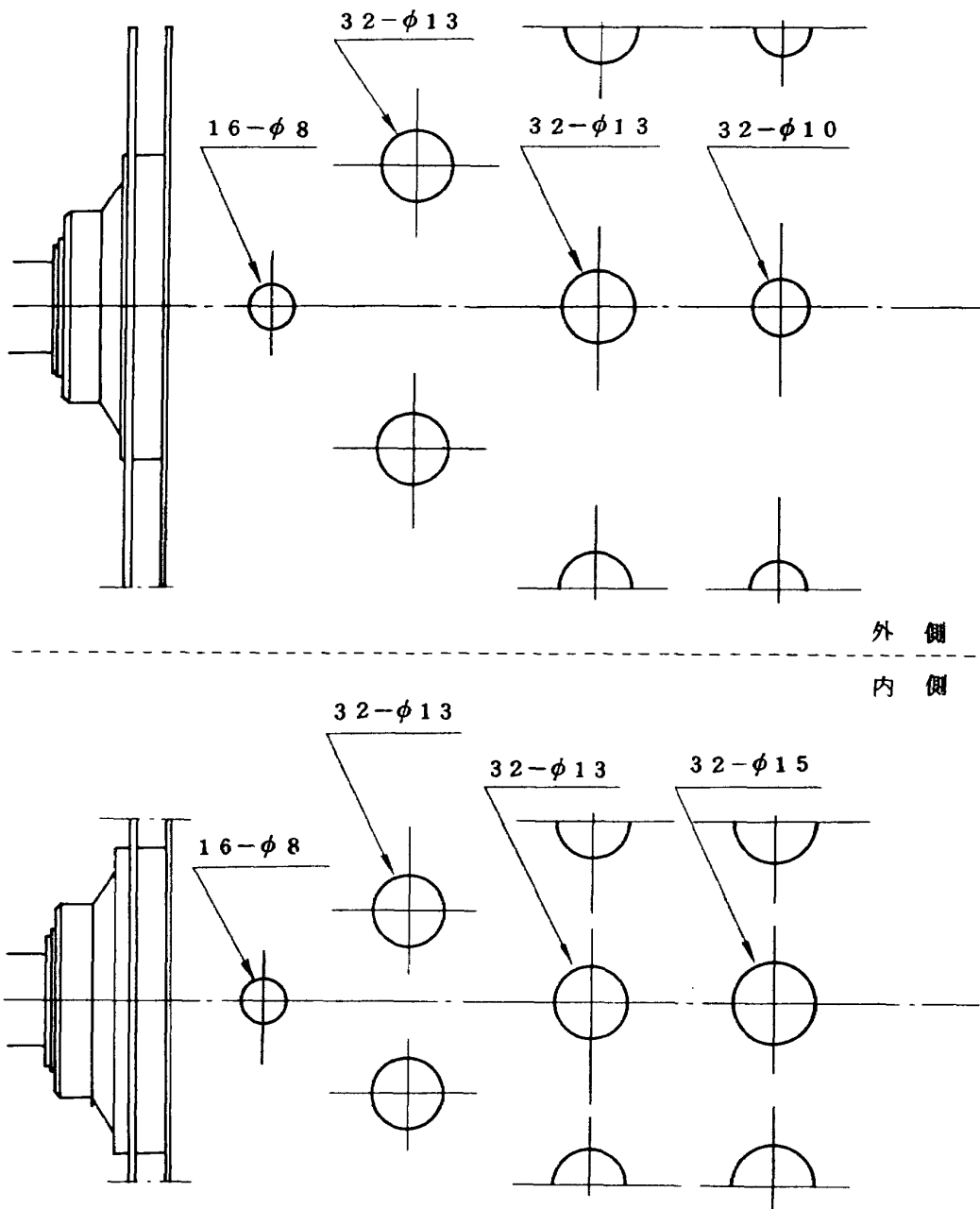


図7 内外ライナ空気孔配列(内外ライナ代表壁面で展開)

燃料噴射弁 使用噴射弁の構造は、図8に示す。

吐出燃料圧力にたいする燃料流量特性は、既報¹⁾に示した通りである。吐出流量の許容公差は表2に、燃料圧力にたいする噴霧角、およびその許容公差は、表3に示す。

スワラ 今回の一連の試験では、次の2種類のスワラを用いた。すなわち、設計で標準と考えた呼称48φスワラと、FJR710の第1期エンジン⁴⁾に用いて実績のある54φスワラである。

それらのスワラの形状を図9にそれぞれ示す。

PCD 今回の試験で決定を期待された事項のひとつ、PCDについては、438mm、および444mmの2種について試験した。それぞれの場合の噴射燃料噴霧円

錐仮想線と、ライナ空気孔との相対位置関係を図10に示す。

主軸を中心とする直径444mmの円筒面は、一次燃焼領域ライナ内容積を、ほぼ2分する。これは、燃焼領域における燃料分配の観点からは望ましい。しかし、燃料噴霧円錐の延長線がライナに到達する位置を見ると、内、外ライナのあいだに対する空気孔にたいして異なった衝突の仕方を呈する。これは、保炎上、およびライナ焼損や炭素堆積等に今後問題を生ずる可能性を残している。

PCDを438mmとすると、燃料噴霧円錐は、内、外ライナ空気孔にたいして、互に対称的な衝突の仕方となる。

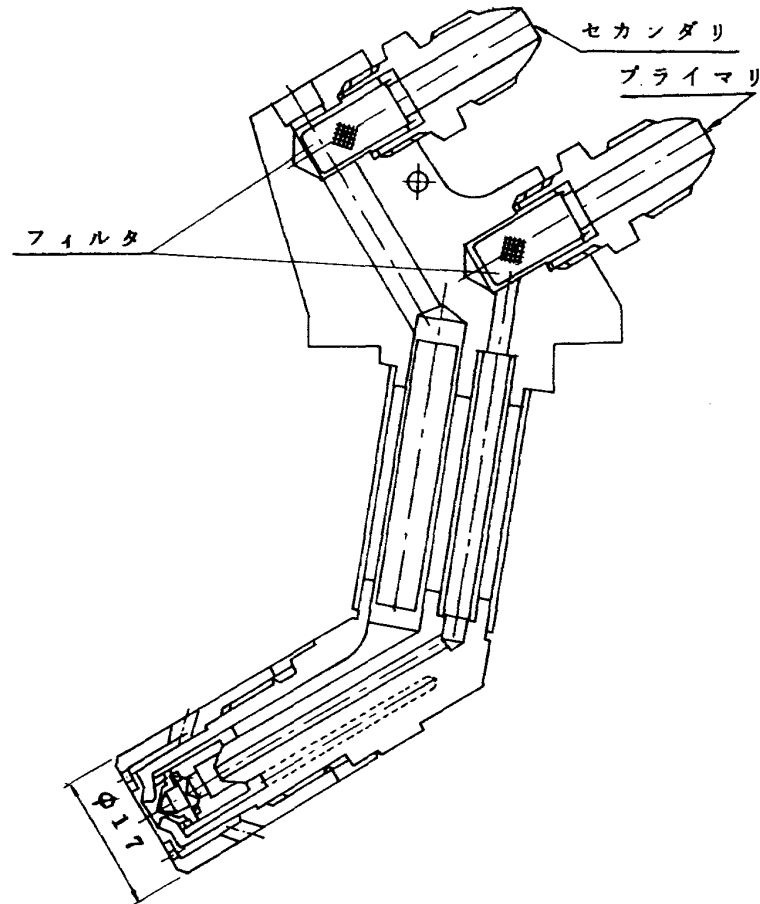


図8 燃料噴射弁の構造

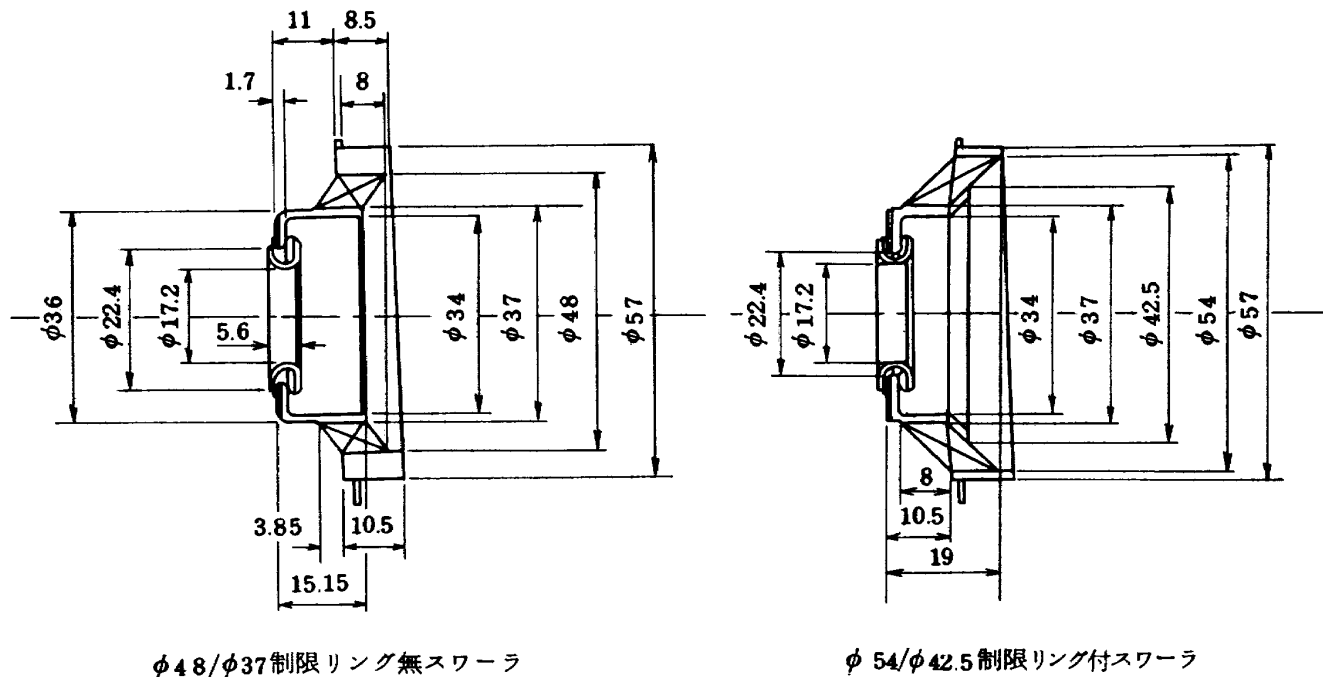


図9 供試スワラ

表2 燃料噴射弁流量特性

| 燃料圧力 [kg/cm ² G] | | 流量 [g/s] | 許容公差 [%] | 燃料圧力 [kg/cm ² G] | | 噴霧角 [°] | 許容公差 [°] |
|-----------------------------|-------|----------|----------|-----------------------------|-------|---------|----------|
| プライマリ | メイン | | | プライマリ | メイン | | |
| 3.52 | 0 | 2.0 | 3 | 3.52 | 0 | 90 | ±10 |
| 10.55 | 0 | 3.47 | 4 | 10.55 | 10.55 | 95 | ±5 |
| 0 | 3.52 | 15.5 | 4 | 18.28 | 18.28 | 95 | ±5 |
| 0 | 14.06 | 31.0 | 3 | | | | |
| 18.28 | 0 | 4.57 | 4 | | | | |
| 18.28 | 18.28 | 39.93 | 3 | | | | |

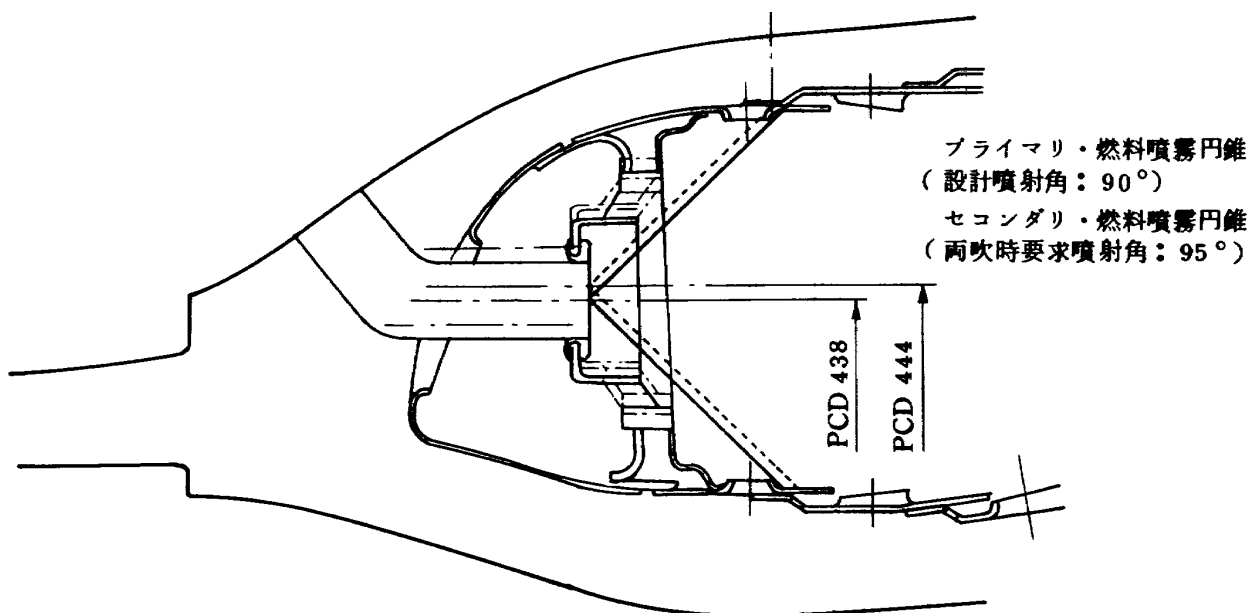


図10 燃料噴射弁PCDの相違と燃料噴霧円錐・空気孔の相対位置関係

2.2 諸計測位置

CC50Hの諸計測は、次のような箇所について行っている。

- ① 燃焼器入口全圧（円周1ヶ所，半径方向2点）
- ② 燃焼器入口全温（同上）
- ③ 入口デフューザ後縁通路中心全圧（円周1ヶ所，1点）
- ④ 外側ケーシング壁面静圧（円周方向1ヶ所，軸方向10点）
- ⑤ 内側ケーシング壁面静圧（円周方向1ヶ所，軸方向9点）
- ⑥ 隔壁板近傍ライナ・ケーシング間環状通路，通称「肩部」全圧（内，外通路，各1点）

- ⑦ 燃焼器出口全圧（円周1ヶ所，半径方向4点）
- ⑧ 燃焼器出口全温（円周8ヶ所，半径方向8点）
- ⑨ 燃焼器出口ガス採取（出口環状路中心，円周方向TOPより135°（スワーラ中間），または146°15'の位置，それぞれ1点）

以上の諸計測の円周方向位置のライナ空気孔などの相対位置関係を，模式的に示したものが図11である。

図12には，ケーシング壁静圧測定位置を，図13には，「肩部」全圧測定位置を，図14には，燃焼器出口での全温，全圧計測位置を，そして図15に出口排出ガス採取位置をそれぞれ示す。

図16と17に，使用した4点出口全圧管，および出口温度計の寸法形状を示す。

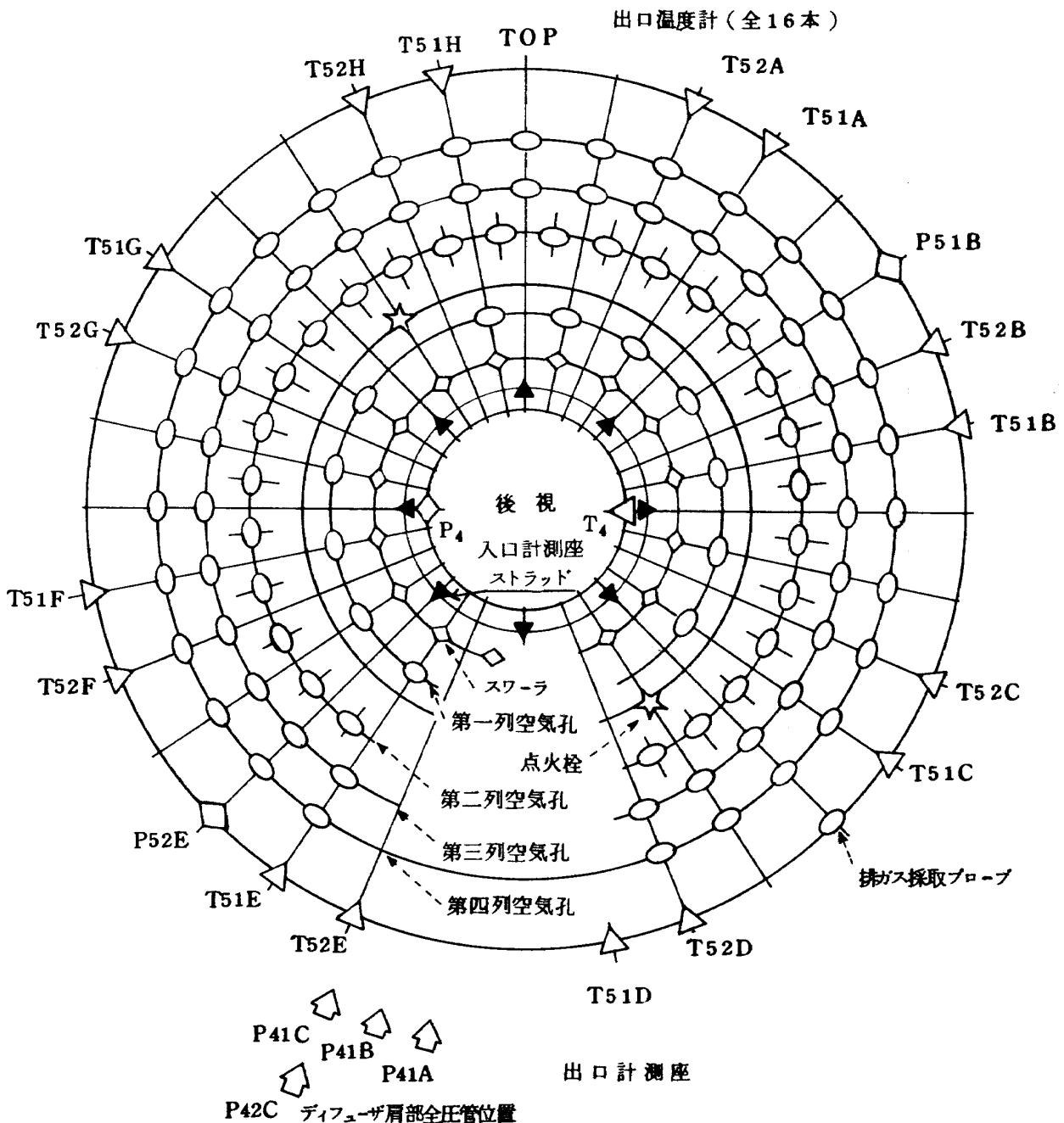


図11 CC50H計測箇所円周方向位置

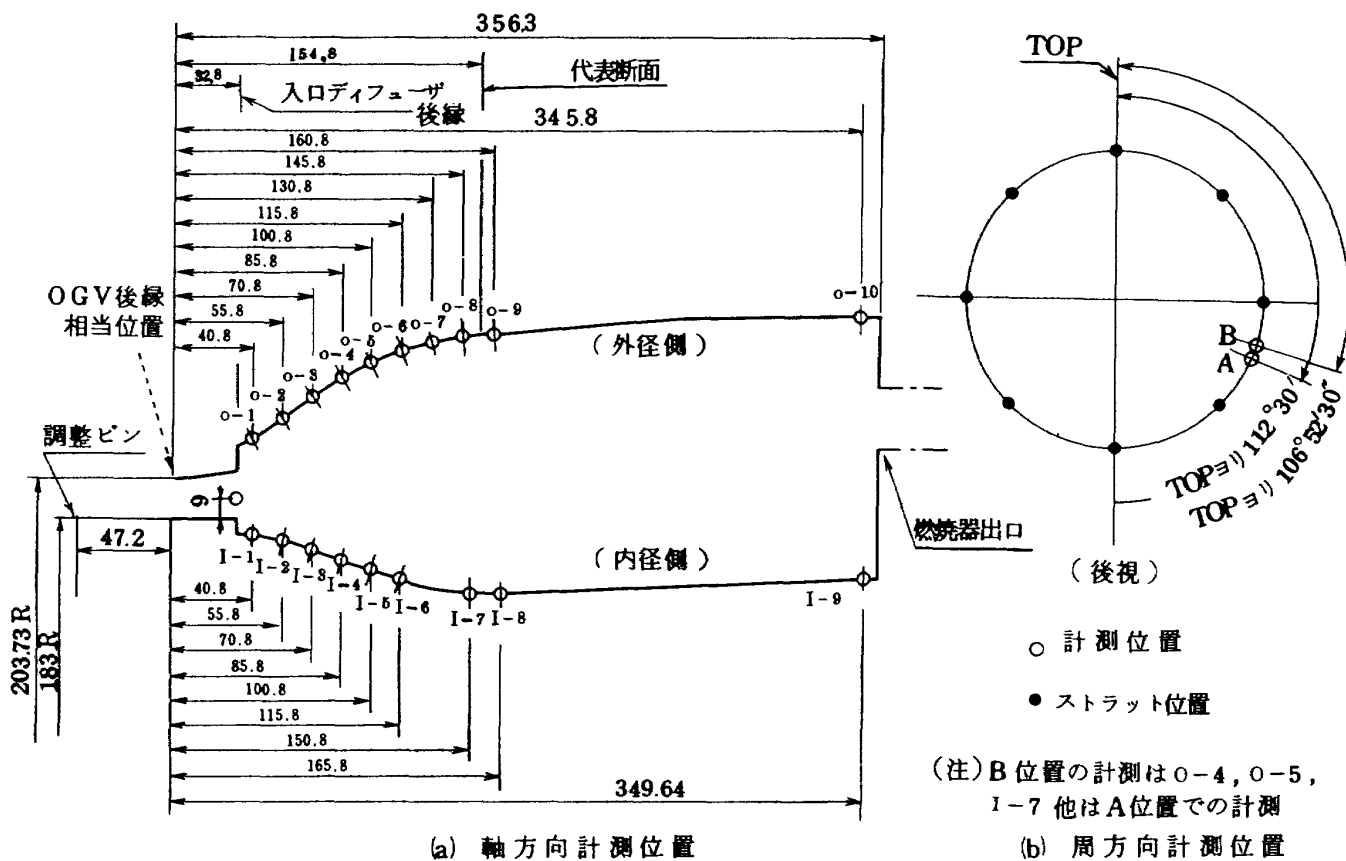


図 12 CC50H壁圧計測位置

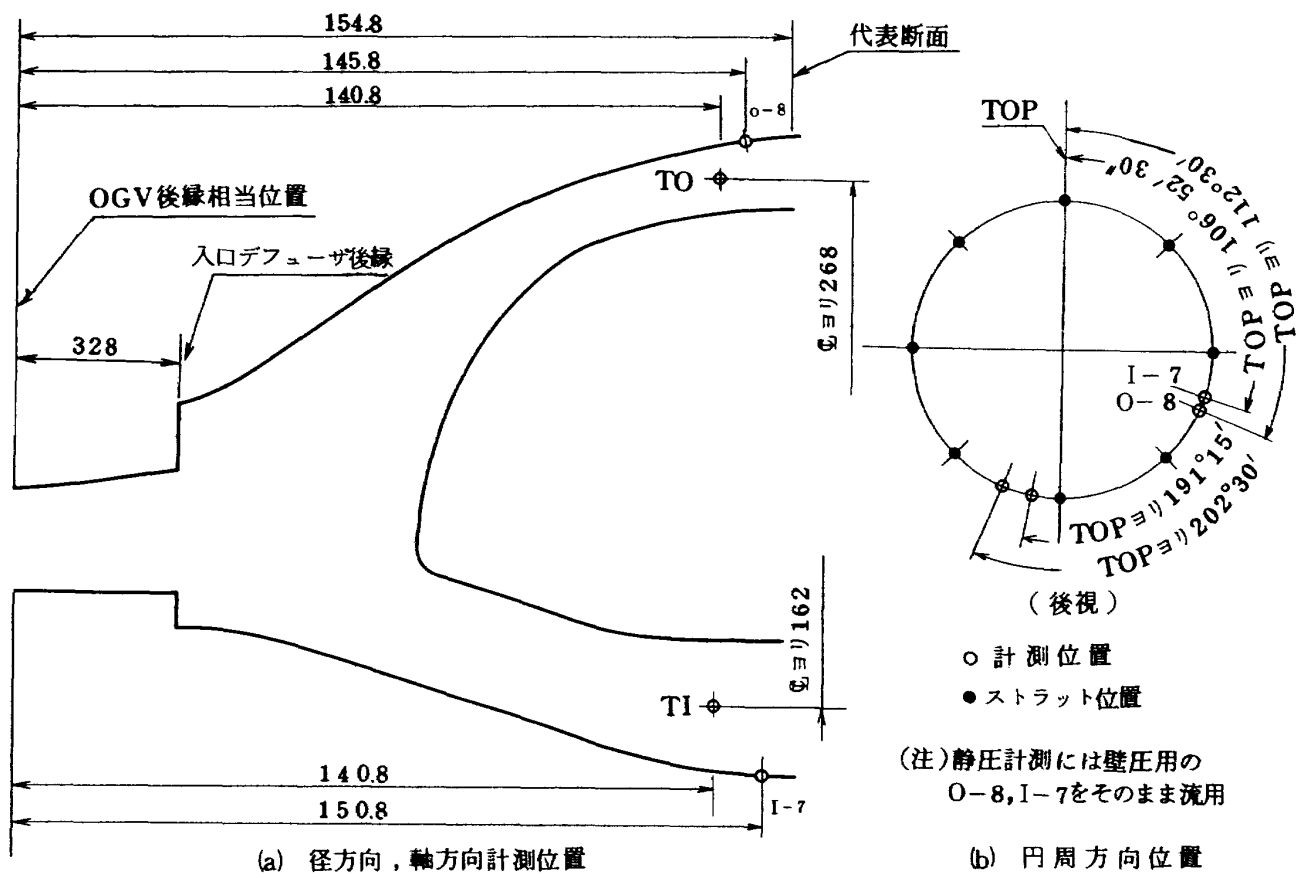


図 13 CC50Hディフューザ肩部全圧・静圧計測位置

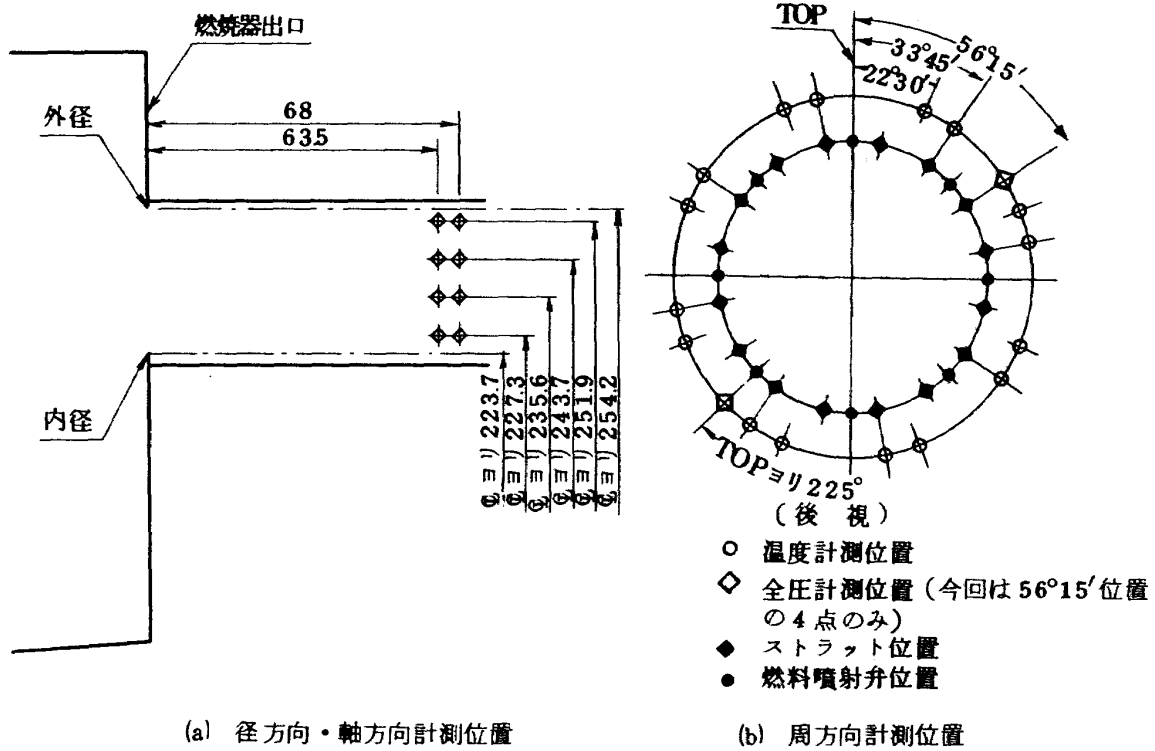


図 14 CC50H出口温度・全圧計測位置

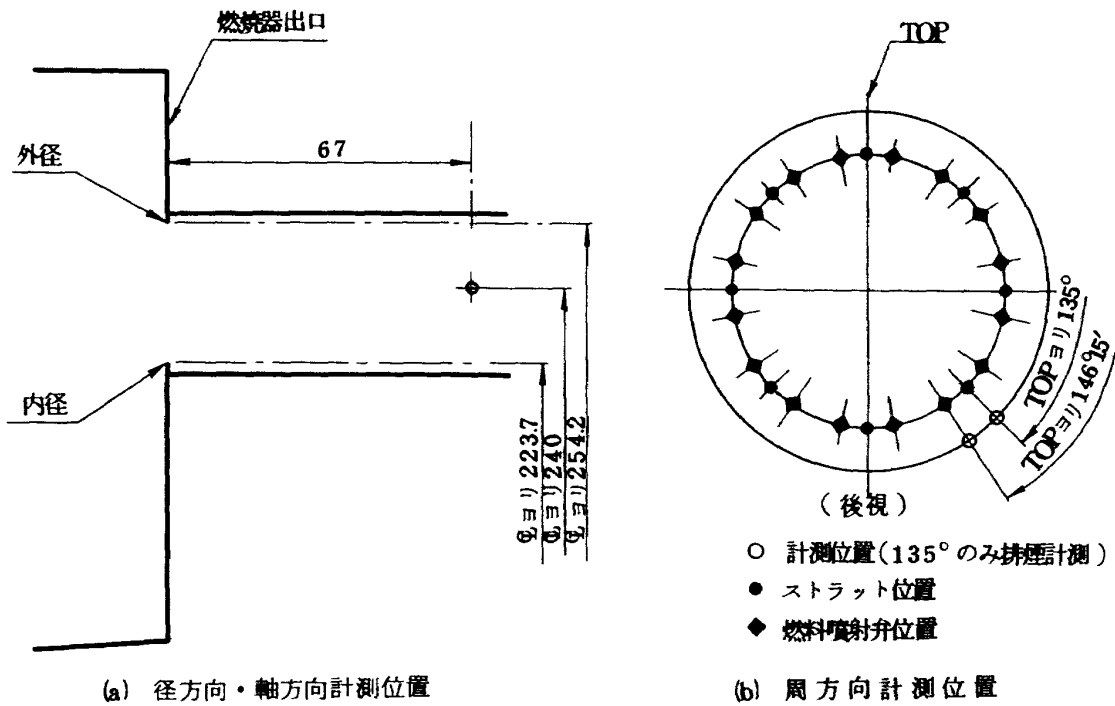
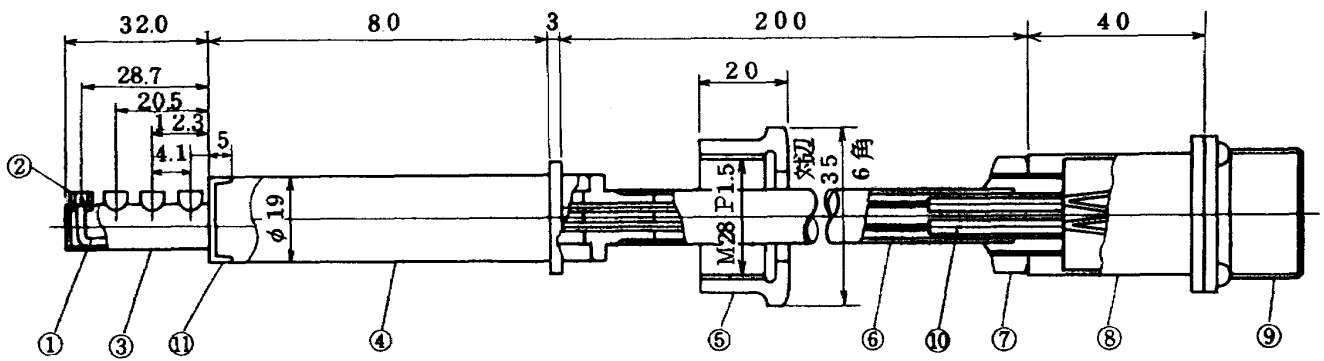
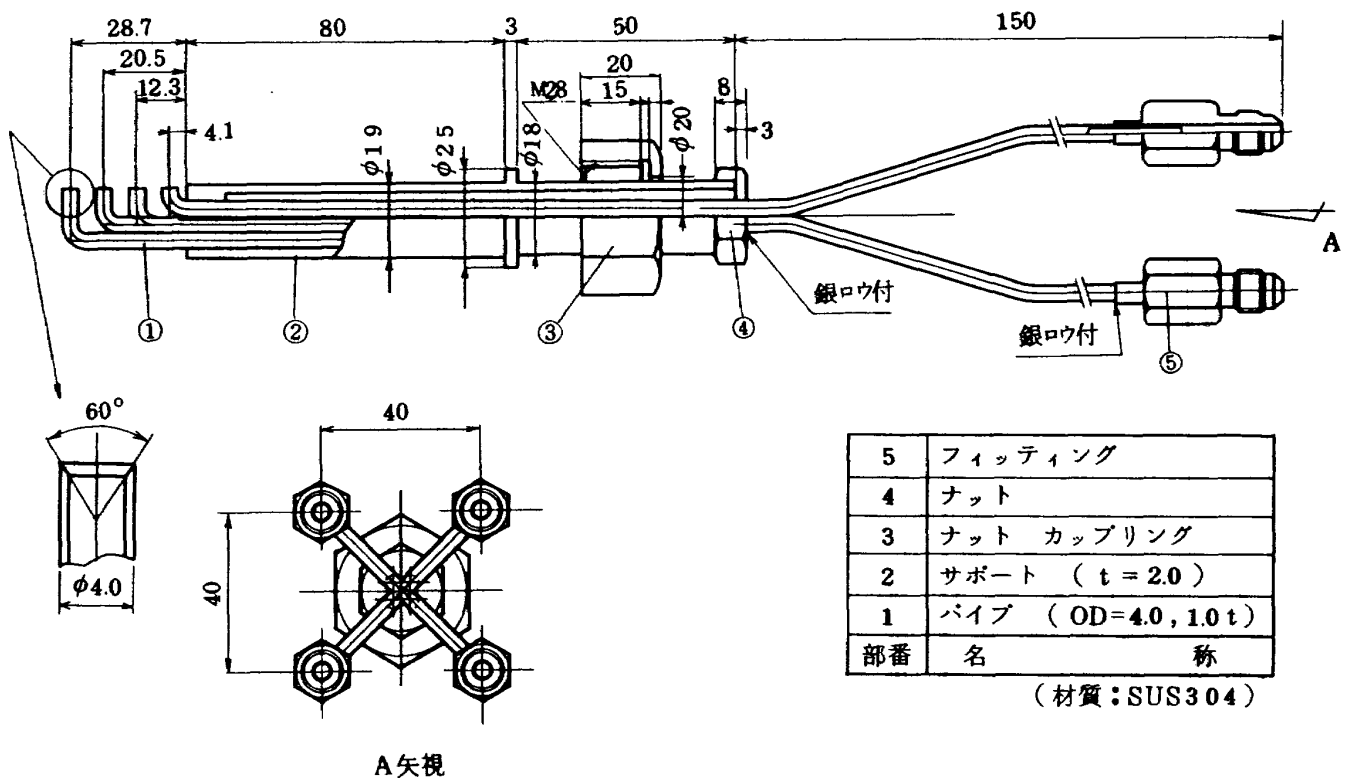


図 15 CC50H出口排出ガス採取位置



| | | | | |
|--------------|---------|----------|-----|------------|
| 11 | 当金 | Pt90Rh10 | 1 | |
| 10 | スリーブ | SUS304 | 1 | |
| 9 | キャノンプラグ | | 1組 | |
| 8 | ネック | SUS304 | 1 | |
| 7 | ロックナット | SUS304 | 1 | |
| 6 | パイプ | SUS304 | 1 | φ12/φ10 |
| 5 | 袋ナット | SUS304 | 1 | |
| 4 | サポート | SUS304 | 1 | |
| 3 | 保護管 | Pt90Rh10 | 4 | φ10/φ8 |
| 2 | ベット | Pt90Rh10 | 4 | |
| 1 | シース熱電対 | Pt90Rh10 | 4 | PR13% φ1.6 |
| 名 | 称 | 材 質 | 数 量 | 摘 要 |
| 高圧燃焼実験用高温熱電対 | | | | |

図16 出口温度計



| | |
|--------------|-----------------------|
| 5 | フィッティング |
| 4 | ナット |
| 3 | ナット カップリング |
| 2 | サポート (t = 2.0) |
| 1 | パイプ (OD = 4.0, 1.0 t) |
| 部番 | 名 称 |
| (材質: SUS304) | |

図17 出口全圧計測管

3 試験方法

今回行った試験の種類を、表4にまとめて示す。

表4 供試燃焼器種類

| ケーシング 呼 称 | ライナ | | | データ番号 |
|--------------------|-------|-------|--------|----------|
| | P C D | スワーラ | 呼 称 | |
| C C 5 0 H | 444 | 48φ | 60.01 | 780208 |
| | | | | 780210* |
| | 54φ | 60.02 | 780213 | |
| | | | 780217 | |
| C C 5 1 H (ピン無) | 438 | 48φ | 60.03 | 780221* |
| | | | | 780225 |
| | | | | 780304** |
| | | | | 780306 |
| | | | | 780307* |
| C C 5 2 H | 438 | 48φ | 60.03 | 780308* |
| C C 5 0 H | | | | 780313 |
| | | 54φ | 60.04 | 780227 |

* 通風テスト

** シリーズ運転

ライナは大別してP C Dが444mmの60.01と60.02、およびP C Dが438mmの60.03と60.04に区別できる。それらのうち、60.01と60.03は、48φスワーラを用いたものであり、60.02と60.04は、54φスワーラを用いている。

ケーシングはC C 5 0 Hが標準的なもので、C C 5 1は、入口デフューザ部に風速分布調整ピン(以下、単にピンという)が無いものである。また、C C 5 2 Hは、肩部の円周方向全圧分布を知るために、全圧管を2本追加して設けたケーシングである。

通風試験時には、空気源として、原動機2号館の3700 kW空気圧縮機⁵⁾ または専用設備の10,000 kW空気圧縮機を使用した。前者の場合、燃焼器入口部分での空気温度は280~300 K程度である。

燃焼試験の際には、ほぼ大気圧条件で着火し、その後、任意の供試条件へ燃料と空気を設定した。着火時の代表断面風速は、7 m/s前後で、着火燃圧は2~3 kg/cm²G未満であった。

通常の燃焼試験は、空気源として、試験装置専用の10,000 kW空気圧縮機のみを用いた。

データ番号780304の燃焼試験の場合には、まず、3700 kWの空気圧縮機(原動機2号館)で2.7 kg/cm²まで昇圧し、さらにそれを上記10,000 kW圧縮機で12 kg/cm²近くまで上昇させる、いわゆるシリーズ運転を行った。

後述、表5の各試験の際には、試験によるライナの「焼け」の具合を観察するため、前回の試験による「焼

け」の様が残っている部分は磨いて消去した後試験に供した。

今回使用した燃料はJet A-1である。

4 試験結果

P C Dが438mmで48φスワーラを用いた燃焼器(C C 5 0 H / 6 0 . 0 3)を標準とみなし、その燃焼器特性を4.1に述べる。

4.2以降では、スワーラ、P C D、ピンの有無など、諸燃焼器要素を変えた結果を4.1の結果と比較、対照しながら示す。また、設計時の諸見積値が、どの程度C C 5 0 Hで実現されているか、鈍頭分流板によるライナ内外環状通路への分流状況、抽気部相当位置での所要圧力、その他、燃焼試験後のライナ観察状況などを記述する。

なお、全実験の条件と燃焼器主要特性を、巻末に付録として表示する。

いくつかの代表的な条件では、排煙の計測も行った。その結果はそれらの付録の表中、備考欄に示す。排煙測定結果の最大値は、 $P_4 = 1.2 \text{ kg/cm}^2$ ($f = 0.02$, $T_4 = 680 \text{ K}$)のときで、パッハラッハ煙濃度指数で6であった。それ以外の条件では、5以下であった。

4.1. C C 5 0 H / 6 0 . 0 3 の燃焼器特性

燃焼器入口圧力 P_4 が2.5~6.8 kg/cm²のときの、燃空比 f にたいする燃焼効率 η_b の変化を、図18に示す。

P_4 がごく低い着火時直後の2点を除けば、 f が増加するに従って、やや η_b が低下する傾向を示す。

同一の f の値にたいして、 P_4 が η_b へ及ぼす影響を見ると、図19のように P_4 が高いほど η_b は向上する傾向にある。

全圧損失係数 ϕ は、図20に示す通り、 P_4 、代表断面風速 U_r 、あるいは温度比 T_5/T_4 にほとんど依存しない、ほぼ40程度の値である。ただし、図20の ϕ は、入口全圧としてピンの上流で計測した値を用いて求めている。

図21には、通風時のケーシング壁圧分布、および入口、肩部、それに抽気部相当位置での全圧値を、OGV後縁相当位置と燃焼器出口部との全圧差 ΔP で無次元化して示す。

燃焼時と通風時のそれらの値を比較したものが、図22である。デフューザ壁面などでの静圧が、わずかに燃焼時には高くなる違いがある。

燃焼器出口での温度不均一率 δ_t は、図23のようである。目標の δ_t が平均温度上昇800 Kで0.2である

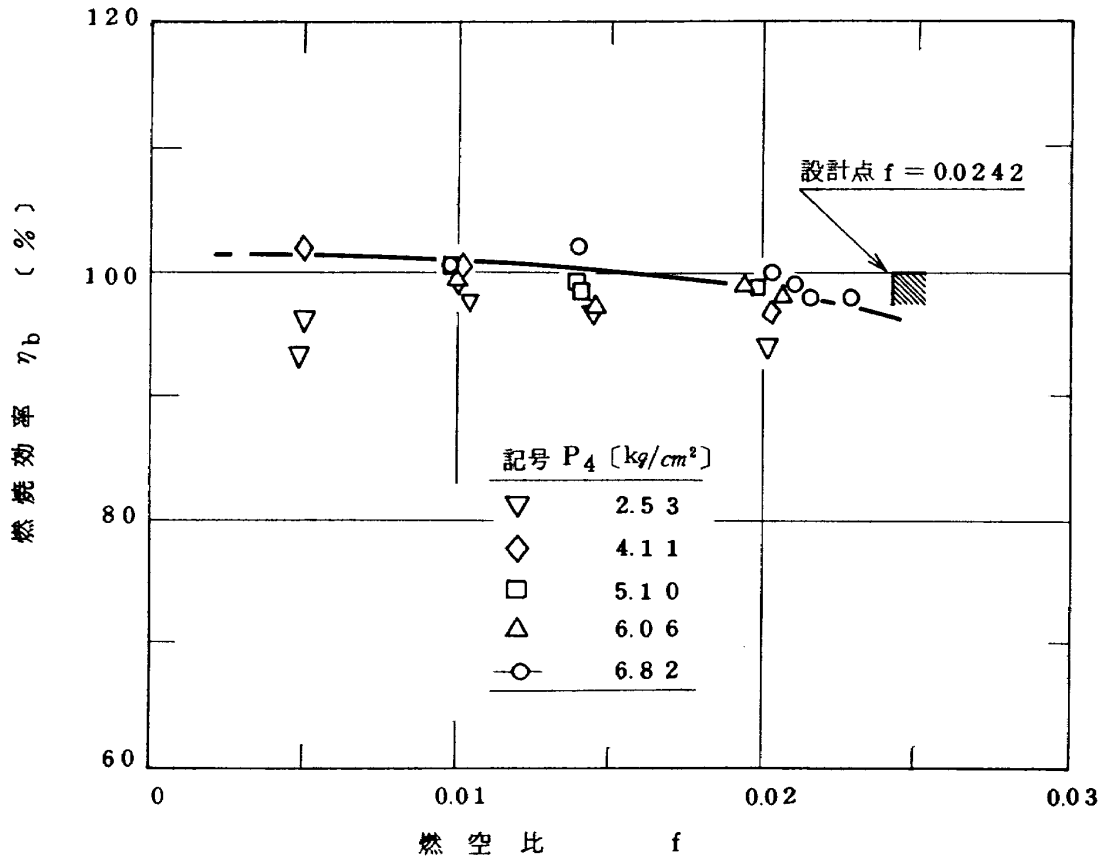


図18 ライナ60.03の燃焼効率特性

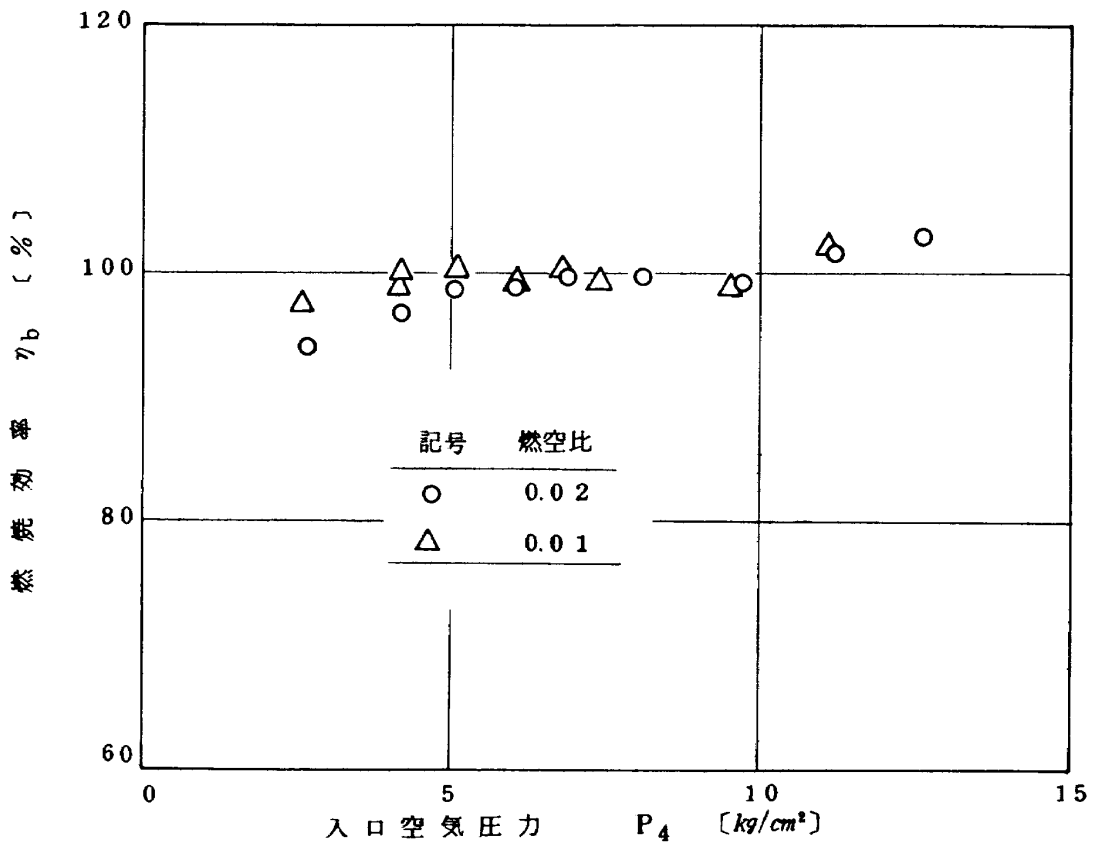


図19 圧力にたいする燃焼効率の変化

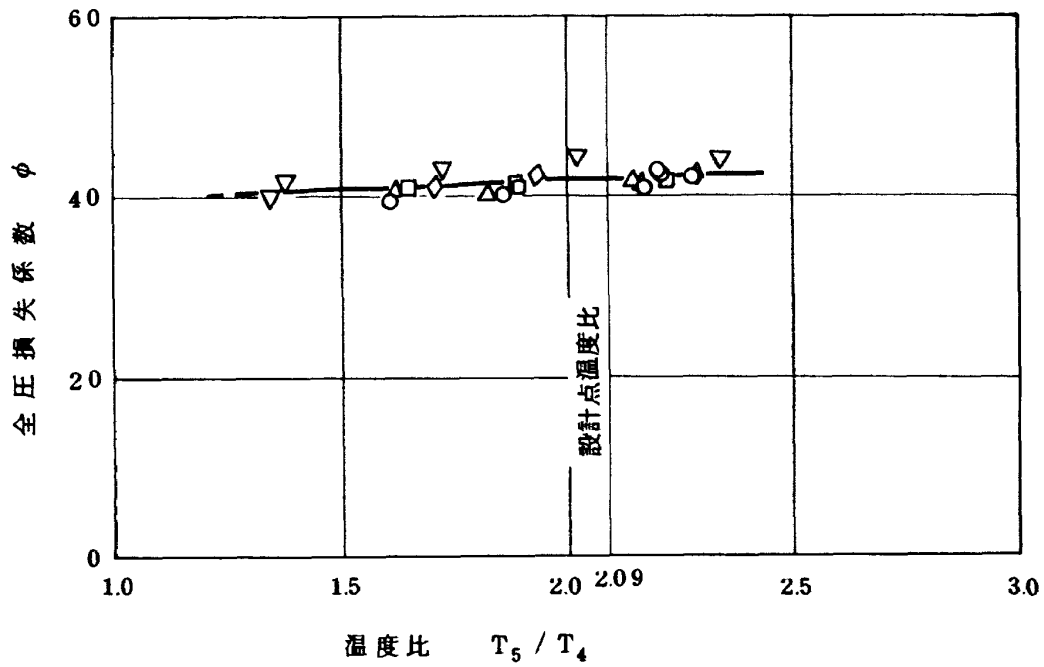


図20 ライナ60.03の温度比にたいする全圧損失係数(記号は図18と同じ)

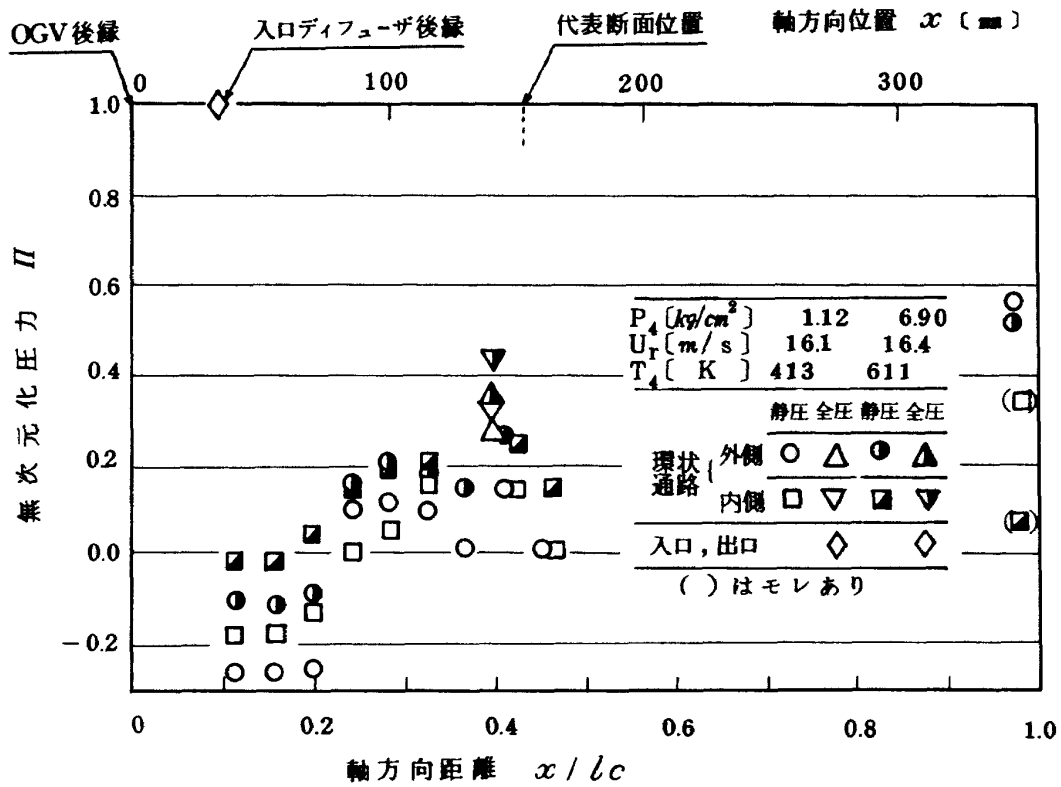


図21 通風時のケーシング壁圧の分布および全圧測定値

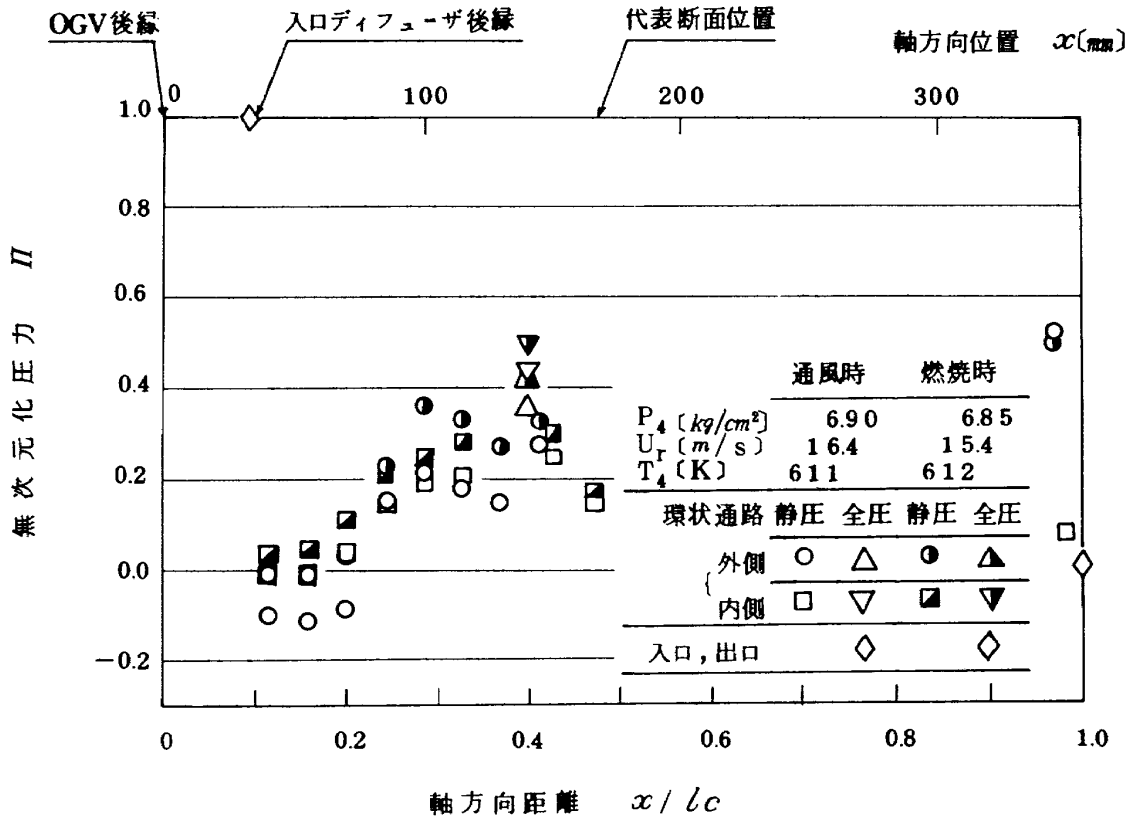


図 2 2 通風時と燃焼時との各部全圧・壁静圧値の比較

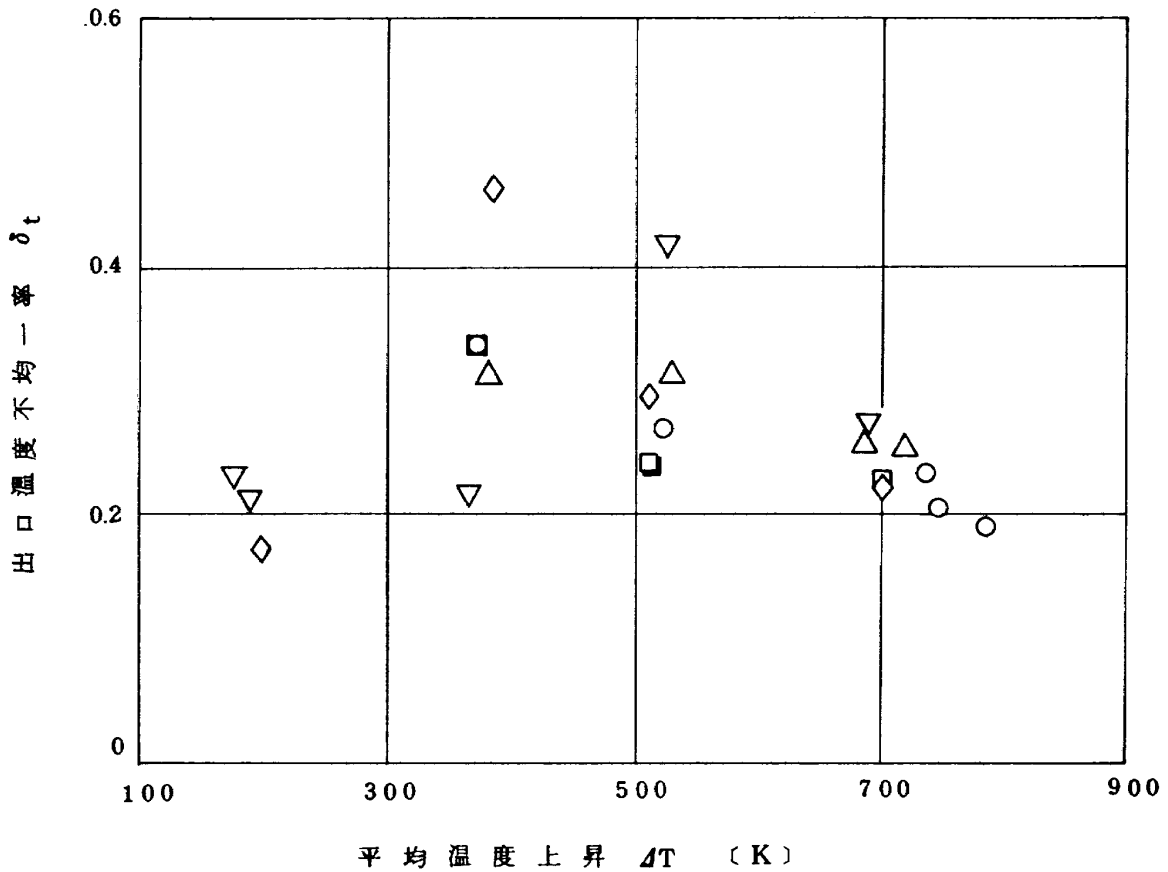


図 2 3 燃焼器温度上昇にたいする出口温度不均一率 (記号は図 1 8 と同じ)

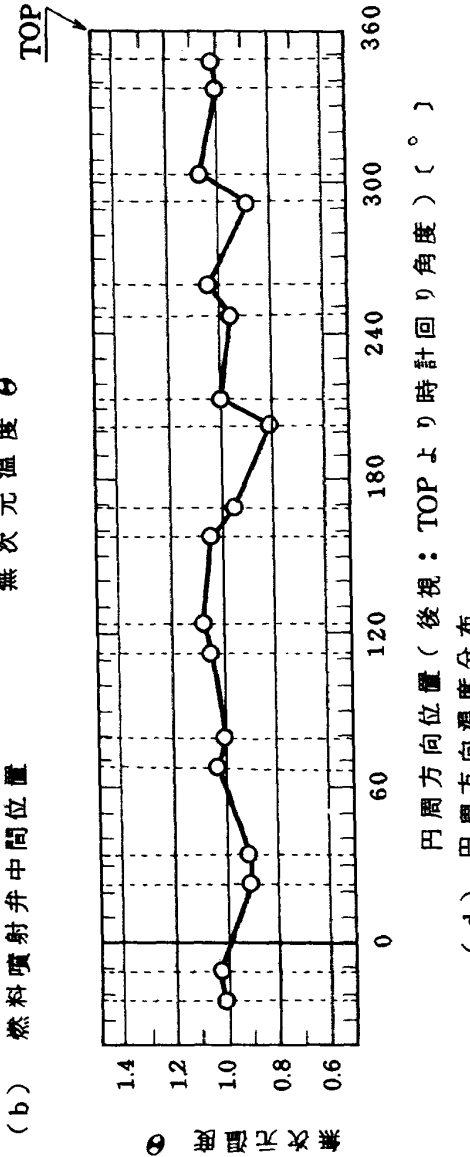
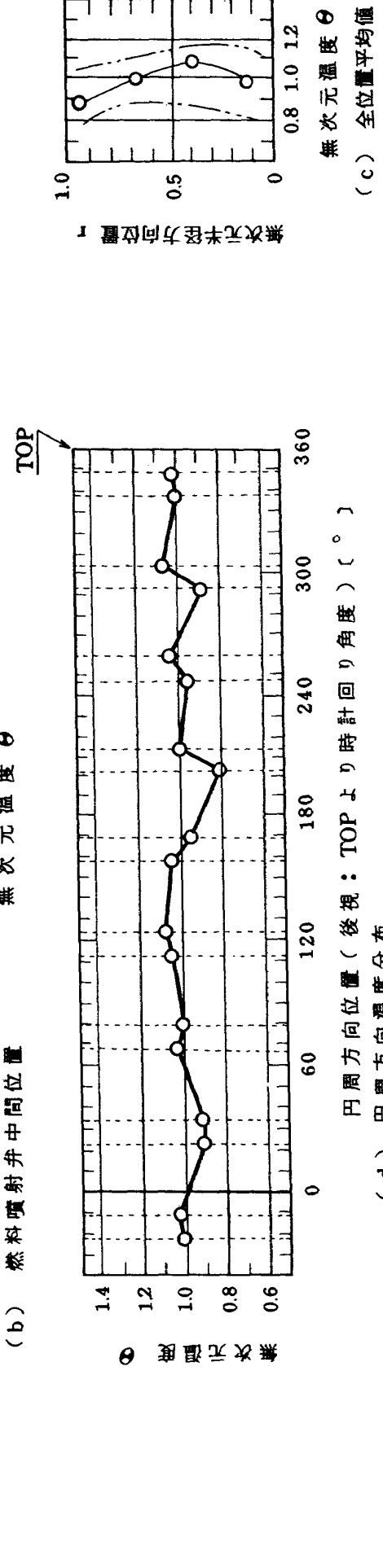
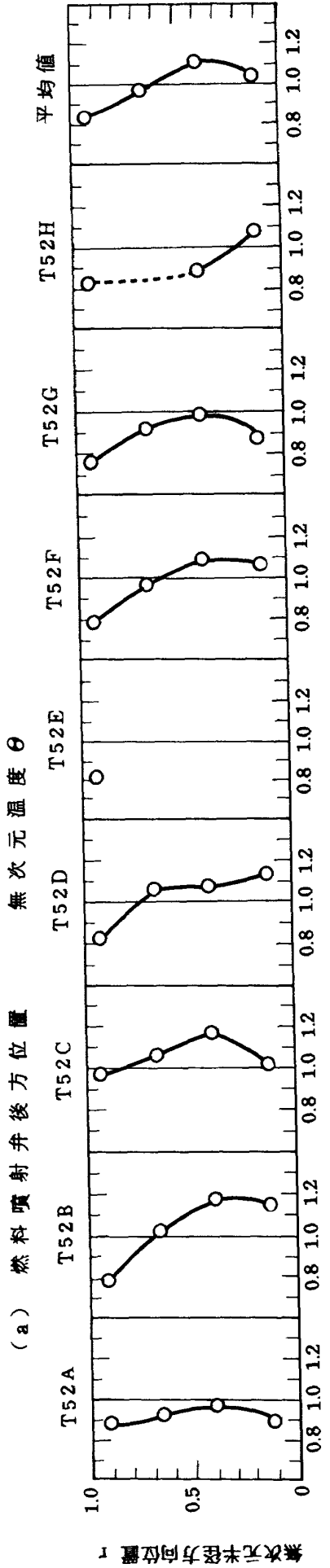
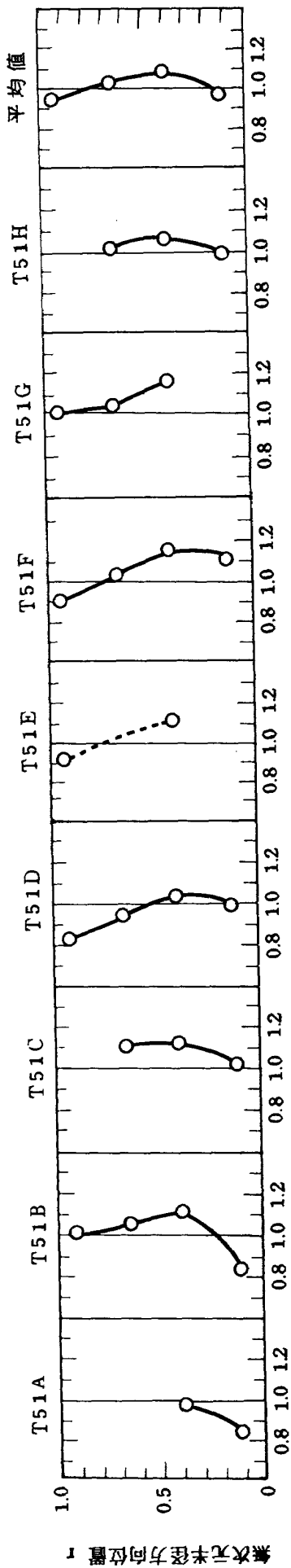


図24 出口温度分布

から、もしこの計測が妥当であれば、要求を満足している。

更に、出口の各温度測定位置での温度分布を見てみると、図24のようである。同図の(a)は燃料噴射弁の後流にあたる位置の温度計、図11のT51A, T51B, ……、T51H, の指示値による無次元化温度分布である。同様に、図24の(b)は、噴射弁よりそのピッチの1/2だけずれた、スワラ中間位置後方での温度分布である。

図24の(c)は、(a), (b)全位置の平均温度分布を示す。同図中2点鎖線は、最大と最小の偏差を表わす。

また、図24の(d)は、各円周方向位置での平均値を、温度上昇値ΔTによって無次元表示をしたものである。

燃焼試験時は、着火時から消火時にいたるまで、特に異常な燃焼音や振動の発生は無かった。

燃焼試験後のライナの加熱模様の観察結果は、次のとおりである。

燃料噴射弁は、噴口のある面に12個の直径1.2mmのシュラウド空気噴出口があるが、この面の多くが青紫色を呈し、数100度に過熱した様子を残している。

スワラは、図25のスケッチにも示す通り、スワー

ラボス部の内側ライナ銅のみが青紫色となっていて、かついくつかのスワラには、やわらかいカーボンの付着がある。これは、この付近のみに保炎して、燃料、または空気遮断時にも最後まで火炎が残っていたことを推測させる。

ほとんどのスワラにおいて、噴射弁の挿入されるスワラリングがかなり過熱した痕跡がある。

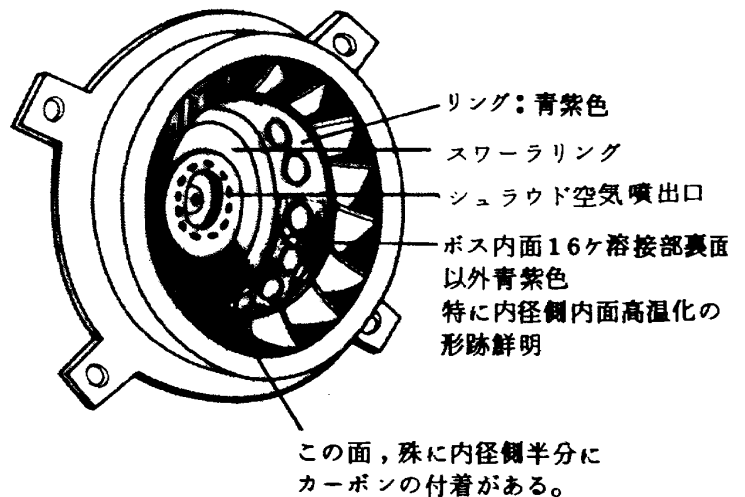


図25 ライナ60.03に用いた48φスワラの燃焼試験後の観察状況

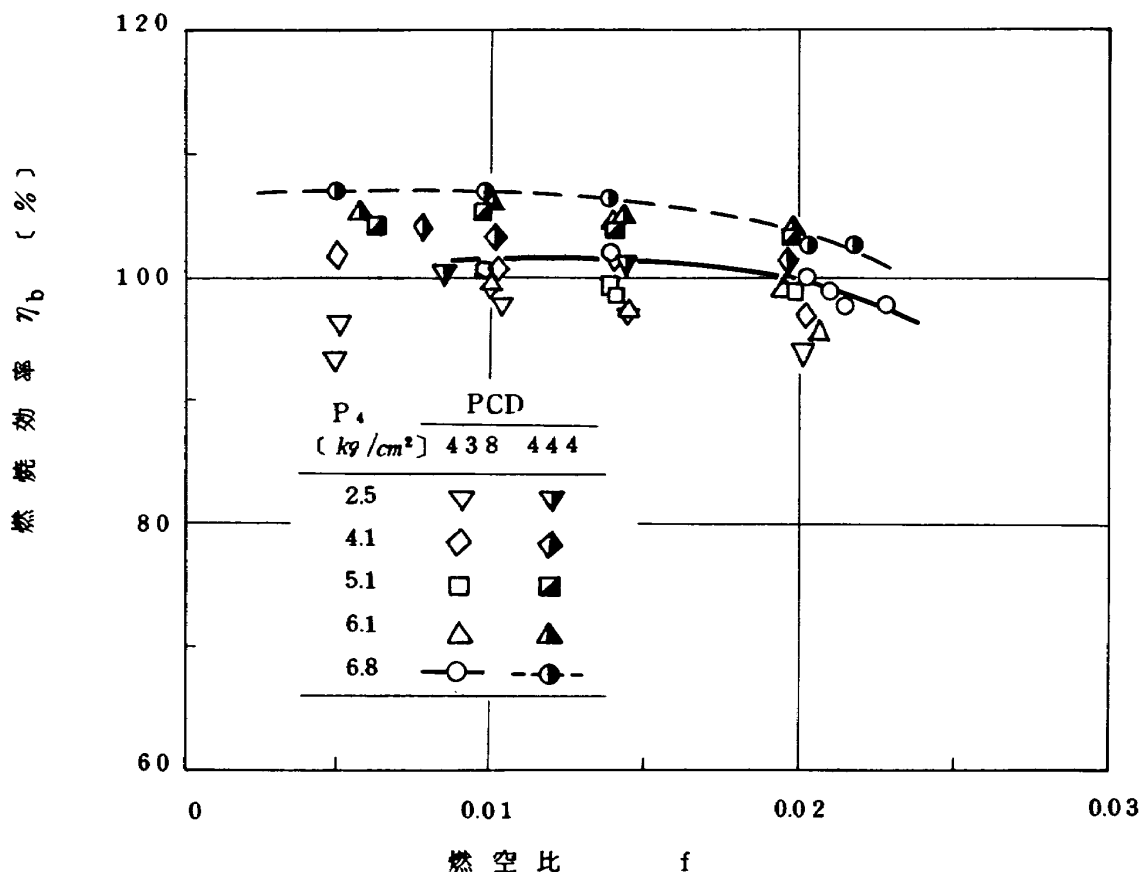


図26 48φスワラを用いたライナ同士の燃焼効率比較

4.2. 供試燃焼器構成要素の影響

4.2.1 スワローとPCD

図9に示す2種のスワローと、噴射弁寸法によって限定される最大、最小のPCD、それぞれの組合せで、最も良いものを見出すため、表5に示す4種の実験を行った。

表5 相異なるPCDとスワローの組合せを持つ燃焼器と燃焼実験データ番号

| PCD 〔mm〕 | スワローの種類 | |
|-------------|-------------------|-------------------|
| | 48φ | 54φ |
| 444 | 60.01 (780213) | 60.02 (780214) |
| 438 | 60.03 (780225) | 60.04 (780227) |

これらの比較で、最も顕著な差が出たのは、燃焼効率特性であるので、まず、それについて検討する。

図26は、48φスワローを用いたときの、PCDの違いによる燃焼効率 η_b の比較である。それらは互いに傾向は同じであるが、PCDが444mmの場合のほうが、概して数%高い値を示す。

図27は、54φスワローを用いた場合で、このときは、PCDが438mmのときの方が高い η_b を示す。

図26と27から、PCDが444mmのときと、438mmのとき、スワロー径の違いによる差がどうかを比較したものが、それぞれ、図28と29である。

これらの比較によると、特性の傾向やレベルに多少の差はあるものの、測定の精度、今後の改善にたいする潜在的な性能向上の可能性などを考えると、表5のいずれの組合せでも十分な燃焼効率特性であると判断される。すなわち、燃焼器出口温度測定に基づく燃焼効率は、それら現用の限られた数の温度計では、設置位置によって土数%の値の差を容易に生ずること、抽気量確保のため、今後、圧力損失の増大をはからねばならないが、そのときは混合気の乱れの増加などにより燃焼効率の改善が容易な状況であること、および設計点では更に入口温度、圧力の上昇した状態であり燃焼性能の向上する条件であること、などがその理由である。

次に、出口温度、全計測値の標準偏差値 σ_t を、上記表5の4種の燃焼器について比較してみる。

図30と31に、共通に48φスワローを使用したライナ、それぞれ60.01と60.03の σ_t を示す。それ

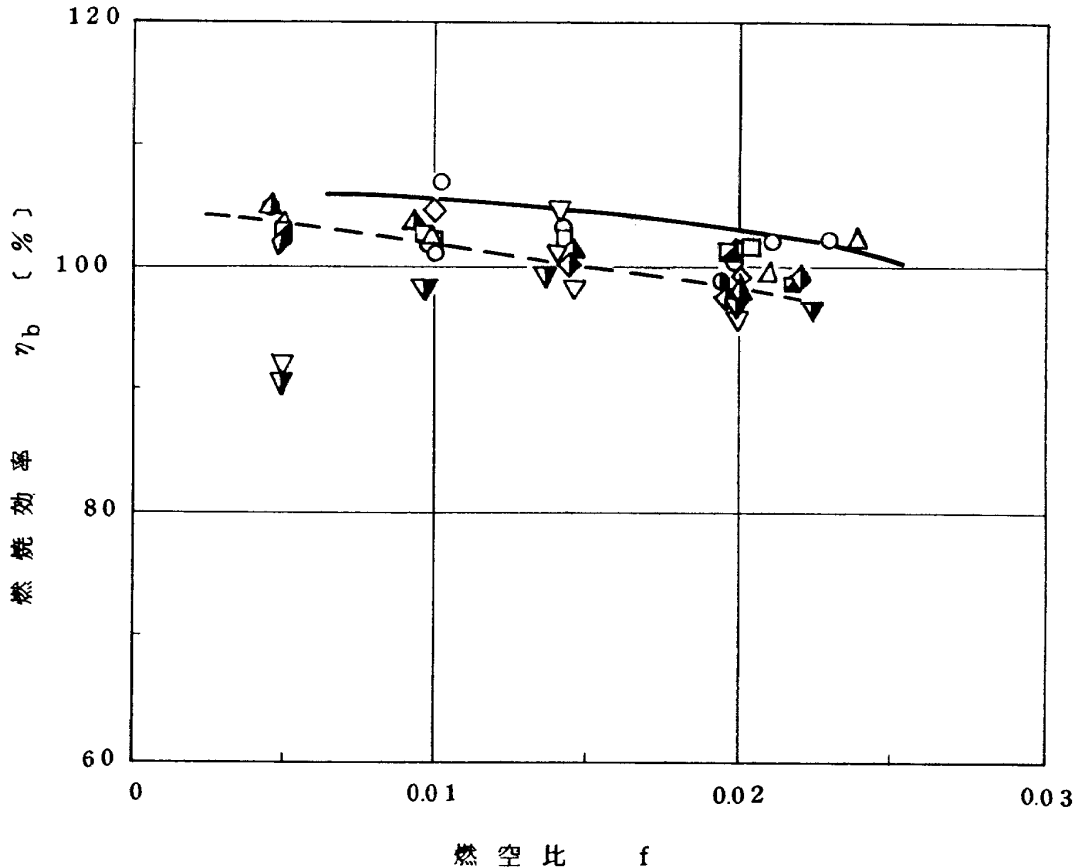


図27 54φスワローを用いたライナ同士の燃焼効率比較（記号は図26と同一）

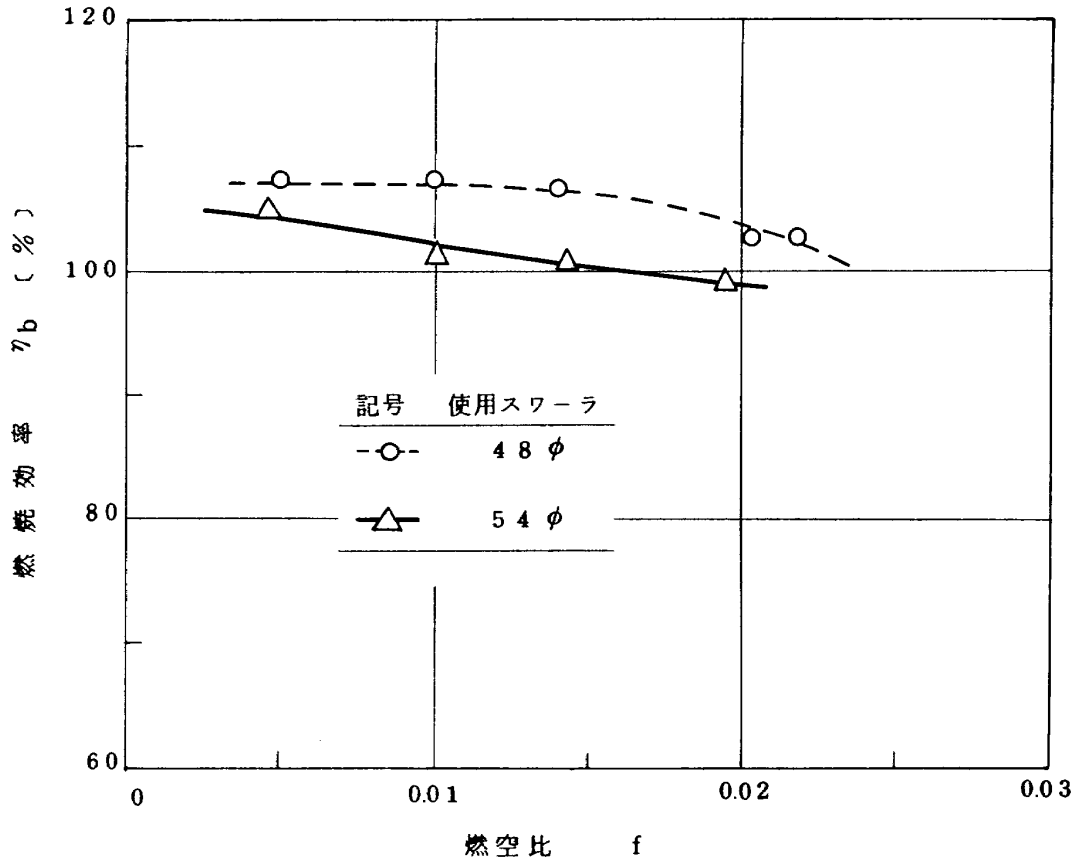


図 2 8 P C D = 4 4 4 mm のときのスワラ径の違いによる燃焼効率特性の相違

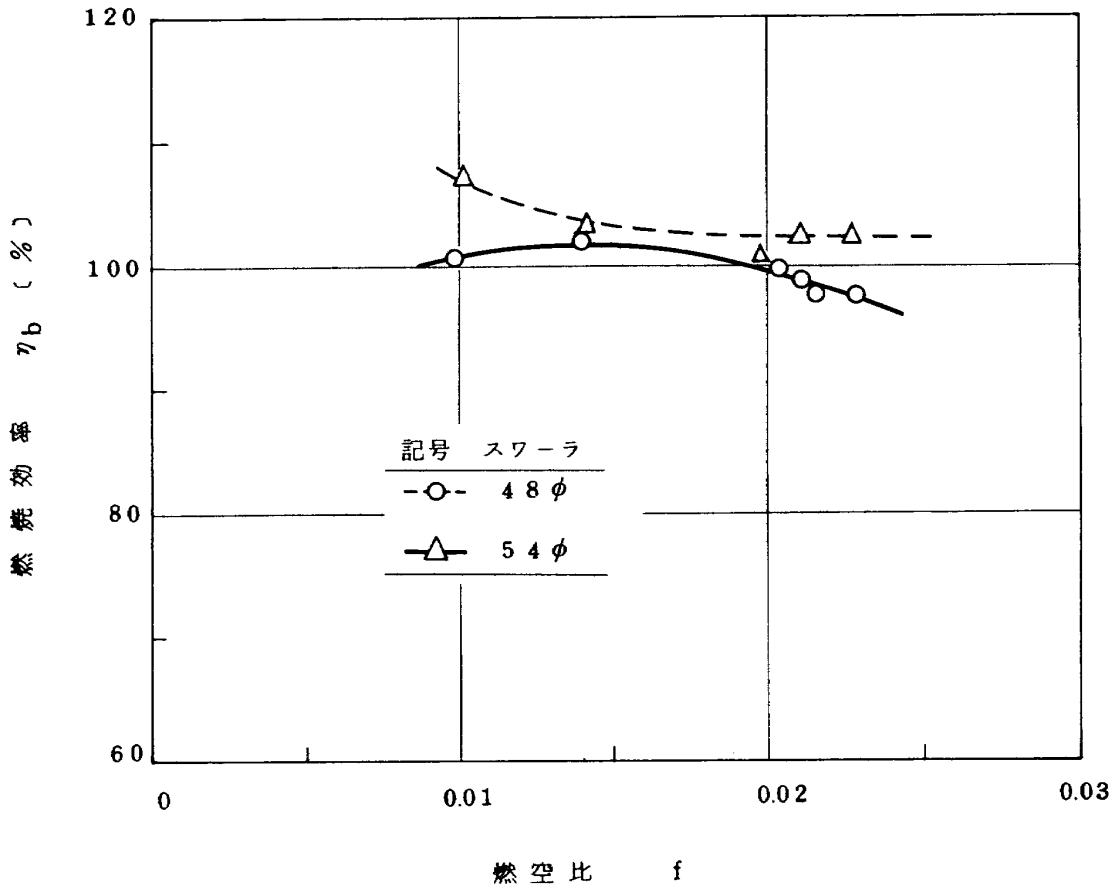


図 2 9 P C D = 4 3 8 mm のときのスワラ径の違いによる燃焼効率の違い

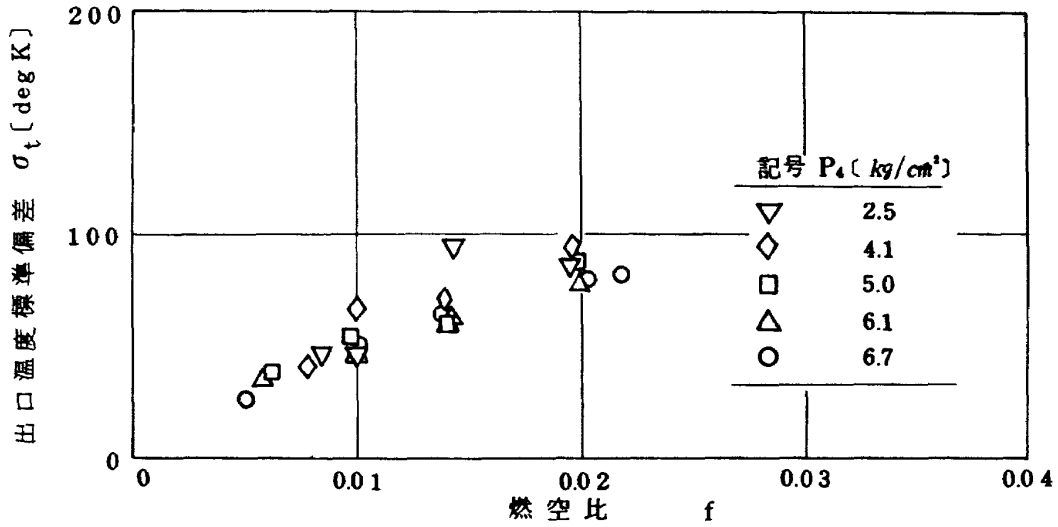


図30 ライナ6 0.01の出口温度標準偏差

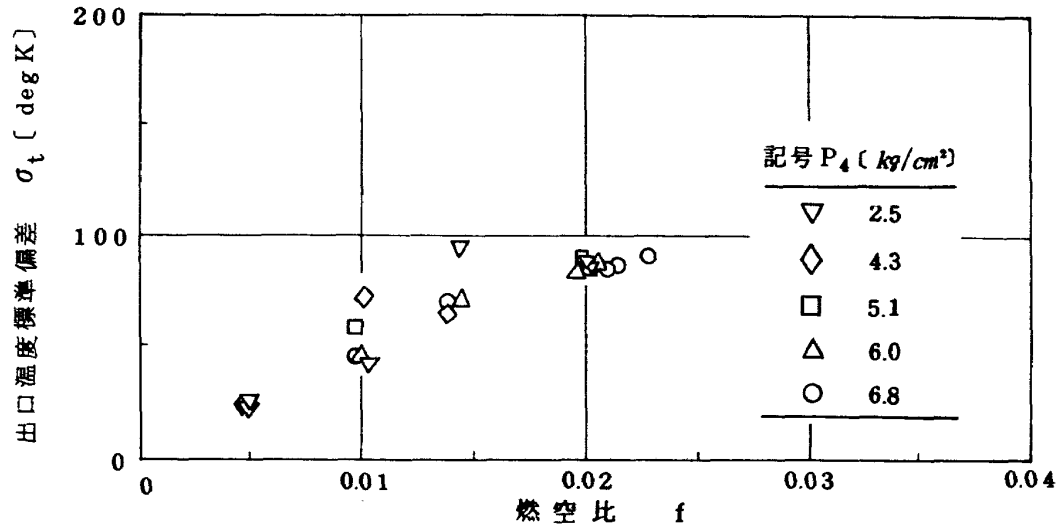


図31 ライナ6 0.03の出口温度標準偏差値

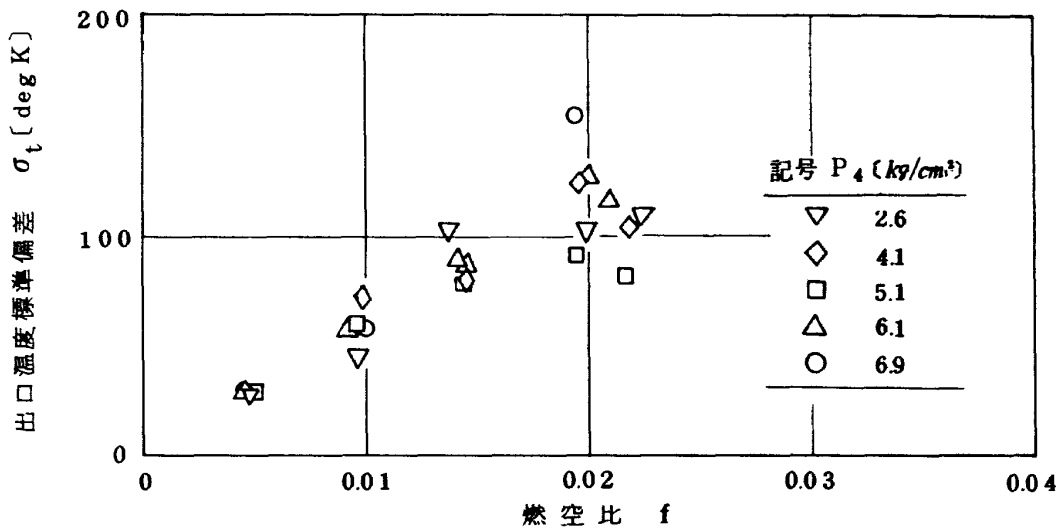


図32 ライナ6 0.02の出口温度標準偏差値

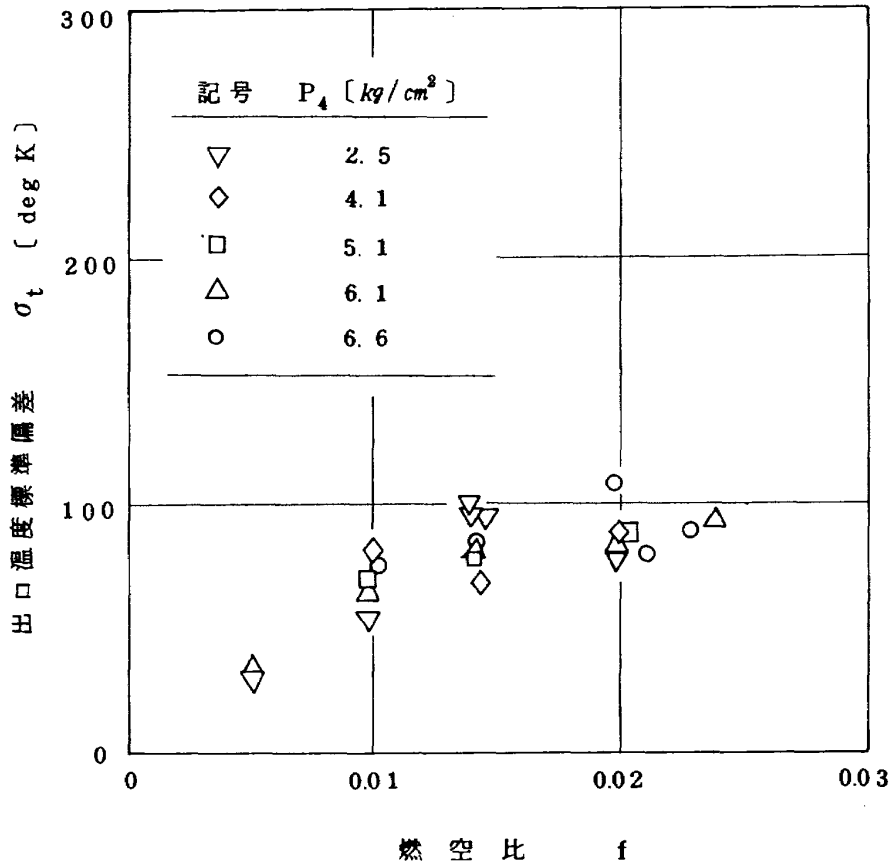


図 3.3 ライナ 60.04 の出口温度標準偏差値

らは、各供試条件にたいし全く良い一致、対応を示している。

54φスワローを共通に使用したライナ、60.02と60.04の結果は、それぞれ図32と33に示す。これらの結果によると、54φスワローを使った場合は、fの大きな範囲でσtの収束が悪く、ことにPCDが444mmの60.02の場合には、高負荷になるに従ってσtは発散的傾向を示し、スワロー近傍の燃焼状態の不安定さを暗示している。

燃焼試験後のライナの「焼け」の観察結果からも、ライナ60.02の場合には、遮熱板の加熱された程度が最も軽度で、ほとんど変色をおこしていない。

4.2.2 燃焼器入口風速分布調整ピンの影響

ピンが無い場合、入口デフューザ部の風速分布は、半径方向にほとんど均一である。

ピンを設けた場合には、やや外径寄りにピークを持つ

風速分布形となる。

一例として、通風時に、OGV後縁相当位置より53.8mm下流の位置で計測した風速分布形を、図34に示す。同図でu=0のたて軸位置が計測位置である。

次に、ピンの有無が、燃焼器特性値におよぼす影響を見てみる。

燃焼効率、図35に比較する通り、ピンのある場合の方が燃空比の小さい領域でやや高いが、高負荷な場合には、ほとんど同じ値である。

本報告の試験結果の整理において、全圧損失係数φは、特に断わりのない限り、ピンの上流側で計測した全圧値P4を基準としている。したがってφの値には、ピンの存在による全圧低下も含んでいる。

ここで、ピンの下流80mmの入口デフューザ後縁部で計測した全圧値(1点)を基準としてφを求めると、図36に示す通り、8程度小さな値となる。

しかし一方、初めからピンを取付けていないケーシ

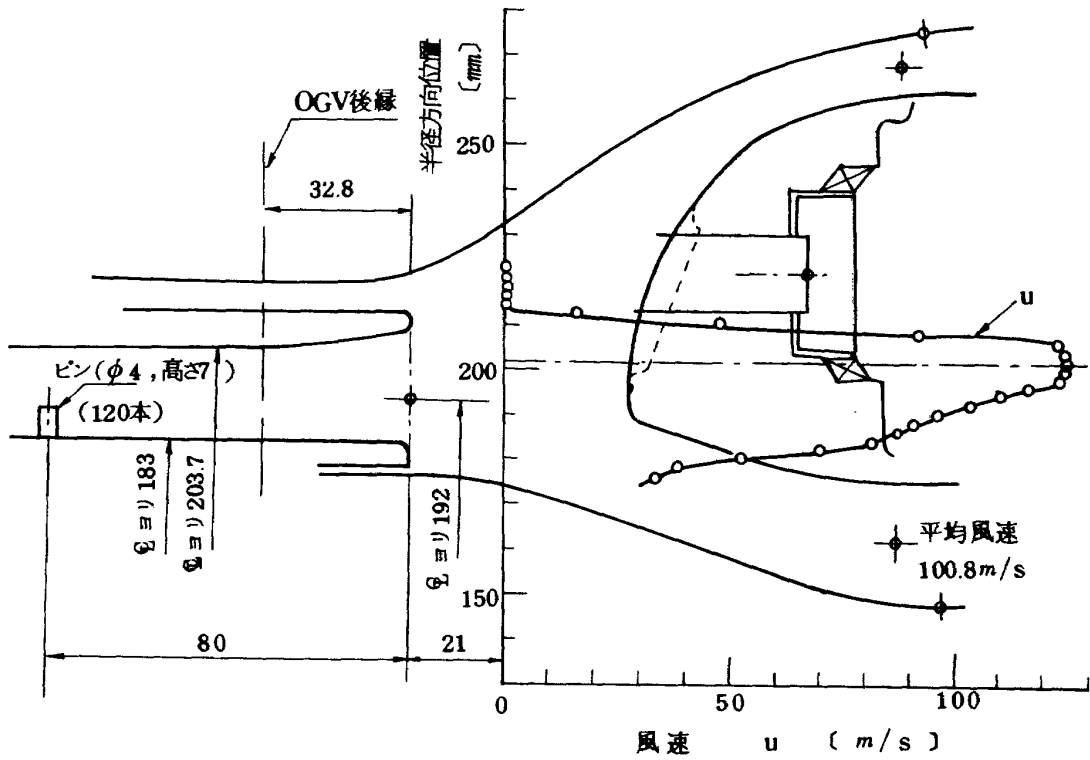


図34 鈍頭部風速分布(通風時)

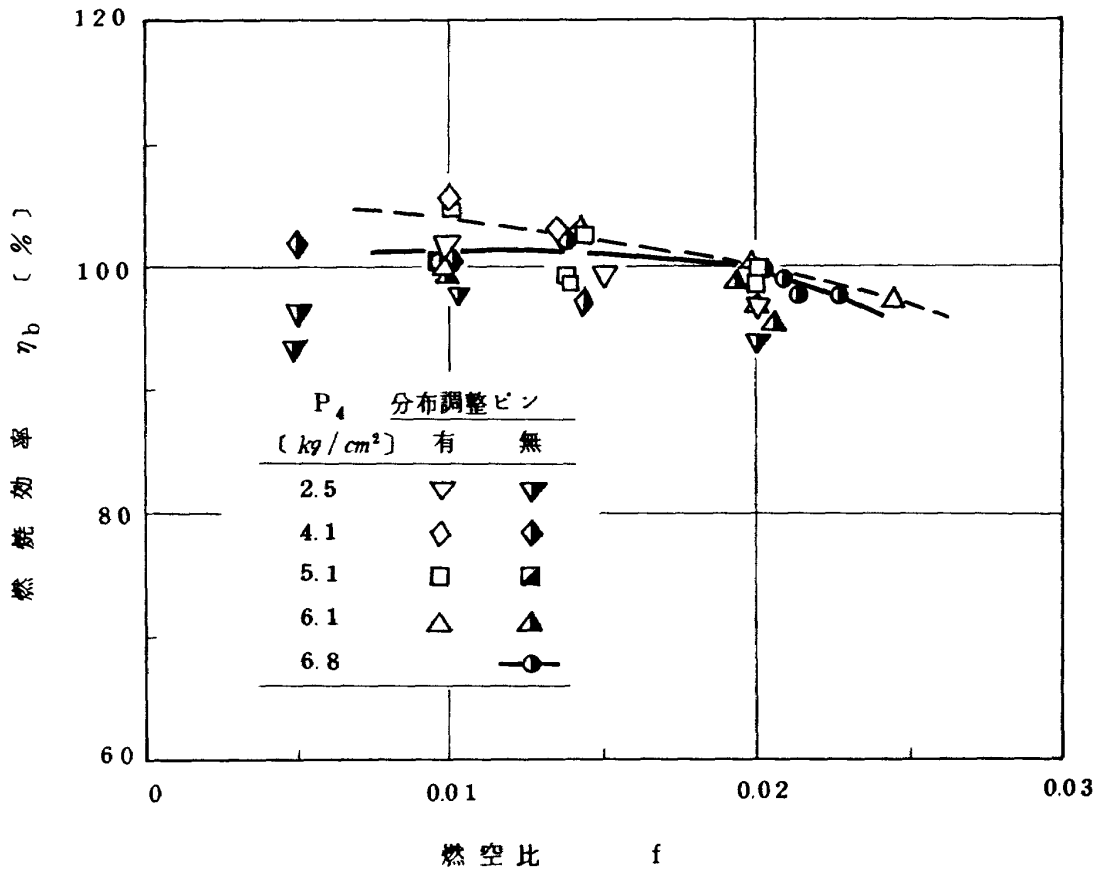


図35 ライナ60.03における入口風速分布の影響

グ(CC51H)を使用した場合には、図37のように、ピンのあるケーシングの場合と較べて、4程度の違いしかない。

この相違は、図37のピンを含まない場合の ϕ を求める際、ピンの下流の1点のみの全圧計測値にもとづいて計算したため、それが正しい代表値となっていないため生じたものであろう。なおこの後の試験で、この全圧計測管に洩れが発見された。この意味でもこの値はやや信頼性が欠ける。

ピンの上流で計測した全圧値 P_4 を基準とした ϕ によって、供試ライナ相互の ϕ の比較を行うと、次のようである。

4個の供試ライナのうち ϕ が最大であるのが60.02、最小であるのが60.01で、60.03と60.04は、それらの間の値をもつ。大きさの順で比較すると、

$$60.02 > 60.03 > 60.04 > 60.01$$

である。

60.02と60.01の温度比にたいする ϕ の値を、図38に示す。

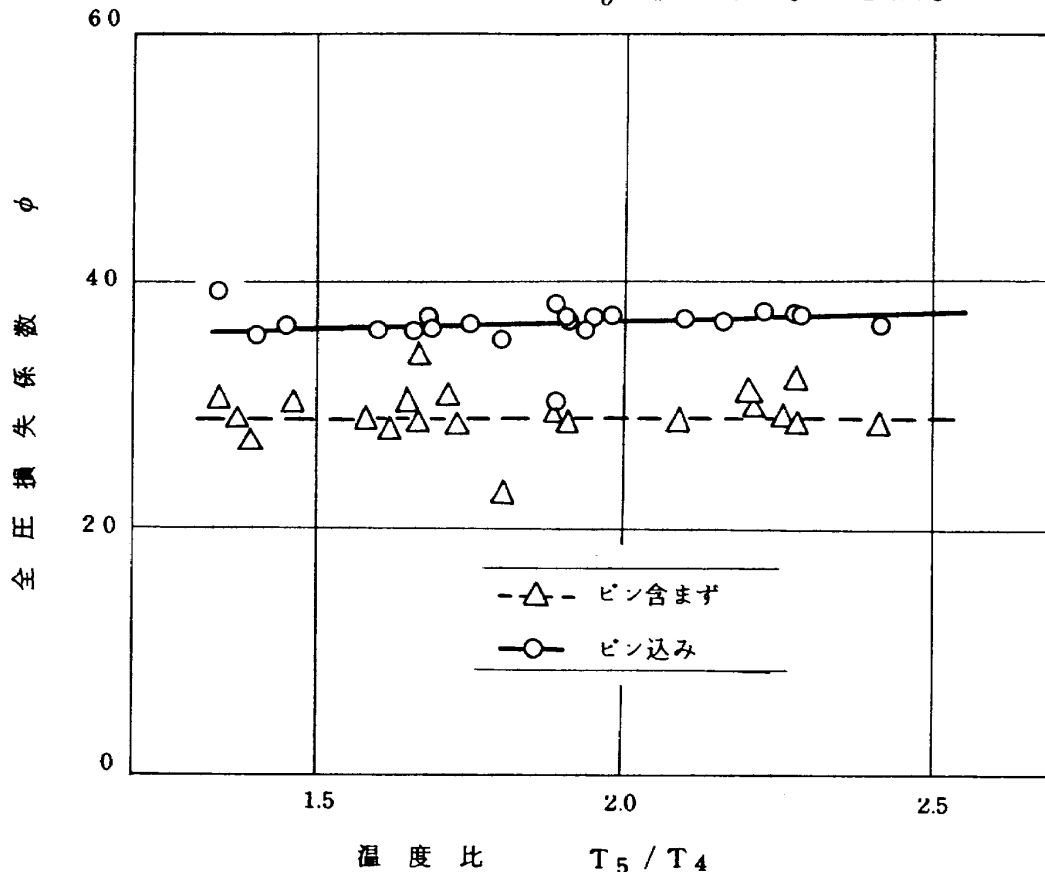


図36 'ピン'を含めた全圧損失係数の増加(ライナ 60.01)

4.2.3 抽気部圧力

今回使用したケーシングは、抽気ポートを備えていないが、その付近の静圧が、供試条件、ピンの有無などによってどのような影響を受けるかについて試みる。

内、外抽気ポート位置での静圧を、それぞれ p_{4I} 、および p_{4O} とすると、設計点での要求値は、

$$\frac{p_{4I} - P_5}{P_4} \geq 0.024 \quad (1)$$

$$\frac{p_{4O} - P_5}{P_4} \geq 0.024 \quad (2)$$

である。一方、設計点での圧力損失率は

$$\frac{P_4 - P_5}{P_4} = 0.04$$

と見積っている。なお、(1)、(2)は不等式であるが、抽気目的からすれば、限界の0.024に最も近い値が望ましい。

抽気ポート部での静圧を、無次元値

$$\Pi_I = \frac{p_{4I} - P_5}{\Delta P}, \quad \Pi_O = \frac{p_{4O} - P_5}{\Delta P}$$

で表わし、(1)、(2)を等号式とみなすと、設計点での Π_I 、 Π_O の値はいずれも0.6となる。

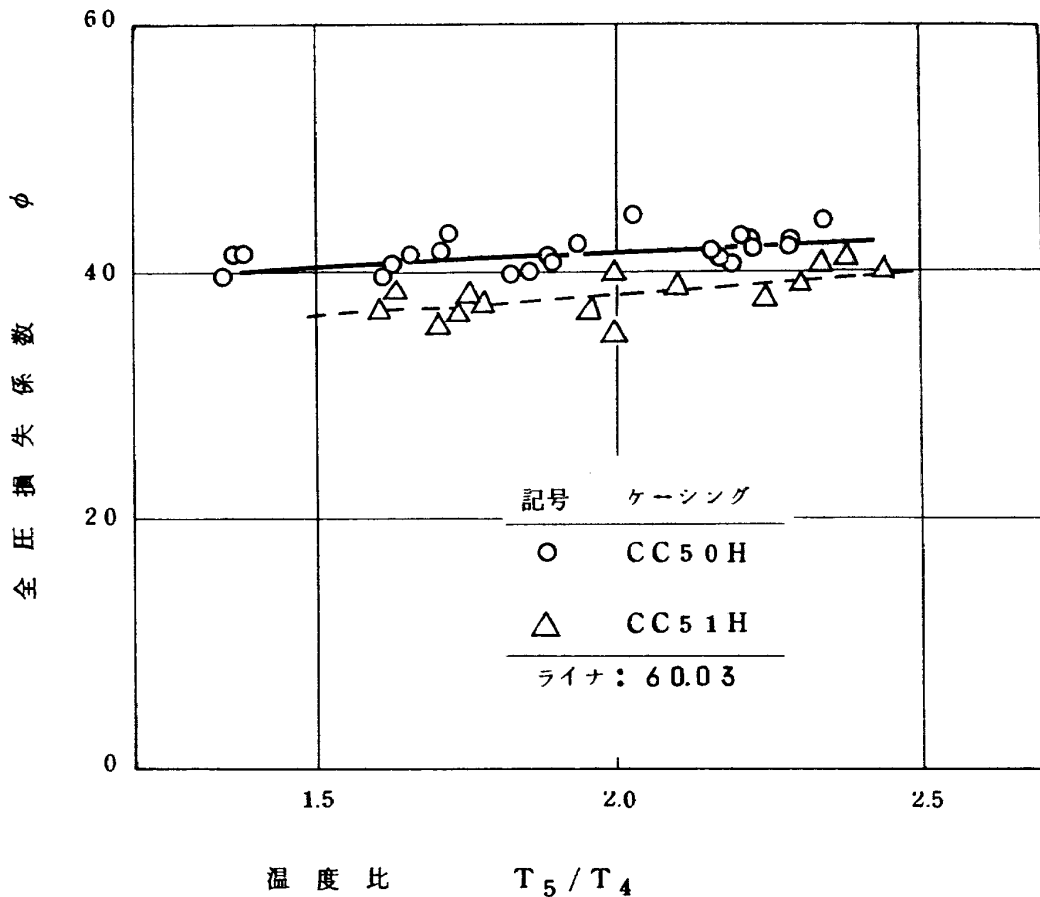


図37 ケーシングCC50HとCC51H(ピン無)との全圧損失係数計測値比較

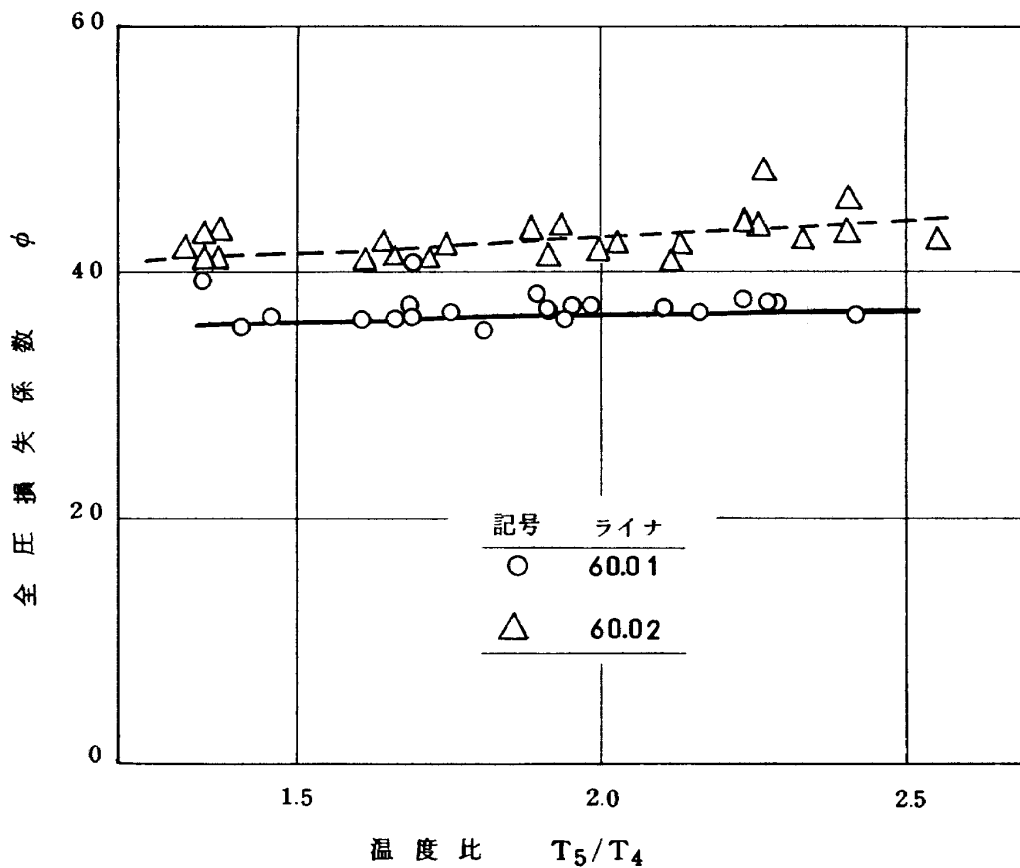


図38 供試燃焼器の全圧損失係数

燃焼器入口部にピンのある場合には、 Π_1 、 Π_0 の実験値は、図 3 9 のようである。 Π_1 は、 Π_0 の値の約半分である。

しかるに、ピンのない場合には、図 4 0 に示す通り Π_1 はほとんど Π_0 と同等の値である。

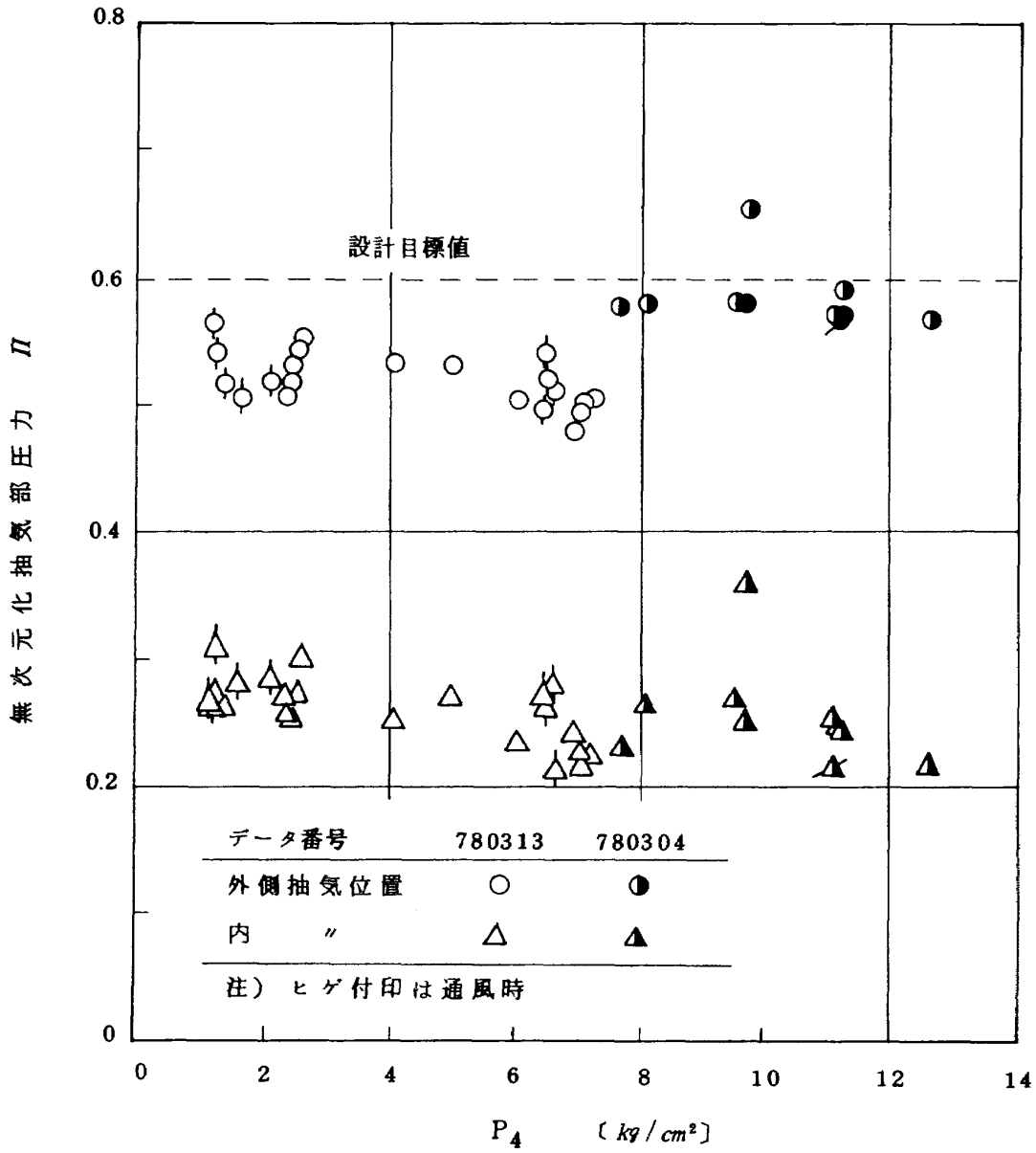


図 3 9 ピン付ケーシング使用時の抽気相当位置での静圧 (ライナ 6 0.0 3)

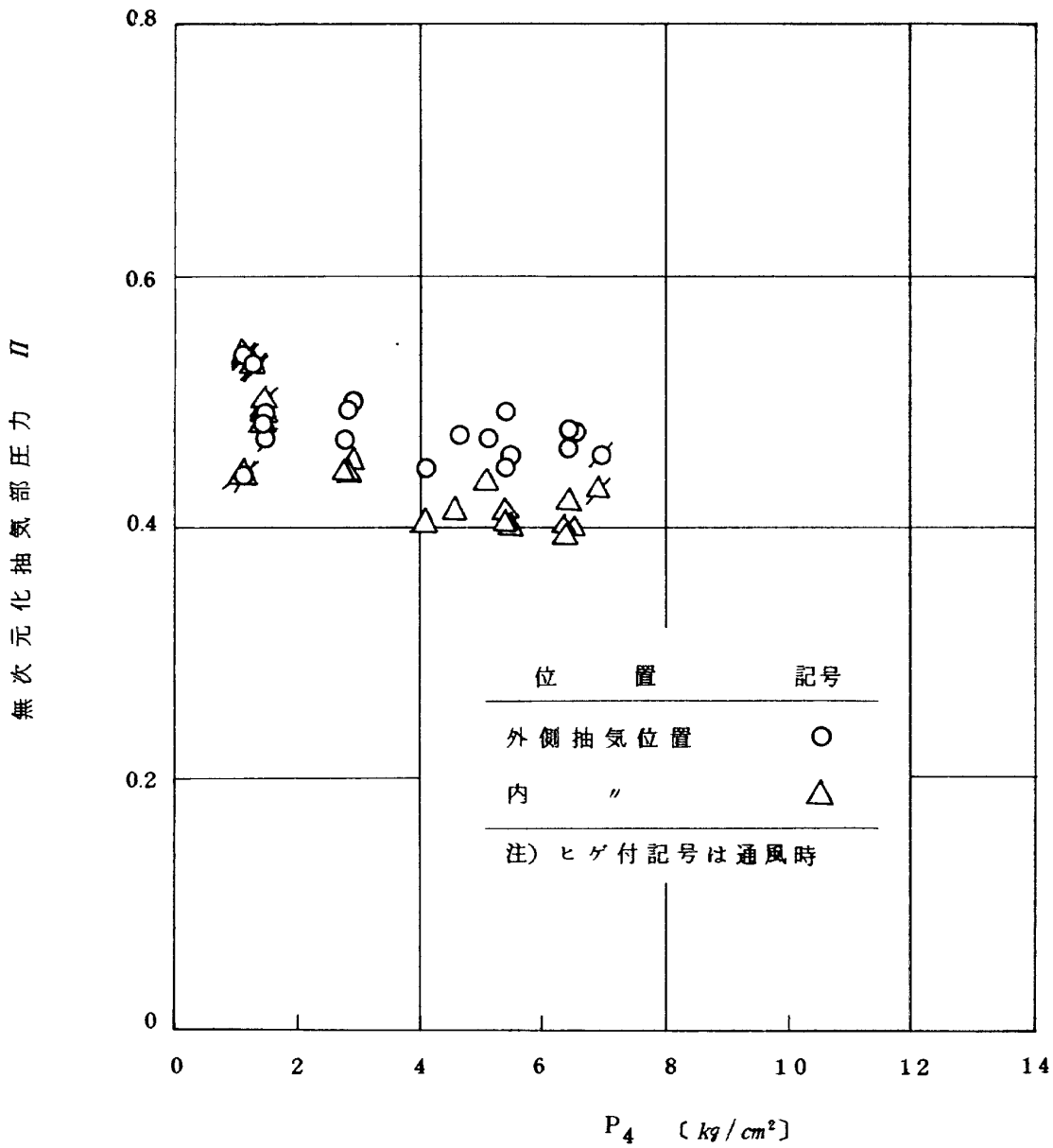


図 4 0 ビンなしケーシング (CC51H) 使用時の抽気部相当位置での静圧 (ライナ 60.03)

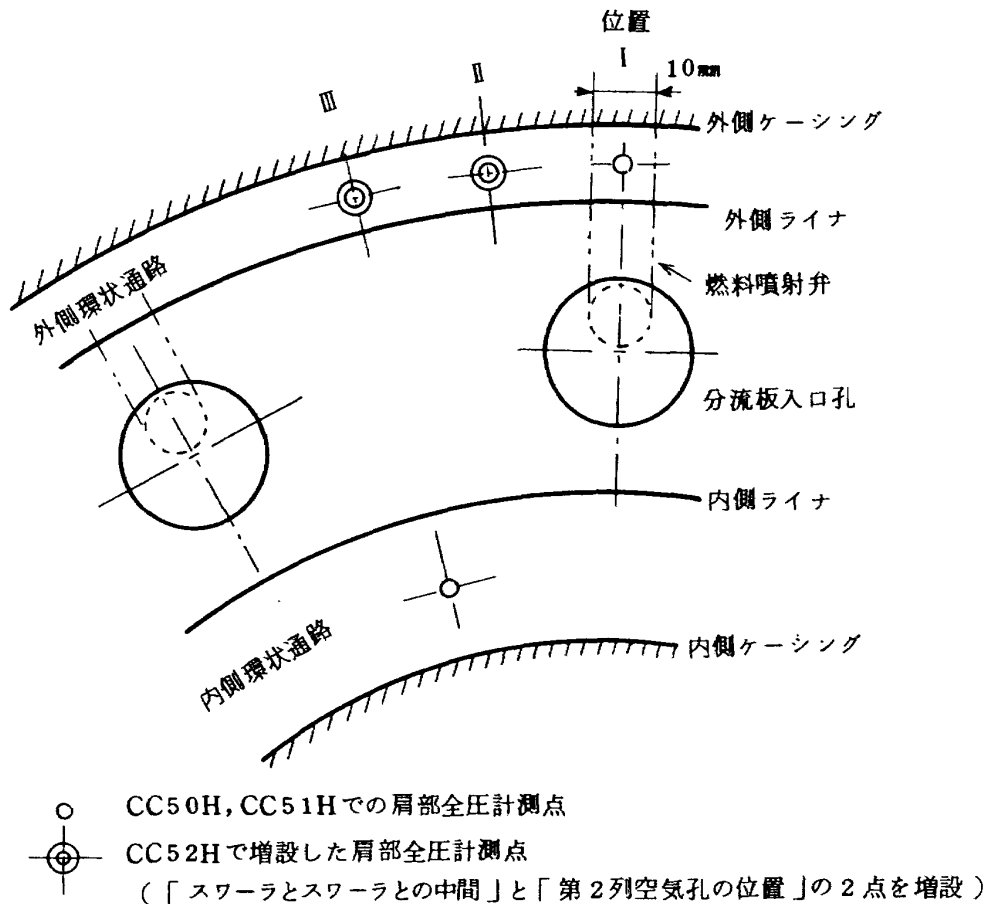


図 4 1 CC52H ケーシングの肩部全圧管設置位置

4.2.4 鈍頭分流板によるデフューザ部での分流
ライナ鈍頭部によって、ライナと内側、あるいは外側ケーシング間の環状通路にどのような割合で、デフューザ部空気流が分流されるかを検討するために、ケーシング CC52H で、肩部 (2.2 参照) の全圧を円周方向外側 3 点、内側 1 点を計測した。

図 4 1 にそれらの計測位置を示す。半径方向には、図 3 4 に示すように通路中心位置に設置してある。

内径側環状通路肩部空気流量 $(w_a)_i$ にたいする外径

側流量 $(w_a)_o$ の値を、全圧管位置と対応させ、模式的に示すと、図 4 2 のようである。

同図によると、燃料噴射弁の下流に相当する部分 I は、その噴射弁の送油管部 (巾 10 mm) のウェイク (後流渦流れ) の中にあると考えられる。そのウェイクの幅は不明であるが、仮に表 4 のように 10 ~ 40 mm の値と仮定しても、いずれの場合でも $(w_a)_o$ は $(w_a)_i$ より 20 ~ 40 % ほど多い値となっている。ただし、厳密には、各通路部分での半径方向風速分布、流れ方向にたいする全圧管の向きなどを考慮せねばならないであろう。

表 4 ウェイク幅と肩部流量比

| ウェイク幅 [mm] | $(w_a)_o / (w_a)_i$ |
|------------|---------------------|
| 10 | 1.43 |
| 26.3* | 1.31 |
| 40 | 1.20 |

* 図 4 2 の状態

4.2.5 ライナの焼け具合

以下に最も初期の燃焼試験 (780213) 直後に観察したライナの様子を記す。

図 4 3 には、内側ライナの焼け具合を、写真で示す。一般に内側ライナは、燃料噴射弁の軸から、主軸まわりに 5.6° (空気孔ピッチにして 1/2) だけ、反時計まわ

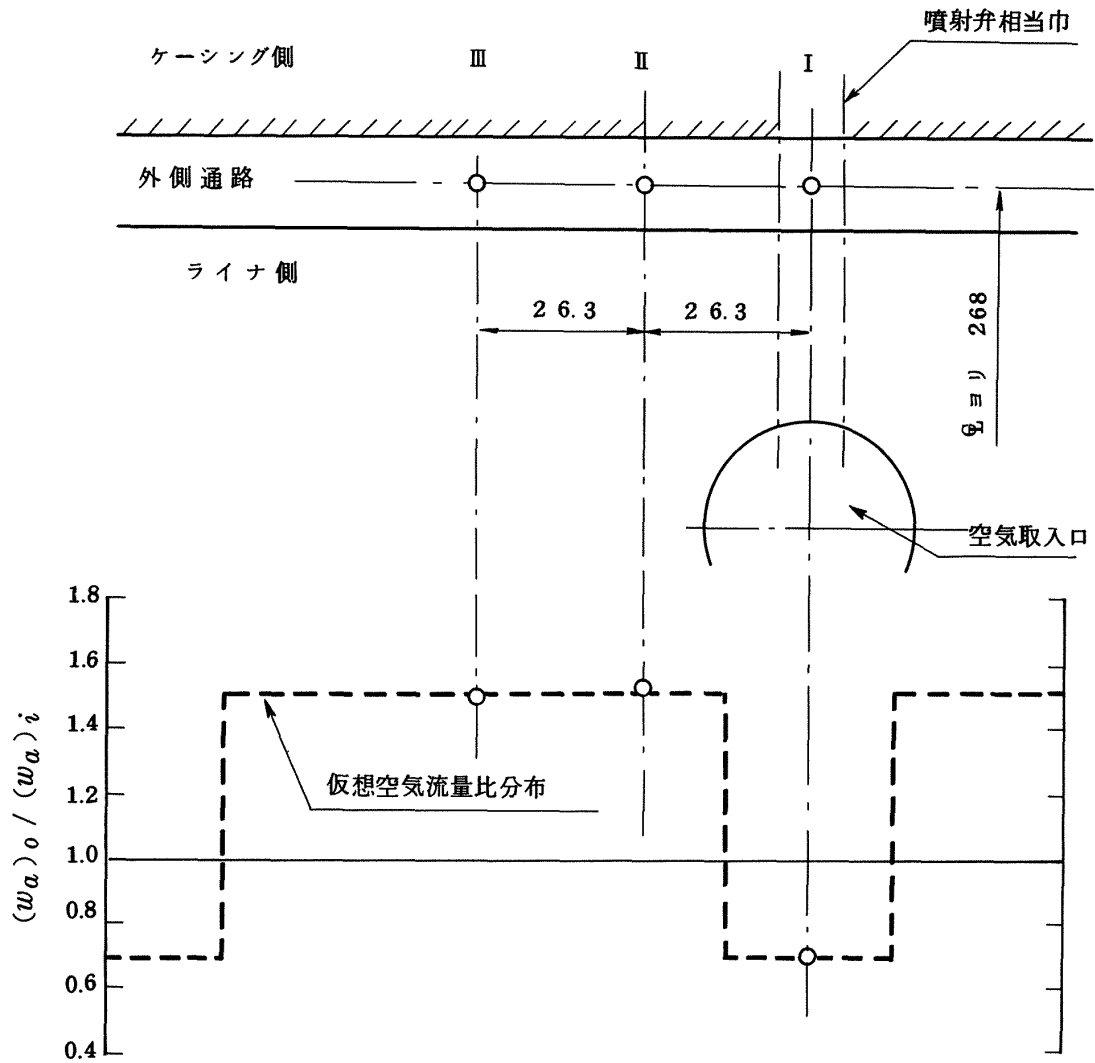


図 4 2 外側環状通路における円周方向全圧計測位置と仮想流量分布

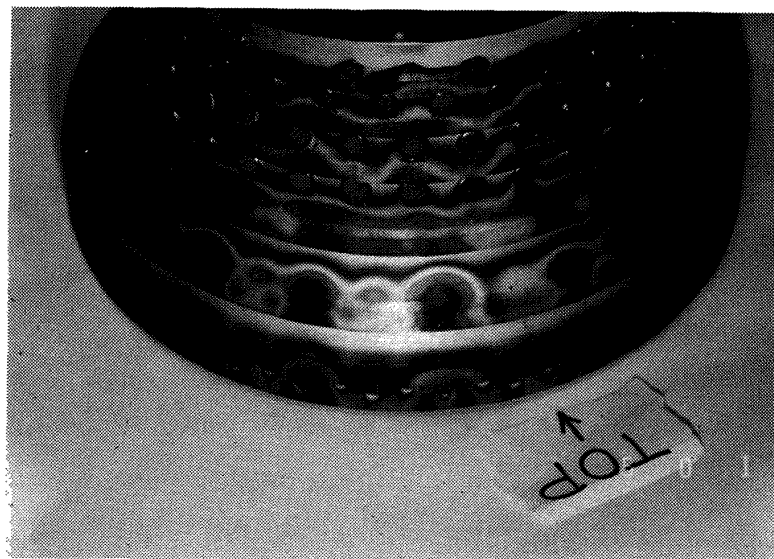


図 4 3 内側ライナの内面 (燃焼室側)

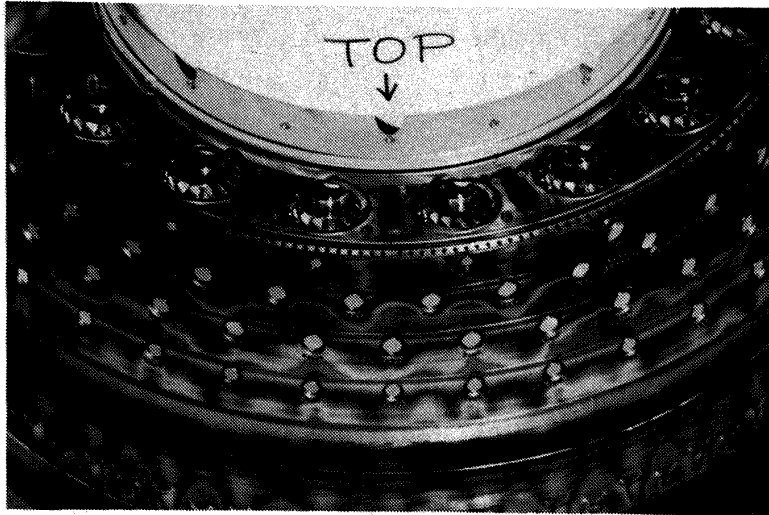


図4.4 外側ライナ内面，および遮熱板近傍の焼け具合

りに偏寄った線に沿って，膜冷却構造の後端部が焼けている。

外側ライナは，図4.4に示す通り，かなり均一に焼けている。点火栓の後部は，かなり高温となった模様である。直径13mmの第1列空気孔列（図1の⑧）のある板の膜冷却部後端も，噴射弁の下流部などで，高温となった形跡である。

遮熱板は，従来の燃焼器のものと比較して，特に高温となった様子はない。しかし，スワラと内径側ライナの間に対応する部分は，他の部分より強く過熱した模様である。

5. 燃焼器特性の評価と諸構成要素の影響

以下に，試験結果を検討し，最も特性のすぐれた燃焼器，あるいは要素の組合せについて評価，判断を行う。

また，ピンなど，各構成要素の及ぼす影響について考察する。

5.1 供試燃焼器特性

燃焼効率の点では，今回の供試燃焼器すべてが，一応，定常的作動に必要な全空燃比範囲にわたって十分高い値を示している。そのうちで，どちらかといえば，ライナ60.01や，60.04のように， η_b が過度に高いものは，出口温度計側部のみ高温であって，その他の部分に低温部の存在を意味し，出口温度分布均一性の意味から言って好ましくない。

圧力損失 ϕ は，既報に述べた設計方針により，最終目標値より低目となるより，空気孔などライナ開口部面積を大き目に見積っている。したがって，今回の実験で得た $\phi=35\sim45$ （ピンを含む値）は，この段階とし

ては，満足すべき値である。

燃焼器後部，抽気予定部付近の静圧は， ϕ の値が未だ予定通り高くなっていないため，十分な値となっていない。ここで注意すべきことは，燃焼器入口の風速が，外径側に高い分布であるとき，内側抽気部の静圧は，燃焼器全圧損失を基準として，50%程度，外径側の値より小さくなる。

出口半径方向温度分布は，要求の形と正反対に，タービン翼根側に最高値を持つ形であった。この形状については，計測位置がライナの後端より50mm以上も下流であるため，正確な評価はつけにくい。このたびの半径方向温度分布データが，あらゆる供試燃焼器，供試条件について，ほぼ同様の傾向を示したことは，ケーシングに比して短いライナを後部で保持するための「ライナ押し」と，出口温度計測部にいたる温度計測ダクト「内張り」の壁面冷却構造が，その分布形に大きな影響を与えている可能性が考えられる。

したがって，このライナにおける半径方向出口温度分布の詳細な検討は，次の段階の試験にゆだねる。

温度不均一率 δ_t も，上記の理由から，正しい評価を与え得る値ではないが，温度上昇700K以上で $\delta_t\sim0.2$ 以下の値に漸近してゆく傾向のあるのは火炎の伸びが少なく，温度分布が均一化し易い可能性を示唆し，期待の持てる傾向である。

次に，ライナの鈍頭分流板近傍における空気量分流について検討する。

設計頭初のライナへ流入する空気量の見積りを，図4.5(a)に示す。

今回の試験では，抽気をしていないので，供給空気量全量が抽気ポート以外に同比率にて流入すると考えると，

同図(b)に示す流入配分となる。この場合、「肩部」で内外環状通路を通る空気量の比をとると、 $k=1.02$ となる。

ところが、4.2.3で実測した結果によると、外側ライナからは、内側ライナへ入る空気量の少なくとも30%増し程度の空気量が流入している。

今回使用した分流板は、形状からしてまず供給空気が、内側ライナ側へ分流し、しかる後、残りの空気量が、スワラ等へ分流板開口部を流入する量と、外側ライナより流入する量とに分れると考える。

もし、内側ライナ側へ分流する割合が、図45(b)の36.6%であって、外側ライナ流入量、すなわちこれが「肩部」計測量であるが、その30%増しの値、47.6%であるならば、スワラ等へ流入する空気量は、残りの15.8%にすぎない。

スワラ流入空気量が、実際少なかったであろうと考えられる根拠が、次のようにいくつかある。

- (1) スワラの開口面積の違いが、 ϕ の値に、ほとんど影響をおよぼしていない。
- (2) 空気が冷却作用をする筈のスワラ羽根や燃料噴

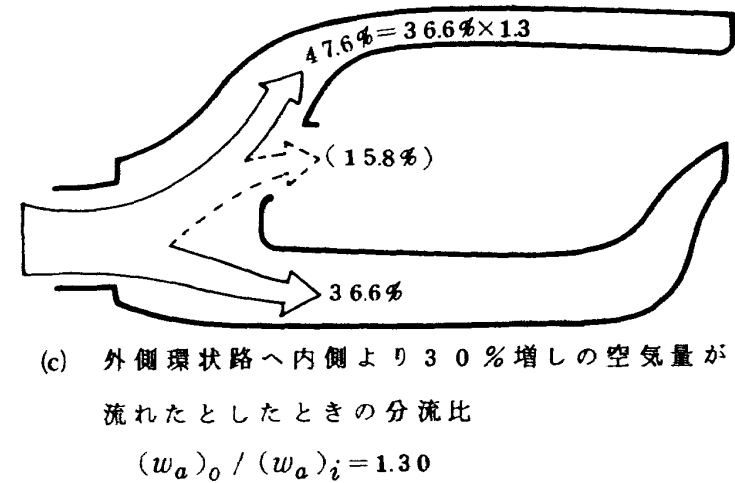
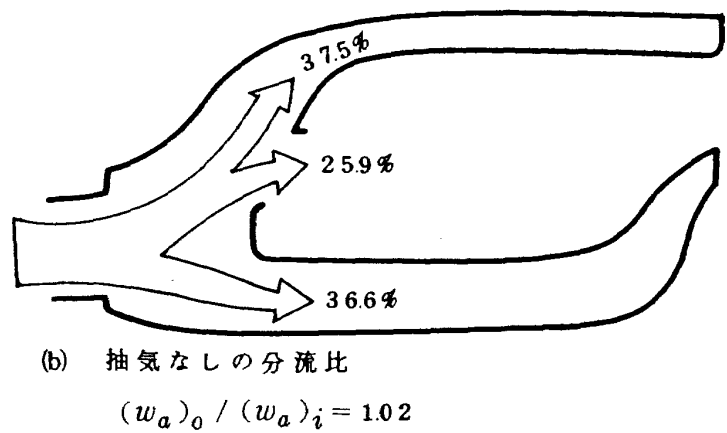
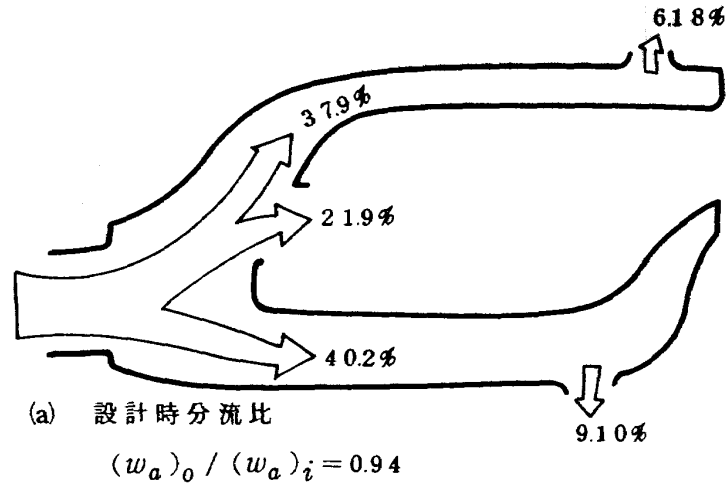


図45 ライナ各部へ流入する空気量配分

射弁の面の一部が、かなり過熱した形跡がある。

- (3) 燃焼効率特性が、燃空比の大きい側で劣化の傾向を示すのは、一次燃焼領域が過濃となっている場合がある。⁶⁾
- (4) スワロー空気量が少ないと、スワロー形状の異なる影響がでない。⁷⁾

そのほか、出口温度分布が、スワローやPCDの違いにかかわらず常に、外径側が低かったのは、外側ライナからの空気流入量が常に支配的であったことを推測させる。

5.2 燃焼器構造の評価

内側ライナ切離し構造については、今回の試験では全く問題が生じなかった。ただし、遮熱板近傍の保炎については、今後更に改善が必要と思われるので、そのとき耐熱的には、より厳しい条件がこの付近に生ずる可能性はある。

ライナを内、外切離したことは、ライナ燃焼室内面側の「焼け」、「カーボン付着」等の観察に非常に有利であった。

噴射弁軸を主軸と平行にした構造は、結果として、スワロー流入流れを偏よらせ、保炎性を損なったと判断される。図10、および41などに、明らかなように、分流板空気取入口にたいして、噴射弁挿入位置が全く偏心している。そのため、スワローへ流入する空気は、三日月形の開口部から鈍頭分流板内部へ入り、スワロー周上で余り均等化されることなく燃焼室へ流出すると考えられる。なお、48φスワローの場合でも、空気通路面積は、上記、三日月形開口部面積より広い。

燃焼室内一次燃焼領域を広くした効果は、今回の実験では、顕著ではない。それは、ライナ長さが、その分短かくできたという形で現われる筈であるが、今回の場合の出口温度計が、ライナ出口より数10mm下流にあるため明確には評価できない。

上記の構造をとった結果、燃焼器デフューザ部では段付デフューザと、「魚頭形」分流板の採用となった。前者は、特に大きな圧力損失をきたすこともなく、内外デフューザ壁面静圧分布形から判断しても満足のゆく性能と評価できる。「魚頭形」分流板の性能としては、前節に記したように、分流板空気取入口から流入する空気量が少なかった可能性がある他は、特に不都合な特性ではない。今後の問題としては、スワロー流入空気量の適正化と、偏よりを最小とした分流板形状とその空気取入口形状、向きなどを検討してゆく必要がある。

ライナ空気孔は、今後、大巾に変える必要がある。今

回、一応の燃焼性能は得られたものの、全圧損失係数は、目標の63よりはるかに小さい。そのためには、全体的に、大巾な空気孔面積の縮小と、配置の改善によって、一次燃焼領域の性能向上をはかる必要がある。ことに後者により、ライナ後部まで伸びた形跡のあるスワロー下流部火炎の短縮化がはかられる。

5.3 PCDとスワローの選択

今回の試験で、FJR710/600用燃焼器に採用するPCDとスワローの選択を行うことがひとつの課題であった。

前述までの結果から、PCDとしては438mm、スワローは48φのものを選んだ。その主要な理由を、下記にまとめてみる。

PCD=438mmの方が、分流板空気取入口における空気流入のかたよりが比較的緩和される。

表5の組合せの実験では、 η_b が最も100%に近い（この場合、過度に100%を凌駕していない意味）ものはPCD=444mm、54φスワロー、又はPCD=438mm、48φスワローである。しかし、54φスワローの出口温度標準偏差のばらつきは異常に大きく、保炎の不安定さを示唆する。

したがって、全圧損失係数の増加、出口温度分布の調整、抽気の影響など、未解決の問題はひかえているものの、上記のように選択したPCD、スワローの組合せで今後の問題にあたることにする。

6 まとめ

既報で基本設計を行った燃焼器CC60Hの第一次燃焼試験として、やや後部形状の異なるケーシングを使った、呼称CC50Hの燃焼試験を行った。その結果、供試燃焼器は、諸要求性能を満足、あるいは、満足させ得る可能性を持つことが分った。

得られた結果の主なものは、

- 1) 着火性能は良好である。
- 2) 着火、消炎など過渡時に不安定現象は起きない。
- 3) 通常の作動燃空比範囲で、安定した燃焼を行い十分に高い燃焼効率を発揮する。
- 4) 圧力損失係数は、予想通り十分に低く、 $\phi \approx 40$ 程度である。
- 5) 出口温度不均一率 δ_t は $\Delta T = 800K$ で0.2以下に収束する。ただし、温度計測位置は、ライナ後端より70mm程度の位置である。
- 6) 出口半径方向温度分布は、やや翼根側にピークを持つ。

7) 保炎がスワラの一部で行われ、かなり偏っている形跡がある。またスワラ火炎が、比較的ライナ後部まで伸びている様子がライナの「焼け」により推測される。

8) 燃焼器出口部にたいする抽気部の静圧は、未だ十分高くない。内径測抽気部静圧は、燃焼器入口風速分布の影響を大きく受ける。

9) 内側ライナ分離構造部は、燃焼試験によって何の変形も起していない。

10) ライナ、遮熱板などは、焼損を起すほどの過熱は蒙っていない。

今後の段階では、次の改善が必要である。

1) 出口半径方向温度分布を、所要の形とする。

2) 鈍頭分流板の形状、ことに空気取入口からスワラへの流入空気が均等に入るようにし、保炎の偏りをなおすこと。

3) 抽気の効果を知り、抽気部での静圧を、ライナ出口全圧にたいし、所要の値をとること。

4) 排出ガスを測定し、排出規制目標値を達成すること。

なお、今回、参考のため行った排煙計測には、航空機公害研究グループの斎藤 隆、山田秀志両技官の協力があった。

使用記号

| | |
|----------|---|
| f | 燃空比 |
| L_b | 燃焼器負荷率, kcal/m ² hr atm |
| l_c | 燃焼器全長(OGV後縁部からライナ出口まで), m |
| n | 空燃比(1/f) |
| OGV | 圧縮機出口ガイドベーン, 又はその相当位置 |
| PCD | 燃料噴射弁ピッチ円直径, mm |
| P_{41} | 内側抽気孔相当位置での全圧, kg/cm ² |
| P_{42} | 外側抽気孔相当位置での全圧, kg/cm ² |
| P_{fM} | 主燃料噴射圧, kg/cm ² G [†] |
| P_{fp} | プライマリ燃料噴射圧, kg/cm ² G [†] |
| P | 全圧, kg/cm ² |
| p | 静圧, kg/cm ² |
| r | 無次元半径方向距離 |
| T | 温度, K |
| T_4 | 燃焼器入口温度, K |

† 圧力は通常、絶対圧で示し、ゲージ圧のときに限ってGを付記する。

| | |
|-------|----------------|
| T_5 | 燃焼器出口平均温度, K |
| u | 風速, m/s |
| U_r | 代表断面風速, m/s |
| w_a | 供給空気重量流量, kg/s |
| w_f | 供給燃料重量流量, kg/s |
| x | 燃焼器主軸方向距離, m |

ギリシヤ文字

| | |
|------------|--|
| ΔP | 燃焼器入口-出口全圧差, kg/cm ² |
| ΔT | 燃焼器平均温度上昇, $T_5 - T_4$, K |
| δt | 温度不均一率 |
| η_b | 燃焼効率, % |
| θ | 無次元化温度, $(T - T_5) / \Delta T$ |
| Π | 無次元化圧力, $(P \text{ 又は } p - P_5) / \Delta P$ |
| σ_t | 出口温度標準偏差, K |
| ϕ | 全圧損失係数 |

添字

| | |
|---|-------|
| 4 | 燃焼器入口 |
| 5 | 出口 |
| i | 内径側 |
| o | 外径側 |

参考文献

- 1) 鈴木邦男; 高圧形環状燃焼器模型(呼称CC60H)の設計, 航技研資料 NAL TM-356 (1978/7), 限定配布
- 2) 鈴木邦男, 斎藤 隆, 石井浅五郎, 山田秀志, 堀内正司, 下平一雄; 航空用ガスタービン排気制御の研究(Ⅵ)-アニュラ形燃焼器模型による実験-, 航技研資料 NAL TM-355 (1978/7)
- 3) 鈴木邦男, 堀内正司, 松木正勝, 鳥崎忠雄; 環状(アニュラ形)燃焼器高圧燃焼試験装置, 航技研報告 NAL TR-540 (1978/8)
- 4) 鈴木邦男, 石井浅五郎; 高圧燃焼器の研究(Ⅳ)-実機装着形ライナの燃焼実験結果-, 航技研資料 NAL TM-318 (1976/10), 限定配布
- 5) 小倉五郎, 黒沢要治, 鈴木邦男; 航空宇宙技術研究所のジェットエンジン要素試験用空気源設備の運転と保守, 航技研報告 NAL TR-531 (1978/3)
- 6) 田丸 卓, 鈴木邦男; 燃料蒸発管に関する研究(N)-蒸発管付箱形燃焼器の特性-, 航技研資料 NAL TM-282 (1975/8)
- 7) 鈴木邦男, 石井浅五郎, 広瀬健樹, 大塚貞吉, 山中

国産；軽量ジェットエンジン研究試作2号機（J R
200）の燃焼器（I），航技研資料 N A L T M
- 9 3 （1966/10）

付 録

以下に、今回の一連の試験で得た主要計測値を表示する。

付表1 CC50H/6000-01-780208試験データ

| 実験 番号 | P_4^* kg/cm ² abs | T_4 K | w_a kg/s | U_T^* m/s | w_f kg/s | P_{fp} kg/cm ² G | P_{fm} kg/cm ² G | f | T_5 K | $(T_5)_{max}$ K | ΔT deg | δ_t | σ_t deg | $\Delta P/P_4^*$ | ϕ^* | η_b % | $L_b \times 10^{-7}$ kcal/m ² h atm |
|----------|-----------------------------------|------------|---------------|----------------|---------------|----------------------------------|----------------------------------|--------|------------|--------------------|-------------------|------------|-------------------|------------------|----------|---------------|---|
| 9010 | 1.048 | 485.0 | 0.845 | 6.92 | | | | | | | | | | 0.0095 | 55.4 | | |
| 10 | 1.119 | 492.7 | 2.137 | 16.64 | 0.0295 | 3.5 | 0 | 0.0138 | 941 | 1072 | 448.0 | 0.292 | | 0.0510 | 52.0 | 85.7 | 3.41 |
| 20 | 2.545 | 517.0 | 4.598 | 16.52 | 0.0252 | 2.2 | 0 | 0.0055 | 724 | 779 | 206.9 | 0.268 | | 0.0476 | 51.8 | 95.7 | 1.23 |
| 30 | 2.545 | 521.1 | 4.580 | 16.58 | 0.0457 | 8.1 | 0 | 0.0099 | 895 | 989 | 373.5 | 0.252 | | 0.0486 | 52.9 | 97.5 | 2.46 |
| 40 | 2.571 | 526.7 | 4.580 | 16.59 | 0.0703 | 12.4 | 0 | 0.0154 | 1075 | 1307 | 548.3 | 0.423 | | 0.0455 | 49.9 | 95.9 | 3.97 |
| 50 | 2.606 | 528.8 | 4.559 | 16.35 | 0.0913 | 12.4 | 0.1 | 0.0200 | 1215 | 1389 | 686.0 | 0.254 | | 0.0464 | 52.6 | 94.3 | 5.00 |
| 60 | 3.972 | 546.8 | 6.373 | 16.40 | 0.0385 | 5.6 | 0 | 0.0057 | 773 | 841 | 226.3 | 0.299 | | 0.0408 | 47.6 | 101.3 | 1.29 |
| 70 | 4.024 | 552.2 | 7.007 | 17.00 | 0.0676 | 12.3 | 0 | 0.0096 | 931 | 1142 | 379.3 | 0.559 | | 0.0442 | 48.5 | 102.7 | 2.48 |
| 80 | 4.024 | 559.0 | 6.919 | 16.99 | 0.0964 | 12.0 | 0.2 | 0.0139 | 1079 | 1285 | 519.5 | 0.397 | | 0.0434 | 48.1 | 100.2 | 3.52 |
| 90 | 4.016 | 563.1 | 6.586 | 16.33 | 0.1319 | 12.2 | 0.5 | 0.0200 | 1269 | 1520 | 705.5 | 0.357 | | 0.0430 | 52.1 | 97.9 | 4.74 |
| 100 | 5.118 | 575.4 | 8.584 | 17.06 | 0.0419 | 6.9 | 0 | 0.0049 | 773 | 864 | 198.1 | 0.457 | | 0.0432 | 49.0 | 93.8 | 1.09 |
| 110 | 5.153 | 579.7 | 8.293 | 16.49 | 0.0794 | 11.8 | 0.1 | 0.0096 | 950 | 1103 | 370.1 | 0.411 | | 0.0408 | 49.8 | 101.9 | 2.25 |
| 120 | 5.083 | 583.9 | 8.023 | 16.29 | 0.1161 | 13.2 | 0.3 | 0.0145 | 1118 | 1292 | 533.9 | 0.326 | | 0.0400 | 50.4 | 100.0 | 3.46 |
| 130 | 5.214 | 585.1 | 8.495 | 16.85 | 0.1655 | 12.0 | 0.9 | 0.0195 | 1290 | 1460 | 704.4 | 0.242 | | 0.0422 | 49.8 | 100.7 | 4.83 |
| 140 | 6.107 | 590.3 | 9.658 | 16.51 | 0.0524 | 11.4 | 0 | 0.0054 | 811 | 958 | 220.2 | 0.671 | | 0.0367 | 45.6 | 104.7 | 1.36 |
| 150 | 6.133 | 594.6 | 9.327 | 15.99 | 0.0933 | 12.1 | 0 | 0.0100 | 983 | 1132 | 388.6 | 0.383 | | 0.0369 | 49.2 | 103.0 | 2.37 |
| 160 | 6.177 | 596.4 | 9.906 | 16.91 | 0.1361 | 12.6 | 0.4 | 0.0137 | 1118 | 1323 | 522.0 | 0.391 | | 0.0403 | 48.2 | 102.9 | 3.43 |
| 170 | 6.195 | 598.1 | 9.673 | 16.51 | 0.1898 | 12.5 | 1.4 | 0.0196 | 1316 | 1591 | 718.2 | 0.383 | | 0.0389 | 48.9 | 102.3 | 4.74 |
| 180 | 6.457 | 603.1 | 10.087 | 16.66 | 0.0977 | 12.7 | 0 | 0.0097 | 983 | 1116 | 380.2 | 0.349 | | 0.0376 | 46.8 | 104.1 | 2.38 |
| 190 | 6.527 | 605.4 | 10.111 | 16.58 | 0.1449 | 11.8 | 0.7 | 0.0143 | 1148 | 1343 | 542.4 | 0.359 | | 0.0378 | 47.8 | 103.1 | 3.46 |
| 200 | 6.606 | 607.7 | 10.587 | 17.22 | 0.2043 | 12.7 | 1.6 | 0.0193 | 1322 | 1608 | 714.1 | 0.400 | | 0.0418 | 49.1 | 103.5 | 4.84 |

*入口全圧分布調整ピンの前の圧力を基準とした数値である。

付表2 CC50H/6000-02-780210試験データ

| 実験 番号 | P_4^* kg/cm ² abs | T_4 K | w_a kg/s | $U_{r^{**}}$ m/s | w_f kg/s | P_{fP} kg/cm ² G | P/M kg/cm ² G | f | T_5 K | $(T_5)_{max}$ K | ΔT deg | δ_t | σ_t deg | $\Delta P/P_4^*$ | ϕ^{**} | η_b % | $L_b \times 10^{-7}$ kcal/m ² h atm |
|----------|-----------------------------------|------------|---------------|---------------------|---------------|----------------------------------|-------------------------------|-----|------------|--------------------|-------------------|------------|-------------------|------------------|-------------|---------------|---|
| 9200 | 1.122 | 290.0 | 3.487 | 17.69 | | | | | | | | | | 0.0717 | 38.1 | | |
| 9201 | 1.122 | 289.6 | 3.491 | 17.68 | | | | | | | | | | 0.0722 | 38.3 | | |
| 9202 | 1.122 | 289.4 | 3.493 | 17.68 | | | | | | | | | | 0.0713 | 37.8 | | |
| 9203 | 1.122 | 289.3 | 3.494 | 17.68 | | | | | | | | | | 0.0713 | 37.8 | | |
| 9204 | 1.122 | 289.0 | 3.496 | 17.67 | | | | | | | | | | 0.0708 | 37.6 | | |
| 9205 | 1.122 | 288.9 | 3.495 | 17.66 | | | | | | | | | | 0.0713 | 37.9 | | |
| 9206 | 1.122 | 288.9 | 3.429 | 17.33 | | | | | | | | | | 0.0704 | 38.8 | | |
| 9207 | 1.122 | 289.0 | 3.402 | 17.20 | | | | | | | | | | 0.0708 | 39.7 | | |
| 9208 | 1.122 | 289.2 | 3.427 | 17.33 | | | | | | | | | | 0.0704 | 38.8 | | |
| 9209 | 1.123 | 290.3 | 3.392 | 17.22 | | | | | | | | | | 0.0699 | 39.3 | | |
| 9210 | 1.122 | 290.4 | 3.390 | 17.22 | | | | | | | | | | 0.0699 | 39.3 | | |
| 9211 | 1.122 | 290.5 | 3.389 | 17.22 | | | | | | | | | | 0.0699 | 39.3 | | |
| 9212 | 1.122 | 290.8 | 3.387 | 17.22 | | | | | | | | | | 0.0699 | 39.3 | | |

*,** 入口全圧分布調整ピンの前の圧力を基準とした数値である

** 燃焼器代表断面積はFJR710/10,/20の0.149 m²のままであり, CC50Hの0.165 m²には未修正である。

付表3 CC50H/60.0.1-01-780213試験データ

| 実験 番号 | P_4 kg/cm ² abs | T_4 K | w_a kg/s | U_r m/s | w_f kg/s | P_{fP} kg/cm ² G | P_{fM} kg/cm ² G | f | T_5 K | $(T_5)_{max}$ K | ΔT deg | δt | σ_t deg | $\Delta P/P_4$ | ϕ | γ_b % | $L_b \times 10^{-7}$ kcal/m ² h atm |
|----------|---------------------------------|------------|---------------|--------------|---------------|----------------------------------|----------------------------------|--------|------------|--------------------|-------------------|------------|-------------------|----------------|--------|-----------------|---|
| 9010 | 1.056 | 337.4 | 1.912 | 1080 | | | | | | | | | | 0.0185 | 30.8 | | |
| 9020 | 1.100 | 371.1 | 2.750 | 1640 | | | | | | | | | | 0.0394 | 31.2 | | |
| 9030 | 1.143 | 366.9 | 3.476 | 2079 | | | | | | | | | | 0.0603 | 31.0 | | |
| 10 | 2.539 | 472.9 | 5.448 | 1795 | 0.0464 | 7.9 | 0 | 0.0085 | 809 | 923 | 336.0 | 0.341 | 45.2 | 0.0116 | 30.7 | 100.3 | 2.73 |
| 20 | 2.495 | 482.4 | 4.668 | 1596 | 0.0468 | 8.1 | 0 | 0.0100 | 871 | 958 | 388.1 | 0.224 | 45.4 | 0.0251 | 27.3 | 100.9 | 2.88 |
| 30 | 2.546 | 498.4 | 4.715 | 1633 | 0.0676 | 12.0 | 0 | 0.0143 | 1043 | 1296 | 544.5 | 0.465 | 94.9 | 0.0266 | 28.5 | 101.0 | 4.08 |
| 40 | 2.532 | 505.4 | 4.497 | 1587 | 0.0880 | 12.0 | 0.1 | 0.0195 | 1215 | 1409 | 709.5 | 0.274 | 85.5 | 0.0249 | 28.7 | 99.3 | 5.26 |
| 50 | 4.060 | 532.4 | 7.015 | 1626 | 0.0544 | 11.6 | 0 | 0.0078 | 845 | 939 | 312.2 | 0.304 | 40.1 | 0.0246 | 28.4 | 104.1 | 2.15 |
| 60 | 4.044 | 540.9 | 6.836 | 1617 | 0.0689 | 12.1 | 0 | 0.0100 | 937 | 1143 | 396.4 | 0.519 | 64.5 | 0.0237 | 28.1 | 103.2 | 2.72 |
| 70 | 4.093 | 549.2 | 6.974 | 1655 | 0.0174 | 11.9 | 0.2 | 0.0139 | 1079 | 1208 | 530.1 | 0.243 | 70.3 | 0.0260 | 30.0 | 101.9 | 3.72 |
| 80 | 4.095 | 556.0 | 6.891 | 1654 | 0.1348 | 11.9 | 0.5 | 0.0196 | 1269 | 1459 | 712.2 | 0.267 | 93.0 | 0.0243 | 28.4 | 101.0 | 5.06 |
| 90 | 4.999 | 567.2 | 8.246 | 1655 | 0.0514 | 10.6 | 0 | 0.0062 | 819 | 954 | 252.2 | 0.534 | 37.9 | 0.0236 | 28.0 | 104.3 | 1.64 |
| 100 | 5.019 | 572.0 | 8.118 | 1512 | 0.0785 | 10.7 | 0 | 0.0097 | 957 | 1114 | 385.4 | 0.407 | 53.5 | 0.0236 | 33.9 | 105.1 | 2.53 |
| 110 | 5.019 | 576.5 | 7.894 | 1602 | 0.1109 | 12.3 | 0.2 | 0.0140 | 1116 | 1233 | 539.4 | 0.218 | 60.0 | 0.0224 | 28.8 | 103.8 | 3.53 |
| 120 | 5.055 | 579.0 | 7.841 | 1588 | 0.1546 | 11.8 | 0.8 | 0.0197 | 1308 | 1488 | 728.5 | 0.247 | 87.1 | 0.0222 | 29.2 | 103.1 | 4.79 |
| 130 | 5.993 | 593.0 | 9.116 | 1595 | 0.0524 | 11.2 | 0 | 0.0057 | 826 | 961 | 233.4 | 0.575 | 34.7 | 0.0203 | 27.1 | 105.1 | 1.41 |
| 140 | 6.064 | 597.5 | 9.324 | 1625 | 0.0927 | 12.5 | 0 | 0.0099 | 995 | 1135 | 397.4 | 0.353 | 45.9 | 0.0219 | 28.4 | 106.1 | 2.52 |
| 150 | 6.064 | 600.5 | 9.310 | 1630 | 0.1331 | 13.5 | 0.5 | 0.0143 | 1151 | 1295 | 550.8 | 0.261 | 61.7 | 0.0219 | 28.4 | 104.8 | 3.55 |
| 151 | 6.099 | 603.1 | 9.381 | 1640 | 0.1374 | 13.6 | 0.5 | 0.0140 | 1141 | 1282 | 537.5 | 0.263 | 59.5 | 0.0226 | 29.1 | 104.4 | 3.48 |
| 160 | 6.115 | 606.6 | 9.499 | 1665 | 0.1887 | 13.2 | 1.3 | 0.0199 | 1339 | 1493 | 732.8 | 0.210 | 76.4 | 0.0237 | 29.7 | 103.6 | 4.89 |
| 170 | 6.713 | 610.7 | 10.005 | 1610 | 0.0503 | 10.3 | 0 | 0.0050 | 819 | 928 | 207.9 | 0.524 | 25.8 | 0.0224 | 30.3 | 106.9 | 1.22 |
| 180 | 6.691 | 610.5 | 9.991 | 1612 | 0.0986 | 12.5 | 0.2 | 0.0099 | 1007 | 1134 | 396.5 | 0.321 | 50.0 | 0.0224 | 30.1 | 106.9 | 2.41 |
| 190 | 6.780 | 612.5 | 10.302 | 1645 | 0.1435 | 12.7 | 0.5 | 0.0139 | 1156 | 1350 | 543.8 | 0.357 | 70.7 | 0.0236 | 30.6 | 106.3 | 3.34 |
| 200 | 6.796 | 612.4 | 9.933 | 1582 | 0.2019 | 12.6 | 1.7 | 0.0203 | 1352 | 1521 | 739.1 | 0.223 | 78.5 | 0.0221 | 31.0 | 102.4 | 4.64 |
| 210 | 6.763 | 612.8 | 10.034 | 1607 | 0.2185 | 12.8 | 2.0 | 0.0218 | 1399 | 1580 | 786.6 | 0.230 | 81.6 | 0.0234 | 31.8 | 102.5 | 5.04 |

付表4 CC50H/60.20-01-780217試験データ

| 実験番号 | P_4^* kg/cm ² abs | T_4 K | w_a kg/s | U_r^* m/s | w_f kg/s | P_{fP} kg/cm ² G | P_{fM} kg/cm ² G | f | T_5 K | $(T_5)_{max}$ K | ΔT deg | δ_t deg | σ_t deg | $\Delta P/P_4^*$ | ϕ^* | η_b % | $L_b \times 10^{-7}$ kcal/m ² h atm |
|------|-----------------------------------|------------|---------------|----------------|---------------|----------------------------------|----------------------------------|--------|------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|----------|---------------|---|
| 9010 | 1.043 | 308.1 | 1.218 | 6.36 | | | | | | | | | | 0.0096 | 41.9 | | |
| 9020 | 1.060 | 339.5 | 1.798 | 10.18 | | | | | | | | | | 0.0231 | 43.4 | | |
| 9030 | 1.095 | 371.2 | 2.348 | 14.07 | | | | | | | | | | 0.0415 | 44.5 | | |
| 9040 | 1.113 | 387.4 | 2.615 | 16.10 | | | | | | | | | | 0.0544 | 46.6 | | |
| 9050 | 1.130 | 431.8 | 2.620 | 17.69 | | | | | | | | | | 0.0615 | 48.6 | | |
| 9060 | 1.148 | 439.3 | 3.005 | 20.34 | | | | | | | | | | 0.0784 | 47.7 | | |
| 10 | 2.539 | 489.9 | 4.872 | 16.62 | 0.0240 | 1.8 | 0 | 0.0049 | 667 | 679 | 177.6 | 0.318 | 28.1 | 0.0395 | 40.1 | 90.7 | 0.29 |
| 20 | 2.539 | 493.2 | 4.669 | 16.04 | 0.0449 | 7.3 | 0 | 0.0096 | 859 | 977 | 365.6 | 0.322 | 44.7 | 0.0365 | 40.2 | 98.3 | 2.63 |
| 30 | 2.609 | 498.0 | 4.929 | 16.64 | 0.0674 | 11.5 | 0 | 0.0137 | 1012 | 1335 | 514.2 | 0.627 | 103.1 | 0.0409 | 42.2 | 99.5 | 3.89 |
| 40 | 2.548 | 502.1 | 4.609 | 16.06 | 0.0918 | 11.7 | 0.1 | 0.0199 | 1208 | 1481 | 705.6 | 0.387 | 103.3 | 0.0414 | 46.2 | 97.0 | 5.29 |
| 50 | 2.609 | 503.9 | 4.717 | 16.11 | 0.1057 | 11.3 | 0.2 | 0.0224 | 1286 | 1537 | 781.9 | 0.321 | 110.3 | 0.0384 | 42.8 | 96.8 | 5.93 |
| 60 | 4.035 | 532.7 | 6.876 | 16.05 | 0.0335 | 4.0 | 0 | 0.0049 | 729 | 789 | 196.5 | 0.308 | 28.1 | 0.0361 | 42.8 | 102.3 | 1.29 |
| 70 | 4.079 | 541.4 | 6.992 | 16.41 | 0.0694 | 11.3 | 0 | 0.0099 | 928 | 1127 | 386.2 | 0.516 | 72.1 | 0.0366 | 42.2 | 101.9 | 2.62 |
| 80 | 4.061 | 546.0 | 6.697 | 15.92 | 0.0970 | 11.2 | 0.1 | 0.0145 | 1087 | 1312 | 540.9 | 0.417 | 79.2 | 0.0337 | 41.6 | 100.4 | 3.63 |
| 90 | 4.131 | 550.1 | 6.984 | 16.44 | 0.1368 | 11.9 | 0.5 | 0.0196 | 1243 | 1501 | 693.0 | 0.372 | 123.5 | 0.0369 | 43.0 | 97.7 | 4.90 |
| 100 | 4.079 | 551.9 | 6.929 | 16.57 | 0.1518 | 11.9 | 0.7 | 0.0219 | 1328 | 1581 | 776.4 | 0.325 | 103.6 | 0.0376 | 43.3 | 99.2 | 5.58 |
| 110 | 5.103 | 567.9 | 8.129 | 15.99 | 0.0405 | 6.3 | 0 | 0.0050 | 768 | 845 | 200.6 | 0.382 | 30.0 | 0.0338 | 43.0 | 103.1 | 1.24 |
| 120 | 5.129 | 572.7 | 8.300 | 16.39 | 0.0798 | 12.5 | 0 | 0.0096 | 948 | 1110 | 374.8 | 0.435 | 59.8 | 0.0339 | 41.4 | 102.7 | 2.42 |
| 130 | 5.155 | 574.7 | 8.117 | 16.00 | 0.1158 | 11.6 | 0.2 | 0.0143 | 1106 | 1319 | 531.6 | 0.399 | 77.7 | 0.0339 | 43.7 | 100.7 | 3.42 |
| 140 | 5.173 | 576.7 | 8.199 | 16.16 | 0.1594 | 12.2 | 0.8 | 0.0195 | 1284 | 1502 | 708.4 | 0.306 | 91.0 | 0.0350 | 44.3 | 101.3 | 4.72 |
| 150 | 5.147 | 579.0 | 8.344 | 16.60 | 0.1814 | 12.5 | 1.1 | 0.0217 | 1342 | 1499 | 763.8 | 0.205 | 81.7 | 0.0357 | 43.0 | 98.8 | 5.27 |
| 160 | 6.127 | 588.3 | 9.680 | 16.43 | 0.0449 | 7.9 | 0 | 0.0046 | 778 | 895 | 190.1 | 0.613 | 30.4 | 0.0328 | 40.9 | 105.0 | 1.17 |
| 170 | 6.127 | 592.0 | 9.773 | 16.69 | 0.0930 | 13.0 | 0 | 0.0092 | 955 | 1114 | 363.0 | 0.439 | 56.9 | 0.0336 | 40.9 | 103.7 | 2.31 |
| 180 | 6.170 | 595.4 | 9.782 | 16.96 | 0.1389 | 12.4 | 0.4 | 0.0142 | 1124 | 1351 | 528.4 | 0.430 | 89.7 | 0.0357 | 43.8 | 101.0 | 3.44 |
| 181 | 6.127 | 597.8 | 9.168 | 16.81 | 0.1336 | 12.6 | 0.3 | 0.0146 | 1141 | 1379 | 543.7 | 0.438 | 85.6 | 0.0303 | 41.5 | 101.5 | 3.35 |
| 190 | 6.144 | 600.2 | 9.298 | 16.06 | 0.1862 | 12.3 | 1.3 | 0.0200 | 1304 | 1468 | 704.1 | 0.232 | 127.1 | 0.0320 | 42.7 | 98.4 | 4.51 |
| 200 | 6.153 | 600.5 | 9.430 | 16.27 | 0.1982 | 12.6 | 1.5 | 0.0210 | 1344 | 1504 | 743.1 | 0.216 | 116.0 | 0.0339 | 44.1 | 99.5 | 4.85 |
| 210 | 6.906 | 607.3 | 10.699 | 16.64 | 0.0493 | 9.9 | 0 | 0.0046 | 796 | 915 | 188.4 | 0.632 | 29.5 | 0.0333 | 41.9 | 105.3 | 1.14 |
| 220 | 6.836 | 612.5 | 9.724 | 15.40 | 0.0984 | 13.8 | 0 | 0.0101 | 998 | 1163 | 385.0 | 0.422 | 58.1 | 0.0287 | 42.5 | 101.4 | 2.21 |
| 230 | 6.897 | 614.3 | 10.347 | 16.29 | 0.2008 | 12.7 | 1.5 | 0.0194 | 1300 | 1458 | 703.5 | 0.231 | 155.4 | 0.0318 | 42.2 | 98.9 | 4.36 |

*入口全圧調整ピンの前の圧力を基準とした数値である。

付表5 CC50H/6002-02-780221試験データ

| 実験 番号 | P_4 kg/cm ² abs | T_4 K | a kg/s | U_T m/s | f kg/s | P_{fP} kg/cm ² G | P_{fM} kg/cm ² G | f | T_5 K | $(T_5)_{max}$ K | ΔT deg | δ_t | σ_t deg | $\Delta P/P_4$ | ϕ | γ_b % | $L_b \times 10^{-7}$ kcal/m ² h ² atm |
|----------|---------------------------------|------------|-------------|--------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|-----|------------|--------------------|-------------------|------------|-------------------|----------------|--------|-----------------|--|
| 9010 | 1.038 | 282.6 | 0.922 | 4.44 | | | | | | | | | | 0.0047 | 38.8 | | |
| 9020 | 1.054 | 282.2 | 1.315 | 6.23 | | | | | | | | | | 0.0093 | 38.8 | | |
| 9030 | 1.053 | 282.2 | 1.737 | 8.23 | | | | | | | | | | 0.0158 | 37.6 | | |
| 9040 | 1.069 | 282.2 | 2.190 | 10.23 | | | | | | | | | | 0.0251 | 38.8 | | |
| 9050 | 1.083 | 282.2 | 2.677 | 12.33 | | | | | | | | | | 0.0342 | 36.5 | | |
| 9060 | 1.096 | 282.5 | 3.104 | 14.14 | | | | | | | | | | 0.0457 | 37.0 | | |
| 9070 | 1.126 | 283.0 | 3.683 | 16.37 | | | | | | | | | | 0.0600 | 36.3 | | |
| 9080 | 1.166 | 284.1 | 4.366 | 18.81 | | | | | | | | | | 0.0786 | 36.2 | | |
| 9090 | 1.203 | 284.6 | 4.951 | 20.71 | | | | | | | | | | 0.0958 | 36.4 | | |
| 9100 | 1.268 | 285.6 | 6.031 | 23.96 | | | | | | | | | | 0.1237 | 35.3 | | |
| 9110 | 1.386 | 287.1 | 7.256 | 26.59 | | | | | | | | | | 0.1592 | 37.1 | | |
| 9200 | 1.126 | 289.5 | 3.572 | 16.24 | | | | | | | | | | 0.0567 | 35.7 | | |
| 9201 | 1.127 | 295.4 | 3.535 | 16.38 | | | | | | | | | | 0.0575 | 36.3 | | |
| 9202 | 1.127 | 298.2 | 3.518 | 16.46 | | | | | | | | | | 0.0572 | 36.1 | | |

付表6 CC50H/60.03-01-780225試験データ

| 実験 番号 | P_4 kg/cm ² | T_4 K | w_0 kg/s | U_r m/s | w_f g/s | P_{fp} kg/cm ² G | P_{fm} kg/cm ² G | f | T_5 K | $(T_5)_{max}$ K | ΔT deg | δ_t | σ_t deg | $\Delta P/P_4$ | ϕ | η_b % | $L_b \times 10^{-7}$ kcal/m ² h atm |
|----------|-----------------------------|------------|---------------|--------------|--------------|----------------------------------|----------------------------------|--------|------------|--------------------|-------------------|------------|-------------------|----------------|--------|---------------|---|
| 9010 | 1.047 | 359.5 | 1.100 | 6.67 | | | | | | | | | | 0.0086 | 39.8 | | |
| 9020 | 1.065 | 380.7 | 1.615 | 10.21 | | | | | | | | | | 0.0216 | 45.2 | | |
| 9030 | 1.100 | 399.7 | 2.272 | 14.61 | | | | | | | | | | 0.0400 | 43.0 | | |
| 9040 | 1.108 | 413.0 | 2.442 | 16.09 | | | | | | | | | | 0.0478 | 43.8 | | |
| 9050 | 1.152 | 447.6 | 2.919 | 20.05 | | | | | | | | | | 0.0712 | 45.4 | | |
| 10 | 2.526 | 495.7 | 4.727 | 16.40 | 23.4 | 1.8 | 0 | 0.0050 | 685 | 724 | 1890 | 0.206 | 24.4 | 0.0392 | 41.3 | 96.0 | 1.35 |
| 11 | 2.490 | 506.1 | 4.382 | 15.75 | 21.1 | 1.4 | 0 | 0.0048 | 684 | 726 | 1779 | 0.235 | 22.9 | 0.0341 | 39.9 | 93.2 | 1.19 |
| 20 | 2.543 | 509.0 | 4.533 | 16.04 | 44.3 | 7.3 | 0 | 0.0103 | 876 | 954 | 3668 | 0.214 | 41.5 | 0.0379 | 43.0 | 97.5 | 2.57 |
| 30 | 2.560 | 510.5 | 4.424 | 15.95 | 63.6 | 11.7 | 0 | 0.0144 | 796 | 1250 | 5223 | 0.417 | 49.0 | 0.0369 | 44.4 | 96.7 | 3.64 |
| 40 | 2.560 | 512.9 | 4.421 | 15.66 | 89.0 | 11.4 | 0 | 0.0201 | 1202 | 1390 | 6888 | 0.273 | 88.5 | 0.0367 | 44.0 | 93.9 | 4.94 |
| 50 | 4.030 | 532.8 | 6.951 | 16.16 | 34.1 | 4.2 | 0 | 0.0049 | 730 | 772 | 1975 | 0.210 | 24.3 | 0.0351 | 41.1 | 101.8 | 1.30 |
| 60 | 4.022 | 540.8 | 6.876 | 16.35 | 69.2 | 12.3 | 0 | 0.0101 | 909 | 1104 | 3857 | 0.461 | 71.6 | 0.0357 | 41.4 | 100.4 | 2.61 |
| 70 | 4.092 | 545.0 | 6.979 | 16.44 | 96.5 | 12.2 | 0.09 | 0.0138 | 1011 | 1203 | 511.4 | 0.286 | 64.7 | 0.0364 | 42.2 | 99.0 | 3.53 |
| 80 | 4.303 | 548.0 | 6.511 | 15.66 | 131.3 | 12.1 | 0.30 | 0.0202 | 1253 | 1469 | 705.0 | 0.221 | 88.6 | 0.0330 | 42.3 | 96.8 | 4.77 |
| 90 | 5.080 | 567.3 | 8.134 | 16.06 | 79.3 | 12.1 | 0 | 0.0097 | 939 | 1064 | 371.8 | 0.336 | 57.9 | 0.0324 | 40.9 | 100.3 | 2.37 |
| 100 | 5.045 | 571.5 | 8.284 | 16.59 | 116.3 | 11.9 | 0.18 | 0.0140 | 1092 | 1206 | 512.2 | 0.238 | 65.4 | 0.0344 | 40.9 | 98.4 | 3.43 |
| 101 | 5.141 | 572.8 | 8.343 | 16.43 | 116.4 | 11.9 | 0.09 | 0.0139 | 1086 | 1207 | 512.8 | 0.236 | 64.2 | 0.0337 | 41.1 | 99.1 | 3.39 |
| 110 | 5.115 | 575.8 | 8.130 | 16.18 | 161.2 | 11.8 | 0.86 | 0.0198 | 1279 | 1436 | 702.9 | 0.223 | 89.8 | 0.0332 | 41.9 | 98.6 | 4.70 |
| 120 | 5.981 | 590.8 | 9.335 | 16.30 | 93.0 | 12.7 | 0 | 0.0100 | 964 | 1090 | 373.7 | 0.337 | 66.3 | 0.0319 | 40.7 | 99.2 | 2.33 |
| 130 | 6.051 | 593.6 | 9.172 | 15.91 | 133 | 12.4 | 0.38 | 0.0145 | 1111 | 1285 | 517.8 | 0.334 | 97.1 | 0.0298 | 40.1 | 97.1 | 3.22 |
| 140 | 6.095 | 596.9 | 9.512 | 16.48 | 184.8 | 12.3 | 1.23 | 0.0196 | 1285 | 1459 | 687.9 | 0.255 | 84.3 | 0.0331 | 41.6 | 98.8 | 4.53 |
| 150 | 6.095 | 598.6 | 9.573 | 16.62 | 197.1 | 12.8 | 1.38 | 0.0206 | 1298 | 1500 | 699.5 | 0.288 | 163.5 | 0.0334 | 41.4 | 95.2 | 4.66 |
| 160 | 6.796 | 606.7 | 10.309 | 16.27 | 100.6 | 13.0 | 0 | 0.0098 | 978 | 1101 | 371.1 | 0.331 | 44.8 | 0.0301 | 39.5 | 100.9 | 2.26 |
| 170 | 6.821 | 608.5 | 10.496 | 16.55 | 146.4 | 12.2 | 0.51 | 0.0139 | 1131 | 1271 | 522.6 | 0.268 | 67.9 | 0.0315 | 40.1 | 101.8 | 3.31 |
| 180 | 6.786 | 610.2 | 9.933 | 15.81 | 201.1 | 13.0 | 1.44 | 0.0202 | 1330 | 1512 | 719.4 | 0.253 | 87.1 | 0.0290 | 40.6 | 99.8 | 4.48 |
| 190 | 6.829 | 611.2 | 10.671 | 16.89 | 223.8 | 12.5 | 2.0 | 0.0210 | 1347 | 1519 | 735.9 | 0.233 | 84.7 | 0.0349 | 42.8 | 98.9 | 4.91 |
| 191 | 6.820 | 612.1 | 9.702 | 15.39 | 208.7 | 13.0 | 1.71 | 0.0215 | 1357 | 1509 | 744.5 | 0.204 | 87.5 | 0.0284 | 42.2 | 97.8 | 4.53 |
| 192 | 6.838 | 612.0 | 10.256 | 16.23 | 234.0 | 12.5 | 2.44 | 0.0228 | 1396 | 1545 | 784.2 | 0.190 | 90.3 | 0.0315 | 42.0 | 97.8 | 5.06 |
| 9060 | 6.872 | 611.4 | 10.409 | 16.37 | | | | | | | | | | 0.0298 | 39.0 | | |
| 9070 | 6.767 | 608.5 | 8.833 | 14.11 | | | | | | | | | | 0.0221 | 38.9 | | |
| 9080 | 6.662 | 606.5 | 6.188 | 10.04 | | | | | | | | | | 0.0112 | 38.6 | | |

付表7 CC50H/60.04-01-780227試験データ

| 実験 番号 | P_4 kg/cm ² abs | T_4 K | w_a kg/s | U_T m/s | w_f kg/s | P_{fP} kg/cm ² G | P_{fM} kg/cm ² G | f | T_5 K | $(T_5)_{max}$ K | ΔT deg | δ_t | σ_t deg | $\Delta P/P_4$ | ϕ | η_b % | $L_b \times 10^{-7}$ kcal/m ² h atm |
|----------|---------------------------------|------------|---------------|--------------|---------------|----------------------------------|----------------------------------|--------|------------|--------------------|-------------------|------------|-------------------|----------------|--------|---------------|---|
| 9010 | 1.041 | 371.9 | 0.939 | 5.93 | | | | | | | | | | 0.0077 | 46.6 | | |
| 9020 | 1.059 | 391.7 | 1.500 | 9.81 | | | | | | | | | | 0.0180 | 44.1 | | |
| 9030 | 1.085 | 404.5 | 2.185 | 14.41 | | | | | | | | | | 0.0369 | 41.2 | | |
| 9040 | 1.102 | 413.8 | 2.386 | 15.83 | | | | | | | | | | 0.0454 | 42.9 | | |
| 9050 | 1.146 | 426.3 | 3.034 | 19.95 | | | | | | | | | | 0.0698 | 42.9 | | |
| 10 | 2.520 | 483.7 | 4.770 | 16.19 | 0.0237 | 1.7 | 0 | 0.0050 | 666 | 721 | 182.6 | 0.300 | 28.5 | 0.0371 | 39.3 | 92.2 | 1.31 |
| 20 | 2.537 | 496.5 | 4.668 | 16.15 | 0.0455 | 7.6 | 0 | 0.0098 | 882 | 1116 | 385.3 | 0.609 | 52.8 | 0.0372 | 40.6 | 102.4 | 2.78 |
| 30 | 2.555 | 503.7 | 4.741 | 16.53 | 0.0662 | 10.3 | 0 | 0.0139 | 1035 | 1224 | 531.0 | 0.356 | 98.7 | 0.0389 | 41.3 | 101.0 | 3.96 |
| 31 | 2.520 | 505.5 | 4.819 | 17.09 | 0.0680 | 10.5 | 0 | 0.0141 | 1061 | 1255 | 555.9 | 0.349 | 94.7 | 0.0426 | 42.3 | 104.9 | 4.28 |
| 32 | 2.520 | 514.4 | 4.357 | 15.73 | 0.0635 | 11.3 | 0 | 0.0146 | 1052 | 1255 | 537.4 | 0.379 | 93.7 | 0.0349 | 41.6 | 98.5 | 3.75 |
| 40 | 2.537 | 516.4 | 4.434 | 15.96 | 0.0883 | 11.1 | 0 | 0.0199 | 1214 | 1350 | 697.4 | 0.195 | 76.1 | 0.0371 | 43.1 | 96.1 | 5.06 |
| 50 | 4.068 | 539.9 | 6.960 | 16.33 | 0.0437 | 4.3 | 0 | 0.0050 | 743 | 879 | 203.2 | 0.669 | 33.0 | 0.0339 | 39.4 | 103.6 | 1.34 |
| 60 | 4.060 | 549.1 | 6.653 | 15.91 | 0.0665 | 11.5 | 0 | 0.0100 | 949 | 1102 | 399.4 | 0.384 | 80.0 | 0.0315 | 39.1 | 104.9 | 2.60 |
| 70 | 4.042 | 553.6 | 6.619 | 16.03 | 0.0952 | 12.3 | 0 | 0.0144 | 1096 | 1251 | 542.8 | 0.286 | 67.3 | 0.0324 | 40.1 | 101.7 | 3.62 |
| 80 | 4.121 | 558.7 | 6.673 | 15.99 | 0.1335 | 12.1 | 0.4 | 0.0200 | 1274 | 1444 | 715.4 | 0.238 | 86.5 | 0.0332 | 41.6 | 99.2 | 4.86 |
| 90 | 5.057 | 571.0 | 8.163 | 16.30 | 0.0798 | 12.2 | 0 | 0.0098 | 964 | 1240 | 392.7 | 0.703 | 69.0 | 0.0318 | 39.2 | 102.3 | 2.53 |
| 100 | 5.014 | 575.7 | 7.989 | 16.22 | 0.1126 | 11.9 | 0.2 | 0.0141 | 1110 | 1265 | 534.5 | 0.289 | 76.5 | 0.0317 | 39.8 | 102.5 | 3.48 |
| 110 | 5.101 | 582.8 | 7.714 | 15.58 | 0.1579 | 11.7 | 0.7 | 0.0204 | 1327 | 1490 | 744.0 | 0.219 | 87.2 | 0.0291 | 40.0 | 101.7 | 4.76 |
| 120 | 6.029 | 596.5 | 9.349 | 16.36 | 0.0916 | 12.8 | 0 | 0.0098 | 986 | 1238 | 389.1 | 0.648 | 62.5 | 0.0298 | 38.1 | 102.1 | 2.42 |
| 130 | 6.046 | 601.9 | 9.450 | 16.63 | 0.1341 | 12.5 | 0.4 | 0.0142 | 1138 | 1320 | 535.7 | 0.340 | 81.1 | 0.0312 | 38.9 | 102.6 | 3.44 |
| 140 | 6.134 | 604.9 | 9.043 | 15.77 | 0.1803 | 12.7 | 1.0 | 0.0199 | 1329 | 1476 | 724.1 | 0.204 | 81.1 | 0.0289 | 40.3 | 101.8 | 4.53 |
| 150 | 6.020 | 606.2 | 9.080 | 16.18 | 0.2171 | 12.4 | 1.9 | 0.0239 | 1459 | 1663 | 853.1 | 0.239 | 91.9 | 0.0304 | 40.4 | 102.2 | 5.58 |
| 160 | 6.597 | 612.7 | 9.541 | 15.67 | 0.0968 | 13.3 | 0 | 0.0102 | 1021 | 1372 | 408.3 | 0.858 | 74.8 | 0.0263 | 37.8 | 107.2 | 2.38 |
| 170 | 6.589 | 615.1 | 9.899 | 16.34 | 0.1406 | 12.3 | 0.4 | 0.0142 | 1151 | 1318 | 536.3 | 0.311 | 82.5 | 0.0291 | 38.5 | 103.0 | 3.32 |
| 180 | 6.597 | 616.4 | 9.838 | 16.25 | 0.1944 | 12.6 | 1.5 | 0.0198 | 1324 | 1481 | 707.9 | 0.221 | 106.7 | 0.0294 | 39.4 | 100.5 | 4.48 |
| 190 | 6.685 | 617.2 | 9.627 | 15.71 | 0.2034 | 12.5 | 1.7 | 0.0211 | 1381 | 1540 | 763.7 | 0.208 | 79.4 | 0.0277 | 39.6 | 102.2 | 4.71 |
| 191 | 6.659 | 617.9 | 9.470 | 15.54 | 0.2173 | 12.2 | 2.0 | 0.0229 | 1440 | 1614 | 821.7 | 0.212 | 87.7 | 0.0270 | 39.7 | 102.3 | 5.05 |
| 9060 | 6.571 | 618.9 | 9.661 | 16.09 | | | | | | | | | | 0.0275 | 37.7 | | |
| 9070 | 6.493 | 620.3 | 8.286 | 14.00 | | | | | | | | | | 0.0206 | 37.4 | | |
| 9080 | 6.396 | 619.4 | 6.018 | 1.030 | | | | | | | | | | 0.0109 | 36.5 | | |

付表8 CC50H / 60.03-02-780304試験データ

| 実験 番号 | P_4 $\text{kg/cm}^2\text{abs}$ | T_4 K | w_a kg/s | U_r m/s | w_f kg/s | P_{fP} $\text{kg/cm}^2\text{G}$ | P_{fM} $\text{kg/cm}^2\text{G}$ | f | T_5 K | $(T_5)_{\text{max}}$ K | ΔT deg | δ_t | σ_t deg | $\Delta P/P_4$ | ϕ | η_b % | $L_b \times 10^{-7}$ $\text{kcal/m}^2\text{h atm}$ |
|----------|-------------------------------------|------------|------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------|------------|---------------------------|-------------------|------------|-------------------|----------------|--------|---------------|---|
| 10 | 7.388 | 591.0 | 12.114 | 17.13 | 0.1216 | 13.1 | 0.1 | 0.0100 | 969 | 1086 | 378.3 | 0.357 | 54.3 | 0.0380 | 35.5 | 99.2 | 2.49 |
| 20 | 7.688 | 598.9 | 11.864 | 16.38 | 0.1564 | 12.5 | 0.4 | 0.0132 | 1105 | 1280 | 505.9 | 0.346 | 65.8 | 0.0276 | 35.3 | 103.7 | 3.19 |
| 30 | 8.088 | 608.6 | 11.378 | 15.14 | 0.2221 | 12.3 | 1.8 | 0.0195 | 1305 | 1448 | 696.2 | 0.206 | 77.9 | 0.0239 | 36.4 | 99.7 | 4.14 |
| 40 | 9.488 | 631.3 | 15.171 | 17.85 | 0.1534 | 13.7 | 0.2 | 0.0101 | 1022 | 1178 | 390.9 | 0.399 | 54.7 | 0.0307 | 34.9 | 103.3 | 2.53 |
| 50 | 9.698 | 640.9 | 14.350 | 16.77 | 0.2033 | 15.0 | 1.1 | 0.0142 | 1177 | 1381 | 536.4 | 0.380 | 67.8 | 0.0267 | 34.8 | 103.6 | 3.30 |
| 60 | 9.698 | 646.7 | 13.742 | 15.79 | 0.2654 | 14.6 | 2.7 | 0.0199 | 1347 | 1491 | 699.8 | 0.207 | 77.2 | 0.0241 | 36.2 | 99.4 | 4.11 |
| 70 | 11.063 | 671.3 | 17.284 | 18.54 | 0.1681 | 15.0 | 0.3 | 0.0097 | 1041 | 1161 | 369.5 | 0.325 | 45.7 | 0.0308 | 34.5 | 102.2 | 2.35 |
| 80 | 11.167 | 676.7 | 16.276 | 17.44 | 0.2328 | 13.4 | 1.7 | 0.0143 | 1205 | 1367 | 527.8 | 0.312 | 66.2 | 0.0275 | 35.1 | 101.9 | 3.21 |
| 90 | 11.238 | 679.7 | 15.200 | 16.25 | 0.3016 | 13.0 | 4.0 | 0.0198 | 1388 | 1546 | 707.9 | 0.224 | 81.2 | 0.0238 | 35.2 | 101.5 | 4.13 |
| 110 | 12.602 | 685.8 | 17.094 | 16.45 | 0.3387 | 13.2 | 5.2 | 0.0198 | 1401 | 1586 | 715.6 | 0.258 | 83.0 | 0.0239 | 34.7 | 100.8 | 4.18 |
| 9010 | 11.063 | 684.0 | 20.097 | 21.97 | | | | | | | | | | 0.0399 | 32.4 | | |

付表9 CC51H/60.03-03-780306試験データ

| 実験 番号 | P_4 kg/cm ² abs | T_4 K | w_a kg/s | U_T m/s | w_f kg/s | P_{fP} kg/cm ² G | P_{fM} kg/cm ² G | f | T_5 K | $(T_5)_{max}$ K | ΔT deg | δ_i | σ_i deg | $\Delta P/P_4$ | ϕ | η_b % | $L_b \times 10^{-7}$ kcal/m ² h atm |
|----------|---------------------------------|------------|---------------|--------------|---------------|----------------------------------|----------------------------------|--------|------------|--------------------|-------------------|------------|-------------------|----------------|--------|---------------|---|
| 10 | 1.365 | 545.1 | 2.211 | 15.45 | 0.0213 | 1.7 | 0 | 0.0096 | 873 | 931 | 328.3 | 0.183 | 36.7 | 0.0282 | 36.9 | 88.9 | 2.23 |
| 11 | 1.505 | 536.7 | 2.407 | 15.16 | 0.0237 | 2.0 | 0 | 0.0098 | 875 | 938 | 338.2 | 0.188 | 36.9 | 0.0289 | 38.7 | 90.1 | 2.25 |
| 40 | 2.748 | 517.3 | 4.786 | 15.87 | 0.0472 | 8.7 | 0 | 0.0099 | 904 | 985 | 386.8 | 0.209 | 40.2 | 0.0326 | 38.4 | 101.9 | 2.73 |
| 50 | 2.800 | 515.4 | 4.490 | 14.60 | 0.0679 | 11.7 | 0.1 | 0.0151 | 1076 | 1252 | 560.3 | 0.315 | 100.4 | 0.0280 | 38.8 | 99.5 | 3.74 |
| 60 | 2.870 | 514.9 | 4.256 | 13.50 | 0.0857 | 11.6 | 0.2 | 0.0201 | 1222 | 1369 | 707.1 | 0.209 | 82.6 | 0.0254 | 41.2 | 96.8 | 4.49 |
| 90 | 4.078 | 528.3 | 7.106 | 16.27 | 0.0711 | 12.6 | 0 | 0.0099 | 932 | 1065 | 403.2 | 0.331 | 74.1 | 0.0329 | 37.4 | 105.6 | 2.83 |
| 100 | 4.603 | 533.2 | 7.524 | 15.40 | 0.1033 | 12.4 | 0.3 | 0.0137 | 1062 | 1171 | 528.4 | 0.207 | 60.3 | 0.0286 | 40.0 | 103.0 | 3.58 |
| 110 | 5.128 | 539.4 | 7.523 | 13.99 | 0.1517 | 11.3 | 0.8 | 0.0201 | 1256 | 1422 | 716.9 | 0.231 | 82.2 | 0.0256 | 40.5 | 98.5 | 4.49 |
| 120 | 5.355 | 548.5 | 9.278 | 16.80 | 0.0936 | 12.4 | 0 | 0.0101 | 950 | 1033 | 401.9 | 0.206 | 45.0 | 0.0331 | 36.9 | 104.8 | 2.84 |
| 130 | 5.443 | 555.1 | 8.679 | 15.65 | 0.1251 | 12.0 | 0.3 | 0.0144 | 1103 | 1224 | 547.5 | 0.222 | 61.6 | 0.0290 | 35.0 | 102.5 | 3.68 |
| 140 | 5.408 | 557.1 | 7.904 | 14.40 | 0.1592 | 12.4 | 1.0 | 0.0201 | 1280 | 1441 | 723.1 | 0.223 | 82.4 | 0.0255 | 39.2 | 99.8 | 4.59 |
| 150 | 6.405 | 566.3 | 11.049 | 17.27 | 0.1091 | 12.4 | 0.3 | 0.0099 | 960 | 1051 | 393.9 | 0.231 | 43.2 | 0.0327 | 35.6 | 105.1 | 2.73 |
| 160 | 6.440 | 573.5 | 10.238 | 16.12 | 0.1469 | 12.2 | 0.7 | 0.0143 | 1119 | 1228 | 545.9 | 0.199 | 57.2 | 0.0290 | 36.8 | 103.0 | 3.56 |
| 170 | 6.405 | 578.4 | 9.376 | 14.97 | 0.1858 | 12.1 | 1.5 | 0.0198 | 1294 | 1458 | 715.1 | 0.230 | 80.2 | 0.0255 | 37.8 | 100.5 | 4.40 |
| 180 | 6.493 | 581.4 | 8.933 | 14.15 | 0.2190 | 12.0 | 2.3 | 0.0245 | 1417 | 1665 | 835.2 | 0.297 | 103.1 | 0.0241 | 40.1 | 97.1 | 4.94 |
| 9060 | 6.913 | 612.3 | 10.503 | 15.96 | | | | | | | | | | 0.0260 | 34.8 | | |
| 9050 | 1.488 | 567.7 | 2.810 | 18.95 | | | | | | | | | | 0.0437 | 39.7 | | |
| 9040 | 1.261 | 559.1 | 1.909 | 14.95 | | | | | | | | | | 0.0274 | 39.1 | | |
| 9030 | 1.191 | 541.3 | 1.574 | 13.00 | | | | | | | | | | 0.0210 | 39.6 | | |
| 9020 | 1.121 | 555.8 | 1.073 | 9.07 | | | | | | | | | | 0.0116 | 44.8 | | |
| 9010 | 1.068 | 551.5 | 0.469 | 4.28 | | | | | | | | | | 0.0051 | 89.0 | | |

付表10 CC51H/6003-04-780307試験データ

| 実験番号 | P_4 kg/cm ² abs | T_4 K | w_a kg/s | U_r m/s | w_f kg/s | P_{fp} kg/cm ² G | P_{fm} kg/cm ² G | f | T_5 K | $(T_5)_{max}$ K | ΔT deg | δ_t | σ_t deg | $\Delta P/P_4$ | ϕ | η_b % | $L_b \times 10^{-7}$ kcal/m ² hatm |
|------|---------------------------------|------------|---------------|--------------|---------------|----------------------------------|----------------------------------|-----|------------|--------------------|-------------------|------------|-------------------|----------------|--------|---------------|--|
| 9010 | 1.086 | 326.9 | 1.062 | 5.65 | | | | | | | | | | 0.0087 | 51.3 | | |
| 9020 | 1.138 | 324.5 | 1.665 | 8.39 | | | | | | | | | | 0.0154 | 40.6 | | |
| 9030 | 1.191 | 317.6 | 2.189 | 10.32 | | | | | | | | | | 0.0218 | 37.3 | | |
| 9040 | 1.296 | 314.1 | 2.854 | 12.23 | | | | | | | | | | 0.0309 | 37.2 | | |
| 9050 | 1.488 | 311.0 | 3.816 | 14.10 | | | | | | | | | | 0.0423 | 38.0 | | |
| 9060 | 2.047 | 307.8 | 6.006 | 15.97 | | | | | | | | | | 0.0553 | 36.9 | | |
| 9061 | 2.626 | 306.6 | 7.812 | 16.13 | | | | | | | | | | 0.0545 | 36.8 | | |
| 9200 | 2.140 | 306.8 | 6.333 | 16.05 | | | | | | | | | | 0.0552 | 37.7 | | |
| 9201 | 2.132 | 323.4 | 6.146 | 16.48 | | | | | | | | | | 0.0541 | 36.9 | | |

付表11 CC51H/6003-05-780308試験データ

| 実験番号 | P_4 kg/cm ² abs | T_4 K | w_a kg/s | U_r m/s | w_f kg/s | P_{fp} kg/cm ² G | P_{fm} kg/cm ² G | f | T_5 K | $(T_5)_{max}$ K | ΔT deg | δ_t | σ_t deg | $\Delta P/P_4$ | ϕ | η_b % | $L_b \times 10^{-7}$ kcal/m ² hatm |
|------|---------------------------------|------------|---------------|--------------|---------------|----------------------------------|----------------------------------|-----|------------|--------------------|-------------------|------------|-------------------|----------------|--------|---------------|--|
| 9010 | 1.097 | 294.0 | 1.302 | 6.17 | | | | | | | | | | 0.0101 | 43.8 | | |
| 9011 | 1.097 | 294.1 | 1.304 | 6.18 | | | | | | | | | | 0.0106 | 46.9 | | |
| 9020 | 1.132 | 293.9 | 1.752 | 8.04 | | | | | | | | | | 0.0138 | 35.7 | | |
| 9030 | 1.184 | 293.6 | 2.264 | 9.92 | | | | | | | | | | 0.0221 | 37.7 | | |
| 9040 | 1.307 | 293.3 | 3.034 | 12.04 | | | | | | | | | | 0.0327 | 38.1 | | |
| 9050 | 1.499 | 293.3 | 4.062 | 14.05 | | | | | | | | | | 0.0443 | 37.7 | | |
| 9060 | 2.409 | 296.2 | 7.332 | 15.94 | | | | | | | | | | 0.0546 | 36.5 | | |
| 9061 | 2.619 | 300.5 | 7.962 | 16.15 | | | | | | | | | | 0.0550 | 36.4 | | |
| 9200 | 2.042 | 308.2 | 5.969 | 15.93 | | | | | | | | | | 0.0536 | 37.3 | | |
| 9201 | 2.043 | 323.2 | 5.885 | 16.38 | | | | | | | | | | 0.0541 | 37.4 | | |

付表 12 C C 5 2 H / 6 0 0 3 - 0 6 - 7 8 0 3 1 3 試験子 - タ

| 実験 番号 | P_4 kg/cm ² abs | T_4 K | w_a kg/s | U_r m/s | w_f kg/s | P_{fP} kg/cm ² G | P_{fM} kg/cm ² G | f | T_5 K | $(T_5)_{max}$ K | ΔT deg | δ_t | σ_t deg | $\Delta P/P_4$ | ϕ | η_b % | $L_b \times 10^{-7}$ kcal/m ² h ² m |
|----------|---------------------------------|------------|---------------|--------------|---------------|----------------------------------|----------------------------------|--------|------------|--------------------|-------------------|------------|-------------------|----------------|--------|---------------|--|
| 9010 | 1.074 | 3796 | 0.952 | 5.95 | | | | | | | | | | 0.0067 | 40.9 | | |
| 9020 | 1.105 | 3928 | 1.290 | 8.11 | | | | | | | | | | 0.0119 | 40.7 | | |
| 9030 | 1.148 | 4081 | 1.620 | 10.18 | | | | | | | | | | 0.0186 | 41.9 | | |
| 9040 | 1.200 | 4196 | 1.957 | 12.09 | | | | | | | | | | 0.0254 | 41.8 | | |
| 9050 | 1.282 | 4292 | 2.388 | 14.13 | | | | | | | | | | 0.0339 | 41.8 | | |
| 9060 | 1.405 | 4392 | 2.935 | 16.23 | | | | | | | | | | 0.0441 | 42.2 | | |
| 9070 | 1.650 | 4530 | 3.772 | 18.07 | | | | | | | | | | 0.0539 | 42.9 | | |
| 9080 | 2.175 | 4660 | 5.178 | 19.61 | | | | | | | | | | 0.0606 | 42.1 | | |
| 10 | 2.392 | 4778 | 3.986 | 14.08 | 0.0572 | 12.7 | 0 | 0.0144 | 997 | 1116 | 519.4 | 0.228 | 58.1 | 0.0312 | 43.2 | 95.6 | 3.47 |
| 20 | 2.336 | 4847 | 4.775 | 17.51 | 0.0236 | 1.8 | 0 | 0.0049 | 663 | 707 | 178.5 | 0.246 | 26.0 | 0.0465 | 42.7 | 90.8 | 1.16 |
| 30 | 2.469 | 4865 | 4.436 | 15.45 | 0.0444 | 7.3 | 0 | 0.0100 | 862 | 955 | 375.1 | 0.250 | 57.6 | 0.0367 | 42.8 | 97.1 | 2.70 |
| 40 | 2.526 | 4893 | 4.180 | 14.32 | 0.0549 | 11.6 | 0 | 0.0131 | 1017 | 1237 | 527.4 | 0.418 | 79.3 | 0.0322 | 44.0 | 106.1 | 3.52 |
| 50 | 2.606 | 4904 | 3.957 | 13.17 | 0.0789 | 11.5 | 0.1 | 0.0199 | 1173 | 1365 | 682.1 | 0.283 | 95.9 | 0.0282 | 45.8 | 93.3 | 4.28 |
| 60 | 4.046 | 5070 | 6.683 | 14.81 | 0.0939 | 11.9 | 0.1 | 0.0139 | 1023 | 1178 | 515.8 | 0.301 | 56.2 | 0.0315 | 41.7 | 97.4 | 3.35 |
| 70 | 5.011 | 5236 | 8.190 | 15.13 | 0.1167 | 11.5 | 0.3 | 0.0142 | 1047 | 1203 | 523.3 | 0.299 | 61.0 | 0.0314 | 41.2 | 98.0 | 3.39 |
| 80 | 6.107 | 5503 | 9.827 | 15.66 | 0.1407 | 12.2 | 0.4 | 0.0143 | 1081 | 1225 | 530.3 | 0.273 | 60.1 | 0.0327 | 42.1 | 99.6 | 3.52 |
| 90 | 6.959 | 5746 | 11.934 | 17.43 | 0.1209 | 12.8 | 0.1 | 0.0101 | 968 | 1109 | 393.3 | 0.359 | 52.3 | 0.0381 | 41.3 | 102.6 | 2.79 |
| 100 | 7.064 | 5807 | 11.240 | 16.33 | 0.1613 | 12.8 | 0.8 | 0.0143 | 1122 | 1266 | 540.8 | 0.268 | 64.1 | 0.0331 | 41.3 | 102.1 | 3.61 |
| 110 | 7.120 | 5895 | 10.550 | 15.44 | 0.2024 | 12.6 | 1.6 | 0.0192 | 1287 | 1416 | 697.7 | 0.185 | 74.1 | 0.0288 | 40.8 | 101.2 | 4.37 |
| 120 | 7.286 | 5948 | 10.469 | 15.11 | 0.2273 | 12.2 | 2.3 | 0.0217 | 1367 | 1536 | 772.0 | 0.219 | 82.9 | 0.0274 | 41.0 | 100.4 | 4.80 |
| 9090 | 6.446 | 5906 | 12.342 | 19.99 | | | | | | | | | | 0.0482 | 40.8 | | |
| 9100 | 6.502 | 5918 | 10.189 | 16.40 | | | | | | | | | | 0.0309 | 38.9 | | |
| 9110 | 6.649 | 592.7 | 8.893 | 14.01 | | | | | | | | | | 0.0224 | 38.7 | | |
| 9120 | 6.554 | 591.7 | 6.784 | 10.83 | | | | | | | | | | 0.0135 | 39.1 | | |
| 9130 | 6.712 | 590.4 | 3.990 | 6.21 | | | | | | | | | | 0.0038 | 33.8 | | |

昭和 54. 4. 20日

配布番号 171

所属 管理部
河崎 俊夫 殿

企画課長

配布先限定文献の取扱いについての注意

この文献（航空宇宙技術研究所資料 研-365）は、
配布先限定につき、取扱いには十分注意して下さい。

なお、貴殿の番号は上記番号です。また転送時の際には全巻録
調査係まで、御連絡下さい。

TM-365 正 誤 表

| 頁 | 誤 | 正 |
|-------------------|-----------|-----------|
| P 8 , 図 1 1 | ストラッド | ストラット |
| P 3 0 , 左側 4 行目 | 4 . 2 . 3 | 4 . 3 . 4 |
| P 3 1 , 左側 2 8 行目 | 三日目 | 三日月 |

航空宇宙技術研究所資料 365 号

昭和53年9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 株式会社実業公報社
東京都千代田区九段南4-2-12
