621.436.1.038

ピン型ノズルを有するユニット・インゼクタについて⁽¹⁾小 栗 達⁽²⁾

Researches on the Unit Fuel Injector with the Pintle Nozzle

by Tatsu OGURI

This report deals with the unit fuel injector having a pintle nozzle, which was modified from the famous General Motors' unit injector with a flat type valve. Since the General Motors' diesel engine has a combustion chamber of direct injection type, so its injector has a spray tip with the multiples-holes. But instead of this type the author has adopted the pintle nozzle, because he intended to apply the injector to the precombustion chamber or turbulence chamber.

As to this injector the author measured the rate of fuel discharge and observed the spray formation by means of the strobo-flash apparatus, and he also calculated the injection pressure according to the statical compression theorem. These calculated results agreed fairley well with the measurements.

1. 緒 言

ディーゼル機関における燃料噴射装置の中噴射ポンプとノズルとの間に連絡管を使用する通常の型式については従来広範囲の研究がなされて来た。しかしこの管を省略し噴射ポンプとノズルを一体にしたいわゆるユニット・インゼクタについてはその実用例が少ないだけに発表された研究も少いようである。

ユニット・インゼクタで現在広く知られているのは米国ジェネラル・モータースの製品で筆者もこれにならってインゼクタを試作し実験したのでここに報告する。ジェネラル・モータースのインゼクタは相手が直接噴射式燃焼室であるため多孔型ノズルを付けているが筆者は副室燃焼室への応用を目指しピン型ノズルを採用した。このノズルは開放弁を変形した型で、ジェネラ

第 1 図

ル・モータースで言う Flat Type⁽³⁾に属するものである。元来予燃焼室のごとき副室燃焼室においては燃料噴射系に対する要求が直接噴射式におけるごとくきびしくないとされている。しかし、インゼクタには高压噴射の生成および噴射過程設計の容易等種々の長所があるので一つの試みとして副室燃焼室用のピン型ノズル付インゼクタについて実験した。

2. 実験装置

2.1 インゼクタ 本実験に使用したインゼクタのすべてはディーゼル機器会社松山工場において製作された。第1図にその断面図を示す。図においてバレル(3)、スペイサー(5)、弁座(6)、弁(7)およびノズル(8)がナット(4)によってインゼクタ本体(1)に同一軸線上に締めつけられそのバレル内をプランジャ(2)が滑動する。従動子(11)がカムに突かれて下方に動くときプランジャが燃料油の圧縮を行い、もどり行程はプランジャばね(12)による。(9)は燃料噴射量調節用のラック、(10)がそれと噛み合うピニオンである。ピニオンの回転がプランジャをその軸心のまわりに回転させ、噴射量の調節をするのはボッシュ型等と変りない。燃料は矢印の方向から供給されフィルタカップ(14)をへてフィルタ(13)で最後のろ過を受け通路をへてバレルに達す。第2図にはノズル部を拡大して示した。圧力油はスペイサー(5)の中央の穴を通して弁座(6)内にあるチェックバルブ(6a)を落して下に進み弁ばね(7a)に打ちかって弁を押下げ油路(y),(z)をへて噴孔に達する。ノズルからの噴出はボッシュのピン型弁と同様であるがこ

の場合ピンが外方にリフトすることが異なる。

第 3 図はプランジャ (2)、パレル (3) の下端部の拡大図である。この機構は筆者の考案によるものであってボッシュ型プランジャおよびパレルにそれぞれ細みぞと小穴を附加しいわゆる前期噴射を行わせようという計画である。プランジャの噴射量調節面 (切欠きのある面) の

下端部近くに細みぞ (15)* を切りこのみぞと高压側 (19) とは常に連絡されている。ここに対するパレルには主噴射リリース穴 (16) の下に前期噴射用小穴 (17)* があり、その対照位置に燃料供給孔 (18) があけられている。プランジャが運動を

起して図の位置まで来ると 3 個の穴が全部閉じて圧縮ははじまる。これは予備圧縮とも言ふべきもので弁ばねに抗して弁をリフトせしめるに十分なる圧力を生ぜしめ、また前回の噴射終りに弁が弁座にかえると燃料をパレル側に逆流させノズル室またはばね室内に空どうの発生が予想されるがその空どうを埋める作用も行われる。かくて噴射が開始するがその時期には既に細みぞ (15) と小穴 (17) とが連絡し燃料はノズルの他にこの通路からも低压側に噴出しノズルからの噴射はそれだけ抑制される。かかる状態は細みぞと小穴の連絡が再び切れるまで続くのでありこれが前期噴射になる。それ以後は主噴射であって切欠部がリリース穴と連絡するまで圧縮が続く。

使用したプランジャは径 7 mm, その行程は 9・1

* この節に関し特許出願中。

第 2 図

第 3 図

mm, カムのプロフィールはボッシュ用カム PPZ-6/1 に近い。ノズルは二組用意し概要次の寸法を有する。

第 1 表

	ノズル a	ノズル b
噴 孔 径 (mm)	1	1
ピンの先端径 (mm)	0・90	0・99
噴孔部通路面積 (mm ²)	0・1929	0・05856
弁のリフト (mm)	0・8	0・4
ピンの先端円すい角(度)	4, 6, 8	4, 6, 8
弁の静的開口圧力 (kg/cm ²)	45	100
弁ばねのこわさ (kg/mm)	8・9	16・1

測定に用いた主なノズルは、共に円すい角度 4 度のもの、また表中の噴孔部通路面積は上記の角度 4 度の弁がそのストッパーまでリフトしている時の設計寸法である。なお使用した燃料は比重 0・830 (20°C) の軽油である。

2・2 噴射率測定装置 単位カム角度あたりの噴射量すなわち噴射率の測定はストロボ円板によった。第 4 図に装置の断面図、第 5 図の 1, 2 にはそれぞれ外観および容器の内側を示した。図において燃料カム (21) と直結されたフランジ (22) に円板 (23) が締めつけられ、これらが容器 (20) に納められている。カムの運動は、ローラー (24)、突き棒 (25)、揺り腕 (26) をへてインゼクタ (1) に伝えられ噴油が円板にふきつけられる。円板は外径 500 mm で円周に 1 度の幅のスリット (23a) を有す。円板とフランジとはその締付け位置を変えることが出来、それによってスリットとカムとの位相をかえるのであるが、運転はその度ごとに停止せねばならない。スリットを通った噴油を採取管 (27) で集め天秤で秤量する。(28) は噴射量調節桿の固定具であり、(29), (30) はそれぞれインゼクタへの燃料供給管およびもどり管である。

第 4 図

第 5 図 (1)

第 5 図 (2)

2・3 噴霧撮影装置 インゼクタから大気中への噴射状態を安宅商会製のストロボライトによって撮影した。第6図に装置の概要を示す。インゼクタ(1)はその駆動機本体(31)(噴射率測定容器本体(20)とは別)にとりつけられ燃料受器(34)に向かって噴射する。(32)は尺度で噴射方向に平行にかつカメラからの距離が噴霧の中心線とほぼ同一になるごとく取付

第 6 図

けられる。(33)は燃料カム軸と直結された機械的シンクロナイザー、(35)は水銀放電管でストロボの発光体である。(36)は撮影用カメラでキャノンカメラ社製X線用6×6判, R-SERENAR 1:2, $f=8\text{ cm}$ のレンズを使用した。

3. 実験結果

3・1 噴射率 第7, 8, 9図に噴射率の測定結果の数例をあげる。これらは第4図に示した採取管(27)から1000~2000回分の噴油量をとり、その平均値をもって噴射率とし、それを各カム位置

につき求めて出来た線図である。横軸のカム角の零度はプランジャの予備圧縮の始めを示しA点(2.5度)は予備圧縮の終り、それよりB点(8度)まで前期噴射、以後主噴射で圧縮終りがC点(20度)である。1回転の全噴射量は600rpmの時aノズルで86.8mg, bノズルで81.7mgであった。

(イ) 回転数の影響 カム軸回転速度を200rpmから100rpmとびに900rpmまで変化させた。弁ばねの弱いaノズルでは噴射開始が回転数に影響を受けずに一定であり、噴射終りのみがわずかに延びる。また、この場合低速から高速まで前期噴射が発生している。弁ばねの強いbノズルでは、300rpm以下の低速で前期噴射に相当する期間に弁をリフトすること出来ず前期噴射が起らない。400rpm以上になってはじめて前期噴射が起る。そのため噴射ははじめは低速でaノズルよりかなり遅れるが高速に行くにつれ漸次近より遂に一致する。噴射終りがaノズルよりおくれるのは噴孔面積がきわめて小さく圧力の下り方がそれだけ遅れるものと想像される。いずれにしても噴射管に原因

第 7 図

第 8 図

第 9 図

する現象が入らないので回転速度の影響もそれだけ簡単である。また、噴射率最高の点が回転速度によってあまり変化しないことは高速に行くにつれ噴射圧力の最高がきわめて高くなることを示している。

なおプランジャの予備圧縮がはじまってから実際に噴射が起るまでに相当の遅れがあることがわかる。これは弁の慣性の影響の他に前回の噴射終りに弁が弁座にもどるときバレル側に燃料を逆流させ、ノズル室およびばね室内に空気を発生するため、次回の噴射に先立ちそれを埋める必要があることに原因すると想像される。

(ロ) 噴射量の影響 同一回転速度でポンプの噴射量を変えた場合の結果を第 10 図に示した。図は a

第 10 図

ノズルについての結果でカムの圧縮終りが20度のときと13度のときの二つの場合で、1回転当りの噴射量がそれぞれ84.1mg, 35.9mgであった。ここで明らかなように噴射はじめの状態は噴射量の大小、換言すれば調節桿の位置に関せず同一であって噴射終りに違いがあるだけである。

11 の 1 (噴射開始後 2.1 度)

11 の 2 (" 5.1 度)

11 の 3 (" 7.1 度)

11の4(噴射開始後8.3度)

11 の 5 (" 9.7 度)

11 の 6 (" 13.0 度)

11 の 7 (" 15.0 度)

第 11 図

これは第3図に示したプランジヤの細みぞ (15) がその下端面に平行に切られておりプランジヤをその軸心のまわりに回転するも細みぞと小穴 (17) との関係位置が変わらないことに原因する。

3・2 噴霧写真 第11図の1~7に噴霧撮影結果の一例を示す。これはbノズルにつき撮影した例でカム軸回転速度は600rpm, プランジヤの圧縮終り13度の場合である。写真の右側に見えるのは尺度で第6図の(32)に示したものの、その数字はcm単位、また各噴霧の時期は噴射開始時から測ったカム角度すなわち噴孔部に噴霧先端の出現を見た時を零度としそこから測ったカム角度である。図の1, 2は噴射始めより5度附近までの状態で前期噴射を示している。2では噴孔部にまさに主噴射の噴霧が出ようとしている時期であり、3では矢印の位置まで来ている。4, 5となると主噴射はますますさかんとなり6では完全に前期噴射を追越してしまう。7は噴射終り状態を示している。噴射の切れは予想したほど鋭くない。

aノズルの場合300rpm以下の低速にも前期噴射がおこることは噴射率線図にも見られたところであるが、これらは低圧の噴射で肉眼の観察によっても霧化状態のよくないのが明瞭であった。したがって低速時にも前期噴射を無くさずその圧力のある程度高からしめるには更に工夫を要する。

4. 噴 射 圧 力

4・1 噴射圧力の計算 ユニット・インゼクタでは噴射管がないので完全に静的圧縮として取扱うことができ設計等にはきわめて便利である⁽⁴⁾。しかし噴射器内の全容積は小さく、したがってプランジヤの運動による容積変化を無視することができない。第12図に記入したごとく次の記号を用いる。

第 12 図

p = バレル内の圧力 p_L = 外気の圧力
 p_n = ノズル室内の圧力 p_e = ばね室内の圧力
 f_n = ノズル部の通路面積 f_v = 弁座部の通路面積
 f_s = ノズル室連通部の通路面積

これらの各通路面積は弁の運動につれて変化するが、ここには簡単のために弁は噴射中常にストッパーまでリフトしているものと仮定し面積はその時の値をとって一定値とす。また次の流量係数も一定値として計算する。

c_n = ノズルの流量係数, c_v = 弁座部の流量係数,

c_s = ノズル室連通部の流量係数。

連続の関係より,

$$c_n f_n \sqrt{p_n - p_L} = c_s f_s \sqrt{p_s - p_n} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$c_s f_s \sqrt{p_s - p_n} = c_v f_v \sqrt{p - p_s} \quad \dots\dots\dots (2)$$

p_L を無視し一方において

$$\xi = c_s f_s / (c_n f_n); \quad \eta = c_v f_v / (c_s f_s) \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{とおけば} \quad p_n = p \xi^2 \eta^2 / (\xi^2 \eta^2 + \eta^2 + 1) \quad \dots\dots\dots (4)$$

次に V_0 = 圧縮開始時におけるバレルから弁座までの全容積

E = 燃料の体積弾性係数, ρ = 燃料の密度

f_p = プランジヤの断面積

x = 圧縮開始点からのプランジヤのリフト

θ = 同上点からのカムの回転角度

f_t = 前期噴射用細みぞおよび小穴の通路面積
 (プランジヤのリフトにつれて変化するがその平均値をとって一定値とする。)

c_t = 同上の流量係数でこれも一定値と仮定

n = カム軸の回転速度 rpm

とおけば前期噴射に対して,

$$\frac{E f_p}{V_0 - f_p x} \frac{dx}{d\theta} 6n - \frac{E}{V_0 - f_p x} \left\{ c_n f_n \sqrt{\frac{2p}{\rho}} + c_t f_t \sqrt{\frac{2p}{\rho}} \right\} = \frac{dp}{d\theta} 6n \quad \dots\dots\dots (5)$$

この $(dx/d\theta)$ は定数でないのが一般であるが、これを変数にとると取扱いが面倒となるので前期噴射中の平均値をとって一定値として扱う。 $w_0 = dx/d\theta$ とおけば $x = w_0 \theta$ と表わすことができる。(4)を用いて(5)を次のごとく改める。

$$\frac{E f_p w_0}{V_0 - f_p w_0 \theta} 6n - \frac{E}{V_0 - f_p w_0 \theta} \sqrt{\frac{2p}{\rho}} \left(c_n f_n \sqrt{\frac{\xi^2 \eta^2}{\xi^2 \eta^2 + \eta^2 + 1}} + c_t f_t \right) = \frac{dp}{d\theta} 6n \quad \dots\dots\dots (6)$$

この式を解くために

$$\left. \begin{aligned} A &= V_0 / (f_p w_0), \quad B = c_n f_n (2/\rho)^{1/2} / (f_p w_0) \\ C &= \xi \eta / (\xi^2 \eta^2 + \eta^2 + 1)^{1/2}, \quad D = c_t f_t / (c_n f_n) \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots\dots (7)$$

とおいて次の解がえられる。

$$\frac{B(C+D)}{6n} \sqrt{p} + \log_e \left\{ 1 - \frac{B(C+D)}{6n} \sqrt{p} \right\} = \frac{E}{2} \left\{ \frac{B(C+D)}{6n} \right\}^2 \log_e (A - \theta) + K_1 \quad \dots\dots\dots (8)$$

ここに K_1 は積分定数で噴射開始のカム角とその時の圧力から求められる。この式は前期噴射の終りまで適用される。その終了時のカム角を θ_1 , 容積を V_1 とすれば主噴射に対する次の式を得る。

$$\frac{E f_p w_0}{V_1 - f_p w_0 (\theta - \theta_1)} 6n - \frac{E}{V_1 - f_p w_0 (\theta - \theta_1)} \frac{c_n f_n \xi \eta}{\sqrt{\xi^2 \eta^2 + \eta^2 + 1}} \sqrt{\frac{2p}{\rho}} = \frac{dp}{d\theta} 6n \quad \dots\dots\dots (9)$$

この w_θ は主噴射区間の平均プランジ・速度を用いる。プランジ・速度に大きな変化のあるときは、区間を適当に区切り、その区分ごとの平均値をとって式を立てる。(7)を用いて(9)の積分を求める。

$$\frac{BC}{6n} \sqrt{p} + \log_e \left(1 - \frac{BC}{6n} \sqrt{p} \right) = \frac{E}{2} \left(\frac{BC}{6n} \right)^2 \log_e \{ A - (\theta - \theta_1) \} + K_2 \quad \dots (10)$$

K_2 は主噴射はじめ θ_1 における圧力から求められる。次に噴射終りの式を立てる。プランジの切欠部が主噴射リリース穴に達するとここからも圧力油の放出がはじまり圧力は急激に下り出す。しかしこの時なおプランジはその運動を続けており、 f_s をリリース穴の通路面積とし c_s をその流量係数とすれば f_s はプランジの運動とともに変化するがある区分 (たとえばカム角 1 度) ごとに平均値をとって計算する。リリース穴開きははじめのカム位置を θ_2 、その時の容積を V_2 とおくことにより次の式を得る。

$$\frac{Ef_p w_\theta}{V_2 - f_p w_\theta (\theta - \theta_2)} 6n - \frac{E}{V_2 - f_p w_\theta (\theta - \theta_2)} \sqrt{\frac{2p}{\rho}} \left\{ \frac{c_n f_n \xi \eta}{\sqrt{\xi^2 \eta^2 + \eta^2 + 1}} + c_s f_s \right\} = \frac{dp}{d\theta} 6n \quad \dots (11)$$

$c_s f_s / (c_n f_n) = F$ とおき (7) を用いて上式を解く。

$$\frac{B(C+F)}{6n} \sqrt{p} + \log_e \left\{ \frac{B(C+F)}{6n} \sqrt{p} - 1 \right\} = \frac{E}{2} \left\{ \frac{B(C+F)}{6n} \right\}^2 \log_e \{ A - (\theta - \theta_2) \} + K_3 \quad \dots (12)$$

K_3 は θ_2 における圧力が知れば求められる。(8), (10), (12) の式からそれぞれ前期噴射、主噴射および噴射終りに対するカム角と圧力との関係を知ることができるが、これらの式に依りあるカム角 θ における圧力 p を直接求めるのは困難である。そこで逆にある圧力 p に対するカム角を求めればよいが、それよりも図式に求めるのが実用的であろう。たとえば、(8)式について

$$\frac{B(C+D)}{6n} \sqrt{p} + \log_e \left\{ 1 - \frac{B(C+D)}{6n} \sqrt{p} \right\} = f(p) \quad \frac{E}{2} \left\{ \frac{B(C+D)}{6n} \right\}^2 \log_e (A - \theta) + K_1 = \psi(\theta)$$

とおき $f(p) = \psi(\theta)$ の計算図表を作成すればよい。

4・2 噴射圧力の計算例 本インゼクタについて計算した結果の一例を示す。bノズル、 $n=600$ rpm の場合である。

$$\begin{aligned} V_0 &= 0.5764 \text{ cm}^3, & f_p &= 0.38485 \text{ cm}^2 \\ E &= 20300 \text{ kg/cm}^2, & \rho &= 0.847 \times 10^{-6} \text{ kg} \cdot \text{s}^2 / (\text{cm}^4) \\ f_n &= 0.5856 \times 10^{-3} \text{ cm}^2, & f_t &= 0.8756 \times 10^{-3} \text{ cm}^2 \\ f_s &= 0.0288 \text{ cm}^2, & f_v &= 0.03225 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

流量係数は次のごとく仮定した。

$$c_n = 0.8, \quad c_s = 0.7, \quad c_v = 0.7, \quad c_t = 0.8$$

これらにより $\xi\eta = 48.1878$, $\eta = 1.1198$

噴射区間を次の区分に分け各区分についてプランジ・速度の平均をとった。

予備圧縮始めより前期噴射区間

$$\theta = 0^\circ \sim 8^\circ \quad w_\theta = 0.01475 \text{ cm/度}$$

$$\text{主噴射区間} \quad \theta = 8 \sim 12 \quad w_\theta = 0.01750 \text{ "}$$

$$12 \sim 16 \quad 0.01980 \text{ "}$$

$$16 \sim 20 \quad 0.02240 \text{ "}$$

$$\text{噴射終り区間} \quad \theta = 20 \sim 21 \quad w_\theta = 0.02300 \text{ "}$$

$$21 \sim 22 \quad 0.02370 \text{ "}$$

$$22 \sim 23 \quad 0.02370 \text{ "}$$

以上の数値により前期噴射に対して、

$$A = 101.540, \quad B = 126.823, \quad C = 0.999515$$

$$D = 1.121414$$

と算出される。噴射開始時を見出すためにまず弁の慣性を考慮しないことにし、静的に測った弁開口圧力をもって弁がそのストッパーまでリフトするとし、前回の噴射終りの弁の運動によるノズル室およびばね室の空どうを埋めてから噴射がはじまると考える。この例では噴射開始時が 3.1 度と計算されるが、今これを 3 度とする。静的開口圧力は 100 kg/cm^2 である。したがって (8) 式は次の数値をもつ。

$$\begin{aligned} &0.074717 \sqrt{p} + \log_e (1 - 0.074717 \sqrt{p}) \\ &= 56.66369 \log_e (101.54 - \theta) - 260.74039 \quad \dots (13) \end{aligned}$$

第 13 図がこの式を解く図表であり、これを利用し

第 13 図

て前期噴射の終り ($\theta_1 = 8^\circ$) の圧力 $p = 175.4 \text{ kg/cm}^2$ が求まる。これを主噴射の初期条件とす。かくて $\theta = 8^\circ \sim 12^\circ$ の式が定まる。

$$\begin{aligned} &0.029678 \sqrt{p} + \log_e (1 - 0.029678 \sqrt{p}) \\ &= 8.93996 \log_e \{ 78.841 - (\theta - 8) \} - 39.15091 \quad \dots (14) \end{aligned}$$

同様の方法を繰返し $\theta = 12^\circ \sim 20^\circ$ の $p - \theta$ 関係を知ることが出来、それにより主噴射終り ($\theta_2 = 20^\circ$) の圧力 $p = 1280 \text{ kg/cm}^2$ が求められ、これを出発点として噴射終りの状態がきまる。

$\theta = 20^\circ \sim 21^\circ$ に対し $f_s = 0.000679 \text{ cm}^2$ (平均値)

$c_s = 0.8$ と仮定

$\therefore F = 1.159495$

よって (12) 式は

$$0.048777\sqrt{p} + \log_e(0.048777\sqrt{p} - 1) \\ = 24.14884 \log_e\{49.606 - (\theta - 20)\} - 92.82891 \\ \dots\dots\dots(15)$$

21° 以下も同様の計算である。これらの諸式をすべて図式に解いて $p-\theta$ 関係を求めることができる。第 14

第 14 図

図は、かくて得られた $p-\theta$ 関係であり、これから噴射率を計算し実測値と比較したのが第 15 図である。ノズルその他における流量係数の測定値がないこと、弁の慣性を無視していること、圧縮開始より噴射開始までの圧力変化の考察不備、弁の閉塞時における燃料油のバレル側への逆流状態が不明である等不備の点が多いので実験値に一致というわけに行かないが、かなり近い値である。した

第 15 図

がって設計にあたっては噴射過程の定量的予測がかなり達成されることになる。なおこの場合の最高圧力は 1280 kg/cm^2 で非常に高圧となったが、a ノズルでは同じ状態のもとで最高 170 kg/cm^2 となり噴孔部通路面積の影響の大なるを知る。

5. 結 論

以上本研究のユニット・インセクタにつき次のごとく総括できる。

(1) 噴射開始のカム位置は弁ばねこわさの小さいときはカム軸回転速度に関せず同じ位置であるが、こわさが大きい場合は低速で前期噴射が起らず噴射開始はずっと遅れる。しかし速度を高めると漸次弱ばねに近づき後一致する。

(2) ここに適用した前期噴射の生成法はおおむねその目的を達し、これによれば二段カム曲線の使用を要しないであろう。しかし弱ばねのとき低速時にも前期噴射を起すが、それは低圧の噴射となり、霧化状態の良く無いのが観察される。

(3) 噴射圧力は静的圧縮の計算が適用され、その結果はかなりよく実験値に合う。したがって噴射過程の定量的予測が可能である。なお、この計算における仮定事項の不備、考察の不十分については次の機会に補足したい。

(4) 噴射終りのカム位置はカム軸が高速となるにつれ後に延びるがその程度はわずかである。しかし噴射の切れは予想したほど良好ではない。これについても今後の検討を要す。

最後にあたり本研究に御指導賜った東京工業大学 原 正健先生、インセクタの製作を引受けられたゼーゼル機器会社の御好意に対し、また実際仕事に当られた同社松山工場の方々に深甚の謝意を表す。この研究に関する費用の一部は文部省科学研究助成費によったことをここに報告する。

注：一

- (1) 昭和 27 年 12 月 13 日 第 553 回講演会において講演、原稿受付 昭和 28 年 9 月 18 日。
- (2) 正員、横浜国立大学工学部。
- (3) Navy Department-Bureau of Ships, (Washington) "General Motors Diesel Fuel Injector Maintenance Manual & Parts Book" p. 10 (1945).
- (4) 静的圧縮の一般的取扱いは次の論文に詳しい。本論もこれらによる処大でここに敬意を表す。
A. M. Rothrock, N. A. C. A.-Reports, No. 396, p. 621 (1931).
梅田伊太郎, 機械学会誌, 45 巻 305 号, 513 ページ (昭 17-8).
同上, 46 巻 311 号, 78 ページ (昭 18-2).