

ガスタービン用燃焼器の燃焼実験 (その2)

—天然ガスを用いた単独燃焼実験について—

小林 数夫* 古賀 善雄** 平戸 瑞穂***

Combustion Tests of the Gas-Turbine Combustor (Part 2)

—Single Combustion Test for Natural Gas—

By Kazuo Kobayashi

Shimizuzawa Power Plant, Hokkaidō Coal Mine and Steamship Co., Ltd.

Yoshio Koga and Mizuho Hirato

Hitachi Research Laboratory, Hitachi, Ltd.

Abstract

Following the recent tendency of the industry towards the favouring of gas turbines which depends for its fuel on natural gas or gas from blast furnaces, the manufacturers are competing for the improvement of combustors for those turbines through model test.

The 1,000 kW Gas Turbine for Power Generation trially designed and built recently at Hitachi Works, Hitachi, Ltd., is under performance test using liquid fuel; after this test, the unit is slated to be installed at the Shimizuzawa Power Plant of Hokkaidō Coal Mine and Steamship Co., Ltd., and subjected to a long range test run to see its durability on the natural gas produced from near-by coal mines. For this purpose, the combustor needs to be changed from the present heavy oil type to gas fuel type. And sometime ago, the writers carried out the combustion test of the combustor alone at site, for the purpose of collecting design data. This combustor, originally designed in spiral, double chamber type based on the results of small model tests, revealed in the above test many points, such as burner and inside cylinder, where further improvement is necessary for a better efficiency.

In the test, the supply of fuel gas and the temperature at the combustor outlet were varied having the supply of air fixed, and the general combustion characteristics including the combustion efficiency, pressure losses, etc., were measured.

As a result, the burning performance of the combustor was found to be decisively conditioned by the mixing condition of gas and air. If the mixture were performed positively before the combustion began, combustion could be continued with ease.

In addition, there are many advantages in comparison with light or heavy oil combustion. However, the mixture causes a little decrease in pressure, so this condition must be considered when supplying cooling air. The article touches these subjects in general.

〔I〕 緒 言

ガスタービンは工業用として誕生したが、その著しい特長をかわれて航空機関として長足の進歩をとげ、それ

に刺戟されて工業用ガスタービンも実用化されようとしている。工業用ガスタービンの燃料としては、気体、液体、固体が考えられるが、最も普通に用いられているのは軽油および重油の液体燃料であり、現在日立製作所を始め国内主要ガスタービン・メーカーで試作しているのはこれである。

* 北海道炭鉄汽船株式会社清水沢電力所

** ***日立製作所日立研究所

固体すなわち石炭を燃料とするガスタービンは、燃焼上色々と面倒な問題があつて未だ実用化されておらず、今後に残された研究課題になつている。

つぎに気体すなわち溶鉱炉ガス、天然ガスなどを燃料とするガスタービンは、燃焼器自体にそれ程難点がなくかつ燃焼ガス中に有害成分を含むことが少いので、これらのガスを大量かつ安価に発生する製鉄所、鉱山などで大いに有望視されている。

軽重油など液体燃料のガスタービンをガス燃焼ガスタービンに切換える場合、まず問題になるのは燃焼器である。燃料を燃焼させる場合、前者では噴射弁を使つて軽重油を霧化し、空気中に吹き込んでガス状にして使つてゐるのに比較すると、後者では最初からガス状燃料を使うので燃料系統中の噴霧の過程は省略される。しかし一方では前者がたとえガス化されたとしても、その各微粒子の周囲には常に空気が存在しているのに反し、後者ではガス自体の比重と空気の比重が非常に近い値のために、均一な混合ガスを作りにくい欠点がある。これを補うには空気およびガスに適当な攪拌または渦巻運動を与えて、燃焼させる前に十分混合させておかなければならない。ガス燃焼の秘訣は混合にあるといわれているゆえんである。均一な混合ガスがえられると堆積炭素、燃焼ガス中に含まれる不純物の問題などはほとんどおこらず、液体燃料のときよりむしろ簡単である。

天然ガスなどを利用するガスタービンはすでにスイスおよび米国で実用化されており、近年我国でも天然ガスを豊富に産出する炭鉱とか、溶鉱炉ガスを利用できる製鉄所などで注目され始め実用化が期待されている。日立製作所では我国最初の天然ガスによる発電用ガスタービンを計画しているが、燃焼器に関する設計資料をうるため、さきに石炭ガスによる小型ガス燃焼器の燃焼実験を行い、それを基礎にして実物大の実験用燃焼器を作り、北海道炭鉄汽船株式会社清水沢電力所の御好意により現地で天然ガスを用いた燃焼実験を行うことができたので、同実験について簡単に報告する。

〔II〕 燃焼効率、圧力損失、燃焼負荷率およびガス燃焼に影響する諸因子について

ガスタービン用燃焼器が燃焼効率圧力損失および燃焼負荷などの条件でその良否を判定されることについては、前報⁽¹⁾でのべた。以下実験に用いたこれらの定義について再述する。

(1) 燃焼効率

燃焼器内で実際に発生させた熱量と、発生させうべき理論発生熱量の比であらわす。

\bar{T}_1, \bar{T}_2 : 燃焼器入口空気および出口ガス温度 (°K)

W_a, W_f : 燃焼器流入空気およびガス量 (kg/s)

e : 燃料ガス発熱量 (kcal/kg)

$C_p \bar{T}_1, C_p \bar{T}_2$: $0 \sim \bar{T}_1, 0 \sim \bar{T}_2$ までの空気および燃焼ガスの平均定圧比熱 (kcal/kg·°K)

η_b : 燃焼効率

$$\eta_b = \frac{(W_a + W_f) \cdot C_p \bar{T}_2 \cdot \bar{T}_2 - W_a \cdot C_p \bar{T}_1 \cdot \bar{T}_1}{W_f \cdot e}$$

(2) 圧力損失

圧力降下の絶体値は実際に測定して求め、これより燃焼器圧力損失を通風時および燃焼時にわけてつぎのように定義する。

p_1, p_2 : 燃焼器出入口空気および燃焼ガス静圧 (mmAq)

v_1 : 燃焼器入口空気速度 (m/s)

γ_1 : 燃焼器入口空気密度 (kg/m³)

C_{f0}, C_f : 通風時および燃焼時の圧力損失係数

$$C_{f0} = \frac{p_1 - p_2}{\gamma_1 \cdot v_1^2 / 2g}$$

$$C_f = \frac{p_1 - p_2}{\gamma_1 \cdot v_1^2 / 2g} - 2 \left(\frac{\bar{T}_2}{\bar{T}_1} - 1 \right)$$

(3) 燃焼負荷率

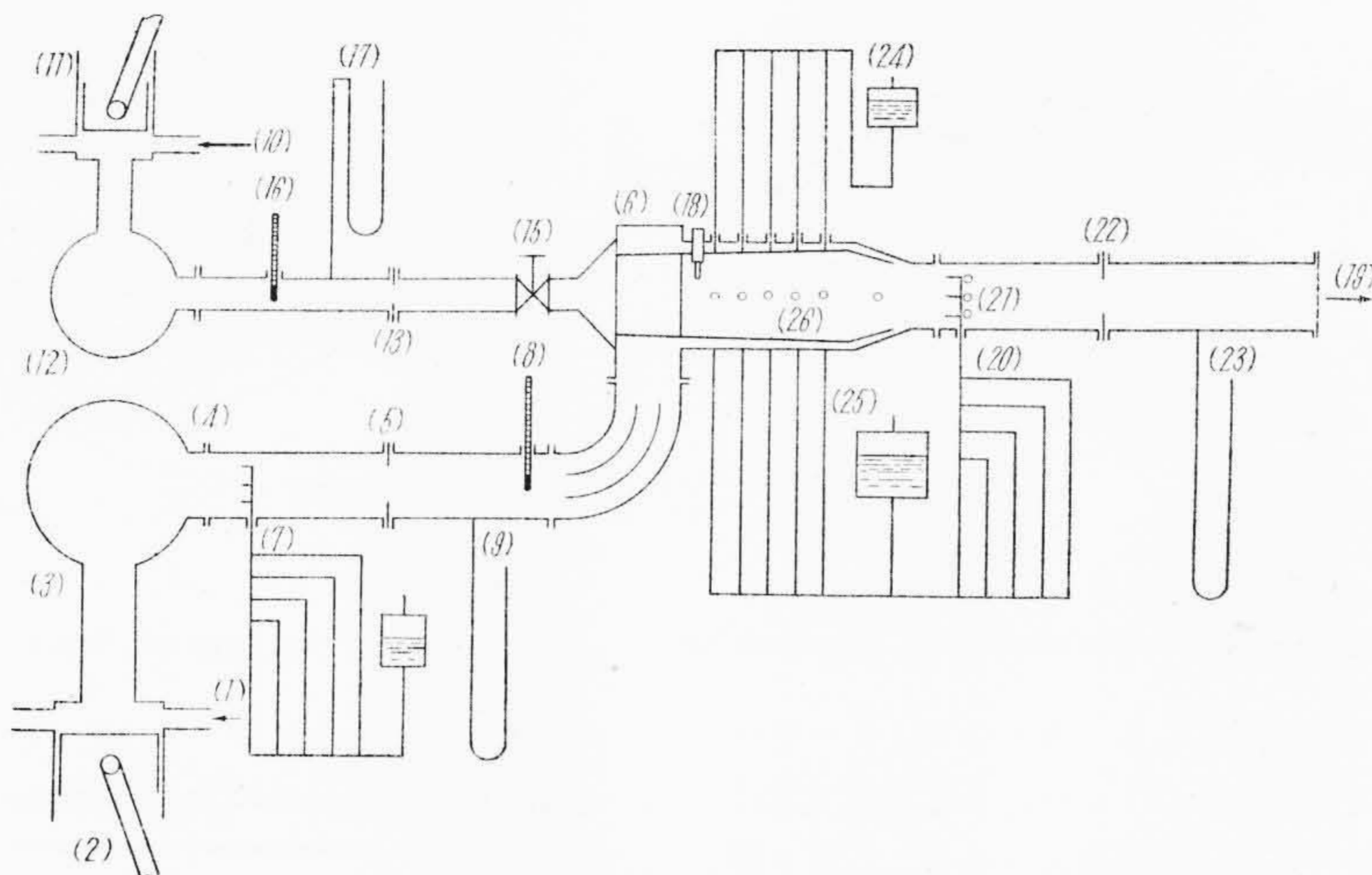
燃焼室の単位体積より単位時間に発生させる熱量で表わす。燃焼室容積としては、主燃焼室二次空気補給終了までの値である。

V : 燃焼室容積 (m³)

q_b : 燃焼負荷率 (kcal/m³-h)

$$q_b = \frac{3,600 \cdot \eta_b \cdot W_f \cdot e}{V}$$

つぎにガス燃焼器の諸性能に影響をおよぼす因子について考えると、工業用の場合は一般に燃焼負荷率はそれ程制限されない。ガスの燃焼状態はガスと空気との混合状態に大きく左右され、しかも混合状態は一般に圧力損失に関連しているので、燃焼効率と圧力損失とは反対の性質をおびてくる。すなわち燃焼効率を上げようとするれば圧力降下を覚悟して燃焼室内一次および二次空気の混合状態をよくする必要があるし、反対に圧力降下を小さくしようとするれば、燃焼室内の混合はある程度犠牲になつてくる。この両者の性質をどこで妥協させるかはガスタービンの使用目的によつて違つてくるが、箇々の特性の絶体値をできるだけ高めるようにしなければならないことはいうまでもない。燃焼状態に最も大きく影響するのは一次空気量であり、燃焼効率最高の部分を広範囲にわたつて維持させるのは二次空気量である。よく混合させるためにはバーナーを強制混合方式にするのがよく、圧力損失を少なくするためには全空気量の約半分を占める冷却空気の供給方法に注意することが必要である。



第1図 天然ガス燃焼実験装置
Fig.1. Experimental Set of Natural Gas Combustor

〔II〕 実験方法および実験装置

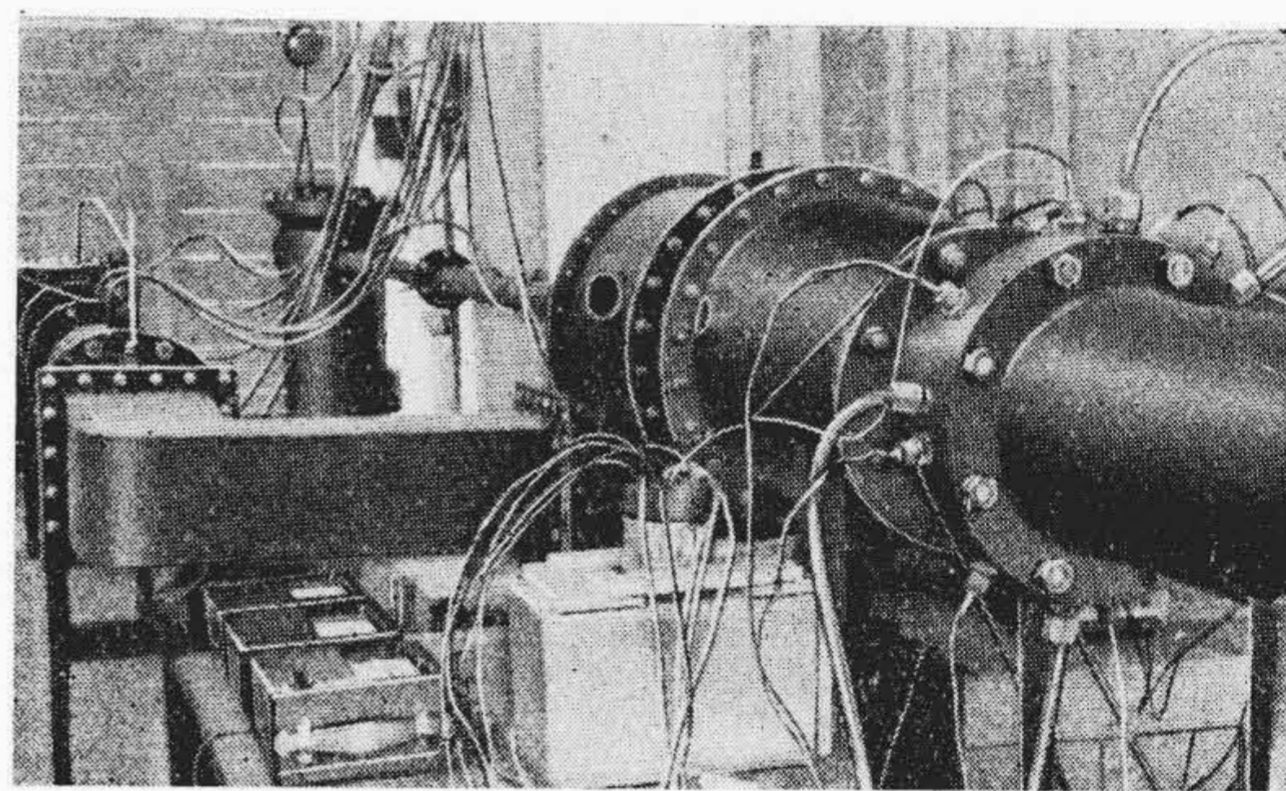
ガスタービンの燃焼器を単独燃焼実験する場合には、実際の使用状態に合わせて燃焼させ効率その他の測定をすることが望ましい。しかしこのためには大馬力の送風設備が必要で実験に相当の困難を伴う。燃焼状態におよぼす圧力の影響はそれ程大きくないので、通常燃焼状態に最も大きな影響のある入口風速を使用状態に合わせて、大気圧中で単独に燃焼させている。

この点を考慮して本実験では燃焼器入口風速を ≈ 27 m/s とし、実験風量 ≈ 1 kg/s とし燃焼させた。また別に燃焼負荷の点より風量 ≈ 0.5 kg/s の場合も実験したが、燃焼上の著しい相違は認められないので後者の場合については省略する。

実験は燃焼器流入空気量を一定とし、燃料ガス量を変えて燃焼器出口ガス温度を $300 \sim 1,200^\circ\text{C}$ の間に变化させ、この間燃焼効率、圧力降下、出口ガス温度、燃焼器内外筒静圧および温度分布などを測定した。燃焼器出口ガス温度は熱電対により出口断面上9点測定して平均温度を求めるほか、二重流量計法⁽²⁾によつて求めた。以下の実験に用いた出口温度はいずれも後者によつたものである。

つぎに燃焼効率計算の基礎になるガス発熱量は、実験中20分ごとにガスの一部を抽出し工業分析によつて組成ガス成分を求めて計算した。

第1図は実験装置の概略を示す。(1) から吸込んだ空気は送風機(2)で加圧し、レシーバタンク(3)に入れ、壁面に取付けられた取出口(4)よりオリフイス(5)を通し、燃焼器(6)に導く。(7)は入口風速測定ピトー管、



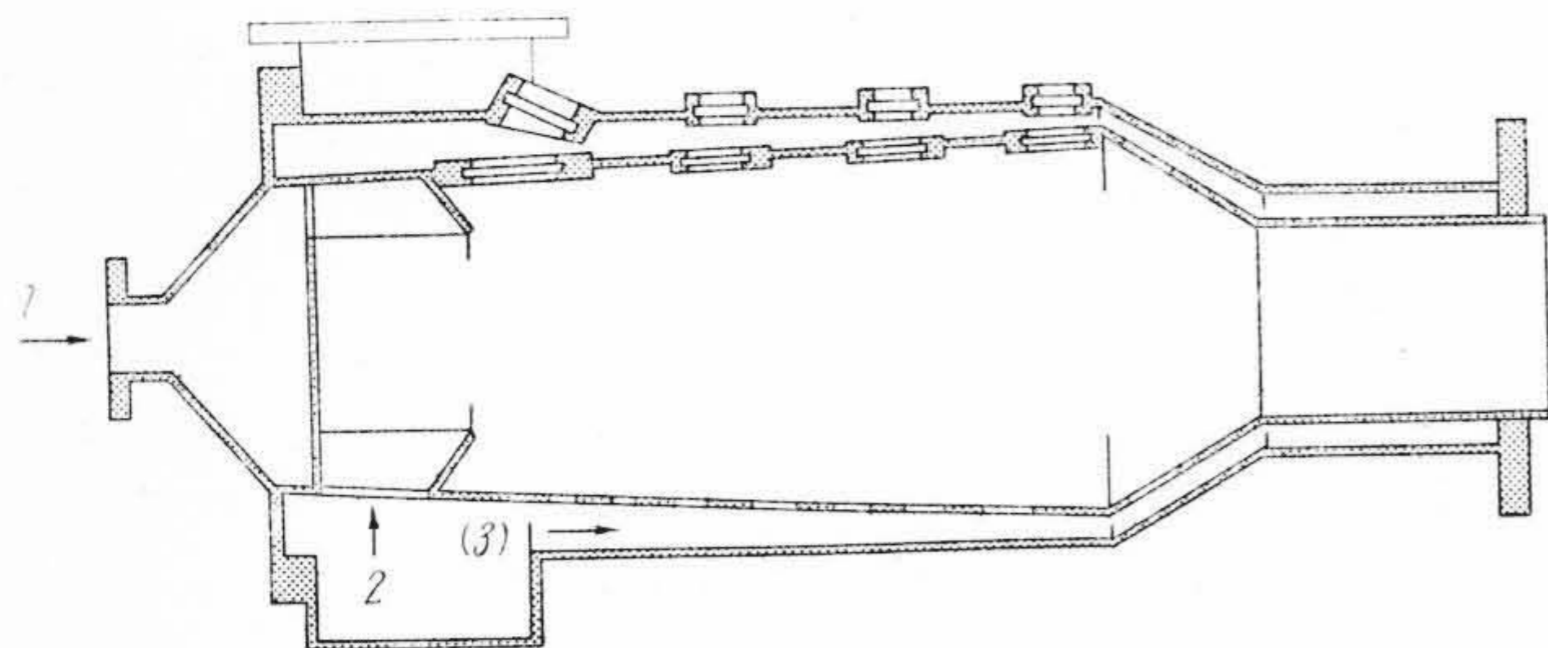
第2図 天然ガス燃焼器および温度測定装置

Fig.2. Outside View of Natural Gas Combustor and Temperature Measurement Sets

(8)は温度計であり、入口静圧はオリフイス後部整流管壁より(9)で取出す。一方燃料ガスは炭坑内より鉄パイプ(10)で取出し、ガス圧縮機(11)でレシーバタンク(12)に入れ、オリフイス(13)を経て燃焼器(6)に入れる。(15)は流量調整弁(16)はガス温度計、(17)はガス静圧である。

燃焼器(6)中ではガスと一次空気を十分均一に混合させ、点火栓(18)で点火し(19)より排気する。(20)(21)は出口速度測定用ピトー管および温度測定用熱電対、(22)は二重流量計法による出口オリフイス、(23)は出口静圧である。燃焼器内外筒静圧は(24)(25)でまた内筒温度は熱電対(26)で測定し、内外筒には覗き窓をつけて燃焼状態を観察した。

第2図は実験用燃焼器の外観および出口測定具取付状態の写真である。



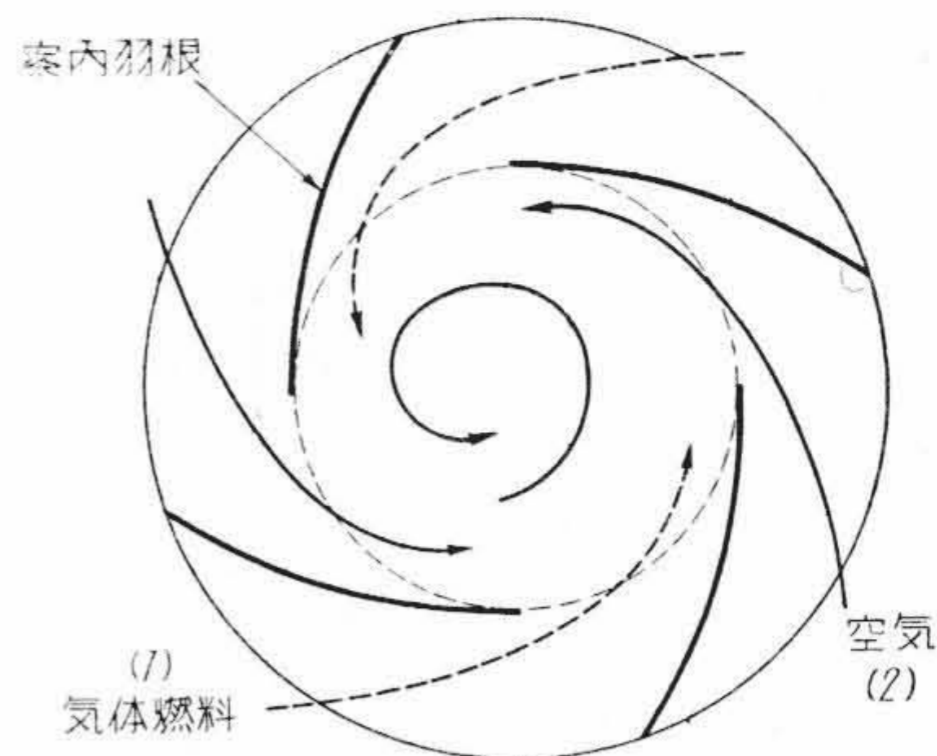
第3図 ガス 燃 焼 器 断 面 図
Fig. 3. Sectional View of Natural Gas Combustor

第3図は燃焼器の断面図である。ガスは(1)より送り一次空気はガスと同一箇所(2)より、また二次空気は(3)より送る。空気とガスは十分混合させるため第4図に示すようにガス(1)と空気(2)の薄い層を交互に噴出させ、それらに強制渦を与えて攪拌し、二次および三次空気は内筒に孔をあけできるだけ均一に補給した。実験用としてはバーナーをA~D型4箇作り、さらに内筒二次空気孔をかえた1~18型を作つて色々な実験を行つたが、ここでは代表的な燃焼器としてB-1型およびB-9型の燃焼実験についてのべる。

〔IV〕 実験結果および検討

以上の装置によつて実験した天然ガス燃焼実験の結果について論及する。第1表は実験に供した代表的燃料ガスの組成で、炭坑内でのガス採取の都合上相当量の空気が混入し、メタン濃度は容積%で40%前後である。

つぎに燃焼器の性能を表わす場合、その燃焼器単独の性能を知るために、ある絶対量を基準にして表わす方法と、他の燃焼器との比較のためある相対量を基準にして表わす方法とがある。第5図は前者のために燃焼器の代表型としてバーナーB型、内筒1および9型について実験した一般的な燃焼特性で、燃料ガス量を基準にして縦軸に燃焼効率、空燃比、圧力降下および燃焼ガス出口温度をとつてある。B-1、B-2は燃焼器の外形、寸法など全く同一であるが(第3図参照)、1型は二次空気を全く補給せぬもの、9型は内筒に多数の円形孔を穿ち、約60%の二次空気を送入したものである。燃焼効率は燃料流量の広い範囲の変化に対してあまり変動しないことが望ましい。二次空気の補給を適当にすればかかる傾向を与えることは第5図および第6図よりあきらかである。この点は重軽油に対するよりもすぐれた性質で、負荷の変つた状態でもよく燃え続けることができることを示す。圧力降下は燃焼器出入口の同口径管壁の静圧降下で、このうちには温度の変化による風速増加分のエネルギーまで含んでいる。実験時の空燃比は燃料ガス自体す

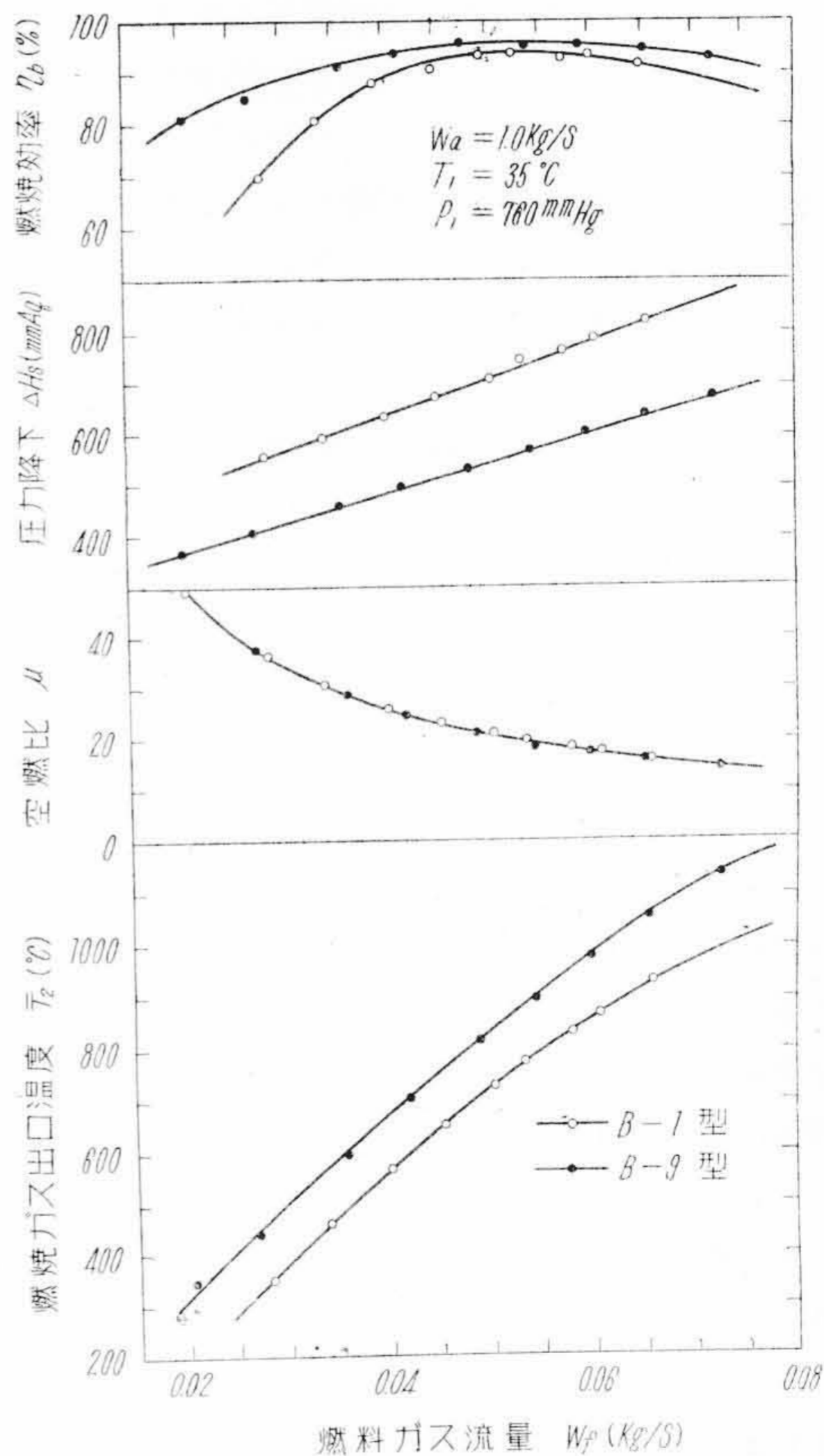


第4図 ガスバーナーの構造
Fig. 4. Principle of Swirl Chamber

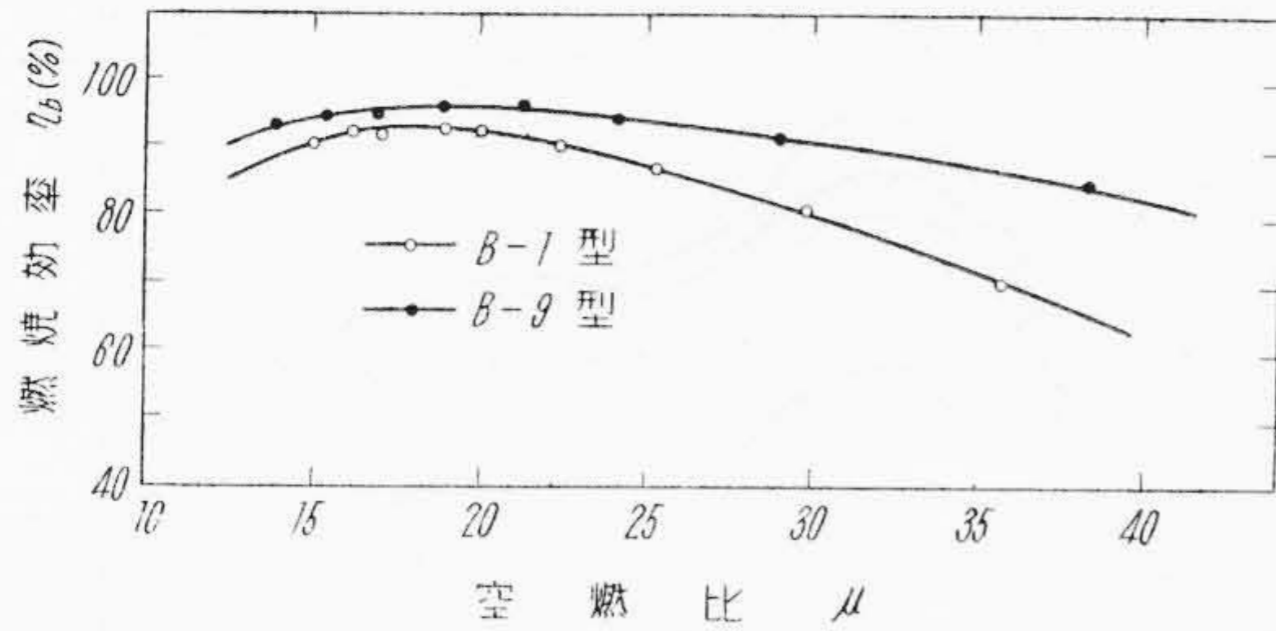
第1表 天然ガスの代表的組成
Table 1. Typical Composition of Natural Gas

ガス成分	CO ₂	O ₂	CO	CH ₄	N ₂	H ₂	CmHn
含有%	1.6	7.0	1.0	39.8	33.8	15.0	1.8

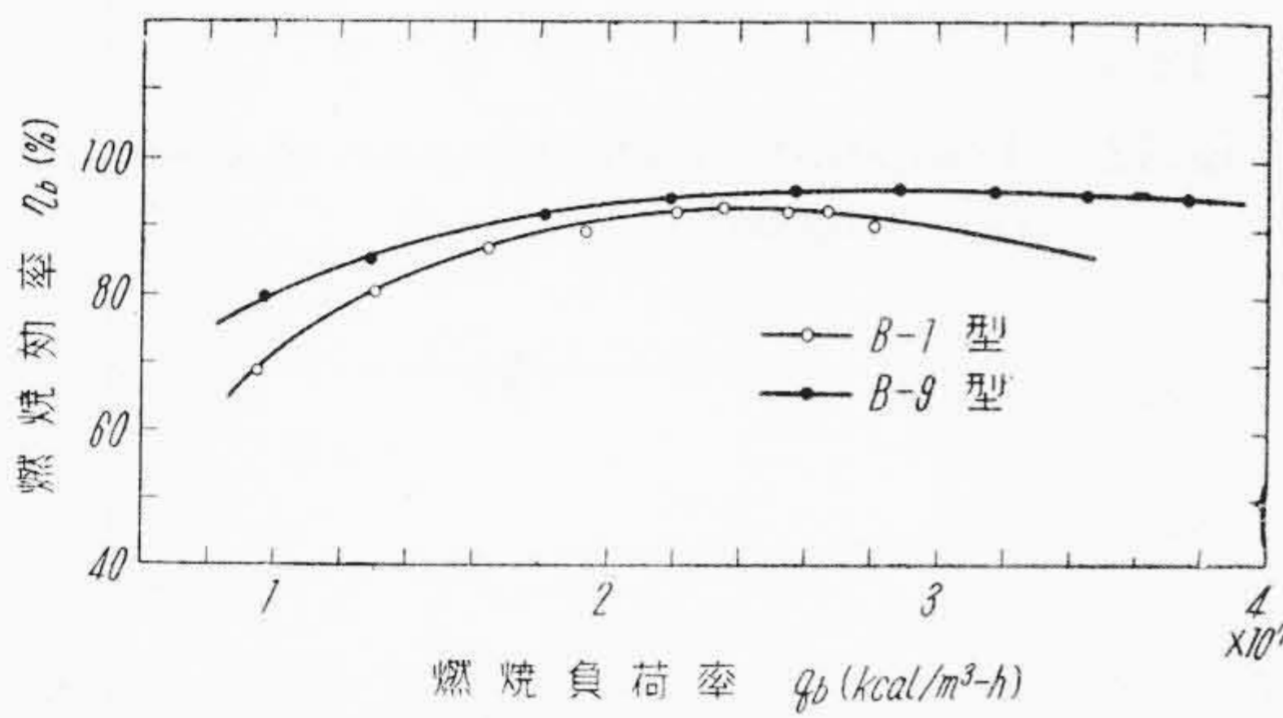
(注) 比重 $\gamma_g = 0.839 \text{ kg/m}^3$
発熱量 $e = 4,880 \text{ kcal/kg}$ (29-7-13, NO-23)



第5図 燃料ガス量に対する燃焼器の燃焼特性
Fig. 5. Combustion Characteristics of Natural Gas Combustor



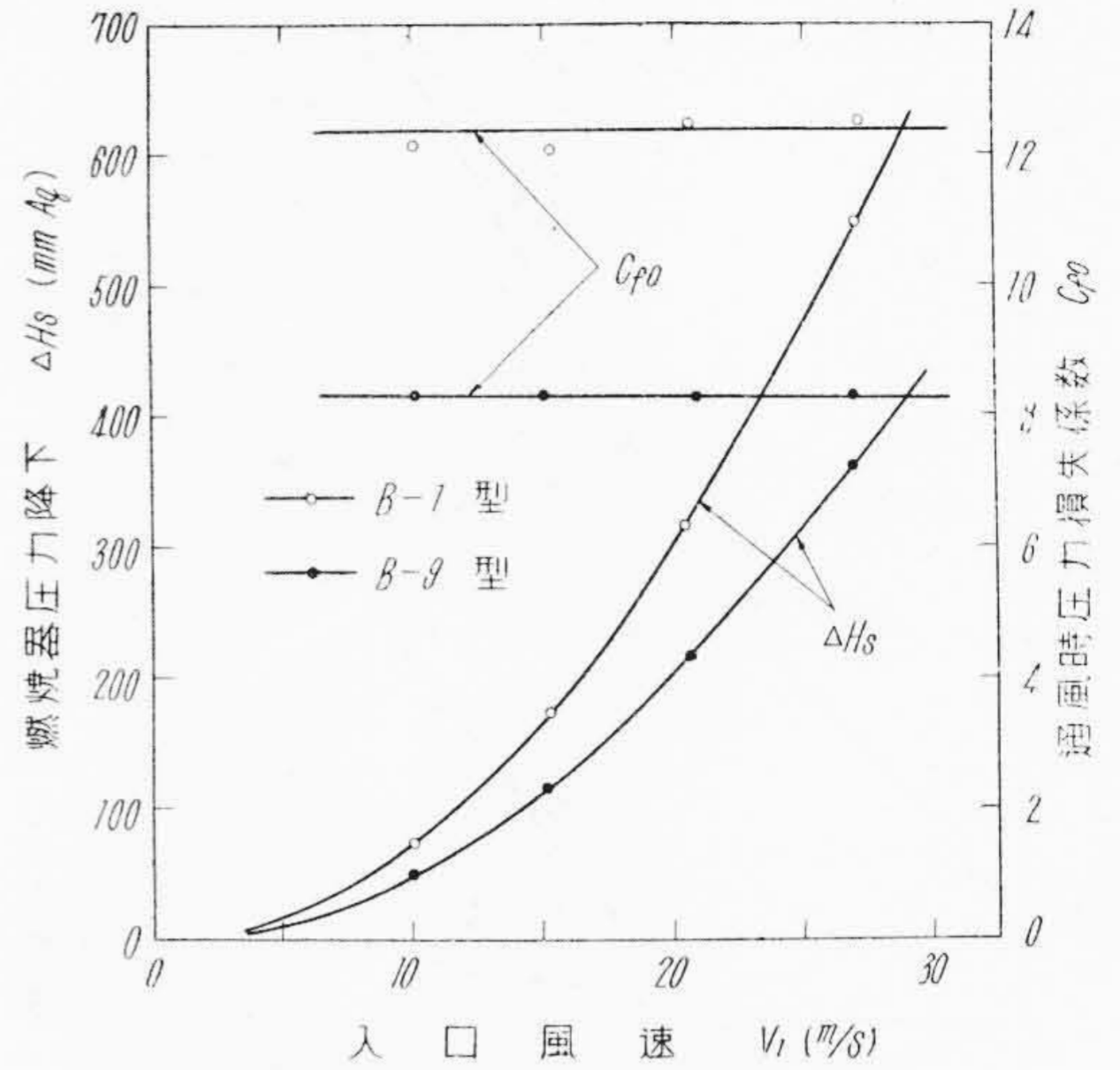
第6図 空燃比対燃焼効率曲線
Fig. 6. Combustion Efficiency vs. Air-Fuel Ratio



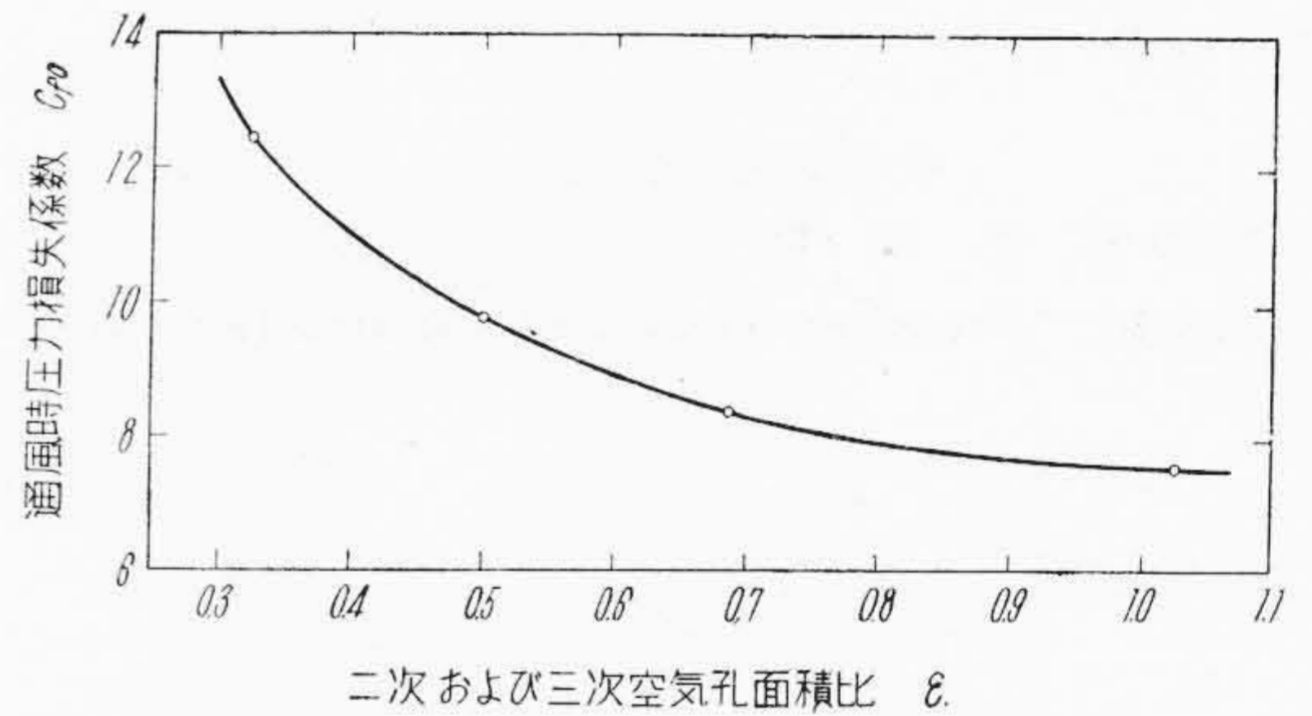
第7図 燃焼負荷率対燃焼効率曲線
Fig. 7. Combustion Efficiency vs. Combustion Intensity

でに空気を含んでいるので重軽油に比較して相当小さい値をとっている。第6図は空燃比を基準にした燃焼効率曲線である。全風量に対し $\mu=15\sim 18$ で効率は最大になり、この点を境にして二次空気の補給されていない B-1 型では効率は急速に低下する。これに対し適量と考えられる二次空気を与えた B-9 型では、この変化が非常に緩慢になり、かなり広範囲な燃料ガス量に対して一様な燃焼状態が保たれるようになる。二次空気をさらに多くしてゆくと効率曲線は B-1 型に近づいて下り始め、焰は振動しながら青味をおびて燃焼を続け、燃焼温度は下ってくる。燃焼空気を全空気量の 85% 与えた B-11 型燃焼器では、焰は断続的になり一度消えた状態のつぎに爆発的に燃焼するようになった。燃焼器をこの状態またはこれに近い状態で使用するのは、焰の安定性、燃焼効率および燃焼器の振動などの点から絶対に避けなければならない。空気が多すぎる場合は上述した不安定な燃焼になり、反対に不足するとなかなか燃焼が完結せず、空気補給量は重軽油に比較して大分制限されてくる。

第7図はガス燃焼器の代表的な燃焼負荷曲線である。効率最大時大気圧中で燃焼負荷率 $q_b = (2.5\sim 3) \times 10^7$ kcal/m³-h であり、重軽油に比較して約 1.5~2 倍くらいの値になる。これ以上の高負荷燃焼をさせるためには圧力損失を犠牲にして混合状態をよくしなければならない。

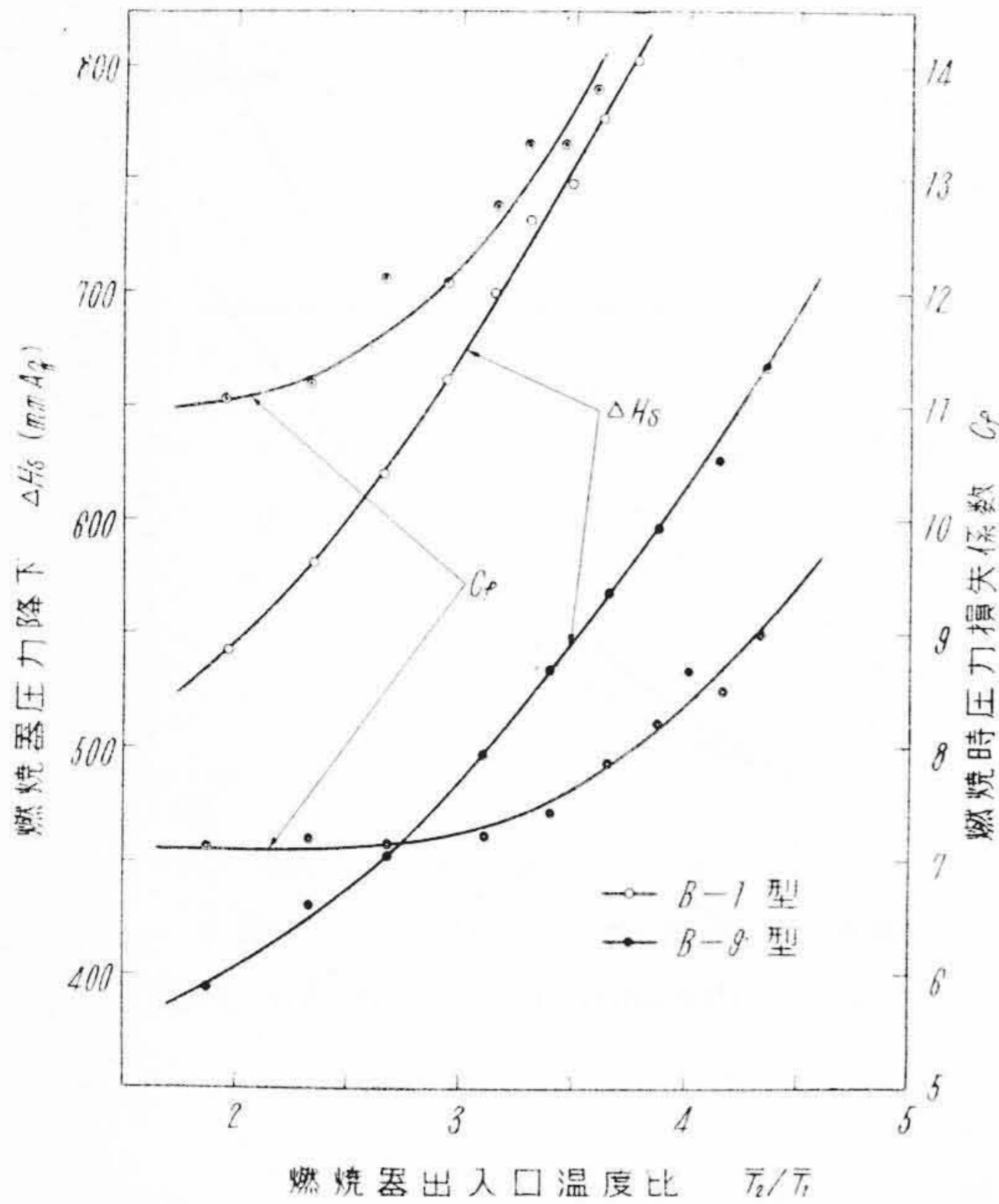


第8図 通風時における圧力損失
Fig. 8. Pressure Losses at Air Test

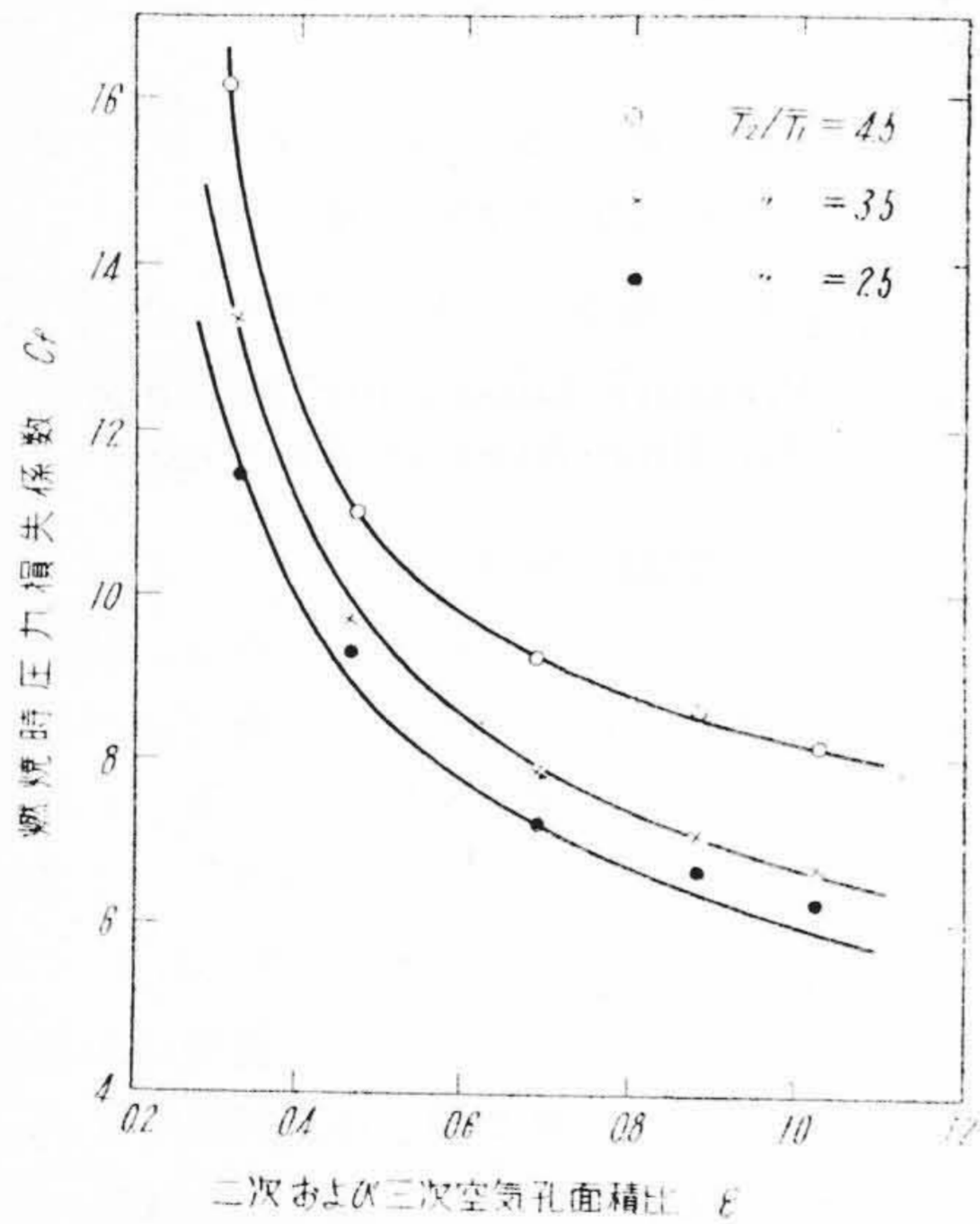


第9図 空気孔面積比に対する圧力損失
Fig. 9. Pressure Losses for 2nd and 3rd Air Hole Area at Air Test

以上主として燃焼器の燃焼状態についてのべたが、これに伴った圧力損失について検討してみる。燃焼をよくするため空気とガスの混合の重要性は再三述べたところであるが、それには圧力損失を伴ってくる。しかし実際に燃焼にたずさわる空気は、一次空気として 10% 以内、二次空気まで考えても約 60% 程度であるので、残りの冷却空気を取扱に注意すれば、圧力損失はかなりの程度下げることができる。第8図は通風試験時における燃焼器の圧力降下 ΔH_s および圧力損失係数 C_{f0} を示す。 C_{f0} はその燃焼器に固有の値であつて、圧力損失はこれによつてほとんどきめられる。今二次および三次空気を取入れる入口断面積と、同空気孔面積の比を ϵ とし、 ϵ により C_{f0} がどのように変化するかしらべてみると第9図のようになる。 ϵ を増すと (空気孔面積を大きくする) 次第に C_{f0} は下ってくるが、ある C_{f0} の値でほとんど飽和に達しそれ以上空気孔面積を増しても圧力損失にはほとんど関係しなくなる。この C_{f0} は結局一つの燃焼器の型式形状により決つてしまうもので、これを下げるためには燃焼器の形を変えなくてはならない。



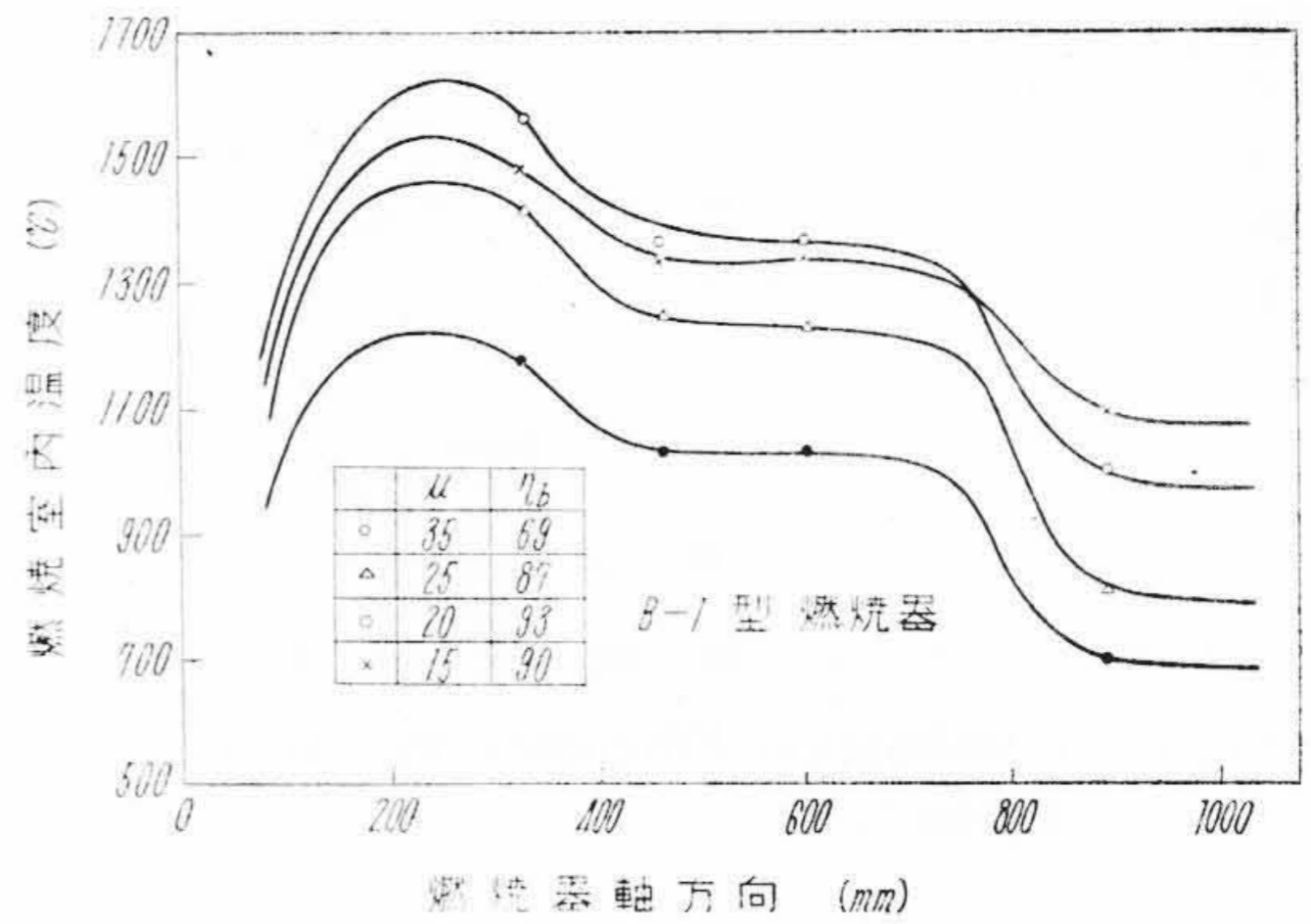
第10図 燃焼時の圧力損失
Fig.10. Pressure Losses at Combustion Test



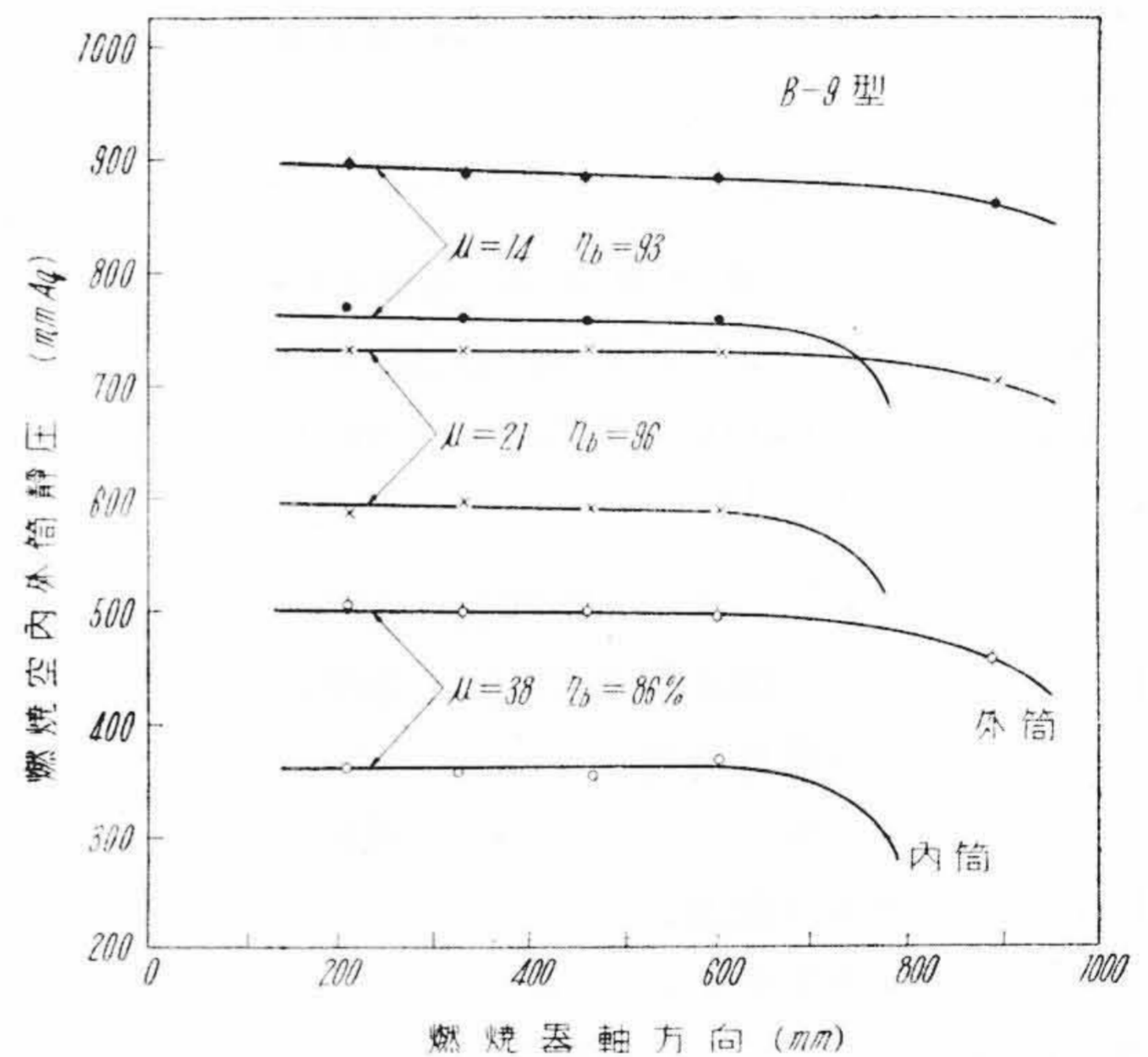
第11図 空気孔面積比に対する圧力損失
Fig.11. Pressure Losses for 2nd and 3rd Air Hole Area at Combustion Test

燃焼実験中の燃焼器出入口温度比 T_2/T_1 と圧力降下 ΔH_s および圧力損失係数 C_f を求めると第10図のようになる。 C_f と空気孔面積比 ϵ との関係は第11図のようになり $C_f \propto \epsilon$ の関係と同じ傾向になる。

この燃焼器では二次および冷却空気は、全く同一取入口から補給したために、圧力損失が多少大きくなった憾みがありこの点に改良の余地がある。 ϵ は燃焼効率の点



第12図 燃焼室内温度分布
Fig.12. Temperature Distribution of Combustion Chamber



第13図 燃焼器内外筒静圧分布
Fig.13. Static Pressure Distribution of Combustor

も考慮して決定しなければならない。

つぎに燃焼室内の温度分布について考える。第12図はB-1型燃焼器温度分布の一例であり、燃焼室温度はある最適の空燃比 $\mu \approx 20$ 前後で最高を示し、それ以上燃料ガスを送って燃焼させても出口ガス温度が上るのに反して燃焼室内温度はかえって下ってくる。燃焼効率は燃焼温度が高い程高い値を示すので、材料の許容限度内で高くすることが望ましい。二次空気を内筒の最初の部分から多量に入れて、前述した不安定な燃焼に近づけると、燃焼室内で燃焼および冷却空気の違いが判然としなくなり、燃焼室温度は上らずしたがって効率も下ってくる。

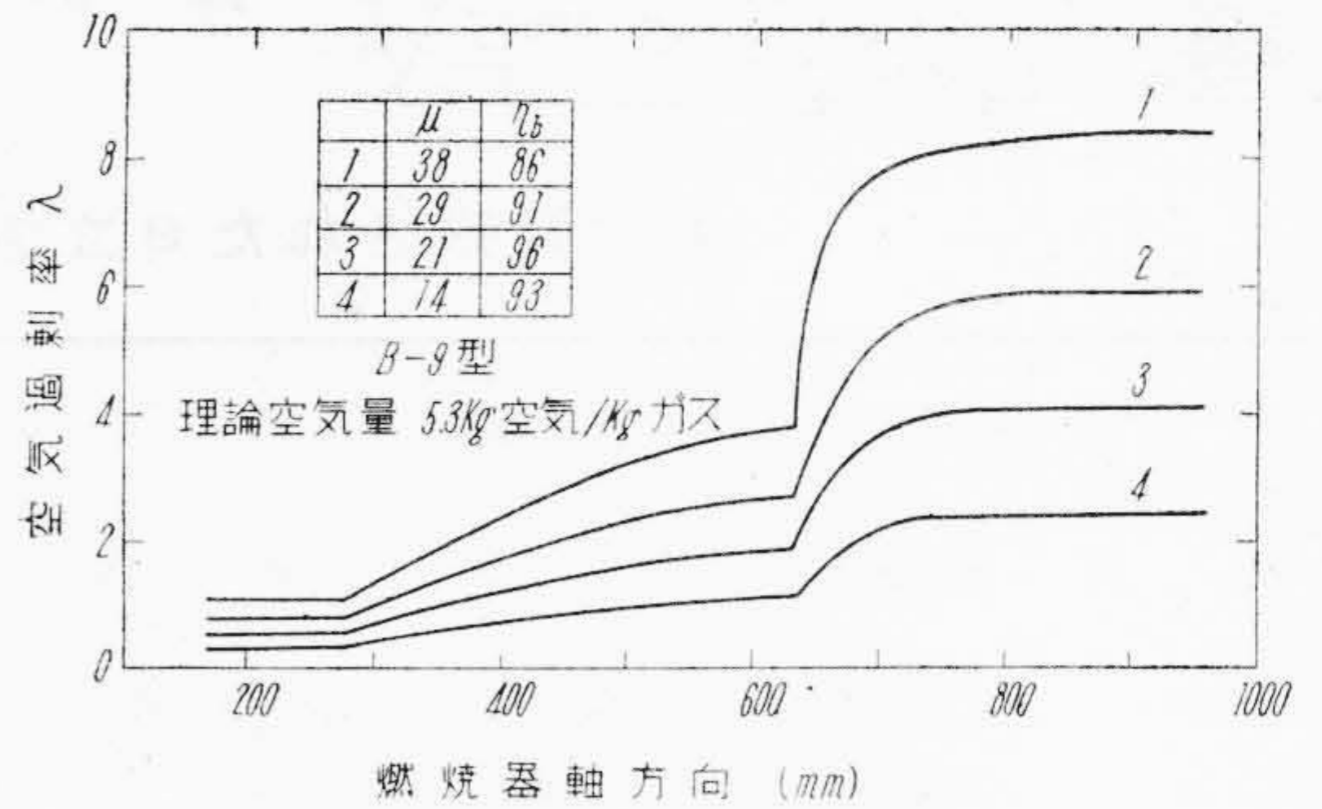
燃焼中の燃焼器内外筒の静圧分布を求めてみると第13図のようになり、燃焼器出口温度の上昇とともに内外筒静圧は大になるが、その変化は一様に行われ連続的で円

滑な燃焼状態を保っている。燃焼焰が不安定な場合の静圧分布は凸凹が激しく、局部加熱および燃焼室内速度の不均一がうかがえる。つぎに最良と思われる燃焼状態附近の燃焼室内空気過剰率の分布を求めると、第14図のようになり、一次空気過剰率 $\lambda_1=0.6$ 、二次空気として $\lambda_2=1.8$ の状態で燃焼を完結させ、しかる後冷却する場合が燃焼効率、燃焼温度とも最良になる。そこで設計する場合の標準点をこの附近に近づけよう空気補給を行うべきである。

[V] 結 言

以上ガスタービンに使用するための天然ガス燃焼実験によつて、

- (1) ガス燃焼を完全に行わせるためには必要最小限の空気を燃焼前に完全に混合させなければならない。このため燃焼器のバーナーは空気とガスの両者に渦を与える方法などの強制混合をする必要がある。
- (2) 実物大の燃焼器の実験の結果、燃焼効率 96%、圧力損失係数が出口ガス温度 700°C において 6、燃焼負荷 3×10^7 kcal/m³-h 程度で燃料流量のかなり広い範囲にわたり安定した燃焼状態を有する燃焼器をつくることのできる。圧力損失はさらに小さくすることができる。
- (3) 燃焼一次空気は燃焼効率の絶対値に大きく影響する。二次空気は主として最良の燃焼状態を燃料ガス量の広範囲にわたり維持するよう作用する。
- (4) 最良の温度分布は大體最高燃焼温度が燃焼器内で一様に維持される場合であり、燃焼室内温度は材料の許容限最高まで上げるべきである。また最良の状態の空燃比は第14図の場合であるので、設計はこれを基準に行わなければならない。



第14図 燃焼室内空気過剰率分布
Fig.14. Excess Air Ratio Distribution of Combustion Chamber

- (5) ガス燃焼器を設計する場合には、空気およびガスの混合方式をきめてバーナー部を作り、およそその実験によつて可能な燃焼負荷を決定する。これより燃焼室容積をきめればバーナーの構造によつてほぼ直径がきまるので、これから燃焼室長さをきめる。一次および二次空気はガスタービンの使用条件により燃焼効率と圧力損失をにらみあわせてきめなければならない。バーナー部の空気ガスの混合状態で、燃焼状態は急変するので、この部分の設計は十分注意して行い、正確な実験データを求めた後使用することが望ましい。

この実験は北海道炭鉄汽船株式会社清水沢電力所の御好意により、使用中の設備および天然ガス施設の一部を借用して行ったものであり、実験上いろいろの御便宜を与えて下さった藤岡電力所長、奥山副所長、終始実験を御指導下さった東北大学棚沢教授に深甚の謝意を表わす次第である。

参 考 文 献

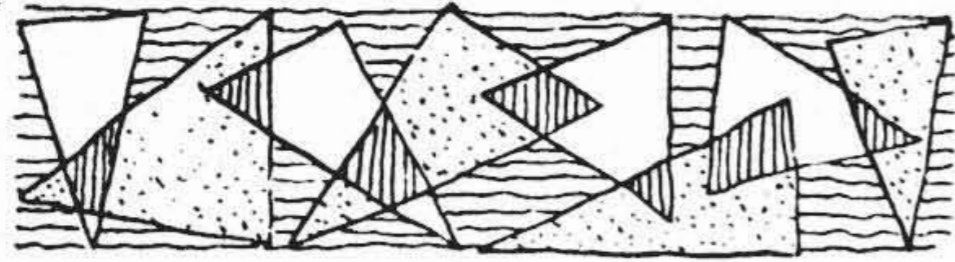
- (1) 古賀, 平戸: 日立評論 37 563 (昭 30-3)
- (2) 棚沢, 高玉: 機械の研究 6 1 96 (昭 29-1)

大量生産による
均等な品質!

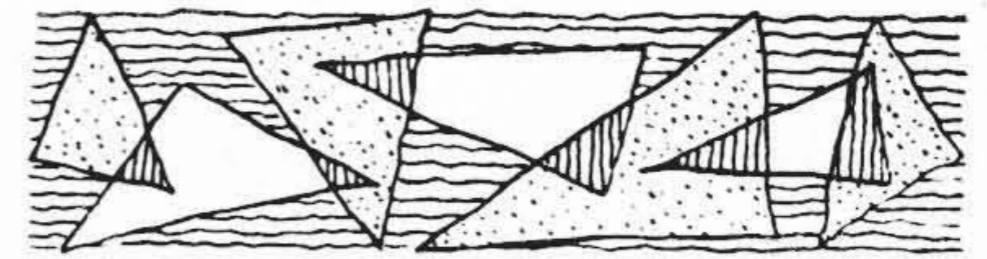
日立トランス

日立製作所

最寄の日立商品特約店又は販売店に御用命下さい。



特許と新案



最近登録された日立製作所の特許および実用新案

(その1)

区 別	登録番号	名 称	工場別	氏 名	登録年月日
特 許	211564	静 電 塗 装 々 置	日立工場	田中健太郎 橋本清隆	30. 2. 23
"	211596	電 気 車 の 電 気 制 動 制 御 方 式	日立工場	滑川清	"
"	211598	高 速 度 電 路 遮 断 器	日立工場	滑川清	"
"	211600	比 率 差 動 式 誘 導 環 型 継 電 装 置	日立工場	猿渡房吉 西堀博	"
"	211612	可 逆 転 直 流 電 動 機 の 並 列 運 転 方 式	日立工場	西政隆	"
"	211617	自 動 制 御 装 置	日立工場	三浦武雄	"
"	211611	坑 内 用 デ ー ゼ ル 機 関 車 試 験 装 置	笠戸工場	小野栄男 小浜原一	"
"	211603	深 度 計 狂 い 自 動 修 正 装 置	亀有工場	中野二郎 中辻誠	"
"	211606	ス プ リ ン ク ラ ー ポ ン プ 運 転 装 置	亀有工場	大貫康志	"
"	211614	旋 回 起 重 機 の 旋 回 速 度 制 御 装 置	亀有工場	大平栗保平	"
"	211609	倣い削り機械用双物台付気筒摺動台固定装置	川崎工場	森田久雄 寺田勇夫	"
"	211610	印 刷 イ ン キ 裏 移 り 防 止 剤 輸 送 装 置	川崎工場	猪島正雄 鎌田之博	"
"	211613	ロングリフト精紛機における有鞘木管の外木管を自動的に上方位置に移動せしむる装置	川崎工場	薄正四	"
"	211615	局 所 接 触 型 傘 歯 車 創 成 法	川崎工場	長山三男 窪田金彦 明山正元	"
"	211594	空 気 調 和 装 置	栃木工場	楠本陽一郎	"
"	211595	空 気 調 和 装 置	栃木工場	楠本陽一郎	"
"	211602	点 火 栓	多賀工場	茂木朝雄 田沢勇	"
"	211604	電子顕微鏡における試料移動防止装置	多賀工場	只野文哉 大沼嘉郎	"
"	211605	耐 久 磁 石 励 磁 電 子 レ ン ズ 系	多賀工場	木村博一	"
"	211607	回 転 ポ ン プ	多賀工場	大津卓郎	"
"	211616	電 子 顕 微 鏡 の 焦 点 合 せ 装 置	多賀工場	小泉喜八郎	"
"	211599	金 属 化 紙 蓄 電 器 の 製 法	戸塚工場	山辺知定	"
"	211597	硼 化 物 陰 極	茂原工場	二木久夫 久我和夫	"
"	211608	電 動 反 転 ね ぢ 切 機 械	桑名工場	一ノ瀬康久 渡辺弘	"
特 許	211601	電 極 接 着 型 熱 的 負 性 抵 抗 体	中央研究所	伴野正美 河野島正茂 野尻喜勝	30. 2. 23
実用新案	424720	自 動 近 路 弁 装 置	日立工場	白土義勝	30. 2. 22
"	424729	単 極 整 流 器 運 転 対 応 装 置	日立工場	白土勝彌 緑川徳太郎	"
"	424731	接 点 整 流 機 用 固 定 接 点	日立工場	甲賀正三 佐要弘	"
"	424738	押 釦 開 閉 器 操 作 把 手 鎖 錠 装 置	日立工場	本間千代一	"
"	424741	攪 拌 軸 軸 封 摺 動 面 保 護 装 置	日立工場	安島賢亮	"
実用新案	424749	タ ー ボ 発 電 機 の 冷 却 器	日立工場	滑川清	30. 2. 22

(第26頁へ続く)