

## ガソリンに依る過給器性能の變化

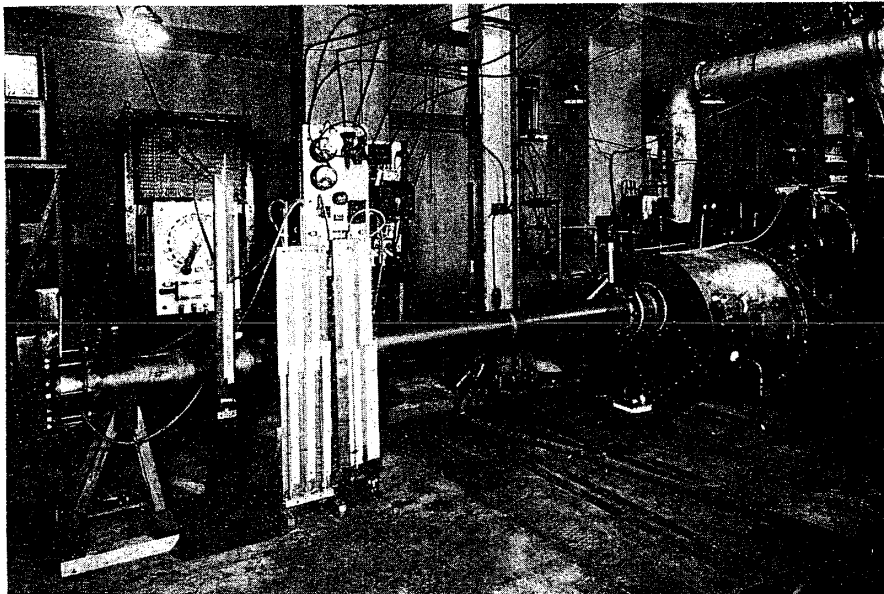
囑 託 渡 部 一 郎  
技 手 柴 田 浩  
大 空 金 次  
尾 上 伍 市

### 1. 緒 言

氣化器を遠心過給器の吸込口に取付ける場合には、過給器内を流れるのはガソリンと空氣の混合氣である。普通、過給器の性能を検べるのには空氣だけを流して行ふのであるが、茲では混合氣を流した時に其の性能がどの様に變化するかを検べて見た。

### 2. 實驗裝置と方法

第1圖に示してあるのが、實驗裝置の寫眞である。性能を検べようとする過給器は同圖で最も右端に見えるものである。空氣は最も左側にある1930年型 Normdüse から入つて、長い吸込管を通して低壓室に入り、更にこの内部にある氣化器のチョークから過給器の吸込口へ吸はれる。

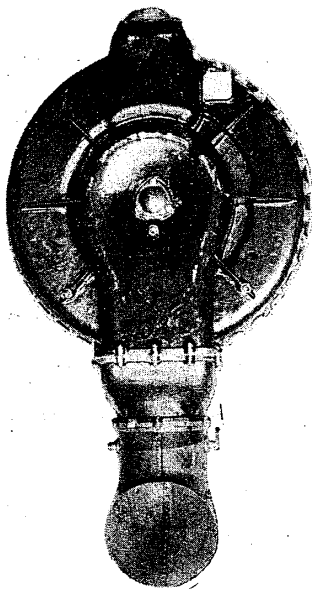


第 1 圖 實 驗 裝 置

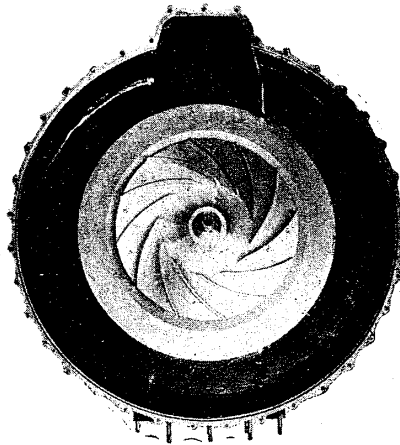
低壓室に入る直前には、スルース弁が設けてあり、これを開閉すると低壓室内の壓力が調整

出来る。氣化器へ行くガソリンの量はメートル・ガラスと秒時計に依り體積的に測定する。この装置は本來は氣化器の性能を検べる爲に筆者等の用ひたものであつて、實驗装置に關しては茲では此の程度に止めよう。

此の實驗に用ひた過給器は、實は2サイクル・ディーゼル發動機の掃除空氣壓縮機として設計されたもので、筆者等が前に其の性能を検べたものである。<sup>(1)</sup> 即ち、第2圖に示してある様な兩側吸込式の遠心壓縮機であつて、其の翼車は第3圖にある様に彎曲翼を持つて居り、翼車の外徑は350 mmφで、其の正規回轉數は11,510 r.p.m.である。尙その導流翼と渦室の形は第4圖に示してある。



第2圖  
遠心過給器の外観



第3圖 翼車の圖  
翼車外徑 350 m.m.φ  
翼車正規回轉數 11,510 r. p. m.



第4圖  
導流翼と渦室の圖

此の壓縮機は空氣量が1.9~1.5 kg/sec.と云ふ程度であるから、過給器として4サイクル・ガソリン發動機に用ひる場合には、約2,000馬力級の過給器である。(この馬力は現用のものに較べて大きすぎる嫌ひがあるが、この實驗の目的に向つては差支へがない。)この實驗では、第2圖に示してある様な十分な吸込面積を装置の關係上與へる事が出来なかつたので、この過給器の吸込口を絞つた場合と見做さなければならない。

尙、使用した氣化器はズーム氣化器で、この實驗では其の絞弁は恒に全開にして置いた。使用した燃料は日石航空3號ガソリンである。

測定すべきデータは過給器の回轉數、トルク、空氣量、過給器の吐出口と吸込口に於ける溫度及び壓力、ガソリンの流量等であり、過給器の回轉數はこれを傳動する75HPの電氣動力計の回轉數を齒車比7.67倍して求め、トルクもこの動力計で測定する、吸込溫度、吐出溫

(1) 掃除空氣壓縮機の性能試験，航空研究所彙報，122號，昭和9年10月，頁578~597。

度は共に寒暖計を用ひ、吸込温度の測定箇所は第1圖に過給器の吸込口の近くに見受けられる。吐出温度を測定した場所は同圖には明示してないが、これは吐出直後の位置であつて、掃除空気壓縮機として性能を検べた場合と同様である。<sup>(2)</sup> 吸込口、吐出口の壓力は夫々マンメーターを用ひ、その測定箇所は温度の夫れと接近して居る。尙、ガソリンの流量は、前にも述べた様に、メートル・グラスと秒時計で體積的に求め、空氣量は Normdüse で測定した。この場合、Normdüse を管の吸込口に取り付けてあるので、係數としては Stach の實驗<sup>(3)</sup>を参照した。

此の實驗では、過給器の吐出面積は一定 ( $58.5 \text{ cm}^2$ ) にして置き、又氣化器の吸込空氣の壓力(低壓室内の壓力)も大體水銀柱で 740 mm 程度に保ち、氣化器の燃料弁の開度を 3 通りに變化して、過給器性能の變化を検べた。燃料弁の開度に依り、混合比は翼車回轉數に對してこの實驗範圍では略一定であつて、10.5, 11.8, 20.0 と云ふ數値になつたので、〔第14圖参照〕以下に示す實驗結果には燃料弁の開度を示す代りに混合比で與へてある。

### 3. 實驗結果と其の考察

#### (1) 吐出壓力, $p_d$ の變化

第5圖に示してあるのが之であつて、ガソリンを流すと過給器の吐出壓力は増加する。この増加の程度は、混合比の大きくなる程、即ちガソリン流量の少ない程、尠なくなる。

#### (2) 吸込壓力, $p_s$ の變化

ガソリンを流すと、過給器吸込口に於ける壓力が減少する事が第6圖に示してある。この減少する割合は、混合比には殆んど無關係に一定である。

#### (3) 壓縮比, $p_d/p_s$ の變化

壓縮比  $p_d/p_s$  の値は、ガソリンに依つて増加する。第7圖に見受けられる様に、混合氣が濃くなる程、増加する割合も大きくなる。翼車回轉數が 10,000 r.p.m. の時、壓縮比の増加は約 2% 程度である。斯様に、ガソリンの蒸發に依つて壓縮比が増加すると云ふ現象は、既に Brooke が實驗して知られて居る事柄<sup>(4)</sup>であり、又過給器の理論<sup>(5)</sup>から考へても當然とされる處である。

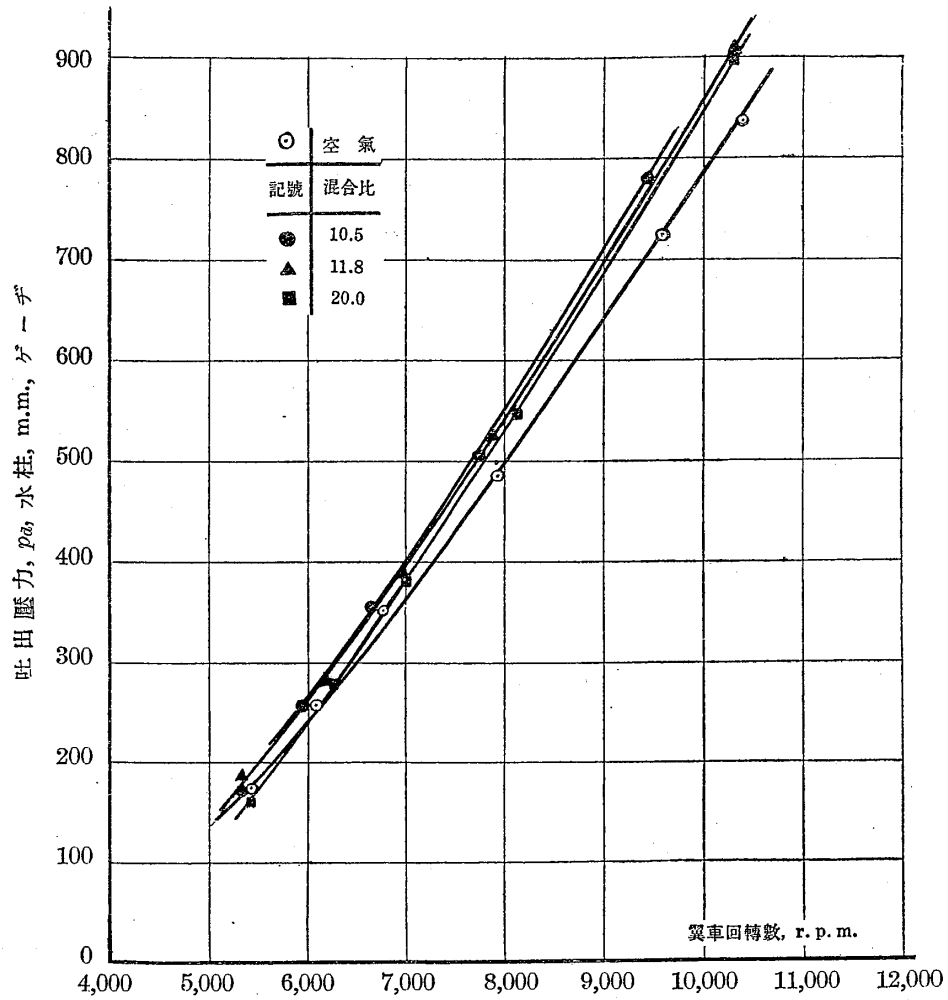
實驗を行ふ前には、壓縮比の増加は吐出壓力,  $p_d$  の増加のみに依つて起ると考へて居た

(2) (1) と同じ。頁 579.

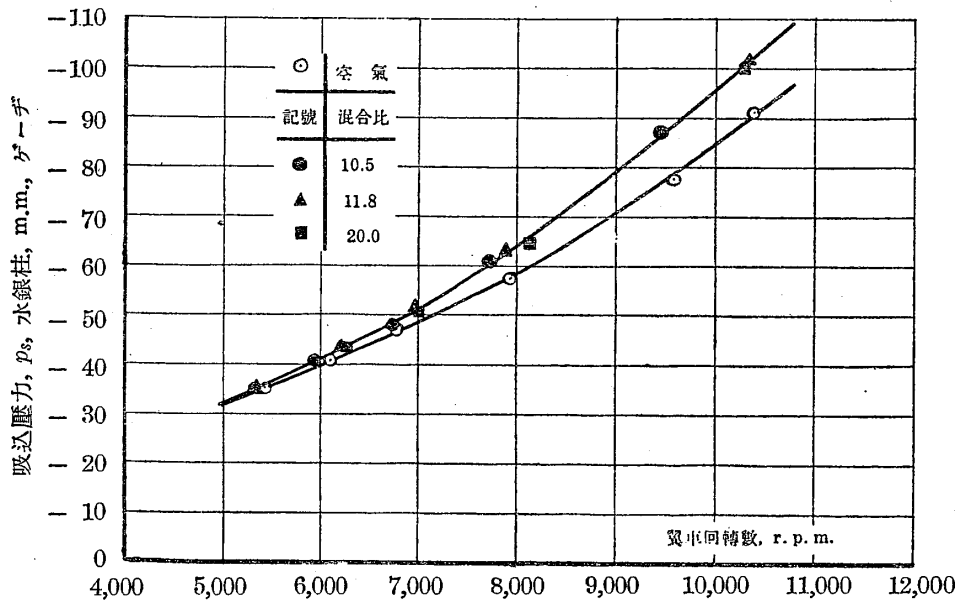
(3) E. Stach: Die Beiwerte von Normdüsen und Normblenden im Einlauf und Auslauf, V. D.I. Bd. 78, Nr. 6, 頁 187.

(4) G.V. Brooke: Effect of Fuel Evaporation on Performance of a Centrifugal Supercharger, R.&M. No. 1574, 1933 年 11 月.

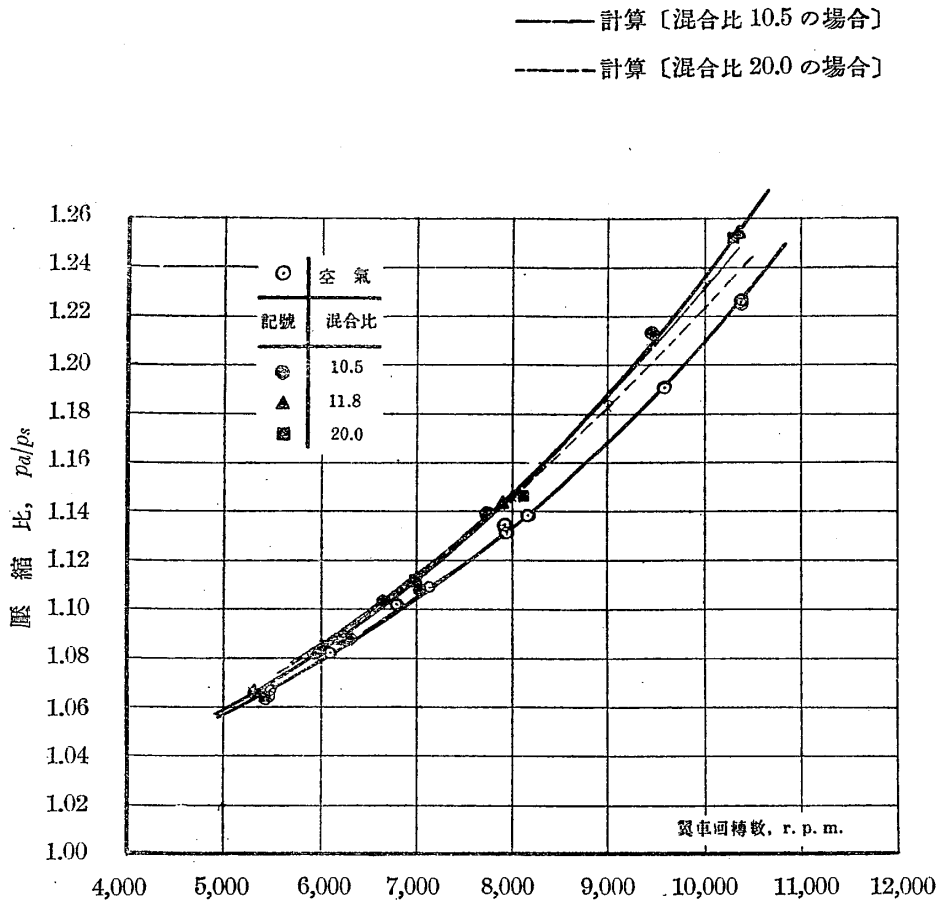
(5) R.S. Capon and G.V. Brooke: The Application of Dimensional Relationships to Air Compressors, with Special Reference to the Variation of Performance with Inlet Conditions, R.&M. No. 1336, 1930 年 6 月.



第 5 圖 吐出壓力と翼車回轉數との関係



第 6 圖 吸込壓力と翼車回轉數との関係



が実際に實驗して見ると、吐出壓力、 $p_a$  が上昇すると共に吸込壓力、 $p_s$  が降下する事が判つた。 $p_a$  がガソリンの蒸發に依つて上昇する事は當然と考へられるが、吸込壓力、 $p_s$  の降下はガソリンの蒸發では説明が出来ない。ガソリンの蒸發と云ふ點だけでは  $p_s$  も上昇すべき筈である、何故、 $p_s$  の降下を見るかと云ふ事は次の様に考へれば良いと思ふ。即ち低壓室内の壓力は略一定であり、又後述する様に空氣量はガソリンを流しても變化が認められないから、ガソリンを流す場合には同一の空氣量とガソリンの或る量とを流すだけ  $p_s$  が降下する事が必要なのである。勿論、ガソリンの蒸發によつて  $p_s$  は上昇する傾向もある筈であるが、この實驗の場合には降下の方が遙かに大きいのであらう。

此の  $p_s$  の降下に關しては、Brooke の實驗には何等記してない。Brooke の示して居るのは壓縮比  $p_a/p_s$  の増加であるが、實際には  $p_s$  が減少するのであるから、ガソリンを流しても、壓縮比の増加する程度には吐出壓力  $p_a$  は増加しないのである。この點は、過給器の設計等の立場から見ても大切な事柄であると思ふ。

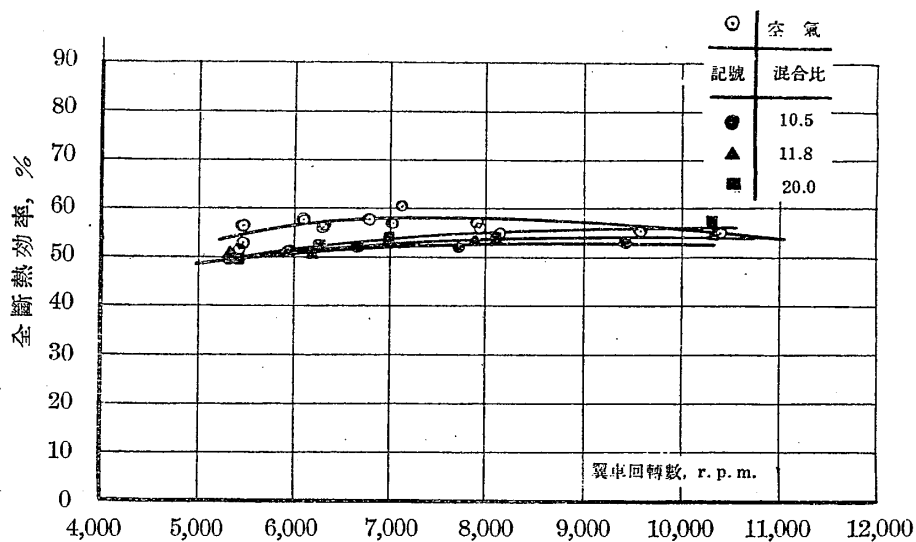
尙、此の實驗では、後にも述べるが、ガソリンは完全に蒸發して居ない。これを完全に蒸

發する様に、適當に氣化器へ入る空氣に加熱する等の手段を講ずれば、壓縮比の増加はもつと大きくなると思ふ。又、今の場合は、大きな過給器の吸込口を絞つた場合のものであるから、壓縮比増加の量的の點までこの實驗で以て一般を推す事は出來ないと思ふ。蒸發を完全にしたり、吸込口を十分にして過給器を全力で働かせたりすれば、上に述べた様な2%程度の壓縮比の増加には止まらないであらう。Brookeの實驗では、6%程度の増加を示して居る事を参考の爲に附記する。

第7圖に點線と鎖線で示してあるのは、ガソリンを流さない、空氣だけの場合の壓縮比の實驗値から、附記に示してある様な計算法と假定に依つて混合比が夫々10.5と20.0との場合に就て計算した曲線であつて、實驗値と良く一致して居るのは面白いと思ふ。

#### (4) 全斷熱効率, $\eta$ の變化

第8圖に圖示したものがこれである。全斷熱効率はガソリンを入れる事に依り悪くなる。

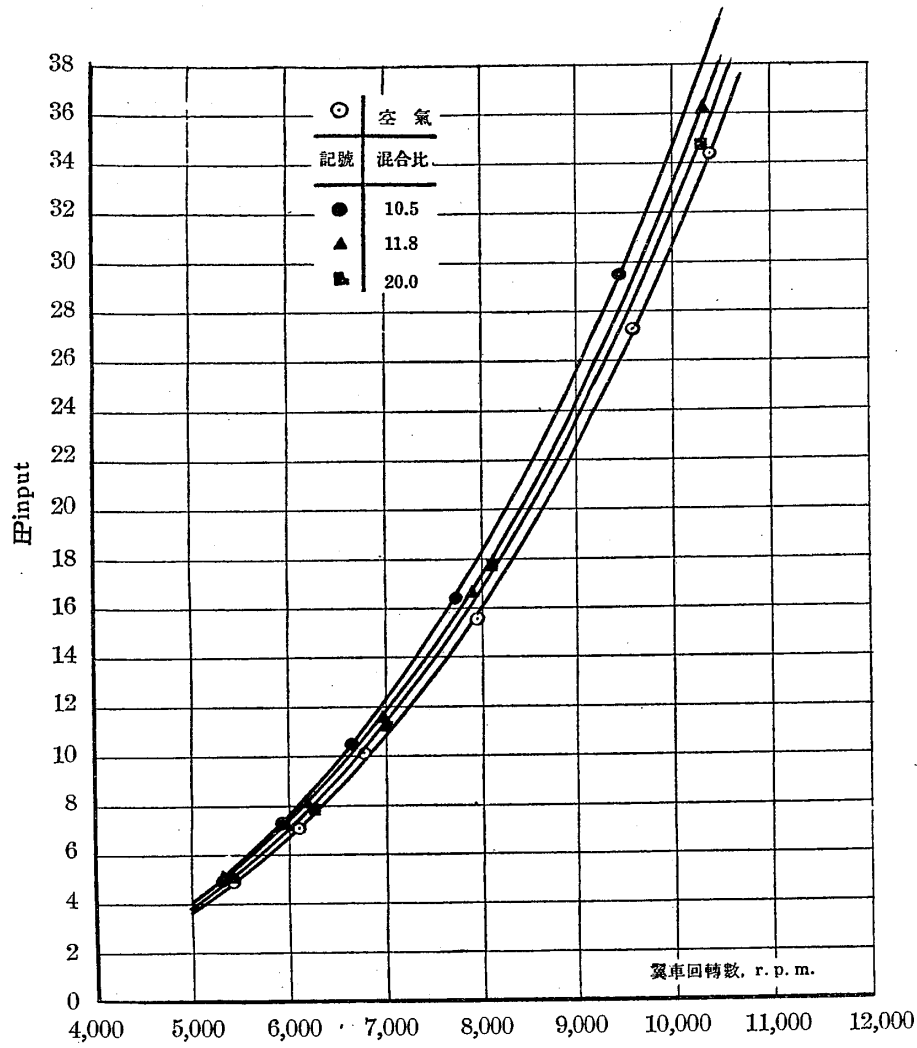


第8圖 全斷熱効率と翼車回轉數との關係

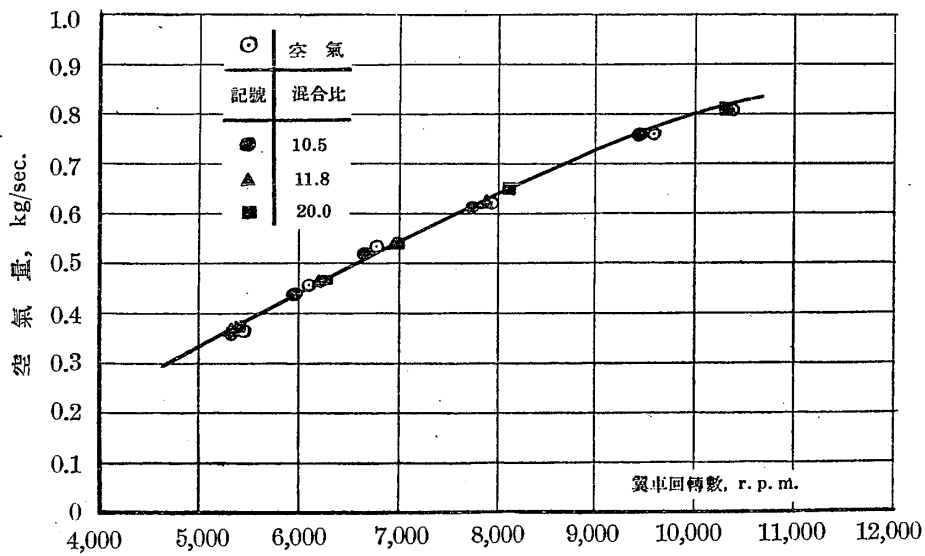
この場合、濃い混合氣になる程、低目に出る事は次に述べる  $HP_{input}$  と比較して當然と知れる。全斷熱効率の低下は一般的には必ず低下するとは云へないと思ふ。ガソリンを流せば成程  $HP_{input}$  は増加するが、同時に壓縮比も増大する事を考へると、輕卒に全斷熱効率の低下を一般的に主張する事は出來ないと思ふ。

#### (5) $HP_{input}$ の變化

茲に  $HP_{input}$  と記してあるのは、實際に過給器を傳動するのに要する馬力で、この中には齒車裝置、軸承等を傳動する馬力も含まれて居る。この  $HP_{input}$  は第9圖の様に、濃い混合氣になる程大きくなる事は當然であらう。



第 9 圖  $P_{input}$  と翼車回轉數との關係



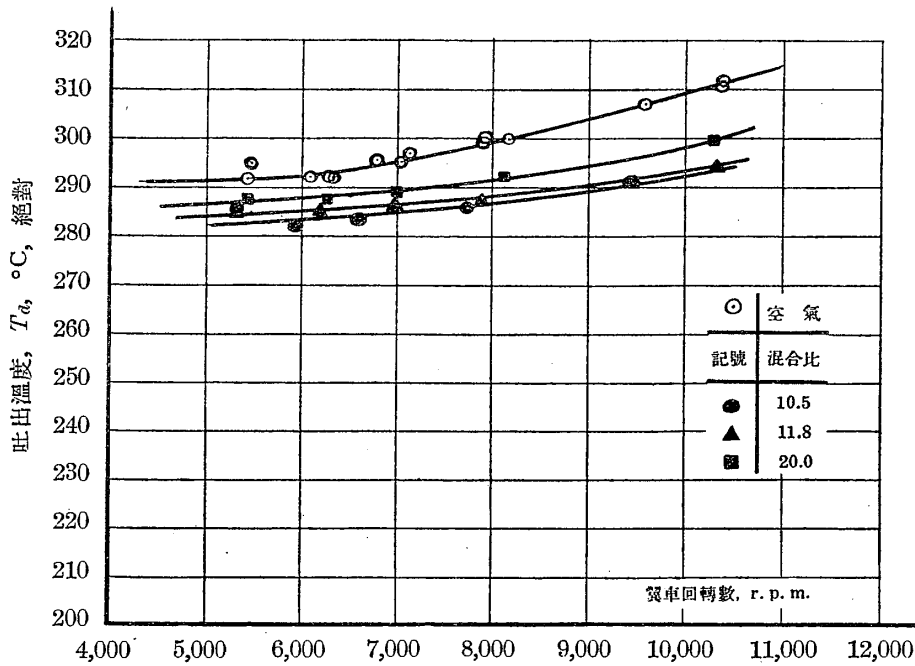
第 10 圖 空氣量と翼車回轉數との關係

(6) 空氣量,  $w$  の變化

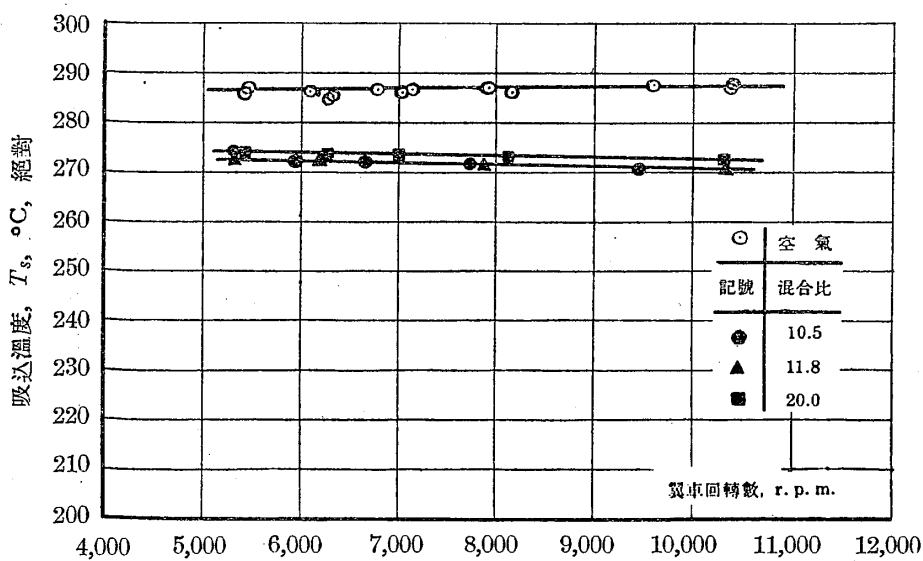
翼車回轉數が同じならば, 第 10 圖から知れる様に, ガソリンを流しても空氣量には殆んど變化が認められない。

(7) 吐出溫度,  $T_d$  と吸込溫度,  $T_s$  の變化

之は第 11 圖, 第 12 圖に夫々示してある。圖で知れる様に, 濃い混合氣になる程溫度降下



第 11 圖 吐出溫度と翼車回轉數との關係



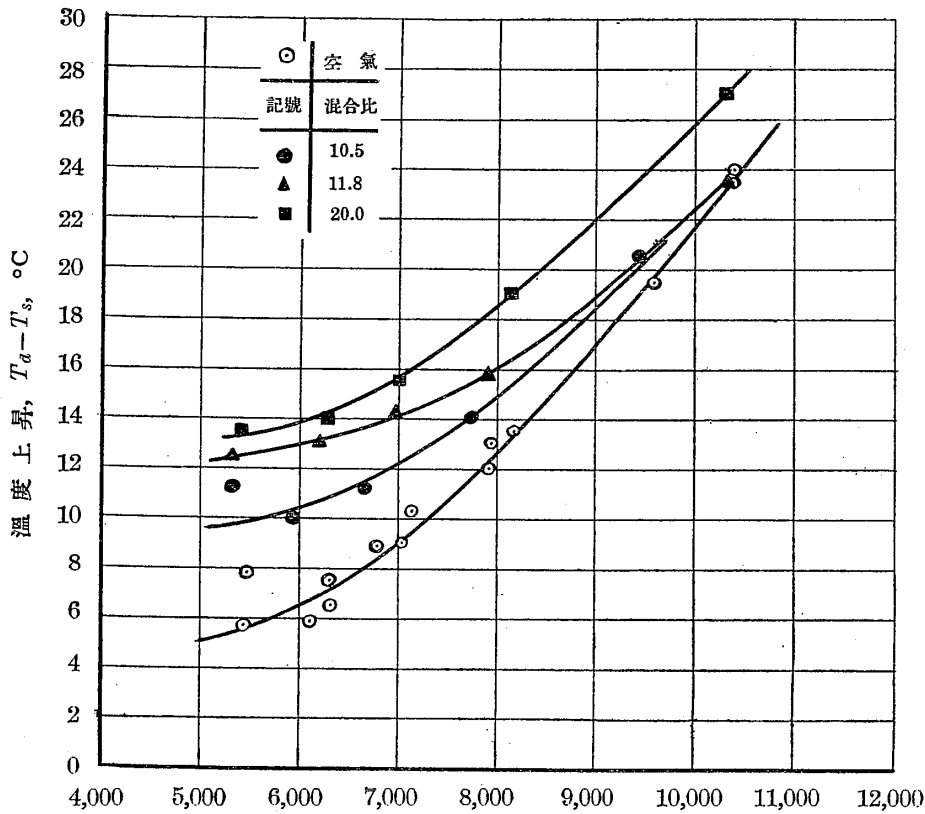
第 12 圖 吸込溫度と翼車回轉數との關係



の割合も大きくなる事は理論的にも當然である。日石航空3號ガソリンの比熱を 0.45, 氣化潜熱を 78 kcal/kg と假定して, ガソリンの蒸發に伴ふ温度降下を當つて見ると, 混合比<sup>(6)</sup> 10.5, 11.8, 20.0 の場合夫々 26.9°C, 23.9°C, 15.0°C の程度になる。これと實驗値とを比較して見ると, 混合氣が稀薄な時には割合に合ふが, 濃くなると完全にガソリンが蒸發して居ない爲か實際の温度降下は計算値より尠なくなる。

(8) 温度上昇,  $T_d - T_s$  の變化

この事は第 13 圖に示してあるが, 温度上昇の値はガソリンを流すと一般に大きくなり,

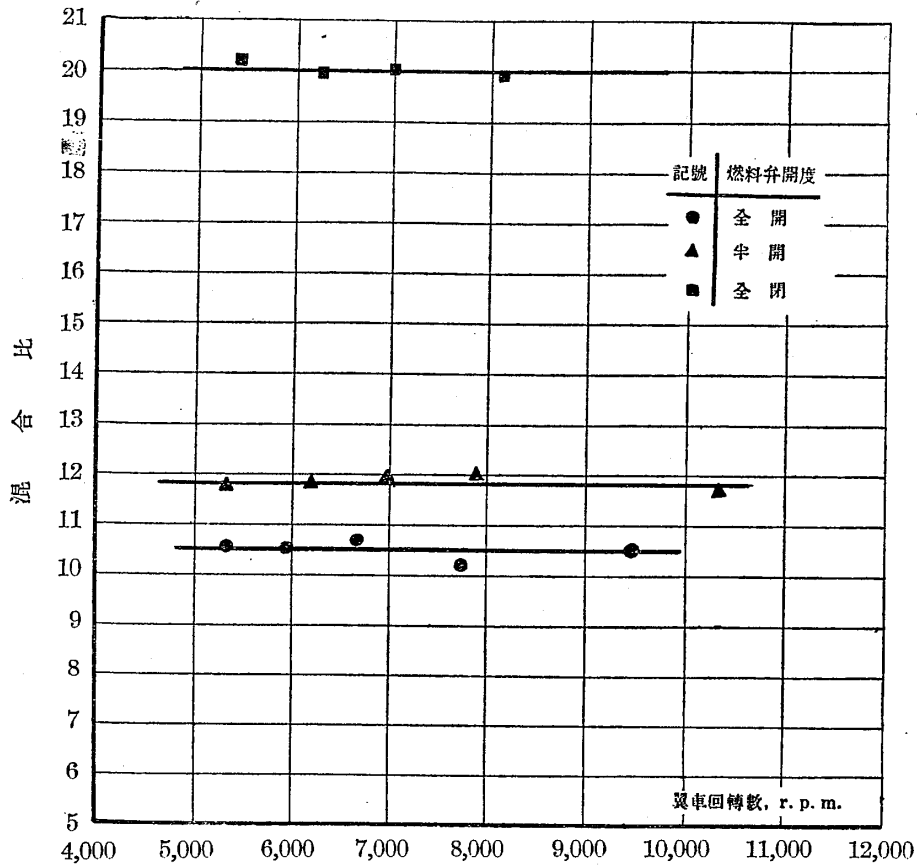


第 13 圖 温度上昇と翼車回轉數との關係

又混合比の大きい程, 大きくなつて居るのは面白いと思ふ。

尙, 第 14 圖に示したのは, 氣化器の燃料弁の開度を 3 通りに變化させた場合の混合比の値である。

(6) 之の計算法は Marks: The Airplane Engine, 1922 年, 頁 230 にある。



第 14 圖 混合比と翼車回轉數との關係

#### 4. 結 言

この實驗は前述した様に氣化器の性能實驗を行ひつゝ、その途中で行つたもので、徹底的に實驗した譯では無いが、それでも何等かの参考になると思つて御報告する。此の實驗で知れた事柄の中最も強調すべきは、前にも述べた様に、壓縮比の増加が其の儘吐出壓力の向上を意味しないと云ふ事である。吸込壓力も低下するから、吐出壓力の絕對値は非常には上昇しないと云ふ事が注目に値すると考へる。

終りに、富塚教授の御指導と高月囑託の御助力とに謹んで感謝の意を表する。

#### 5. 附 記

空氣だけを流した時の過給器の壓縮比から、ガソリンと空氣との混合氣の場合の壓縮比を計算する方法<sup>(7)</sup>

壓縮機が  $w$  kg/sec. の空氣を  $p_s$  から  $p_a$  まで斷熱的に壓縮するのに必要な理論馬力を

(7) この方法は筆者等の獨創ではなく、Brooke が既に用ひて居る。

HP で表はすと、

$$HP = \frac{JC_p w T_s}{75} \left\{ \left( \frac{p_a}{p_s} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1 \right\} \dots\dots\dots(1)$$

茲に、

w: 空氣量, kg/sec.

J: ジュールの仕事當量, 426.9 kg-m/kcal.

C<sub>p</sub>: 空氣の定壓比熱,

γ: 空氣の C<sub>p</sub>/C<sub>v</sub> の値,

T<sub>s</sub>: 吸込口の絶對溫度, °C

同様に、混合氣の場合の理論馬力を HP' とすれば、

$$HP' = \frac{JC_p' w' T_s'}{75} \left\{ \left( \frac{p_a'}{p_s'} \right)^{\frac{\gamma'-1}{\gamma'}} - 1 \right\} \dots\dots\dots(2)$$

(1), (2) の比を採れば、

$$\frac{HP}{HP'} = \frac{C_p w T_s \left\{ \left( \frac{p_a}{p_s} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1 \right\}}{C_p' w' T_s' \left\{ \left( \frac{p_a'}{p_s'} \right)^{\frac{\gamma'-1}{\gamma'}} - 1 \right\}} \dots\dots\dots(3)$$

實際に要する馬力を空氣の場合、混合氣の場合に夫々 HP<sub>0</sub>, HP'<sub>0</sub> とし、又全斷熱効率を夫々 η, η' とすれば、HP = ηHP<sub>0</sub>, HP' = η'HP'<sub>0</sub> の關係がある。實驗結果を見ると、HP'<sub>0</sub> は HP<sub>0</sub> より高いが、反對に η' は η より低いから兩者の積に就て考へると、大體 HP ≐ HP' と見做しても、この實驗の範圍ではその誤差は最大 0.7% 程度である。又 w と w' は實際には多少違ふが、これも w ≐ w' と見做す事<sup>(8)</sup>にした。すると (3) 式から

$$C_p T_s \left\{ \left( \frac{p_a}{p_s} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1 \right\} = C_p' T_s' \left\{ \left( \frac{p_a'}{p_s'} \right)^{\frac{\gamma'-1}{\gamma'}} - 1 \right\} \dots\dots\dots(4)$$

を得る。

今、實驗に依り、空氣の場合の  $\frac{p_a}{p_s}$  と T<sub>s</sub> とが知れて居るから、T<sub>s</sub>' を計算し〔この場合は、實測値があるので、それを用ひた〕、C<sub>p</sub>'、γ' を適當な假定で算出する事に依つて、混合

(8) 實際に空氣を流した時の壓縮比からガソリンを流した場合の夫れを推算する時には T<sub>s</sub>' を計算で出すのであつて、これが相當實驗結果と違ふと見做さなければならぬから、w ≐ w' と見做す事はそれ程亂暴でない。

氣の場合の壓縮比  $\frac{p_a'}{p_s'}$  が知れる譯である。

$C_p, \gamma$  は空氣に對するものであるから、

$$C_p = 0.238, \quad \gamma = 1.41 \quad [C_v = 0.169]$$

とすれば良い。

$C_p', \gamma'$  を算出するには、今の場合、ガソリン蒸氣の  $C_p, C_v$  を夫々 0.43 及び 0.39 と假定した。

これより、混合比 10.5 の混合氣では、

$$C_p' = 0.255, \quad C_v' = 0.188, \quad \gamma' = 1.356$$

混合比 20.0 の混合氣では、

$$C_p' = 0.247, \quad C_v' = 0.1795, \quad \gamma' = 1.376$$

を得た。

上の値を使つて (4) 式から  $\frac{p_a'}{p_s'}$  を計算したものは第 7 圖に實驗結果と比較して示してある。可成り實驗と良く合ふから、過給器の實驗に一々ガソリンを流さなくてもこの方法で大體の見當は付くと思ふ。この場合、 $T_s'$  はガソリンが完全に蒸發するものとして求めるのであるが、氣化器の狀況に應じて適當に計算値より低めてやれば良い譯である。

〔於 發 動 機 部〕