

# 航空宇宙技術研究所資料

TECHNICAL MEMORANDUM OF NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

TM-459

新形式ガスタービン燃焼器の研究

(第6報 AS形燃焼器の排出特性)

田丸 卓 ・ 鈴木 邦男 ・ 斎藤 隆  
山田 秀志 ・ 堀内 正司 ・ 下平 一雄

# DP-55

1982年2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 <sup>*</sup> , 越沼威 <sup>*</sup> 杉山七契 <sup>*</sup> , 山口正人 <sup>†</sup>
基 本 設 計	田頭健 <sup>**</sup> , 中野静嘉 <sup>**</sup>
実 験 計 測	遠崎良樹 <sup>***</sup> , 国師正一 <sup>***</sup>

\* 原動機部

\*\* 石川島播磨重工業株式会社

\*\*\* 川崎重工業株式会社

† 大型プロジェクト アルバイト学生

## 目 次

1. まえがき	1
2. 実験装置と供試燃焼器	3
2.1 実験装置	3
2.2 供試燃焼器	5
2.2.1 供試燃焼器 AS125 原形	5
2.2.2 AS125.0 の改造形	7
3. 実験方法	9
3.1 非燃焼試験	9
3.2 燃焼試験	9
3.3 データ処理法	9
4. 実験結果	10
4.1 燃焼器特性	10
4.1.1 燃焼効率	11
4.1.2 圧力損失	12
4.1.3 燃焼器出口温度分布	13
4.1.4 遮熱板温度	14
4.2 排出特性	15
4.2.1 未燃焼成分の排出	15
4.2.2 窒素酸化物排出	16
4.3 燃焼器内部の流れとガス組成	21
4.3.1 流れ模様	21
4.3.2 燃焼室内ガス濃度分布	25
1) AS125.7 の内部ガス分析結果	25
2) AS125.5 と 125.7 の比較	31
5. 検 討	33
6. ま と め	37
参考文献	38

# 新形式ガスタービン燃焼器の研究\*

(第6報 AS形燃焼器の排出特性)

田丸 卓\*\* 鈴木 邦男\*\*\* 斎藤 隆\*\*\*\*  
山田 秀志\*\*\*\* 堀内 正司\*\*\*\* 下平 一雄\*\*

## 1. まえがき

通商産業省工業技術院が主体となって推進している大型工業技術開発のひとつ、「航空機用ジェットエンジンの研究開発」に関連して、大気汚染成分排出の少ない新形式燃焼器の開発を行った。

これまで、米国環境保護庁(E.P.A., U.S.A.)の提示した規制<sup>1)</sup>に対し、数多くの研究と燃焼器の改良がなされた。

T2クラスの生産型実機エンジンでは、その規制に対しVorbix型式を採用したJT9D-7、およびDouble Annular型式を採用したCFM-56が最も良い結果を示し有望と報告されている。<sup>2)</sup>

当研究所において研究を行っているターボファンエンジン<sup>3)</sup>については、寸法上の制約から上記いずれの形式も採用することが難しい。

そこでそのエンジンについてEPA規制値を満足させるためには、独自の低排出燃焼器を開発する必要がある。

これまで、著者らは上記目標を目指して通称「AS形」燃焼器の研究を行ってきた。<sup>4)~8)</sup>この燃焼器は、燃料をライナ鈍頭部外側の通路を通った気流によって気流微粒化させ、混合気を形成させる。この混合気を鈍頭部内側に噴射させ、循環流保炎領域を形成させる方式の燃焼器である。

この燃焼方式の燃焼器は、既知の排気制御技術に

関して、次のような特徴をもつと考えられる。

- (1) 燃焼器入口部の全圧と、鈍頭部背後の負圧との差を利用した空気ダクト内高速気流により、最も能率のよい燃料微粒化が可能である。また、その微粒化に際し、よどみ領域や流れの剝離箇所が少なく、気流微粒化の効果が高められる。
- (2) 保炎循環流の強さが、噴射管の向きと空気ダクト通過空気量によって、任意に定めることができる。
- (3) 噴流効果で、強い乱れの場合を作ることができる。
- (4) 予混合気噴射速度が大きくとれ、逆火や自己着火を避けることができる。
- (5) 鈍頭内面への混合気衝突は、部分負荷時の未蒸発燃料の気化を促進する。
- (6) 主燃料供給箇所を、当所で行っている従来形の燃焼器の16個から32個へ倍増したことにより、より均質で高負荷な燃焼が可能である。

上記のうち、一般に部分負荷時に排出の多い未燃焼排出成分は、(1)、(2)、(3)、および(5)の特徴により制御することができる。

窒素酸化物( $NO_x$ )の排出制御のためには、理論解析や基礎研究<sup>9)</sup>の結果、次のような効果で抑制ができるとされている。

(1)によって燃料の予混合と予蒸発をはかり、均質混合気に近くすることによって高温火炎帯の形成をある程度回避でき、 $NO_x$ の生成を抑制できる。とくに、量論比以下の混合気濃度にするによりprompt NOの発生を避けることができる。

\* 昭和56年11月2日 受付

\*\* 原動機部

\*\*\* 機械技術研究所

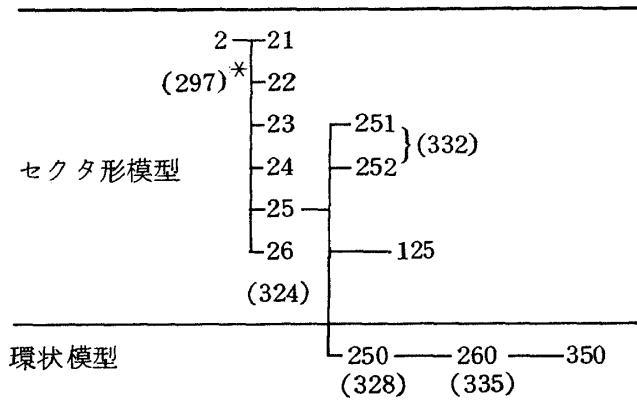
\*\*\*\* 航空機公害研究グループ

その一方、一次燃焼領域を比較的稀薄な混合気としながら高負荷で、かつ広い空燃比作動範囲で安定な燃焼を行わせるためには、(2), (3), (5), および(6)などが有効である。

Thermal  $NO_x$  の生成を出来るだけ少なくするための燃焼ガスの滞留時間の制御も、(2)によってある程度可能である。 $NO_x$  の生成を抑制するため、量論比外の混合気を燃焼させるとき、高負荷でかつ安定な燃焼を行わせるには、強い乱れと均質な燃焼が有効であるが、これには(3), (6), などが大きな役割を果たす。

上記の新形式燃焼器は、1974年に製作したプロトタイプのアS-2以来数種の模型を製作し、試験を行ってきた。それらの一覧表を表1に示す。

表1 AS形燃焼器の系譜



\* ( )内は航技研資料(TM)番号

本報告では、新たに紹介するセクタ燃焼器 AS125を中心に、排出特性に重点を置いて述べる。

特に今回、AS125の燃焼室内部の流れ模様とガス組成分布の測定を行ったので、それらと排出特性との関連についても検討する。

なお、AS125を他のAS形模型と比較した特徴はつぎのようである。

- 主燃料を空気ダクト入口部から供給している。
- 空気ダクトの曲り部を円滑化し、内部にガイドベーンをつけた。
- 噴射管の燃焼室内突出を最小としている。
- 遮熱板冷却はインピンジメント方式を採用している。

これらの詳細については、2.2に述べる。

またこの報告では、次のようなセクタ模型試験で得られる資料の有用性とその限界、計測上の問題などについても明らかにしようとした。

- 構造の異なる燃焼器同士の出口採取ガス分析値比較法。
- 大気圧付近でのセクタ模型試験による実機(環状)燃焼器シミュレーションの可能性と限界。
- 等温条件での流れ模様と、燃焼室内燃焼ガス組成分布との関連。
- 燃焼室内ガス組成分布と排出ガス濃度との関係。

なお、今後この種の燃料気流微粒化形燃焼器の開発研究の参考に資するため、十分検討のし尽くせない実験データも含めてこの報告に載せることにする。

## 主要使用記号

アルファベット

$CO$  一酸化炭素, またはその濃度, ppm

$CO_2$  二酸化炭素, またはその濃度, %

$EI(A)$  成分  $A$  の排出指数, ( $A$  の g 数) / (燃料 1 kg)

$$EI(A) = (1+n) \frac{M_A}{M_g} \frac{X_A}{1000}$$

$f_c$  燃料中の炭素重量分率, 0.857

$f_{O_2}$  空気中の酸素重量分率, 0.2315

$F_L$  採取ガスの燃空比

$F_S$  理論混合比燃空比, 0.0675

$h$  発熱量, kcal/kg

$H$  絶対湿度, (水分の g 数) / (空気 1 kg)

$H_u$  燃料の低位発熱量, 10220 kcal/kg

$l$  燃焼器代表長さ

$M$  マッハ数

$M_A$  成分  $A$  の分子量, g/mol

$n$  供給空気・燃料の重量流量に基づく空燃比

$n_c$  ガス分析に基づく空燃比

$O_2$  酸素, またはその濃度, %

$P_1$  燃焼器入口全圧, kg/cm<sup>2</sup> abs

$r$  無次元化半径方向位置,  $r=0$ : タービン翼根,  $r=1$ : タービン翼端

- $T_1$  燃焼器入口空気温度, K
- $T_2$  燃焼器出口平均ガス温度, K
- $T_{SL}$  遮熱板耐熱限界設定温度, 1150 K
- $U_r$  代表断面 (0.0279 m<sup>2</sup>) 平均風速, m/s
- $w_a$  供給空気重量流量, kg/s, または g/s
- $w_f$  供給燃料重量流量, kg/s, または g/s
- $x$  燃焼室主軸方向距離, mm
- $X_A$  成分 A のモル分率
- ギリシヤ文字
- $\delta_t$  燃焼器出口温度不均一率
- $\eta_b$  出口温度計測に基く燃焼効率, %
- $\eta_c$  排出ガス分析に基く燃焼効率, %
- $\theta$  主軸周りの円周角, degree
- $\Theta$  無次元化温度,  $(T - T_1) / (T_2 - T_1)$
- $\Theta_S$  無次元化遮熱板温度,  $(T - T_1) / (T_{SL} - T_1)$
- $\nu$  動粘性係数, m<sup>2</sup>/s
- $\phi$  全圧損失係数, (燃焼入口, 出口全圧差) / ( $U_r$  に基く動圧)
- $\phi_c$  ガス分析値に基く当量比,  $\phi_c = 14.8 / n_c$
- 添字
- $l$  局所値
- $o$  常温値
- $g$  燃焼ガス

## 2. 実験装置と供試燃焼器

### 2.1 実験装置

本報告で述べるセクタ燃焼器の燃焼試験は, 当所原動機部, 缶型燃焼器試験設備の一部を使用した。その装置概略は, 既報<sup>5)</sup>に述べた。

実験計測値, および燃焼器特性値の処理計算は, ミニコンピュータ, Honeywell H316にてオンライン処理をした。特性値処理計算法は第1報<sup>4)</sup>の通りである。

排出ガス分析は, 表2に示す多成分系分析装置を用いた。それら各成分の濃度分析法は次の通りである。

- 未燃焼全炭化水素 (THC): 水素炎イオン化検出法 (FID)
- 一酸化炭素 (CO), および二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>): 非分散形赤外分析法 (NDIR)

表2 ガス分析測定機器

排出ガス分析		
燃焼器	使用分析計器	分析ガス種類
AS 252.1	MEXA-1400	CO, CO <sub>2</sub>
AS 125.4	ECL-7	NO,
	MEXA-82S	NO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub>
	BECKMAN 402	THC*
上記以外のセクタ燃焼器	MEXA-1400	CO
	MEXA-2000S	CO <sub>2</sub> , THC*, NO*, NO <sub>2</sub> *, O <sub>2</sub>
内部ガス分析		
AS 125.5	MEXA-2000S	CO <sub>2</sub> , CO, THC*, NO*,
AS 125.7		NO <sub>2</sub> *, O <sub>2</sub>

\* ウェットベースの値

- 窒素酸化物 (NO, および NO<sub>2</sub>): 化学発光式分析法 (CLD)
- 酸素 (O<sub>2</sub>): ダムベル形磁気式分析法  
ガス採取プローブから分析装置までは, 400 K に保温した内径 6 mm, 長さ 30 m の加熱テフロンチューブで採取ガスを移送した。

第4報<sup>7)</sup>で報告したように, 排出ガスは燃焼器出口断面において, かなりの濃度分布が生じている。それは主として, ライナ空気孔配置や, ライナ壁面冷却空気などの不連続性, または不均質性の影響による。

そのため排出ガス分析によって, 異った構造の燃焼器相互の排出特性の比較を行う際には, 排出ガスの混合を行い, 平均的なガスを採取することが必要である。

今回のセクタ燃焼器試験 (主として AS125) においては, 図1に示すような「排ガス混合器」を計測ダクト後流につけ, この後部で排出ガス採取を行った。この排ガス混合器は主軸に垂直な断面が長方形で, 中に2個のバッフル板を取付けてある。

排ガス混合の効果を見るため, 排ガス混合器出口断面での温度分布を測定した。その結果を図2に示す。同図中の等温線上の数値は, 温度上昇にたいすの出口平均温度とのずれを示す。この図によると,

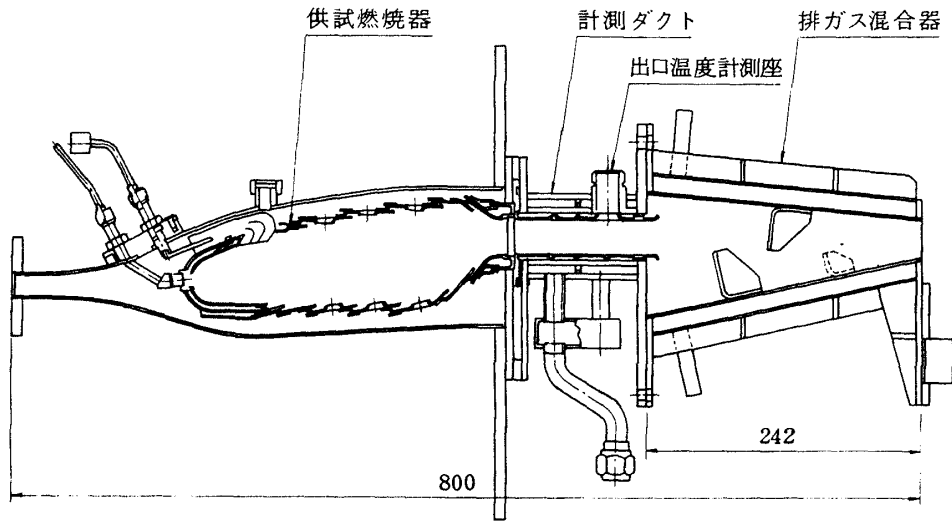


図1 排出ガス採取時の燃焼器組立模様

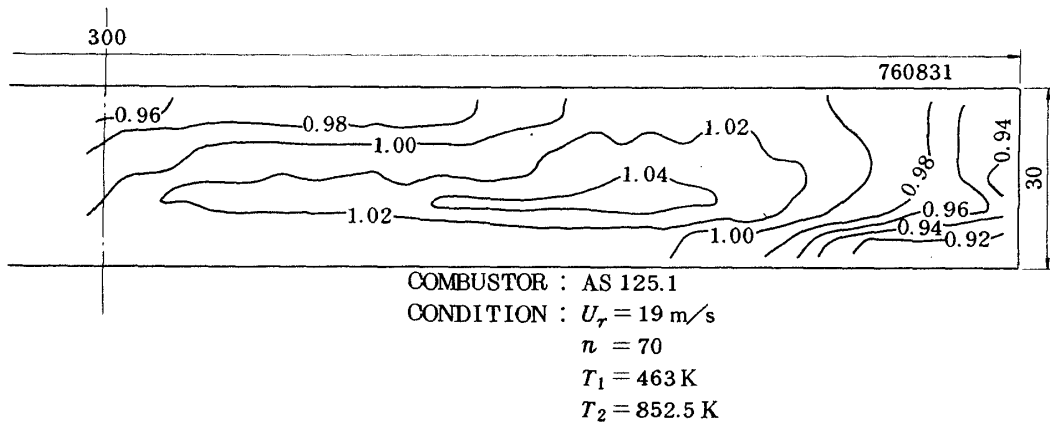


図2 排ガス混合器出口での温度分布

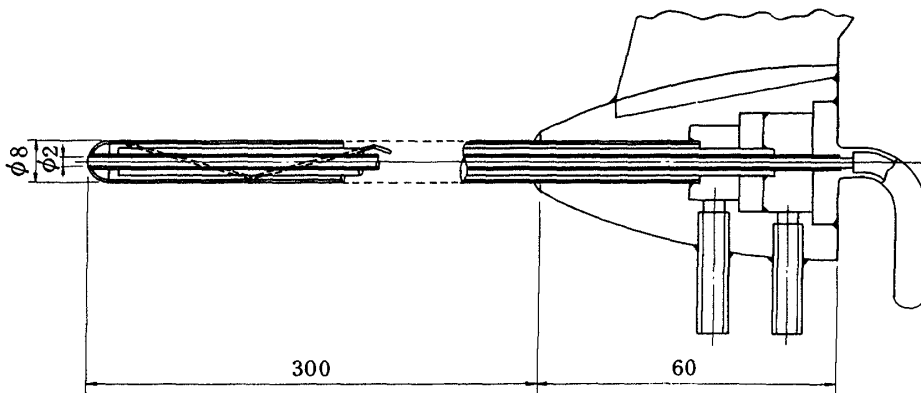


図3 燃焼器内部ガス採取用プローブ

混合器のごく両端部を除けば、排出ガスの温度は±4%程度の良好な混合状態を示している。

なお、同一条件で、混合器を使わない場合は、第4報<sup>7)</sup>に示したように、燃焼器出口面で±30%以上の温度差をもつ分布が生じる。

燃焼室内部のガスを採取の際は、図3に示す水冷プローブを用いた。これは採取口径2mm、外径8mmのステンレス製である。これを燃焼器内部トラバース装置にとりつけて、燃焼室内の任意の位置からガス採取した。このトラバース装置は、4つ棒リンクならぬ機構によってガス採取プローブ採取口の位置を、燃焼室上部にかかげた燃焼室内断面図上任意の位置に移動、設定することができる。これを使って燃焼器内のガスを採取している模様を図4に示す。

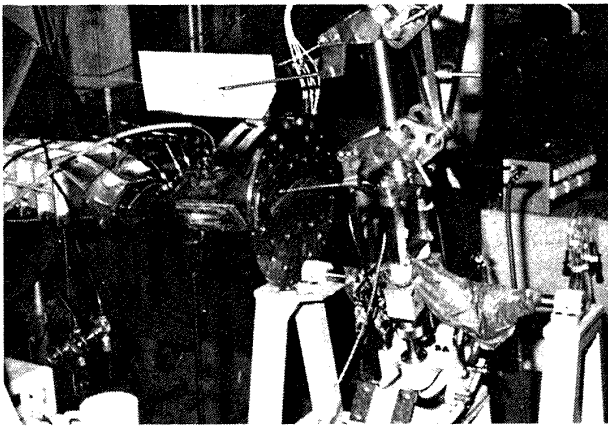


図4 燃焼器内部ガス採取状況

## 2.2 供試燃焼器

本報告では、主としてセクタ燃焼器、呼称AS125を使ってこれに代表されるAS型燃焼器の特性について明らかにする。加えて既報の燃焼器AS252<sup>7)</sup>、およびAS260<sup>8)</sup>などのその後の追加実験結果を比較のため記す。これら燃焼器の設計点条件は、他の文献<sup>15)</sup>にある。

### 2.2.1 供試燃焼器 AS 125 原形

既報までの呼称例に従って、本供試燃焼器をAS125と総称する。その原形をAS125.0と称し、部分の変更を行ったものを、AS125.1のように数字の端数をもって示す。

本セクタ模型は、環状模型の3/16扇形分割模型

である。

AS125.0の主軸を含む断面のひとつを、図5に示す。

同図において主燃料の供給は、燃料マニホールド②の3本の管③から、それぞれ2本に分岐した主燃料ノズル④によって、円周方向に6本設けた空気ダクト⑤へそれぞれ燃料供給を行う。燃料噴射方向は気流と同方向である。

このように主燃料の供給を、空気ダクトの前流側からおこなうのは、AS-20シリーズと同じであって燃料を出来るだけ予混合、予蒸発させようとする意図に基く。

AS125の特徴のひとつは、空気ダクトの出口部、すなわち混合気噴射管部⑨(以降、噴射管と略)の燃焼室内部への突出を出来るだけ押えた構造にある。

図6に写真によって噴射管部付近の様子を示す。

AS125では、噴射管の短縮に伴って、混合気噴射方向を主流上流側へ確保することが難かしいと思われたので、管内に図5の⑥に示すコーナーベーンを設けている。

以上の他の鈍頭部形状、ライナ空気孔部などは、全く環状模型AS250と同一である。

表3にライナ開口部面積などの特性値をまとめて示す。

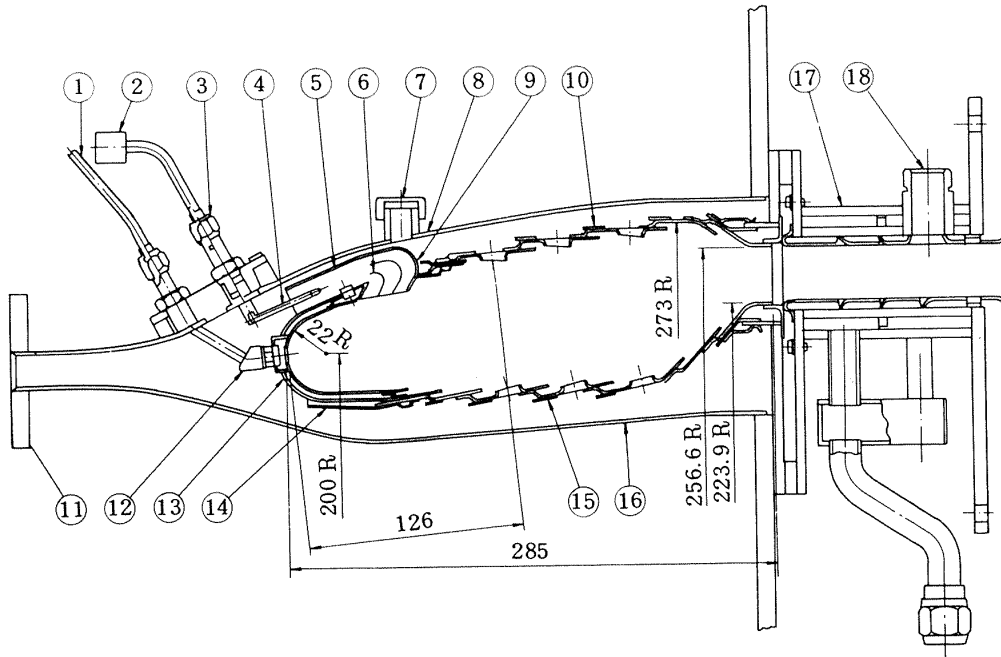
既報<sup>8)</sup>の燃焼器同様、AS125においても鈍頭部遮熱板の温度を、図7に示す6箇所で測定している。

また、空気ダクトの空気流量も、後視左より3番

表3 AS125.0のライナ空気流路面積

部 位	面積〔cm <sup>2</sup> 〕
外径側デフューザ通路(最小)	206.0
内径側デフューザ通路(最小)	167.7
外側ライナ空気孔	127.4
"    スリット	102.1
内側ライナ空気孔	127.4
"    スリット	69.5
空気ダクト入口面積	105.3
鈍頭部インピンジング冷却孔	36.3
ライナ総開口面積	568
ライナ断面積	1280
代表断面積	1490





- |            |                   |
|------------|-------------------|
| ① 着火用燃料供給管 | ⑩ 外側ライナ           |
| ② 主燃料マニホルド | ⑪ 入口フランジ          |
| ③ 主燃料供給管   | ⑫ 着火用燃料噴射弁        |
| ④ 主燃料ノズル   | ⑬ 鈍頭部             |
| ⑤ 空気ダクト    | ⑭ 鈍頭全圧回復板         |
| ⑥ コーナーペーン  | ⑮ 内側ライナ           |
| ⑦ ライナ止ピン   | ⑯ 内側ケーシング         |
| ⑧ 外側ケーシング  | ⑰ 計測ダクト(水冷ジャケット付) |
| ⑨ 噴射管      | ⑱ 出口温度計測座         |

図5 AS 125 の概要

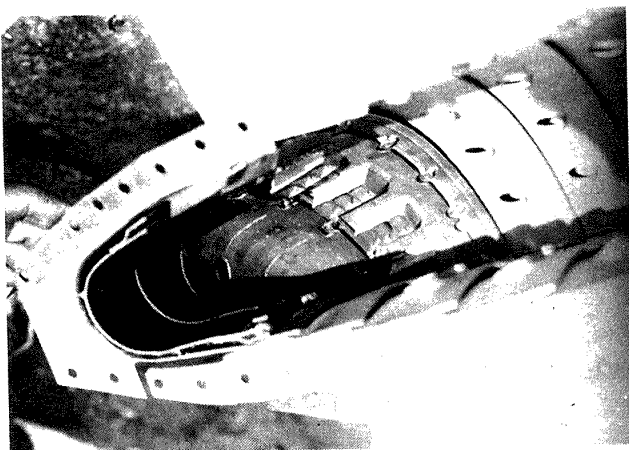


図6 AS 125.0 の鈍頭部内部

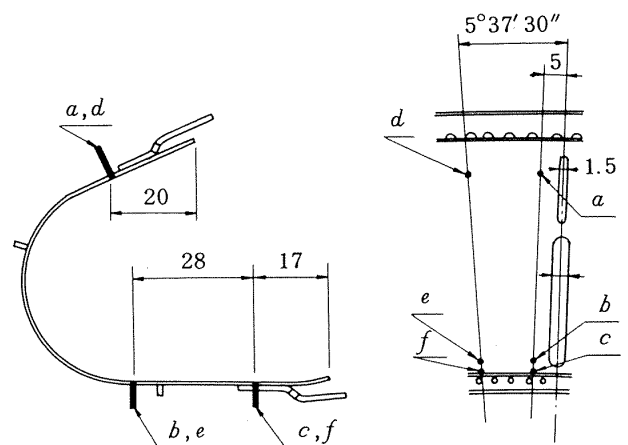


図7 遮熱板へ取付けた熱電対の位置

目の空気ダクトに全圧管, および静圧管を取付け計測した。

### 2.2.2 AS125.0の改造形

AS125の原形125.0と, それを部分的に改造した125.1から125.14(記述上125.1と, まぎらわしい125.10は呼称から除外)の合計14種について試験を行った。それらの区別, 実験番号などを表4にまとめて示す。

AS125.1は, 125.0の空気ダクト入口にブロックをし, その開口面積を $336\text{mm}^2 (=24\text{mm} \times 14\text{mm})$ から,  $238\text{mm}^2 (=17\text{mm} \times 14\text{mm})$ へ減少させたものである。

空気ダクトにブロックを取付けたときのライナ外観を図8に示す。

AS125.2は次の3項目の変更をした。噴射管出口を10mm伸長させた。遮熱板の冷却スペントフロー排出スリットからの流れを, 円周方向に偏向させるため, AS260と同様, デフレクタをつけた。内, 外ライナの端面の近くに,  $8\phi$ の穴をそれぞれ3個ずつ追加した。この加工を行ったライナをB'形と呼称する。

上記3番目の追加工は, 原形B形ライナが軸方向にならぶ $13\phi$ の空気孔列が噴射管同士の間にあるため, 円周方向の空気孔列が5列しかなく, したがって燃焼実験においてセクタ端面近くで空気流入不足による著しい火炎の伸長がみられたためこれらの追加孔を設けた。

AS125.3では, 125.2で伸長させた噴射管出口部

表4 供試燃焼器の形状

燃焼器	空気ダクト入口*	ライナ** 内 外	噴射口	遮熱板 デフレクタ	実験番号
AS125.0	原形	B B	原形	なし	760804
.1	ブロック	B B	原形	なし	760826, 760831
.2	ブロック	B' B'	伸長	有	760930, 761001
.3	ブロック	B' B'	内側切除	有	761021
.4	ブロック	B' B'	同上	なし	761209
.5	ブロック	A A	原形	なし	770207, 770303 770316
.6	ブロック	B' A	原形	なし	770214
.7	ブロック	B' B'	外周側伸	なし	770513, 770527
.8	ブロック	B' B''	同上	なし	770624, 770707
.9	原形	B' B''	同上	なし	770720, 770725
.11	ブロック	B' A	同上	なし	770830
.12	原形	B' A	同上	なし	770901, (771027)
.13	ブロック	A A	同上	なし	771101
.14	原形	A A	同上	なし	771028

\* 空気ダクト入口断面(1個) { 原形:  $24 \times 14$   
                                    ブロック付:  $17 \times 14$

\*\* ライナ

A:  $13\phi$  空気孔列が空気ダクトの後方

B:    "    中間

B': ライナBの側壁近傍に $8\phi$ の穴を開けたもの

B'': ライナB'の空気ダクト直後へ $10\phi$ の穴を追加したもの

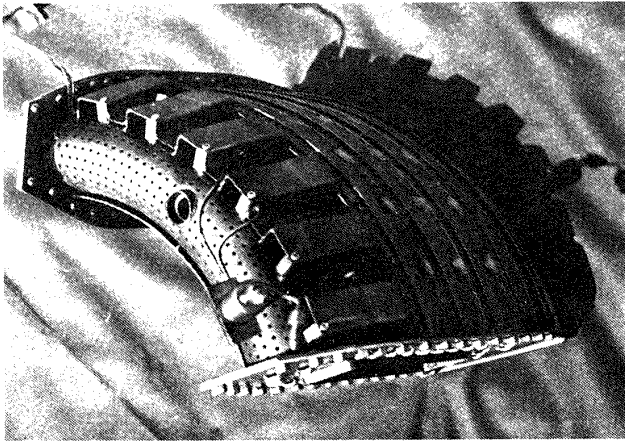


図 8(a) 空気ダクトにブロックをつけたライナ

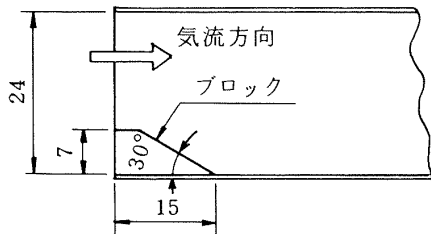


図 8(b) 空気ダクト入口ブロック形状

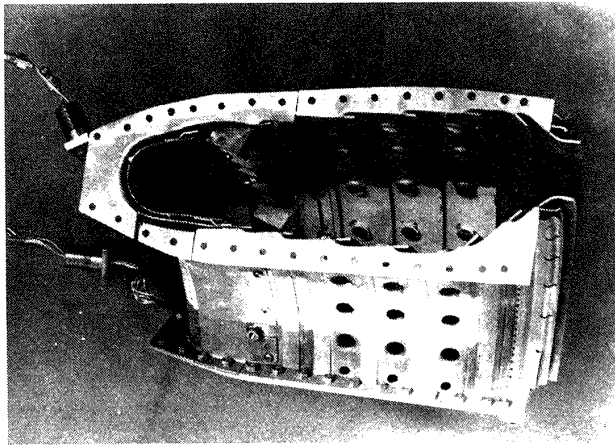
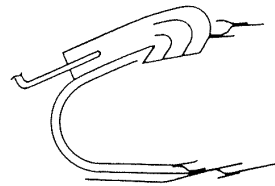


図 9 AS 125.4 の内筒

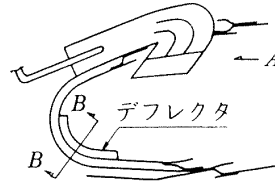
の主流前流側（噴射管曲りの内周側）を切除した。このときの噴射管出口形状を図 9 に示す。

AS 125.4 では、125.2 で設けた遮熱板デフレクタを除去した。AS 125.2 から 125.4 にわたる鈍頭部付近の変更部を図 10 に示す。

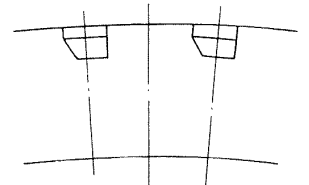
AS 125.5 では、噴射管を含む鈍頭部形状は全く AS 125.1 と同一であるが、ライナ空気孔列を半ピッチ円周方向に回転させたものを用いた。すなわち、AS 125.0 では第 3 報<sup>6)</sup>の結果から軸方向にならぶ空気



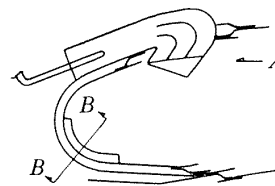
(a) AS125.0, 125.1, 125.5, 125.6



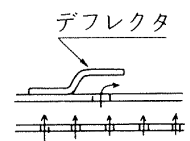
(b) AS125.2



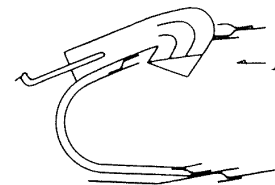
A 矢視



(c) AS125.3



B-B 断面



(d) AS125.4

図 10 AS 125 の改造形

孔列が、それぞれ空気ダクト中間位置後方にある呼称 B 形のものを用いている。しかし、この AS 125.5 では空気孔列が空気ダクトの下流側にある A 形のライナを用いた。

AS 125.6 では、外側ライナを A 形、内側ライナを B 形とした。

AS 125.7 は、再び AS 125.4 とほぼ同形状とした。ただし、噴射管出口の面積を、125.4 の 341mm<sup>2</sup> から更に絞って 252mm<sup>2</sup> とした。ライナ空気孔は、B' 形である。

AS 125.8 は、空気ダクト直後の外側ライナに、内径 10mm の空気導入ポートを付け、かつ、これより空気導入を効果的にするため、この後流側直後に高さ 10mm の全圧回復用「ついたて」をたてた。

AS 125.9 は、ライナ形状が 125.8 と全く同一で、空気ダクト入口部のブロックを取り去ったものである。

AS 125.11 は、外側ライナ A 形、内側ライナ B' 形

表5 燃焼器構造要素の性能に及ぼす効果を判定する燃焼器の組

構造要素	比較燃焼器	備考
空気ダクト 入口ブロック	AS 125.0 ) .1 )	噴射口原形 B形ライナ
	AS 125.8 ) .9 )	噴射口外周側伸 B'-B'ライナ
	AS 125.11 ) .12 )	噴射口同上 B'-Aライナ
	AS 125.13 ) .14 )	噴射口同上 A-Aライナ
ライナ空気孔	AS 125.1 ) .5 )	A形とB形の相違
	AS 125.1 ) .7 ) .6 ) .8 )	外側ライナの相違
	AS 125.5 ) .11 ) .6 ) .13 )	内側ライナの相違
噴射口 の形状	AS 125.2 ) .3 )	ライナB形 デフレクタ有
	AS 125.5 ) .13 )	ライナA形
デフレクタ	AS 125.3 ) .7 )	ライナB'形

で、空気ダクト入口にはブロックがある形である。

AS 125.12 は、AS 125.11 と同一の内、外ライナであるが、空気ダクト入口部にはブロックがない。

AS 125.13 は、内、外ライナ共にA形であるが、空気ダクト入口にはブロックがある。

AS 125.14 は、内、外ライナはAS 125.13 同様A形であるが、空気ダクト入口にはブロックがない。

これらの燃焼器内筒構造変化による燃焼器特性の違いを実験結果により対比することのできる燃焼器の組を表5に示す。

なお、AS 125.12 をつかって、出口温度分布などへ重力のおよぼす影響を知るために燃焼器をさかさに取付けた燃焼試験も行った。

### 3. 実験方法

#### 3.1 非燃焼試験

燃焼を行わない状態でダフト法による、流れ模様の測定と、通風テストを行った。

前者の場合は、燃焼器出口側から先端に木綿ストリーマをつけたプローブを、三次元トラバース装置にとりつけて燃焼室内に挿入し、風速を数m/s以下とした状態で観察、記録を行った。

通風テストは、燃焼試験の直前、または直後に圧力損失、および空気ダクト空気流量を知る目的で行った。

#### 3.2 燃焼試験

通常の燃焼試験は、燃焼器の後流側に排出ガス温度を測定する計測ダクトを取り付けた状態で行った。

排出ガス分析を行う際には、図1に示したように上記出口温度計測ダクト(以降、単に計測ダクト)の後部に、更に排ガス混合器をつけた状態で燃焼試験をした。出口温度計の位置はAS-20系の場合と同一で、噴射管中間後方の5箇所測定している。

燃焼室内ガス分析の場合には、燃焼器出口以降の計測ダクトおよび排ガス混合器をとりはずした状態で行った。図4に示すように燃焼器出口よりガス採取プローブを挿入し、予定の位置からガスを採取した。

実験条件は、

入口空気温度  $T_1$  : ( $\sim 310\text{K}$ ), 450K, 600K  
風速  $U_r$  : 16m/s, 19m/s, 22m/s  
空燃比  $n$  : 50 ~ 110

に設定した。

燃焼室内ガス分析の際は、 $T_1 = 450\text{K}$ ,  $U_r = 19\text{m/s}$ とし、AS 125.7の主軸方向のガス採取では、 $n = 50, 70$ , および100の3種、主軸に鉛直な断面、およびAS 125.5のガス採取の場合には、 $n = 70$ のみを条件とした。

本報告中のすべての燃焼試験計測時は、燃焼を主燃料ノズルのみによって供給した。すなわち、図4⑫の着火用渦巻噴射弁は、着火の目的を果した後は、燃料を遮断した。

なお、使用燃料はJet A-1である。

#### 3.3 データ処理法

燃焼器特性値の計算法は、第1報<sup>4)</sup>に述べた方法によっている。ただし、そのうち燃焼器出口全圧は、大気圧と排出ガスの動圧とを加え合せた値としているので、今回の試験のうちで、排ガス混合器を使用した場合には、それが抵抗となるため信頼性のある全圧とはなっていない。

ガス分析によって、各成分の体積濃度の他に、次

の諸値を計算した。ここで、 $X_A$  は組成成分 A のモル分率である。

- i) 局所当量比 (添字  $l$  をつける), 又は排出ガス当量比  $\phi_c$

$$\phi_c = \frac{F_L}{F_S}$$

ここで、 $F_L$  は採取ガスの燃空比で、

$$F_L = \frac{X_{CO_2} + X_{CO} + X_{THC}}{X_{O_2} + X_{CO_2} + \frac{X_{CO} + X_{H_2O}}{2}} \cdot \frac{M_C}{M_{O_2}} \cdot \frac{f_{O_2}}{f_C}$$

で与えられる。上式で  $f_C$ 、および  $f_{O_2}$  は、それぞれ燃料、および空気中における炭素、あるいは酸素の重量分率で、0.857、および 0.2315 である。

$F_S$  は理論混合比燃空比で、0.0675 である。

- ii) 排出指数  $EI(A)$ 、又は局所排出指数  $EI_l(A)$  [g/kgfuel]

$$EI(A) = (1 + n_c) \frac{M_A}{M_g} \frac{X_A}{1000}$$

$$EI_l(A) = \left(1 + \frac{1}{F_L}\right) \frac{M_A}{M_g} \frac{X_A}{1000}$$

ここで、 $n_c$  は、採取ガス中の炭素化合物量から求めた排出ガス平均空燃比である。

燃焼室内部の局所的ガス濃度を示すときには、局所燃空比  $F_L$  を用いた  $EI_l(A)$  を用いた。

- iii) 燃焼効率  $\eta_c$  [%]

$$\eta_c = \left[ 1 - \frac{f_C \{ (XMh)_{CO} + (XMh)_{THC} \}}{M_C H_u (X_{CO} + X_{CO_2} + X_{THC})} \right] \times 100$$

ここで、 $(XMh)_{CO}$  などは、CO のモル分率、分子量、およびその発熱量をかけ合せたものを意味する。

$h_{CO} = 2416 \text{ kcal/kg}$ 、および  $h_{THC} = H_u = 10220 \text{ kcal/kg}$  とした。

#### 4. 実験結果

4.1 で各燃焼器の特性、すなわち、燃焼効率、圧力損失、および燃焼器出口温度分布などを比較して示す。また、本燃焼器の遮熱板温度を耐久性向上対策上の参考資料として各ライナについて比較する。

4.2 では、いくつかの燃焼器の排出ガス分析結果を示す。

最後に、排出ガス特性を知る上で重要な資料となる燃焼室内の流れ模様と、燃焼室内ガス濃度分布の測定結果を 4.3 で示す。

各燃焼器の実験結果を比較する各図中の記号は、特に断わりのない限り、表 6 に示す各燃焼器固有の記号を用いた。

なお、各燃焼試験における主要な実測値を巻末に付表として載せた。

表 6 図中記号と燃焼器

記号	燃焼器
○	125.0
△	125.1
□	125.2
◇	125.3
▽	125.4
◐	125.5
◑	125.6
●	125.7
▲	125.8
■	125.9
◆	125.11
▼	125.12
◒	125.13
◓	125.14

#### 4.1 燃焼器特性

AS 125 の燃焼状態は、他の AS 形燃焼器同様、安定した青炎燃焼を示す。しかし、 $T_1$  の低い状態では、部分的に遮熱板に沿って輝炎が存在する。

$n = 90$  以上の場合には、噴射管付近、またはそれより前流側の鈍頭内部にのみ青炎が存在し、ライナ後半部には火炎が見えない。

$T_1 = 450 \text{ K}$  の条件では、最も燃焼流量の多い  $n = 50$  のとき、噴流の衝突部、すなわち噴射管延長部付近の遮熱板上に長円形の燃料で濡れた部分が見られる。その燃料はこの部分から他へ流れ出さない程度に保たれている。

上の条件より空燃比が大きい、または  $T_1$  が高

い場合には、遮熱板部の濡れは全く見られない。

4.1.1 燃焼効率

図11と12に、入口空気温度  $T_1$  がそれぞれ 600 K、および 450 K の条件で比較した AS 125.0 から 125.14 までの出口温度測定に基づく燃焼効率  $\eta_b$  の特性を示す。出口でのガス温度の不均一性と温度計固定位置の関係により、 $\eta_b$  は必ずしも 100% 以下とはならない。それらの図に示されるように、原形 AS 125.0 は試験空燃比範囲全般にわたって、80% に至らない燃焼効率である。

空気ダクト入口部をブロックした AS 125.1 では、それより数% の燃焼効率向上が認められる。しかし保炎性能はかえって劣化し、 $n = 100$  以上では吹き消えてしまう。

図11や12では、AS 125.0、および 125.1 以外の

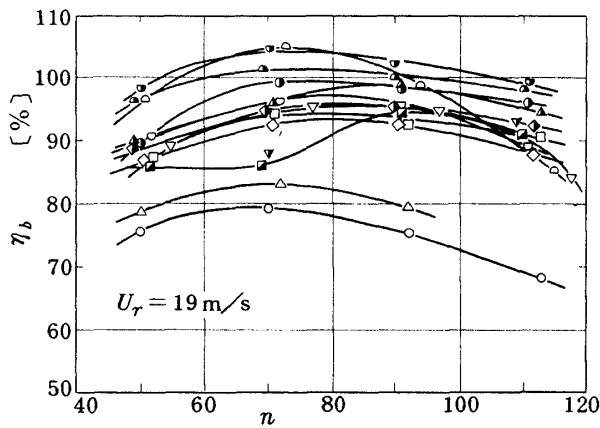


図11  $T_1 = 600 \text{ K}$  での燃焼効率特性比較 (記号は表6参照)

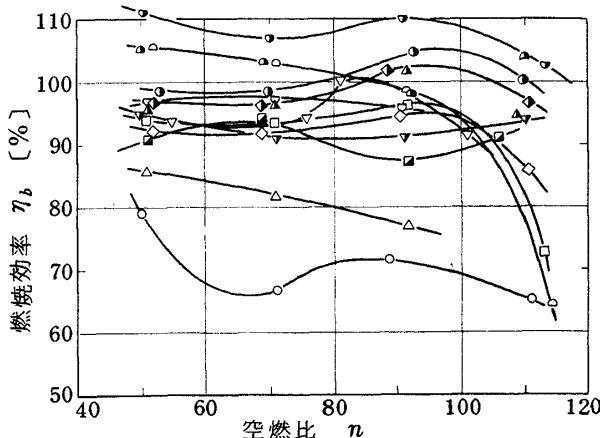


図12  $T_1 = 450 \text{ K}$  での燃焼効率特性比較 (記号は表6参照)

すべての燃焼器は、所要空燃比範囲  $n = 50 \sim 110$  でほぼ 85 ~ 100% の燃焼効率を示している。

AS 125.0 と 125.1 以外の燃焼器は、次のいずれかの構造をとっている。

- a) 噴射管を伸長させている。
- b) 空気ダクト入口にブロックを設けている。

なお、排出ガス分析による燃焼効率  $\eta_c$  を、空燃比  $n_c$  について、AS 125.7 を例にみても図13のようである。この図によると、 $n_c = 50 \sim 90$  の範囲では燃焼効率  $\eta_c$  が 97% 以上であり、 $U_r = 22 \text{ m/s}$  の 1 点を除けば、高負荷になるに従って燃焼効率が向上している。風速の違いによる差はほとんどない。

なお、既報<sup>6)</sup>で紹介した燃焼器 AS 252.1 の燃焼効率特性は、図14のようである。AS 125 系のものくらべて AS 252.1 の方が燃料希薄側での燃焼効率低下が少ない。また、AS 252.1 では、わずかながら風速の影響が現われている。

図15と16では、ライナ空気孔列の相対位置が異なる燃焼器同士の  $\eta_c$  を比較した。

図15で比較している燃焼器 AS 125.7, 125.11 お

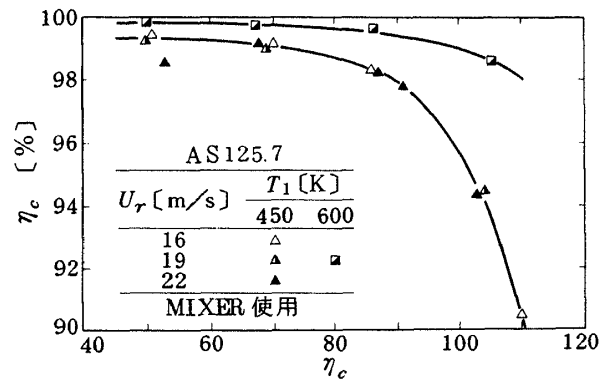


図13 AS 125.7 の燃焼効率特性

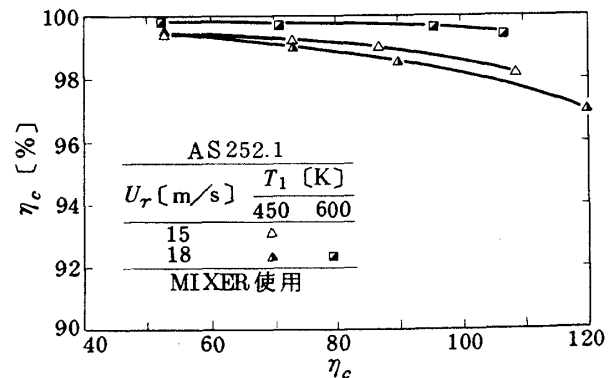


図14 AS-252.1 の燃焼効率特性

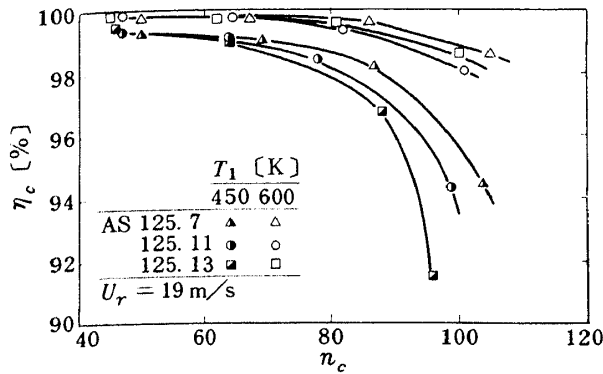


図15 ライナ空気孔列の異なる燃焼器同士の比較 (空気ダクト入口面積, 238 mm<sup>2</sup>)

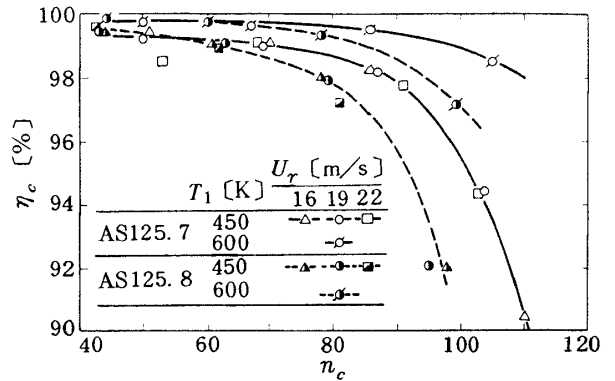


図17 噴射管直後から空気導入を行った効果

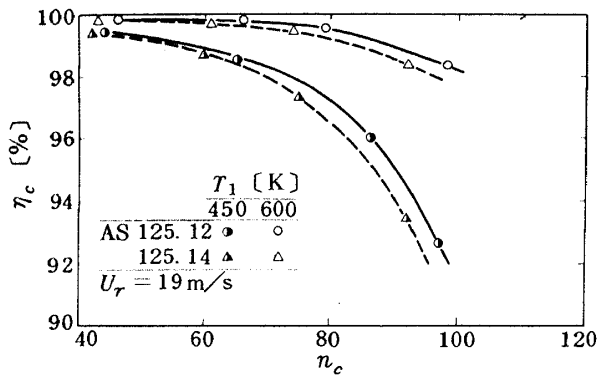


図16 ライナ空気孔列の異なる燃焼器同士の比較 (空気ダクト入口面積, 336 mm<sup>2</sup>)

よび 125.13 は鈍頭部などの構造は全く同一である。しかし、AS125.7は内、外ライナ共に空気孔列が空気ダクトの中間部後方に位置する、いわゆるB'形のライナを用いている。AS125.13は、内、外ライナ共に、その空気孔列が半ピッチ円周方向に回転したA形のライナを用いている。AS125.11は、外側ライナがA形、内側ライナがB'形である。

図15の結果は、B'形ライナを用いたAS125.7が最も良好であることを示している。また、燃焼効率低下が比較的問題となる $T_1 = 450 \text{ K}$ の燃料希薄領域では、内、外ライナ共にA形のAS125.13より、内側にB'形を用いた125.11の方がわずかであるがすぐれている。

図15は、空気ダクト入口にブロックがある場合であるが、そうでない場合でも、図16のように、内側にB'形、外側にA形の燃焼器AS125.12は、共にA形のライナを用いた125.14より、ごくわずかで

あるが良好な結果を与えている。

B形ライナの方が良い燃焼効率を示すという事は、環状燃焼器AS-250による試験で結論した<sup>5)</sup>結果と一致する。

図17では、噴射管直後のライナ部分から空気導入をはかったAS125.8を、125.7と比較している。この空気導入によって、空燃比の大きい場合の燃焼効率低下が著しくなっている。

#### 4.1.2 圧力損失

$T_1 = 300 \text{ K}$ におけるAS125.0, 125.1, および125.3の全圧損失係数 $\phi$ を比較してみると、図18のようである。同図によると、原形のAS125.0と、空気ダクト入口部にブロックをしたAS125.1(破線)は、ほとんど同一の $\phi$ の値である。同図に実線で示すAS125.3では、それより低い $\phi$ を示し、かつ温度比 $T_2$

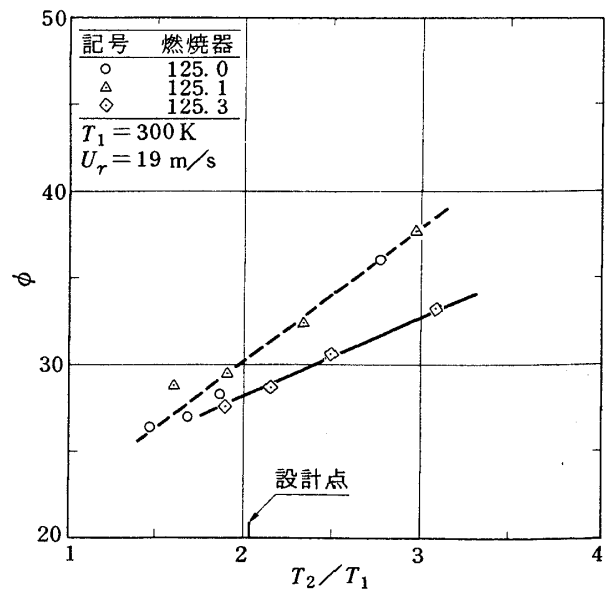


図18  $T_1 = 300 \text{ K}$ の時の圧力損失係数の比較

$\phi/T_1$ が増加するに従い、上二者との差が増大する。

図19では、AS 125.4を除く125.0から125.6の $\phi$ の値を、 $T_1 = 450\text{ K}$ の場合について比較している。この図によると、外側ライナにA形ライナを使用したAS 125.5と125.6(破線)が、他のB形ライナを用いた燃焼器よりも大きな $\phi$ の値を示している。またこの図で、AS 125.1と125.2がほとんど $\phi$ の値に差がないことから、遮熱板スリット部にデフレクタを付けたこと、ライナ両端部に3個ずつ8 mmの穴を追加したことは、 $\phi$ の値にほとんど変化を与えないことがわかる。

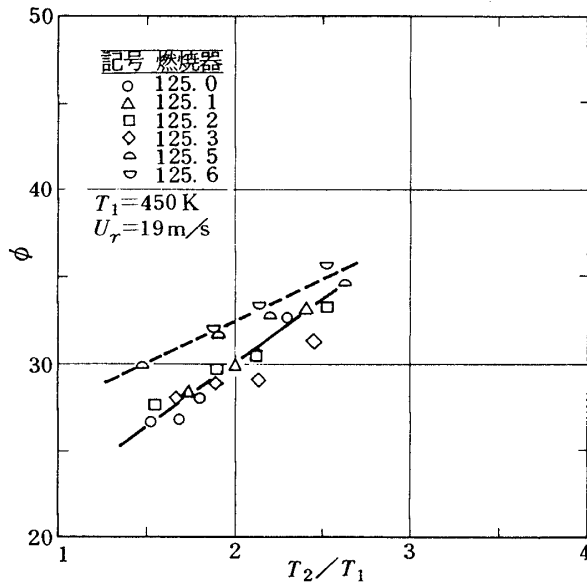


図19  $T_1 = 450\text{ K}$ の時の $\phi$ の比較

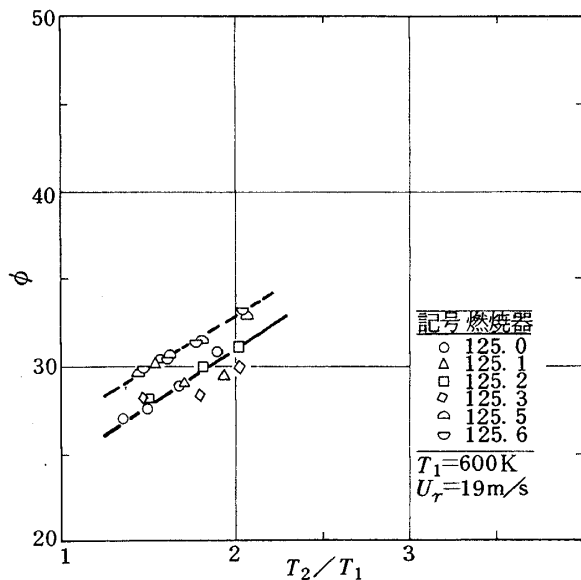


図20  $T_1 = 600\text{ K}$ のときの $\phi$ の比較

図19で、AS 125.2と125.3を比較すると、後者が $T_2/T_1$ の大きい場合に、やや $\phi$ の小さい値となる傾向にある。これら両燃焼器の唯一の相異は、噴射管出口形状のみである。図10参照。

図20に示す $T_1 = 600\text{ K}$ の燃焼条件でも、上記同様、A形ライナを外側に使用したAS 125.5と125.6が最も高い $\phi$ を示し、B形ライナを用いたAS 125.0 125.1, 125.2, および125.3はそれより少し小さい $\phi$ を示す。中でも125.3は最も全圧損失係数の低い傾向を示す。AS 125.1の $\phi$ は、この条件で他の燃焼器とやや異なった $T_2/T_1$ に対する依存性を示す。すなわち、 $T_2/T_1$ が増加しても $\phi$ は余り変化しない。

4.1.3 燃焼器出口温度分布

半径方向温度分布 前報までの結果同様、 $T_1 = 300\text{ K}$ 付近の条件を除けば、出口半径方向温度は無次元表示をすると、 $T_1, U_r, n$ などの実験条件にかかわらず、各燃焼器固有の形状となった。

図21に各燃焼器の無次元温度値を比較して示す。同図によると、燃焼効率特性の劣るAS 125.0などは翼端部、すなわち $r = 1$ 付近で比較的低温である。燃焼器特性のすぐれたAS 125.4, 125.7, 125.11, それに125.12などは、比較的タービン翼端側が高く、翼根側が低い要求分布形に近い形となっている。

図22にAS 125.11の半径方向温度実測点と、要求分布形(実線)とを比較して示す。この比較で、両者がかなり近い形であることがわかる。

半径方向温度分布形を検討する際、燃焼ガス流れにたいする重力の影響が懸念される。そこで、AS

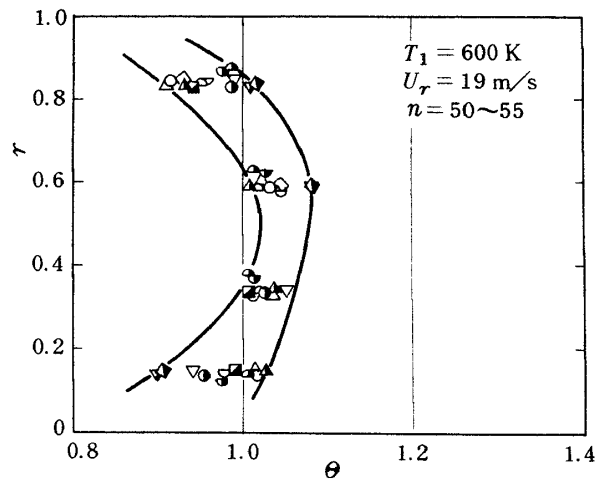


図21 各燃焼器の無次元化出口温度分布



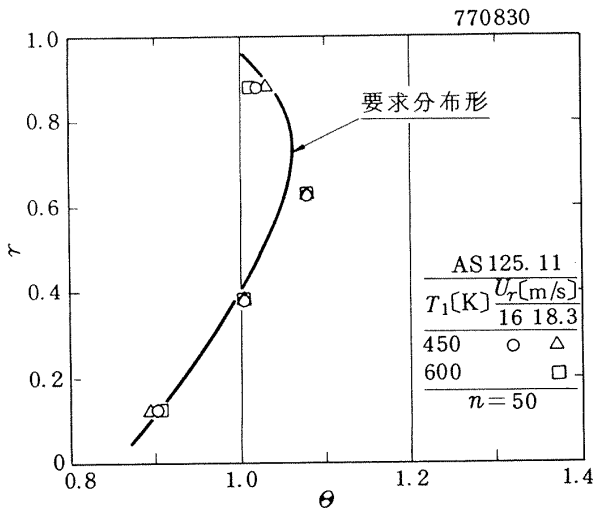


図 22 AS 125. 11 の出口半径方向温度と要求温度分布形

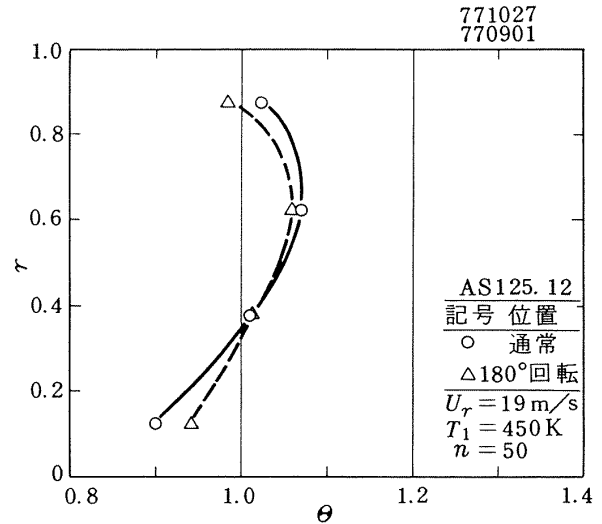


図 24 燃焼器の上下を転回した場合の温度分布

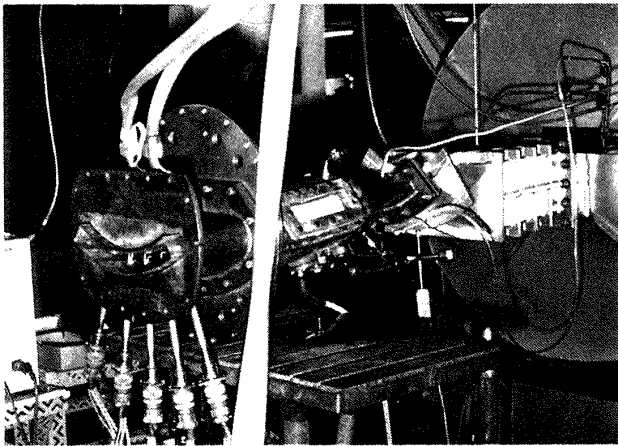


図 23 セクタ燃焼器を上下転回して計測を行っている状況

125. 12 を図 23 に示すように燃焼器全体をさかさに取り付けて出口温度分布の比較を試みた。その結果が、図 24 である。

図 24 によると、重力の作用する向きにわずかに温度分布の変化が見られる。それでも依然として温度のピークはやや翼端側にあり、重力の影響は僅少であることが確かめられた。

**円周方向温度分布** 図 25 に燃焼器後方から見た円周方向出口無次元温度（半径方向 4 点平均）分布を示す。同図中の燃焼器で、AS 125. 5 以外は、噴射管先端部の片側のみが絞られている。このため僅かではあるが噴流は円周方向成分を持つと考えられる。ことに AS 125. 3 は遮熱板スリットからのスペントフローもデフレクタにより  $\theta = 1$  の方向へ向け

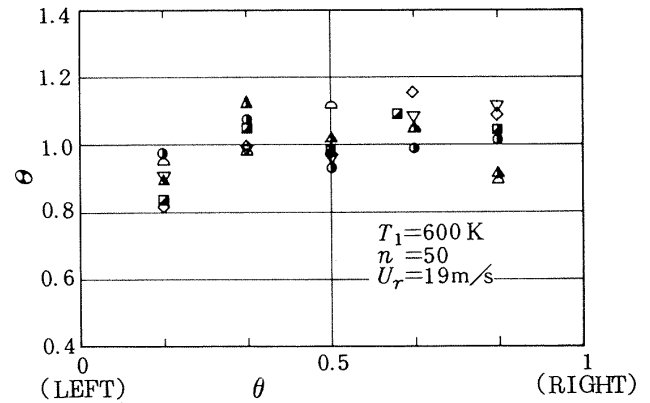


図 25 円周方向出口温度（記号は表 6 参照）

られている。図 25 によると、各燃焼器の出口無次元化温度の値は平均値から  $\pm 20\%$  以内の値にある。

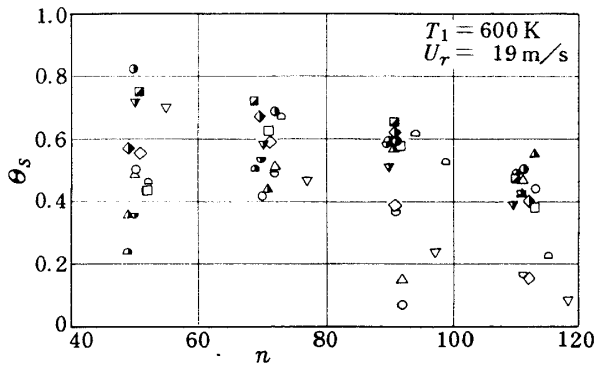
#### 4. 1. 4 遮熱板温度

遮熱板温度  $T_S$  は、供給空気温度  $T_1$  などの上昇に伴って上昇する。設計時に遮熱板の耐久上限温度と仮定した  $1150 \text{ K} (= T_{SL})$  を基準とした無次元温度  $\theta_S$  によって各燃焼器の遮熱板温度を比較してみる。

各遮熱板位置の  $\theta_S$  は、 $T_1$  が高い程大きな値を示す。 $T_1 = 600 \text{ K}$  の場合について、全供試燃焼器の  $\theta_S$  を比較してみると、図 26 のようである。同図は各燃焼器遮熱板測定温度のうち  $n = 50$  で最高値を示した点について比較している。

図 26 によると、おおよその傾向としては、空燃比が小さいほど遮熱板温度は高い。 $n = 50$  付近での値に注目してみると、次のようなことがわかる。

AS 125. 1 ~ 125. 5 は、遮熱板内径側の  $f$ 、または  $c$  点が高温である。しかしその温度は、125. 4 を除



AS 125.8 と 125.9 は, *b* と *d* が不良  
AS 125.11 ~ 125.14 は, *b, d, f* が不良

図 26 遮熱板温度の比較

けばいずれも  $\theta_s = 0.5$  程度である。

ところが, AS125.7, 125.9, および 125.12 など *a* 点が高い温度を示す。かつその場合,  $\theta_s = 0.7 \sim 0.8$  である。AS125.8 ~ 125.12 の場合, *d* 点の測定ができなかったが, 125.7 で *d* 点が高くて, 次が *a* 点であることから判断して, それらの燃焼器でも *d* 点はかなり高い値であったと推定される。

#### 4.2 排出特性

今回の一連の実験では, 燃焼器内のごく一部を除いて全体的に青炎燃焼を行い, 排煙は生じなかった。これは, 排出ガス採取の際, 採取プローブの後に設けてあるフィルターがほとんど汚れないことから確認できた。

本節では, 燃焼器出口に取付けた排ガス混合器直後で採取した気体成分について分析結果を示す。

4.2.1 では, 未燃焼排出成分の全炭化水素 (THC) および一酸化炭素 (CO) について述べる。

4.2.2 では, 窒素酸化物 ( $NO_x$ ) について結果を記す。

なお, 燃焼器排出ガス中の炭素成分をもとに求めた空燃比  $n_c$  と, 燃焼器に供給した空気量と燃料量に基づく空燃比  $n$  との違いをみると, 図27のようである。この図によると, 図中の4個の燃焼器全体でのばらつきは  $\pm 16\%$  にも達するが, 個々の燃焼器についてみると, それぞれの平均値にたいし  $\pm 4\%$  以内のばらつきにある。

##### 4.2.1 未燃焼成分の排出

未燃焼排出成分 CO, および THC の空燃比  $n_c$  にたいする変化を, AS125.7 の場合について図28に

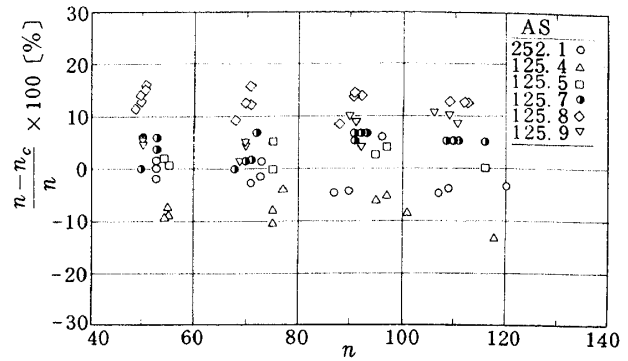


図 27 供給燃料, 空気量による空燃比と排出ガス分析値による空燃比の違い

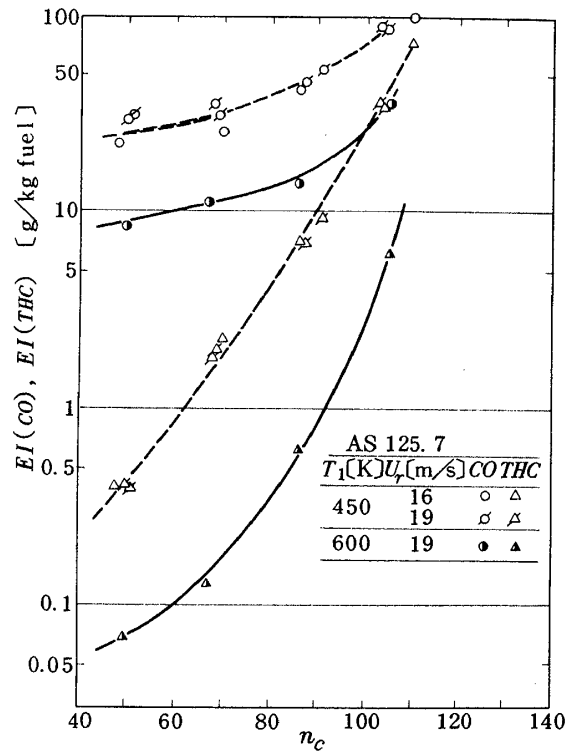
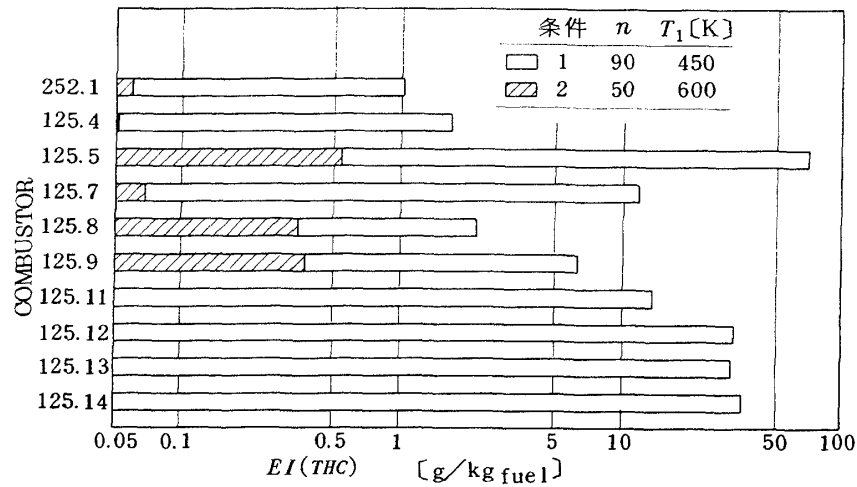
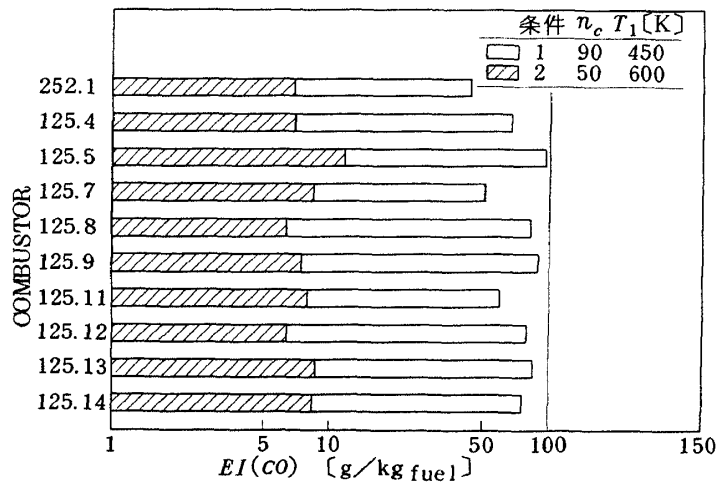


図 28 AS 125.7 の未燃焼成分排出

示す。これによると, それらの成分の排出指数 (以降, 単に排出値と記す) は,  $n_c$  が小さくなるに従って減少する。また,  $T_1$  が高い程排出値は少ない。  $T_1$  が 450 K から 600 K に上昇すると, CO は  $1/3$ , THC は  $1/5$  程度に減少する。  $U_r$  が 16 m/s から 19 m/s へ増加した影響はほとんどない。

他の燃焼器の場合も, 全く同じ傾向を示す。

排出ガス分析を行った各燃焼器の THC の排出値比較を, 図29に示す。この図では, 圧力条件を除きエンジンアイドル条件に近い  $T_1 = 450$  K,  $n = 90$  (条件1という) と, 比較的設計点条件に近い  $T_1 =$

図 29 各燃焼器の  $THC$  排出値図 30 各燃焼器の  $CO$  排出値

600 K,  $n=50$  の条件 (条件 2) について比較している。

図 29 によると, AS 125.5, 125.8 および 125.9 などは, 条件 2 で  $THC$  の排出がある程度みられるが, 他の燃焼器はその条件ではほとんど排出が検知されない程度である。AS 252.1, 125.4 および 125.8 では, 条件 1 でも比較的  $THC$  の排出が少ない。AS 125.5 では, 両条件で他の燃焼器より多い排出値を示す。

AS 125.4 や既報の 252.1 はこの  $THC$  の排出に関しては最も良好である。

$CO$  の排出に関して, 同様の比較をしてみると図 30 のようである。同図によると, いずれの燃焼器の場合でも, 上記 2 条件での排出指数はそれぞれ似たり寄ったりのレベルである。

前報<sup>8)</sup>で, 実機エンジン作動条件と模型試験結果とを照合するために, パラメータ  $P_1 T_1 / (n_c U r)$  を使用した。今回もその比較を行ってみると, 図 31 と 32 のようである。図 31 の  $THC$  に関しては, 異なる燃焼器同士に相当の点のばらつきが見られ, 燃焼器による  $THC$  排出値が構造要素の違いによって大巾に異なることを示している。図 32 の  $CO$  に関しては AS 系の各燃焼器が統一的な傾向を示し, 環状模型の加圧燃焼試験<sup>8)</sup>の傾向とも一致する。一方, エンジンの作動条件<sup>8)</sup>とは別に燃焼条件パラメータを独立に変えると図 33 のように, 上記一連の排出特性傾向からはずれた結果を示す。

#### 4.2.2 窒素酸化物排出

窒素酸化物  $NO_x$ , および  $NO$  の排出を, まず AS 125.7 を例にとってみる。横軸に当量比をとって,

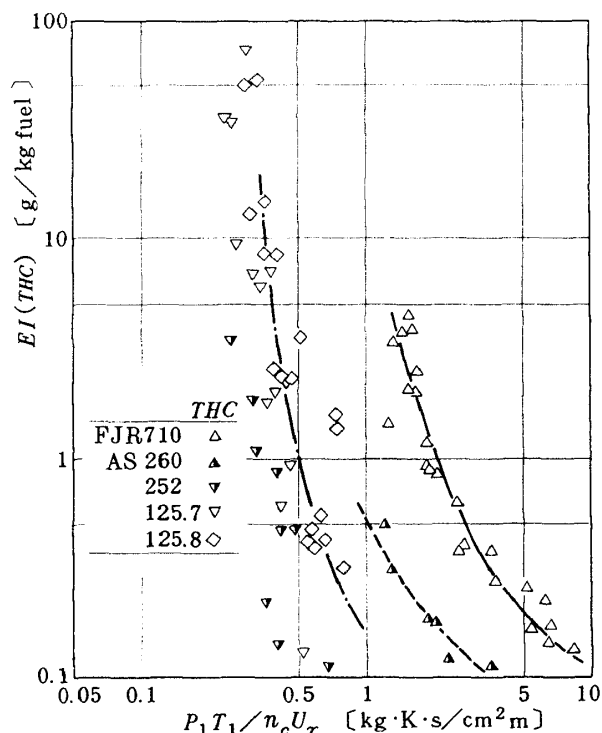


図31 THCの排出傾向

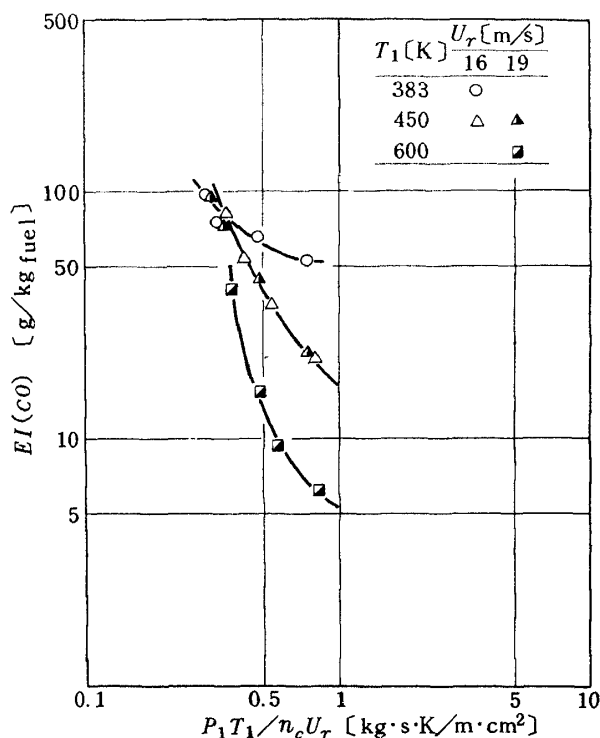


図33 パラメータ  $P_1T_1/n_cU_r$  に対するCOの排出特性 (AS125.7)

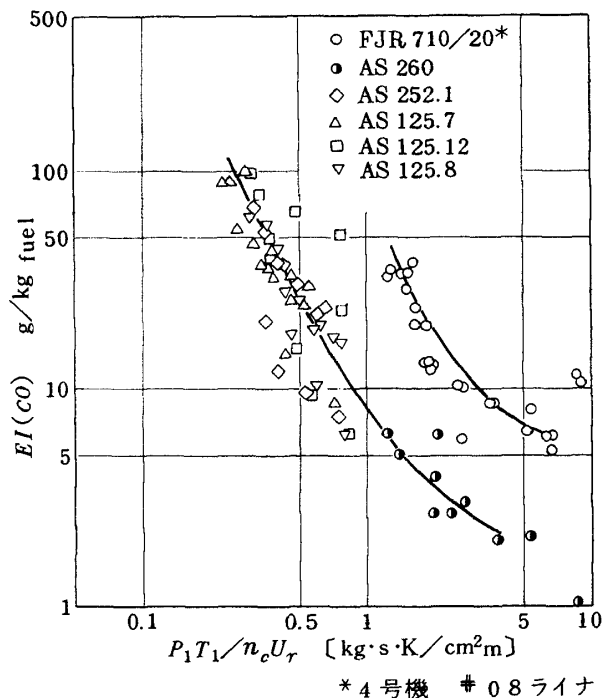


図32 COの排出傾向

それらの排出指数を示すと、図34のようである。

図34によると  $NO_x$  も  $NO$  も当量比  $\phi_c$  の増加に従い 0.2 程度までは急激に排出量が増す。 $\phi_c = 0.22$  以上になると  $NO$  も  $NO_x$  もごく僅かの増加にとどまるか、むしろやや減少の傾向を示している。

$T_1 = 450$  K と  $600$  K の場合を比較すると、 $NO_x$  の場合、後者の温度では前者の 50% から 100% 増の結果となる。

$U_r$  の影響を、 $T_1 = 450$  K の場合について図 35 に示す。 $EI(NO_x)$  の  $U_r$  に対する依存性は余りないことがわかる。厳密には、 $n_c = 90$  では  $U_r$  が 19 から 22 m/s になると、ごくわずかに  $NO_x$  または  $NO$  が低減し、 $n_c = 110$  では  $U_r$  が 16 m/s のとき、やや  $NO_x$  の値が低い。他の空燃比では  $U_r$  のこの程度の変化では  $NO_x$ 、または  $NO$  の排出の変化はない。

全体的にみて、風速  $U_r$  の変化による  $NO_x$ 、または  $NO$  の変化はほとんどないといえる。

図36に、AS 252.1 と AS 125.4 ~ 125.12 (125.6 を除く) の  $T_1 = 600$  K、 $U_r = 19$  m/s での  $NO_x$  排出指数を比較してみる。この図によると、AS 252.1 や AS 125.4 は最も高い  $NO_x$  排出を示す。AS 125.9 は、作動範囲  $\phi_c = 0.13 \sim 0.3$  ( $n_c = 50 \sim 110$ ) の全域にわたって、最も低い  $NO_x$  排出を示す。ガスタービン燃焼器の代表的条件の当量比 0.3 の付近でその最低値 (AS 125.9) は、最高値 (AS 125.4) の 60% 程度である。

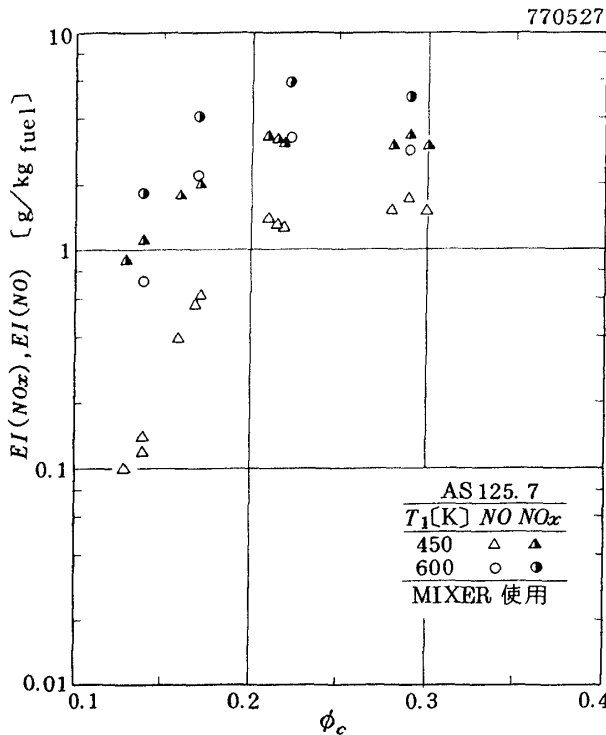


図 34 当量比の変化に対する窒素酸化物の排出傾向

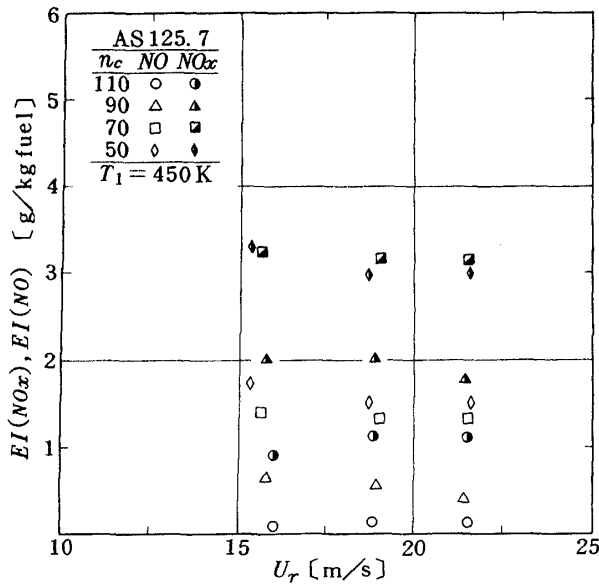


図 35 代表断面風速の変化と窒素酸化物排出

また、図36によると AS125.4 は  $\phi_c = 0.25$  より当量比の大きな範囲での計測値がないが、AS125.7 や、125.11 などが  $\phi_c = 0.2 \sim 0.4$  で  $NO_x$  排出の最高値を示し、それより高負荷となると、かえってその排出値が減少することからみて、AS125.4 の場合もそれ以上には増加しないとみられる。

後の燃焼室内ガス採取分析の結果に示すように、

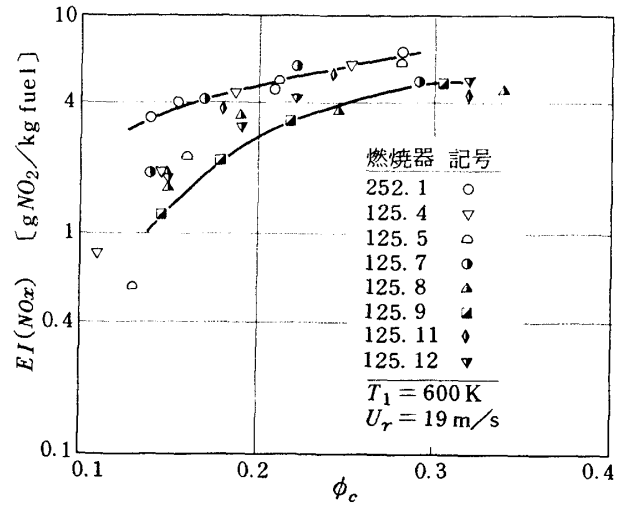


図 36 各燃焼器の  $NO_x$  排出レベル

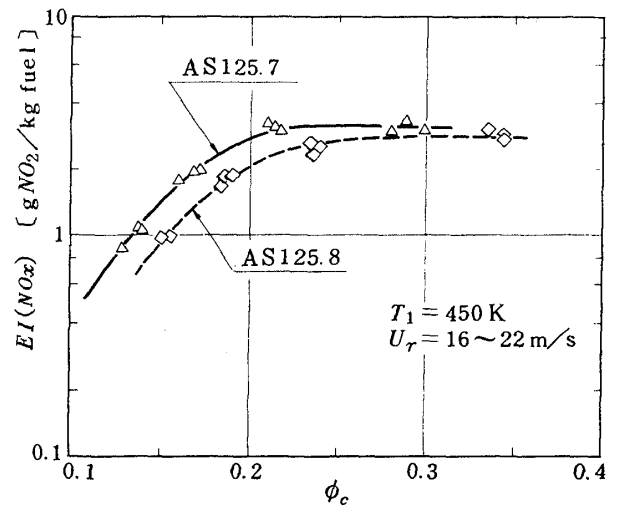


図 37 噴射管後部 10 φ 孔追加加工の効果

噴射管直後が  $NO_x$  生成に関連が深いとみられたので、各噴射管直後のライナ部に直径 10 mm の追加空気孔を設けてみた。その空気孔を設ける前の AS 125.7 と、追加空気孔を設けた後の AS 125.8 の比較を図 37 に示す。

以上の各燃焼器の排出比較は、実測した  $NO_x$  排出指数をそのまま比較している。しかし、 $NO_x$  の排出指数は、実験時の供給空気の温度、および絶対湿度に大きく影響を受けることが知られている。また、わずかながら風速、あるいはマッハ数の影響もあるといわれる。

そこで、各燃焼器の相互比較のためには、同一の規準条件へ排出値を補正して比較する必要がある。

文献<sup>10)</sup>によると, 規準条件 (\*印で示す) への補正は次式で示される。

$$EI(NO_x)^* = EI(NO_x) \sqrt{\frac{P_1^*}{P_1} \frac{M}{M^*}} \alpha \exp \left\{ \frac{1.14(T_1^* - T_1)}{288} \right\} / \exp \{ 0.019(H^* - H) \} \dots (1)$$

ここで比較のための同一の規準条件として,  $T_1^* = 450 \text{ K}$ ,  $H^* = 10 \text{ g water/kg air}$ ,  $M_1^* = 0.04$  ( $U_r = 19 \text{ m/s}$ ),  $P_1^* = 1.1 \text{ kg/cm}^2$  とする。

この修正を行って比較してみると, 図38のようになる。図38によると,  $\phi_c = 0.25$  以上では各燃焼器の排出に土 20% 程度の差しかない。 $\phi_c$  がそれより小さい領域では各燃焼器に相違がみられる。すなわち,  $\phi_c = 0.16 \sim 0.22$  ( $\eta_c = 70 \sim 90$ ) の領域で  $NO_x$  排出の最も高いものは AS 125.7 で, 最も低いものは AS 125.9 である。

これと対照的なのが環状燃焼器 AS-260 の結果<sup>8)</sup> で, 図39に示すように,  $\phi_c$  が大きくなるに従って  $EI(NO_x)$  は低減の傾向を示す。

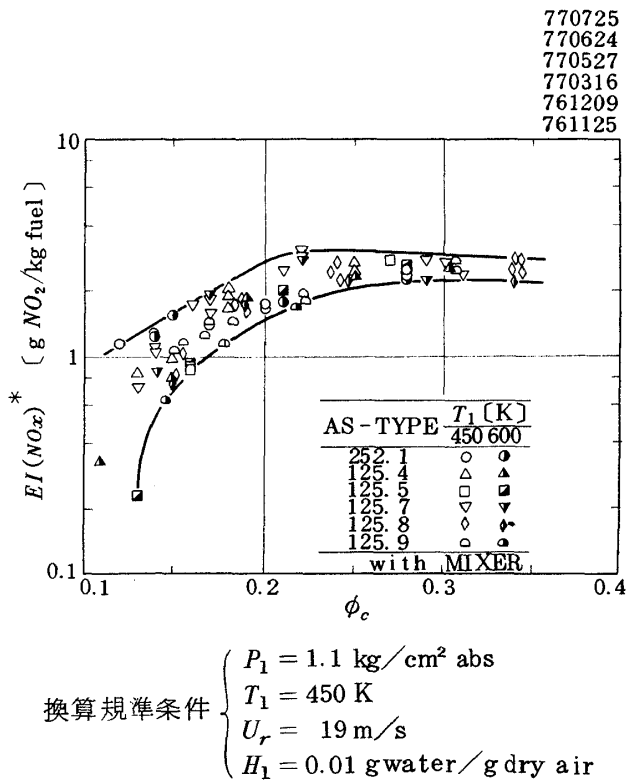


図38 セクタ形燃焼器の  $NO_x$  排出傾向

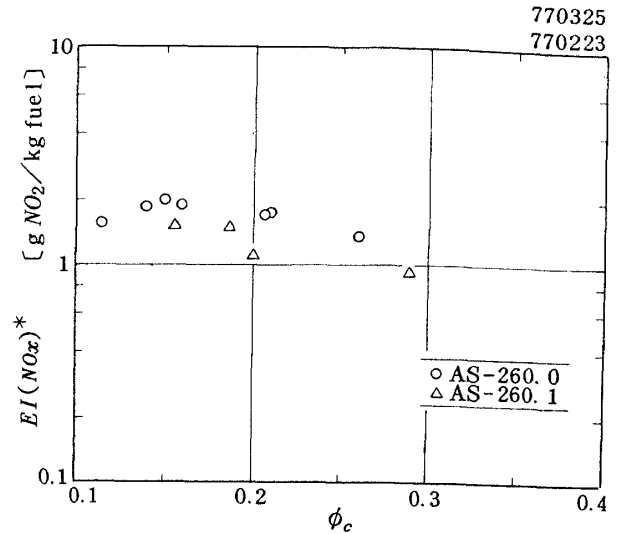


図39 環状燃焼器 AS260 の  $NO_x$  排出傾向 (換算規準条件は図38と同じ)

次に, 第2報<sup>5)</sup> で試みた燃焼不完全率, すなわち  $100 - \eta_c$  にたいする  $NO_x$  排出指数の関係を, 各燃焼器について比較してみる。

まず, AS 252 で, 燃焼器出口に排ガス混合器を用いなかった場合の結果を, 図40に示す。

この図中で実線は AS 21 ~ 24 による実験結果を示す。AS-20 シリーズの燃焼器では, 上記の関係が両対数グラフ上ではほぼ直線を示していた。図40の場合にはそれよりも実験点がかなりばらついている。

同じ燃焼器でも, 燃焼器出口に排ガス混合器をと

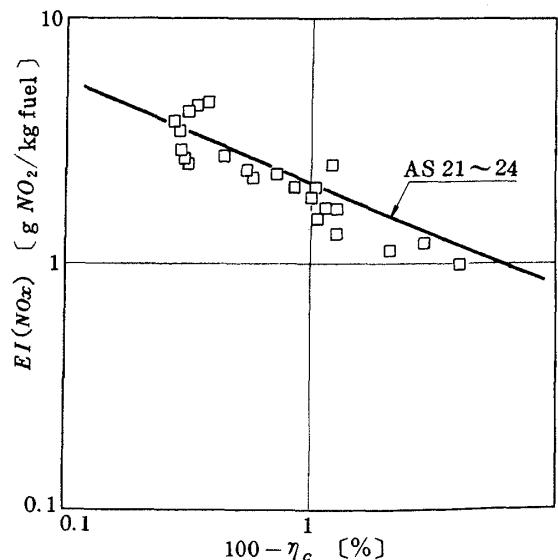


図40 AS 252 における  $NO_x$  の排出 (出口ミキサのない場合)

りつけ、ガス採取を行った場合には、図41のように供試条件にかかわらず一本の線に沿った結果となる。

排出ガス分析を行った AS125.4~125.14 の燃焼器についても、同様の直線関係が成立する。

各供試燃焼器の  $NO_x$  排出レベルについて比較してみると、図42のように個々の燃焼器でかなり異なっている。最も排出レベルの高い AS125.5 と、最も燃焼効率の良好な範囲で排出レベルの低い傾向にある AS125.12、および 125.9 をとり出して図43に比較してみる。

図43によると AS125.9 と 125.12 は類似した排出

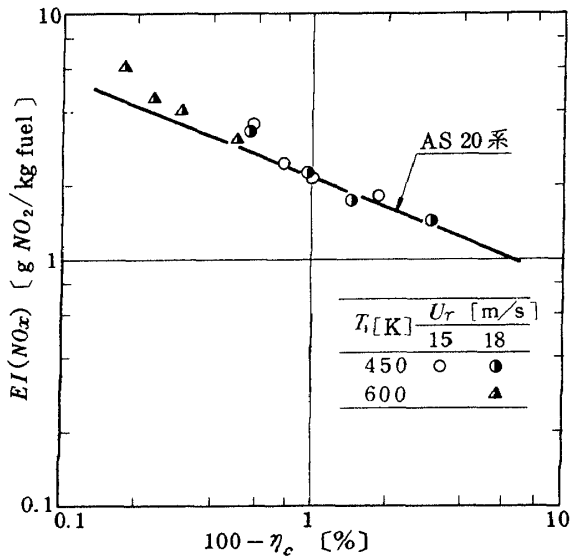


図41 AS252における  $NO_x$  排出 (出口に排ガス混合器をつけてガス採取をした結果)

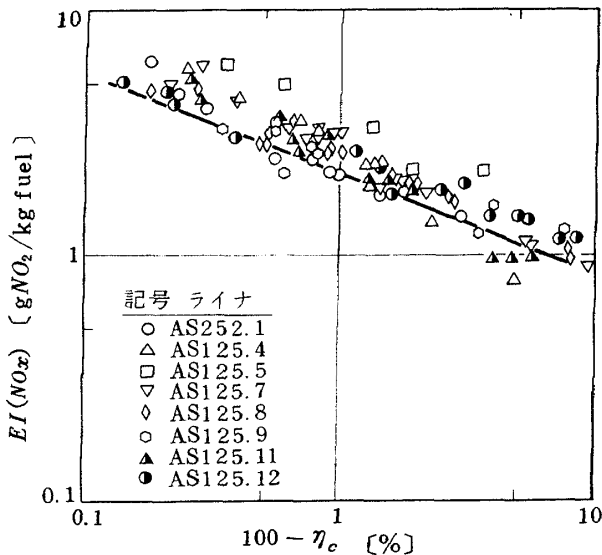


図42 各セクタ燃焼器の  $NO_x$  排出傾向

レベルを示している。それらの排出と、AS125.5の値を  $\eta_c > 99.7\%$  の範囲で比較すると前二者は AS125.5 の排出レベルのはほぼ半分である。

(1)式による補正を行った AS252.1 の  $EI(NO_x)^*$  を図44に示す。この場合、実験点の連なりはやや下に凸の弓状を示すものの、 $T_1$  が 450 K の実験点と 600 K の実験点との並びは互いにそれぞれの延長上にある。ところが、AS125.5 の場合は図45のように実験点がそれぞれの温度条件で、別々の直線上にある。

AS125.9 の場合は、図46に示すように、実験点が AS252.1 のように弓状の連なりを示すが、 $T_1$  の違う場合は、AS125.5 の場合のようにレベルの異なった線上に点がならぶ。

最後に、既報の諸燃焼器と  $NO_x$  の排出指数を比較してみる。図47に AS21, 23, および 24 の排出レベルを実線で示し、その他の燃焼器の場合は実測点で示している。これらの燃焼器のうち、AS260のみは

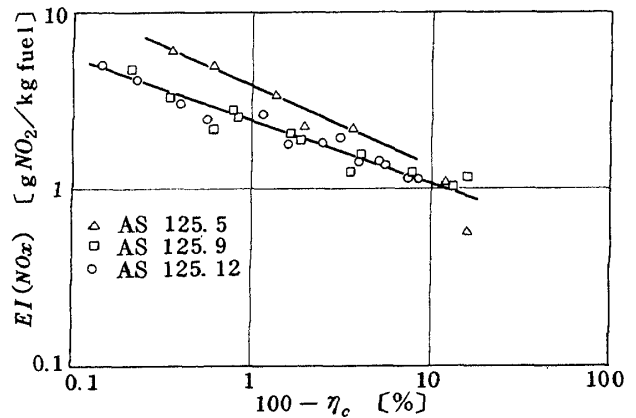


図43 排出レベルの最も異なる燃焼器同士の比較

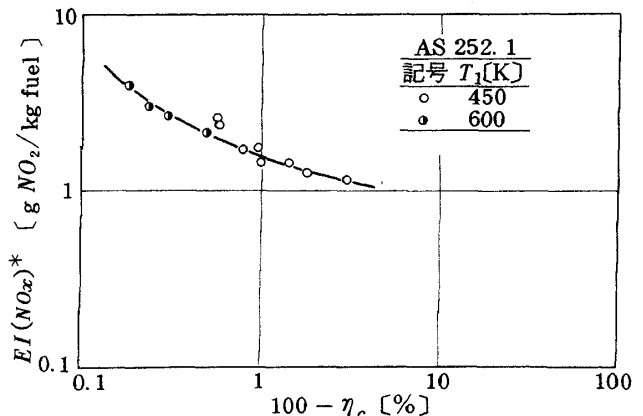


図44 AS252.1 の燃焼不完全率と修正  $NO_x$  排出指数の関係

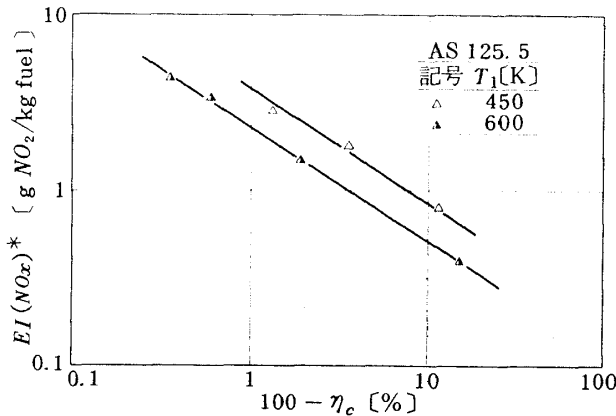


図45 AS 125.5 の燃焼不完全率と修正 NOx 排出指数の関係

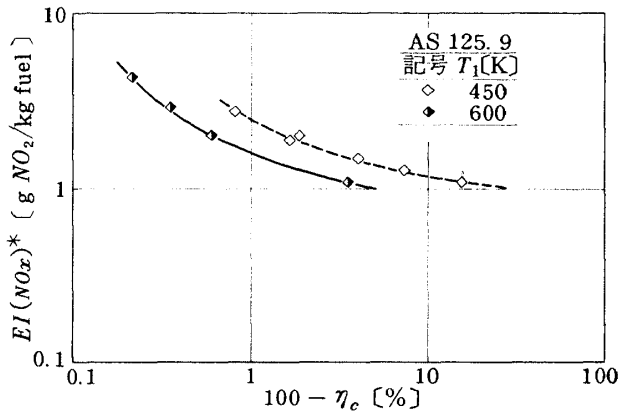


図46 AS 125.9 の燃焼不完全率と修正 NOx 排出指数の関係

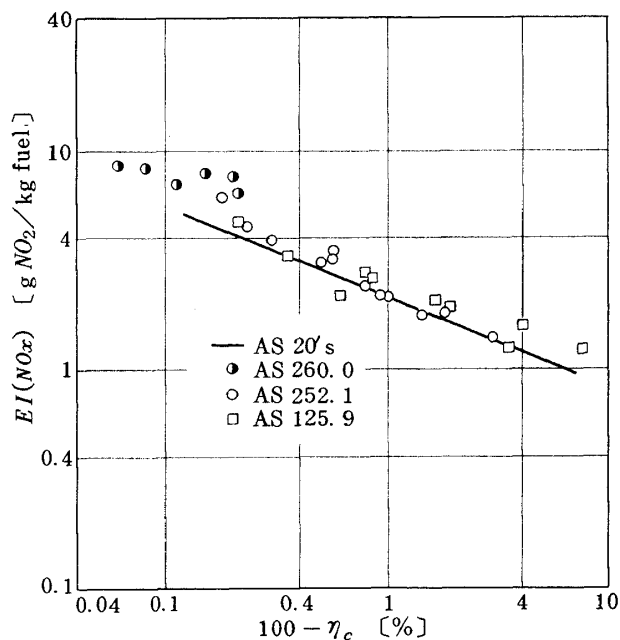


図47 主なAS形燃焼器の燃焼不完全率とNOx 排出指数

環状燃焼器で、実験点は  $P_1 = 4.58 \sim 6.65 \text{ kg/cm}^2$  での燃焼試験結果<sup>8)</sup>によるものである。

図47によると、AS 20シリーズの燃焼器は最も低い  $NO_x$  排出レベルにある。AS 252.1やAS 125.9はそれとほとんど同じ  $NO_x$  排出レベルである。

AS 260 は圧力、入口空気温度が高いため、図47のグラフ上では燃焼効率、 $NO_x$  レベル共に高い範囲になってしまう。

#### 4.3 燃焼器内部の流れとガス組成

ここでは、AS 125系燃焼器のいくつかについて燃焼室内部の流れ模様を木綿ストリーマによって測定した結果を示す。測定時の風速は  $U_r \approx 1 \text{ m/s}$  程度である。

また、そのうちAS 125.5と125.7について、燃焼室内部ガスを採取し、局所的ガス濃度分布を求めたのでその結果を示す。

##### 4.3.1 流れ模様

AS 125.3の主軸を通る断面の流れ模様を、図48に示す。同図で(a)は噴射管を含む断面を示し、(b)は噴射管中間断面(この場合、空気孔列を含む断面)を示す。

図中の矢印は、その矢筈の位置の風向を示す。各位置に黒丸のあるものは、紙面の上面に向く成分があることを示す。一または十は、紙の裏面に向かう成分があることを示す。

図48(a)によると、噴射管から出た噴流はほぼ垂直に遮熱板に向っている。また、この噴流と鈍頭部内面により、鈍頭部内に渦が形成されている。噴射管噴流後流側には、第1列と第2列空気孔の中間部付近まで至る逆流領域、または渦領域が存在する。この部分の内径寄りには、全体として、主軸回りに後視時計回りの旋回流れをつくっている。外径寄りには、反対に反時計方向の旋回流れを形成している。

図48(b)によると、第1列、第2列空気孔からの空気流入は相当にあるが、第3列空気孔からの空気流入の貫通は不十分である。

AS 125.4の燃焼室内流れ模様は、図49に示す。この燃焼器の流れ模様は、次の諸点でAS 125.3と異なっている。AS 125.3の場合、デフレクタの近傍に渦があった。それがAS 125.4では、やや後流側に離れた位置になっている。また、図49(a)では、AS 125.3



761026

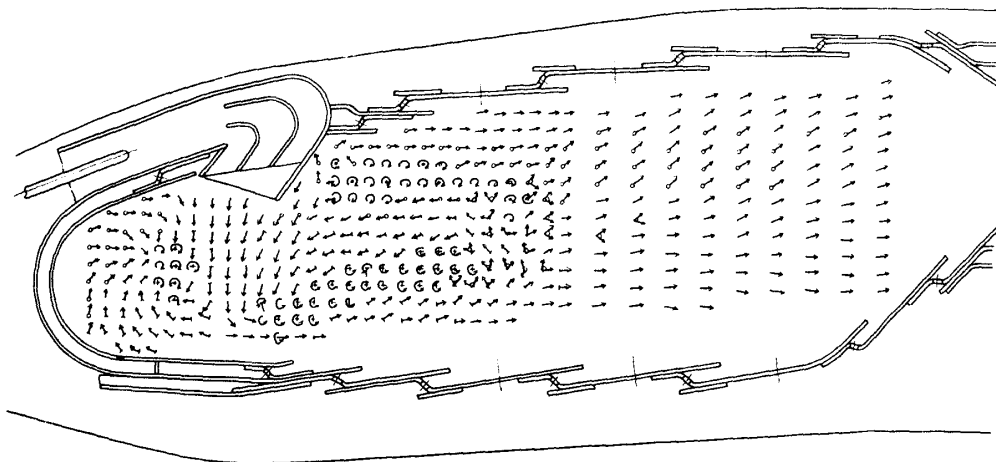


図 48 (a) 燃焼器 AS 125. 3 の内部流れ模様

761026

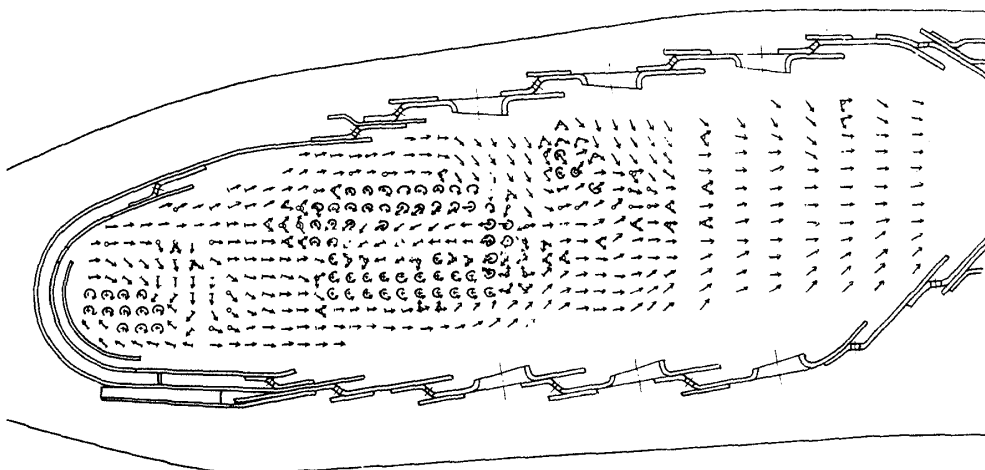


図 48 (b) 燃焼器 AS 125. 3 の内部流れ模様

761213

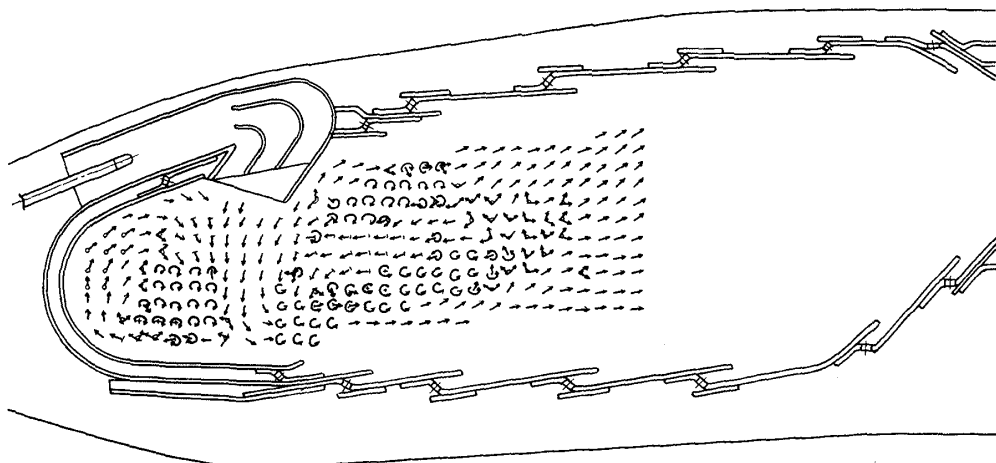


図 49 (a) 燃焼器 AS 125. 4 の内部流れ模様

761213

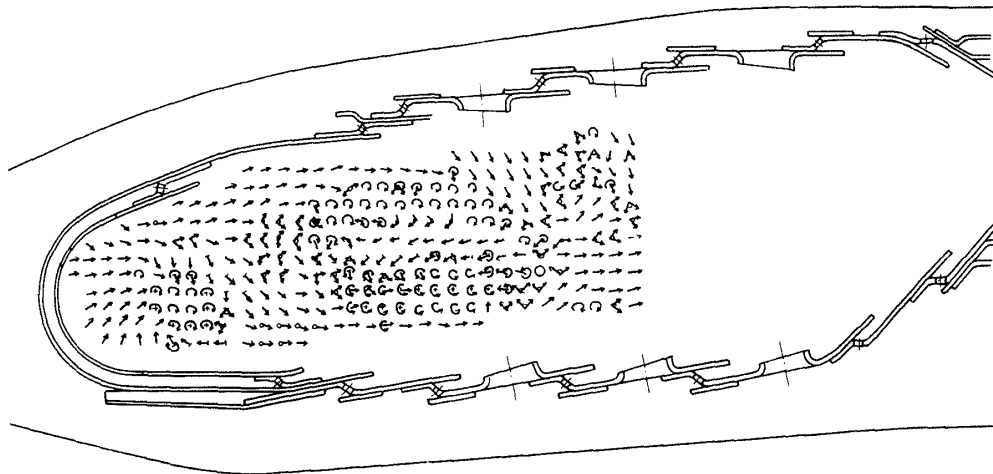


図 49 (b) 燃焼器 AS 125. 4 の内部流れ模様

で顕著であった噴射管噴流後流側の主軸まわりに相反する方向へ向う旋回流が解消している。図 49 (b) では依然としてその旋回成分が若干見られるが、(a) との連続性からみてこれは局所的な渦成分の一部とみられる。

AS 125. 5 の燃焼室内流れ模様を、図 50 に示す。図 50 (a) によると、AS 125. 3 や 125. 4 で見られたライナ中心部の逆流部分がほとんど消え、代りに外側ライナ近くから噴流へ合流する流れが存在する。前二者でみられた主軸、もしくはそれに平行な軸まわりの旋回流は痕跡程度に存在するにすぎない。

図 51 に AS 125. 5 の渦の領域を図示すると共に、後述の燃焼室内ガス採取をした際の採取位置を示す。

図 52 に AS 125. 7 の流れ模様と、燃焼室内ガス採取位置を示す。図中下部には、各採取位置の区別を示す番号をつけてある。各番号位置での採取ガス分析結果は、付録の表に示す。

なお、図 52(a) の位置 ④、図 52(b) の位置 ⑤ を通る断面 (これを A 断面と称す) と、図 52(a) の位置 ⑥、図 52(b) の位置 ⑦ を通る断面 (これを B 断面と称す) で、それぞれ図 53 に示す箇所、15 点ずつのガス採取を行った。

図 52 の流れ模様を、図 48～50 の場合と比較すると、次のような特徴がある。

噴射管外側 (後流側) に噴流に誘起された強い流れが存在する。噴流の後流側の渦領域は、比較的無

770208

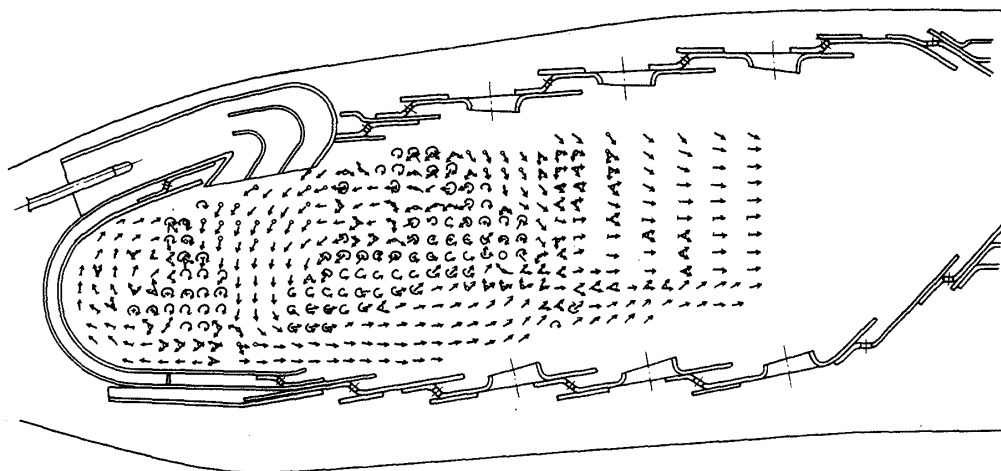


図 50 (a) 燃焼器 AS 125. 5 の内部流れ模様

770208

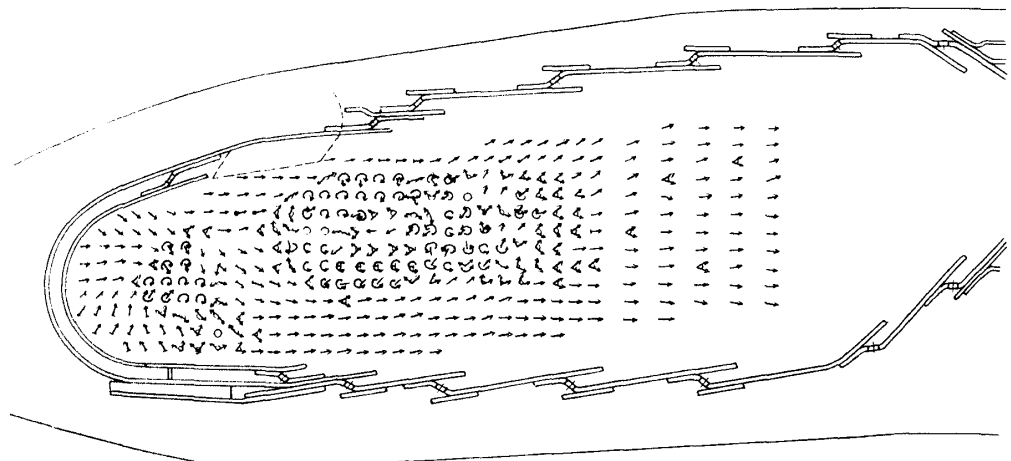


図 50 (b) 燃焼器 AS 125.5 の内部流れ模様

770208

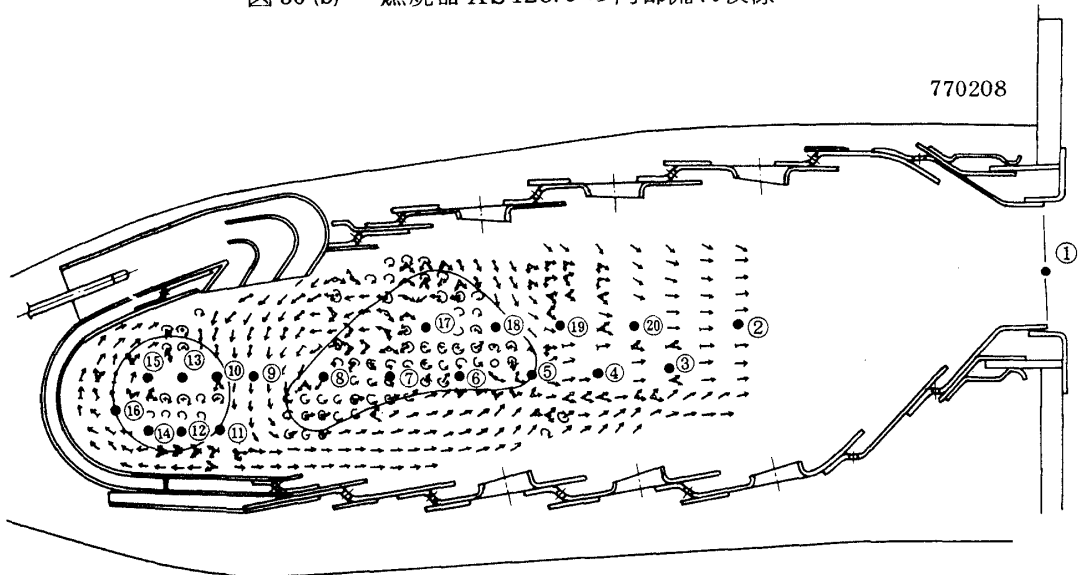


図 51 燃焼器 AS 125.5 の内部ガス採取位置と流れ模様

770601

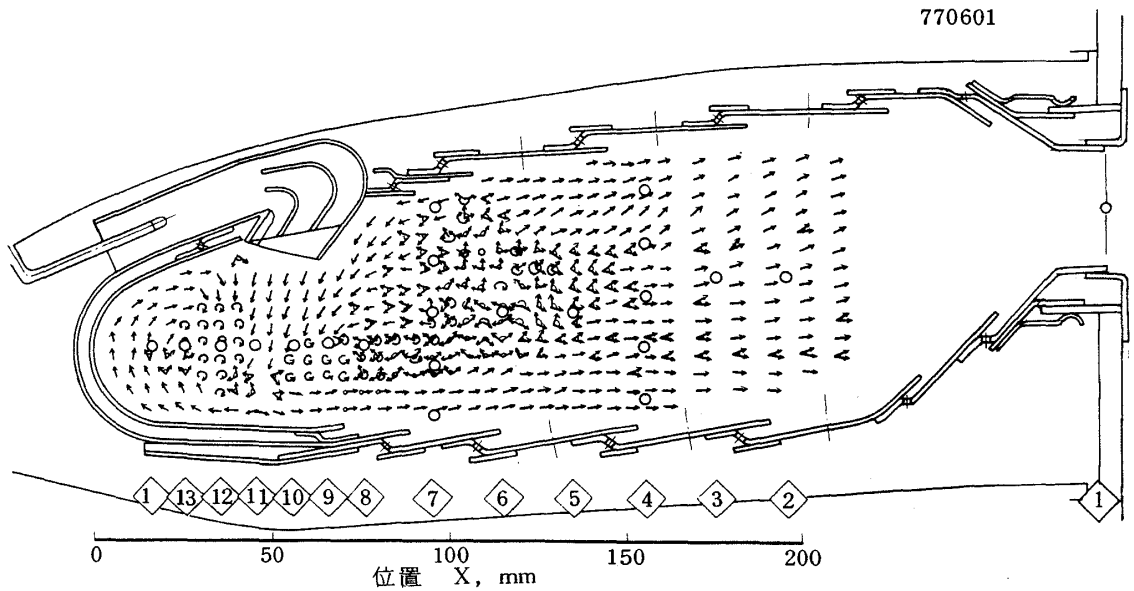


図 52 (a) 燃焼器 AS 125.7 の噴射管を含む断面

770602  
770601

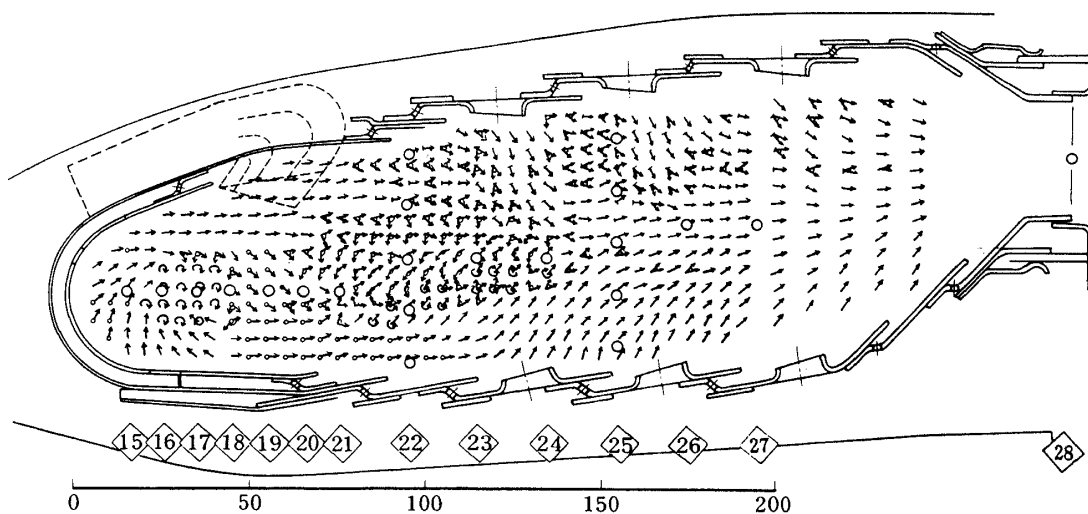


図 52 (b) 燃焼器 AS 125. 7 の空気孔を含む断面

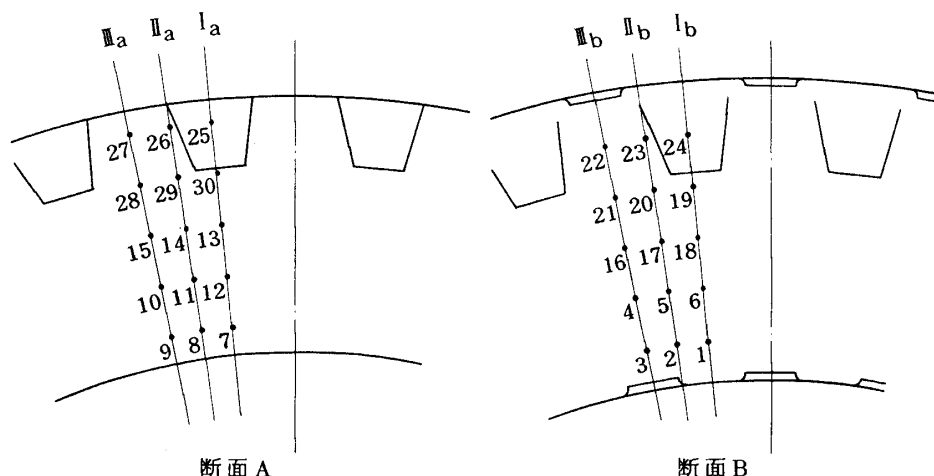


図 53 主軸に垂直な 2 断面でのガス採取位置

方向の流れとなっている。

#### 4.3.2 燃焼室内ガス濃度分布

AS125.5 と 125.7 については、燃焼室内部のガス採取を行い、分析した。

AS125.7 については主軸方向の 28 点を空燃比の異なる条件で、次いで主軸に鉛直な前述 A, B 2 断面で 30 点を空燃比 70 の条件でガス採取を行ったので、まずこの結果について記す。

次に、主軸方向のガス採取を行った AS125.5 の結果を、125.7 の同一条件のものと比較する。

##### 1) AS125.7 の内部ガス分析結果

図54に示す当量比分布の一般的傾向は次のよう

ある。 $x = 45 \text{ mm}$  に生じているピークは、この位置が混合気噴流中であるため、燃焼室内での最高値を示す。 $x = 55 \text{ mm}$  付近は、空気噴流の外縁に相当し、下流側から誘引された豊富な空気が存在するため、当量比濃度が急減している。 $x = 70 \sim 130 \text{ mm}$  の部分は、噴射管噴流の下流側に存在する渦領域で、ほぼ一定の当量比となっている。 $x = 130 \text{ mm}$  以降では、空気孔からの新気により稀釈され、当量比が低下してゆく。

図55は、 $n = 70$  の場合の主軸に垂直な A, および B 断面での等濃度分布を示す。両断面は、それぞれ  $x = 96 \text{ mm}$ , および  $156 \text{ mm}$  の位置である。これに

770607

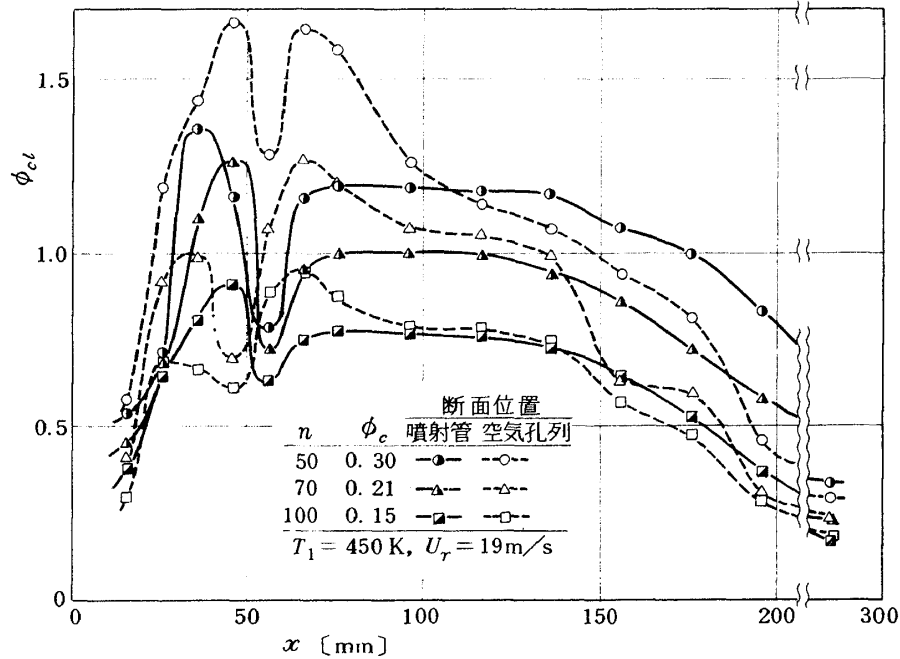


図 54 AS125.7 内部の局所当量比の分布

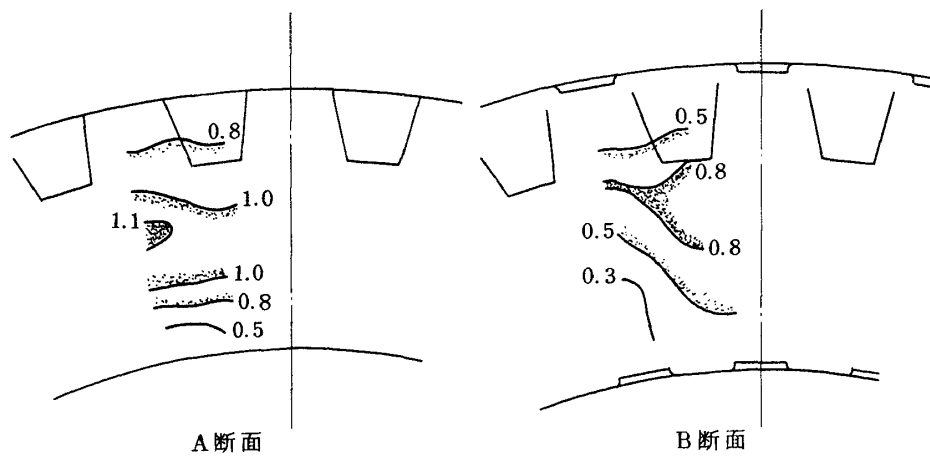


図 55 AS125.7 の各断面における局所当量比分布

よると、A断面で $\phi_{c/l}$ が高濃度なのは、噴射管中間位置であるが、後流側のB断面では、この場所は空気孔からの稀釈空気によりかえって濃度が低減している。

図56は、COの分布を示す。同図によると、 $n = 50$ のときCOは $x = 65 \sim 150 \text{ mm}$ の領域で著しく高濃度である。 $n$ が大きくなるにつれその濃度は急激に低下し、ピークも上流側へ移っている。

図57は、AおよびB断面でのCOの分布を示す。この場合には、両断面共噴射管中間位置の濃度が高い。B断面ではすでにかなり濃度の均質化、または

稀釈がすすんでいることもわかる。

図58はTHCの主軸方向分布を示す。 $x = 100 \text{ mm}$ 以降では、全く低いレベルになってしまうことが示されている。AおよびB断面の分布、図59をみると当量比、COなどの高濃度部が、内外ライナの中間、すなわち、燃焼室の中心部であったのと異なりTHCの場合は、内側ライナに近くなるにつれて高濃度を示している。

図60と61には、NOの分布を示す。最近、炭化水素炎中でステンレス採取管によって採取されるNO<sub>2</sub>はプローブ中でNOが酸化されるためとする研

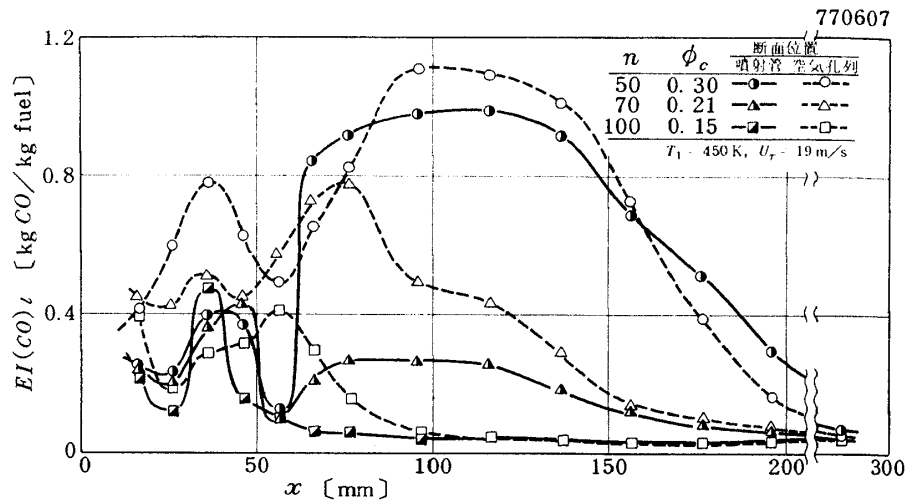


図 56 AS125.7 内部の局所CO濃度分布

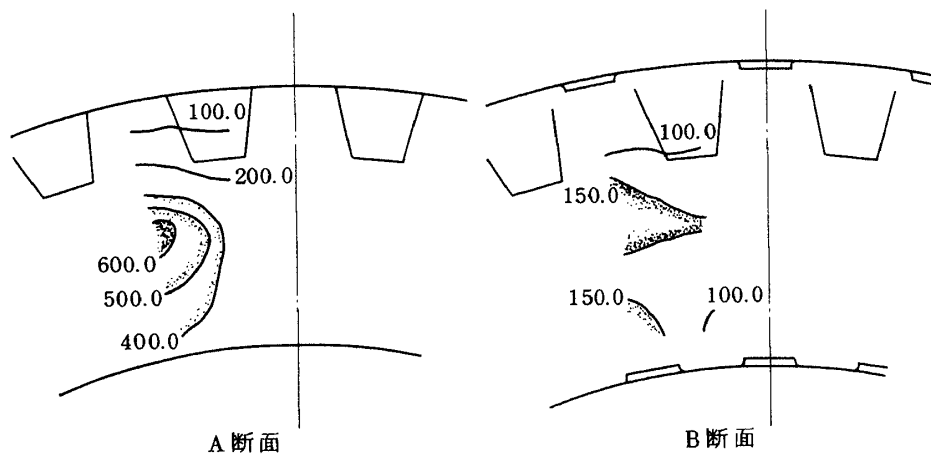


図 57 AS125.7 内部断面における EI(CO) の分布（単位：g/kg fuel）

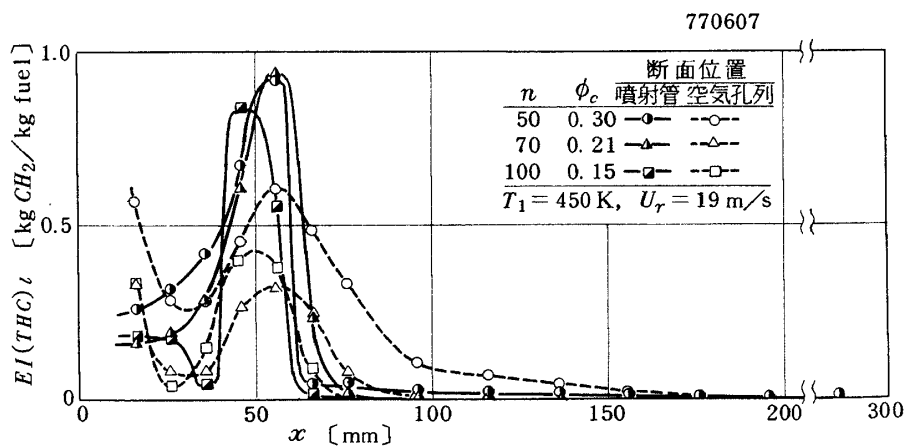


図 58 AS125.7 内部の局所THC濃度の分布

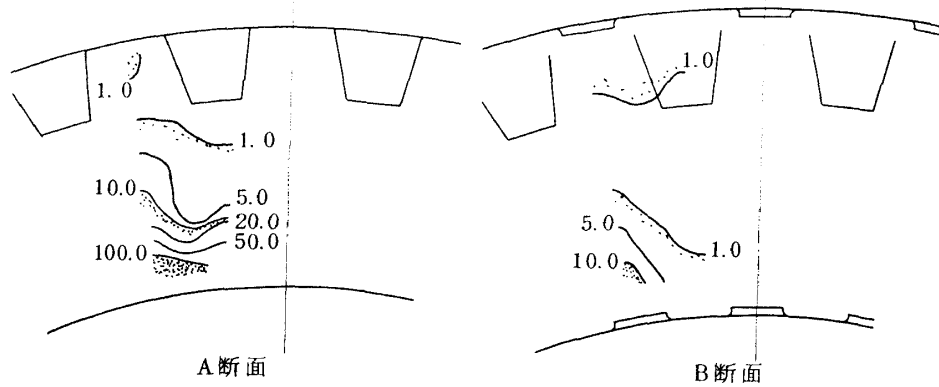


図 59 AS125.7 内部断面における EI (THC) の分布 (単位:  $gCH_2/kg fuel$ )

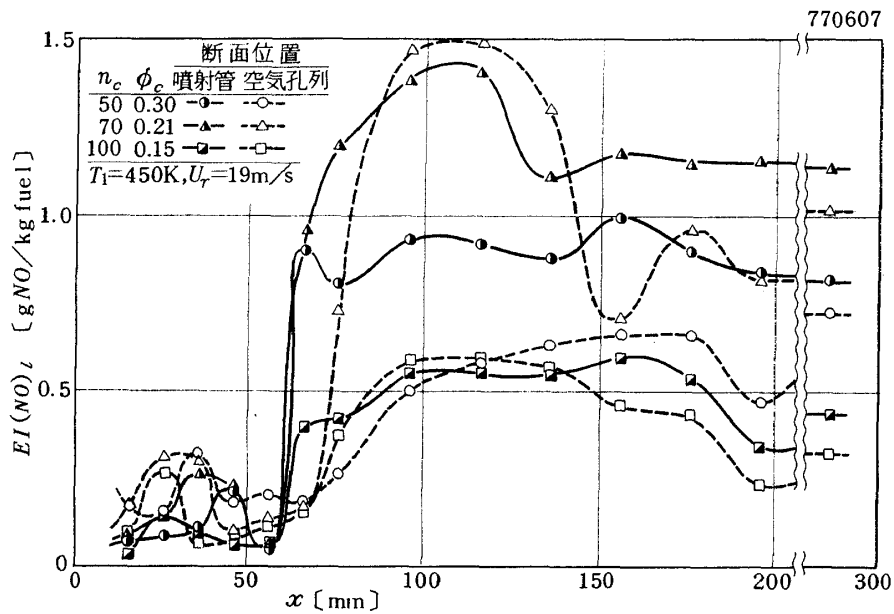


図 60 AS125.7 内部の局所 NO 濃度分布

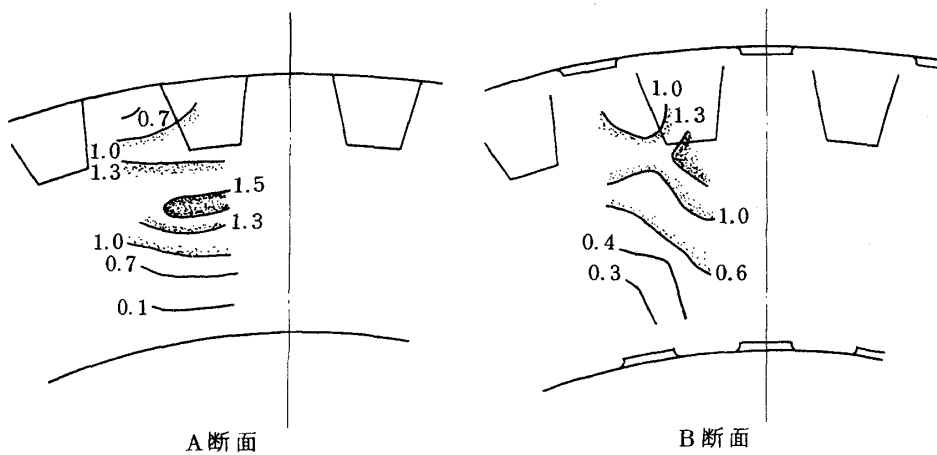


図 61 AS125.7 内部断面における EI (NO) の分布

究がみられる<sup>13)</sup>それらによると、これらの図の値は必ずしも燃焼器内部のNOの分布を表わしているとは限らないが、参考のため示しておく。 $n=70$ でのNOの値が最も大きいのが注意をひく。

図62と図63は、 $NO_x$ の分布である。これによると、大部分のNO、または $NO_2$ は、 $x=80$  mmまでの領域で生成されている。また、図63によると $NO_x$ の最高濃度部分は、やや外側ライナに近い部分で、その濃度レベルは断面AとBではほとんど同じである。

図64と65には、 $CO_2$ の分布を示す。 $CO_2$ は現在低減を要する大気汚染物質とはされていないが、この分布は、局所温度分布と密接な関連がある。図54で $n=70$ の条件で $\phi_{cl}$ が1に近かった $x=70\sim 140$

の領域の $CO_2$ がやはりここでも最も高濃度である。 $n=50$ では、この領域より下流で高濃度となることが注目される。図65によると噴射管下流部が高濃度領域となっている。

参考のため図66と67に、A、B両断面における酸素と局所燃焼不完全率、 $100-\eta_{cl}$ の分布をそれぞれ示す。

図66によるとA断面の中心付近は酸素濃度がきわめて低い。A断面の内側ライナ近傍は、COやTHCが高濃度存在する上に、酸素も比較的高濃度で存在することがわかる。B断面では、空気孔からの噴流が高濃度の酸素を燃焼器中心付近まで送りこんでいることがわかる。

図67では、A断面位置で外側ライナ近傍を除き90

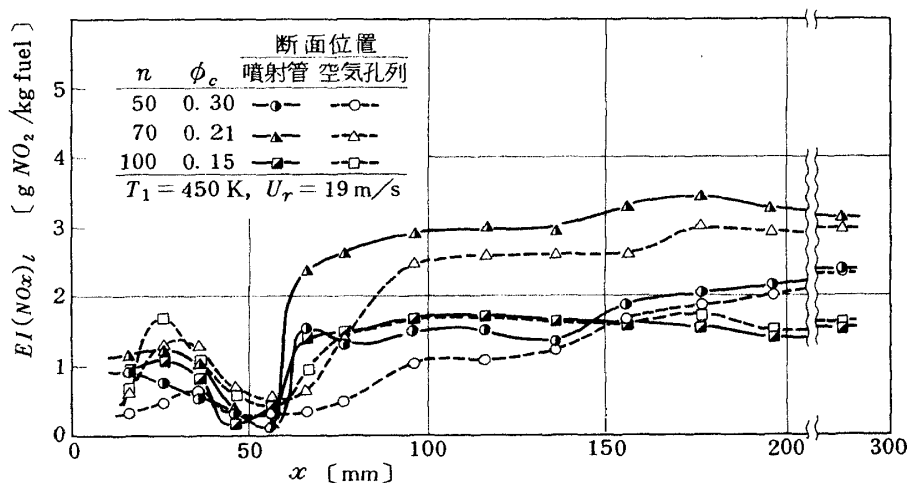


図62 AS125.7内部の局所 $NO_x$ 濃度分布

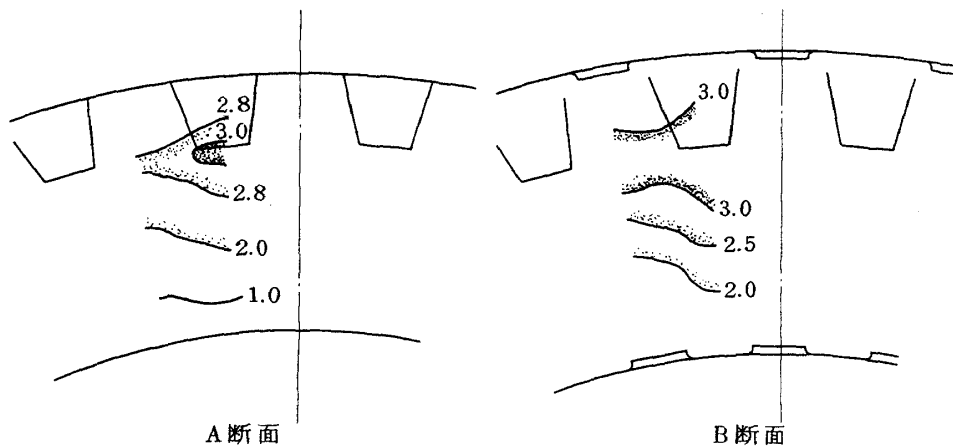


図63 AS125.7内部断面における $EI(NO_x)$ の分布 (単位:  $g NO_2/kg fuel$ )



770607

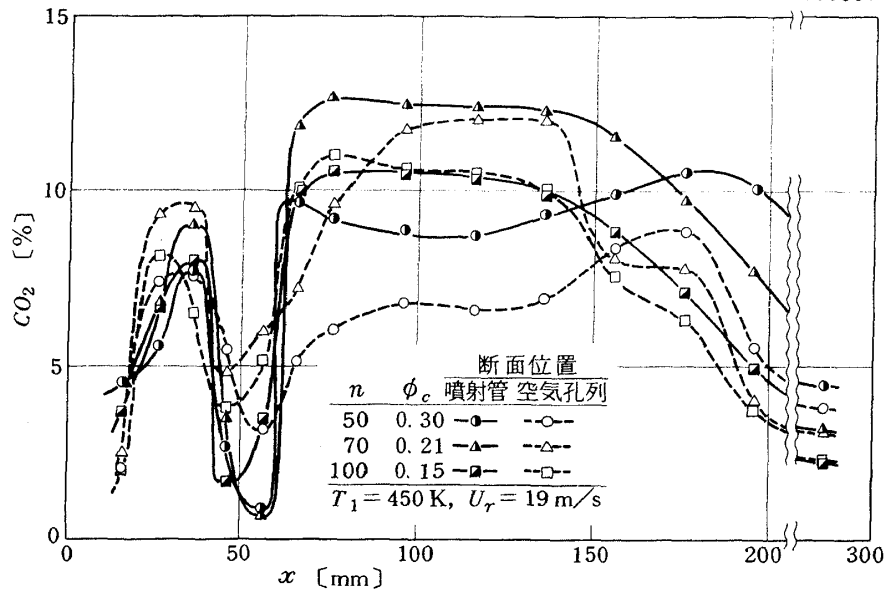


図 64 AS 125.7 内部の局所  $\text{CO}_2$  の分布

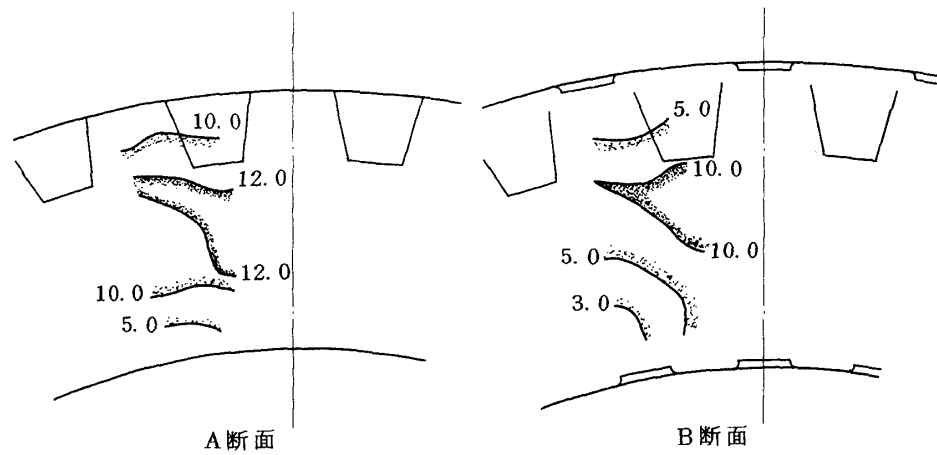


図 65 AS 125.7 内部断面における  $\text{CO}_2$  の分布 (単位: %)

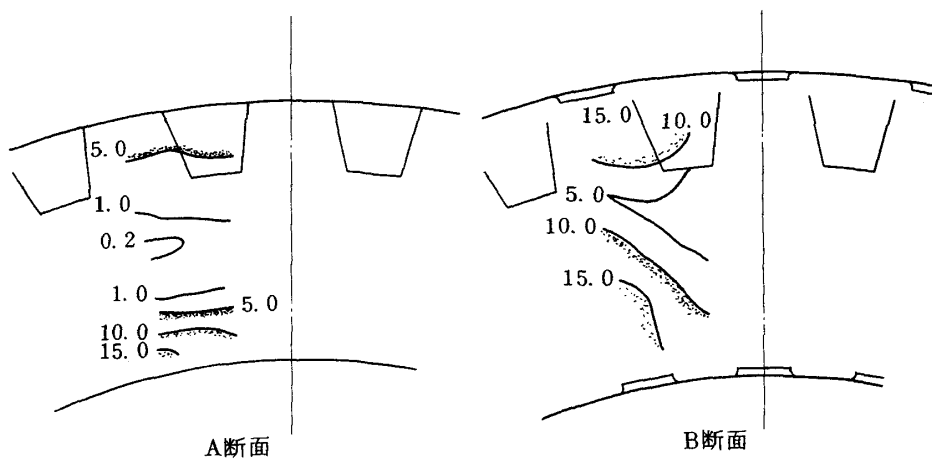


図 66 AS 125.7 内部断面における  $\text{O}_2$  の分布 (単位: %)

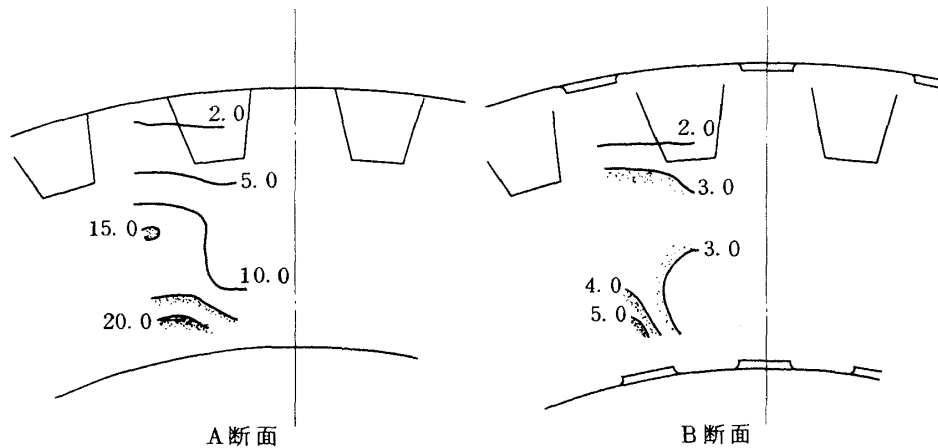


図67 AS125.7内部断面における $[100 - \eta_c]$ の分布（単位：%）

%前後の燃焼進捗度であって、それがB断面で97%程度となることがわかる。B断面内側空気孔噴流近傍は燃焼が遅れており、あるいは十分に完了しない部分が残る可能性を示している。

2) AS125.5とAS125.7の比較

AS125.5の実験条件は、AS125.7の実験条件のひとつと同一であるが、両燃焼器のガス採取位置は、図51と52に示したように異なっている。特に、ライナはAS125.5がA形なのに対し、AS125.7はB'形である。したがってAS125.5のガス採取断面は、主軸を含む断面のうち、噴射管を含む断面であって、かつ空気孔列の中心をも含む断面でもある。

図68～73に同一供試条件での両燃焼器の内部ガス濃度分布を示す。

図68には、局所当量比 $\phi_{cl}$ の分布を示している。出口での $\phi_{cl}$ は、両燃焼器共大差ないが、AS125.5の方が局所的な濃淡の程度が大きい。図51や52の流れとガス採取点の位置を参照してみると、 $x = 57$  mm付近の噴射管外周流れの $\phi_{cl}$ は、両燃焼器共に低い値を示す。 $x = 70 \sim 130$  mmの領域は、AS125.5の場合、AS125.7の場合のように均質な濃度領域とはなっていない。

図69に示すCOの場合も、AS125.5は噴流管噴流前後でAS125.7よりも高濃度を示す。

770607

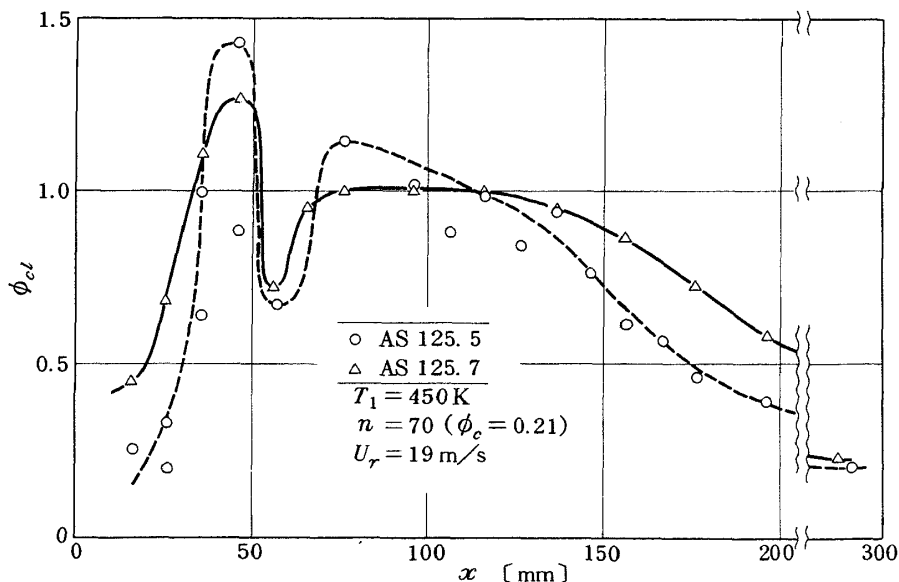


図68 AS125.5と125.7の局所当量比の比較

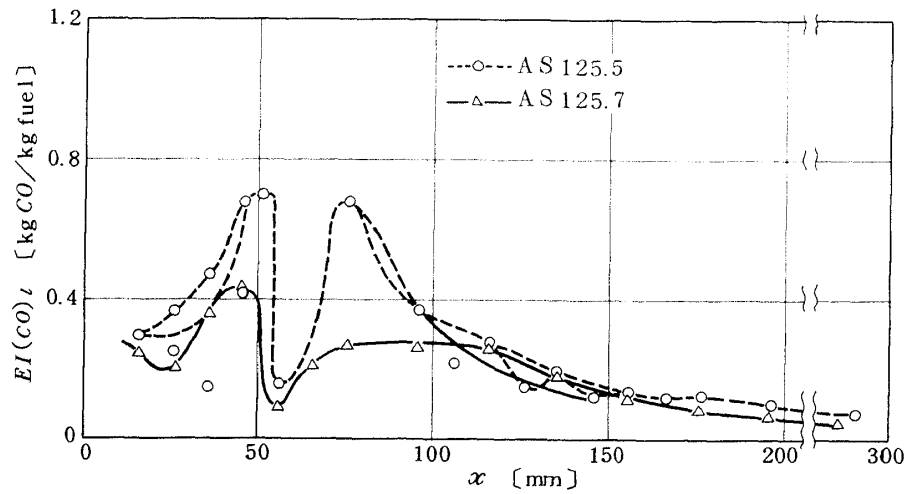


図 69 AS 125.5 と 125.7 の局所 CO 排出指数の比較

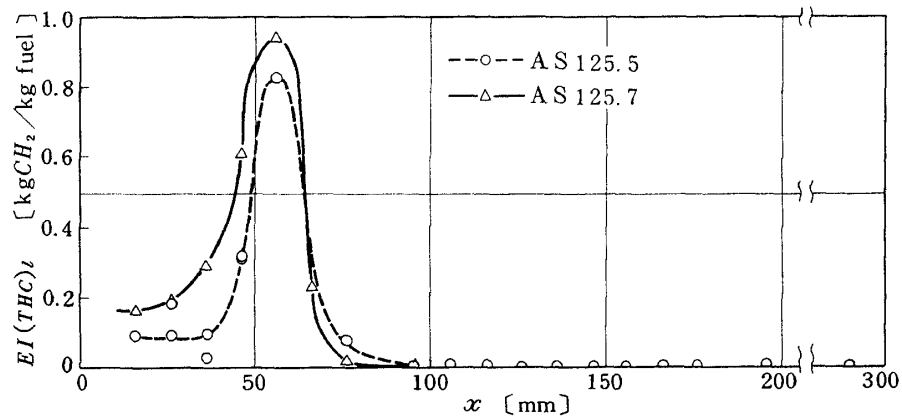


図 70 AS 125.5 と 125.7 の局所 THC 排出指数の比較

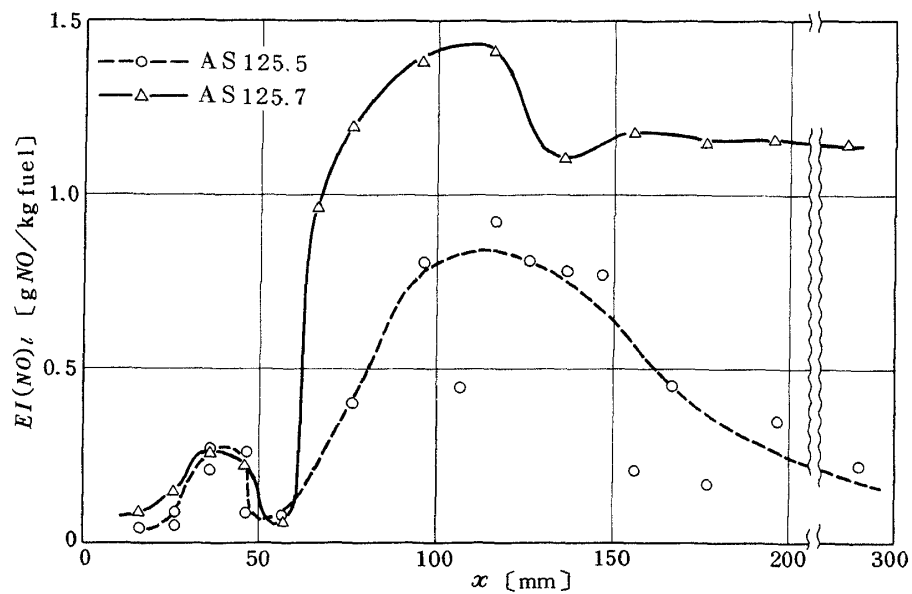


図 71 AS 125.5 と 125.7 の局所  $NO_x$  排出指数

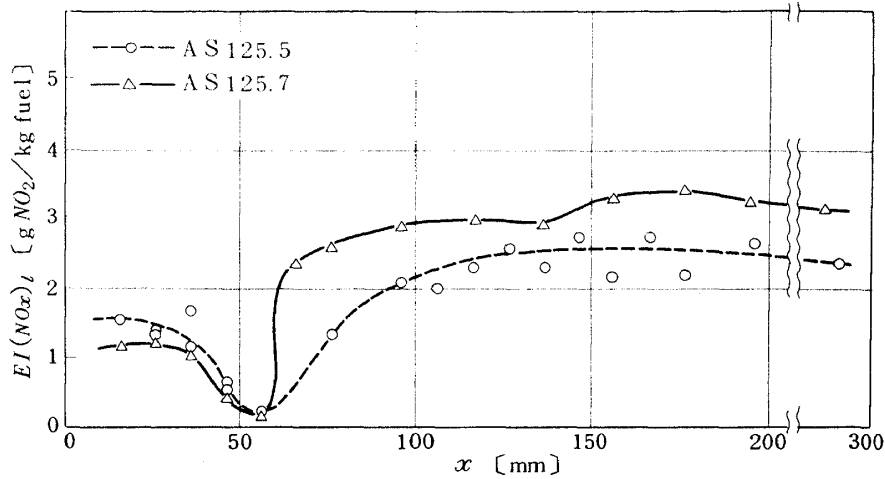


図72 AS 125.5と125.7の局所NOx排出指数

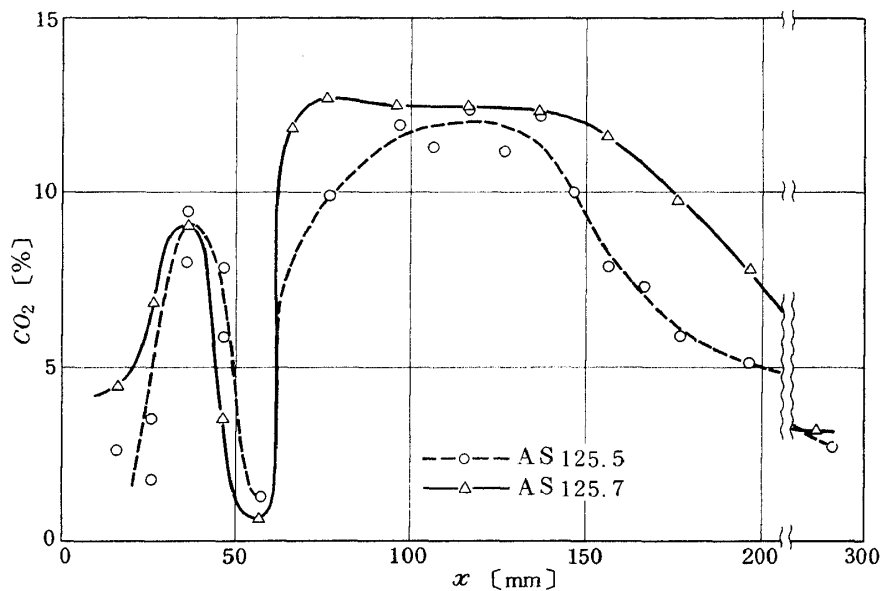


図73 AS125.5と125.7のCO<sub>2</sub>分布

THCは、図70のように、類似の傾向を示す。

図71に示すNOの場合には他ガスに比較し $x=70$  mm以降で両燃焼器の相異として最も著しい差がある。

図72によるとNOxは、AS125.5の場合、 $x=60 \sim 100$  mmにかけての濃度上昇勾配がゆるやかで、それ以降出口に至るNOx濃度も低い。

図73は、両燃焼器のCO<sub>2</sub>の分布を示す。これが比較的燃焼ガスの温度に関連したものと考えると、AS125.7の方が噴射管噴流以降の渦領域などで比較的広範囲に高温で一定した領域が形成されている。

これらの図を通して、AS125.5の点のばらつきは

図51に示すように主軸に平行な二本の相異なる線に沿ってガス採取をしたためである。

## 5. 検 討

まず燃料係給位置が空気ダクトの出口、すなわち噴射口にあるAS251系<sup>7)</sup>と、今回主として特性を試験した空気ダクト入口で燃料を供給したAS125系を比較してみると、図29などに示されるように前者の方が良好な燃焼特性を示している。これは、AS125系では折角空気ダクト内で微粒化した燃料がコーナー部でダクト壁面などに付着し、混合気形成にかえって妨げとなったためと判断される。入口空気

温度  $T_1$  が上昇した場合には、壁面へ付着した燃料の気化が促進されるため THC の排出は比較的減少する。

次に表 5 に示した構造要素が燃焼効率特性に及ぼす影響をみる。

空気ダクトの流量制限のために設けたブロックは、噴射口形状を最適にすれば、AS 125.13 と 125.14 のように、大差ない結果となる。一般的には、ブロックを設けた方が良好な特性となった。

ライナの空気孔配列に関して、空気ダクトの中間下流に空気孔列のくる B 形 AS 125.1 と空気ダクト下流に空気孔列のくる A 形 AS 125.5 とを試験した結果、図 11 と 12 に示すように、後者の方が  $\eta_b$  に対して良好な特性を示した。しかし、後の図 29 や 30 などのガス分析結果からは、AS 125.5 は最も排出特性のよくないものであることがわかった。これは、 $\eta_b$  が空気孔列による円周方向出口温度分布の影響を受け易いため、この場合出口ガス温度として実際の平均値より高いガス温度の場所で測定したことに起因する。

噴射口の形状を改良したものでは、一般に、ライナが A 形でも B 形でも AS 125.7 ~ 125.14 などのように十分実用可能な燃焼効率特性とすることができる。また、外側と内側ライナの空気孔は、それぞれ対向位置にある内、外共同形ライナの場合が比較的良好である。

噴射口の形状は、先端を伸長させると、燃焼効率特性が格段に向上する。焼損のおきやすい上流側を削除してもほとんど効果は変わらない。

デフレクタは、燃焼効率特性向上には寄与しない。むしろ、それをもうけた AS 125.3 は、デフレクタなしの AS 125.7 よりも低い燃焼効率を示している。

同一燃焼器の異なる実験条件、あるいは、同一実験条件での異なる燃焼器の CO 排出指数を、ある同一の実験条件に換算して比較する方法は、現在の所は知られていない。

Niedzwiecki<sup>12)</sup> は、圧力条件が異なる場合の CO 排出指数の修正に

$$EI(CO)^* = EI(CO) \left( \frac{P_1}{P_1^*} \right)^N$$

という関係式を用いた。

ここで、

$$N = 20 / EI(CO)$$

しかし今回の一連の AS 形燃焼器試験のように、圧力の他に、入口温度、風速、および空燃比も異なる場合には、上式は適当ではない。

Lipfert<sup>11)</sup> は、種々の燃焼器に対し、CO や THC がそれぞれ燃焼効率  $\eta_c$  とある比率で対応する関係のあることを示した。これは、ある燃焼器における CO などの排出が、常に不完全燃焼排出成分の一定割合を占めていることを意味する。

一方、Childs<sup>14)</sup> らは、温度測定に基づく燃焼効率  $\eta_b$  が、パラメータ  $P_1 T_1 / U_r$  にたいして一義的な関係をもつことを指摘した。このことと図 13 ~ 17 に示すように  $\eta_c$  は  $n_c$  が増大すると低下することから、CO や THC は、パラメータ  $P_1 T_1 / n_c U_r$  に対し、関連づけられると推測した。しかし、CO 排出に対する実験条件  $P_1$ 、 $T_1$ 、 $n_c$  および  $U_r$  などの影響度が明確ではないので、他の燃焼器との  $EI(CO)$  の比較は、これらの実験条件が同一の特性関係をもっているときのみ比較可能である。たとえば図 33 のように、ひとつの実験条件のみを独立に変えたときは、同一傾向線上から異ってくる。この図で、 $U_r$  は 16 m/s から 19 m/s へ約 20% 変化しても、CO 排出レベルの傾向は、ほとんど変わらない。一方、 $T_1$  が 450 K から -15%、あるいは 33% 変化すると、そのパラメータが 0.8 のとき CO レベルはそれぞれ 2.4 倍に増加、あるいは、1/3.7 に減少している。したがって、今後このパラメータ中の各実験条件の影響の程度は、多くの基礎データの集積によって、比重を勘案してゆくべきであろう。

なお、図 32 によれば環状の AS 260 を含めて AS 系燃焼器はほとんど同一曲線上にあり、参考のため示した FJR710/20 エンジンの  $EI(CO)$  とそのレベルにおいて明確に異なっている。同一実験条件の傾向とみなせば、前者は後者の 1/4 ~ 1/8 程度の CO 排出レベルである。

THC については、図 31 に示すように燃焼器毎に排出レベルの差が非常に大きい。これは、燃焼器構造の差が THC 排出にきわめて大きな影響をもつことを示している。

$NO_x$  の排出は、図 40 ~ 43 に示すように  $100 - \eta_c$

に対して表わすと、直線関係が得られて、その燃焼器性能との比較が容易にできる。Lipfert<sup>11)</sup>は、異なるエンジンのNO<sub>x</sub>排出比較に、燃焼器入口温度T<sub>1</sub>をえらんだが、その場合には燃焼効率などその性能の如何にかかわらずNO<sub>x</sub>値がきまることになり、不都合である。特に、一般的に燃焼効率の悪い燃焼器ほどNO<sub>x</sub>排出レベルが低いので、低NO<sub>x</sub>燃焼器と称して、燃焼性能の悪い燃焼器を選択する危険性がある。

たとえば、図38によればAS125.5も125.7も余り変わらないNO<sub>x</sub>排出レベルを示し、図72の出口部でのEI(NO<sub>x</sub>)はAS125.5の方が低い値を示している。ところが図42によって、同一燃焼効率でのEI(NO<sub>x</sub>)をみると、AS125.5が最も高濃度のNO<sub>x</sub>を排出していることがわかる。

供試燃焼器のNO<sub>x</sub>排出値は、図42に示すように  

$$EI(NO_x) = 25.4 \exp \{ -0.48 \ln(100 - \eta_c) \}$$
 で表わせる。

ただし、各燃焼器毎に多寡の差があり、同一燃焼効率で±50%もの違いがある。このことは逆に、噴射管付近の燃焼器構造を変更することによって、この程度のNO<sub>x</sub>排出値の異なる燃焼器設計が可能なることを示している。

以上は、実験条件を全く考慮せず100-η<sub>c</sub>とNO<sub>x</sub>の関係を求めたが、入口空気温度T<sub>1</sub>によって火炎温度が異なりNO<sub>x</sub>の生成量が左右されることが考えられる。その依存性が比較の基準からの温度のずれΔTに関してexp(ΔT/288)に比例するものとして、上の関係の補正を行ってみる。

その結果は、図44のように2つの温度レベルの結果が、同一線上に一致するものと、図45のように平行にくい違うものがでてくる。AS125系はすべて後者の傾向を示す。これは、NO<sub>x</sub>の排出レベルが異なったというより、100-η<sub>c</sub>の値が異なると判断される。すなわち、T<sub>1</sub>=600Kのη<sub>c</sub>は図13~16にも示されるようにT<sub>1</sub>=450Kの場合より向上するためである。図46のAS125.9の場合の相異も同様の理由である。

図44のAS252.1と図45や46のAS125系の傾向の違いは、後者が構造上燃料が噴射されてから燃焼室に入るまで、燃焼器に流入する空気に接触する時

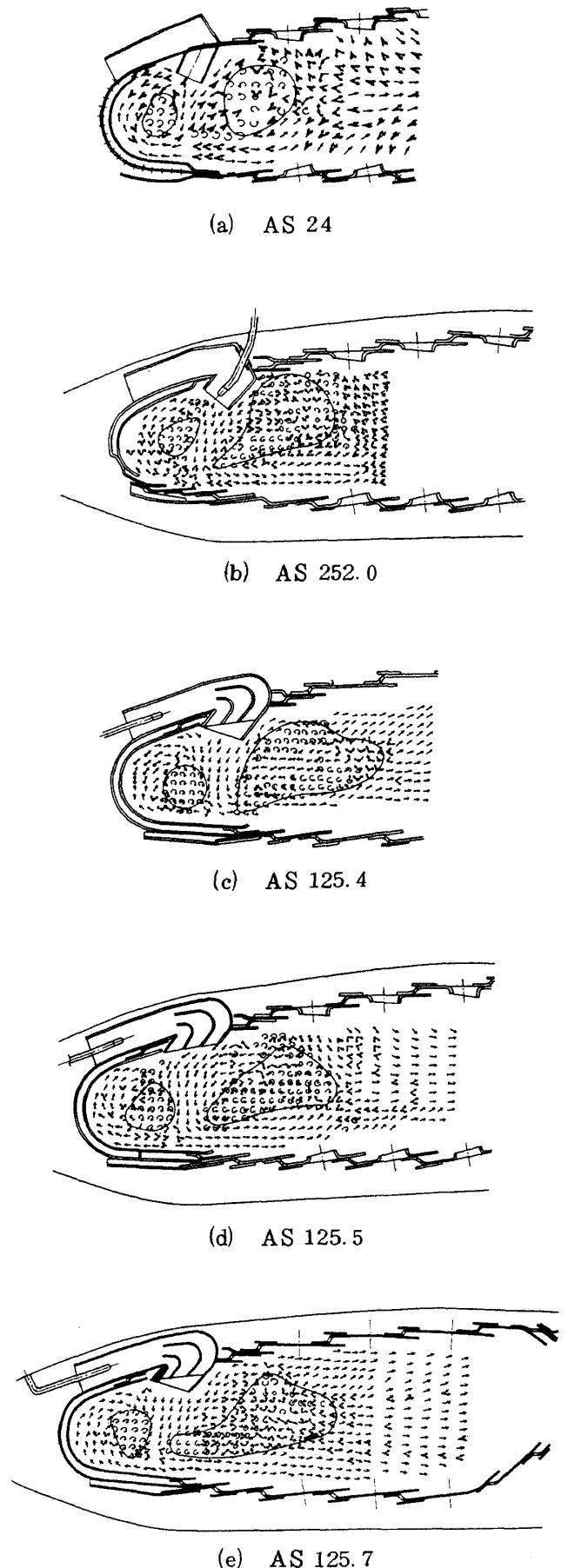


図74 AS形燃焼器内部流れ模様

間が比較的長く、 $NO_x$ の生成量への影響よりも  $100 - \eta_c$  が  $T_1$  の影響を受けやすいためと考えられる。

図48～50の燃焼室内流れ模様をみると、噴射管噴流の前流側、すなわち、鈍頭内部の渦と噴流の後流側の渦が特徴的である。仮に前者を $\alpha$ 渦領域、後者を $\beta$ 渦領域と名づける。比較的 $NO_x$ レベルの低かったAS 25と、AS 125.4、AS 125.5およびAS125.7の燃焼室内渦について、図74で比較しているが後3者の場合は、前2者とくらべて $\beta$ 渦領域が大きいことが特徴である。この中では、図54、56、62、64などに示されるようにほとんど均質の組成を示している。この部分の空気流量割合を、空気ダクト通過空気量と比較してみたものが図75である。それらは互に非常に近い値を示している。また、この渦領域は図57のA断面に示すようにCOが比較的高濃度で残存す

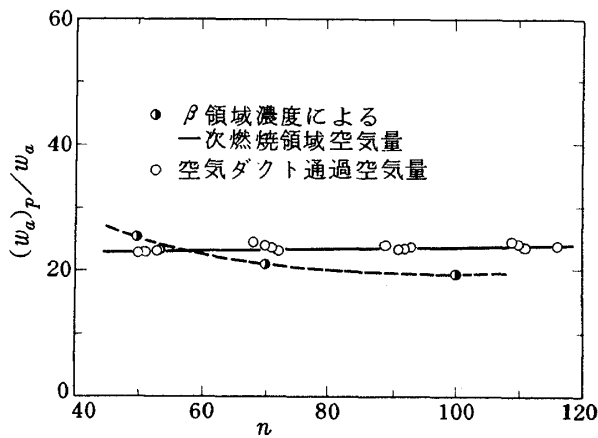


図75 空気ダクト空気量と $\beta$ 領域空気量の比較

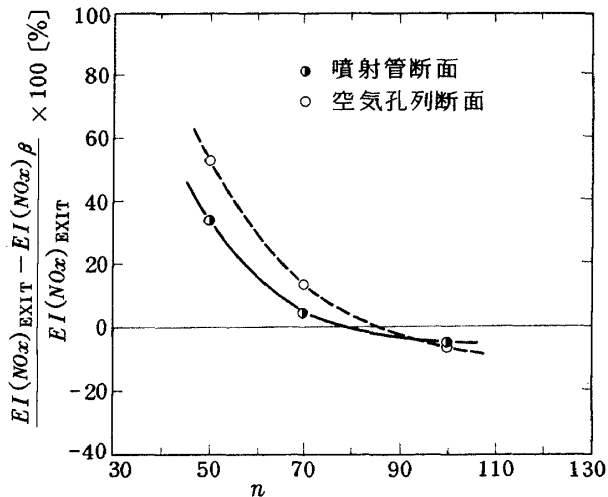


図76  $x = 116\text{mm}$  から出口までの  $EI(NO_x)$  の増加

るが、酸素濃度が図66 A断面に示すようにきわめて低いので反応が進捗せず、図67に示す局所燃焼不完全率  $100 - (\eta_c)_l$  も高い値にとどまっている。

$NO_x$ の場合、この $\beta$ 領域から出口までどの程度の増加を示すかを表わしたものが図76である。空燃比の小さい場合には30～60%の増加を示すものの、火炎の比較的短い $n=70$ 以上の場合には、ほとんど $NO_x$ は増加を示していない。これは、 $NO_x$ の生成が比較的上流部で行われており、燃焼器後半での空気吹込みによる燃焼ガスの急速冷却や燃焼器短縮による $NO_x$ 反応時間の短縮は、この場合 $NO_x$ 低減化にはほとんど効果が期待できないことを示している。

$\beta$ 領域近傍における局所空燃比と局所 $NO_x$ 排出指数濃度をプロットしたのが図77である。これによると $\phi_c$ が1のとき最大の $NO_x$ 値を示している。そしてこの領域内の $\phi_c - EI(NO_x)$ の傾向は、他の基礎試験による $NO_x$ 排出傾向とも一致している。したがって、この渦領域またはこれと噴射管噴流との境界が、 $NO_x$ 生成に重要な役割を果していると判断できる。

AS 125.8ではこの部分での $\phi_{lc}$ に変化を与えよう

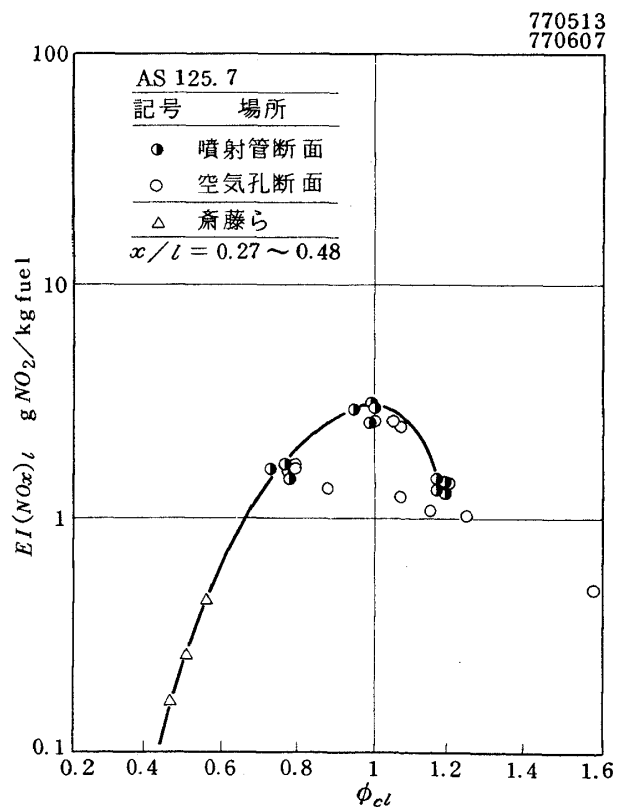


図77  $\beta$ 領域局所 $NO_x$ 排出指数

として、空気導入を行ったが、結果的には、 $\eta_c$ も低下することとなり、 $EI(NO_x)$ と $100 - \eta_c$ の関係をみる限り、顕著な $NO_x$ 低下とはなっていない。

なお、図68～73に示すAS125.5と125.7とでは、ガス採取場所が異なるので、直接的な値の比較はできないが、図55～67の主軸鉛直断面での濃度分布差を参考にして判断すると、それらは非常に類似な傾向を示しているといえる。

ただ、図71の $NO$ のみは両燃焼器で大きく異った値を示しているが、これはガス採取プローブの温度が影響したものと考えられる。AS125.5の場合、その後の条件を変えた燃焼ガス採取中に冷却不足で、プローブが焼損してしまっている。

以上の検討の中で、出口大気開放の状態で行った燃焼器内部のガス分析結果が、同じく出口大気開放で、かつごく低速の気流条件で行ったストリーマによる流れ模様の結果とよく対応がつくのは、次の理由による。

常温、大気圧の燃焼器内 $Re$ (Reynolds)数 $(U_r l / \nu)$ が、燃焼中の燃焼ガス $Re$ 数 $(U_r l / \nu)_g$ と同等とすると、

$$\left(\frac{U_r l}{\nu}\right)_0 = \left(\frac{U_r l}{\nu}\right)_g$$

燃焼中のガス $(U_r)_H = 19 \text{ m/s}$ に相当する非燃焼時代表断面風速は、

$$(U_r)_0 = \frac{\nu_0}{\nu_H} (U_r)_g$$

$$\doteq 1 \text{ m/s}$$

となる。ここで $\nu_0, \nu_g$ は、それぞれ300Kの空気、および平均温度1900Kの燃焼ガス動粘性係数を考えた。したがって、ストリーマにより計測し易い断面風速1m/s前後の流れ模様は、また燃焼時のそれに近い様相を呈していると思われる。

## 6. まとめ

AS形セクタ燃焼器の部分的改造を行ったものについて、性能試験、および燃焼室内部ガス分析を行い、つぎの事柄を明らかにした。

### (1) 燃焼器特性

i) AS125系の燃焼器は、噴射管からの噴流

を制御することにより、実用の供試条件範囲で十分に高い燃焼効率特性を得ることができる。

ii) AS125系の燃焼器は、入口空気温度の低い条件の場合、 $THC$ 排出の点で燃料供給ノズルを噴射管出口に設けたAS251形より、やや劣った燃焼効率特性である。

iii) ライナ空気孔配列は、噴射管中間にあるB形が比較的良好である。噴射管直後への空気導入は、燃焼効率を低下させる。

iv) 出口温度にもとずいて燃焼効率特性を比較すると、出口温度分布が均質でない場合、誤まった判断を下す可能性がある。

v) 噴射管、および鈍頭近傍の構造を変えても出口温度分布の無次元化形状は一定形となる。重力の向きにもほとんど影響されない。燃焼効率特性のすぐれたいくつかのAS125系燃焼器は、要求分布形状に近い出口温度である。

vi) 全圧損失係数は、温度比1につき5～8の上昇を示す。同じコンター(ライナ、外筒輪郭)をもった従来型の燃焼器では約2程度である<sup>16)</sup>ことからかなり大きな値である。

vii) 遮熱板温度は、鈍頭部内面外径側が最も高温となり、空燃比が小さい条件ほど高温化する。

### (2) 排出特性

i) 燃焼室内の内径側ライナの近傍には、 $CO$ 、 $O_2$ 、 $THC$ などが多く存在し、排出ガスにもかなりの濃度分布が生じている。異なる形態の燃焼器の排出特性比較には、排ガス混合器が有効で、均質化した平均的値が得られる。

ii) AS系燃焼器の $CO$ 排出傾向は、エンジン作動条件を組み合わせたパラメータ $(P_1 T_1) / (n_c U_r)$ によってほぼ同一曲線上に表わされる。各供試条件すなわち、 $P_1, T_1, n_c, U_r$ などが独立に変化する場合は、同一線上にはのらない。

同一パラメータ値における $EI(CO)$ は、従来のスワラ装着形の燃焼器より少ない。

iii)  $THC$ は、燃焼器噴射管付近の構造のわずかな変更で大巾な排出値の違いがみられる。噴射管を伸長したものは $THC$ 排出が少ない。 $T_1$ が高温のとき外側ライナA形は $THC$ 排出が多い。

iv)  $EI(NO_x)$ は、全体当量比 $\phi_c$ の増加に従っ



て増加するが、 $\phi_c = 0.2$  以上では飽和又は漸減する。

V) 供試燃焼器の作動風速範囲内では、 $NO_x$  排出値の風速に対する依存性はごく少なく、排出指数にして  $\pm 0.2 \text{ g/kg fuel}$  以下の差である。

vi) 今回用いた AS 形燃焼器の場合も  $EI(NO_x)$  と  $(100 - \eta_c)$  は対数グラフ上で直線関係にある。同一燃焼効率での  $NO_x$  排出値は、燃焼器構造の違いによって、この場合最大  $\pm 50\%$  程度の違いを生ずる。AS 252 と 125 の燃料噴射位置などの違いは、 $NO_x$  排出値よりも、むしろ  $\eta_c$  により大きな影響をおよぼす。

vii) 燃焼室内において、 $NO_x$  は噴射管噴流の近傍で大部分生成する。噴射管下流側の渦の当量比が 1 のとき最も  $NO_x$  が高レベルで生成し、この渦より下流では空燃比 50 付近の高負荷の場合をのぞき、ほとんど  $NO_x$  の増加がない。

viii) ライナ空気孔が A 形の AS 125.5 は、B 形の 125.7 と比較し、未燃焼成分の排出が多く、かつ  $EI(NO_x)$  排出レベルが高い。前者は、噴射管近傍の燃料濃度が高く、CO 濃度も高い。

以上、燃料気流微粒化方式の AS 形燃焼器の特性と内部ガス組成を実験的に示した。

ここに行った供試燃焼器の形状変更範囲では、B 形ライナを採用し、空気ダクト入口面積を  $17 \times 14 \text{ mm}^2$  として噴射口を伸長させた AS 125.7 が最も良好な特性を示している。

これで AS 形燃焼器の排出特性は、かなり明らかになったが、従来形など他の形式の燃焼器との排出特性の比較に、いかなる条件で、いかなるパラメータを一致させて比較するかは、更に研究すべき課題であろう。

#### 参 考 文 献

- 1) Environmental Protection Agency, "Control of Air Pollution from Aircraft and Aircraft Engines," Federal Register, U.S.A., 38[136], 19088-19103, 1973
- 2) Environmental Protection Agency, "Aircraft Technology Assessment Status of the Gas Turbine Program," 1976/12
- 3) 航空用ジェットエンジンの研究開発 (第 1 期成果報告), 航技研原動機部, 航技研報告 TR-482, 1977/1
- 4) 田丸 卓, 鈴木邦男: 新形式ガスタービン燃焼器の研究 (第 1 報, 常圧性能試験), 航技研資料 TM-297, 1976/4 (限定配布)
- 5) 田丸 卓, 鈴木邦男, 山田秀志, 堀内正司, 下平一雄, 石井浅五郎: 新形式ガスタービン燃焼器の研究 (第 2 報, AS-20 系セクタ燃焼器の特性), 航技研資料 TM-324, 1977/1 (限定配布)
- 6) 田丸 卓, 鈴木邦男, 小倉五郎, 黒沢要治, 石井浅五郎: 新形式ガスタービン燃焼器の研究 (第 3 報, 環状燃焼器 AS-250 の特性), 航技研資料 TM-328, 1977/4 (限定配布)
- 7) 田丸 卓, 鈴木邦男, 山田秀志, 斎藤 隆, 堀内正司, 下平一雄: 新形式ガスタービン燃焼器の研究 (第 4 報, 鈍頭部冷却法と燃焼器特性), 航技研資料 TM-332, 1977/1 (限定配布)
- 8) 田丸 卓, 鈴木邦男, 下平一雄, 石井浅五郎, 小倉五郎, 黒沢要治, 斎藤 隆, 山田秀志, 堀内正司: 新形式ガスタービン燃焼器の研究 (第 5 報, 環状燃焼器 AS-260), 航技研資料 TM-335, 1977/10 (限定配布)
- 9) 日本機械学会技術資料: 燃焼に伴う環境汚染物質の生成機構と抑制法, 1980
- 10) Marchionna, N.R.; Effect of Inlet-air Humidity, Temperature, Pressure and Reference Mach Number on the Formation of Oxides of Nitrogen in a Gas Turbine Combustor, NASA TN D-7396, 1973/10
- 11) Lipfert, F.W.; Correlation of Gas Turbine Emissions Data, ASME Paper 72-GT-60, 1972
- 12) Niedzwieki, R.W.; The Experimental Clean Combustor Program - Description and Status to November 1975, NASA TM X-71849 (1975/12)
- 13) 堀 守雄:  $NO \sim NO_2$  変換に及ぼすサンプリングプローブの影響, 第 17 回燃焼シンポジウム前

刷集, 昭54年12月, pp. 160 - 162

## 付 録

- 14) Childs, J.H. and Graves, C.C.; Relation of Turbine Engine Combustion Efficiency to Second-Order Reaction Kinetics and Fundamental Flame Speed, NACA RM E54G23, 1954
- 15) 鈴木邦男: 高圧形環状燃焼器模型 (呼称CC 60 H) の設計, 航技研資料 TM-356 (1978/7) (限定配布)
- 16) 鈴木邦男, 石井浅五郎: 高圧燃焼器の研究(VI) — 実機装着形ライナの燃焼実験結果 —, 航技研資料 TM-318 (1976/10) (限定配布)

以下に, 本文中に現われた主な燃焼器の試験条件, 結果を表示する。

なお, 既出以外の表中の記号は, 次の通りである。

$AD$	空気ダクト入口面積 (1個), $\text{mm}^2$
$CC30S$	ケーシング呼称
$DLT2$	燃焼器出口温度不均一率 ( $=\delta_t$ )
$DP/D1$	全圧損失率, %
$DT$	温度上昇値, $T_2 - T_1$ , K
$EPS$	酸素消費効率, %
$ETA_b$	燃焼効率 ( $=\eta_b$ ), %
$ETA_c$	燃焼効率 ( $=\eta_c$ ), %
$FAI$	全圧損失係数 ( $=\phi$ )
$NB$	空燃比 ( $=n$ )
$NC$	空燃比 ( $=n_c$ )
$P_{t1}$	入口全圧 ( $=P_1$ ), ata
$T_{rr}$	温度比, $T_2/T_1$
$U_{rp}$	空気ダクト内平均空気流速, $\text{m/s}$
$WAPR$	空気ダクト通過空気流量割合, %

Table A-1

(CC30S AS252.1) AD=336.0 (MM<sup>2</sup>)

RUN	T <sub>1</sub> K	P <sub>t1</sub> ata	W <sub>a</sub> g/s	W <sub>f</sub> g/s	n	T <sub>2</sub> K	DT K	T <sub>rr</sub>	DLT2	ETAb %	U <sub>r</sub> m/s	FAI	DP/P <sub>1</sub> %	U <sub>rp</sub> m/s	WAPR %
11.25-01	452	1.169	370.3	3.3	113	797	345	1.76	0.20	98.9	15.5	105.9	9.5	55	26.3
11.25-02	453	1.177	364.0	4.0	91	887	434	1.96	0.17	101.4	15.2	116.8	10.0	55	26.8
11.25-03	453	1.191	371.2	5.2	72	969	516	2.14	0.17	97.1	15.3	123.7	10.8	55	26.4
11.25-04	453	1.206	375.3	7.2	52	1149	696	2.54	0.15	98.7	15.3	132.7	11.5	54	26.3
11.25-05	452	1.209	445.3	3.6	124	763	311	1.69	0.19	97.0	18.3	96.7	11.9	64	26.2
11.25-06	449	1.221	448.6	4.8	94	877	428	1.95	0.19	103.4	18.1	102.2	12.4	64	26.3
11.25-07	448	1.242	453.4	6.2	74	967	519	2.16	0.19	99.8	18.0	113.3	13.6	63	26.3
11.25-08	444	1.277	461.4	8.6	54	1153	709	2.60	0.16	102.5	17.6	132.1	15.3	64	27.2
11.25-09	598	1.152	327.3	2.9	112	926	328	1.55	0.21	96.6	18.5	86.9	8.3	70	28.1
11.25-10	599	1.159	322.8	3.6	90	994	395	1.66	0.19	94.7	18.1	95.5	8.8	64	26.1
11.25-11	605	1.185	336.2	4.6	73	1088	483	1.80	0.16	96.0	18.7	108.9	10.5	72	28.7
11.25-12	603	1.197	333.4	6.3	53	1230	627	2.04	0.15	92.2	18.2	121.3	11.3	66	26.8

PROGRAM (9) : 760825

Table A-2

(CC30S AS125.00) AD=336.0 (MM<sup>2</sup>)

RUN	T <sub>1</sub> K	P <sub>t1</sub> ata	W <sub>a</sub> g/s	W <sub>f</sub> g/s	n	T <sub>2</sub> K	DT K	T <sub>rr</sub>	DLT2	ETAb %	U <sub>r</sub> m/s	FAI	DP/P <sub>1</sub> %	U <sub>rp</sub> m/s	WAPR %
08.04-01	313	1.091	514.7	4.6	111	506	193	1.62	0.50	51.9	16.4	26.6	3.8	69	31.6
08.04-02	313	1.093	513.6	5.7	91	553	240	1.77	0.46	53.3	16.3	26.6	3.7	70	32.1
08.04-03	314	1.099	509.0	7.4	69	619	305	1.97	0.44	52.4	16.1	29.7	4.0	69	32.0
08.04-04	314	1.121	515.0	10.2	50	883	569	2.81	0.12	74.2	15.9	35.9	4.8	69	32.0
08.04-05	315	1.112	601.7	5.4	110	463	148	1.47	0.60	39.7	19.3	26.4	5.0	80	31.3
08.04-06	316	1.116	597.8	6.7	90	530	214	1.68	0.44	46.8	19.1	27.0	5.1	81	32.1
08.04-07	318	1.124	601.7	8.6	70	594	276	1.87	0.50	48.0	19.2	28.3	5.3	81	31.9
08.04-08	319	1.159	609.5	12.0	51	882	563	2.77	0.09	74.2	18.9	36.0	6.5	79	31.4
08.04-09	320	1.157	690.8	9.9	70	628	308	1.96	0.31	53.5	22.0	28.1	6.8	91	31.6
08.04-10	321	1.200	702.7	13.8	51	878	557	2.74	0.08	73.4	21.6	35.9	8.3	88	31.0
08.04-11	448	1.090	429.9	3.9	111	684	236	1.53	0.50	65.6	19.6	26.6	3.7	83	31.6
08.04-12	453	1.092	427.1	4.8	89	769	316	1.70	0.36	72.0	19.6	26.8	3.7	81	30.9
08.04-13	451	1.099	438.5	6.2	71	816	365	1.81	0.37	67.1	20.0	28.0	4.1	86	32.1
08.04-14	452	1.112	435.8	8.6	50	1037	585	2.30	0.15	79.3	19.6	32.6	4.6	81	30.6
08.04-15	598	1.074	325.4	2.9	113	830	232	1.39	0.53	68.1	19.8	27.0	3.0	84	31.4
08.04-16	598	1.076	323.8	3.5	92	910	312	1.52	0.26	75.5	19.7	27.5	3.0	83	31.1
08.04-17	603	1.079	322.0	4.6	70	1022	419	1.70	0.19	79.5	19.7	28.8	3.1	83	31.2
08.04-18	602	1.083	322.4	6.4	50	1148	546	1.91	0.14	75.8	19.6	30.9	3.3	84	31.7

PROGRAM (9) : 760825

Table A-3 (CC30S AS125.10) AD=238.0 (MM<sup>2</sup>)

RUN	T <sub>1</sub> K	P <sub>t1</sub> ata	W <sub>a</sub> g/s	W <sub>f</sub> g/s	n	T <sub>2</sub> K	DT K	Trr	DLT2	ETAb %	Ur m/s	FAI	DP/P <sub>1</sub> %	Urp m/s	WAPR %
08.26-01	308	1.126	606.0	5.5	111	493	185	1.60	0.16	49.7	18.7	28.7	5.3	99	27.8
08.26-02	309	1.135	609.9	6.7	91	589	280	1.91	0.08	62.9	18.7	29.6	5.4	99	27.7
08.26-03	310	1.148	609.9	8.6	71	723	413	2.33	0.12	73.7	18.5	32.4	5.8	97	27.4
08.26-04	311	1.173	617.0	12.0	51	923	612	2.97	0.16	81.7	18.4	37.6	6.6	94	26.9
08.26-05	450	1.082	368.5	3.4	107	641	191	1.42	0.43	51.2	16.7	27.9	2.9	90	27.7
08.26-06	450	1.086	367.4	4.0	93	783	333	1.74	0.12	78.4	16.6	28.6	2.9	87	27.3
08.26-07	446	1.090	366.9	5.1	71	880	434	1.97	0.12	80.4	16.4	30.9	3.1	85	26.9
08.26-08	445	1.097	370.0	7.2	52	1050	605	2.36	0.12	83.5	16.4	33.2	3.3	86	27.1
08.26-09	445	1.106	441.3	4.8	92	773	328	1.74	0.12	77.1	19.7	28.3	4.1	102	27.1
08.26-10	445	1.111	438.9	6.2	71	889	444	2.00	0.12	82.0	19.5	29.9	4.2	98	26.4
08.26-11	446	1.122	439.2	8.6	51	1069	623	2.40	0.12	85.5	19.3	33.0	4.6	99	26.7
08.26-12	443	1.137	507.7	7.0	72	880	438	1.99	0.12	82.1	22.3	30.6	5.6	115	27.1
08.26-13	443	1.150	504.9	9.8	52	1063	620	2.40	0.11	85.9	21.8	33.8	5.9	112	26.7
08.26-14	596	1.088	327.4	3.6	92	921	325	1.55	0.16	79.3	19.6	30.1	3.2	103	27.2
08.26-15	597	1.089	327.8	4.6	72	1029	432	1.72	0.17	83.4	19.7	29.0	3.1	102	26.9
08.26-16	601	1.091	324.1	6.4	50	1163	562	1.94	0.14	78.6	19.5	29.5	3.1	100	26.6

PROGRAM (9) : 760825

Table A-3.1 (CC30S AS125.10) AD238.0 (MM<sup>2</sup>)

RUN	T <sub>1</sub> K	P <sub>t1</sub> ata	W <sub>a</sub> g/s	W <sub>f</sub> g/s	n	T <sub>2</sub> K	DT K	Trr	DLT2	ETAb %	Ur m/s	FAI	DP/P <sub>1</sub> %	Urp m/s	WAPR %
08.31-01	453	1.243	462.3	6.1	75	887	434	1.96	0.13	84.7	18.5	117.7	14.8	96	27.0
08.31-02	463	1.249	464.8	6.2	75	893	430	1.93	0.12	83.8	19.0	117.1	15.1	98	26.7
08.31-03	433	1.242	470.3	6.2	76	847	414	1.96	0.11	81.3	18.0	118.3	14.8	93	26.9

PROGRAM (9) : 760825

Table A-4 (CC30S AS125.20) AD=238.0 (MM<sup>2</sup>)

RUN	T <sub>1</sub> K	P <sub>t1</sub> ata	W <sub>a</sub> g/s	W <sub>f</sub> g/s	n	T <sub>2</sub> K	DT K	Trr	DLT2	ETAb %	Ur m/s	FAI	DP/P <sub>1</sub> %	Urp m/s	WAPR %
09.29-01	436	1.112	455.0	8.6	53	1014	578	2.33	0.36	81.8	19.8	29.9	4.4	101	26.6
09.29-02	444	1.104	446.0	6.1	73	869	425	1.96	0.36	80.4	19.9	29.0	4.3	101	26.3
09.29-03	453	1.095	429.9	4.8	90	807	354	1.78	0.38	81.8	19.7	27.7	3.9	100	26.5
09.30-01	446	1.124	443.8	8.7	51	1125	679	2.52	0.26	94.1	19.5	33.2	4.7	98	26.3
09.30-02	454	1.113	437.8	6.1	71	957	503	2.11	0.25	93.7	19.8	30.4	4.3	99	26.3
09.30-03	456	1.110	438.6	4.8	92	866	410	1.90	0.24	96.8	20.0	29.7	4.3	101	26.5
09.30-04	454	1.103	444.1	3.9	113	709	255	1.56	0.25	72.9	20.3	27.7	4.1	103	26.6

PROGRAM (9) : 760825

Table A-4.1

(CC30S AS125.20) AD=238.0 (MM<sup>2</sup>)

RUN	T <sub>1</sub> K	P <sub>t1</sub> ata	W <sub>a</sub> g/s	W <sub>f</sub> g/s	n	T <sub>2</sub> K	DT K	T <sub>rr</sub>	DLT2	ETAb %	U <sub>r</sub> m/s	FAI	DP/P <sub>1</sub> %	U <sub>rp</sub> m/s	WAPR %
10.01-01	456	1.082	365.5	3.2	113	739	283	1.62	0.22	81.1	16.8	28.5	3.0	86	26.6
10.01-02	459	1.087	373.3	4.0	93	853	394	1.86	0.23	94.6	17.2	28.9	3.1	88	26.6
10.01-03	455	1.091	373.7	5.1	73	938	483	2.06	0.24	92.1	17.0	30.6	3.3	88	26.7
10.01-04	455	1.097	370.4	7.1	52	1116	661	2.45	0.28	92.7	16.8	33.1	3.4	84	26.2
10.01-50	440	1.118	508.3	4.5	114	651	211	1.48	0.29	60.3	22.6	26.9	5.0	116	26.9
10.01-05	447	1.133	500.2	6.3	80	892	445	2.00	0.25	92.0	22.2	30.4	5.4	112	26.5
10.01-06	449	1.128	501.0	5.5	91	821	372	1.83	0.22	86.8	22.5	28.9	5.3	116	27.0
10.01-07	448	1.136	505.8	7.0	73	946	498	2.11	0.23	94.4	22.5	30.0	5.5	113	26.6
10.01-08	448	1.150	508.7	9.8	52	1113	665	2.49	0.26	93.4	22.3	32.8	5.9	113	26.6
10.01-09	601	1.084	330.3	2.9	113	906	305	1.51	0.19	90.6	20.2	28.0	3.1	100	26.0
10.01-10	598	1.086	327.4	3.6	92	978	380	1.64	0.20	92.7	19.7	29.8	3.2	99	26.0
10.01-11	598	1.088	326.4	4.6	71	1088	490	1.82	0.19	94.2	19.6	29.9	3.2	98	26.1
10.01-12	601	1.091	324.8	6.3	52	1212	611	2.02	0.21	87.6	19.6	31.0	3.3	98	26.2

PROGRAM (9) : 760825

Table A-5

(CC30S AS125.30) AD=238.0 (MM<sup>2</sup>)

RUN	T <sub>1</sub> K	P <sub>t1</sub> ata	W <sub>a</sub> g/s	W <sub>f</sub> g/s	n	T <sub>2</sub> K	DT K	T <sub>rr</sub>	DLT2	ETAb %	U <sub>r</sub> m/s	FAI	DP/P <sub>1</sub> %	U <sub>rp</sub> m/s	WAPR %
10.21-01	303	1.115	605.3	5.3	114	568	265	1.88	0.28	73.7	18.5	27.8	5.1	93	26.4
10.21-02	303	1.121	604.8	6.6	91	651	438	2.15	0.23	78.3	18.4	28.6	5.2	96	27.3
10.21-03	307	1.131	601.5	8.5	71	765	458	2.49	0.26	81.9	18.4	30.6	5.5	95	27.2
10.21-04	308	1.148	603.9	11.9	51	957	649	3.11	0.27	86.2	18.2	33.3	5.8	92	26.7
10.21-05	457	1.072	364.2	3.3	112	762	305	1.67	0.30	86.3	17.0	29.2	3.1	87	26.5
10.21-06	454	1.074	363.3	4.0	91	856	402	1.89	0.29	93.7	16.8	29.1	3.0	85	26.4
10.21-70	453	1.079	361.5	6.1	59	1035	582	2.29	0.22	91.5	16.6	31.1	3.1	84	26.3
10.21-07	456	1.076	361.1	5.1	70	947	491	2.08	0.24	90.1	16.7	29.9	3.1	84	26.3
10.21-08	456	1.083	358.8	7.2	50	1131	675	2.48	0.22	91.1	16.5	33.1	3.3	82	25.9
10.21-09	451	1.090	431.9	3.9	111	757	306	1.68	0.28	86.0	19.8	28.1	4.0	103	27.0
10.21-10	451	1.095	432.4	4.8	91	856	405	1.90	0.24	94.3	19.7	29.1	4.1	101	26.7
10.21-11	451	1.097	429.8	6.3	69	963	512	2.14	0.22	92.0	19.6	29.2	4.1	100	26.6
10.21-12	451	1.107	436.7	8.3	52	1105	654	2.45	0.24	92.4	19.7	31.4	4.5	99	26.3
10.21-13	451	1.110	495.5	4.5	111	751	300	1.67	0.27	84.0	22.7	27.5	5.1	117	27.0
10.21-14	451	1.114	493.7	5.5	90	832	381	1.84	0.24	87.9	22.5	28.2	5.1	114	26.5
10.21-15	452	1.121	493.5	7.0	70	952	500	2.11	0.22	92.2	22.4	29.7	5.3	115	26.9
10.21-16	450	1.135	501.6	9.8	51	1116	666	2.48	0.24	92.4	22.4	31.8	5.7	113	26.5
10.21-17	601	1.071	324.8	2.9	112	900	299	1.50	0.24	88.0	19.9	28.2	3.1	102	26.5
10.21-18	598	1.073	323.6	3.6	91	982	384	1.64	0.21	92.6	19.7	28.7	3.1	101	26.7
10.21-19	598	1.074	322.1	4.6	71	1084	486	1.81	0.18	92.7	19.6	28.3	3.0	100	26.6
10.21-20	599	1.078	321.5	6.3	51	1216	617	2.03	0.19	87.1	19.5	29.9	3.2	99	26.3

PROGRAM (9) : 760825

Table A-6

(CC30S AS125.40) AD=238.0 (MM<sup>2</sup>)

RUN	T <sub>1</sub> K	P <sub>t1</sub> ata	W <sub>a</sub> g/s	W <sub>f</sub> g/s	n	T <sub>2</sub> K	DT K	T <sub>rr</sub>	DLT2	ETAb %	U <sub>r</sub> m/s	FAI	DP/P <sub>1</sub> %	U <sub>rp</sub> m/s	WAPR %
12.09-01	448	1.182	387.4	7.2	54	1083	635	2.42	0.23	91.9	16.0	118.0	11.3	82	26.5
12.09-02	448	1.160	388.2	5.1	76	915	467	2.04	0.25	92.1	16.3	99.7	10.0	82	26.2
12.09-03	448	1.145	380.3	4.0	95	842	394	1.88	0.28	96.0	16.2	91.9	9.0	83	26.5
12.09-04	442	1.255	473.3	8.6	55	1079	637	2.44	0.18	93.9	18.4	121.6	15.4	89	25.3
12.09-05	450	1.227	498.3	6.1	81	842	394	1.87	0.22	100.6	20.3	90.1	13.6	96	24.7
12.09-06	453	1.207	483.4	4.8	101	812	359	1.79	0.24	91.9	20.1	87.0	12.8	100	26.0
12.09-07	453	1.221	468.4	6.2	76	932	479	2.06	0.21	94.5	19.2	101.1	13.6	97	26.1
12.09-08	599	1.168	347.6	6.4	55	1190	591	1.99	0.20	89.4	19.5	99.4	10.5	97	25.9
12.09-09	593	1.157	350.6	4.6	77	1054	461	1.78	0.22	95.2	19.7	90.5	9.9	97	25.7
12.09-10	598	1.140	346.2	3.6	97	965	367	1.61	0.23	94.5	19.9	79.5	8.8	98	25.8
12.09-11	603	1.132	344.7	2.9	118	874	271	1.45	0.33	83.9	20.1	74.4	8.3	101	26.2

PROGRAM (9) : 760825

Table A-7

(CC30S AS125.5) AD=238.0 (MM<sup>2</sup>)

RUN	T <sub>1</sub> K	P <sub>t1</sub> ata	W <sub>a</sub> g/s	W <sub>f</sub> g/s	n	T <sub>2</sub> K	DT K	T <sub>rr</sub>	DLT2	ETAb %	U <sub>r</sub> m/s	FAI	DP/P <sub>1</sub> %	U <sub>rp</sub> m/s	WAPR %
02.07-01	301	1.162	627.7	12.0	52	1021	721	3.40	0.22	97.6	17.0	31.3	4.9	95	27.2
02.07-02	302	1.152	629.4	8.5	74	792	489	2.62	0.24	91.0	17.3	33.1	5.3	95	26.8
02.07-03	303	1.139	619.2	6.7	93	662	359	2.19	0.28	82.4	17.3	32.2	5.1	95	27.0
02.07-04	303	1.132	624.3	5.4	115	547	243	1.80	0.35	68.2	17.6	31.6	5.2	100	27.7
02.07-05	468	1.103	376.6	7.2	53	1195	727	2.56	0.15	104.9	16.7	33.7	3.4	88	26.2
02.07-06	472	1.097	376.3	5.1	74	1001	529	2.12	0.15	103.3	17.0	31.5	3.2	89	26.2
02.07-07	471	1.093	377.6	4.0	94	872	401	1.85	0.21	97.6	17.1	30.6	3.2	90	26.3
02.07-08	467	1.085	371.0	3.3	113	701	234	1.50	0.55	67.4	16.7	29.1	2.9	90	26.7
02.07-09	461	1.104	442.2	3.9	114	683	222	1.48	0.56	64.4	19.4	29.8	4.0	102	25.8
02.07-10	461	1.113	443.1	4.8	92	875	413	1.90	0.21	98.5	19.3	31.5	4.2	104	26.5
02.07-11	457	1.118	441.5	6.2	71	1007	551	2.20	0.16	103.0	18.9	32.7	4.2	102	26.6
02.07-12	456	1.130	451.3	8.6	52	1202	746	2.63	0.13	105.6	19.1	34.6	4.6	102	26.3
02.07-13	449	1.159	521.4	9.8	53	1194	745	2.66	0.13	107.1	21.2	35.3	5.7	114	26.3
02.07-14	450	1.145	516.0	7.0	74	992	543	2.21	0.15	105.4	21.3	33.6	5.5	117	26.8
02.07-15	451	1.134	516.2	5.5	94	800	349	1.77	0.30	84.2	21.6	31.9	5.3	117	26.5
02.07-16	455	1.120	496.6	4.4	112	671	216	1.48	0.56	61.5	21.2	30.7	4.9	116	26.7
02.07-17	609	1.094	332.0	4.5	73	1113	504	1.83	0.17	100.5	19.4	31.4	3.2	102	26.2
02.07-18	612	1.091	332.4	3.6	94	1004	392	1.64	0.19	98.9	19.6	30.6	3.2	103	26.1
02.07-119	610	1.090	333.1	3.4	99	973	363	1.59	0.21	96.1	19.6	30.3	3.2	102	26.0
02.07-19	608	1.087	329.9	2.9	115	888	280	1.46	0.33	85.3	19.4	29.4	3.0	103	26.5
02.07-20	607	1.098	331.9	6.3	52	1271	664	2.09	0.17	97.0	19.3	32.8	3.3	100	26.0

Table A-7.1

(CC30S AS125.5) AD=238.0(MM<sup>2</sup>)

RUN	T <sub>1</sub> K	P <sub>t1</sub> ata	W <sub>a</sub> g/s	W <sub>f</sub> g/s	n	T <sub>2</sub> K	DT K	Trr	DLT2	ETAb %	Ur m/s	FAI	DP/P <sub>1</sub> %	Urp m/s	WAPR %
03.03-00	458	1.089	440.7	6.15	72	-	-	-	-	-	19.4	20.2	2.7	102	25.9
03.03-01	459	1.090	440.5	6.11	72	-	-	-	-	-	19.5	28.0	3.8	103	26.1
03.03-02	450	1.089	440.9	6.11	72	-	-	-	-	-	19.1	34.2	4.6	101	26.0
03.03-03	450	1.089	440.7	6.13	72	-	-	-	-	-	19.1	33.0	4.4	99	25.6
03.03-04	450	1.088	439.0	6.11	72	-	-	-	-	-	19.1	30.1	4.0	96	24.8
03.03-05	451	1.088	439.3	6.13	72	-	-	-	-	-	19.1			101	26.2
03.03-06	451	1.088	439.5	6.13	72	-	-	-	-	-	19.1	20.0	2.7	98	25.3
03.03-07	452	1.088	438.6	6.15	71	-	-	-	-	-	19.1	24.1	3.2	98	25.2
03.03-08	452	1.088	439.2	6.17	71	-	-	-	-	-	19.2	24.7	3.3	101	26.0
03.03-09	453	1.089	439.0	6.15	71	-	-	-	-	-	19.2	26.1	3.5	101	26.0
03.03-10	453	1.089	439.2	6.24	70	-	-	-	-	-	19.2	27.5	3.7	99	25.5
03.03-11	449	1.089	439.5	6.22	71	-	-	-	-	-	19.0	24.4	3.2	101	26.1
03.03-12	449	1.089	439.6	6.24	70	-	-	-	-	-	19.0	22.6	3.0	101	26.2
03.03-13	449	1.090	439.4	6.13	72	-	-	-	-	-	19.0	14.9	2.0	98	25.3
03.03-14	449	1.089	440.4	6.13	72	-	-	-	-	-	19.1	21.0	2.8	100	25.9
03.03-15	449	1.091	439.5	6.13	72	-	-	-	-	-	19.0	24.1	3.2	100	26.0
03.03-16	449	1.088	440.7	6.13	72	-	-	-	-	-	19.1	35.3	4.7	100	26.0
03.03-17	449	1.088	440.6	6.11	72	-	-	-	-	-	19.1	27.4	3.7	101	26.0
03.03-18	449	1.088	441.1	6.10	72	-	-	-	-	-	19.1	24.3	3.2	100	25.9
03.03-19	449	1.088	441.5	6.10	72	-	-	-	-	-	19.1	23.2	3.1	99	25.6

Table A-7.2

(CC30S AS125.5) AD=238.0(MM<sup>2</sup>)

RUN	T <sub>1</sub> K	P <sub>t1</sub> ata	W <sub>a</sub> g/s	W <sub>f</sub> g/s	n	T <sub>2</sub> K	DT K	Trr	DLT2	ETAb %	Ur m/s	FAI	DP/P <sub>1</sub> %	Urp m/s	WAPR %
03.16-01	451	1.154	475.9	8.55	56	1134	683	2.51	0.11	102.4	19.5	44.0	6.1	91	25.5
03.16-01	451	1.153	474.6	8.57	55	1139	688	2.53	0.11	102.7	19.5	43.9	6.1	91	25.7
03.16-02	454	1.149	460.0	6.11	75	954	500	2.10	0.10	98.5	19.1	49.6	6.5	93	25.9
03.16-03	452	1.148	460.2	4.76	97	825	373	1.82	0.17	92.5	19.0	52.2	6.9	96	26.2
03.16-04	610	1.132	341.3	4.54	75	1094	485	1.79	0.11	99.2	19.3	61.2	6.2	94	25.2
03.16-04	609	1.133	341.7	4.58	75	1092	483	1.79	0.10	98.3	19.3	61.5	6.3	93	24.9
03.16-05	610	1.132	339.6	3.60	94	987	378	1.62	0.13	95.6	19.2	63.7	6.4	95	25.3
03.16-05	605	1.132	339.4	3.58	95	982	377	1.62	0.13	95.7	19.0	64.0	6.4	94	25.3
03.16-06	603	1.131	336.4	2.91	116	872	268	1.44	0.19	82.0	18.8	66.6	6.5	96	25.9
03.16-07	602	1.134	346.4	6.45	54	1232	630	2.05	0.11	94.5	19.3	58.7	6.1	92	24.8
03.16-07	603	1.134	346.2	6.43	54	1227	624	2.03	0.09	93.9	19.3	58.8	6.1	91	24.7

Table A-7.3

(CC30S AS125.5) AD=238.0(MM<sup>2</sup>)

RUN	T <sub>1</sub> K	P <sub>t1</sub> ata	W <sub>a</sub> g/s	W <sub>f</sub> g/s	n	T <sub>2</sub> K	DT K	T <sub>rr</sub>	DLT2	ETA <sub>b</sub> %	U <sub>r</sub> m/s	FAI	DP/P <sub>1</sub> %	U <sub>rp</sub> m/s	WAPR %
03.30-01	288	1.085	479.7	-	-	288	0	1.00	-	-	13.4	27.2	2.8	71	26.6
03.30-02	291	1.104	566.5	-	-	292	0	1.00	-	-	15.7	29.4	4.1	86	26.9
03.30-03	293	1.125	649.9	-	-	293	0	1.00	-	-	17.8	31.3	5.4	99	27.0
03.30-4-1	295	1.169	795.7	-	-	295	0	1.00	-	-	21.1	34.7	8.1	121	27.1
03.30-4-2	296	1.170	796.9	-	-	296	0	1.00	-	-	21.2	34.8	8.2	120	26.6
03.30-4-3	297	1.170	797.3	-	-	297	0	1.00	-	-	21.3	34.5	8.2	123	27.2
03.30-05	457	1.124	519.5	-	-	457	0	1.00	-	-	22.2	30.9	5.4	122	26.8
03.30-06	445	1.106	466.3	-	-	445	0	1.00	-	-	19.7	29.7	4.2	108	26.8
03.30-07	465	1.100	434.3	-	-	465	0	1.00	-	-	19.3	29.2	3.9	103	26.4
03.30-08	456	1.080	363.2	-	-	457	0	1.00	-	-	16.1	26.6	2.5	86	26.6
03.30-09	453	1.091	409.8	-	-	453	0	1.00	-	-	17.8	27.9	3.2	94	26.2
03.30-100	443	1.128	431.9	8.64	51	1180	737	2.66	0.06	101.6	18.1	34.1	4.2	96	26.2

770330

Table A-8

(CC30S AS125.6) AD=238.0(MM<sup>2</sup>)

RUN	T <sub>1</sub> K	P <sub>t1</sub> ata	W <sub>a</sub> g/s	W <sub>f</sub> g/s	n	T <sub>2</sub> K	DT K	T <sub>rr</sub>	DLT2	ETA <sub>b</sub> %	U <sub>r</sub> m/s	FAI	DP/P <sub>1</sub> %	U <sub>rp</sub> m/s	WAPR %
02.14-01	295	1.153	643.6	12.00	54	881	587	2.99	0.19	80.7	17.3	35.2	5.8	95	27.0
02.14-02	298	1.139	639.1	8.67	74	716	418	2.40	0.16	76.9	17.6	34.2	5.7	95	26.4
02.14-03	300	1.127	628.2	6.85	92	615	315	2.05	0.16	71.0	17.6	32.9	5.5	99	27.3
02.14-04	302	1.117	621.8	5.60	111	522	220	1.73	0.18	59.3	17.7	31.7	5.3	94	26.0
02.14-51	470	1.089	370.0	7.20	51	1149	679	2.44	0.10	94.8	16.8	34.7	3.5	89	26.4
02.14-05	455	1.086	365.4	7.18	51	1147	691	2.52	0.10	95.3	16.1	34.7	3.3	84	26.0
02.14-06	442	1.081	375.8	4.99	75	938	496	2.12	0.10	97.5	16.1	32.3	3.2	86	26.6
02.14-07	458	1.077	370.1	3.97	93	855	396	1.87	0.13	95.2	16.5	31.0	3.1	88	26.5
02.14-08	453	1.069	363.5	3.26	112	673	220	1.49	0.37	62.4	16.2	29.0	2.8	87	26.8
02.14-09	456	1.098	436.4	4.79	91	862	407	1.89	0.12	95.8	19.0	32.1	4.2	104	26.9
02.14-10	455	1.103	436.7	6.13	71	973	518	2.14	0.09	97.1	18.9	33.5	4.3	102	26.5
02.14-11	455	1.114	443.4	8.62	51	1149	694	2.53	0.09	96.8	19.0	35.7	4.7	99	25.8
02.14-12	444	1.145	520.5	9.81	53	1133	689	2.55	0.09	98.6	21.2	36.4	6.0	113	26.0
02.14-13	452	1.134	519.7	7.15	73	968	516	2.14	0.10	98.6	21.7	34.2	5.8	120	26.9
02.14-14	452	1.125	520.6	5.66	92	816	364	1.80	0.16	86.7	22.0	33.0	5.7	119	26.3
02.14-15	600	1.083	329.3	6.39	52	1228	628	2.05	0.09	90.6	19.1	33.2	3.4	101	26.2
02.14-16	611	1.080	329.3	4.56	72	1098	488	1.80	0.11	96.1	19.5	31.4	3.3	102	25.9
02.14-17	611	1.075	323.2	3.56	91	1003	392	1.64	0.12	95.5	19.3	30.4	3.1	101	26.2
02.14-18	605	1.073	324.8	2.91	111	907	301	1.50	0.12	89.0	19.2	29.8	3.0	101	26.3

770214



Table A-9

(CC30S AS125.7) AD=238.0(MM<sup>2</sup>)

RUN	T <sub>1</sub> K	P <sub>t1</sub> ata	W <sub>a</sub> g/s	W <sub>f</sub> g/s	n	T <sub>2</sub> K	DT K	T <sub>rr</sub>	DLT2	ETAb %	U <sub>r</sub> m/s	FAI	DP/P <sub>1</sub> %	U <sub>rp</sub> m/s	WAPR %
05.27-01	450	1.122	379.7	3.28	116	763	312	1.69	0.16	92.0	16.0	65.3	6.2	74	23.8
05.27-02	454	1.121	372.4	4.05	92	887	433	1.95	0.14	102.9	15.8	64.1	5.9	72	23.5
05.27-03	454	1.120	367.5	5.15	71	974	520	2.15	0.14	97.5	15.6	63.2	5.7	70	23.5
05.27-04	453	1.118	359.5	7.08	51	1146	693	2.53	0.14	95.4	15.3	60.8	5.3	66	23.0
05.27-05	447	1.141	456.9	4.15	110	804	357	1.80	0.13	100.4	18.8	53.2	6.9	87	24.1
05.27-06	449	1.141	456.5	4.89	93	885	436	1.97	0.15	104.9	18.9	51.1	6.7	85	23.8
05.27-07	451	1.142	458.9	6.55	70	985	535	2.19	0.16	98.6	19.0	48.5	6.4	85	24.0
05.27-08	452	1.139	447.7	8.48	53	1141	689	2.52	0.15	98.3	18.7	46.2	5.9	80	23.4
05.27-09	450	1.163	528.9	4.86	109	810	360	1.80	0.11	100.1	21.5	47.0	7.8	99	24.5
05.27-10	452	1.161	522.0	5.85	89	873	420	1.93	0.14	96.9	21.4	45.8	7.5	96	24.1
05.27-11	449	1.162	529.9	7.78	68	997	548	2.22	0.16	98.5	21.5	42.2	7.0	95	24.4
05.27-12	453	1.163	528.8	10.06	53	1145	692	2.53	0.15	98.4	21.6	39.0	6.5	89	23.3
05.27-13	601	1.125	338.0	3.05	111	927	326	1.54	0.13	95.9	19.0	65.0	6.5	88	23.7
05.27-14	604	1.123	334.7	3.70	91	1009	405	1.67	0.13	98.5	18.9	63.7	6.3	86	23.5
05.27-15	603	1.127	344.8	4.79	72	1109	506	1.84	0.13	99.3	19.4	60.4	6.3	87	23.3
05.27-16	604	1.125	337.7	6.73	50	1242	638	2.06	0.14	89.9	19.0	59.5	6.0	84	23.0

Table A-10

(CC30S AS125.8) AD=238.0(MM<sup>2</sup>)

RUN	T <sub>1</sub> K	P <sub>t1</sub> ata	W <sub>a</sub> g/s	W <sub>f</sub> g/s	n	T <sub>2</sub> K	DT K	T <sub>rr</sub>	DLT2	ETAb %	U <sub>r</sub> m/s	FAI	DP/P <sub>1</sub> %	U <sub>rp</sub> m/s	WAPR %
06.24-101	456	1.117	370.4	7.43	50	1136	680	2.49	0.14	91.9	15.9	58.0	5.4	65	22.0
06.24-01	451	1.117	371.8	7.43	50	1130	678	2.50	0.14	91.9	15.8	58.2	5.4	65	22.3
06.24-02	449	1.120	383.4	5.50	70	978	529	2.18	0.17	96.9	16.1	59.8	5.8	70	23.0
06.24-03	451	1.122	390.9	4.28	91	877	426	1.94	0.18	100.6	16.5	60.7	6.1	72	23.0
06.24-04	452	1.120	381.5	3.41	112	776	324	1.72	0.22	92.4	16.2	64.6	6.2	72	23.2
06.24-05	451	1.143	470.0	9.18	51	1141	690	2.53	0.16	95.7	19.5	43.9	6.0	71	20.8
06.24-06	453	1.141	462.9	6.55	71	973	520	2.15	0.16	96.6	19.3	48.4	4.6	80	22.6
06.24-07	452	1.139	458.2	4.96	92	878	426	1.94	0.17	101.8	19.1	51.2	6.8	84	23.5
06.24-08	451	1.143	469.7	4.31	109	971	340	1.76	0.19	94.6	19.4	52.3	7.2	84	22.8
06.24-09	459	1.155	507.9	9.88	51	1151	692	2.51	0.16	96.5	21.2	40.5	6.4	77	21.1
06.24-10	449	1.165	542.2	7.95	68	981	532	2.18	0.16	95.5	22.0	42.1	7.3	90	23.3
06.24-11	449	1.161	532.2	6.03	88	865	416	1.93	0.18	94.8	21.6	45.7	7.7	92	23.4
06.24-12	602	1.123	340.9	4.79	71	1098	496	1.82	0.18	96.2	19.2	61.3	6.3	81	22.3
06.24-13	605	1.125	350.2	7.08	49	1250	645	2.07	0.16	89.9	19.7	56.7	6.1	81	22.0
06.24-14	604	1.123	343.2	3.76	91	1001	397	1.66	0.20	97.1	19.4	62.3	6.5	84	22.5
06.24-15	602	1.125	347.4	3.08	113	918	316	1.52	0.22	94.4	19.5	63.1	6.7	87	22.9

PROGRAM (10) : 770323

Table A-11 (CC30S AS125.9) AD=336.0(MM<sup>2</sup>)

RUN	T <sub>1</sub> K	P <sub>t1</sub> ata	W <sub>a</sub> g/s	W <sub>f</sub> g/s	n	T <sub>2</sub> K	DT K	Trr	DLT2	ETAb %	Ur m/s	FAI	DP/P <sub>1</sub> %	Urp m/s	WAPR %
07.25-01	455	-	393.5	3.61	109	773	318	1.70	0.17	88.3	16.7	-	-	58	25.5
07.25-02	452	-	386.6	4.28	90	862	410	1.91	0.16	95.7	16.3	-	-	57	26.0
07.25-03	454	-	378.5	5.41	70	949	495	2.09	0.16	90.8	16.0	-	-	54	25.2
07.25-04	453	-	379.0	7.46	51	1106	653	2.44	0.17	89.5	16.0	-	-	52	24.8
07.25-05	445	-	464.6	4.37	106	780	335	1.75	0.18	90.7	19.0	-	-	66	26.4
07.25-06	454	-	457.2	4.99	92	825	371	1.82	0.15	87.5	19.1	-	-	64	25.5
07.25-07	453	-	454.9	6.52	70	954	501	2.11	0.15	92.0	18.9	-	-	65	26.5
07.25-08	449	-	460.2	8.95	51	1106	657	2.46	0.19	91.2	19.0	-	-	62	25.8
07.25-09	601	-	336.4	6.60	51	1204	603	2.00	0.17	86.0	18.9	-	-	65	26.1
07.25-10	604	-	342.1	4.94	69	1060	456	1.76	0.16	86.2	19.2	-	-	67	25.9
07.25-11	604	-	347.1	3.82	91	992	388	1.64	0.16	94.4	19.5	-	-	70	26.6
07.25-12	604	-	347.2	3.16	110	916	312	1.52	0.16	91.1	19.5	-	-	69	26.1
07.25-112	605	-	348.1	3.13	111	912	307	1.51	0.16	90.6	19.6	-	-	70	26.3

PROGRAM (10) : 770323

Table A-12 (CC30S AS125.11) AD=238.0(MM<sup>2</sup>)

RUN	T <sub>1</sub> K	P <sub>t1</sub> ata	W <sub>a</sub> g/s	W <sub>f</sub> g/s	n	T <sub>2</sub> K	DT K	Trr	DLT2	ETAb %	Ur m/s	FAI	DP/P <sub>1</sub> %	Urp m/s	WAPR %
08.30-01	454	1.154	383.0	3.44	111	792	338	1.75	0.09	95.9	15.8	94.0	8.7	-	-
08.30-02	455	1.168	385.8	4.26	91	885	430	1.94	0.12	100.8	15.8	104.2	9.6	-	-
08.30-03	452	1.181	391.4	5.55	70	960	508	2.12	0.16	94.0	15.7	113.1	10.4	-	-
08.30-04	452	1.213	404.7	7.71	53	1122	670	2.48	0.20	94.9	15.8	131.4	12.2	-	-
08.30-05	449	1.311	508.1	9.79	52	1140	691	2.54	0.15	96.9	18.3	140.9	17.3	-	-
08.30-06	451	1.268	497.4	7.22	69	981	530	2.18	0.11	96.2	18.5	121.0	15.2	-	-
08.30-07	451	1.235	478.3	5.37	89	891	441	1.98	0.12	101.7	18.3	109.5	13.5	-	-
08.30-08	450	1.214	475.5	4.30	111	793	343	1.76	0.10	96.7	18.5	98.3	12.3	-	-
08.30-09	602	1.144	332.6	2.98	112	914	312	1.52	0.14	92.2	18.4	86.2	8.1	-	-
08.30-10	601	1.154	337.4	3.69	91	986	385	1.64	0.11	94.3	18.4	92.5	8.8	-	-
08.30-11	601	1.167	340.1	4.84	70	1097	496	1.83	0.10	95.2	18.4	101.9	9.6	-	-
08.30-12	602	1.184	342.4	6.92	49	1240	638	2.06	0.10	88.7	18.3	114.4	10.6	-	-

Table A-12.1 (CC30S AS125.11) AD=238.0(MM<sup>2</sup>)

RUN	T <sub>1</sub> K	P <sub>t1</sub> ata	W <sub>a</sub> g/s	W <sub>f</sub> g/s	n	T <sub>2</sub> K	DT K	Trr	DLT2	ETAb %	Ur m/s	FAI	DP/P <sub>1</sub> %	Urp m/s	WAPR %
08.30-1000	601	1.138	379.7	-	-	608	7	1.01	-	-	21.0	64.2	7.8	-	-
08.30-2000	595	1.112	332.6	-	-	595	0	1.00	-	-	18.7	61.2	6.0	-	-
08.30-3000	603	1.092	283.8	-	-	603	0	1.00	-	-	16.4	60.6	4.6	-	-
08.30-4000	529	1.088	289.3	-	-	529	0	1.00	-	-	14.8	61.0	4.3	-	-
08.30-5000	519	1.109	347.8	-	-	519	0	1.00	-	-	17.1	61.5	5.8	-	-
08.30-6000	509	1.147	432.5	-	-	509	0	1.00	-	-	20.1	64.7	8.5	-	-
08.30-7000	449	1.140	445.2	-	-	449	0	1.00	-	-	18.4	64.1	8.0	-	-
08.30-8000	451	1.172	510.8	-	-	451	0	1.00	-	-	20.6	65.9	10.1	-	-
08.30-9000	460	1.109	369.3	-	-	460	0	1.00	-	-	16.1	61.5	5.8	-	-
08.30-9100	453	1.108	370.6	-	-	453	0	1.00	-	-	15.9	61.3	5.7	-	-
08.30-01	297	1.177	663.4	-	-	297	0	1.00	-	-	17.6	64.7	12.8	-	-
08.30-02	299	1.217	746.7	-	-	299	0	1.00	-	-	19.3	67.5	16.2	-	-
08.30-03	301	1.247	806.8	-	-	301	0	1.00	-	-	20.5	68.8	18.7	-	-

Table A-13

(CC30S AS125.12) AD=336.0(MM<sup>2</sup>)

RUN	T <sub>1</sub> K	P <sub>t1</sub> ata	W <sub>a</sub> g/s	W <sub>f</sub> g/s	n	T <sub>2</sub> K	DT K	Trr	DLT2	ETAb %	Ur m/s	FAI	DP/P <sub>1</sub> %	Urp m/s	WAPR %
09.01-01	381	1.195	468.2	4.18	112	714	333	1.88	0.19	93.4	15.6	105.6	11.3	-	-
09.01-02	385	1.217	474.8	5.24	91	780	395	2.03	0.19	90.7	15.7	117.4	12.6	-	-
09.01-03	385	1.253	490.1	6.90	71	893	508	2.32	0.16	93.1	15.8	134.8	14.6	-	-
09.01-04	383	1.320	512.2	10.02	51	1071	688	2.79	0.15	93.4	15.6	170.9	18.1	-	-
09.01-05	456	1.168	393.6	3.63	108	794	338	1.74	0.16	93.6	16.1	101.7	9.7	-	-
09.01-06	453	1.183	400.5	4.36	92	869	415	1.92	0.17	98.5	16.1	111.1	10.6	-	-
09.01-07	450	1.205	407.7	5.94	69	962	512	2.14	0.18	92.4	16.0	125.2	11.9	-	-
09.01-08	450	1.254	428.6	8.60	50	1132	687	2.53	0.13	92.7	16.1	151.8	14.7	-	-
09.01-09	447	1.248	508.1	4.68	110	784	337	1.75	0.19	94.3	19.1	107.5	14.4	-	-
09.01-10	448	1.255	502.4	5.52	91	838	390	1.87	0.19	91.4	18.8	113.6	14.8	-	-
09.01-11	446	1.298	518.9	7.30	71	956	510	2.14	0.17	94.9	18.7	131.4	17.0	-	-
09.01-12	448	1.320	493.0	9.81	50	1146	698	2.56	0.13	95.0	17.6	158.5	18.1	-	-
09.01-13	599	1.166	354.8	3.25	109	921	321	1.54	0.14	93.0	19.1	94.6	9.6	-	-
09.01-14	608	1.173	349.4	3.90	90	1004	396	1.65	0.15	95.2	19.0	101.3	10.1	-	-
09.01-15	599	1.195	366.3	5.25	70	1066	467	1.78	0.16	88.7	19.3	110.4	11.4	-	-
09.01-16	598	1.217	366.7	7.27	50	1229	631	2.05	0.16	89.2	18.9	127.7	12.8	-	-

PROGRAM :

Table A-13.1

(CC30S AS125.12) AD=336.0(MM<sup>2</sup>)

RUN	T <sub>1</sub> K	P <sub>t1</sub> ata	W <sub>a</sub> g/s	W <sub>f</sub> g/s	n	T <sub>2</sub> K	DT K	Trr	DLT2	ETAb %	Ur m/s	FAI	DP/P <sub>1</sub> %	Urp m/s	WAPR %
09.01-1000	595	1.165	420.1	-	-	-	-	-	-	-	22.5	69.2	9.7	-	-
09.01-2000	601	1.119	336.8	-	-	-	-	-	-	-	19.0	65.6	6.6	-	-
09.01-3000	597	1.092	276.5	-	-	-	-	-	-	-	15.9	64.1	4.6	-	-
09.01-4000	439	1.207	564.9	-	-	-	-	-	-	-	21.6	72.4	12.4	-	-
09.01-5000	445	1.157	472.2	-	-	-	-	-	-	-	19.1	68.6	9.2	-	-
09.01-6000	450	1.119	388.6	-	-	-	-	-	-	-	16.4	66.2	6.6	-	-

PROGRAM :

Table A-13.2

(CC30S AS125.12) AD=336.0(MM<sup>2</sup>)

RUN	T <sub>1</sub> K	P <sub>t1</sub> ata	W <sub>a</sub> g/s	W <sub>f</sub> g/s	n	T <sub>2</sub> K	DT K	Trr	DLT2	ETAb %	Ur m/s	FAI	DP/P <sub>1</sub> %	Urp m/s	WAPR %
10.27-01	451	1.124	460.0	4.23	109	788	337	1.75	0.14	93.7	19.4	31.0	4.2	-	-
10.27-02	456	1.122	447.9	4.92	91	862	407	1.89	0.13	95.6	19.1	30.2	4.0	-	-
10.27-03	454	1.128	451.2	6.43	70	983	529	2.16	0.14	97.7	19.1	31.4	4.1	-	-
10.27-04	453	1.139	455.5	9.16	50	1166	713	2.57	0.15	96.3	19.0	33.4	4.4	-	-
10.27-05	455	1.113	448.8	3.43	131	655	200	1.44	0.29	66.0	19.3	28.6	3.8	-	-
10.27-1000	369	1.099	463.2	-	-	375	6	1.01	-	-	16.3	28.1	3.4	-	-
10.27-2000	339	1.166	750.1	-	-	340	1	1.00	-	-	22.9	30.9	7.4	-	-

PROGRAM :

Table A-14

(CC30S AS125.13) AD=238.0(MM<sup>2</sup>)

RUN	T <sub>1</sub> K	P <sub>t1</sub> ata	W <sub>a</sub> g/s	W <sub>f</sub> g/s	n	T <sub>2</sub> K	DT K	T <sub>rr</sub>	DLT2	ETA <sub>b</sub> %	U <sub>r</sub> m/s	FAI	DP/P <sub>1</sub> %	U <sub>rp</sub> m/s	WAPR %
11.01-01	386	1.224	490.4	4.44	111	747	361	1.93	0.17	100.1	16.2	110.8	12.6	-	-
11.01-02	388	1.254	502.4	5.54	91	852	464	2.20	0.17	107.3	16.3	124.5	14.2	-	-
11.01-03	385	1.272	502.1	7.01	72	951	566	2.47	0.17	105.1	16.0	137.0	15.1	-	-
11.01-04	384	1.341	518.4	10.39	50	1188	804	3.10	0.18	108.0	15.6	174.9	18.4	-	-
11.01-05	453	1.174	396.0	3.61	110	806	353	1.78	0.18	99.0	16.0	100.9	9.6	-	-
11.01-06	454	1.196	404.4	4.53	89	914	460	2.01	0.14	106.6	16.1	113.9	10.9	-	-
11.01-07	453	1.216	414.1	5.92	70	1002	549	2.21	0.16	101.2	16.2	125.0	12.1	-	-
11.01-08	452	1.260	425.8	8.62	49	1214	762	2.68	0.17	102.7	16.0	152.8	14.5	-	-
11.01-09	446	1.254	507.0	4.63	110	818	372	1.83	0.13	104.0	18.9	108.1	14.3	-	-
11.01-10	451	1.274	513.1	5.60	92	869	418	1.93	0.15	98.7	19.1	116.1	15.4	-	-
11.01-11	449	1.318	524.7	7.64	69	1021	572	2.27	0.16	103.6	18.8	136.0	17.6	-	-
11.01-12	451	1.339	502.1	9.97	50	1219	768	2.70	0.14	105.4	17.7	160.6	18.6	-	-
11.01-13	599	1.171	353.2	3.21	110	936	337	1.56	0.21	98.5	18.9	95.2	9.5	-	-
11.01-14	601	1.190	364.7	4.06	90	1018	417	1.69	0.18	100.5	19.3	103.6	10.7	-	-
11.01-15	605	1.199	358.1	5.18	69	1140	535	1.88	0.18	101.3	19.0	113.5	11.3	-	-
11.01-16	599	1.240	379.6	7.78	49	1298	699	2.17	0.15	96.3	19.3	131.4	13.6	-	-
11.01-1111	605	1.162	343.4	2.95	117	917	312	1.52	0.22	96.1	18.8	91.9	8.9	-	-
11.01-2222	603	1.156	347.5	2.87	121	872	270	1.45	0.33	86.2	19.0	85.1	8.5	-	-

PROGRAM :

Table A-15

(CC30S AS125.14) AD=336.0(MM<sup>2</sup>)

RUN	T <sub>1</sub> K	P <sub>t1</sub> ata	W <sub>a</sub> g/s	W <sub>f</sub> g/s	n	T <sub>2</sub> K	DT K	T <sub>rr</sub>	DLT2	ETA <sub>b</sub> %	U <sub>r</sub> m/s	FAI	DP/P <sub>1</sub> %	U <sub>rp</sub> m/s	WAPR %
10.28-01	380	1.220	488.6	4.45	110	761	381	2.00	0.17	105.1	16.0	103.9	11.6	-	-
10.28-02	384	1.240	492.2	5.48	90	869	485	2.26	0.13	111.1	16.0	113.9	12.6	-	-
10.28-03	384	1.267	501.1	7.15	70	979	596	2.55	0.12	108.6	15.9	127.3	14.0	-	-
10.28-04	381	1.345	537.5	10.67	50	1220	839	3.20	0.12	114.1	16.0	158.5	17.7	-	-
10.28-05	456	1.179	404.6	3.57	113	809	352	1.77	0.18	101.9	16.4	93.4	9.2	-	-
10.28-06	456	1.189	397.5	4.43	90	928	471	2.03	0.12	109.8	16.0	103.7	9.8	-	-
10.28-07	449	1.212	413.3	5.90	70	1024	575	2.28	0.09	106.3	16.1	115.4	11.1	-	-
10.28-08	446	1.265	442.0	8.83	50	1236	789	2.77	0.11	107.9	16.4	138.7	13.9	-	-
10.28-09	450	1.248	507.0	4.50	113	808	358	1.80	0.17	102.9	19.2	98.6	13.2	-	-
10.28-10	448	1.274	513.5	5.65	91	916	468	2.04	0.12	110.1	19.0	110.0	14.5	-	-
10.28-11	448	1.305	523.5	7.51	70	1031	583	2.30	0.11	107.3	18.9	122.7	16.0	-	-
10.28-12	448	1.357	530.7	10.60	50	1261	812	2.81	0.11	111.4	18.4	147.7	18.4	-	-
10.28-13	603	1.172	354.7	3.19	111	940	336	1.56	0.19	99.3	19.2	86.9	8.8	-	-
10.28-14	604	1.181	354.7	3.94	90	1027	423	1.70	0.14	102.4	19.0	93.4	9.4	-	-
10.28-15	601	1.198	362.1	5.16	70	1146	545	1.91	0.11	104.7	19.1	102.9	10.4	-	-
10.28-16	602	1.218	364.4	7.29	50	1301	699	2.16	0.09	98.5	18.9	116.6	11.6	-	-
10.28-17	601	1.156	350.5	2.43	144	819	218	1.36	0.31	82.2	19.1	77.2	7.8	-	-

PROGRAM :

Table B-1

COMBR TYPE = AS-252.10

RUN	N	T1	CO2	CO	O2	THC	FAI	EI(CO)	EI(THC)	EI(NO)	EI(NOX)	ETAC
		(K)	(%)	(PPM)	(%)	(PPM)		(G OF POLT./KG FUEL)				(%)
11.25-01	109	452	1.8	633.2	17.7	34.6	0.14	67.54	1.84	0.23	1.80	98.18
11.25-02	87	453	2.2	443.8	16.9	20.3	0.17	37.90	0.87	0.59	2.12	99.00
11.25-03	73	453	2.7	431.8	16.2	13.0	0.20	30.81	0.47	0.95	2.47	99.21
11.25-04	53	453	3.7	441.9	14.6	4.2	0.28	23.15	0.11	1.93	3.49	99.43
11.25-05	120	452	1.6	944.0	17.9	59.4	0.12	110.58	3.48	0.15	1.41	96.98
11.25-06	90	449	2.2	630.6	17.0	24.4	0.17	55.19	1.07	0.48	1.76	98.56
11.25-07	73	448	2.7	519.4	16.2	12.8	0.20	37.22	0.46	0.88	2.18	99.05
11.25-08	53	444	3.7	438.8	14.5	2.8	0.28	22.73	0.07	1.82	3.21	99.44
11.25-09	107	598	1.9	185.5	17.5	4.2	0.14	19.37	0.22	0.98	3.03	99.51
11.25-10	96	599	2.0	124.4	16.9	2.9	0.15	11.62	0.14	2.23	3.95	99.70
11.25-11	71	605	2.8	129.3	16.0	2.6	0.21	9.01	0.09	2.50	4.52	99.77
11.25-12	53	603	3.8	142.0	14.5	2.1	0.28	7.36	0.06	3.72	6.08	99.82

PROGRAM(10) : 760209

Table B-2

COMBR TYPE = AS 125.40

RUN	N	T1	CO2	CO	O2	THC	FAI	EI(CO)	EI(THC)	EI(NO)	EI(NOX)	ETAC
		(K)	(%)	(PPM)	(%)	(PPM)		(G OF POLT./KG FUEL)				(%)
12.09-01	59	448	3.3	492.8	15.2	2.8	0.25	28.71	0.08	1.84	3.48	99.30
12.09-02	84	448	2.3	603.3	16.8	18.8	0.18	49.77	0.78	0.73	2.29	98.72
12.09-03	101	448	1.9	852.7	17.4	62.1	0.15	83.75	3.05	0.19	1.34	97.67
12.09-04	60	442	3.3	585.7	15.3	2.8	0.25	34.34	0.08	1.72	3.32	99.17
12.09-05	83	450	2.4	711.3	16.8	21.3	0.18	57.52	0.86	0.81	2.36	98.53
12.09-06	110	453	1.7	1207.8	17.7	163.0	0.13	129.94	8.77	0.11	0.97	95.97
12.09-07	82	453	2.4	687.7	16.8	20.6	0.18	55.27	0.83	0.82	2.36	98.59
12.09-08	59	599	3.4	176.8	15.2	1.4	0.25	10.29	0.04	3.46	5.72	99.75
12.09-09	80	593	2.5	210.6	16.6	1.2	0.19	16.42	0.05	2.42	4.36	99.60
12.09-10	102	598	1.9	529.4	17.4	11.1	0.15	52.69	0.55	0.76	1.90	98.67
12.09-11	134	603	1.4	1235.3	18.2	155.5	0.11	160.44	10.10	0.15	0.78	95.10

PROGRAM(10) : 760209

Table B-3

COMBR TYPE = AS 125.50

RUN	NB	T1 (K)	FAI	EI(CO)	EI(THC)	EI(NO)	EI(NOX)	ETAC (%)	NC	EPS (%)
				(G OF POLT./KG FUEL)						
03.03-00	72	458	0.209	77.53	11.63	0.23	2.43	97.09	70.8	97.6
03.03-01	72	459	0.394	190.30	11.98	0.66	5.01	97.06	37.6	97.7
03.03-02	72	450	0.461	271.36	17.62	0.39	4.84	96.36	32.2	97.2
03.03-03	72	450	0.615	408.80	11.63	0.60	6.28	96.40	24.1	97.3
03.03-04	72	450	0.947	859.89	15.86	3.43	10.13	95.37	15.6	96.6
03.03-05	72	451	0.993	1254.59	14.45	4.23	10.61	93.75	14.9	95.5
03.03-06	72	451	1.016	1762.07	32.77	3.78	9.82	91.21	14.6	95.1
03.03-07	71	451	1.141	3482.81	403.20	2.09	6.85	78.00	13.0	94.0
03.03-08	71	452	0.673	486.62	2572.14	0.25	0.65	17.33	22.0	18.4
03.03-09	71	453	0.884	1703.17	1293.02	0.37	2.17	59.42	16.8	62.2
03.03-10	70	453	1.428	4195.37	1953.72	1.62	4.03	56.21	10.4	86.6
03.03-11	71	449	0.993	2127.23	451.86	1.22	5.14	80.03	14.9	83.1
03.03-12	70	449	0.638	431.88	73.69	0.60	4.89	94.17	23.2	95.2
03.03-13	72	449	0.324	387.66	146.25	0.07	2.14	84.88	45.7	86.6
03.03-14	72	449	0.199	352.41	182.55	0.09	1.29	72.75	74.3	75.3
03.03-15	72	449	0.247	352.41	111.01	0.05	1.82	83.86	60.1	85.9
03.03-16	72	449	0.883	881.03	45.11	1.84	8.28	94.31	16.8	95.7
03.03-17	72	449	0.843	556.81	12.79	3.17	10.13	96.57	17.6	97.5
03.03-18	72	449	0.767	458.14	8.04	2.78	9.84	96.92	19.3	97.8
03.03-19	72	449	0.568	324.22	10.39	1.21	7.41	96.85	26.1	97.7

PROGRAM(11) : 770325

Table B-3.1

COMBR TYPE = AS 125.50

RUN	N	T1 (K)	CO2 (%)	CO (PPM)	O2 (%)	THC (PPM)	FAI	EI(CO)	EI(THC)	EI(NO)	EI(NOX)	ETAC (%)
								(G OF POLT./KG FUEL)				
03.16-01	55	451	3.6	828.3	15.2	115.0	0.27	44.99	3.12	1.37	3.36	98.63
03.16-02	75	454	2.6	953.7	16.8	550.0	0.20	69.89	20.15	0.44	2.19	96.35
03.16-03	93	452	1.9	1269.7	17.9	1975.0	0.16	114.70	89.20	0.08	1.08	88.42
03.16-04	71	609	2.8	262.2	16.4	48.0	0.21	18.27	1.67	2.50	4.97	99.40
03.16-05	92	605	2.2	492.8	17.5	200.0	0.16	44.21	8.97	0.79	2.21	98.06
03.16-06	116	603	1.4	1476.4	18.6	2025.0	0.13	166.82	114.40	0.01	0.57	84.66
03.16-07	53	603	3.8	242.4	14.9	24.0	0.28	12.70	0.63	3.49	6.10	99.64

PROGRAM(10) : 770323

Table B-3.2

COMBR TYPE = AS125.50

RUN	NB	T1 (K)	FAI	EI(CO)	EI(THC)	EI(NO)	EI(NOX)	ETAC (%)	NC	EPS (%)
				(G OF POLT./KG FUEL)						
04.19-01	71	455	0.305	240.18	68.18	0.10	0.98	87.53	48.6	89.2

PROGRAM(11) : 770325

Table B-4

COMBR TYPE = AS125.70

RUN	NB	T1 (K)	FAI	EI(CO)	EI(THC)	EI(NO)	EI(NO <sub>x</sub> )	ETAC (%)	NC	EPS (%)
05.13-01	69	444	0.236	46.26	0.99	1.14	3.12	98.82	62.9	99.1
05.13-02	71	449	0.582	68.91	0.14	1.16	3.27	98.41	25.4	98.9
05.13-03	71	451	0.728	87.62	0.07	1.15	3.45	98.02	20.4	98.6
05.13-04	69	450	0.864	122.61	0.07	1.18	3.31	97.29	17.1	98.1
05.13-05	71	449	0.941	185.98	0.15	1.11	2.92	95.95	15.7	97.1
05.13-06	71	449	0.996	260.65	0.61	1.41	3.02	94.27	14.9	95.9
05.13-07	71	449	1.000	267.32	0.36	1.39	2.91	94.14	14.8	95.8
05.13-08	69	449	0.998	267.78	1.99	1.20	2.61	94.10	14.8	95.8
05.13-09	71	449	0.955	215.18	23.91	0.96	2.36	93.05	15.5	94.4
05.13-10	71	450	0.725	93.18	931.83	0.06	0.15	9.25	20.4	9.9
05.13-11	70	450	1.268	434.89	612.51	0.23	0.36	31.52	11.7	44.5
05.13-12	70	450	1.170	362.69	296.74	0.26	1.02	64.31	12.7	78.3
05.13-13	70	450	0.683	208.15	191.72	0.15	1.26	76.73	21.7	78.1
05.13-14	71	450	0.454	243.66	162.44	0.09	1.15	78.33	32.6	80.0
05.13-15	72	450	0.411	458.21	335.60	0.17	0.61	56.15	36.1	59.3
05.13-16	70	450	0.922	428.66	70.89	0.31	1.30	83.63	16.1	86.5
05.13-17	72	450	0.985	511.24	71.26	0.30	1.27	81.86	15.0	85.2
05.13-18	70	449	0.691	444.26	270.89	0.10	0.68	62.90	21.4	65.9
05.13-19	72	450	1.074	578.63	321.46	0.13	0.54	55.92	13.8	64.7
05.13-20	70	449	1.274	724.46	256.12	0.17	0.65	59.59	11.6	82.2
05.13-21	73	448	1.199	773.91	77.39	0.73	1.42	75.98	12.4	97.0
05.13-22	70	448	1.072	493.45	7.15	1.47	2.48	88.65	13.8	98.4
05.13-23	71	448	1.056	435.49	3.99	1.49	2.58	90.21	14.0	98.1
05.13-24	71	447	0.995	299.10	2.68	1.30	2.60	93.19	14.9	95.1
05.13-25	73	447	0.628	140.15	2.85	0.71	2.59	96.50	23.6	97.4
05.13-26	73	448	0.590	90.70	2.14	0.96	3.00	97.71	25.1	98.3
05.13-27	73	448	0.301	72.72	3.88	0.82	2.91	97.91	49.2	98.4
05.13-28	71	448	0.229	44.43	4.98	1.02	2.97	98.47	64.7	98.8

PROGRAM(11) : 770325

Table B-4.1

COMBR TYPE = AS-125.70

RUN	N	T1 (K)	CO <sub>2</sub> (%)	CO (PPM)	O <sub>2</sub> (%)	THC (PPM)	FAI	EI(CO)	EI(THC)	EI(NO)	EI(NO <sub>x</sub> )	ETAC (%)
05.27-01	110	450	1.7	913.8	18.4	1360.0	0.13	98.26	73.12	0.10	0.90	90.46
05.27-02	86	454	2.3	497.9	17.4	170.0	0.17	41.98	7.17	0.63	2.01	98.31
05.27-03	70	454	2.9	378.5	16.5	67.0	0.21	25.85	2.29	1.39	3.25	99.17
05.27-04	51	453	4.2	468.2	15.6	17.0	0.29	23.46	0.43	1.72	3.28	99.44
05.27-05	104	447	1.8	853.2	18.1	690.0	0.14	86.42	34.94	0.14	1.12	94.52
05.27-06	87	449	2.3	533.1	17.4	167.5	0.17	45.26	7.11	0.56	2.01	98.23
05.27-07	69	451	2.9	465.7	16.4	60.0	0.22	31.41	2.02	1.32	3.17	99.06
05.27-08	50	452	4.0	604.3	14.7	17.0	0.30	29.86	0.42	1.50	2.96	99.26
05.27-09	103	450	1.8	879.6	18.1	725.0	0.14	88.44	36.45	0.12	1.10	94.33
05.27-10	91	452	2.2	601.1	17.6	215.0	0.16	53.20	9.51	0.40	1.78	97.81
05.27-11	68	449	3.0	529.5	16.4	55.0	0.22	35.25	1.83	1.31	3.13	98.99
05.27-12	53	453	4.0	624.7	15.6	36.6	0.28	32.43	0.95	1.50	2.98	99.18
05.27-13	105	601	1.9	352.9	18.1	117.5	0.14	36.14	6.02	0.75	1.83	98.56
05.27-14	86	604	2.4	166.9	17.3	15.0	0.17	14.06	0.63	2.16	4.22	99.61
05.27-15	67	603	3.1	174.4	16.2	4.0	0.22	11.38	0.13	3.25	5.90	99.72
05.27-16	50	604	4.0	172.7	14.7	3.0	0.29	8.56	0.07	2.82	4.90	99.79

PROGRAM(10) : 770323

Table B-4.2

COMBR TYPE = AS-125.70

RUN	NB	T1 (K)	FAI	EI(CO)	EI(THC) (G OF POLY./KG FUEL)	EI(NO)	EI(NOX)	ETAC (%)	NC	EPS (%)
06.07-01	50	451	0.335	65.42	1.85	0.82	2.38	98.30	44.2	98.7
06.07-02	51	449	0.830	291.23	1.27	0.84	2.15	93.40	17.9	95.3
06.07-03	52	450	1.002	510.68	3.81	0.90	2.03	88.25	14.8	91.1
06.07-04	51	450	1.074	685.42	7.14	0.99	1.88	83.99	13.8	95.1
06.07-05	51	451	1.167	912.44	15.83	0.88	1.35	78.70	12.7	98.6
06.07-06	51	453	1.170	989.67	15.83	0.92	1.52	76.97	12.7	97.5
06.07-07	52	448	1.189	974.78	22.09	0.93	1.49	76.72	12.5	98.6
06.07-08	50	451	1.191	914.94	42.18	0.81	1.30	76.36	12.4	97.9
06.07-09	50	452	1.154	841.85	33.41	0.90	1.54	78.79	12.8	97.1
06.07-10	52	452	0.782	125.13	914.38	0.05	0.13	11.26	18.9	12.1
06.07-11	50	452	1.159	372.72	665.57	0.21	0.33	26.72	12.8	34.9
06.07-12	51	452	1.356	397.35	414.62	0.11	0.54	51.75	10.9	74.1
06.07-13	52	450	0.711	237.13	316.17	0.09	0.78	63.50	20.8	65.1
06.07-14	51	449	0.534	256.68	256.68	0.07	0.91	68.56	27.7	70.3
06.07-15	52	449	0.575	413.43	562.01	0.17	0.31	35.78	25.8	38.6
06.07-16	49	448	1.185	593.10	286.77	0.15	0.46	59.82	12.5	75.8
06.07-17	50	448	1.434	771.45	289.98	0.32	0.63	56.51	10.3	88.3
06.07-18	50	448	1.659	625.57	450.60	0.18	0.34	41.67	8.9	76.5
06.07-19	50	449	1.281	491.18	606.39	0.20	0.31	30.74	11.6	44.4
06.07-20	51	448	1.643	652.70	483.48	0.18	0.32	39.64	9.0	72.6
06.07-21	51	449	1.587	823.35	339.32	0.26	0.48	49.17	9.3	86.9
06.07-22	51	449	1.264	1105.76	104.43	0.50	1.03	65.88	11.7	92.4
06.07-23	51	450	1.146	1089.19	67.23	0.58	1.08	69.24	12.9	87.7
06.07-24	50	450	1.070	1010.75	43.01	0.63	1.22	72.97	13.8	85.5
06.07-25	50	449	0.939	728.87	21.06	0.66	1.65	81.76	15.8	86.5
06.07-26	50	450	0.812	390.39	10.22	0.66	1.83	90.03	18.3	92.7
06.07-27	51	450	0.457	161.34	11.29	0.47	1.99	94.99	32.4	96.1
06.07-28	51	449	0.293	54.79	13.45	0.73	2.31	97.35	50.6	97.7

PROGRAM(11) : 770325



Table B-4.3

COMBR TYPE = AS-125.70

RUN	NB	T1 (K)	FAI	EI(CO)	EI(THC)	EI(NO)	EI(NOX)	ETAC (%)	NC	EPS (%)
06.07-01	100	453	0.168	43.12	3.45	0.44	1.53	98.64	88.3	98.9
06.07-02	102	451	0.369	39.75	1.49	0.34	1.40	98.92	40.2	99.2
06.07-03	100	451	0.525	28.19	0.34	0.54	1.55	99.31	28.2	99.5
06.07-04	101	451	0.644	30.11	0.16	0.60	1.60	99.29	23.0	99.5
06.07-05	100	449	0.727	40.26	0.10	0.55	1.63	99.08	20.4	99.3
06.07-06	100	450	0.762	45.42	0.09	0.55	1.69	98.96	19.5	99.3
06.07-07	100	451	0.769	48.94	0.09	0.55	1.67	98.88	19.3	99.2
06.07-08	101	451	0.775	63.16	0.29	0.42	1.50	98.55	19.1	99.0
06.07-09	101	450	0.748	65.31	11.05	0.40	1.42	97.47	19.8	97.9
06.07-10	101	450	0.631	118.12	555.16	0.07	0.42	42.94	23.5	43.7
06.07-11	101	451	0.908	158.90	836.33	0.06	0.17	17.08	16.3	18.1
06.07-12	100	451	0.805	477.94	46.86	0.09	0.82	84.50	18.4	87.7
06.07-13	100	451	0.647	124.66	173.14	0.14	1.10	80.03	22.9	80.9
06.07-14	100	450	0.379	212.92	183.88	0.03	0.95	76.51	39.1	78.0
06.07-15	100	450	0.295	396.11	334.22	0.10	0.73	57.33	50.3	60.1
06.07-16	100	449	0.677	187.68	36.43	0.26	1.67	92.11	21.9	93.4
06.07-17	100	450	0.663	292.90	144.20	0.06	1.09	79.02	22.3	81.0
06.07-18	101	449	0.616	314.34	398.96	0.09	0.57	53.13	24.0	55.3
06.07-19	101	449	0.885	411.14	379.02	0.11	0.45	53.39	16.7	56.2
06.07-20	101	449	0.949	296.73	88.22	0.15	0.96	84.81	15.6	86.8
06.07-21	101	450	0.877	155.49	15.55	0.37	1.36	94.97	16.9	96.0
06.07-22	101	450	0.789	66.79	3.34	0.58	1.66	98.16	18.8	98.6
06.07-23	101	449	0.785	57.56	2.15	0.59	1.70	98.48	18.9	98.9
06.07-24	100	449	0.745	45.36	1.81	0.56	1.62	98.78	19.9	99.1
06.07-25	101	450	0.568	39.24	2.16	0.46	1.61	98.87	26.1	99.1
06.07-26	101	449	0.474	35.85	2.10	0.43	1.73	98.94	31.3	99.2
06.07-27	101	449	0.282	51.69	5.56	0.23	1.46	98.22	52.5	98.6
06.07-28	102	449	0.174	41.59	6.65	0.32	1.60	98.34	85.1	98.6

PROGRAM(11) : 770325

Table B-5

COMBR TYPE = AS 125.80

RUN	N	T1 (K)	CO2 (%)	CO (PPM)	O2 (%)	THC (PPM)	FAI	EI(CO)	EI(THC)	EI(NO)	EI(NOX)	ETAC (%)
06.24-101	43	456	4.7	381.0	13.6	66.4	0.34	16.22	1.41	1.64	3.05	99.48
06.24-01	44	451	4.6	391.0	13.6	76.0	0.34	16.88	1.64	1.59	3.02	99.44
06.24-02	61	449	3.3	406.1	15.7	117.0	0.24	24.46	3.52	1.16	2.65	99.07
06.24-03	78	451	2.5	574.8	16.8	225.0	0.19	44.04	8.62	0.57	1.90	98.09
06.24-04	98	452	1.9	1117.5	17.8	1140.0	0.15	107.01	54.58	0.09	0.98	92.00
06.24-05	43	451	4.7	463.0	13.6	27.2	0.34	19.67	0.58	1.52	2.79	99.48
06.24-06	63	453	3.2	464.4	15.8	76.4	0.24	28.60	2.35	1.12	2.54	99.09
06.24-07	79	452	2.5	643.2	16.8	222.5	0.19	49.90	8.63	0.52	1.89	97.94
06.24-08	95	451	1.9	1234.5	17.6	1100.0	0.16	114.86	51.17	0.09	1.03	92.11
06.24-09	43	459	4.6	428.9	13.6	22.2	0.34	18.35	0.47	1.56	2.88	99.52
06.24-10	62	449	3.2	536.8	15.7	86.0	0.24	32.59	2.61	1.12	2.52	98.97
06.24-11	81	449	2.4	775.3	16.9	330.0	0.18	61.45	13.08	0.38	1.68	97.23
06.24-12	60	602	3.4	173.9	15.6	13.4	0.25	10.26	0.40	2.61	4.70	99.72
06.24-13	44	605	4.6	143.0	13.6	15.0	0.34	6.15	0.32	2.65	4.56	99.82
06.24-14	78	604	2.6	233.8	16.8	60.0	0.19	17.88	2.29	1.68	3.44	99.35
06.24-15	99	602	2.0	573.1	17.6	310.0	0.15	55.23	14.94	0.50	1.60	97.18

PROGRAM(10) : 770323

Table B-6

COMBR TYPE = AS 125.90

RUN	N	T1 (K)	CO2 (%)	CO (PPM)	O2 (%)	THC (PPM)	FAI	EI(CO)	EI(THC)	EI(NO)	EI(NOX)	ETAC (%)
(G OF POLT./KG FUEL)												
07.25-01	98	455	1.7	1310.9	17.9	2600.0	0.15	125.63	124.58	0.45	1.15	84.42
07.25-02	81	452	2.4	848.8	17.0	620.0	0.18	67.52	24.66	0.88	1.58	95.91
07.25-03	67	454	2.9	651.7	16.1	200.0	0.22	42.67	6.55	1.17	2.02	98.33
07.25-04	48	453	4.1	575.0	14.2	58.0	0.31	27.42	1.38	1.70	2.76	99.21
07.25-05	95	445	1.8	1353.3	17.7	2100.0	0.16	125.07	97.04	0.11	1.05	87.23
07.25-06	89	454	2.1	1115.2	17.4	1220.0	0.17	96.40	52.72	0.16	1.21	92.38
07.25-07	67	453	2.9	727.5	16.1	225.0	0.22	47.74	7.38	0.60	1.87	98.12
07.25-08	48	449	4.1	618.2	14.2	52.0	0.31	29.47	1.24	1.31	2.58	99.17
07.25-09	49	601	4.1	158.1	14.4	14.0	0.30	7.60	0.34	2.86	4.90	99.79
07.25-10	68	604	2.9	174.7	16.1	22.0	0.22	11.69	0.74	1.72	3.24	99.65
07.25-11	83	604	2.4	237.1	16.9	36.8	0.18	19.25	1.49	1.01	2.15	99.39
07.25-12	101	604	1.9	794.0	17.6	333.0	0.15	78.46	16.45	0.32	1.19	96.46

PROGRAM(10) : 770323

Table B-7

COMBR TYPE = AS 125.11

RUN	N	T1 (K)	CO2 (%)	CO (PPM)	O2 (%)	THC (PPM)	FAI	EI(CO)	EI(THC)	EI(NO)	EI(NOX)	ETAC (%)
(G OF POLT./KG FUEL)												
08.30-01	100	454	1.9	808.6	17.8	600.0	0.15	78.79	29.23	0.26	0.96	95.21
08.30-02	80	455	2.5	453.2	16.9	112.0	0.19	35.46	4.38	0.87	2.04	98.72
08.30-03	66	452	3.1	398.3	16.0	80.0	0.23	25.70	2.58	1.54	3.02	99.13
08.30-04	49	452	4.1	523.3	14.4	24.0	0.30	25.19	0.58	1.70	2.95	99.35
08.30-05	47	449	4.2	603.0	14.2	11.0	0.31	28.22	0.26	1.44	2.62	99.31
08.30-06	64	451	3.1	517.1	15.9	44.0	0.23	32.68	1.39	1.52	2.99	99.09
08.30-07	78	451	2.5	555.3	16.8	135.0	0.19	42.60	5.18	0.78	2.01	98.47
08.30-08	99	450	1.9	937.9	17.7	723.0	0.15	90.19	34.76	0.20	0.98	94.36
08.30-09	101	602	1.9	455.7	17.7	176.0	0.15	45.02	8.69	0.78	1.82	98.06
08.30-10	82	601	2.4	234.1	17.0	30.0	0.18	18.86	1.21	1.92	3.64	99.43
08.30-11	62	601	3.3	174.1	15.7	4.0	0.24	10.64	0.12	3.13	5.27	99.74
08.30-12	47	602	4.4	157.8	14.1	2.0	0.32	7.25	0.05	2.56	4.29	99.82

PROGRAM(10) : 770323

Table B-8

COMBR TYPE = AS 125.12

RUN	N	T1 (K)	CO2 (%)	CO (PPM)	O2 (%)	THC (PPM)	FAI	EI (G OF POLT./KG FUEL)				ETAC (%)
								EI(CO)	EI(THC)	EI(NO)	EI(NOX)	
09.01-01	97	381	1.9	1029.2	17.8	1240.0	0.15	97.52	58.75	0.16	1.16	91.79
09.01-02	83	385	2.3	966.5	17.1	800.0	0.18	78.32	32.41	0.26	1.43	94.87
09.01-03	63	385	3.1	1080.5	15.9	465.0	0.24	66.74	14.36	0.70	1.94	96.97
09.01-04	43	383	4.6	1257.5	13.5	80.0	0.35	53.18	1.69	1.16	2.26	98.58
09.01-05	95	456	2.0	881.4	17.6	772.0	0.16	81.76	35.81	0.33	1.39	94.46
09.01-06	79	453	2.5	695.9	16.9	295.0	0.19	54.04	11.45	0.59	1.82	97.57
09.01-07	63	450	3.1	572.0	15.8	101.2	0.23	35.39	3.13	1.19	2.62	98.85
09.01-08	44	450	4.6	495.0	13.6	7.4	0.34	21.41	0.16	1.65	2.86	99.48
09.01-09	97	447	1.9	1020.3	17.6	1040.0	0.15	96.46	49.16	0.22	1.16	92.74
09.01-10	86	448	2.2	858.7	17.2	513.0	0.17	72.18	21.56	0.37	1.44	96.11
09.01-11	65	446	3.0	700.7	15.9	122.0	0.23	44.90	3.91	1.02	2.33	98.54
09.01-12	44	448	4.6	526.4	13.5	4.8	0.34	22.65	0.10	1.60	2.49	99.45
09.01-13	98	599	2.0	426.0	17.6	129.0	0.15	40.77	6.17	0.84	1.78	98.41
09.01-14	79	608	2.6	198.8	16.8	6.6	0.19	15.41	0.26	1.60	3.03	99.61
09.01-15	66	599	3.1	145.4	16.0	0.0	0.22	9.44	0.0	2.31	4.18	99.78
09.01-16	46	598	4.4	132.0	14.0	0.0	0.32	6.04	0.0	2.97	5.01	99.86

PROGRAM(10) : 770323

Table B-9

COMBR TYPE = AS 125.13

RUN	N	T1 (K)	CO2 (%)	CO (PPM)	O2 (%)	THC (PPM)	FAI	EI (G OF POLT./KG FUEL)				ETAC (%)
								EI(CO)	EI(THC)	EI(NO)	EI(NOX)	
11.01-01	94	386	1.9	1096.0	17.7	1154.0	0.16	100.93	53.13	0.15	1.04	92.30
11.01-02	83	388	2.3	928.1	17.1	603.0	0.18	74.89	24.33	0.27	1.44	95.78
11.01-03	65	385	3.0	869.3	16.0	285.5	0.23	55.56	9.12	0.81	2.18	97.77
11.01-04	44	384	4.5	930.3	13.8	59.2	0.33	40.78	1.30	1.24	2.31	98.91
11.01-05	97	453	1.9	1038.0	17.8	1162.0	0.15	98.47	55.12	0.21	0.96	92.13
11.01-06	79	454	2.5	540.8	16.8	180.4	0.19	41.70	6.95	0.70	1.92	98.31
11.01-07	66	453	3.0	444.8	16.0	77.6	0.23	28.70	2.50	1.29	2.83	99.07
11.01-08	45	452	4.4	492.9	13.9	8.2	0.33	22.11	0.18	1.76	3.06	99.46
11.01-90	96	446	1.9	1252.4	17.7	1224.0	0.15	117.21	57.28	0.21	0.88	91.45
11.01-91	107	446	1.3	1259.5	18.5	4500.0	0.14	131.25	234.48	0.11	0.62	73.20
11.01-10	88	451	2.2	835.1	17.6	388.0	0.17	71.52	16.62	0.40	1.47	96.69
11.01-11	64	449	3.1	537.3	15.8	63.6	0.23	33.52	1.98	1.38	2.84	99.00
11.01-12	46	451	4.4	524.6	13.9	9.8	0.32	23.67	0.22	1.68	2.97	99.42
11.01-13	100	599	2.0	420.3	17.6	90.6	0.15	41.04	4.42	0.73	1.65	98.58
11.01-14	81	601	2.5	193.0	16.8	9.0	0.18	15.25	0.36	1.79	3.33	99.60
11.01-15	62	605	3.3	174.1	15.6	0.6	0.24	10.59	0.02	3.08	5.35	99.75
11.01-16	45	599	4.4	174.8	13.8	0.2	0.33	7.84	0.00	2.81	4.73	99.81

PROGRAM(10) : 770323

Table B-10

COMBR TYPE = AS 125.14

RUN	N	T1 (K)	CO2 (%)	CO (PPM)	O2 (%)	THC (PPM)	FAI	EI(CO)	EI(THC)	EI(NO)	EI(NOX)	ETAC (%)
								(G OF POLY./KG FUEL)				
10.28-01	89	380	2.1	983.3	17.2	1048.0	0.17	85.41	45.51	0.34	1.49	93.33
10.28-02	76	384	2.5	949.7	16.6	655.0	0.20	70.23	24.22	0.65	1.88	95.86
10.28-03	59	384	3.3	1032.0	15.4	336.5	0.25	60.02	9.79	1.21	2.41	97.58
10.28-04	42	381	4.8	1098.8	13.3	53.4	0.36	45.18	1.10	1.29	2.27	98.82
10.28-05	92	456	2.0	892.7	17.3	796.0	0.16	80.19	35.75	0.58	1.49	94.45
10.28-06	73	456	2.7	598.1	16.4	190.5	0.20	42.76	6.81	1.14	2.44	98.29
10.28-07	60	449	3.3	519.1	15.5	75.0	0.25	30.78	2.22	1.72	3.20	99.04
10.28-08	42	446	4.8	499.6	13.3	6.6	0.35	20.70	0.14	1.66	2.84	99.50
10.28-09	92	450	2.0	986.8	17.4	980.0	0.16	88.35	43.87	0.45	1.34	93.43
10.28-10	75	448	2.6	779.6	16.5	347.5	0.20	56.85	12.67	0.98	2.14	97.36
10.28-11	60	448	3.3	660.8	15.5	116.2	0.25	38.60	3.39	1.65	3.07	98.74
10.28-12	42	448	4.8	556.6	13.2	5.8	0.36	22.91	0.12	1.60	2.77	99.45
10.28-13	92	603	2.1	437.2	17.2	150.8	0.16	39.14	6.75	1.00	1.93	98.38
10.28-14	74	604	2.7	245.1	16.4	19.8	0.20	17.77	0.72	2.10	3.84	99.50
10.28-15	61	601	3.3	197.3	15.5	2.2	0.24	11.86	0.07	3.13	5.50	99.71
10.28-16	43	602	4.7	171.6	13.5	0.2	0.34	7.35	0.00	3.08	5.17	99.83

PROGRAM : 770323

---

## 航空宇宙技術研究所資料459号

昭和57年2月発行

発行所 航空宇宙技術研究所  
東京都調布市深大寺町1880  
電話武蔵野三鷹(0422)47-5911(大代表)〒182  
印刷所 株式会社 共 進  
東京都杉並区久我山5-6-17

---

**Printed in Japan**