

航空研究所彙報

第 百 九 十 五 號

昭 和 十 五 年 十 一 月

残留気圧縮に依る気筒充填量の増大 (第1報)

高 空 性 能 實 験 室

1. は し が き

過給機付發動機に於ては、気筒内の残留気は過給機で壓力を高められた新氣によつて壓縮される。従つて気筒へ送られる空氣流量(重量)を測定して見ると、過給機によつて密度が高まつた爲の空氣流量(重量)の増大以上に空氣流量が増してゐる。

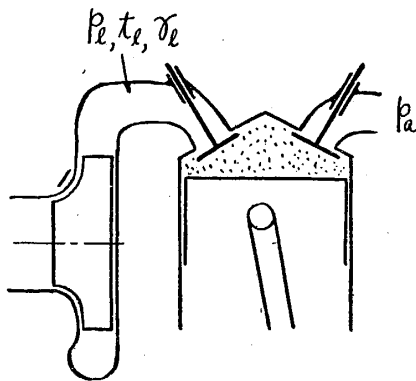
12気筒 W 型水冷氣化器付發動機で排氣壓力を一定とし、ブースト壓力を種々に變へた場合の實驗結果があつたので、これ以上をプロットして見た。實測した空氣流量と、過給機によつて高められた空氣密度を實驗結果より算出して、比較することに依つて残留氣が壓縮を受ける爲に空氣流量の増大してゐる有様が判つた。

F. A. F. Schmidt の教科書にこの場合の理論的考察が出てゐたので、これと上記の實驗結果を比較して見た。

2. 残留気圧縮に依る気筒充填量の増大 (實驗)

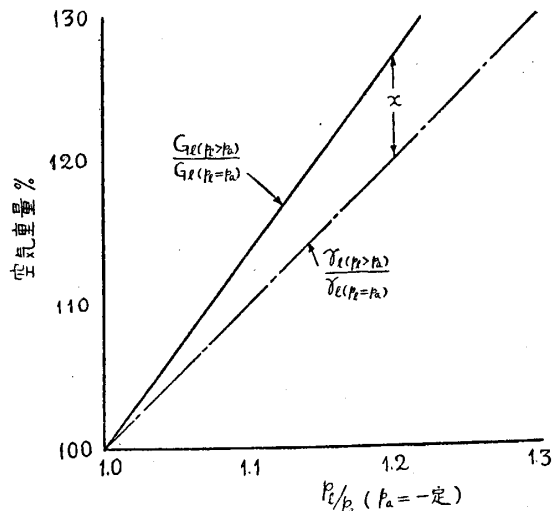
第1圖に於て気筒内の残留氣は排氣行程の終りに於て排氣壓力 p_a と同じ壓力で燃焼室の

容積を占めてゐると考へられる。ピストンの行程體積を V_h とすると、ブースト壓力 p_i が p_a に等しい場合には吸



第 1 圖

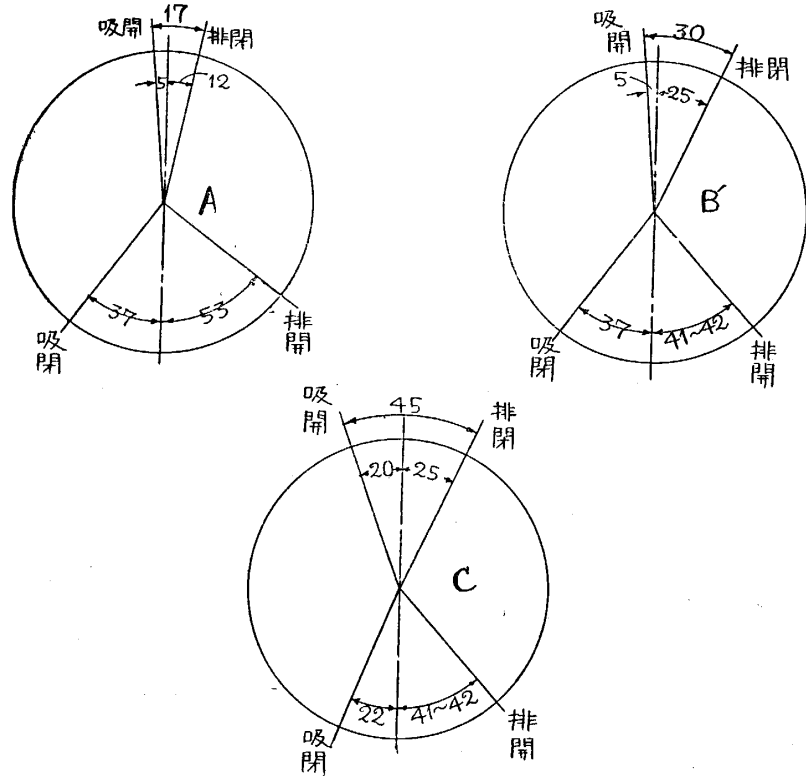
氣弁が開いて吸氣が入つて來ても残留氣は何等壓縮されないので、新氣は V_h だけしか入らない。併し乍らブースト壓力 p_i が p_a より大に



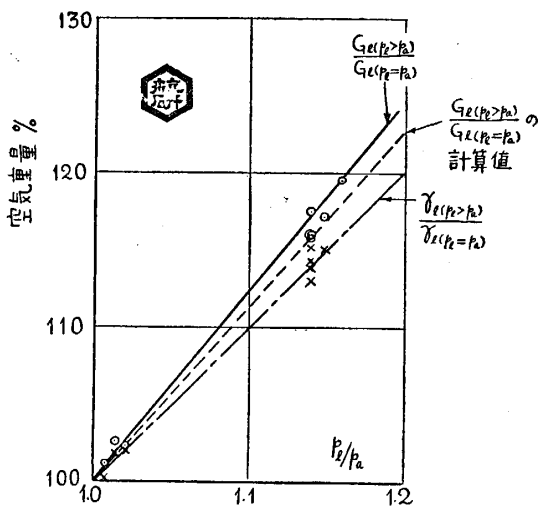
第 2 圖

なると、残留氣は壓縮されてその體積を小にする事を餘儀なくされるので、この爲に新氣は V_n よりも大なる體積だけ氣筒内に充填される。實驗結果から p_a 一定の場合の種々の p_i/p_a の値に對して氣筒内に入る空氣重量 G_i kg/sec をプロットして見ると第2圖の如き關係が出来る。

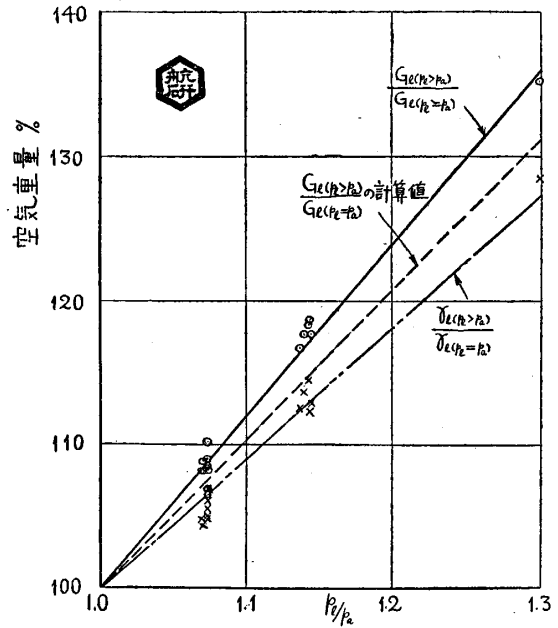
これは $p_i/p_a=1$ の場合の空氣重量 G_i ($p_i=p_a$) に對して百分率で示してある。併し乍ら例へば $p_i/p_a=1.2$ の場合に於てはそれだけ吸氣の密度 γ_i が高まつてゐる譯であるから、この爲に $p_i/p_a=1$ の場合に較べて氣筒充填量は残留氣を壓縮しなくても必然的に増す譯である。これは實驗結果の p_i, t_i から γ_i を算出し、 $p_i=p_a$ の場合の $\gamma_i(p_i=p_a)$



第3圖 弁開閉時期

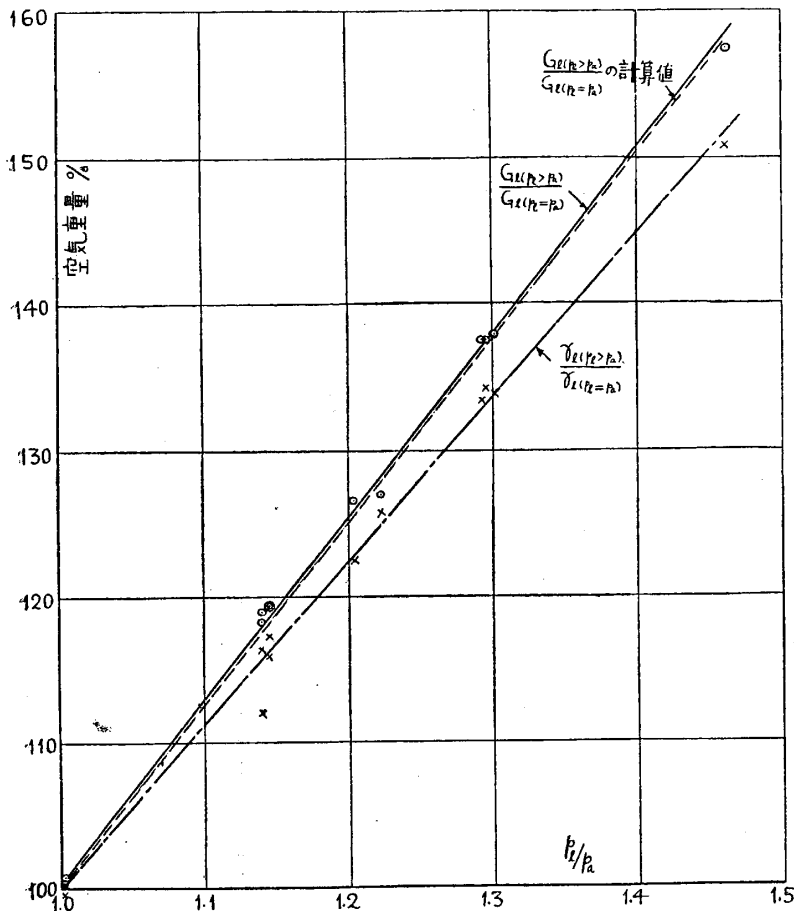


第4圖 残留氣壓縮による氣筒充填増大率, 弁開閉時期 A, 排氣壓力 596.3 mmHg, $n=2100$ r.p.m.



第5圖 残留氣壓縮による氣筒充填増大率, 弁開閉時期 A, 排氣壓力 525.9 mmHg, $n=2100$ r.p.m.

$=p_a$) に対して百分率で第2圖の鎖線の如くプロットすることが出来る。斯様なプロットをした場合 $p_i/p_a=1.2$ に於ては x の量が、残留気圧縮による気筒充填量の増大量を示す事になる譯である。



第6圖 残留気圧縮による気筒充填増大率, 弁開閉時期A, 排気壓力 462.3 mmHg, $n=2100$ r.p.m.

以上の事を實驗結果について行つて見た。實驗した發動機は12気筒 W 型水冷氣化器付發動機で弁開閉時期は3通りであり、種々の高度に於ける高空性能實驗の結果である。弁開閉時期は第3圖に示してある。排気壓力は高度2000~6000mの種々の場合があるが、排力壓力は一定の場合に就き第2圖の如き線圖を求めて見た。この場合、發動機の回轉數は正規回轉數 (2100r.p.m.) である。混合比は可成り違つてゐるが、これは今の場合はあまり問題にならない譯である。實驗結果の數値は一括して最後に表示してある。(第1表~第

7表)

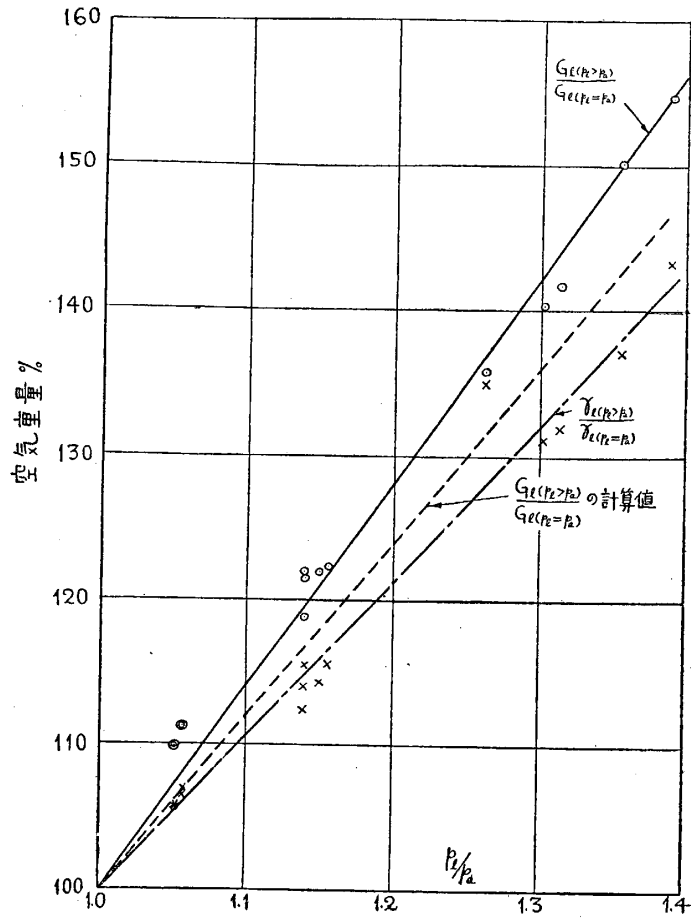
弁開閉時期 A (弁重合 17°) で排気壓力を 2000m, 3000m, 4000m, 5000m, 6000m に相當する壓力に一定に保つた場合の第2圖の如き線圖は第4圖~第8圖に示してある。

弁開閉時期 B', C の場合は實驗の數が A の場合程多くないので、排気高度は何れも 3000 m の場合だけである。第9圖が B' の場合, 第10圖が C の場合である。

弁開閉時期 A の場合は排気壓力が種々に變つても (第4圖~第8圖) 残留気圧縮に依る気筒充填量の増大率は同様である。この事は後述する理論的考察によれば當然である。

第9圖は弁開閉時期が B' で、弁の重合が 30° であるから充填量の増大率が大になるかと思つたが、この程度ではまだ弁重合の影響はなく増大率は A の場合と大同小異である。弁開閉時期が C (第10圖) で弁重合 45° の場合は増大率は可成り増す。この場合は気筒内に相當の吹飛ばしが起ると考へられるので、残留氣の壓縮などは起らず、残留氣は吹き飛ば

され、更に新氣が氣筒内を素通りする事になるので、空氣流量は $V_n +$ 燃燒室體積よりももつと増大する譯である。この結果第10圖の如くなる事は當然と云へるのであつて、この場合は残留氣壓縮による氣筒充填量の増大とは別の問題になつてゐる譯である。

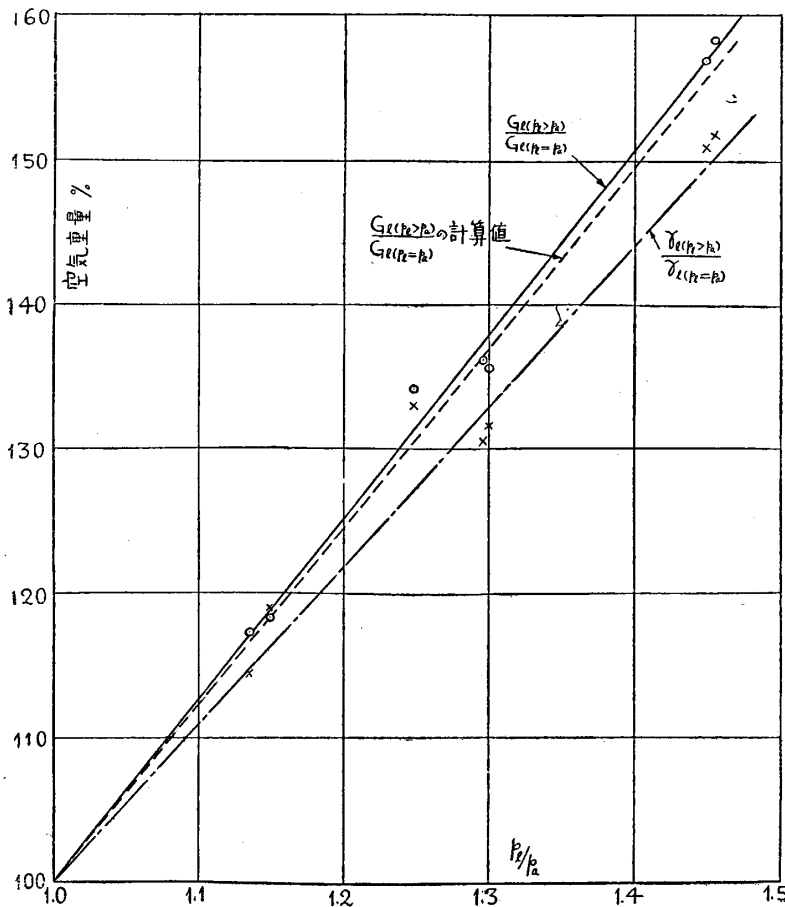


第7圖 残留氣壓縮による氣筒充填増大率，弁開閉時期A，排氣壓力 405.2mmHg, $n=2100$ r.p.m.

3. 残留気圧縮に依る気筒充填量の増大に関する理論計算¹⁾

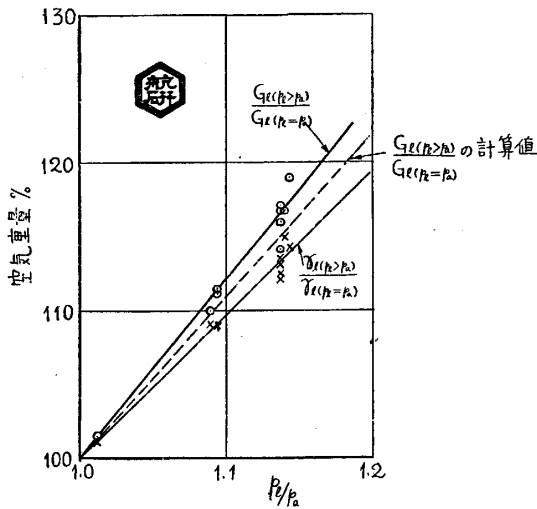
吸気弁の開く直前に於ける残留気の壓力を排気壓力と等しいと假定し、残留気は新氣に依つて斷熱壓縮を受け新氣はこの時残留氣によつて加熱されると云ふ考への下に樹てた理論計算である。新氣が加熱されるから、それだけは充填量は減少する譯である。

吸気弁の開く直前の残留氣の状態を R 、新氣（吸氣）の状態を L で表はし、新氣が流入



第8圖 残留気圧縮による気筒充填増大率，弁開閉時期A，排気壓力 353.9mmHg， $n=2100$ r.p.m.

1) この理論計算は獨創的のものではない。F. A. F. Schmidt; Verbrennungsmotoren, 1939年, 130/133 頁に示してあるものと全く同一のものである。



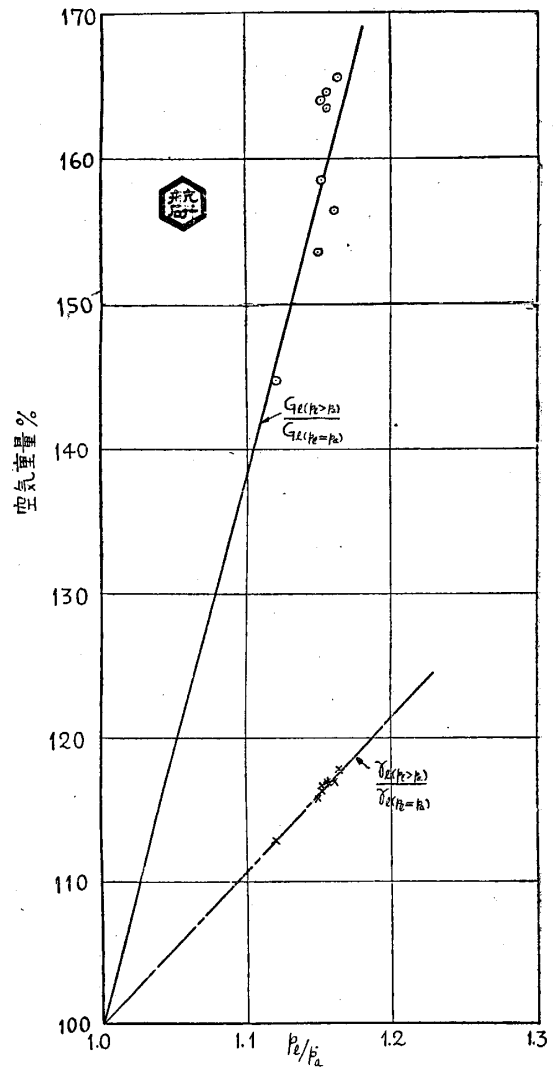
第9圖 残留気壓縮による気筒充填増大率，弁開閉時期 B'，排気壓力 525.9 mmHg, n=2100 r.p.m.

して残留気を断熱壓縮したと假定した時の残留気の状態を R_2 ，流入した後の新気の状態を L_2 で表はすことにする。然るときは吸氣行程の前後に於て次の様なエネルギーの方程式が成立する。

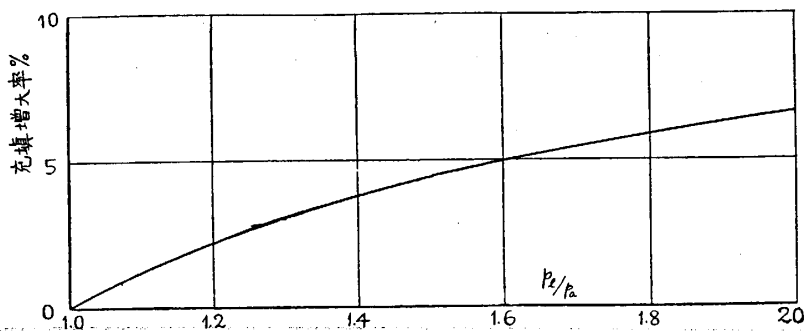
$$G_R u_R + G_L u_L + A P_L V_L = G_R u_{R2} + G_L u_{L2} + A P_L V_n \dots \dots (1)$$

茲に G は空氣重量， u は内部エネルギー P は壓力， V は體積を示す。この場合吸氣行程の間，氣筒内の壓力は一定で吸氣管内の新氣の壓力と等しいとしてある。

内部エネルギーの代りに全熱量を考へ，



第10圖 残留気壓縮による気筒充填増大率，弁開閉時期 C，排気壓力 525.9mmHg, n=2100r.p.m.



第 11 圖 残留気壓縮による気筒充填増大率 (計算)

$$\begin{aligned} G_L u_L + A P_L V_L &= i_L G_L \\ G_R u_R &= G_R i_R - A P_R V_R \\ G_R u_{R_2} &= G_R i_{R_2} - A P_{R_2} V_{R_2} \\ G_L u_{L_2} &= G_L i_{L_2} - A P_{L_2} V_{L_2} \end{aligned}$$

と置いて (1) 式を計算すると

$$\begin{aligned} G_L(i_L - i_{L_2}) &= G_R(i_{R_2} - i_R) + A P_L V_h - A P_{R_2} V_{R_2} - A P_{L_2} V_{L_2} + A P_R V_R \\ P_L = P_{L_2} = P_{R_2} ; V_R = V_k \text{ と置き, 更に } V_{L_2} &= V_h + V_k - V_{R_2} \text{ なる関係を用いると,} \end{aligned}$$

$$G_L(i_{L_2} - i_L) = A V_k (P_L - P_R) - G_R(i_{R_2} - i_R) \dots\dots\dots (2)$$

この式は新気加熱を與へる式であつて、この式を用ひて残留気圧縮による充填量の増大 C を計算して行けばよい。 C は;

$$C = \frac{G_L(p_i > p_a)}{G_L(p_i = p_a)} = \frac{V_h + \Delta V}{V_h} \frac{T_L}{T_{L_2}} \dots\dots\dots (3)$$

今 $G_R = \frac{P_R V_k}{T_R \cdot R_R}$, $G_L = \frac{(V_h + \Delta V) P_L}{T_{L_2} \cdot R_L}$, $i = T \cdot C_p / T$ の關係を (2) 式に代入して見ると

$$(V_h + \Delta V) \frac{P_L \cdot C_{pL} \left| \frac{T_{L_2}}{T_L} \right.}{T_{L_2} \cdot R_L} (T_{L_2} - T_L) = \frac{P_R V_k}{T_R R_R} (T_R - T_{R_2}) C_{pR} \left| \frac{T_{R_2}}{T_R} \right. + A V_k (P_L - P_R)$$

或は $\frac{V_h + \Delta V}{V_h} - \frac{V_h + \Delta V}{V_h} \frac{T_L}{T_{L_2}} = \frac{P_R V_k R_L}{P_L V_h R_R} \left(1 - \frac{T_{R_2}}{T_R}\right) \frac{C_{pR} \left| \frac{T_{R_2}}{T_R} \right.}{C_{pL} \left| \frac{T_{L_2}}{T_L} \right.} + \frac{A V_k (P_L - P_R) R_L}{V_h C_{pL} \left| \frac{T_{L_2}}{T_L} \right.}$

$$\therefore C = \frac{V_h + \Delta V}{V_h} \frac{T_L}{T_{L_2}} = 1 + \frac{\Delta V}{V_h} - \frac{P_R}{P_L} \frac{\epsilon}{1 - \epsilon} \frac{R_L}{R_R} \frac{C_{pR} \left| \frac{T_{R_2}}{T_R} \right.}{C_{pL} \left| \frac{T_{L_2}}{T_L} \right.} \left(1 - \frac{T_{R_2}}{T_R}\right) - \frac{A \epsilon}{1 - \epsilon} \left(1 - \frac{P_R}{P_L}\right) \frac{R_L}{C_{pL} \left| \frac{T_{L_2}}{T_L} \right.}$$

茲に ϵ は發動機の壓縮比である。

比熱は温度の多少の變化に對して壓縮中一定と假定しよう。更に

$$\frac{\Delta V}{V_h} = \frac{\epsilon}{1 - \epsilon} - \frac{V_{R_2}}{V_h}, \left(\frac{V_{R_2}}{V_R}\right)^{\kappa_R} = \frac{P_R}{P_L} \text{ より } V_{R_2} = \left(\frac{P_R}{P_L}\right)^{\frac{1}{\kappa_R}} V_k \text{ であるから,}$$

$$\frac{\Delta V}{V_h} = \frac{\epsilon}{1 - \epsilon} \left\{1 - \left(\frac{P_R}{P_L}\right)^{\frac{1}{\kappa_R}}\right\} \text{ となり, これを用ひて上式を簡單にすると}$$

$$C = \frac{G_L(p_i > p_a)}{G_L(p_i = p_a)} = \frac{(V_h + \Delta V)}{V_h} \frac{T_L}{T_{L_2}} = 1 + \frac{\epsilon}{1 - \epsilon} \frac{1}{\kappa_L} \left[1 - \frac{P_R}{P_L} + \left\{\left(\frac{P_R}{P_L}\right)^{\frac{1}{\kappa_R}} - \left(\frac{P_R}{P_L}\right)\right\} \left(\frac{\kappa_L - \kappa_R}{\kappa_R - 1}\right)\right] \quad (4)$$

茲に p_L 吸氣管内壓力

p_R 排氣の背壓で、残留氣壓力と等しいと置いたもの。

$$\kappa_L = \frac{C_{pL} \left| \frac{T_{L_2}}{T_L} \right.}{C_{vL} \left| \frac{T_{L_2}}{T_L} \right.}, \quad \kappa_R = \frac{C_{pR} \left| \frac{T_{R_2}}{T_R} \right.}{C_{vR} \left| \frac{T_{R_2}}{T_R} \right.}$$

(4) 式の $\left\{\left(\frac{P_R}{P_L}\right)^{\frac{1}{\kappa_R}} - \left(\frac{P_R}{P_L}\right)\right\} \left(\frac{\kappa_L - \kappa_R}{\kappa_R - 1}\right)$ の項は省略出来る程度である。例へば

$$2) \quad \epsilon = \frac{V_k}{V_h + V_k}$$

$\frac{P_R}{P_L} = 0.5$ の時 $\left\{ \left(\frac{P_R}{P_L} \right)^{\kappa_R} - \left(\frac{P_R}{P_L} \right) \right\} \left(\frac{\kappa_L - \kappa_R}{\kappa_R - 1} \right) \approx 0.03$ であるから、 $1 - \frac{P_R}{P_L}$ に對して省略出来る。従つて (4) 式は簡單になり

$$C = 1 + \frac{\epsilon}{1 - \epsilon} \frac{1}{\kappa_L} \left(1 - \frac{P_R}{P_L} \right) \dots\dots\dots (5)$$

以上が A. F. A. Schmidt の理論計算である。

茲に必要なのは (5) 式であるから、これを用ひて發動機の壓縮比 6.4, $\kappa_L = 1.405$ として $\frac{P_L}{P_R}$ に對して C の値を計算して見た。

4. 理論計算と實驗との比較

實驗した發動機の壓縮比は $\epsilon = 1:6.4$ であるから、 $\kappa_L = 1.405$ とすると

$$C = 1 + \frac{1}{1 - \frac{1}{6.4}} \frac{1}{1.405} \left(1 - \frac{P_R}{P_L} \right) = 1 + 0.1318 \left(1 - \frac{P_R}{P_L} \right) \dots (6)$$

$\frac{P_L}{P_R}$ の種々の値に對して C の値を (6) 式から計算して見ると下表の如くなる。

P_L/P_R	C	3) 充填増大率 %
1	1	0
1.1	1.012	1.2
1.2	1.022	2.2
1.3	1.030	3.0
1.4	1.038	3.8
1.6	1.0495	4.95
1.8	1.059	5.9
2.0	1.066	6.6

これを線圖に表はして見ると第 11 圖となる。第 11 圖の計算値を基として第 4 圖～第 10 圖の $\frac{\gamma_i(p_i > p_a)}{\gamma_i(p_i = p_a)}$ の直線を基礎にして $\frac{G_i(p_i > p_a)}{G_i(p_i = p_a)}$ の計算値を求めたものが、それぞれ第 4 圖～第 10 圖に點線で示してある。

何れも非常に良く實驗結果と一致してゐるとは云へないが、可成り近似の値を示してゐる。何れの場合も計算値は實測値よりも低目に出ると云ふ傾向がある。

第 10 圖は弁の重合が 45° もあるから、氣筈内に相當吹き飛ばしが起つてゐると考へられる。従つてこの場合にはこゝで考へてゐる様な残留氣の壓縮による充填量の増大は最早考へられなくなる。残留氣は新氣で吹き飛ばして終ふし、新氣の残留氣による加熱も重合の小さい場合に比し非常に弱まると考へられるので、新氣の量は相當多く流れる。氣筈を筒抜けするものも恐らくあるのであらう。従つてこの場合は (6) 式による計算結果との比較は意味をなさないのを止めた。

5. 結 言

残留氣が壓縮されることによる氣筈充填量の増大を 12 氣筈 W 型水冷氣化器付發動機の實驗結果から誘導し、理論計算と比較して見た。この考察によつて發動機の背壓の修正がある

3) $C = 1 + \frac{\text{充填増大率}\%}{100}$ の關係から算出したもの。

程度進展されると思ふ。併し乍ら今日最も大切なのは弁の重合を大にして残留気を吹き飛ばす事である。この場合の理論計算は今後考へて見る積りである。茲には弁重合のある場合の計算と実験の喰ひ違ひの程度を示した譯である。

第 1 表 弁開閉時期 A , 排気壓力 596.3mmHg (高度2000m),

過給機翼車 I , 曲軸回轉數 $n=2100$ r. p. m.

曲軸回轉數 n r.p.m.	ブースト壓力 p_l mmHg	ブースト温度 t_l C°	ブースト密度 γ_l kg/m ³	排気壓力 p_a mmHg	p_l/p_a	空氣量 G_l kg/sec	空氣燃料比	$\frac{G_l(p_l > p_a)}{G_l(p_l = p_a)}$	$\frac{\gamma_l(p_l > p_a)}{\gamma_l(p_l = p_a)}$	参考番號
2100	532.5	28.5	0.817 ₅	593.8	0.897	0.302	10.7	—	—	27
2096	603.6	22.1	0.947	595.7	1.013	0.357	10.3	1.026	1.018	28
2100	605.8	22.8	0.948 ₅	593.5	1.020 ₅	0.356	10.4	1.023	1.020	28
2100	682.2	22.1	1.070	594.2	1.148	0.408	11.1	1.172	1.150	29
2100	555.0	27.3	0.856	595.9	0.931	0.321	11.9	—	—	31
2100	600.5	25.3	0.932	596.5	1.007	0.352	11.4	1.012	1.002	28
2100	565.5	22.8	0.885	597.5	0.946	0.324	11.8	—	—	32
2095	679.2	20.2	1.072	595.8	1.139 ₅	0.409	9.9	1.175	1.152	47
2100	28	22.8	1.063	28	28	0.404	9.7	1.160 ₅	1.143	28
2100	28	24.0	1.059	28	28	28	9.8	28	1.138	28
2100	28	26.0	1.051	28	28	0.403	28	1.158	1.130	28

$\gamma_l(p_l = p_a) = 0.930$

$G_l(p_l = p_a) = 0.348$

第2表 弁開閉時期 A, 排氣壓力 525.9mmHg (高度3000m),
過給機翼車 I, 曲軸回轉數 $n=2100$ r. p. m.

曲軸回 轉數 n r.p.m.	ブース ト壓力 p_i mmHg	ブース ト温度 t_i °C	ブース ト密度 γ_i kg/m ³	排氣壓 力 p_a mmHg	p_i/p_a	空氣量 G_i kg/sec	空氣燃 料 比	$G_i(p_i > p_a)$	$\gamma_i(p_i > p_a)$	參考 番號	
								$G_i(p_i = p_a)$	$\gamma_i(p_i = p_a)$		
2100	602.7	27.2	0.930	527.2	1.144	0.361	12.0	1.187	1.123	19	
2080	490.0	3.5	0.821	525.5	0.933	0.281	11.9	—	—	22	
2096	466.7	31.7	0.710	528.1	0.883	0.264	11.7	—	—	25	
2100	529.6	27.3	0.816	531.0	0.997	0.307	11.1	—	—	26	
2102	467.3	34.3	0.720	530.5	0.880	0.261	12.4	—	—	26	
2100	598.8	24.7	0.932	525.6	1.137	0.355	10.4	1.167 ₅	1.125 ₅	27	
2100	601.7	20.8	0.948	526.2	1.143	0.360	11.84	1.184	1.145	28	
2100	≧	22.8	0.941 ₅	527.5	1.140	0.358	≧	1.177	1.137	≧	
2100	678.6	≧	1.064	522.4	1.299	0.411	10.8	1.352	1.285	29	
2100	565.2	24.7	0.879	526.2	1.073	0.335	12.2	1.102	1.061	31	
2100	600.5	24.7	0.934 ₅	525.0	1.145	0.358	11.5	1.177	1.129	≧	
2100	565.5	22.8	0.885	526.2	1.074	0.329	12.1	1.082	1.069	32	
2100	564.2	26.0	0.873 ₅	525.8	1.073	0.333	11.8	1.090	1.055	50	
2100	≧	27.3	0.869	≧	≧	0.330	≧	1.085	1.050	≧	
2100	≧	27.9	0.868	527.9	1.069	0.329	11.7	1.082	1.048	≧	
2100	562.2	≧	0.865	525.8	1.070	0.328	≧	1.079	1.044	≧	
2100	≧	≧	≧	≧	≧	0.326	11.5	1.072	≧	≧	
2100	564.2	≧	0.868	≧	1.073	0.325	≧	1.069	1.048	≧	
2100	≧	28.3	≧	≧	≧	0.327	11.7	1.075	≧	≧	
2100	562.2	≧	0.864	≧	1.070	0.324	11.5	1.065	1.043	≧	
				$\gamma_i(p_i = p_a) = 0.828$					$G_i(p_i = p_a) = 0.304$		

第3表 弁開閉時期 A, 排氣壓力 462.3mmHg (高度4000m), 過給機翼
車 I 及び過給機を装着しない場合, 曲軸回轉數 $n=2100$ r.p.m.

曲軸回 轉數 n r.p.m.	ブース ト壓力 p_i mmHg	ブース ト温度 t_i °C	ブース ト密度 γ_i kg/m ³	排氣壓 力 p_a mmHg	p_i/p_a	空氣量 G_i kg/sec	空氣燃 料 比	$G_i(p_i > p_a)$	$\gamma_i(p_i > p_a)$	參考 番號	備 考
								$G_i(p_i = p_a)$	$\gamma_i(p_i = p_a)$		
2120	528.1	37.1	0.789	463.1	1.140	0.313	13.7	1.19	1.120 ₅	16	過給機無し
2080	528.5	27.2	0.816	461.5	1.145 ₅	0.314	11.7	1.194	1.159	17	
2098	449.5	6.4	0.745	462.3	0.972	0.241	10.3	—	—	23	
2100	415.2	8.6	0.683 ₅	464.7	0.893 ₅	0.221	11.6	—	—	24	
2100	528.0	25.3	0.819 ₅	463.1	1.140	0.311	11.7	1.182 ₅	1.164	25	
2100	463.3	33.6	0.700	462.3	1.002	0.265	12.6	1.008	0.994	26	
2100	462.3	25.3	0.718	461.8	1.001	0.264	13.0	1.004	1.020	≧	
2106	530.4	24.7	0.826	463.8	1.145	0.314	11.4	1.194	1.173	27	
2100	599.5	20.8	0.945	462.6	1.296	0.362	10.4	1.376	1.342 ₅	28	
2096	≧	22.8	0.939	463.5	1.293	0.362	≧	1.376	1.334	≧	
2100	676.4	22.1	1.062	462.7	1.462	0.414	10.9	1.574	1.508	29	
2100	557.2	26	0.863	462.7	1.204	0.333	12.2	1.266	1.225	31	
2100	600.5	22.1	0.943	461.5	1.302	0.363	10.6	1.380	1.339	≧	
2100	565.5	22.8	0.886	462.5	1.222 ₅	0.334	12.1	1.270	1.258	32	
				$\gamma_i(p_i = p_a) = 0.704$					$G_i(p_i = p_a) = 0.263$		

第4表 弁開閉時期 A, 排気圧力 405.2mmHg (高度5000m), 過給機翼車 I 及び過給機を装着しない場合, 曲軸回轉數 $n=2100$ r.p.m.

曲軸回轉數 n r.p.m.	ブースト壓力 p_i mmHg	ブースト溫度 t_i °C	ブースト密度 γ_i kg/m ³	排気壓力 p_a mmHg	p_i/p_a	空氣量 G_i kg/sec	空氣燃料比	$G_i(p_i > p_a)$	$\gamma_i(p_i > p_a)$	參考番號	備考
								$G_i(p_i = p_a)$	$\gamma_i(p_i = p_a)$		
2100	466	27.9	0.717	403.0	1.156	0.273	12.5	1.224	1.156	14	
2080	462.2	29.6	0.707 ₅	405.7	1.139	0.272	13.7	1.220	1.140	18	
2100	462.7	29.2	0.709	402.2	1.150	≐	13.1	≐	1.143	25	
2096	526.1	26.6	0.813 ₅	404.1	1.302	0.313	11.7	1.403	1.311	≐	
2100	461.3	32.3	0.697	404.8	1.139 ₅	0.271	13.0	1.215	1.124	26	
2100	460.3	24.7	0.716	403.8	1.140	0.265	13.2	1.188	1.155	≐	
2100	526.4	25.3	0.818	400.7	1.314	0.316	11.3	1.417	1.320	27	
2100	548.8	26.0	0.850	404.7	1.356	0.335	11.9	1.502	1.371	31	
2100	565.5	22.8	0.885 ₅	406.7	1.390	0.345	12.2	1.547	1.433	32	
2100	508.3	8.3	0.837	462.8	1.262	0.303	11.4	1.358	1.350	42	過給機無し
2100	428.8	26.6	0.662 ₅	405.5	1.057 ₅	0.248	13.1	1.112	1.069	51	
2100	≐	27.9	0.660	≐	≐	≐	12.8	≐	1.065	≐	
2100	426.7	28.5	0.655 ₅	≐	1.052	0.245	12.7	1.099	1.057	≐	
2100	≐	28.5	0.565 ₅	≐	≐	≐	12.5	≐	1.057	≐	

$\gamma_i(p_i = p_a) = 0.620$

$G_i(p_i = p_a) = 0.223$

第5表 弁開閉時期 A, 排気圧力 353.9mmHg (高度6000m), 過給機翼車 I, 曲軸回轉數 $n=2100$ r. p. m.

曲軸回轉數 n r.p.m.	ブースト壓力 p_i mmHg	ブースト溫度 t_i °C	ブースト密度 γ_i kg/m ³	排気壓力 p_a mmHg	p_i/p_a	空氣量 G_i kg/sec	空氣燃料比	$G_i(p_i > p_a)$	$\gamma_i(p_i > p_a)$	參考番號
								$G_i(p_i = p_a)$	$\gamma_i(p_i = p_a)$	
2070	403.5	31.0	0.614 ₅	355.5	1.135	0.237	11.5	1.172 ₅	1.144	17
2090	407.5	22.2	0.639 ₅	354.5	1.149	0.239	11.3	1.183	1.190	18
2100	460.7	28.5	0.707 ₅	354.2	1.300	0.274	12.8	1.356	1.316	25
2100	526.1	27.3	0.811	363.1	1.449	0.317	11.4	1.569	1.509	≐
2110	463.3	33.0	0.701 ₅	357.3	1.296	0.275	13.0	1.361	1.305	26
2100	458.3	24.0	0.714 ₅	367.3	1.248	0.271	13.8	1.341	1.330	≐
2100	524.4	24.7	0.816	360.6	1.455	0.320	11.3	1.583	1.518	27

$\gamma_i(p_i = p_a) = 0.537$

$G_i(p_i = p_a) = 0.202$

第6表 弁開閉時期 B', 排氣壓力 525.9mmHg (高度3000m),
過給機翼車 I, 曲軸回轉數 $n=2100$ r. p. m.

曲軸回 轉 數 n r.p.m.	プー スト 壓力 p_i mmHg	プー スト 温度 t_i °C	プー スト 密度 γ_i kg/m ³	排氣壓 力 p_a mmHg	p_i/p_a	空氣量 G_i kg/sec	空氣燃 料 比	$\frac{G_i(p_i > p_a)}{G_i(p_i = p_a)}$	$\frac{\gamma_i(p_i > p_a)}{\gamma_i(p_i = p_a)}$	參考 番號
2100	532.3	22.1	0.835 ₅	526.3	1.011	0.272	8.9	1.015	1.011	35
2100	574.8	22.8	0.900 ₅	525.8	1.094	0.299	9.5	1.115	1.090	≧
2100	574.7	≧	≧	525.7	1.094	0.298	9.7	1.111 ₅	≧	≧
2100	573.2	21.4	0.901 ₅	526.2	1.089	0.295	9.4	1.100	1.091	36
2100	601.7	22.1	0.944	≧	1.143	0.319	8.2	1.190	1.143	≧
2100	599.0	19.0	0.950	525.5	1.140	0.313	8.4	1.167 ₅	1.150	38
2100	597.9	22.1	0.938	525.9	1.137	0.314	8.1	1.171	1.136	52
2100	≧	23.4	0.934	≧	≧	0.313	≧	1.167 ₅	1.131	≧
2100	≧	25.1	0.929	≧	≧	0.311	≧	1.160	1.125	≧
2100	≧	26.0	0.926	≧	≧	0.306	8.0	1.141	1.121	≧
$\gamma_i(p_i = p_a) = 0.826$										
					$G_i(p_i = p_a) = 0.268$					

第7表 弁開閉時期 C, 排氣壓力 525.9 mmHg (高度 3000m),
過給機翼車 I, 曲軸回轉數 $n=2100$ r.p.m.

曲軸回 轉 數 n r.p.m.	プー スト 壓力 p_i mmHg	プー スト 温度 t_i °C	プー スト 密度 γ_i kg/m ³	排氣壓 力 p_a mmHg	p_i/p_a	空氣量 G_i kg/sec	空氣燃 料 比	$\frac{G_i(p_i > p_a)}{G_i(p_i = p_a)}$	$\frac{\gamma_i(p_i > p_a)}{\gamma_i(p_i = p_a)}$	參考 番號
2100	605.7	22.5	0.949	525.7	1.152	0.290	8.1	1.585	1.163	39
2100	583.5	20.2	0.921	520.5	1.120	0.265	9.8	1.448	1.129	40
2100	604.5	≧	0.954	≧	1.161	0.286	8.6	1.564	1.169 ₅	41
2100	598.5	≧	0.945	≧	1.150	0.281	8.9	1.536	1.158	≧
2100	609.1	20.7	0.961	523.1	1.164	0.303	8.1	1.656	1.178	53
2096	605.1	21.4	0.952	525.1	1.152	0.300	≧	1.640	1.166	≧
2100	607.1	21.7	0.954	≧	1.156	0.301	≧	1.645	1.169 ₅	≧
2100	≧	≧	≧	≧	≧	0.299	≧	1.634	≧	≧
2100	≧	21.8	≧	≧	≧	≧	8.0	≧	≧	≧
$\gamma_i(p_i = p_a) = 0.816$										
					$G_i(p_i = p_a) = 0.183$					