

電氣火花の耐壓性に關する實驗的研究 (第1報)

燃 燒 研 究 室*

1. 緒 言

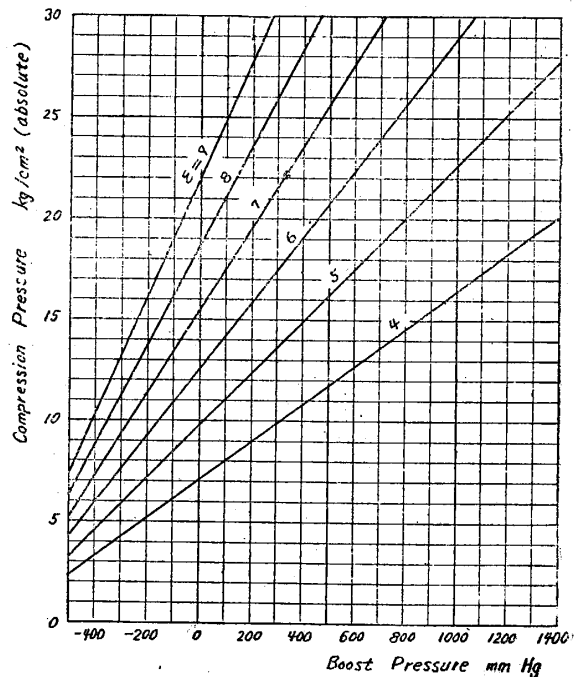
發動機のブースト壓力を増大し且吸氣溫度の低下を計る場合には、これに伴つて電氣點火時に於ける壓縮空氣の壓力及び密度の増大を來す。現在程度のマグネット及び點火栓を使用する場合には火花放電時の空氣密度がある程度以上増大すると最早火花を生起し得なくなるが果してどの程度迄使用に耐へるものであるか不明でない。この點について二三の實驗を試みた。

2. 壓縮壓力溫度及び密度

第1圖は航空用ガソリン發動機の種々の壓縮比に於ける吸氣壓力と壓縮壓力との關係を示すもので吸氣溫度の影響は殆んどない。

點火時期は普通の發動機では進み位置で上死點前 $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$ でありこの點の壓力及び溫度は上死點に於けるものよりも低いが先づ安全性を見て上死點に於ける壓力溫度を標準に採つて考へる。第2圖は壓縮比7なるガソリン發動機の吸氣壓力、吸氣溫度と壓縮溫度との關係を示すものである。吸氣溫度 t^* (過給機後氣化器前にて測る) が一定なれば壓縮溫度はブースト壓力の増加と共に低下する。

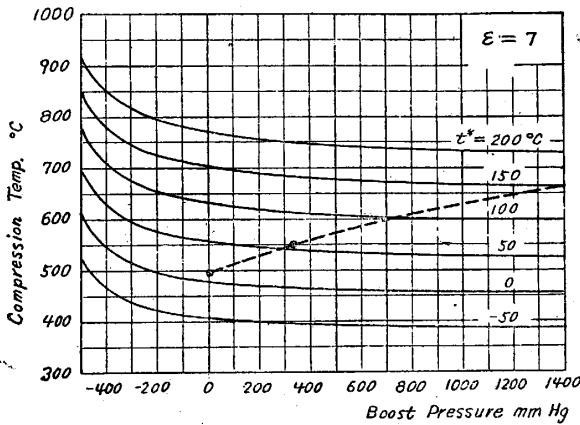
絞つた場合に溫度の高いのはこの時には残留ガスが新氣に對し大なる割合を占める



第1圖 吸氣壓力及び壓縮比に依る壓縮壓力の變化
ε 壓縮比

* 本實驗關係者。航空研究所、所員栗野誠一、中島桂太郎、佐藤武三郎、大川靜彦、多田猛、國産電機、山川清、本多、今井。

1). 2). 栗野誠一; 燃焼ガス JS-線圖に依る計算値



第2圖 吸気圧力及び吸気温度による壓縮温度の變化
 t^* ; 吸気温度 ϵ ; 壓縮比

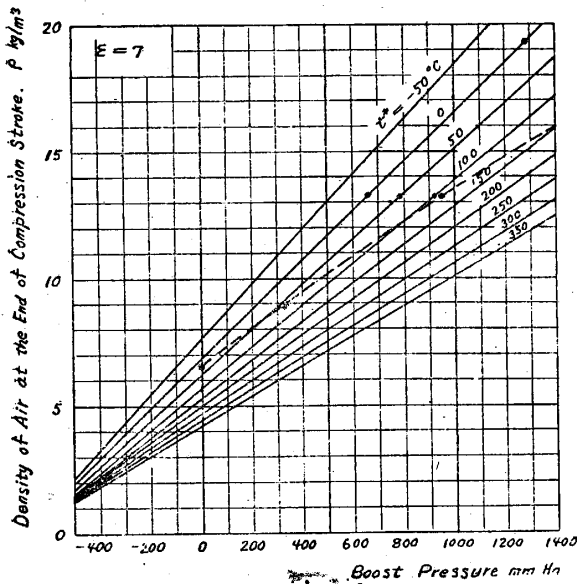
とに依る。點線は大氣温度を 15° と
 して全斷熱温度效率 $\eta_{ad,\epsilon} = 0.7345$ なる
 過給機を用ひ吸気冷却器を全く使
 用せぬとした場合の温度變化を示す
 (ブースト壓力と共に過給機に於ける
 壓縮のため吸気温度も上昇する)。

第3圖は同じく壓縮空氣の密度變化
 を示してゐる。例へば $\epsilon = 7$, ブー
 スト壓力 330mmHg では吸気温度
 約 55°C 壓縮壓力は 22.2kg/cm^2 , 壓
 縮温度は 550°C , 密度は 9.0kg/m^3
 である。

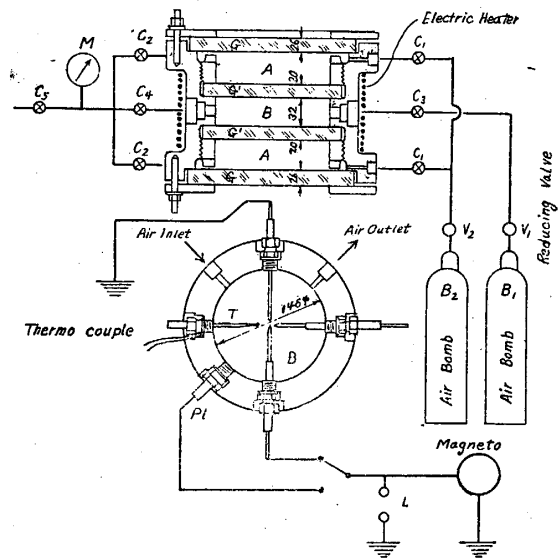
3. 實驗設備

(A) 耐壓試験用 Bomb

第5圖は實驗設備 第4圖は試験用耐壓ポンペを示す。Gは強化ガラス, G'は耐熱ガラス
 であり A は側室, B が試験室である。試験せんとする點火栓又は針狀電極を B の圓周上に
 設けたる8個の點火栓座の内, 側面圖に示した様な位置に取付け實驗を行ふ。B の外部は電熱
 線により加熱することも出来る如くにしてある。B 室に壓力をかけるに先だちて先づ Cock
 C_2, C_4, C_6 を閉じ C_1, C_3 を開きて側室 A に $10 \sim 20\text{kg/cm}^2$ の壓縮空氣を Bomb B_2 より 減壓
 弁 V_2 を通して加へる。 C_2 を閉じたる後 C_5, C_3, C_4 を開き C_6 を閉じてより Valve V_1 を開
 いて試験室 B に壓力を加へて行く。壓力の加減は減壓弁 V_1 によつて行ふ。A に壓力を加ふる
 は耐熱ガラス G' に加はる B 内壓力を打消す爲である。Tは cu-const. Thermo couple にし



第3圖 吸気温度及び吸気壓力による壓縮空氣密度の
 變化 t^* ; 吸気温度



第4圖 試験用耐壓ポンペ

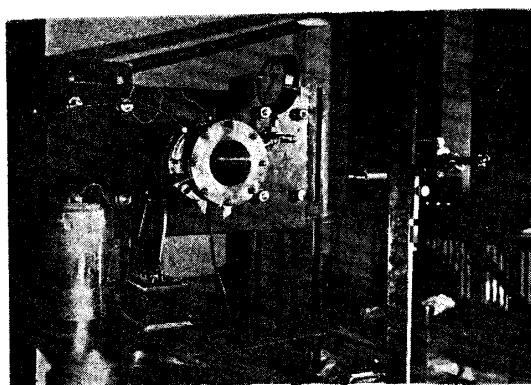
て Bomb 中の空氣溫度を指示せしめる。

(B) Magneto

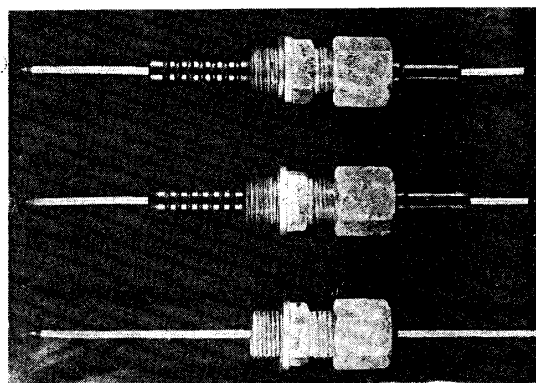
Bosch ZM-Magneto

ZM 12 AL ZEZ 25/5 K 2 E. 52330

- 特徴 (1) 誘導子回轉型12氣箭用二重發火發電機にして在來の左右兩マグネトを一基にて置き換へ得る。
 (2) 高抗磁力磁鋼 Alnico Magnet を使用し點火方式としても新式磁路方式を有す



第 5 圖 實驗設備



第 6 圖 實驗に使用せる針狀電極

- (3) 常に進角位置にありて發火時期を任意遅れ位置に調整出来る軸遅角裝置を備ふ進角位置上死點前 40° 遅れ角度 50° (crank angle)
 (4) ズムメル接續法と稱する發電子自身をインダクションコイルとして動作せしめる方式を始動方式として採用してゐる。
 (5) 發電子鐵心の有效磁來 18500~19500 Maxwell
 二次捲線外周端子に直列容量を捲込式に介在せしめ火花電流の異狀増加に依る失火防止の對策を施してある。
 測定せる定數は二個の發電機構 (A) (B) につき次の如くである。

| | (A) | (B) |
|---------|------------|---------------------|
| 一次捲線の抵抗 | 0.465 Ω | 0.487 Ω |
| 一次蓄電器 | 0.28 μF | 0.27 μF |
| 二次直列蓄電器 | 0.0192 μF | 0.0158 μF |
| 接點材質 | 陽 極 陰 極 | タングステン 白金イリジウム合金 |

(6) 重量 7.425kg

(C) 火花電極

- (i) 針狀火花電極 (第 6 圖上より Earth 第三極, 高壓,)
 電極材料 タングステン (眞鍮被覆)
 直 徑 高 壓 極 3.04 mm

| | |
|-------|---------|
| 第三極 | 2.99 mm |
| Earth | 3.00 mm |

尖端角度第9圖参照

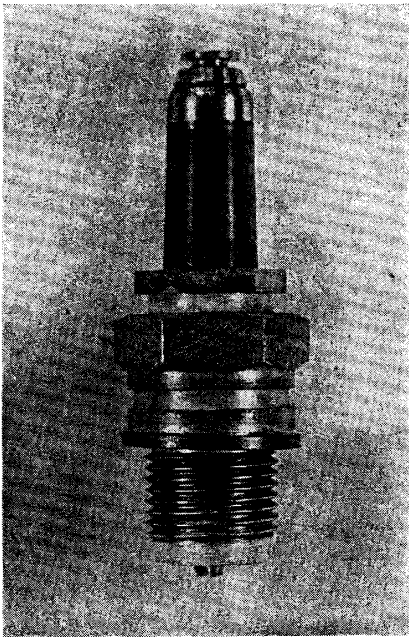
(ii) Plug (第7圖, 第8圖参照)

Telco 甲 182 UVC 18 mm $p=1.5\text{mm}$
 gap. 0.34 mm

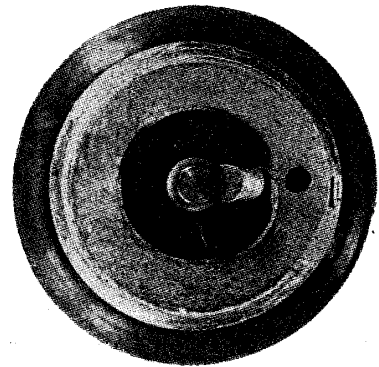
(D) 電気配線 (第4圖参照)

二次側放電回路に並列に $d=25\text{mm}$ の Ball gap (真鍮製) を挿入し火花電圧を測定す

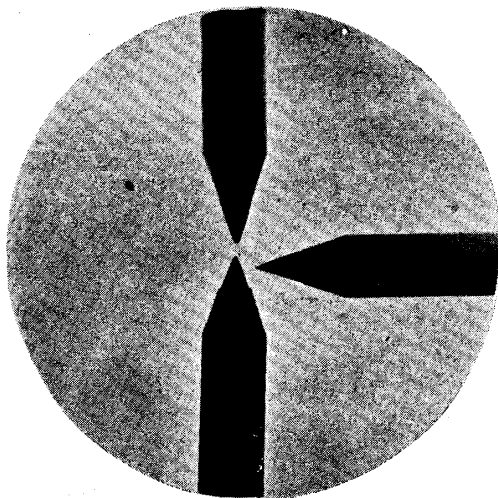
る。Ball gapは水銀太陽燈にて照射しイオン発生を一樣ならしむ。配線はShield cord を用ひた場合を除いては2.5mのゴム被覆線を使用した。實驗には常に一定の(+) (-)二本のみを使用し他は三極針隙装置を通して大氣中にて放電せしめた。Shield cord を用ひる場合には 2.5m ($300\mu\text{F}$)



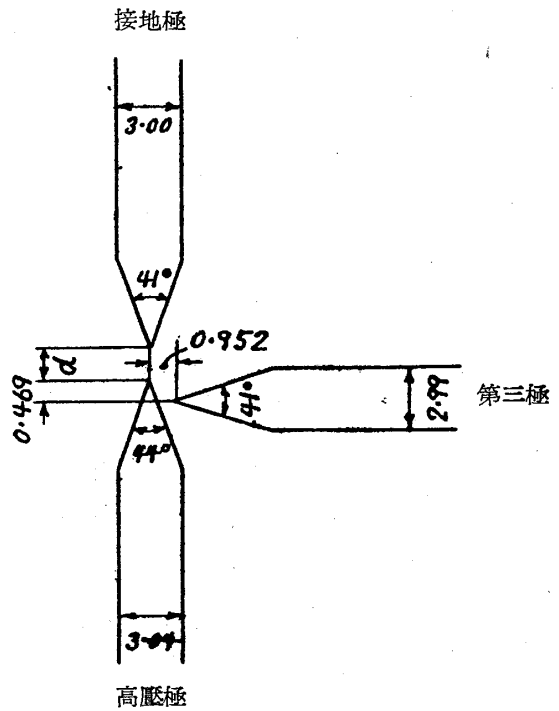
第7圖 Telco 點火栓



第8圖 點火栓電極形狀



2.44 倍



第9圖 針狀電極關係位置

のものを使用し、實驗用以外の端子をも 2.5m Shield cord に取換へて大氣放電を行はしめた。

4. 實驗方法

先づ Magneto を規定回轉に合せる。試験電極の火花間隙 d を一定に定め次に Ball gap の方では火花が飛ばず、試験用針狀電極 (又は點火栓) の方でのみ火花が飛ばす様に Ball gap の距離 L を一定に定める。(實驗は主として $L=2\sim 6\text{mm}$ に亘り 0.2 飛びに行つた) 次に減壓弁 V_1 (第4圖参照) を開いて B 内の壓力を漸次上昇せしめて行くと試験電極の火花は次第に光を増し輝いてくるがある壓力に達すると急激に火花は消失し同時に Ball gap の方で大氣中で火花が飛び始める。この點より少しく上まで壓力を上げ、再び B 内の壓力を漸次低下せしめて行くと、ある壓力にて試験電極で再び火花が飛び始めるが火花は不安定である。これより更に少しく壓力を低下すれば火花は安定に飛び続ける。この安定に火花が飛び始める時の B 内壓力を限界壓力 Critical pressure (P_c) と名付ける。勿論これと同時に Ball gap L の方の火花は消失する。即ちこの試験電極 (間隙 d) に對して Ball gap L に相當する火花電壓 V_s (附録第1表) を加へる場合には限界壓力 P_c 以上では火花は消失してしまふことを意味する。實驗は d を一定に保ち、 L を變へてこれに對する P_c を求める方法に依つた。

B 内の空氣を加熱する裝置も備へてあるが、第6圖の高壓側の絶緣材料の耐熱性が無いので今回の實驗は主として大氣溫度 (約 20°C 内外) のものに止め、溫度を上げた場合は次報に譲ることとする。

5. 實驗結果

(I) マグネット發生最大二次電壓と回轉數の關係 (第10圖)

(a) 2.5m Rubber cord をマグネット點火栓間電纜として使用せる場合。

(b) 2.5m Shielded cord ($300\ \mu\mu\text{F}$) を使用せるとき

マグネット二次電壓を一極を接地せる 25mm Ball gap のみを通して放電せしめ火花の飛び得る最大 gap を求め附録表より相當二次電壓を求めたるものである。回轉數、極性、による電壓の變化をゴム線及び Shield 線を使用したる場合について測定した。

2.5m Shielded cord を使用する時は最大火花電壓はゴム線使用時の $17\sim 18\text{kV}$ より 13kV 内外にまで低下し Shielded cord の影響の無視し得ぬことを明らかに示してゐる。

(II) 針狀電極を用ひたる實驗

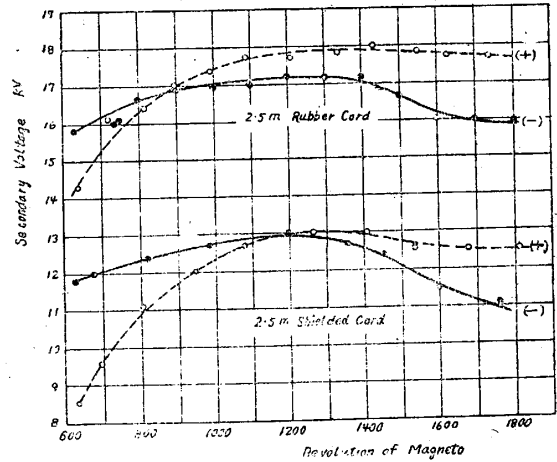
(i) 火花間隙 d , 火花電壓 V_s , 限界壓力 P_c 間の相互關係 (第11圖, 第12圖)

第11圖の實驗は次の如き條件の下に火花電壓と限界壓力との關係を調べたものである。

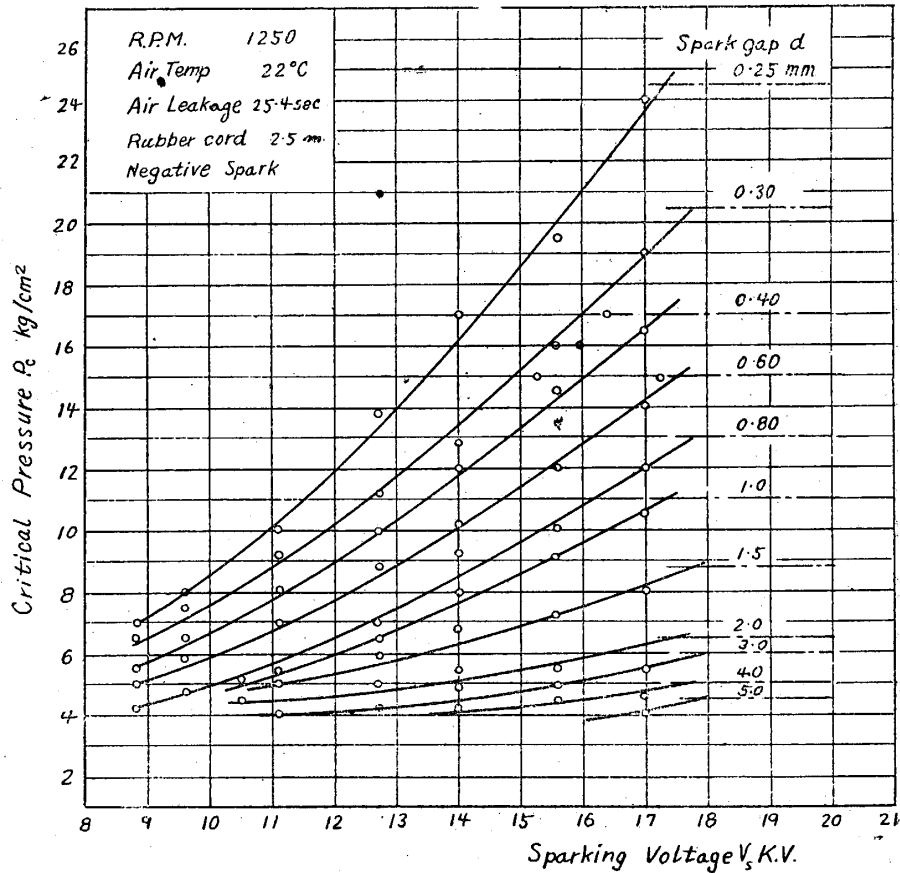
| | | |
|-------------|--------------------|------|
| Magneto | R.P.M. | 1250 |
| Rubber cord | | 2.5m |
| 第三極 | 有 (第9圖参照) | |
| 極性 | (-) | |
| 空氣溫度 | 22°C | |

この実験より次の諸項が明かとなつた。

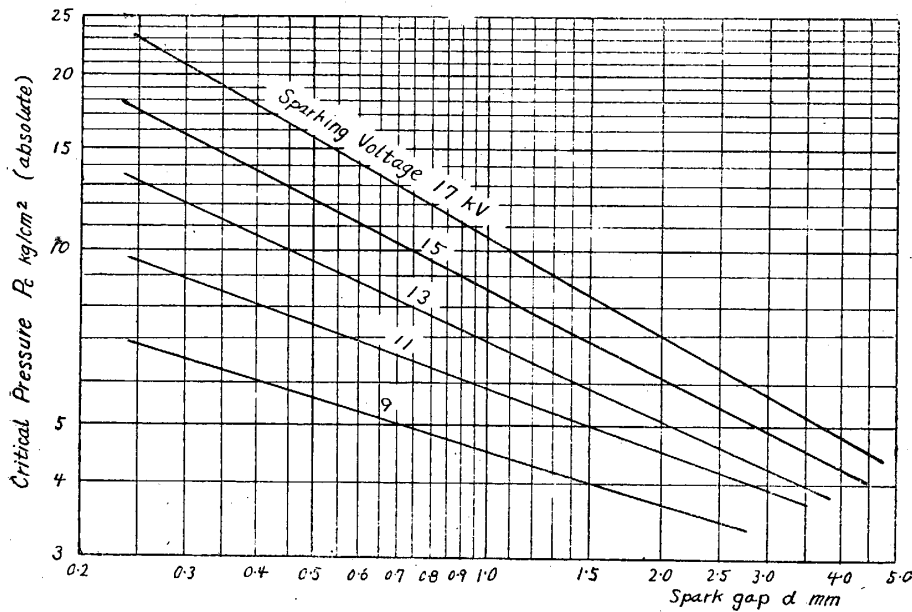
- (a) 火花間隙 d 一定なれば火花電圧 (二次電圧) V_s の上昇と共に Critical Pressure P_c も圖示の如く増加し増加の割合は d の小なる程急である。
- (b) Parallel に入れた Ball gap の間隙 L を magneto の發生し得る最大電圧 (第10圖) に相當する gap L (附録第1表) 以上に擴げても P_c は増加せず一定値を保つ, 例へば第10圖より R. P. M. =1250 に対してはゴム線の時は, 17.1kV, 依つてこれに相當する gap 即ち 5mm 以上 L を増加しても P_c は一定値を示すのみである。
- (c) 第11圖より一定電圧 V_s に対する限界壓力 P_c と火花間隙 d との關係を求め log-log 線圖に示したのが第12圖である。各直線の傾は電圧が大になる程急である。これより V_s, P_c, d 間の關係實驗式を求むれば $P_c = 4 \sim 25 \text{ kg/cm}^2, d = 0.25 \sim 5 \text{ mm}$,



第10圖 マグネト發生最大二次電壓と回轉數



第11圖 Sparking Voltage による Critical Pressure の變化 (gap 一定)



第 12 圖 Critical Pressure P_c と Spark gap d の關係

$V_s = 8 \sim 20 \text{ kV}$ の範圍内では次の如き實驗式に従ふ。

$$P_c = \frac{0.77V_s - 2.9}{d^{0.036V_s - 0.04}} \dots\dots\dots(1)$$

P_c ; Critical Pressure kg/cm^2 (absolute)

V_s ; Sparking Voltage kV

d ; Spark Gap mm

(d) Paschen の法則との相違點.

(1) 式は現在まで點火栓に對しても適用出來ると信じられてゐる Paschen の法則とは多少異つた結果を與へるものである。

Paschen の法則とは

「一般に氣體中の放電現象に於ては平等電界の場合には自續放電開始電壓 V_s と氣壓 P_c 電極距離 d との間には一定溫度に於て

$$V_s = f(P_c d)$$

なる關係があり V_s は $P_c d$ の積のみの函數として表はし得る」

この法則が Plug の様な不平等電界の火花電壓の場合にも成立するや否やは實驗によらねばならない。この法則が成立つとすれば電壓 V_s を一定に保ち氣體壓力を減少して行き遂に自續放電 (火花放電) を始めるに至る時の限界壓力 P_c と d との間係を求めればその積 $P_c d$ は d に無關係に一定でなければならぬ。岡崎氏等は Plug に依る實驗 ($V_s = 10 \text{ kV}$, $d = 0.2 \sim 0.7 \text{ mm}$ の範圍に亘る) に依り $P_c d$ は d に無關係に一定値を保ち Plug の場合にも Paschen の法則が成立すると報告してゐる。而るに我々の實驗結果は次に示す様に Paschen の法則には従はない。

3) 岡崎三郎他二名; 點火栓の火花間隙長と失火壓力との關係. 理研集報昭 12.8 (16-8) p. 520/531

第13圖實線は d を一定に保ちたるときの V_s と $P_c d$ の關係を實驗結果より畫いたものであり V_s は $P_c d$ のみならず d に依つても變化する。

岡崎氏等の結果は同論文中に引用された S. Withhead の與へた公式

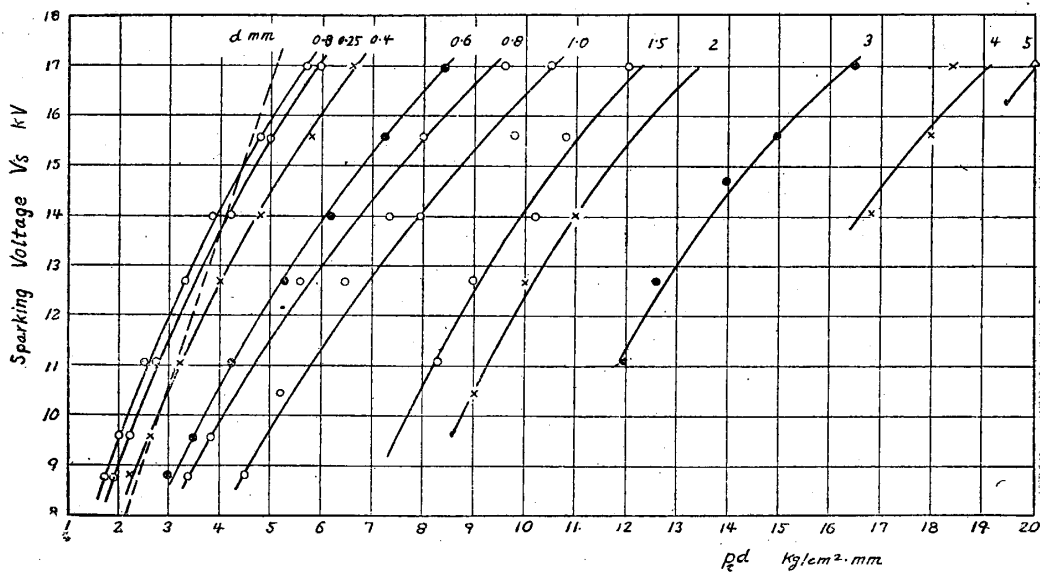
$$V_s = 1.6 + 0.041 P_c d \dots\dots\dots (2)$$

P_c ; [mmHg]. d ; [cm]. V_s ; [kV]

に $V_s = 10\text{kV}$ の時には $d = 0.2 \sim 0.7$ の範圍でよく一致する。今 (2) 式の單位を改めれば

$$V_s = 1.6 + 3.01 P_c d \dots\dots\dots (2)'$$

P_c ; [kg/cm²]. d ; [mm]. V_s ; [kV]



第 13 圖 $V_s - P_c d$ 曲線 (實驗値 極性 (-), 第三極有 空氣溫度 22°C).

(2)' を第13圖中に記入すれば點線の如くになり大體 $d = 0.25 \sim 0.4$ 程度の範圍に於ては今回の實驗値と近い値を示す。

Paschen の法則が成立する爲には d のすべての値に對して $V_s - P_c d$ 曲線はすべてこの點線又はこれと類似の一本の曲線上に一致すべきであるが實驗値は圖の如く明かに d により異なる。一定 V_s に對し $d = 0.25 \sim 0.4$ 附近では略 (2)' に近いが d がこれよりも大なる時は、Paschen の法則の示す P_c よりも遙かに大なる P_c に耐へることを示してゐる。この關係は第14圖の如く $d - P_c d$ 曲線に改めれば更にまた一層明瞭に表はし得る。(2)' の Paschen の法則が成立するとすれば圖中點線の如く各 V_s に對して d の如何に關せず $P_c d$ は一定なるべきも實驗によれば d と共に $P_c d$ も増加し、この實驗の範圍では極性 (-) に對しては Paschen の法則は法則は成立せぬものと斷定せねばならない。但しこの實驗結果は極性 (-) で第三極を有する場合の結果であり、極性 (+) 及び第三極無き場合には多少 P_c はこれよりも低下する傾向を有するが、この場合に Paschen の法則が成立するか否かについては更に充分實驗を重ねる必要が

ある。

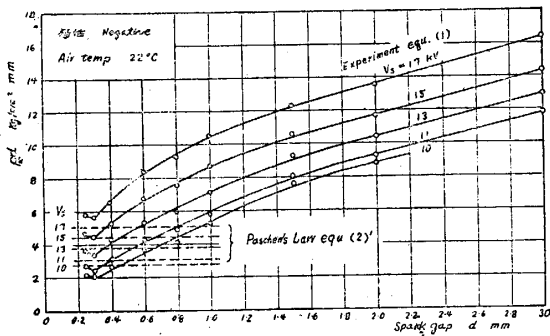
尙後に示す如く實際の Plug に依る實驗結果も略この針狀電極の場合に近い結果を與へる故近似的には (1) 式は Plug に對しても適用出来る。

(e) 第11圖第12圖又は (1) 式に示す如く一定電壓 V_s の下に於ける限界壓力 P_c は gap d が小になると共に急激に増加する。Plug の實用範圍 $d=0.3$ と 0.7 では $V_s=17$ kV に對し P_c は約 8 kg/cm² の差がある。

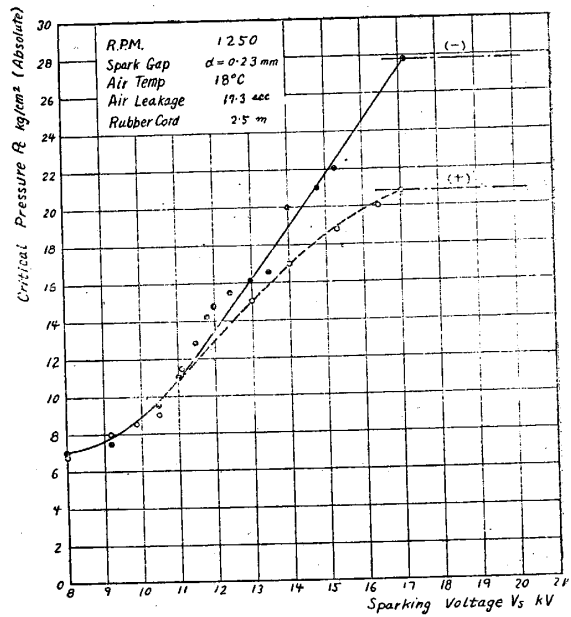
又 $V_s=17$ kV, $d=0.3$ mm に對する $P_c=20.3$ kg/cm² を $d=1.0$ mm で保つ爲には V_s は 30 kV の電壓を與へねばならないことが推定される。

(ii) 極性の影響

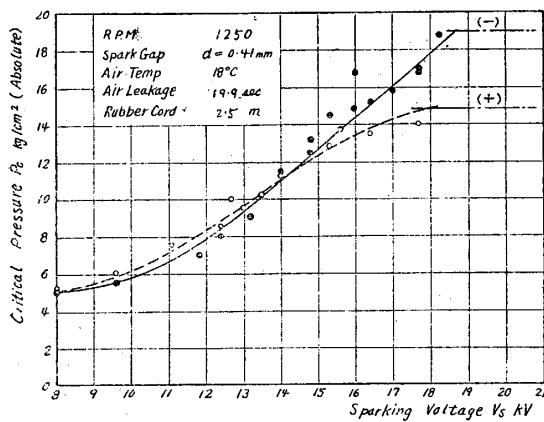
高壓電極を (+) にした場合と (-) にした場合とでは同一電壓 V_s に對しても限界壓力 P_c は多少異り、極性効果が見られる。第15,16圖及び第17圖は第三極を與へた針狀間隙を用ひて極性効果を調べた結果である。この結果より次のことが判つた。



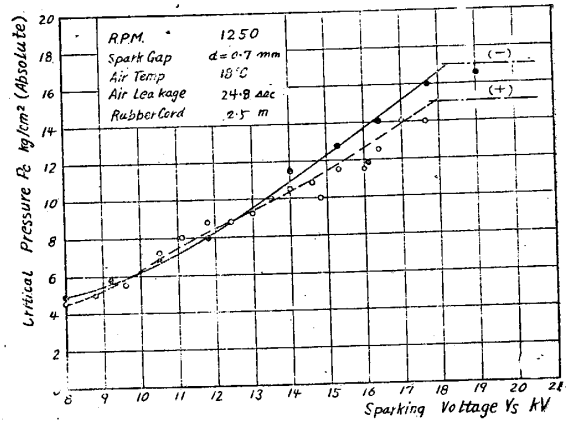
第 14 圖 $d-P_c d$ 曲線



第 15 圖 極性效果 (針狀電極, 第三極有)



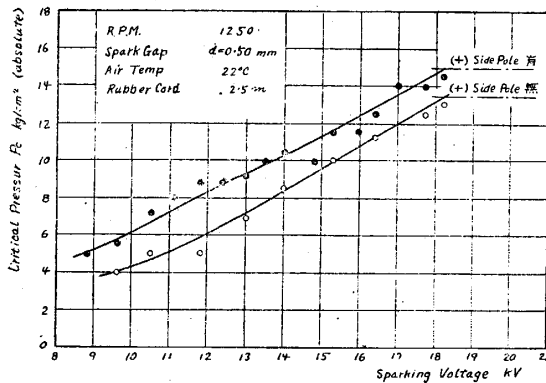
第 16 圖 極性效果 (針狀電極, 第三極有)



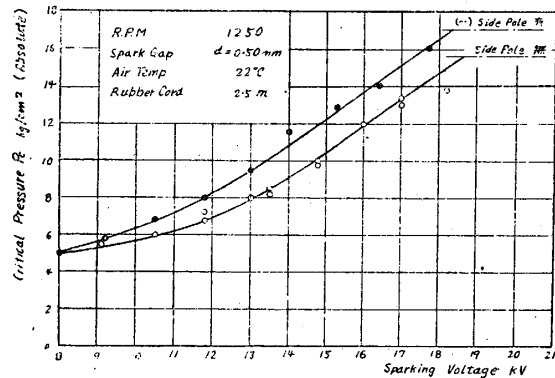
第 17 圖 極性效果 (針狀電極, 第三極有)

- i) 極性効果により一般に高圧側を (+) にした方が P_c は低くなる。即ち (-) の時の方が火花は飛び易いことを示してゐる。これは Plug についても同様である。
 - ii) 極性効果は電圧 V_s の低いところでは比較的小さいが V_s が高くなる程大となる。
 - iii) Gap d の小なる程極性効果は大であり d 大になるとあまり影響しない。 $d=0.5$ 位になると極性による P_c の差異は 1kg/cm^2 内外に過ぎない。
- iii) 第三極の影響

d を一定に保ち他の条件を全く同一に保ちつゝ第三極の有無の比較を行つた。第18圖、第19圖の如く第三極が無ければ有る場合に比し P_c は約 1.5kg/cm^2 程度低下し第三極が火花を飛び易くする効果を與へるものなることが明かである。この効果は電圧 V_s によつてはあまり變化せず大體一樣である。又極性 (+) (-) 兩者とも大體同様である。



第18圖 第三極の影響 (極性 +)



第19圖 第三極の影響 (極性 -)

(III) 點火栓を用ひたる實驗

- (i) 回轉數の影響, 極性の影響 (第20, 21, 22, 23, 24圖参照)

$d=0.34\text{mm}$ を一定に保ち Rubber cord 2.5m を使用し單に Magneto の R.P.M. を 1750, 1250, 1000, 800, 620 の5通りに變へて實驗を行つた。その結果

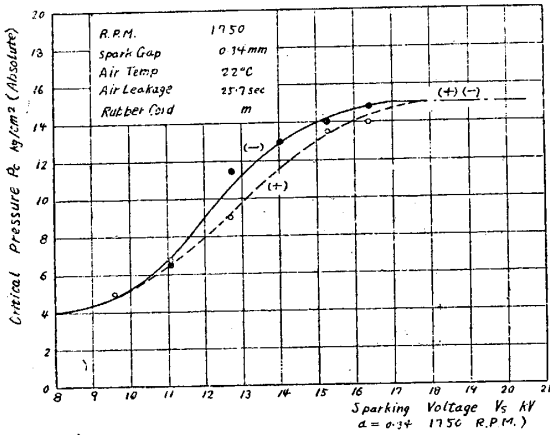
- (a) P_c - V_s 曲線の形は各回轉とも殆んど同一曲線上に乗り R.P.M. 異りても V_s 同一なれば P_c は同一である。たゞ R.P.M. によりマグネト發生最大電壓が變化する故 (第10圖) これに相當した V_s のところで P_c の最大値が起る。従つて P_c の最大値は R.P.M. により變る。

(+) (-) に對し P_c の最大値に達する點の V_s は第10圖の結果と極めてよく致する。

- (b) 曲線の形は Saturation curve に近く針間隙を用ひた第11圖とは多少形が異なる。電壓の高い部分即ち 16~18kV 附近では曲線は多少第11圖の場合より下つてゐる。これは如何なる理由に依るものか充分明かでないが Mica の絶縁がかゝる高壓に對して不良となり幾分 Leak するのではないかと考へられる。事實 Bomb 内壓力を充分上げ L を大ならしめ Ball gap 及び Plug 兩者共に Spark が飛ばない様にした場合には Mica の絶縁を破つて電極と Bomb 外側との間に大氣中で放電を行ふ現象も見られることがある。

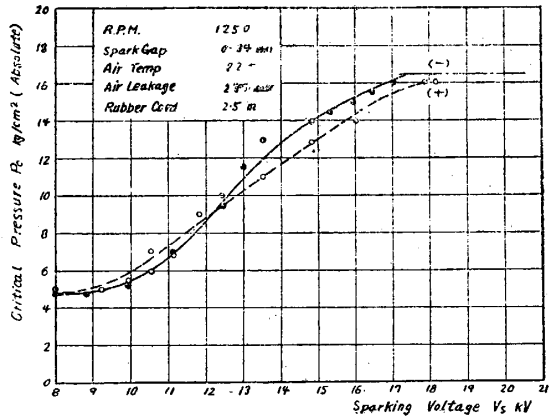
$V_s=8\sim 12\text{kV}$ の範圍では第11圖の場合よりも P_c は低目に出る. $V_s=12\sim 16\text{kV}$ の範圍では大體第11圖の針狀間隙の場合と大差はない.

(c) 極性効果は針狀電極の時と同様で (-) の方が同一 V_s に對する P_c 大である.



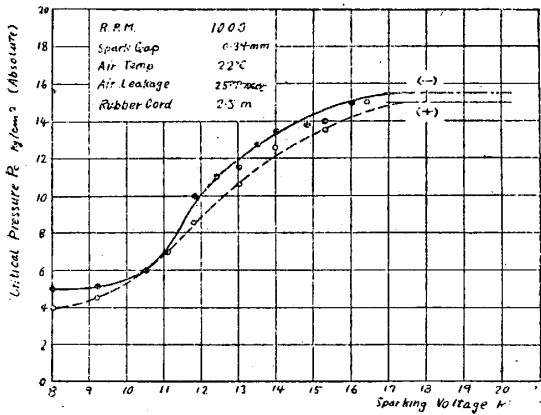
第 20 圖

點火栓に依る實驗(ゴム線 $d=0.34$ 1750 R.P.M.)



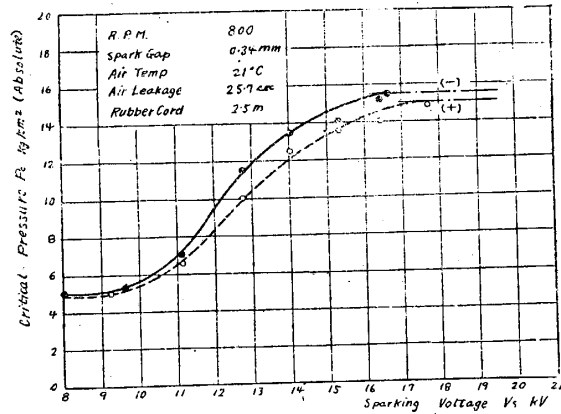
第 21 圖

點火栓に依る實驗(ゴム線 $d=0.34$ 1250 R.P.M.)



第 22 圖

點火栓に依る實驗(ゴム線 $d=0.34$ 1000 R.P.M.)



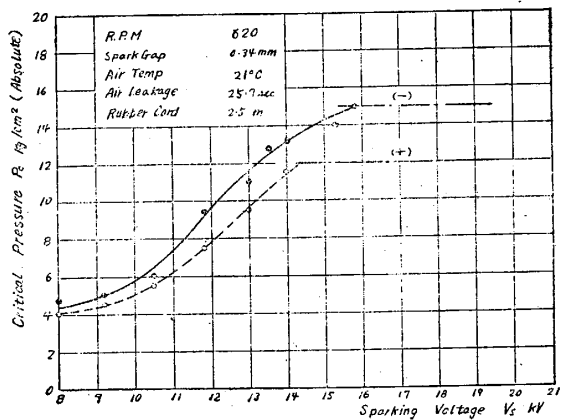
第 23 圖

點火栓に依る實驗(ゴム線 $d=0.34$ 800 R.P.M.)

その差は 1.5kg/cm^2 の程度

(d) このMagneto の最大限界壓力は常溫で

| R.P.M. | $P_c(\text{max})$ (+) | $P_c(\text{max})$ (-) |
|--------|-----------------------|-----------------------|
| 1750 | 15.0kg/cm^2 | 15.0kg/cm^2 |
| 1250 | 16.0 | 16.5 |
| 1000 | 15.0 | 15.5 |
| 800 | 15.0 | 15.5 |
| 620 | 12.0 | 15.0 |



第24圖 點火栓に依る實驗(ゴム線 $d=0.34$ 620 R.P.M.)

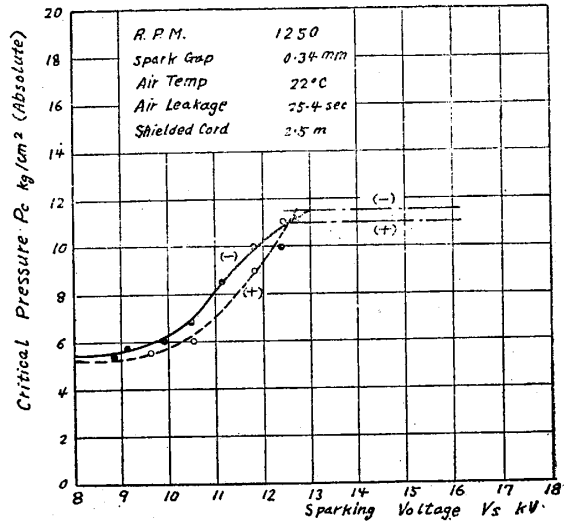
(ii) 2.5m Shielded Cord を用いた時 (第 25, 26, 27 圖参照)

R.P.M. 1250, 1000, 630 の三種につき Shielded Cord 2.5m (300 $\mu\mu\text{F}$) を使用するときの P_c - V_s 曲線を示す。

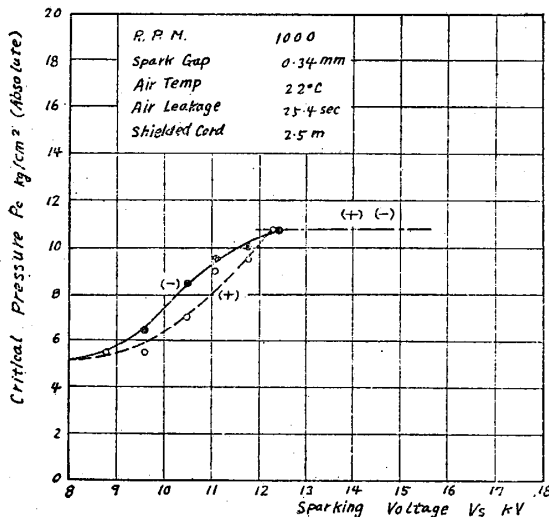
(a) 曲線の形は Rubber Cord 使用の時の下半分に似てゐるが Magnetometer 最大電圧減少のため (第10圖参照) これに相當し, P_c の最大値も甚だしく減少してゐる。

| | $P_c(\text{max})$ | |
|--------|------------------------|------------------------|
| R.P.M. | (+) | (-) |
| 1250 | 11.0kg/cm ² | 11.5kg/cm ² |
| 1000 | 10.8 | 10.8 |
| 630 | 8.0 | 9.5 |

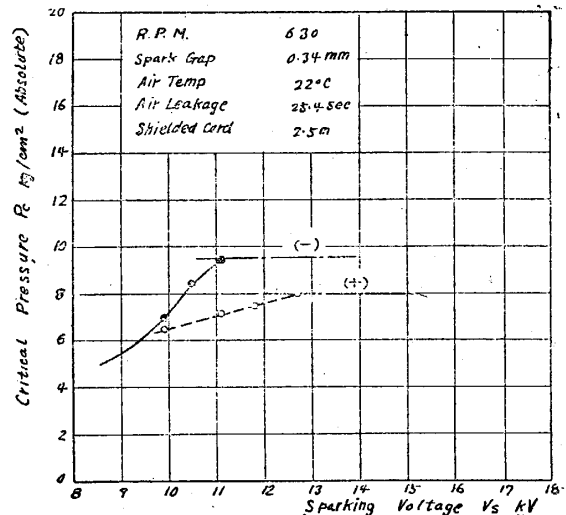
Rubber Cord の時に比して P_c の最大値は 5kg/cm² 内外低下する。



第 25 圖 點火栓に依る實驗 (Shield 線 2.5m $d=0.34\text{mm}$ 1250 R.P.M.)



第 26 圖 點火栓に依る實驗 (Shield 線 2.5m $d=0.34\text{mm}$ 1000 R.P.M.)



第 27 圖 點火栓に依る實驗 (Shield 線 2.5m $d=0.34\text{mm}$ 630 R.P.M.)

(b) 極性の影響は他と同様 (-) の方一定 V_s に對する P_c 大なり。

(iii) Gas Leakage の影響

耐壓 Bomb は電極取附部分その他より壓力高き時に於ては尙多少の空氣洩洩がある。この Leakage の程度を示すに Bomb 内壓力を 20kg/cm² まで上げておき空氣の補給を全然絶ちて 20kg/cm² より 10kg/cm² まで洩漏によつて壓力低下するに要する時間を以て示した。即ちこの時間の短い程空氣の洩漏は大である。

第 28 圖は故意に cock C₂ (第4圖) を幾分開いて空氣の Leakage を大ならしめた場合の曲線である。空氣洩漏大なる程多少 P_c は低下する傾向が見える。(Bomb 内に生ずるイオン

が逸出する量多くなる爲火花が飛び難くなるものか)が實驗の Deta 不足のため充分斷定し難い故詳細は次報に譲る。

6. むすび

(i) 第三極を有し高壓側の極性(-)なる針狀間隙に於て溫度一定(22°C)の下に火花放電を行ふ時の火花電壓 V_s , 限界壓力 P_c , 間隙 d の間には $P_c = 4 \sim 25 \text{ kg/cm}^2$, $d = 0.25 \sim 5 \text{ mm}$, $V_s = 8 \sim 20 \text{ KV}$ の範圍では

$$P_c = \frac{0.77V_s - 2.9}{d^{0.036V_s - 0.04}} \dots\dots\dots(1)$$

なる關係が成立し, Paschen の法則 $V_s = f(P_c d)$ は成立しない。

(1) 式又は第11圖は V_s 及び d さへ同一なればすべての Magneto, 針狀電極に對してあてはまる。普通の Plug に對しても近似的に(1)は成立する。

(ii) d が 0.25 mm 以下の小なる時は d が小さくなると共に P_c は甚だしく増加する。 $d = 1 \text{ mm}$ の如く long gap を實現する爲には 30 kV 以上の甚だしい高壓を與へねばならず d を少し増す爲には V_s を著しく増さねばならぬことが判つた。

(iii) 極性效果は高壓側が(-)の方が火花が飛び易い。即ち V_s の一定値に對し(-)の方が P_c 大となる。極性效果は V_s 大なる程大, Plug に於ても同様。

(iv) 第三極を有することは同一 V_s に對する P_c を増すことに於て多少效果がある。その效果はすべての V_s の値及び極性の(+)(-)に對して略一定である。

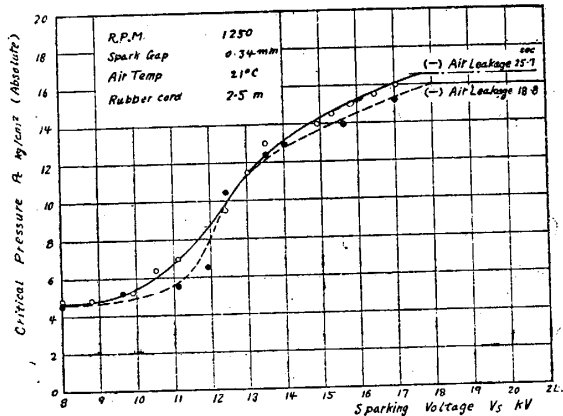
(v) 試驗用 Telco 點火栓に對しては $V_s - P_c$ の關係曲線は針狀間隙の時とは多少異なるも大體の order は(1)式又は第11圖にて示し得る。曲線の形は R.P.M. には無關係たゞ發生二次電壓の變化に比例して P_c (max) のみが變る。

(vi) この magneto の最大限界壓力 P_c (max) は Telco 點火栓 $d = 0.34 \text{ mm}$ の時

| R.P.M. = 1250 | P_c (max) | |
|--------------------|------------------------|------------------------|
| | (+) | (-) |
| 2.5m Rubber cord | 16.0kg/cm ² | 16.5kg/cm ² |
| 2.5m Shielded cord | 11.0kg/cm ² | 11.5kg/cm ² |

單に壓力のみにて考へればこの Magnet で $d = 0.34$ としたる場合には第1圖より壓縮比 $\epsilon = 7$ の發動機に於てゴム線ではブースト +20mmHg, Sieled 線では -215mmHg 以下しか使用出來ぬのであつて現用の發動機でも使用に耐えぬ筈である。しかるに實際には +300~400mmHg 以上まで現在に於ても點火作用を行つてゐるのは單に壓力 P_c のみならずこの他に

- (i) 溫度の影響
- (ii) 殘留ガスの影響(イオン化作用)
- (iii) 燃料蒸氣の影響
- (iv) ガス流動の影響



第 28 圖 空氣洩漏の影響

の諸影響が入ってくる爲であつて、この内 (i) (ii) (iii) は放電を容易ならしむる方に働き (iv) はこれを妨げる様に働くと考へられる。

いづれも実験に依らねば正確な點は不明であるがこの中最も大きな作用をなすものは (i) の温度の影響であり壓力の影響に匹敵し得るものである。即ち温度高くなればなる程火花は飛び易くなり P_c と同時に變化するとすれば V_s はむしろ density ρ と d との函数として考へてよいものであらう。

今假に同一空氣密度なれば壓力温度の如何に關せず火花放電の容易さが同一であると云ふ假定を設ければ空氣密度は

$$\rho_{(PcT)} = 1.293 P_c \frac{273}{T}$$

$$\begin{array}{l} \text{ゴム線} \\ \left. \begin{array}{l} P_c = 16.0 \text{ kg/cm}^2 \\ T = 273 + 22 = 295^\circ \text{K} \end{array} \right\} \rho_{(PcT)} = 1.293 \times 16.0 \times \frac{273}{295} = 19.3 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Shield線} \\ \left. \begin{array}{l} P_c = 11.0 \text{ kg/cm}^2 \\ T = 273 + 22 = 295^\circ \text{K} \end{array} \right\} \rho_{(PcT)} = 1.293 \times 11.0 \times \frac{273}{295} = 13.2 \text{ kg/m}^3 \end{array}$$

となり第3圖點線より即ち吸氣冷却を全くしない時にはゴム線の時はブーストは 1500 mm Hg 以上も耐えられ 0°C に保つても +1290 mmHg に耐え得ることが推定される。又 Shield 線を用ひた時即ち $\rho_c = 13.2 \text{ kg/m}^3$ の時に於ても

| 過給機出口温度 | 壓縮温度 | 許容最大 Boost |
|---------------|-------|------------|
| 110°C (冷却器無し) | 620°C | +950 mmHg |
| 100°C (冷却) | 600° | +910 " |
| 50°C (") | 530° | +790 " |
| 0°C (") | 460° | +660 " |

迄耐え得るならんことが推定される。

更に gap $d = 0.7 \text{ mm}$, $V_s = 13 \text{ kV}$ (Shield 線使用として第10圖より) とすれば

$$P_c = 8.2 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{第11圖})$$

$$\rho_{(PcT)} = 1.293 \times 8.2 \times \frac{273}{295} = 9.8 \text{ kg/m}^3$$

| 過給機出口温度 | 壓縮温度 | 許容最大 Boost |
|-------------|-------|------------|
| 70°C (冷却せず) | 565°C | +450 mmHg |
| 50°C (冷却) | 540° | +410 " |
| 0°C (") | 465° | +310 " |

出力増大の目的により吸氣温度を下げブーストを上げる時には點火の方も相當 Miss する危険を伴ひ易くなることが判る。

以上は推定に過ぎずこの假定が正しいか否かについては更に温度を上げて実験を施行する豫定である。

本実験に使用せる Telco 點火栓は立川工作所の好意に依るもの。又研究費は主として文部省科學研究費に依るものである。(昭和15年11月19日)

附録 第一表 Ball Gap L と Sparking Voltage V_s との關係

(Ball dia. 25mm, 一極接地)

| L mm | V_s KV | L mm | V_s KV | L mm | V_s KV | L mm | V_s KV | L mm | V_s KV |
|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 0.11 | 1.05 | 0.46 | 2.55 | 0.81 | 3.98 | 2.6 | 9.9 | 6.1 | 20.4 |
| 0.12 | 1.10 | 0.47 | 2.59 | 0.82 | 4.02 | 2.7 | 10.2 | 6.2 | 20.7 |
| 0.13 | 1.15 | 0.48 | 2.64 | 0.83 | 4.06 | 2.8 | 10.5 | 6.3 | 21.0 |
| 0.14 | 1.20 | 0.49 | 2.68 | 0.84 | 4.11 | 2.9 | 10.8 | 6.4 | 21.3 |
| 0.15 | 1.25 | 0.50 | 2.72 | 0.85 | 4.15 | 3.0 | 11.1 | 6.5 | 21.6 |
| 0.16 | 1.30 | 0.51 | 2.76 | 0.86 | 4.19 | 3.1 | 11.4 | 6.6 | 21.9 |
| 0.17 | 1.35 | 0.52 | 2.80 | 0.87 | 4.23 | 3.2 | 11.7 | 6.7 | 22.2 |
| 0.18 | 1.40 | 0.53 | 2.84 | 0.88 | 4.27 | 3.3 | 12.0 | 6.8 | 22.5 |
| 0.19 | 1.45 | 0.54 | 2.88 | 0.89 | 4.31 | 3.4 | 12.3 | 6.9 | 22.8 |
| 0.20 | 1.49 | 0.55 | 2.92 | 0.90 | 4.35 | 3.5 | 12.6 | 7.0 | 23.1 |
| 0.21 | 1.54 | 0.56 | 2.96 | 0.91 | 4.39 | 3.6 | 13.0 | 7.1 | 23.4 |
| 0.22 | 1.58 | 0.57 | 3.00 | 0.92 | 4.43 | 3.7 | 13.3 | 7.2 | 23.7 |
| 0.23 | 1.62 | 0.58 | 3.04 | 0.93 | 4.47 | 3.8 | 13.6 | 7.3 | 24.0 |
| 0.24 | 1.66 | 0.59 | 3.08 | 0.94 | 4.51 | 3.9 | 13.9 | 7.4 | 24.3 |
| 0.25 | 1.70 | 0.60 | 3.12 | 0.95 | 4.55 | 4.0 | 14.2 | 7.5 | 24.6 |
| 0.26 | 1.74 | 0.61 | 3.16 | 0.96 | 4.59 | 4.1 | 14.5 | 7.6 | 25.0 |
| 0.27 | 1.78 | 0.62 | 3.21 | 0.97 | 4.63 | 4.2 | 14.7 | 7.7 | 25.3 |
| 0.28 | 1.82 | 0.63 | 3.25 | 0.98 | 4.66 | 4.3 | 15.0 | 7.8 | 25.6 |
| 0.29 | 1.86 | 0.64 | 3.29 | 0.99 | 4.70 | 4.4 | 15.3 | 7.9 | 25.9 |
| 0.30 | 1.90 | 0.65 | 3.33 | 1.00 | 4.74 | 4.5 | 15.6 | 8.0 | 26.2 |
| 0.31 | 1.94 | 0.66 | 3.37 | 1.1 | 5.0 | 4.6 | 15.9 | 8.1 | 26.5 |
| 0.32 | 1.98 | 0.67 | 3.41 | 1.2 | 5.3 | 4.7 | 16.2 | 8.2 | 26.8 |
| 0.33 | 2.02 | 0.68 | 3.45 | 1.3 | 5.7 | 4.8 | 16.5 | 8.3 | 27.1 |
| 0.34 | 2.06 | 0.69 | 3.50 | 1.4 | 6.0 | 4.9 | 16.8 | 8.4 | 27.4 |
| 0.35 | 2.10 | 0.70 | 3.54 | 1.5 | 6.4 | 5.0 | 17.1 | 8.5 | 27.7 |
| 0.36 | 2.14 | 0.71 | 3.58 | 1.6 | 6.8 | 5.1 | 17.4 | 8.6 | 28.0 |
| 0.37 | 2.18 | 0.72 | 3.62 | 1.7 | 7.1 | 5.2 | 17.7 | 8.7 | 28.3 |
| 0.38 | 2.22 | 0.73 | 3.66 | 1.8 | 7.4 | 5.3 | 18.0 | 8.8 | 28.6 |
| 0.39 | 2.26 | 0.74 | 3.70 | 1.9 | 7.7 | 5.4 | 18.3 | 8.9 | 28.9 |
| 0.40 | 2.30 | 0.75 | 3.74 | 2.0 | 8.0 | 5.5 | 18.6 | 9.0 | 29.2 |
| 0.41 | 2.34 | 0.76 | 3.78 | 2.1 | 8.4 | 5.6 | 18.9 | 9.1 | 29.5 |
| 0.42 | 2.38 | 0.77 | 3.82 | 2.2 | 8.7 | 5.7 | 19.2 | 9.2 | 29.7 |
| 0.43 | 2.42 | 0.78 | 3.86 | 2.3 | 9.0 | 5.8 | 19.5 | 9.3 | 30.0 |
| 0.44 | 2.46 | 0.79 | 3.90 | 2.4 | 9.3 | 5.9 | 19.8 | 9.4 | 30.3 |
| 0.45 | 2.51 | 0.80 | 3.94 | 2.5 | 9.6 | 6.0 | 20.1 | 9.5 | 30.6 |

正 誤 表

第 197 號 (昭和16年 1 月) 「電氣火花の耐壓性に關する實驗的研究」

| 頁 | 行 | 誤 | 正 |
|---|----------|--------------------------|---------------------------|
| 3 | 下より 3 行目 | (第 6 圖上より Earth 第三極, 高壓) | (第 6 圖上より 高壓, 第三極, Earth) |
| 8 | 下より 9 行目 | 一定 V_3 に對し | 一定 V_s に對し |
| 8 | 下より 4 行目 | Paschen の法則は法則は | Paschen の法則は |