

二衝程式機關の充填作用の數量的研究

所 員 富 塚 清
柴 田 浩
大 空 金 次

第四編。充填氣流々過空間の研究

23. 研究の目的並びに實驗要領

之迄の諸編に於て、port の配列の問題及筈底形狀の問題は稍明らかになつたが、これらの實驗では筈底に接しては單に圓筒があるだけの極平凡な形を採用し、その部に於ける流路には特別の注意を拂はなかつた。然しこゝにも相當構造の自由があるので此編に於てはそれを詳に考へて見る事にする。第一に問題になるのは上述の簡單な圓筒の場合も雖も其高さである。次に稍複雑な形式になれば中間に様々の異分子が入つて來て空間の形に變化を與へる。たゞへば大型複動機關に於ける piston-rod, U型機關に於ける兩筒連接部, deflector の背後の肉, Junkers 機關の如き一方流れのものに於ける中央部の絞りを, exhaust port の前面に於ける deflector 等がこれである。此他にも若し勝手に新案を加へてよいのなら流過空間の形は發動機の運行に邪魔にならぬ範圍で未だ色々變へる方法がある。此等の形は充填作用に必らず何等かの影響を與へる筈であるが其程度が外見だけでは全く判明せず、又從來これに關する研究は絶無と云つてよい程度であるので今回これの精査を志した次第である。

實驗の要領は此迄の諸編も全く同様で、氣筈直徑は約 60 mm. 噴氣開閉用 cock の opening-time-integral は $0.172 \text{ cm}^2 \text{ sec.}$, 噴流速度は一つの charging period 中に於ては一定値を持たすこととする。實驗に供した型式については從來の例に従ひ流路番號を附する。(Stream passage No. 略稱 S. P. No.) 而して從來専ら實驗した單純なる圓筒を S. P. No. I. とし, No. II. 以下が全部新しいものである。

24. Piston-rod の影響 (S.P. No. II. III. IV.)

複動式は大型二衝程式機關に於て屢採擇される形式でありその場合 piston-rod の使用は避ける事の出來ぬものである故それが充填作用に如何なる影響を與へるかは相當知つて置きたい點である。これに關して實地家には色々説がある様であるが未だこれを數字的に現したのを見ないので

今回二三の例につき試験して見た次第である。

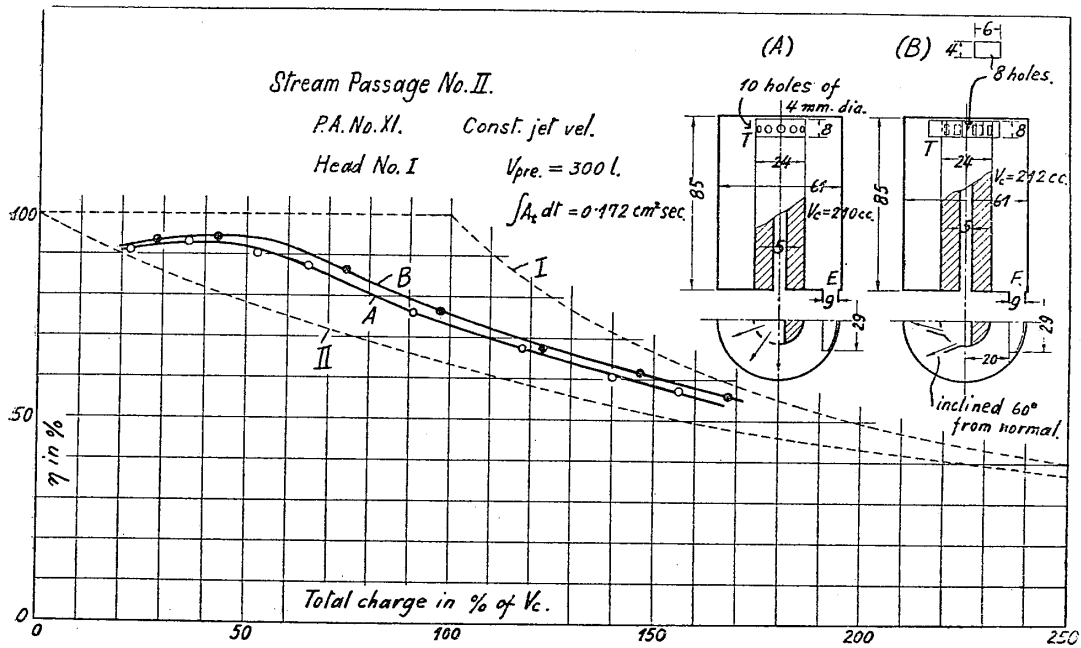


Fig. 116.

最初に紹介する S.P. No. II. は第三編の P.A. No. XI の改形で、それに於ける新氣誘導管の周圍に肉をつけ噴出孔の圓筒をすつと下方迄延長した形にしたものである。この形は二段ピストンを使い大徑ピストンを包容する氣筒中央に小徑ピストンが位置しその周圍の annular space に小徑ピストンの上方から充填を行ふ式に酷似する。この形式は十年程前に富塚によつて實地に試みられたところがあるし最近ではドイツの Schliha engine に實用されて居る。P.A.No.X. に於ては新氣誘導のため止むを得ず中央に断面矩形の管を立てたが今回はその部位をわざわざ大きくつづす目的を以て前記誘導管を包容する圓筒をなし充填氣流々過空間を完全なる annular になしたものである。構造の詳細及特性は第百十六圖に示す。これを第百十圖に於ける P.A. No. XI. と比較して見るに A, B 共に重要部位に於ては效率が約 2% 位上位に現はれて來た。これはさう特筆大書する程の優越ではないが、これがために劣化が起らないと云ふ證據には充分であらう。

次の S.P. No. III. は MAN. と類似の形式たる P.A. No. VIII. に piston-rod を附加したものである。構造は第百十七圖に示す如くで Rod の形が A は細く B は太い。但し B は太すぎてそのまゝでは噴孔を妨害するので圖の如く橢圓形に削る。效率線は第百十七圖に示す如くで A は常例通りであるが B は充填の少量の場合に稍奇妙な姿を示して居るがこれは rod が噴流を妨害するためと考へられる。然し噴流が強勢になると兩者全く一致した結果を與へる。而してこれを P.A. No. VIII. と比較するにこれに於ても S.P. No. II. に於けると同様で主部に於て略 2% だけ上位

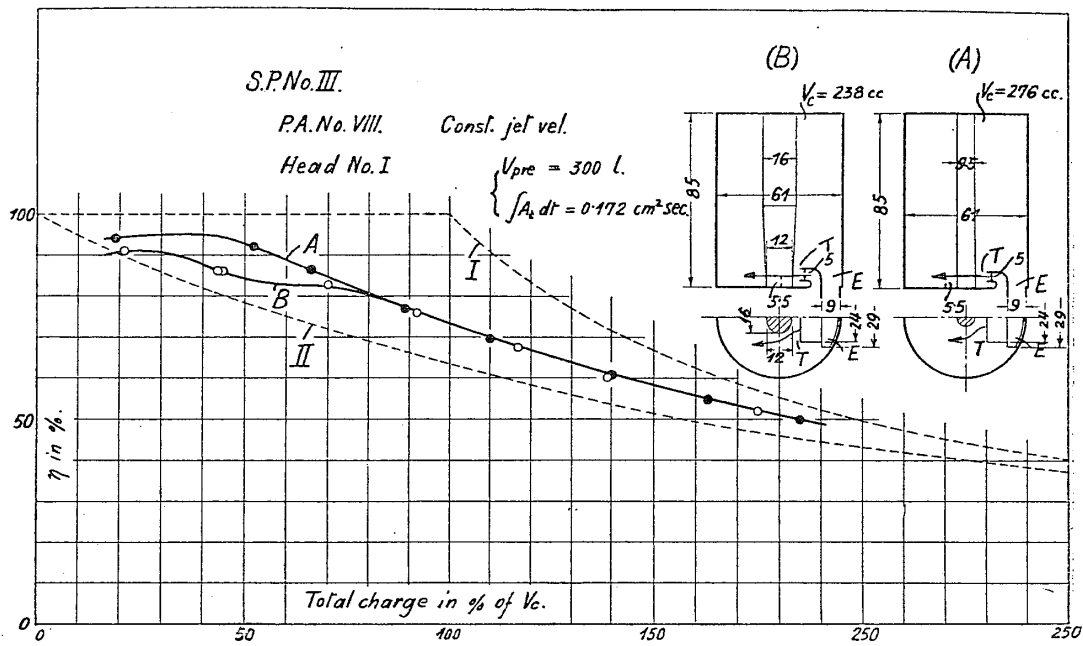


Fig. 117.

に現はれる。但しこれに於て噴嘴の向きをかへて rod に撃突せぬ様に計れば更に効率の上昇が期待出来る。

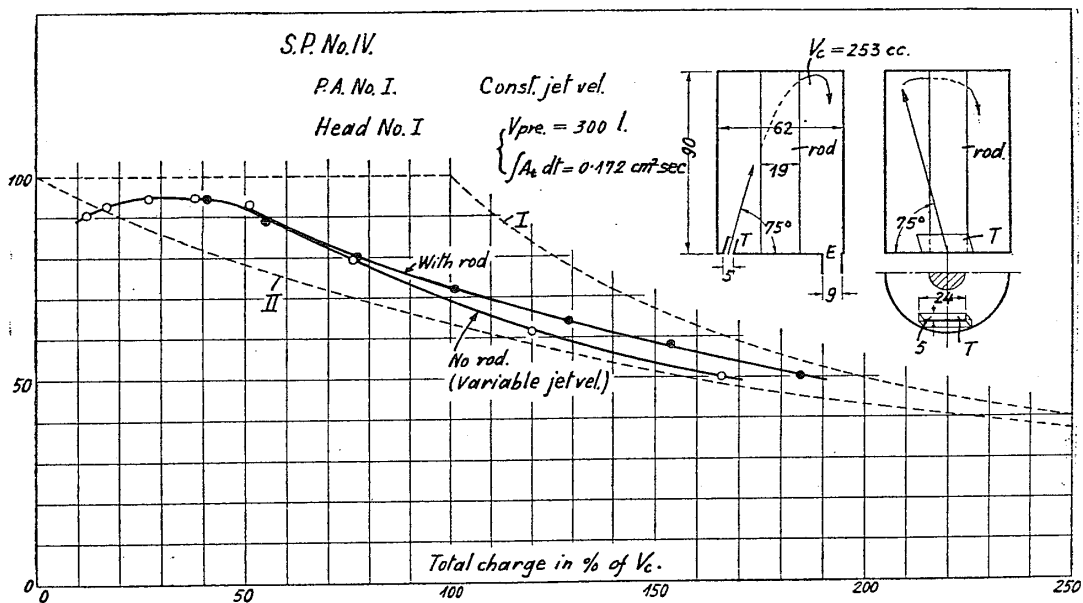


Fig. 118.

次に S.P. No. IV. では第百十八圖に示す如く噴嘴を前倒れと同時に側方に振り rod に直射す

ることを避け、rod により作られた開口の一方に向つて滑らかに射入する如き形とした。圖中黒點をつけたものが此れの効率線であつて白點をつけたのは rod のない場合の結果であり明らかに前者の優越が示されて居る。

此等三例で見ると piston-rod は充填作用に對して若干よい影響があるに斷じてよい。これは rod の存在によつて氣筒の中が仕切れ流れが固體壁によつて稍確實に導かれる關係となり従つて short-circuiting 及び混合の機會の減少を來すからであらう。よつて充填効率を云ふ點だけ考へた場合には此れの直徑は何程増してもかまはず恐らくそれと共に効率も益々向上するだらうと思ふ。

25. U 型機關の研究 (S.P. No. V. 乃至 XVII.)

U 型氣筒の型式は大馬力機關には殆んど採用されず稀に小型爆發式機關に採用せられるのみであるが高い充填効率を得るためには理想的の構造であるを考へられる。然し此の優秀さが會て委しく數量的に示されたものを見ず、僅かに富塚が航空雜誌第七號に一實驗を示した位のもので今回これを徹底的にしらべて見ることにした。こゝで兩側氣筒の直徑のこり方、充填氣流の噴出方向、兩筒連接部の形等を詳細に研究する事により恐らくは、効率も従來のもののより高いものが現はれるだらうと期待した事は勿論である。實際の機關に於ては圓筒を二本ならべるのであるが、こゝでは従來の實驗裝置を簡單に應用する都合上従來の直徑 61 mm. の圓筒の中央を平板で仕切り各半圓筒を以て實際の發動機の兩側圓筒の代理させる事にする。

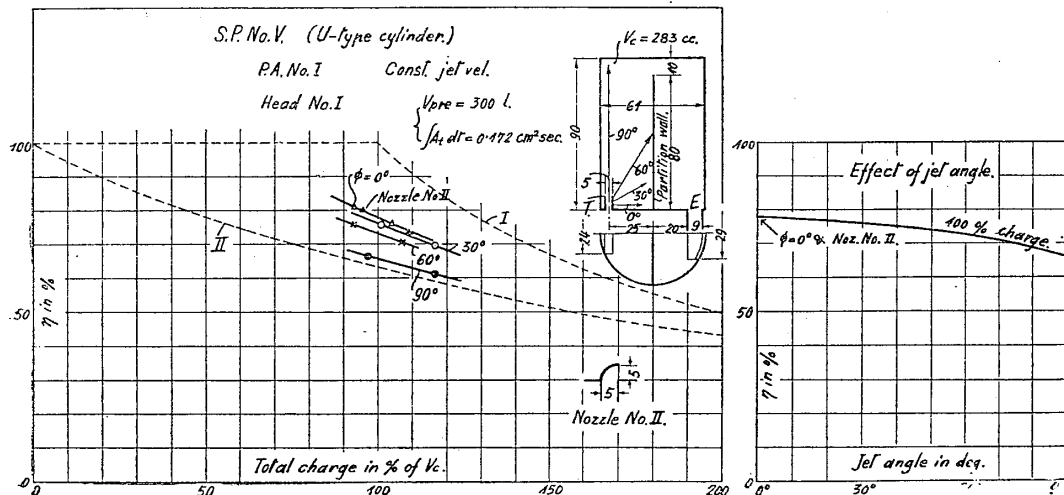


Fig. 119.

Fig. 120.

最初に施行したのは充填氣流噴出方向の影響の實驗で第百十九及廿圖に示す。噴出方向は $0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ$ の四種を、第百十九圖の右下隅に描いた nozzle No. II. のである。終りの者は piston の上縁で transfer port を control する實際發動機の場合に一致する。兩筒連接部間隙はこゝでは

10 mm. の一種とする。實驗結果は圖に示される如くで噴出方向の影響の相當大きい事が判明する。此場合は $\phi=90^\circ$ が最不良で、これの効率中央の隔壁の全く存在しないものに略一致する。而して角度減少と共に次第に効率は増し $\phi=0^\circ$ に於て最高に達し 100% charge の時の値 78% に達する。Nozzle No. II. の結果は $\phi=0^\circ$ と何等の相違がない。而して此効率は之迄に到達し得た最高値である。此實驗の結果から我々は U 型機關に於ける充填氣の噴き出し方の見當がついたわけだ。これに於ては deflector は勿論不必要で Nozzle No. II. の如く自然に放任して差支へないが若し特に注意を拂ふならむしろ piston の上面に吹き當る様にすべきであらう。

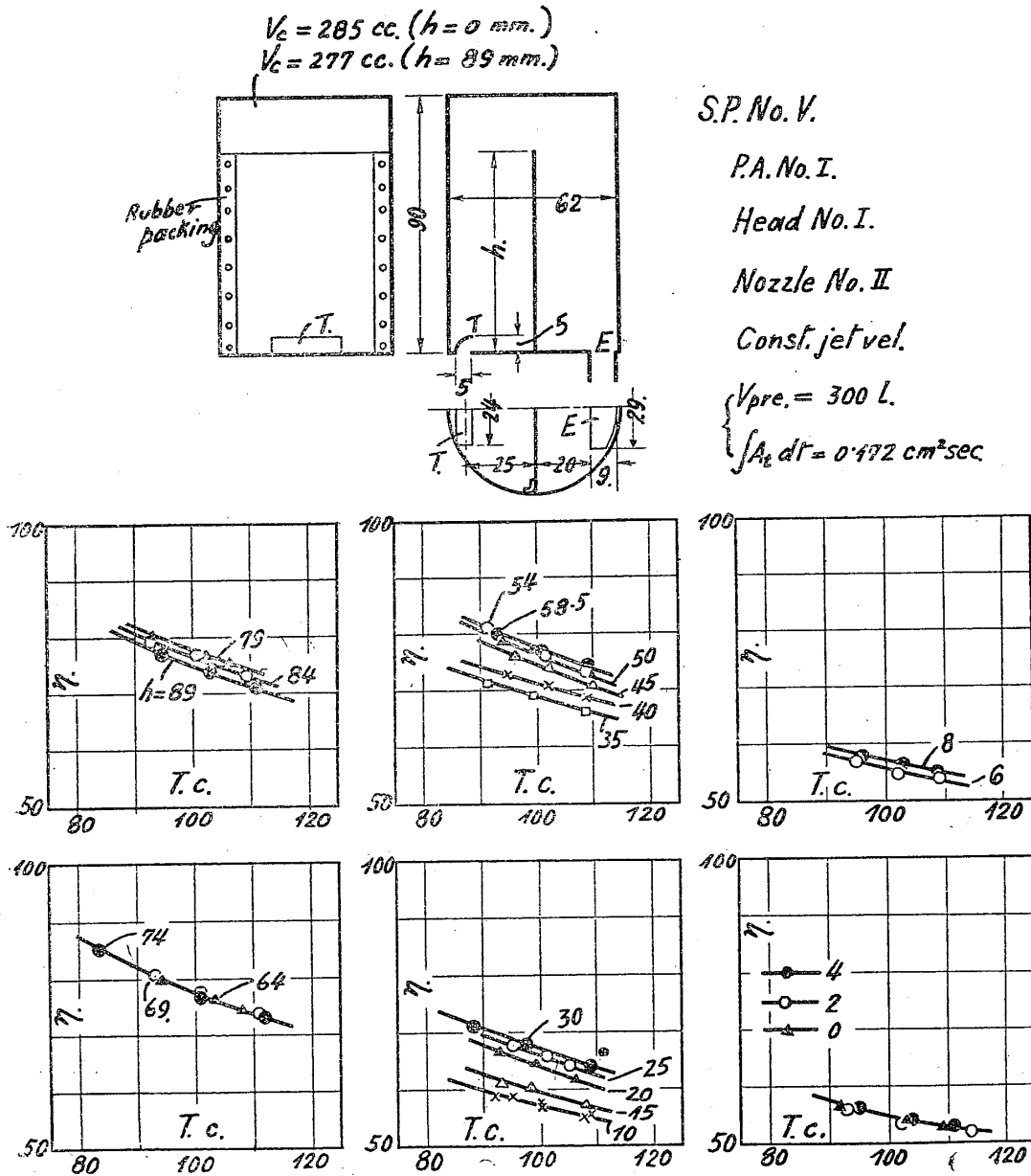


Fig. 121.

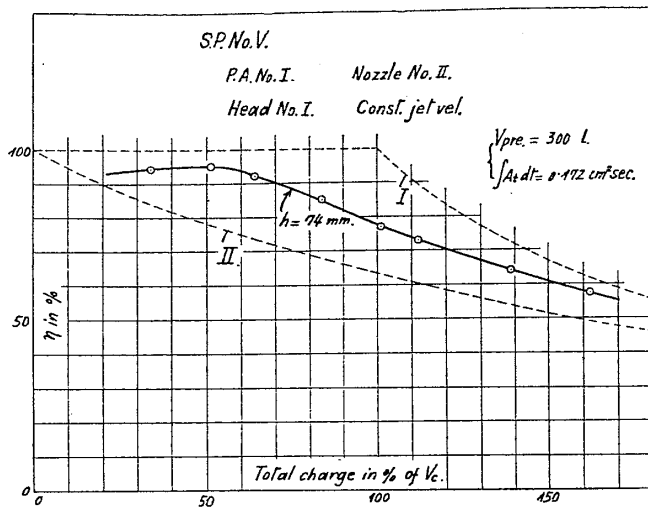


Fig. 122.

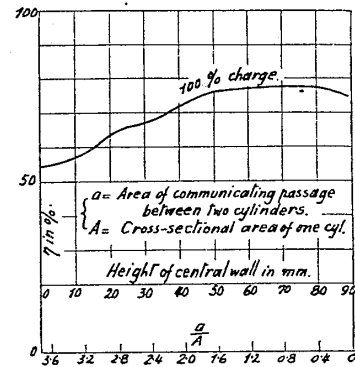


Fig. 123

次の実験は両側筒接続部の開口面積の影響に関するものである。結果は第百廿一乃至百廿三圖に示される。噴嘴は前実験で示される最優のもの Nozzle No. II. 一箇を以て一貫する。中央の隔壁は最高 89 mm. 即ち接続開口高さ 1 mm. のところより始め、順次 5 mm. づゝ壁を切り下げて効率を測定したもので、實測の値は第百廿一圖に示す通りである。これらに於て特性線を total charge の広い範圍に亘つて出して見たのは効率最高のものである $h=74$ mm. (第百廿二圖) についてだけで、他は 100% charge の近所だけに止めた。特性線は第百廿二圖の如く何等奇な點のないものであるからこれだけで充分と思はれる。連絡通路面積の影響は第百廿三圖に示される如くで $h=74$ mm. の邊で最高値 78% に達するが其兩側にかなり水平な部分がある。即ち $\frac{a}{A}$ の値 0.4~1.2 位の範圍に於いて略最高値に近い値を保つ。よつて實用上 a は A よりも若干小さい位にしておけよ云ふ漠然たる指示で充分である。

斯の如く兩筒接続部の面積は判明した故次にその形狀が如何に影響するかを調べて見る。第百廿四圖及百廿五圖に示す S.P. No. VI. 乃至 XIII. が試みられた通路形狀で $\frac{a}{A}$ の價は最初の七箇は 0.85, 終りの一つだけが 0.89 で、共に上述實驗で最適と指定される面積である。Nozzle は No. II で一貫する。通路形狀は No. VI, IX, XIII. の如く中央に寄せたもの No. VII, VIII. の如く一側に片寄せたもの, No. X., XII, の如く中央はつぶして左右兩側に片寄せたもの No. XI. の如く通路を細分して多數の縦長矩形の通路の併列をなしたもの等、かなり色々のを試み、恐らくは相當變化があるだらうと期待したところ、結果は圖示の如くで、八箇も殆んど分の違ひもあらはさない。これで見ると、この形狀をかへる事により高效率を上げる見込みは先づ無いと云つてよからう。然し此形狀の無影響と云ふ事は設計には大いに好都合で $\frac{a}{A}$ さへ或範圍に置けば形

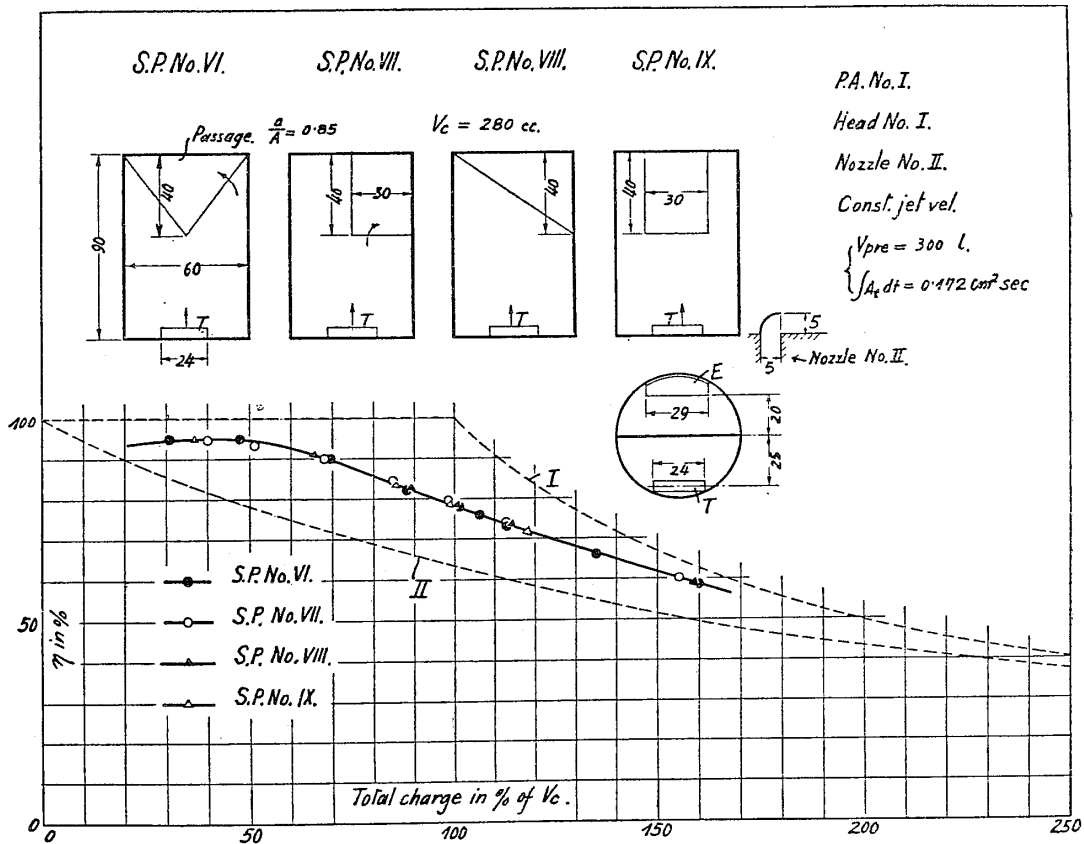


Fig. 124.

狀の採擇は全く自由だご云ふ事になる。

次に試みたのは此迄の如き隔壁の上部に通路をおく事以外に第百廿六圖に示す如く A, B の如き穴を下方にも開けたものである。此事は實際の機關に何等支障なく適用出来る事であるから効率向上に役立てば相當面白いと思つたのであるが、結果は圖示の通りで一向芳しくもないのである。即ち A も B もしめ切つたものが最高で A を開くごそれよりも 2% 程下落する。A, B 双方を開くご標準線 II に殆んご合致し隔壁の效果は殆んご全く無くなる。次に試みに B だけ開いて見るごそれは A B 双方開放の場合ご殆んご變らない。即ち A だけの場合ご B だけの場合ごでは通路面積一定でもその開口の部位の相違から影響にかくの如き差違のあるを知る。よつて前項にのべた形狀に無關係ご云ふごこには限度があり通路は箒底に近接して設けられた場合に限るご云はるべきである。要するに箒底からずつご下つた邊に穴を開けて高效率を僥倖するご云ふ事は先づ出来ない事らしく、下に穴を開ければ開ける程悪くなる。即ち完全な U 型はやはり尊重すべきなのである。

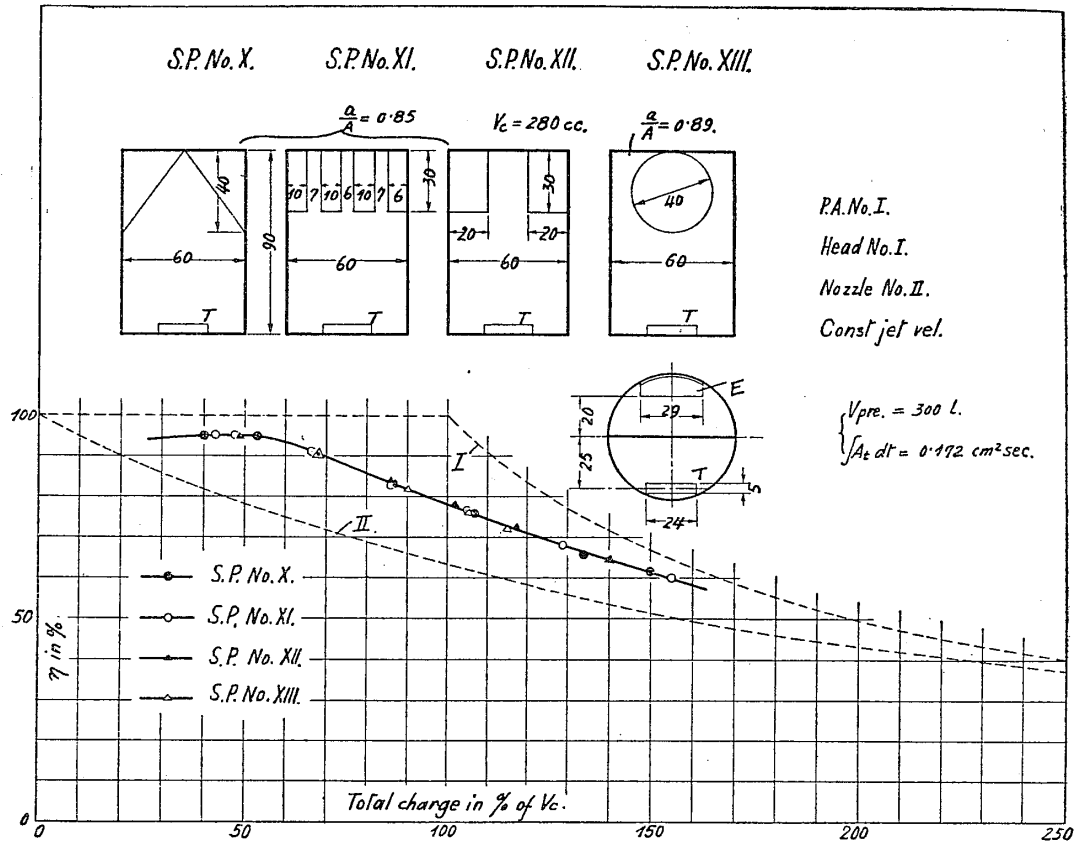


Fig. 125.

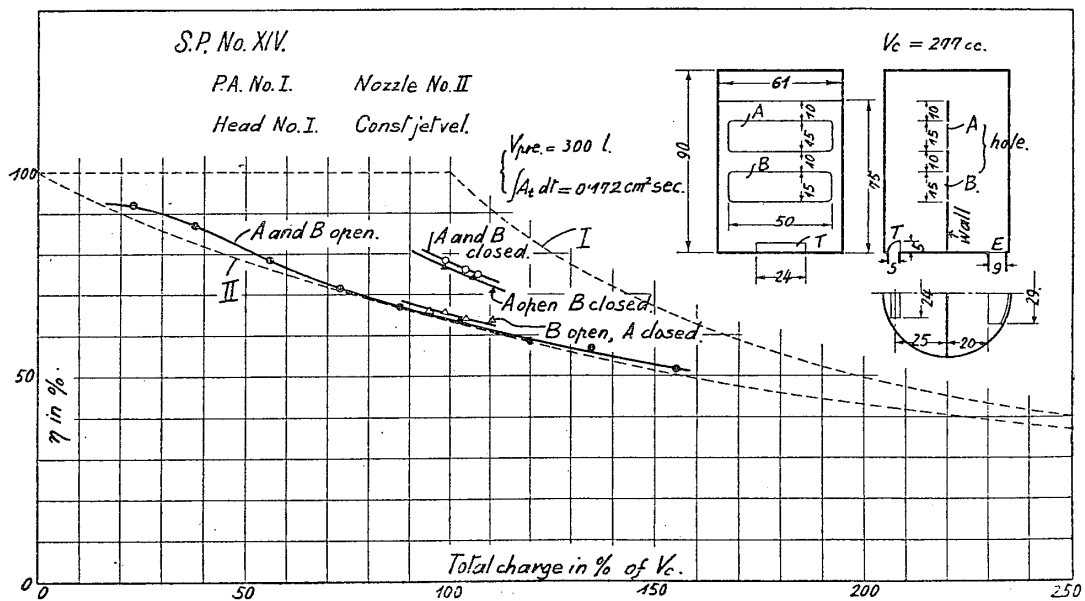


Fig. 126.

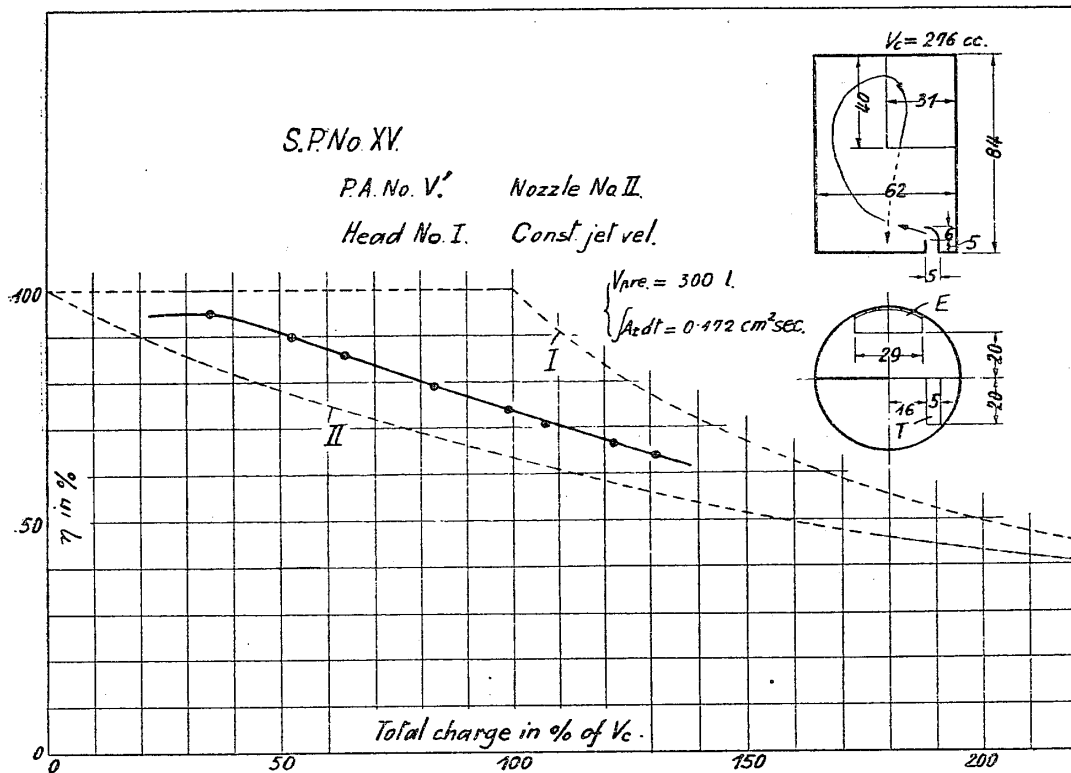


Fig. 127.

次に流れを極度に迂曲させる目的を以て第百廿七圖の如きもの (S.P. No. XV.) を試みた。これで徹底的につきぬけを防止しやうと思つたわけだが結果は意外に悪く U 型中最不良のものであるを知つた。これは恐らく流れが一方に偏して一方に遊びが出来るからであらう。斯の如きものに迷はされないためには目下のところ、やはり實驗によるより致し方ない。

次に U の兩側筒の直径をちがはした形式を試みた。これは S.P. No. XVI. 及 XVII. で、實驗結果は第百廿八圖及百廿九圖に示す。これに於てはこれ迄の模型の隔壁が平板であるのを止めて稍實際の氣箭の如く圓筒形にした事圖の通りである。而して充填及排出孔はもこのまゝを採用し總高さも亦之迄の通りである故、筒の斷面積に比し流路の長さが比較的長大なる關係上これ迄のものとの結果と公平なる比較をなす事は難かしい。よつて、こゝではその比較にまで進む事は差し控へて單に一つの事實として紹介するにせざる。二つの形式の内 S.P. No. XVI. は、transfer の筒を直径 30 mm. とし exhaust 側の筒を直径 40 mm. としたものである。これは勿論通路を divergent にし噴流がつき抜けをする事なく前頭を以て平押しになる事を目標としたものである。先づ第百廿八圖を見るに成績はかなりよく Nozzle No. II. を使用した時 80% に及ぶ。次に面白い點は Nozzle No. I. の $\phi=60^\circ$ 及 $\phi=90^\circ$ の成績も大して悪くない事である。これを第百廿九圖と比較するに divergent にする事の價値は認める事が出来る。次に第二筒の燃焼室と barrel との

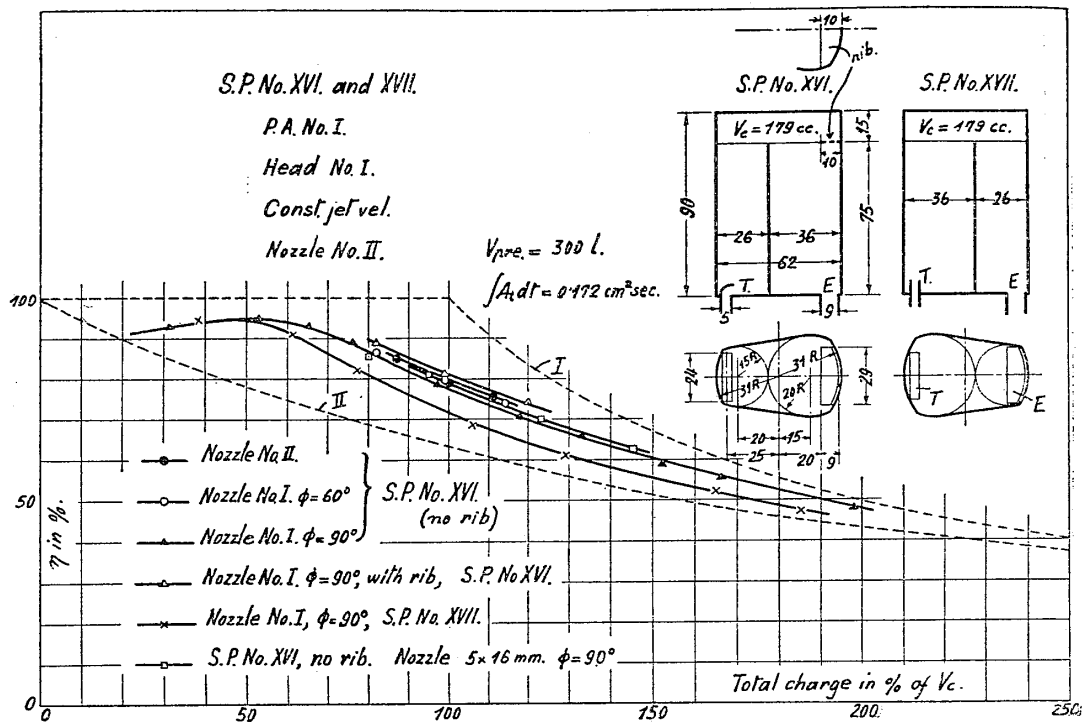


Fig. 128.

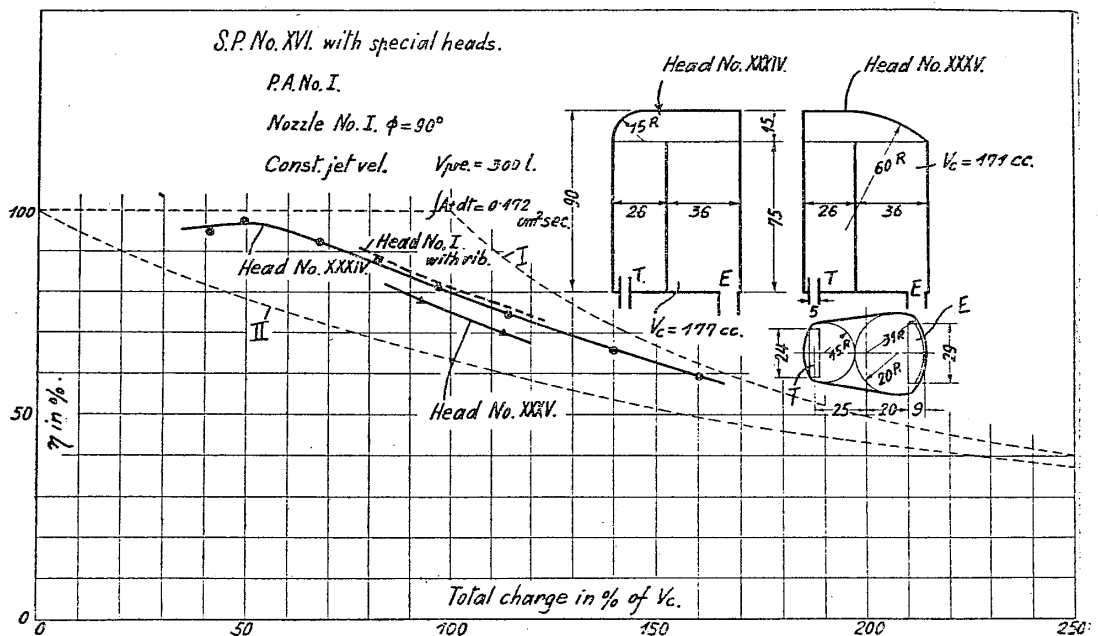


Fig. 129.

附け根に圖示の如く板を突き出させ Nozzle No. I. $\phi=90^\circ$ でやつたものゝ結果は更によくなつて 100% charge の時の効率 81% に及ぶ、此效率は之迄の最高であるがこのものに對し Nozzle No. II. を使用してやつて見たら恐らく更に若干よくなつて來るであらうと思ふが實行はして見なかつた。次に rib の無い物で Nozzle の面積を従來のもの $\frac{2}{3}$ に減じ、 $\phi=90^\circ$ でやつた結果は四角な點で示される。噴嘴面積が減すれば突き抜けの危険は増加するわけだがこれでは割合よくむしろ普通の nozzle の場合より若干よい位の傾向になつた。少くも同等と認められるが、これも divergent にした事の賜と見てよいだらう。次に S.P. No. XVII. では氣筒の置き方を XVI. と反對にして、大きい方を transfer 側に小さい方を exhaust 側におく。こうするに前のものゝ反對で第一筒の中で突き抜けが起りそこに waste gas の掃除されないものが多分に殘る。而して比較的充填新氣に富んだものが第二筒に望みそこから先きはかなり平押しになるがそこ迄行つたものはもはや第一筒の舊氣を誘出する機會がないから割合新氣の損失が多くなる筈である。實驗して見るに案の定悪くて X 印をつけた線で示されるものゝなつた。斯の如く divergent と convergent との間には明確なる優劣がある。兩筒の同徑のものは同一條件のものにしたものでない故嚴密なる比較は出來ないが恐らくは前記兩者の中間に位する成績と認めて差支へなからう。此兩筒の斷面積を變へる事は發動機に實地適用上何等困難はない故 U 型の改良としては最も見込みがあるだらうと思ふ。

次に筒部構造は S.P. No. XVI. とし筒底の形狀を變へたものゝ結果を第百廿九圖に示す。Head No. XXXIV. は transfer 側の角を丸めたものであるが、さうしたわけか flat head のものより若干よい事を第百廿八圖との比較で知る事が出来る。但し rib のあるものは百廿九圖に點線で示す如く最高である。Head No. XXXV. は著しく悪いがこの理由も一寸考へ及ばない。さもなく divergent を採用しても尚 head に相當の考慮を拂はねばならぬと云ふことは確かである。Head の形はこれ以上やつて見なかつたが更に工夫すればもう少しうまいものがあるかも知れないから將來暇があつたらやる事にする。

要するにこれらの實驗で U 型構造のよい事をかなり數量的に知る事が出來たわけである。若干注意すれば 100% total charge の時、効率 80% に達せしめる事が樂である。然しそれが先づ頂點であつて、これを著しく越すことは一寸出來さうもない。而して此 U 型以上のものが他に滅多にありさうに思はれないから、此れの最高効率のものは、さうもなほさず二衝程式の最高効率のものでもあると認めて大過ない。(Deflector の改良により、普通型氣筒で 100% total charge の時 83% の効率のものが既に出來ては居るが、それは次編に於てのべる。)

26. 氣筒の高さの研究 (S.P. No. XVIII. 乃至 XXI.)

氣筒の直徑と高さとの關係は出來上りの發動機の形體を支配するので四衝程式に於ても相當考慮されて居るが二衝程式に於ては充填効率の方面からもこれを考へて見る必要がある。實驗に當り

bore-stroke ratio を如何なる条件のもとに色々變へて試験すべきかは一寸判断し難いので、今回は bore を一定とし transfer 及び exhaust の大きさは一定とし充填の opening-time integral も一定とし、只氣筒の高さのみを色々にかへて試験して見ることにした。氣筒の形は最简单で、氣流はありふれた反轉式を定めた。斯の如き比較法でも實用上ならびに理論上若干の意味がある。

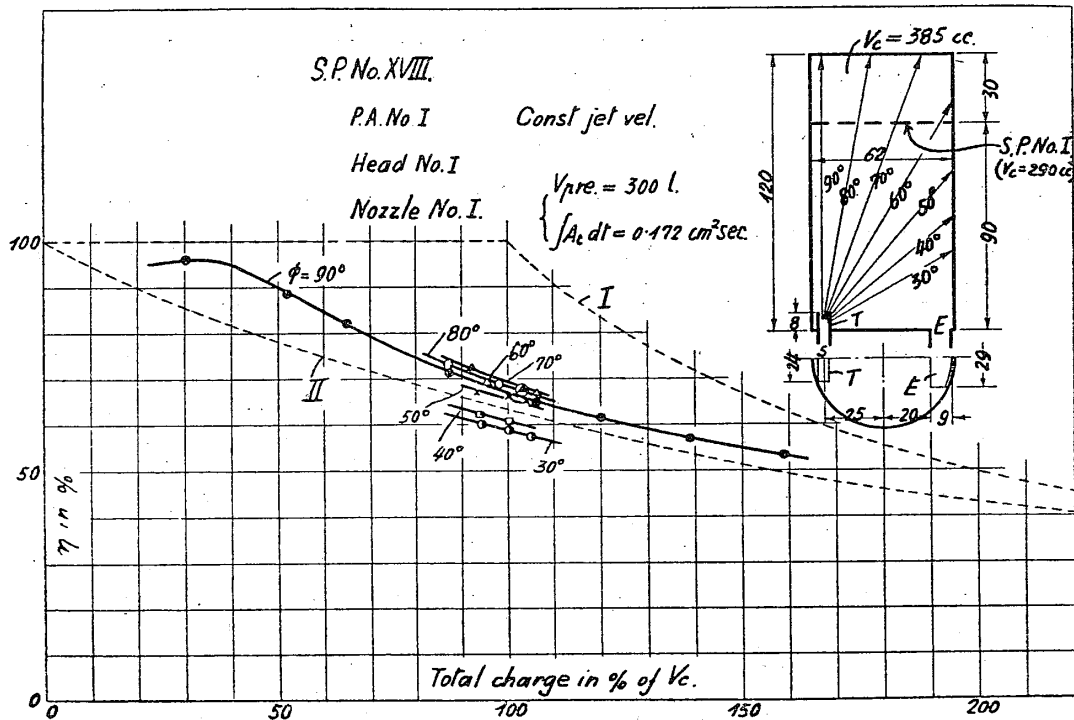


Fig. 130.

先づ紹介するのは、S.P. No. XVIII. でこれは第百卅圖に示される如く高さは直径の二倍で、先づ實用上の最大の比率である。之迄最も頻繁に使用したものは氣筒構造圖中に點線を以て書き加へておいた S.P. No. I. である。S.P. No. XVIII. の充填効率線は圖に示される如くで大體に於て S.P. No. I. に近似であるが、委しいことは第百卅四圖に示される。これを見るに $\phi = 90^\circ$ に於ける性質は若干改善されて居るが角度の小さいところに於ては却つて劣化する。これは氣筒が高すぎて penetration が悪くなるからで致し方のない所であらう。

S.P. No. XVIII. につぐ高さは S.P. No. I. でこの効率線は第十四圖で明瞭であるからこゝでは省略する。

これにつぐ高さのものは S.P. No. XIX. で 60 mm. である。この効率は第百卅一圖に示される。これで特に目立つ事は $\phi = 90^\circ$ が S.P. No. I. の場合よりも心持ち悪くなつた事である。噴流傾度の影響は第百卅四圖に示されるが、これの姿態は 60° の邊が凹んで稍奇妙である。但しここ迄の

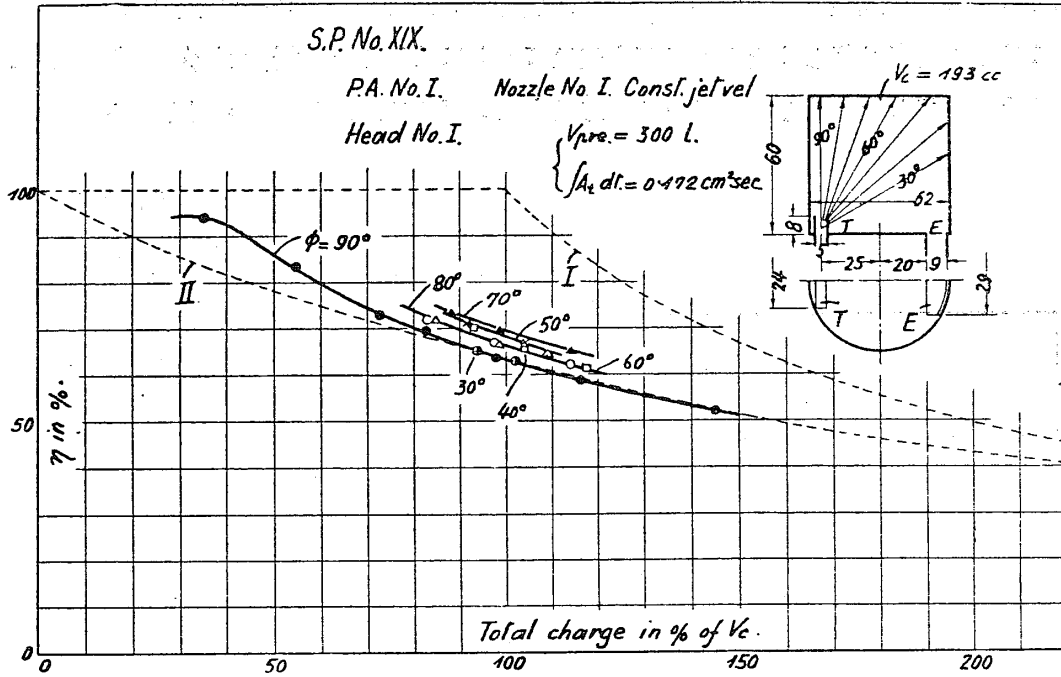


Fig. 131.

諸形式に於ては $\phi = 90^\circ$ の邊で効率が高ければ $\phi = 30^\circ$ の邊では反對に効率が低く、効率の最高値は 69% の見當で略同等である。然るに更に筒の高さが減するこ様子が變つて來る。

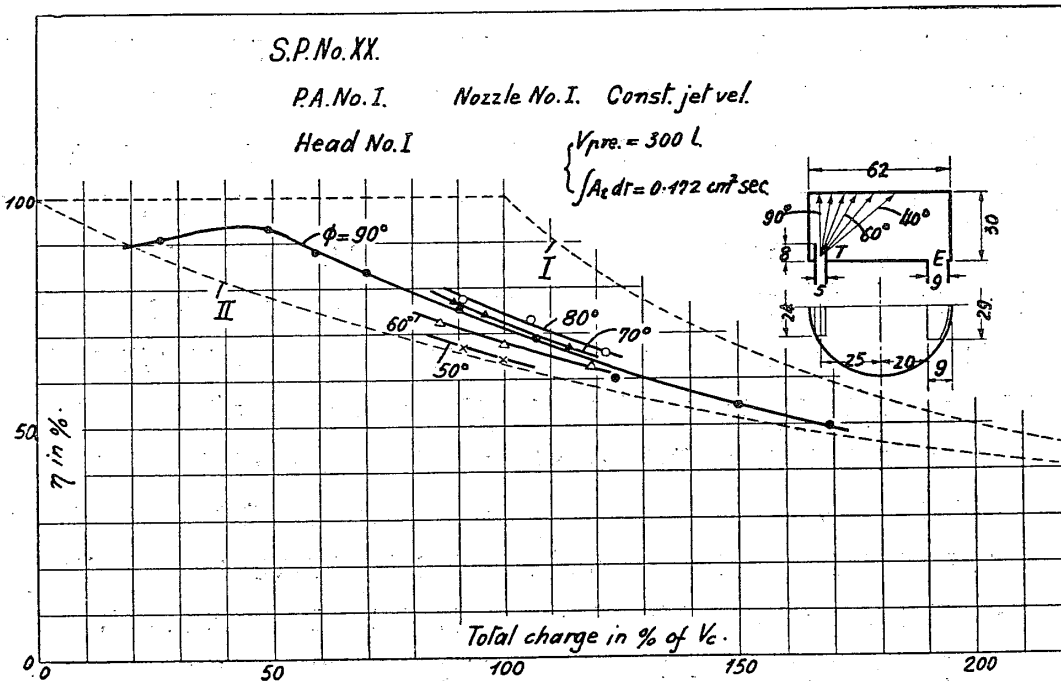


Fig. 132.

S.P. No. XX. は筒高さ 30 mm. のもので効率率は第百卅二圖に示される通りである。これでは $\phi=90^\circ$ に於ける効率率が著しく上り更に最高値は 74% に及び且その場所が $\phi=90^\circ$ の方に (大體 $\phi=80^\circ$ の邊) 推移した。然し角度の小さい時の劣化の傾向は此迄のものゝ例を追ふ。

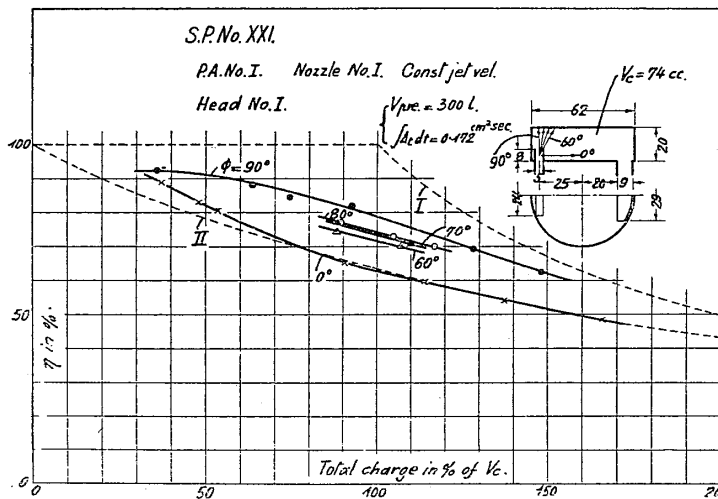


Fig. 133.

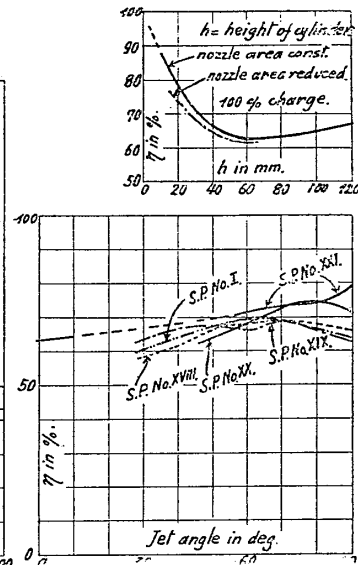


Fig. 134.

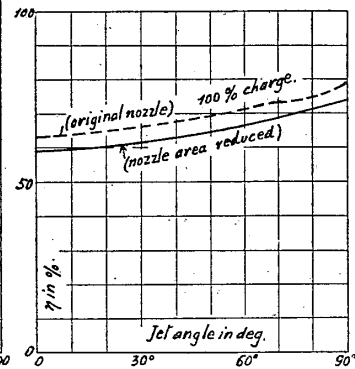
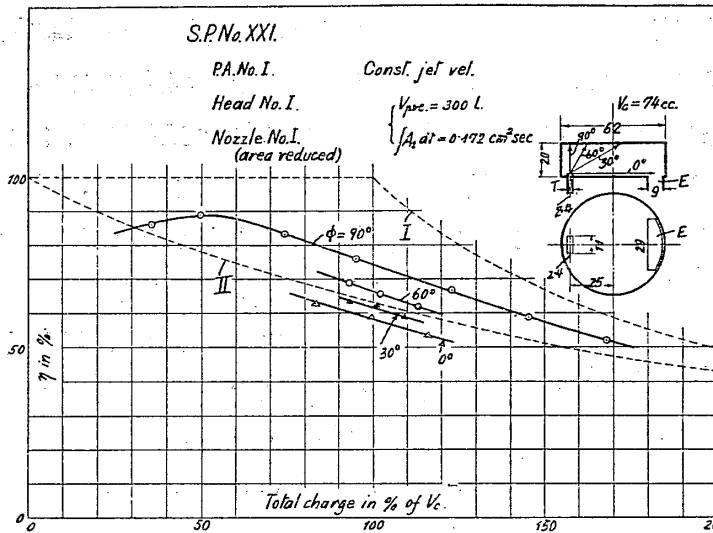
更に進んで S.P. No. XXI. になるにこれは、筒高さ 20 mm. で普通形氣筒の combustion chamber の形でしかないからともよりこれを實際の機關にあてはめるわけには行かぬが、大型四衝程式ガス機關に於て exhaust stroke の末期に屢施行する scavenging がこれにあてはまる。さてかやうな並はづれた形がさう云ふ性質を示すものか見當がつかなくつたのであるが、第百卅三圖の示す如くかなり優秀なる性質を示した。即ち $\phi=90^\circ$ が著しく上昇して 100% charge に於ける効率 78% にも及び、而して効率最低線 $\phi=0^\circ$ のものも略標準線 II. に一致するのみである。よつて第百卅四圖に見る如くあらゆる角度の所に於て他のものを凌駕する。今効率に對する筒高の影響を $\phi=90^\circ$, 100% charge のところで圖示して見るに第百卅五圖の實線に示される如くなる。即ち高さ 120 mm. のところでは 67% でそれより筒高さが少くなるに従ひ極僅かづゝ効率が減じて 60 mm. の邊に於て約 63% となるが、それから先きは此變化をつゞけないで急に線は上を向いて 30 mm. で 71%, 20 mm, で 79% に達する。高さ 45 mm. のものは今回詳に圖示はしなかつたが高さ 90 mm. と全く相等的い。(以前は此二つだけで比較試験を行つて見、全く相違がなかつたので、高さの影響は絶無なものゝ獨り定めにして居たところが今回の實驗でその間違ひであることを悟つた。)筒の高さが既述のものよりも低い所は實用上の意味はない故實驗は行はなかつたが、試に線を尤もらしく

延長して見るに點線に示す如く $\phi=0^\circ$ に於て 100% に一致する様になる。斯くて筒の低い方の極限は略異論なく示されるが高い方はさうなるか？これは恐らく漸次 penetration が悪くなるために効率の上昇が止んで次第に下降に向ひ効率零に asymptotically に近づくものであらう。但しこちらの方はさうせ實用にならない所だからさうでもよい。ところで第百卅五圖は實用範圍であるから此中の變化は詳らかに考へて置かねばならない。一番問題なのは $h=60$ mm. の所が minimum になる點である。思ふにこゝでは直径と高さとが相等しく sphere に一番近い形であり又或容積に對して surface minimum の形狀でもあるので、非常に環流が出來易く且つ大規模となる。これは waste gas core が大きくなるを意味し従つて新入氣が exhaust port に向つて運ばれ易くなり、効率の低下を結果する。次にそれより高さが低くなれば今の狀況から又次第に遠ざかり、又流れが反轉の狀況から狹路中の一方流れの狀況に近づく。之に加へるに今回の實驗では transfer port の狀況一定で單に筒高を減じた關係上噴嘴を出る流れの速度が筒高に proportional に變化する筈であつて、これらの綜合の結果として、次第に大規模の waste gas core は出來なくなり、新入氣主流を以て筒内を平押しに掃流する狀況になる。而して此程度を増して或限界値に達するところから流れは turbulent で無くなつて laminar flow となるわけである。而して一寸考へるにこゝに効率 100% になる所がありさうに思ふが、よく考へるに laminar flow では新入氣が兩壁の中間に楔形に突入し壁面に接して舊氣が遅帶するから舊氣の出きらぬ先に新氣が必らず exhaust port に現はれる筈であるので効率は遙かに 100% 以下に止まる。(理想的 laminar flow ならば薄べつたい限りなく横廣い通路の場合効率は 75% であり、圓筒の場合は約 67% である。) 然るに間隙が限り無く小さくなつて gas の分子の大いさ迄達すればそこからは、尻押しに順次に進まねばならないと思はれるのではじめて充填効率 100% が實現されるのであらうと思はれる。

但し此實驗では既述の如く筒高の減するに共に噴流速度も減する關係上、効率の變化を筒の形狀の變化のみに歸せられない憾みがあるが、速度漸減が効率上昇に役立つ筈であるに係らず $h=60$ mm. までは効率の減少した事實で形狀の影響を確實に認める事が出来る。ところで此、筒高と直径との相等しいあたりが高速二衝程式機關で最も實用される所であるから一寸考慮せねばならぬ。但しこれは $\phi=90^\circ$ に關してだけである故角度を變へて効率最高のところを使ふ様にすればいづれも略 69% 位となり、上の缺點は容易に回避出来る。

さて此低い筒が充填効率に好都合であることは確實らしいが他の實用上の利害得失を若干考へて見る。若し上述の實驗の如く port の開放時間一定とせば、これは engine に於ては revolution constant な事で、power は略筒高に proportionally に増減する。而して nozzle 面積一定ならば一定の total charge (expressed in % of V_c) に對しては筒の高さに正比例に噴流速度が變化する。若し噴流速度一定とせば nozzle area は筒高に proportional にする事が出来る。第二の場合として若し筒高を變へても一定の power を得むとせば engine speed は筒高に inversely proportional と

なり而して噴流速度が一定ならば一定時間中に於ける port-opening-time integral の總和は筒の高低にかゝらず一定でなければならぬ。よつて port を control するために捧ける stroke の割合が、筒高の少い物程多くなつて來てそこに損失が伴ふ。即ち stroke-bore ratio を 1.0 以下に殆んど下げ得ない所以である。



最後に従來の nozzle area constant でなしに nozzle area を筒高に proportionally に變へて筒高 20 mm. のもので實驗を行つた結果を第百三十六圖に掲げる。但しこれで基準は筒高 90 mm. のものとし、筒高 20 mm. のものは高さがその $1/4.5$ であるので nozzle area はその割合で但し形は similar に小さくした。従つてこれでは同一 total charge (% of V_0) については筒高に係らず jet velocity が一定である。結果は圖示の如くで全體として第百三十三圖のものよりも低下した。これは噴流の正面が狭く且つ高速であるために當然の事である。第百三十七圖は二つの比較であり、あらゆる角度に於て 4% 内外今度の物の方が低くなつて來た。これ以外の model については同様の實驗はしなかつたが、他の場合でもこうなる事は必定で、第百三十五圖中の鎖線はその推定に従つて描いたものである。

27. 中間の絞り (S.P. No. XXII. 乃至 XXV. 及 S.P. No. XXVIII.)

筒内の噴流通路の一部を壁からの出つぱりで適當に絞るこゝにより、流れのあまり奔放になる事をこめ、それによつて効率を上げやうとする考へは古いものだが、實效は少しも判らないし、又實際に行はれた事も聞かない。然し本當に効果があるならやつてよい事であるのでこゝで若干例に

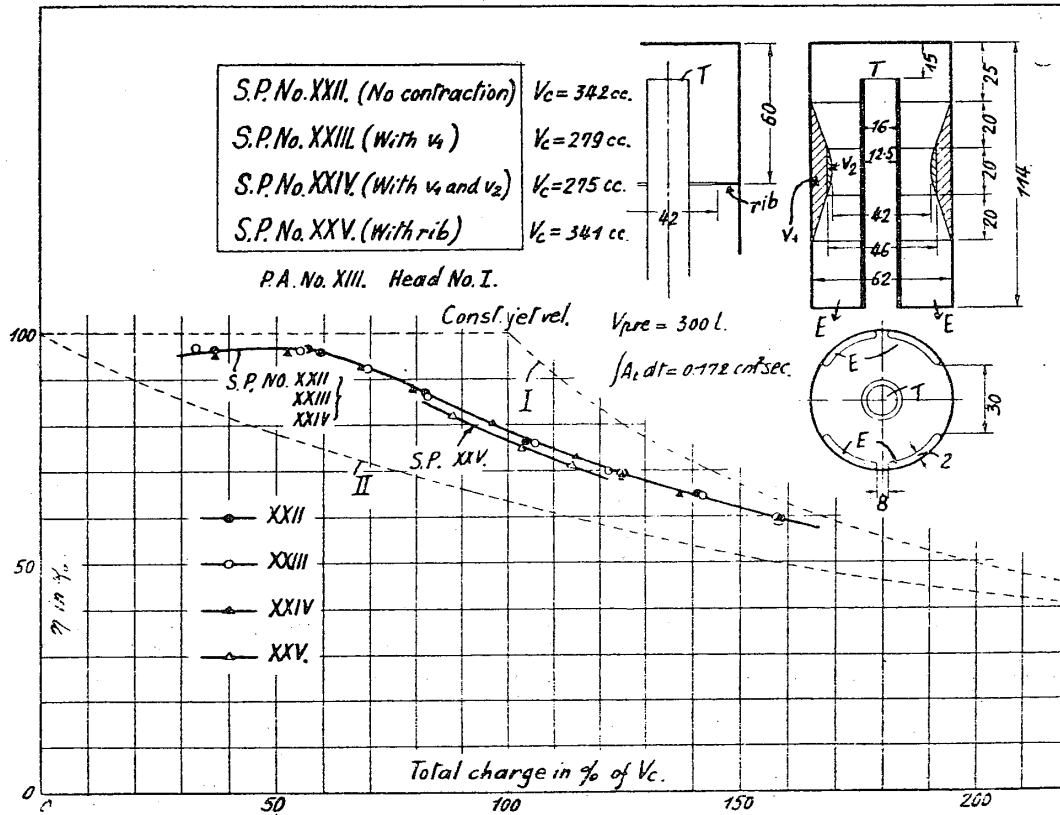


Fig. 138.

つき試験を行つて見た。最初のは Junkers の如き一方流れの機関の場合で構造及成績の詳細は第百三十八圖に示す。S.P. No. XXII. は中央の絞りの全く無いもので S.P. No. XXIII. は圖に v_1 と書いたところをつけたもの、S.P. No. XXIV. はその上に更に v_2 と云ふところをつけたもの、S.P. No. XXV. は中央に丸い穴の開いた平板をさりつけたものである。効率第廿八圖の示す如くいづれも相當高いが S.P. No. XXII., XXIII, XXIV. の三箇はすこしも優劣がない。而して No. XXV. は若干成績が低下した。つまりこれでは中央の絞りは全く無用であつたわけである。然しこれはあらゆる場合にこうなのでなくて S.P. No. XXII. が、もこそ効率が高すぎて、もはや筒中邊に於ては改善の餘地がなかつたからであるを見るべきで、若しそこまでの所で状況不良のものならば多少の改善が期せられるであらう。S.P. No. XXV. が最も悪かつたわけは rib の背後に掃流されない箇所を残すからであらう。要するに S.P. No. XXII. はそれ自體で効率が既に頂上に達して居るので絞りは全く利かない。中央に管の無いものでは本來の効率は下降するだらうから、それに對しては絞りが恐らく有効だらう。

次に紹介するのは第百三十九圖に示す S.P. No. XXVIII. である。これは圖示の如く最簡單の筒内に筒底からすこし離して丸棒を横たへたものである。これのねらひ所は、vortex core の出來

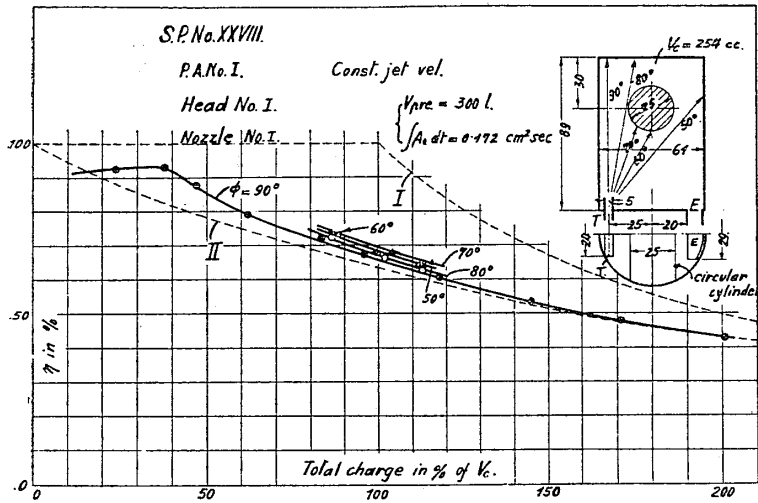


Fig. 139.

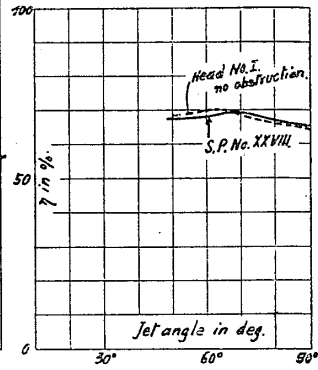


Fig. 140.

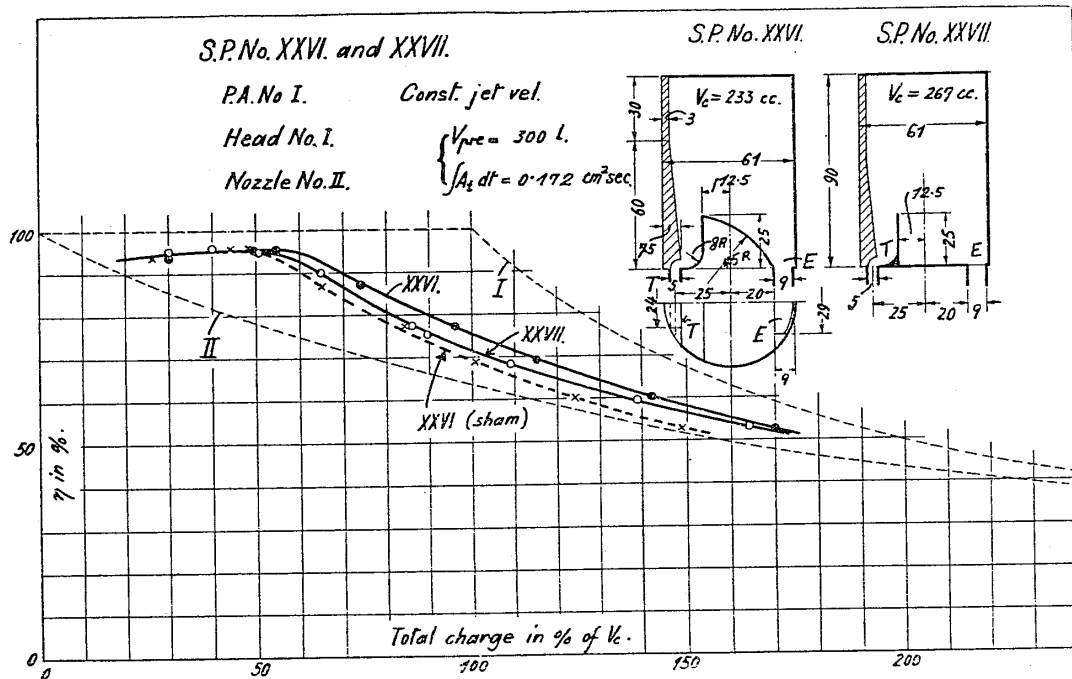
さうな空間を出来る限りつぶし且つ固体壁を以て限られた流路をし筒底の部に滞留をよくしやうと云ふわけである。結果は第百三十九圖に示す通りで $\phi = 67^\circ$ 位より 90° 迄に於てこの丸棒なきものに比し極僅かによくなつたがそれ以後は却つていけない。ところが此 67° を云ふのは噴流圖で見ると噴流が丁度丸棒の中心に向ふ時の角度で、この點が主流の左するか右するかの堺目であるを見る。而して左した場合は效率が上り右すれば反對に下落するのは、その邊の形勢から極めて尤もと思はれる。而して、實驗者の少しの小細工を弄する事もなくて、こんな微細な點がはつきり現はれて來たのであるから、此實驗方法の精密さが認識せられるであらう。

上記二つの實驗から見ると、中央の絞りは大して好望でない様に思ふ。以前の U 型氣筒の實驗で見ても兩筒連絡通路の斷面積は略一筒のそれに等しくしておいてよかつたのであるから、これに於ても別にしほると云ふ事は必要でなくむしろ U 型の時と同様 divergent の通路に近づける方が有利であらうと思ふ。

28. 排氣孔近邊の形 (S.P. No. XXVI. XXVII. 及 XXIX.)
氣流誘導板 (S.P. No. XXX.)

排氣孔の位置が充填效率に相當の影響を持つと云ふ事は第三編に於て既にのべたことである。この事から排氣孔への近接路の形狀も影響があるだらうと云ふ事は直ちに推知出来る事である。

第一に紹介するのは deflector の背後に肉をつける問題であつて第百四十一圖に示される。S.P. No. XXVII. は平板形 deflector であつて S.P. No. XXVI. はそのうしろに肉をつけたものである。Nozzle は No. II. を使用したがハッチを施した様なものを nozzle の口の面まで添加して



筒壁に穴が開いて居る實際發動機の狀況に略合致させる事をした。その結果その部の形は完全な圓筒ではなくなつたがこれは大した事ではあるまい。効率線で見ると、XXVI. XXVII. までには明瞭に相違があり、前者がずつと勝る。No. XXVII. では deflector 背後の空間が割合充填氣流によつて掃流されるに難いところであり且つ氣筒中央部の vortex 發展の領土を供給する關係となるので、大變利用率が低い。よつて No. XXVI. の如くこれをつぶす比較的利用率高き空間のみを残す關係となり効率の増加を結果する。但これは total charge expressed in % of V_c を基礎とした比較であるので、若し充填ガスの一定量を基礎として比較すれば狀況は相違して来る。同圖中の點線はそのために描いたもので、XXVI. に於て背後の肉のために筒内容が減少したのを無視して No. XXVII. に於ける V_c をつかつて total charge を表現したものである。此線と XXVII. の線とを比較すれば、一定容積を流した時の効率—これは換言すれば残留量である—の比較が出来るわけである。これで見ると、やはり XXVI. の方が下位に現はれる故、この肉をつけたために残留氣量返も増す云ふ程の積極的の効果はなかつたのである。然し普通の通りの効率比較を行へば圖中の實線の如くなるのであるから出来る限りこれを採用すべきである。

次の S.P. No. XXIX. は第百四十二圖に示される如く exhaust port の直前に deflector をおき筒底よりの下行氣流を更に上方に向つてもう一度 deflect させ筒底部へよく滞留する如く計つたもので、exhaust port の位置は P.A. No. I. と No. V. の両方をつかつて見た。効率は No. I. の方が若干高く共に相當の成績である。これと類似のものを piston の上面に置く事は實際の發動機

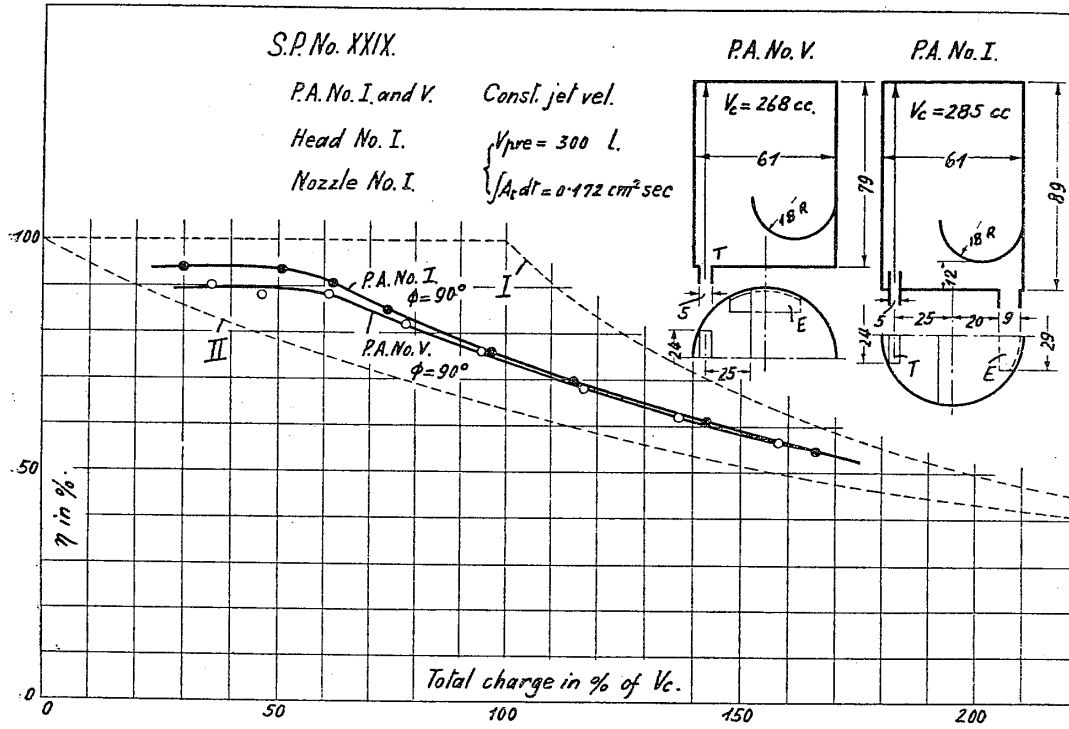


Fig. 142.

に於ても不可能の事ではないから、場合により行つて有利であらう。

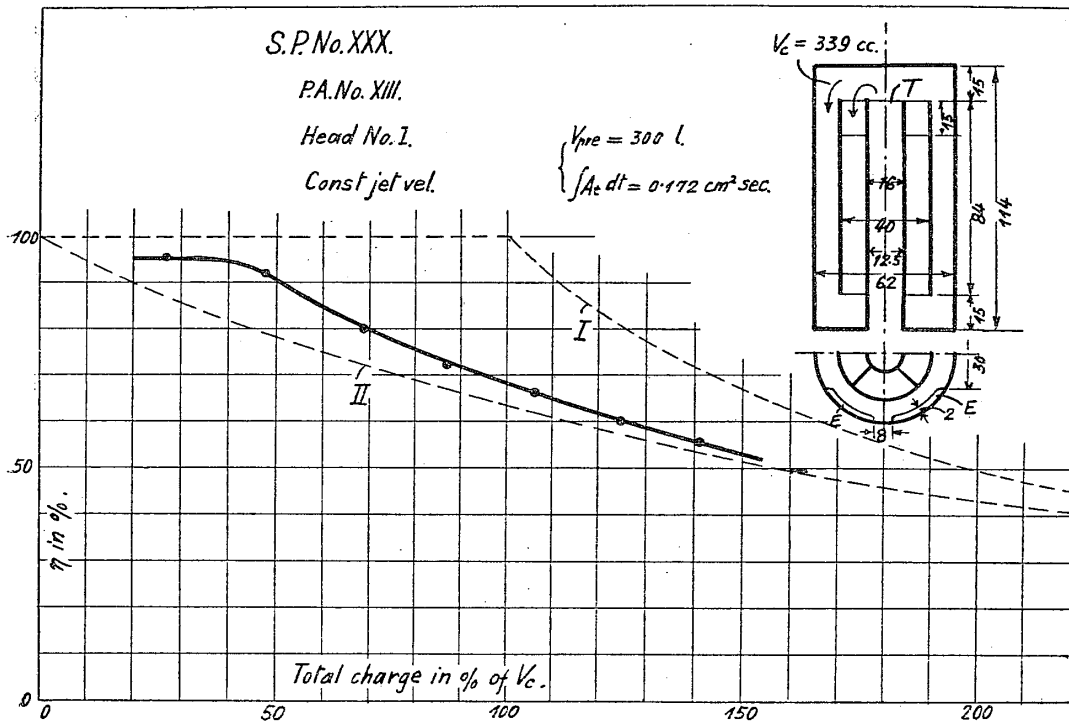


Fig. 143.

次に紹介する S.P.No. XXX. は發動機に實地適用の見込みは殆んど無いものであるが、手段を問はず専ら効率を極度に上昇させやうとする企ての一つとして試みたものである。構造及性能は第百四十三圖に示す通りである。これは S.P. No. XXII. の annular space の中に concentric に長い筒をおいたもので、第百三十五圖に示される理想を具現しやうとしたわけである。而してその筒は最初是一本だが次第に増加し且 radial の板も入れて通路を細い管の形にしやうと云ふ計畫であつた。これで効率が非常に向上するだらうと最初は思つたが暫くして到底よくなりぬだらうと云ふ見込みがついた。然しともかく好奇心から實驗して見るを見込通りで、S.P. No. XXII. より遙かに低い効率となり、100% total charge に於て僅かに 68% の効率でしかないかなり貧弱なものとなつた。恐らく此構造では格子を細かにしても効率が向上する事はあるまい。何故こうなるかを考へて見るに中央の噴嘴から吹き出した新入氣が、はね廻つて格子のところに臨む時に全面に亘つて均一でないと云ふ事に原因がある。此場合には當然主流は外側を通る。而して S.P. No. XXII. では annular space は一箇である故外側から中央に向つて前頭が次第に生長してかなりよく全體を掃流するが、S.P.No. XXX. では外側に行つたものは中間の障壁に遮られて内側の annular space に無關係に通過し、最初の distribution の不完全を何等矯正しないで過ぎる故にこの結果を招くものと思ふ。又たこの distribution はよくも格子を細かくして laminar flow の狀況に迄するに効率 67% 位なる筈である故、此方法によつて高い効率を上げる見込みは先づないと考へてよい。斯の如く効率を上げるのに手段を問はないなら 90% 位にする事は容易らしく見えて内容は中々難かしいのである。よつて効率 80% を突破した S.P.No.XVI. の如きは相當成功した物と考へてよいと思ふ。

29. 第四編 總括

此編に記載した充填氣流流過空間の研究の總括を下に述べる。

(a) 充填氣流が transfer port を出て exhaust port に向つて流過する通路はなるべく固體の壁を以て限るを利とする事勿論で、piston-rod を氣筒中に挿入するに丁度その條件にあてはまる。氣流の廻し方に普通の注意を拂へば rod の無いものより若干効率が高くなるのを普通とする。單に充填と云ふ事を考へれば rod の太さはいくら太くとも差支へない。その窮極として二段ピストンとし annular space に直通式 charging を行ふ事は有利である。

(b) U型機關は boring の危険が少ないので少しの注意で 100% total charge に於て 80% 内外の高い効率を上げ得るが、兩筒連絡部に様々の考案を施こしても上記の數字を突破する事はむづかしい。噴流の吹き出し方は相當の影響があり、これは筒軸と直角にし筒壁に吹き當る様にするのがよい。若し兩筒の直徑を變へるならば transfer の側の筒直徑を小にし全體として divergent にするを有利とする。筒底の形狀は僅かではあるが影響を持つ。兩筒連通部斷面積の影響は割合鈍感で、各筒の斷面積を大體同等にしておけば効率は略最高を保ち得る。

(c) 氣筒の高さの影響は相當大きく、簡単な flat head で噴流を筒軸に平行に上方に吹き上げ筒底で反轉させる形式では、筒高さが直径と等しい時が効率最低で、それより筒高が高い方でも低い方でも効率は上るが、後者の影響が顯著で、筒高零に於て 100% となるべき傾向を持つ。但し stroke bore ratio が 1.0 内外の所では噴流吹き出しの角度を色々變へて最高効率を求めて見るとその値にはいづれも大差がない。

(d) 直通流の氣筒に於ける中間の絞りは boring の危険の多い氣筒には有効であらうが、此物をつけずに 80% にも近い効率を持つ形式に對しては全く無効であるのみならず場合により害がある。

(e) Deflector の背後に肉をつける事は若干有効であるがこゝは既に末流である故、流れの源に加工する程大影響は期待出來ない。排出孔の手前に deflector をおいたものも上のものと同様である。又筒底から少し離して棒を差し込み兩者間の隘路を通す様な事でも若干効果はあるが大した事はない。

(f) 氣筒中に板を組み合した格子の様なものを入れると氣流の奔放をさめる事は出来るが、それに差しかゝる前に於て均一なる分配が出來てないならむしろ悪い。かくて、方法は選ばぬと云はれても効率を 80% 以上にも上げる事は至難である。

(g) 氣流の奔放を制すると云つても laminar flow にしては却つて効率は低い。なぜなら新入氣が楔形に廢氣中に突入し後方に廢氣を残す故である。無限に横廣い平行二壁によつて作られた流路の場合 laminar で上げ得る充填効率は 100% total charge に於て 75% で、圓筒を軸方向に流れる場合では約 67% であるにすぎぬ。よつて laminar は理想とすべからず turbulent flow として平押しをさせる事を望むべきである。(第四編終)