慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

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	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.
Notes	
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO50001004-00020004-0001

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.

水噴射ポンプの溫度管制裝置の實驗

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增大を圖る場合，ブースト壓力を高くすると吸氣の溫度が高くなつて，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潛熱の大きな燃料乃至液體[1]を噴射して吸氣の溫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，吸氣溫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。それで吸氣溫度が或る特定の溫度よりも

---

* 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 $CH_3(OH)$ の蒸發潛熱は約 284 kcal/kg，水の蒸發潛熱は壓力 1.0332 kg/cm² 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，その特定溫度よりも低くなれば噴射を自動的に止めるような溫度管制裝置を作つておけば，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くてすむことになる。

それで從來，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溫度管制裝置をもつた噴射ポンプを試作して見た。この溫度管制裝置は後述するように，感溫部にはエーテルの蒸氣を用い，溫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。

このような溫度管制裝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　實驗裝置と方法　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，これに同所で溫度管制裝置を試作して裝着した。第1圖はこの噴射ポンプ，溫度管制裝置

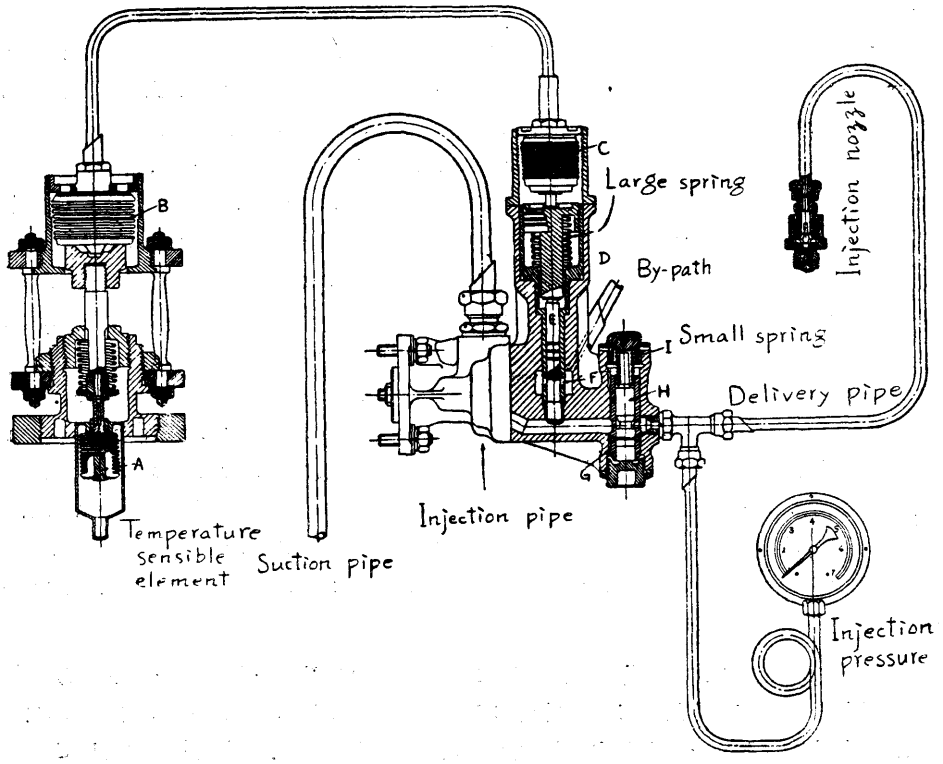

Fig. 1. Injection pump and temperature control unit.

並びに噴射ノズルを示す。圖で左端に感溫部とかいたものが吸氣溫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。この感溫部の內部には圖のように1つの空盒があつて，感溫部內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，空盒の內部には底部に 1 つの桿 A を取付けてある。吸氣溫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。感溫部と空盒 B との間は，ベークライトで各部を作つてあつて，感溫部の溫度を空盒 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塡めてあるから，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[2] 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[3] によつてポンプの噴射ノズルへの通路を遮斷しているが，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。

實驗裝置は第2圖に示してある。この場合，感溫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溫部の溫度を一樣にするようにした。噴射ノズル

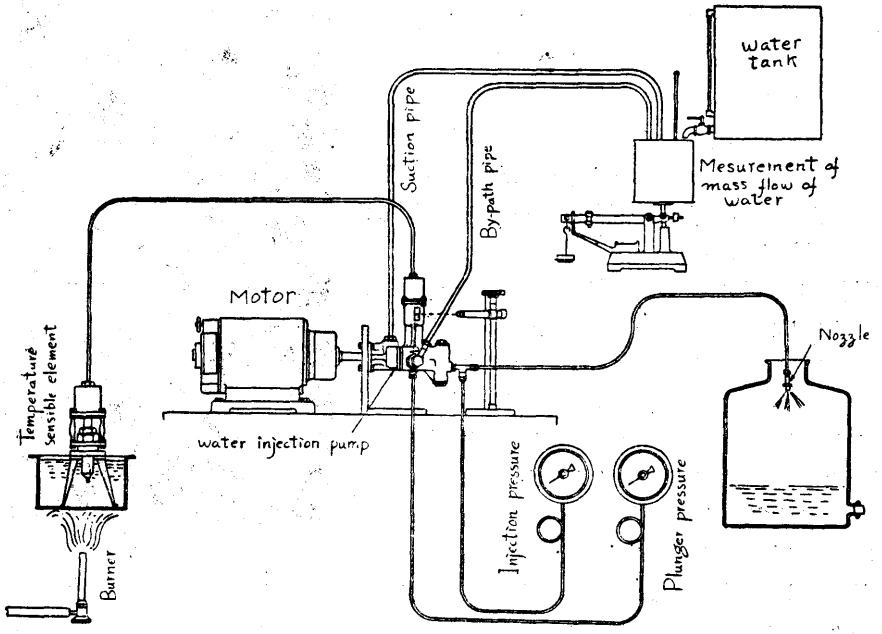

Fig. 2. Experimental set for water injection pump.

から噴射される水は硝子壜に受け，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 の動き從つてバイパス弁 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。

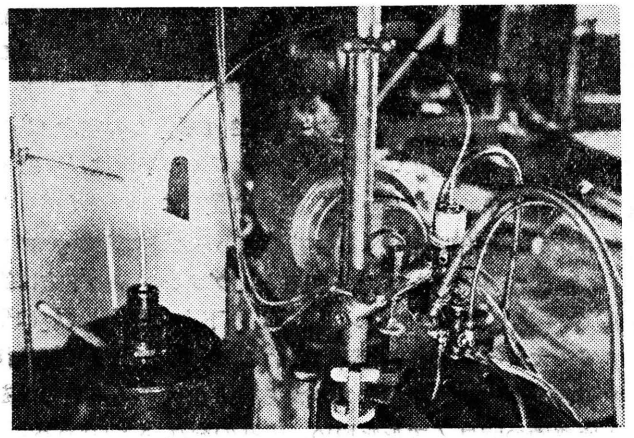

Fig. 3. Photograph of temperature control unit.

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 の下方の壓力をプランジャ壓力として測定した。第3圖，第4圖はこの實驗裝置の寫眞であつて，第3圖は噴射ポンプと感溫部まわり，第4圖は裝置全體を示してある。

實驗方法としては，感溫部の溫度[4] が或特定の溫度になつたとき，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，感溫部の溫度をこの溫度から 130°C まで漸次高めて行き，その途中の數點の溫度で，溫度を一定に保つたまま水噴射量，噴射壓力，プランジャ壓力，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轉數を變えたり，大ばねや小ばねの强さを變えたりして實驗して見た。この場合，感溫部のエーテルの溫度は周圍の油溫とは遲れがあると思はれるので，これは油溫が一定してから數分經つた後にデータを採ることにした。又，エーテルの內部に熱電對を裝入すれば一番理想的であるが，この實驗ではまわりの油溫を標準にとつた。エーテルの蒸氣壓は溫度と共に急激に增すので，[5] この實驗では感溫部の溫度は 130°C で止めることとした。

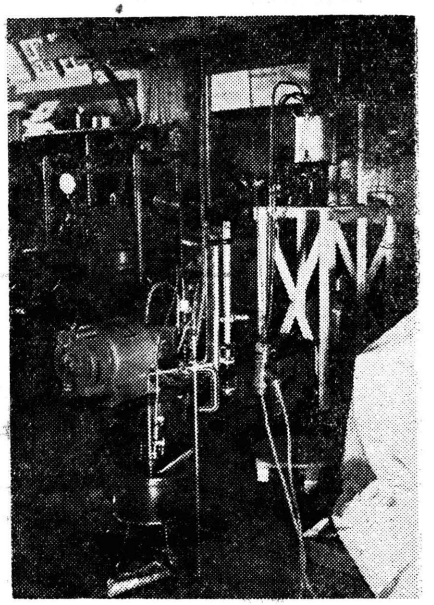

Fig. 4.
Photograph of Experimental Set.

III　實驗結果とその考察

3·1　空盒の永久歪の有無をしらべる實驗

第1圖の空盒 C はばね D 卽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，噴射ポンプの回轉數 2000 r.p.m. で實驗して見た。卽ち油溫を噴射開始の溫度から 130°C 邊りまで漸次高めて行きながら水噴射量，噴射壓力を測定し，次にそのまま放置して翌日又實驗をすると云うやり方で性能がちがつて來るかどうかをしらべた。第5圖がこの實驗結果であつて，4 回實驗をしているが，若し空盒に永久歪が起るものとすると曲線は回數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

4) この實驗では溫度は 80°，90° 程度の特定の値にえらんだ。

5) 溫度 100°C のとき 6.4 kg/cm², 130°C のとき 13.5 kg/cm² 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强さでは空盒には永久歪は起つていないことが判る。

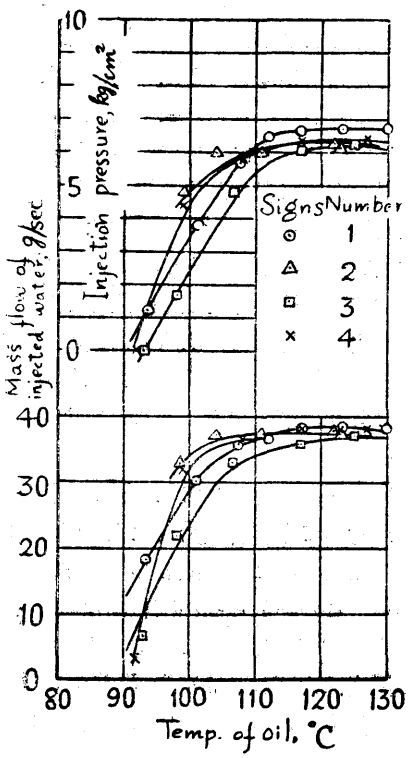

Fig. 5. Permanet set of bellow. [n=2000 r.p.m., large spring No. 11, small spring No. 6]

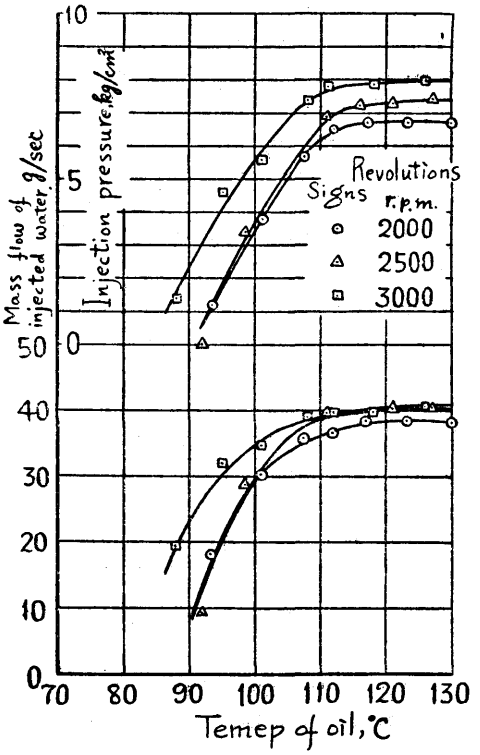

Fig. 6. Influence of revolutions on injection pump. [large spring No. 11, Small spring No. 6]

3·2 噴射ポンプの回轉數の影響

次に大ばね No. 11, 小ばね No. 6 の同じ組合せを用いて，噴射ポンプの回轉數の影響をしらべて見た。第 6 圖がこの實驗結果であつて，卽ちポンプ回轉數を增すと噴射開始の溫度が低くなる。ポンプ回轉數が增すと，バイパス弁の同じ開度に對してプランジャ壓力卽ち第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 を押上げ易くなるから當然のことである。又，110°C 位から先の溫度では噴射壓力や水噴射量は飽和しているが，回轉數の高い程この噴射壓力と水噴射量が增している。

以上の實驗を行つて，更にプランジャ E の動き從つてバイパス弁 F の開度とプランジャ E の下方の壓力を測定すると，この溫度管制裝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

噴射ポンプの回轉數 2000 r.p.m., 大ばね No. 11 として小ばねを No. 6, No. 1, No. 2 の 3 種の强さのもの[6]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) 小ばねの强さは No. 6, No. 1, No. 2 の順に弱くなつている。

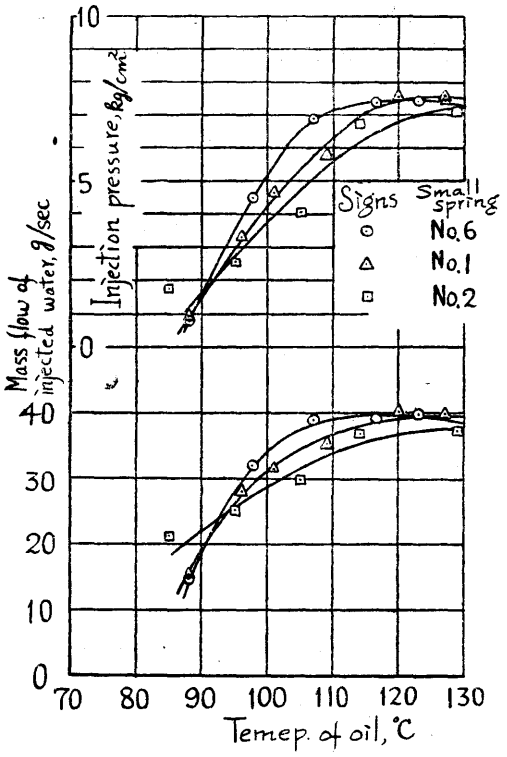

Fig. 7. Influence of small spring
[n=2000 r.p.m., large spring No. 11].

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壓力從つて大ばねが同じならばより高い油溫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，實驗結果も同樣の傾向を示している。次に，噴射開始の溫度から油溫を高めて行つた場合の噴射壓力又は水噴射量の油溫に對する勾配は，小ばねが強い程急になることが容易に考えられるが，實驗結果も同樣の結果を示している。尙，噴射壓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關係な筈であり，第 7 圖もこのことを裏書きしている。

溫度管制裝置としては，僅かの溫度變化に對しても噴射壓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。水噴射開始の溫度は大ばね又は空盒 B, C（第 1 圖）の締め方によつてどの樣にも調整が効くのであるから，この方は問題にしないでも良い。噴射壓力又は水噴射量の最高値は小ばねの強さには無關係に一定である。

3·4　大ばねの影響

次に，噴射ポンプの回轉數は 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[7] のちがつたものを裝着して實驗して見た。大ばねの強さの影響をしらべるのには，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。やはり油溫を漸近高めて行つてプランジャ壓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壓力の高まり方も急激である。油溫が高くなつて，バイパス弁 F が閉まろうとすると，プランジャ壓力は大きくなろうとするが，大ば

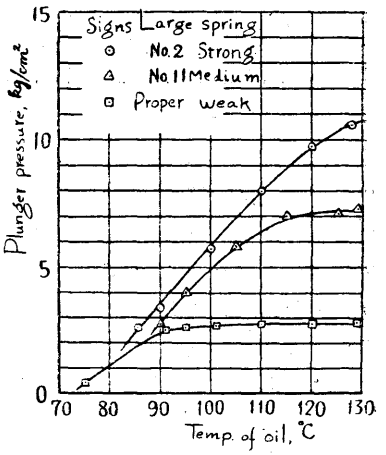

Fig. 8. Influence of large spring
[n=2000 r.p.m. spring No. 6. plunger opening at the begining of injection is constant.]

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，強さもこの順になつている。

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，從つて大ばねが強い程プランジャ壓力が急激に增大するのである。

第9圖はこの場合の噴射壓力，水噴射量と油溫との關係であつて，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，噴射開始の溫度は低くなり，噴射の增し方も急であるし，噴射壓力や水噴射量も最も大きくなる。No. 11 は强さが 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溫度が高まり，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 kg/cm² 程度で飽和して終うので，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°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 は油溫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。

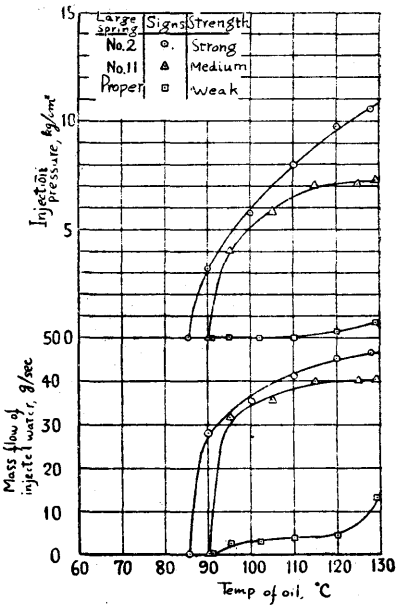

Fig. 9. Influence of large spring [n=2000 r.p.m. small spring No. 6. plunger opening at the begining of injection is constant.]

從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强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强いものを用いた方がこの管制裝置が敏感になるのである。

この溫度管制裝置の油溫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。