

Title	水噴射ポンプの温度管制装置の実験
Sub Title	Experimental studies on automatic temperature control unit of water injection pump
Author	渡部, 一郎(Watanabe, Ichiro)
Publisher	慶應義塾大学藤原記念工学部
Publication year	1949
Jtitle	慶應義塾大学藤原記念工学部研究報告 (Proceedings of Faculty of Engineering, Keiogijuku University). Vol.2, No.4 (1949. 4) ,p.1(1)- 7(7)
JaLC DOI	
Abstract	<p>To increase the output of a gasoline engine, it is the general practice to supercharge the engine. In this case, however, the suction temperature increases as the boost pressure increases, to find the engine causing knock phenomena. To avoid this, it is necessary to inject fuel or liquid having large values of latent heat of vaporization, such as methanol or water, into the induction manifold to reduce the suction temperature.</p> <p>The engine, however, does not always operate at full power, and when at partial power, i. e. when the suction temperature is relatively low, methanol or water injection is unnecessary. Therefore, it is preferable to install the engine with the injection pump having automatic temperature control mechanism, such that, injection begins automatically when the suction temperature exceeds some definite value, but ceases injection when the suction temperature descends below this value.</p> <p>Experiments were made with such a injection pump of geared type installed with automatic temperature control unit. This temperature control unit has temperature sensible element using ether as a medium, and the pressure variations of ether caused by temperature variations are transmitted by bellows and links to the plunger valve controlling the overflow area, thus controlling the injected amount of methanol or water. In this case, experiments using water were performed to find the effect of revolutions of the pump, the effect of the springs which control the opening of the above-mentioned overflow area upon injection pressure, amount of injected water and further the temperature at which the injection begins or ceases.</p>
Notes	
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	<a href="https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO50001004-00020004-0001">https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO50001004-00020004-0001</a>

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

# 水噴射ポンプの温度管制装置の實驗

昭和24年(1949)月 日 受理 渡 部 一 郎\*

**Ichirō Watanabe: Experimental Studies on Automatic Temperature Control Unit of Water Injection Pump.** To increase the output of a gasoline engine, it is the general practice to supercharge the engine. In this case, however, the suction temperature increases as the boost pressure increases, to find the engine causing knock phenomena. To avoid this, it is necessary to inject fuel or liquid having large values of latent heat of vaporization, such as methanol or water, into the induction manifold to reduce the suction temperature.

The engine, however, does not always operate at full power, and when at partial power, i.e. when the suction temperature is relatively low, methanol or water injection is unnecessary. Therefore, it is preferable to install the engine with the injection pump having automatic temperature control mechanism, such that, injection begins automatically when the suction temperature exceeds some definite value, but ceases injection when the suction temperature descends below this value.

Experiments were made with such a injection pump of geared type installed with automatic temperature control unit. This temperature control unit has temperature sensible element using ether as a medium, and the pressure variations of ether caused by temperature variations are transmitted by bellows and links to the plunger valve controlling the overflow area, thus controlling the injected amount of methanol or water. In this case, experiments using water were performed to find the effect of revolutions of the pump, the effect of the springs which control the opening of the above-mentioned overflow area upon injection pressure, amount of injected water and further the temperature at which the injection begins or ceases.

**I 緒 言** ガソリン發動機を過給して出力の増大を圖る場合、ブースト壓力を高くすると吸氣の温度が高くなつて、發動機がノックを起すことがある。これを回避するためには、吸氣管にメタノールとか水とか蒸發潜熱の大きな燃料乃至液體<sup>1)</sup>を噴射して吸氣の温度を低下させてやる必要がある。このためには發動機としては、燃料槽の外にメタノールなり水なりを入れた槽をもつてゐることが必要である。

併し乍ら、發動機はつねに全出力で運轉してゐるわけではなくて、吸氣温度の低い場合にはメタノールや水を噴射してやる必要がない。それで吸氣温度が或る特定の温度よりも

\* 工博、慶應義塾大學教授, Dr. Eng., Prof. of Keiogijuku University.

1) メタノール即ちメチル・アルコール  $\text{CH}_3(\text{OH})$  の蒸發潜熱は約 284 kcal/kg, 水の蒸發潜熱は壓力 1.0332 kg/cm<sup>2</sup> のとき 539.3 kcal/kg である。

高くなつたときに、はじめてメタノールなり水なりを噴射し始め、その特定温度よりも低くなれば噴射を自動的に止めるような温度管制装置を作つておけば、非常に便利であるし、又上述のメタノールや水の槽の容量も少なくてすむことになる。

それで従來、メタノール噴射ポンプとして使われていた齒車ポンプを改造して温度管制装置をもつた噴射ポンプを試作して見た。この温度管制装置は後述するように、感温部にはエーテルの蒸氣を用い、温度によるこの蒸氣壓力の變動で空盒を通して噴射ポンプのバイパスの開度を制御するものであつて、この場合は水を使つて水噴射ポンプとして實驗した結果である。

このような温度管制装置のついた噴射ポンプは、發動機の場合ばかりでなく、その外の種々の場合に應用できると思う。

**II 實驗装置と方法** 水噴射ポンプは島津製作所製のメタノール噴射ポンプであつて、これに同所で温度管制装置を試作して装着した。第1圖はこの噴射ポンプ、温度管制装置

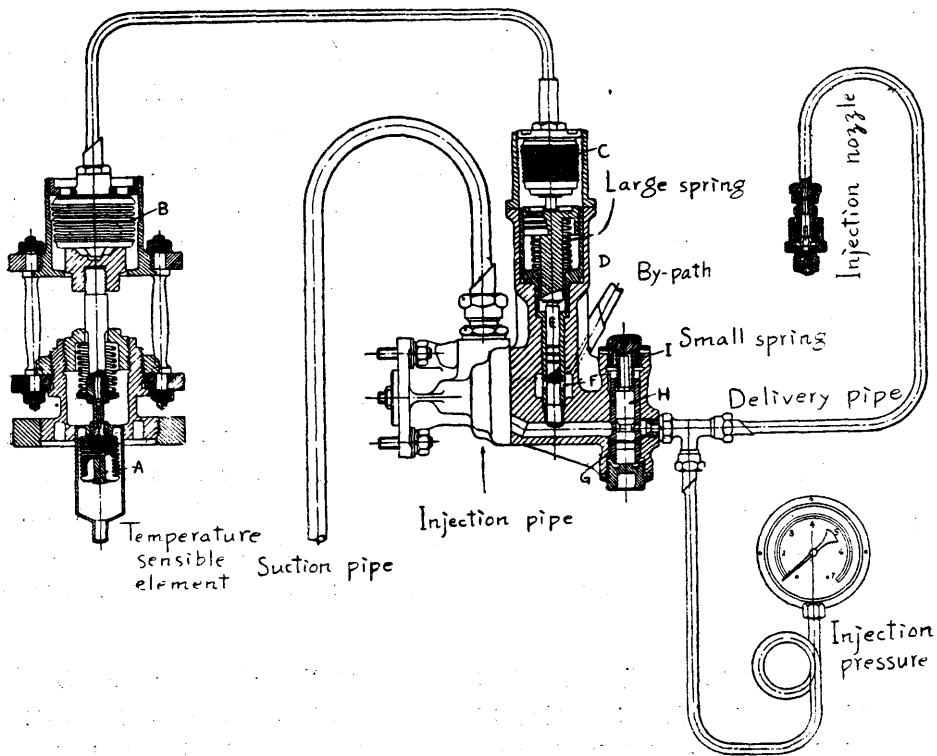


Fig. 1. Injection pump and temperature control unit.

並びに噴射ノズルを示す。圖で左端に感温部とかいたものが吸氣温度に感ずる要素であつて、實際に使う場合にはこれを吸氣管に取付ける。この感温部の内部には圖のように1つの空盒があつて、感温部内の空盒の外側の空間にはエーテルを入れてある。この空盒は普通の空盒とはちがつて、單にエーテルの漏れを防ぐ接手として使つてあるもので、空盒の内部には底部に1つの桿Aを取付けてある。吸氣温度が高まつてエーテルの蒸氣壓力が高くなると、この空盒はちぢむから、ばねの力に打勝つて桿Aが圖で上方に動き、結局上

方にある空盒  $B$  を縮めることになる。感温部と空盒  $B$  との間は、ペークライトで各部を作つてあつて、感温部の温度を空盒  $B$  に傳えないようにしてある。空盒  $B$  はポンプ側の空盒  $C$  と連結してあり、これらの空盒と途中の導管の内部にはエチレングリコールを一杯に填めてあるから、これによつてポンプ側の空盒  $C$  は下方に押される。この空盒  $C$  の動きはばね  $D$ <sup>2)</sup> の力に打勝つてプランジャを下方に下げる。プランジャの下端は、噴射ポンプの吐出側のバイパスの面積を加減する弁になつていて、圖の位置ではこのバイパスの面積が半分以上開いていて、噴射ポンプの吐出側はバイパスをしていることになる。プランジャ  $E$  が下つて、このバイパス弁  $F$  をもつと絞つたとすると、プランジャの下方に掛る壓力が高まり、この壓力は通路  $G$  を通して別のプランジャ  $H$  の下方に働く。  $H$  は平生はばね  $I$ <sup>3)</sup> によつてポンプの噴射ノズルへの通路を遮断しているが、  $H$  が上方に押されるとポンプの吐出側と吐出管とが直通になつて、噴射ノズルから水とかメタノールとかを噴射することになる。噴射ノズルは普通の開口ノズルを用い、噴孔の數は 3 つである。

實驗装置は第 2 圖に示してある。この場合、感温部には吸氣の代りに、バーナーで加熱した油を用い、油をよくかきまわして感温部の温度を一様にするようにした。噴射ノズル

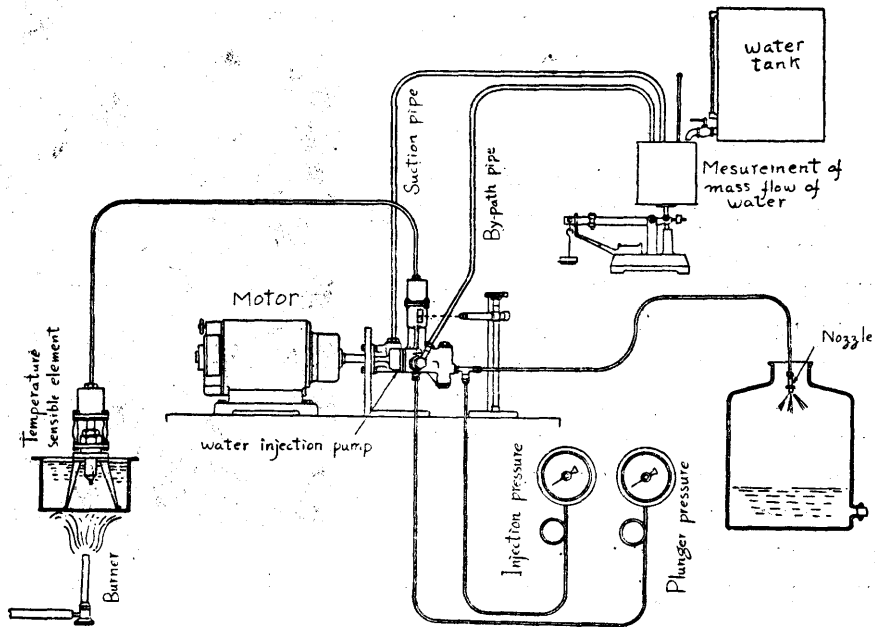


Fig. 2. Experimental set for water injection pump.

から噴射される水は硝子壺に受け、この噴射水量の測定は、バイパスされた水を水量測定と書いてある槽に戻しながら、この槽の目方の減少とその減少する時間を秒時計で測ることによつて算出した。ポンプは 1 HP の 3 相分捲電動機で驅動し、上述の噴射水量の外に噴射壓力を測定した。後に、プランジャ  $E$  の動き従つてバイパス弁  $F$  の開度を知る必

2) 以下には、ばね  $D$  のことは大ばねと呼ぶことにする。

3) 以下には、ばね  $I$  のことは小ばねと呼ぶことにする。

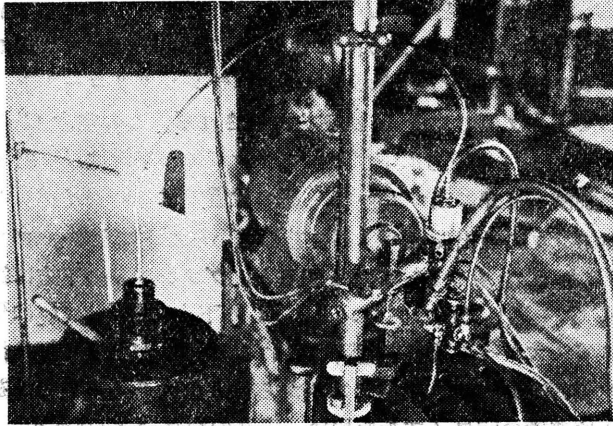


Fig. 3. Photograph of temperature control unit.

つたとき、ノズルから水噴射を開始するように各部を調整しておいて、感温部の温度をこの温度から  $130^{\circ}\text{C}$  まで漸次高めて行き、その途中の数点の温度で、温度を一定に保つたまま水噴射量、噴射圧力、プランジャ圧力、プランジャの位置等を測定した。これらのことをポンプの回転数を變えたり、大ばねや小ばねの強さを變えたりして実験して見た。この場合、感温部のエーテルの温度は周囲の油温とは遅れがあると思はれるので、これは油温が一定してから数分経つた後にデータを採ることとした。又、エーテルの内部に熱電對を装入すれば一番理想的であるが、この実験ではまわりの油温を標準にとつた。エーテルの蒸気圧は温度と共に急激に増すので、<sup>5)</sup>この実験では感温部の温度は  $130^{\circ}\text{C}$  で止めることとした。

### III 実験結果とその考察

#### 3.1 空盒の永久歪の有無をしらべる実験

第1圖の空盒 C はばね D 即ち大ばねによつて永久歪を起すかも知れないと云う心配があるので、大ばねに No. 11、小ばねに No. 6 と云うばねを用いて、噴射ポンプの回転数  $2000 \text{ r.p.m.}$  で実験して見た。即ち油温を噴射開始の温度から  $130^{\circ}\text{C}$  邊りまで漸次高めて行きながら水噴射量、噴射圧力を測定し、次にそのまま放置して翌日又実験をすると云うやり方で性能がちがつて来るかどうかをしらべた。第5圖がこの実験結果であつて、4 回実験をしているが、若し空盒に永久歪が起るものとするると曲線は回数を重ねるにしたがつて漸次移動する筈であるが、この結果を見ると

要ができたので、圖に示してあるように、ポンプのケーシングに孔をあけてカセットメータでプランジャ E の動きを記録すると同時に、プランジャ E の下方の圧力をプランジャ圧力として測定した。第3圖、第4圖はこの実験装置の寫眞であつて、第3圖は噴射ポンプと感温部まわり、第4圖は装置全體を示してある。

実験方法としては、感温部の温度<sup>4)</sup>が或特定の温度にな

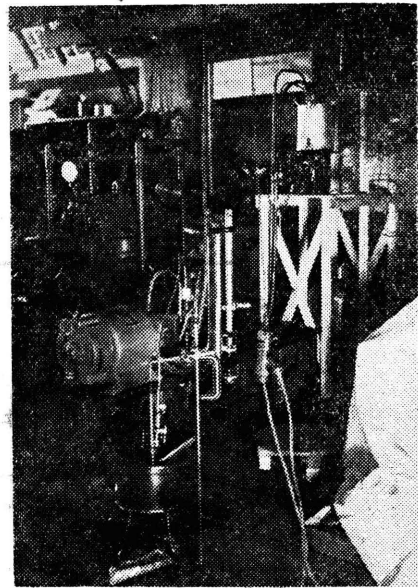


Fig. 4. Photograph of Experimental Set.

4) この実験では温度は  $80^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$  程度の特定の値にえらんだ。

5) 温度  $100^{\circ}\text{C}$  のとき  $6.4 \text{ kg/cm}^2$ ,  $130^{\circ}\text{C}$  のとき  $13.5 \text{ kg/cm}^2$  になる。

實驗の誤差の範圍で第1回の實驗結果から第4回の實驗結果までが相前後して表われている。このことから、この程度の大ばねの強さでは空盒には永久歪は起つていないことが判る。

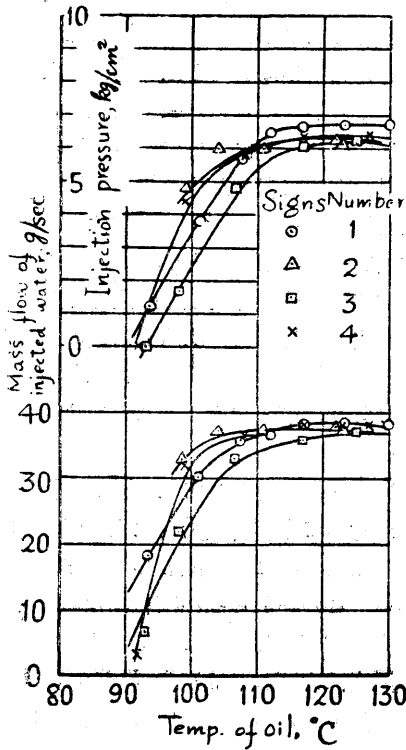


Fig. 5. Permanet set of bellow.  
[ $n=2000$  r.p.m., large spring No. 11, small spring No. 6]

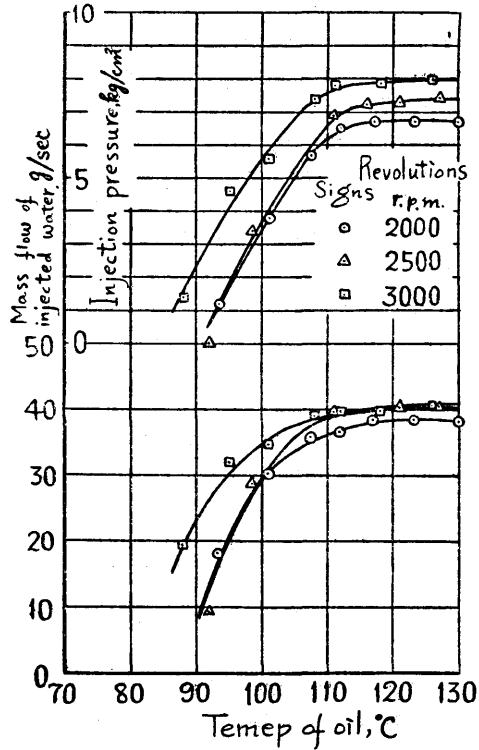


Fig. 6. Influence of revolutions on injection pump. [large spring No. 11, Small spring No. 6]

### 3.2 噴射ポンプの回転数の影響

次に大ばね No. 11, 小ばね No. 6 の同じ組合せを用いて、噴射ポンプの回転数の影響をしらべて見た。第 6 圖がこの實驗結果であつて、即ちポンプ回転数を増すと噴射開始の温度が低くなる。ポンプ回転数が増すと、バイパス弁の同じ開度に対してプランジャ 壓力即ち第 1 圖のプランジャ  $E$  の下方の壓力が高くなるので、プランジャ  $H$  を押し上げ易くなるから當然のことである。又、 $110^{\circ}\text{C}$  位から先の温度では噴射壓力や水噴射量は飽和しているが、回転数の高い程この噴射壓力と水噴射量が増している。

以上の實驗を行つて、更にプランジャ  $E$  の動き従つてバイパス弁  $F$  の開度とプランジャ  $E$  の下方の壓力を測定すると、この温度管制装置の作動がより詳しく理解できると考え、前述したように、これ等を同時に測定しておくこととした。

### 3.3 小ばねの影響

噴射ポンプの回転數 2000 r.p.m., 大ばね No. 11 として小ばねを No. 6, No. 1, No. 2 の 3 種の強さのものについて實驗して見た。この實驗結果は第 7 圖に示してある。小ば

6) 小ばねの強さは No. 6, No. 1, No. 2 の順に弱くなつてゐる。

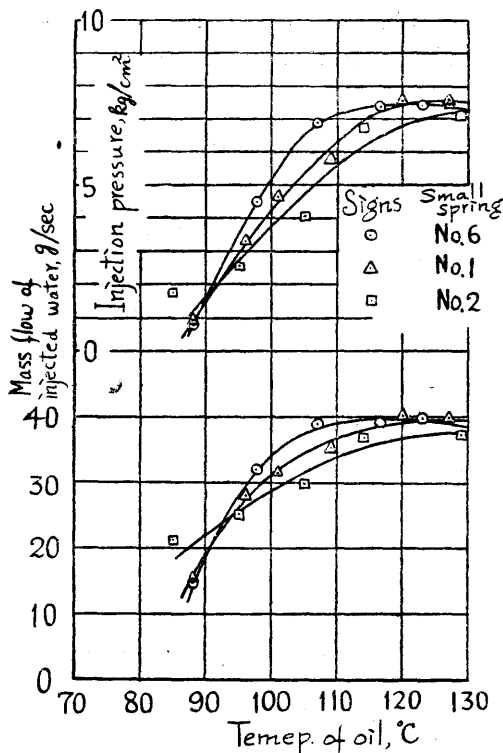


Fig. 7. Influence of small spring  
[ $n=2000$  r.p.m., large spring No. 11].

のであるから、この方は問題にしないでも良い。噴射圧力又は水噴射量の最高値は小ばねの強さには無関係に一定である。

### 3.4 大ばねの影響

次に、噴射ポンプの回転数は 2000 r.p.m. に一定に保つて、小ばねは No. 6 を用い、大ばねの方を No. 2, No. 11, 現用の 3 種の強さのちがつたものを装着して実験して見た。大ばねの強さの影響をしらべるには、噴射開始のときのバイパス弁  $F$  の開度を一定に保つて比較するのが最も合理的と考えられる。やはり油温を漸近高めて行つてプランジャ圧力を測定して見ると第 8 圖の如くなり、大ばねが強い程プランジャ圧力の高まり方も急激である。油温が高くなつて、バイパス弁  $F$  が閉まろうとすると、プランジャ圧力は大きくなろうとするが、大ば

ね即ち第 1 圖のばね  $I$  は噴射ポンプの吐出口をノズルに連結するプランジャに入れてあるものであるから、小ばねが強い程より高いプランジャ圧力従つて大ばねが同じならばより高い油温でなければ噴射を開始しないことは容易に考えられることであり、実験結果も同様の傾向を示している。次に、噴射開始の温度から油温を高めて行つた場合の噴射圧力又は水噴射量の油温に對する勾配は、小ばねが強い程急になることが容易に考えられるが、実験結果も同様の結果を示している。尙、噴射圧力又は水噴射量の飽和したときの値は小ばねの強さには無関係な筈であり、第 7 圖もこのことを裏書きしている。

温度管制装置としては、僅かの温度變化に對しても噴射圧力又は水噴射量が急激に變化することが望ましいわけであるから、この點からは小ばねはなるべく強いものが望ましいのである。水噴射開始の温度は大ばね又は空盒  $B, C$  (第 1 圖) の締め方によつてどの様にも調整が効く

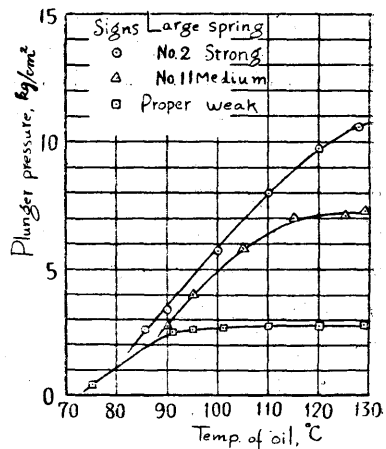


Fig. 8. Influence of large spring  
[ $n=2000$  r.p.m. spring No. 6. plunger opening at the beginning of injection is constant.]

7) 大ばねの長さを 28 mm に壓縮したときの荷重は No. 2 では 3.65 kg, No. 11 では 1.50 kg, 現用では 0.74 kg であつて、強さもこの順になっている。

ねが強い場合にはこの高くなつた壓力と平衡してバイパス弁  $F$  の開度はどんどん小さくなつて行くが、大ばねが弱いとばねが壓力にまけてバイパス弁  $F$  の開度がなかなか小さくならないことは、プランジャ  $E$  の動きから開度を實測して見ると明らかであつて、従つて大ばねが強い程プランジャ壓力が急激に増大するのである。

第9圖はこの場合の噴射壓力、水噴射量と油温との關係であつて、大ばねが No. 2 のように強い場合には、上述したようにプランジャ壓力も高いから、噴射開始の温度は低くなり、噴射の増し方も急であるし、噴射壓力や水噴射量も最も大きくなる。No. 11 は強さが No. 2 にくらべると弱い大ばねであつて、これでは噴射開始の温度が高まり、噴射壓力や水噴射量が減つてくる。現用と云うのは最も弱い大ばねであつて、この場合のプランジャ壓力は第8圖に示してあるように  $2.8 \text{ kg/cm}^2$  程度で飽和して終るので、第1圖のプランジャ  $H$  を押し上げることがなかなかできないのであつて、第9圖に示してあるように、 $110^\circ\text{C}$  以上になつてはじめて噴射が始まることになつている。この場合、バイパス弁  $F$  は油温が高まつてもなかなか閉まらないことは實測の結果から知れるのである。

従つて大ばねとしては、やはり空盒  $C$  が永久歪を起さない範圍ではなるべく強いものが望ましいのである。又前述したように、小ばねの方もなるべく強いものを用いた方がこの管制装置が敏感になるのである。

この温度管制装置の油温の變化に對する應答の速さは、はつきりしたことは測定しなかつたけれども、1分程度である。

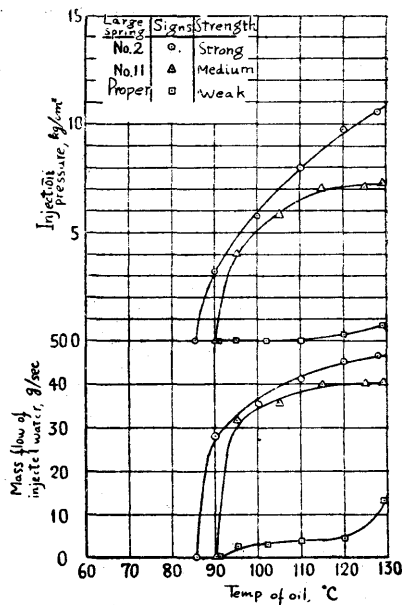


Fig. 9. Influence of large spring [n=2000 r.p.m. small spring No. 6. plunger opening at the beginning of injection is constant.]