

# スクリュー式旋回室バーナの研究

(第1報, 水噴射試験結果)

一色尚次\* 川俣善正\*

## Study on New Screw-type Swirl Burner

(1st Report, Water jet test)

By

Naotsugu Isshiki and Yoshimasa Kawamata

In order to get wide-range oil burners, an experimental study on the newly devised screw-type swirl burner is being carried out.

The primary swirling nozzles of this burner are made of spiral channel between a conical male-screw and a cylindrical female-screw, and the primary nozzle area can be changed by the shifting of male-screw.

By water jet test, the followings are resulted that the possible flow rate range of this burner with constant supply pressure is from 100 % to about 40 %, while the change of jet angle is considerably small.

### 1. ま え が き

従来から最も単純な圧力噴射式の重油バーナとしては、いわゆる旋回室バーナ（もしくは、スワールバーナ、うずまき室バーナなどと呼ばれる）が最も構造も簡単であり、噴霧の状態も良好であるので、広く使われている。しかし、旋回室バーナは、その1次ノズル（旋回を与えるノズルで切線ノズル、旋回ノズル、などと呼ばれる。）や、2次ノズル（旋回室の先端外側に向くノズルで出口ノズルとも呼ばれる。）の大きさが固定されているときは、低負荷のとき油圧が低下して噴霧が悪くなり、その使用可能な負荷範囲が狭いという欠点があるので、それを改善するため旋回室に戻り油孔（またはスピル孔）を設けたスピル方式（または戻り油方式）や、また1次ノズルの大きさをピストンによつて変化させるピストン方式などが開発された。しかし、スピル式では低負荷で噴霧を良好にするためにピル量を増すとその噴霧角が拡がってくる欠点があり、またピストン方式では負荷が低いときに1次ノズ

ルの流量効率が低下して噴霧が悪くなるばかりでなくその噴霧円錐角が減少する欠点があつた。

われわれは、それらの欠点を改善できる可能性のある旋回室バーナ方式として、あらたに1次ノズルをスクリューで構成させ可変面積とする方式のバーナを考案（特許申請中）し、その試作品によつてまず水噴射実験を行ない、かつ従来のもとの比較試験を行なつた。また、別に舞鶴重工舞鶴造船所に共同研究を依頼して、やや大型の同方式バーナの水噴射実験を行なつた。

それらの水噴射実験の結果、本スクリューバーナ方式によれば、圧力  $3 \text{ kg/cm}^2 \sim 20 \text{ kg/cm}^2$  のはんいでは噴射圧力一定の条件で1次ノズル面積変化により約100~40%の負荷範囲が使用でき、もし上記のはんいの油圧変化をも併用するときは約6対1の負荷範囲に使用できること、および、本方式は負荷および圧力変化の相当広域にわたつて噴霧角（本報では、単純化のため以後噴霧円錐角を単に噴霧角と呼ぶ）の変化が少ないこと、また、さらに性能を改善するにはスクリューねじの工作精度を上げる必要があること等の結果がわかつたので、ここに第1報として報告したい。

\* 機関開発第二部

記号

- $D_1$  ; おねじ外径 mm (図1参照)
- $D_2$  ; おねじ谷底外径 mm ( " )
- $D_3$  ; おねじ削り落し外径 mm ( " )
- $H$  ; おねじ前進長さ mm ( " )
- $L_1$  ; おねじ平行部長さ mm ( " )
- $L_2$  ; おねじテーパ部長さ mm ( " )
- $L_p$  ; おねじ送りピッチ
- $N$  ; おねじみぞ条数
- $N_s$  ; 固定式およびスピル式旋回室バーナの1次ノズルの数
- $P_0$  ; 1次ノズル前圧力  $\text{kg/cm}^2$  (ゲージ圧力)
- $P_s$  ; スピル孔出口圧力  $\text{kg/cm}^2$  (ゲージ圧力)
- $W$  ; 流量 l/hr
- $d_1$  ; 1次ノズル径 (固定旋回室バーナ) mm
- $d_2$  ; 2次ノズル径 mm (図1参照)
- $\alpha$  ; 噴霧角 (噴霧円錐角)
- $\theta$  ; ねじのピッチ角度 (図1参照)

2. スクリューバーナの構成

スクリューバーナの構成を図1に示す。

その主要部は同図④のように旋回室の後方にねじみぞ条数  $N$  が2ヶ以上6ヶくらいまでのめねじを切りそのめねじと適合するおねじをまず一様円筒状に作つ

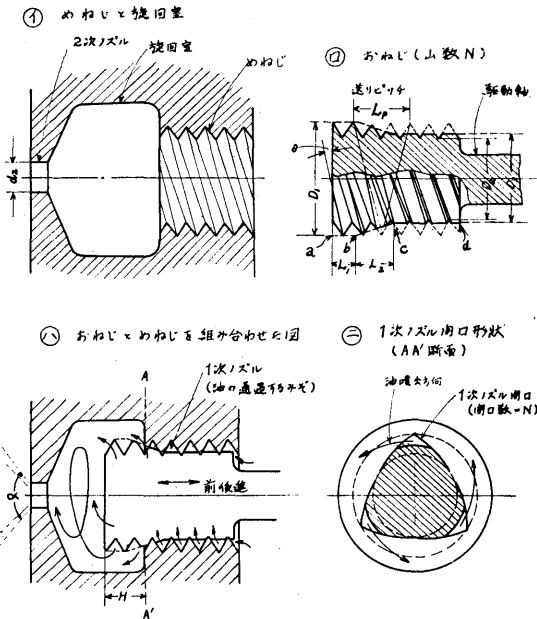


図1 スクリューバーナのチップ構成図

てからその外径を同図④のabcd線のように逆傘型に削り落とし、そのおねじとめねじを同図④のように組み合わせさせて1次ノズルを構成させたものである。いま油をおねじの後方から圧送すると、油はおねじの削り落ちた山の部分とめねじの谷底との間にできたギャップすなわち1次ノズルを通つて旋回室後面の開口部から旋回しつつ旋回室内に噴射され、ついで旋回室の内壁を回りながら前進した後、最前方の2次ノズルから外方へ傘状に噴霧される。

1次ノズルの旋回室開口部の形状は同図④に示されるような形をとる。

もしおねじとめねじの相対位置を固定したままであると1次ノズル開口部面積は、従来の固定式旋回室バーナと全く同様に一定であるが、駆動軸を回しておねじをめねじに沿つて前進または後進させると、おねじの外径が傘形に変化しているために開口部の大きさが拡大もしくは減少し、もつて1次ノズル面積を変化させることができる。

前にも述べたように1次ノズル面積をなんらかの方法で可変とする方式のバーナチップは過去にすでに存在したが、本方式によると、面積が変つても1次ノズルの流出角度は常に一定 (ねじのピッチ角に等しい) であり、かつ1次ノズルの形状が細長い先細ノズルであるため、その流量係数が常に良好であるという利点をもつと考えられる。

さて、このようなチップを実際のバーナの形にまとめると、図2に示すように、おねじの動きを外方に取

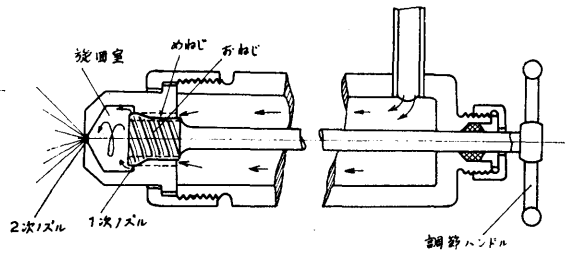


図2 調節ハンドルで流量を調節する方式 (軸駆動方式)

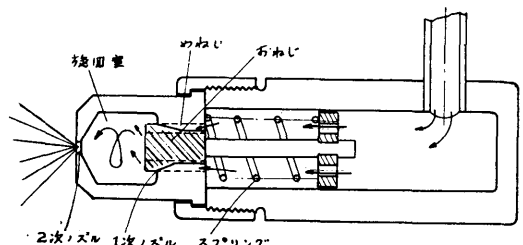


図3 スプリングと油圧によって自動的にねじを前後進させる方式 (自動方式)

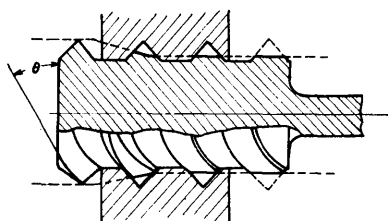


図4 ピッチ角が大きいときのねじの形

り出し、調節ハンドルによつてその前後進を行つて流量を変化させる方式（軸駆動方式）と、図3に示すように、おねじの移動を適当なバネで押えておき、ある値以上の油圧がかかればおねじが自動的に前進するようにした方式（自動方式）とが考えられる。

軸駆動方式の型では油圧がほぼ一定の送油系統で手動もしくは適当なサーボ機構によつて軸を回転して、1次ノズルの大きさを变化させることにより油量をえることができ、自動方式型では可変流量容積ポンプなどで油量が規制されている送油系において自動的にほぼノズル前油圧が一定であるような作動をさせることができる。

自動方式型のようにバネで自動的におねじが前後進

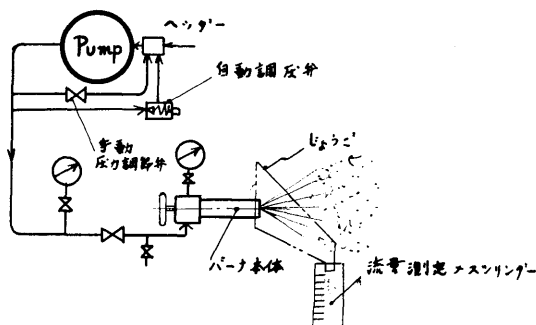


図5 船研バーナ試験装置図（水噴射実験）

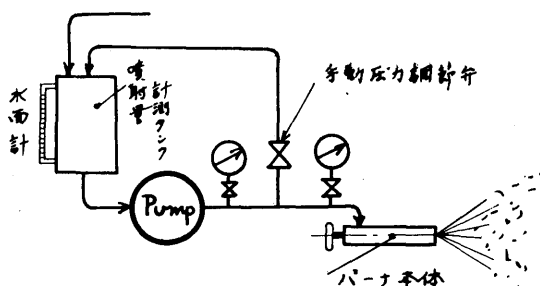


図6 舞鶴造船所バーナ試験装置図  
（水噴射実験）

するためには、ねじのピッチ角がねじの安息角より大きい必要があり、おねじの形は図4に示すような形となる。

### 3. 水噴射実験装置と供試バーナ

#### 3-1 水噴射実験装置

当方で行なつた水噴射実験装置は、図5に示すように、ボイラ給水ポンプよりの高压水を分岐し、直接バーナに導いて噴射させるもので、流量は、バーナよりの噴射水を一定時間全部じょうごに集めてメスリンダによつて計測し、また、噴霧角は側方より分度器によつて計測した。

また別個に舞鶴重工業株式会社舞鶴造船所において行なつた実験装置は図6に示すように、流量はタンクによつて計測し、噴霧角は計測目盛によつて計測している。

また、今回はいづれも噴霧粒径の測定を行なっていない。

#### 3-2 供試バーナ

試験を行なつたバーナは図7のスクリューバーナA

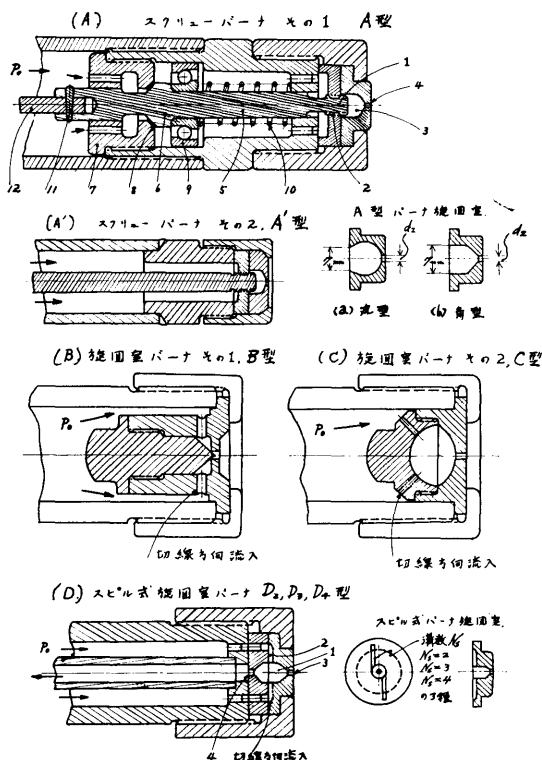


図7 供試バーナ形状

型及びA'型と、比較のための固定式(B, C)およびスピル式Dの旋回室バーナである。

A型バーナは船研において実験したスクリューバーナで、同図に示すように、おねじ1とめねじ2とが組み合わされてその前方に旋回室3と、2次ノズル4がある。おねじの軸5には後方につば6がつけてあつてブッシュととの間に絞り部8が設けてある。この絞りはおねじが後退したときのストッパーと、かつ送油停止時に油のしたたれを止めるバルブの役をする。またボールベアリング9とスプリング10が設けてあつて、延長軸12を外しておくときにはさきの図3の自動方式の作動を行なうようになっている。

今回の水噴射実験ではピン11を介して延長軸12によつて外部ハンドルと接合させ軸駆動方式の作動で実験した。またこのA型バーナの旋回室は同図(a)(b)に示すように平行シリンダー形状の角型と末ひろがりの丸味をつけた丸型の2種を用いた。(ただし3号スクリューの実験以外はすべて角型によつて実験を行なつた。)

図7 A'に示すバーナは舞鶴重工にて試験を行なつたもので、図のように単純な構成となつていて延長軸13を後方外部から手動操作してねじの前後進を行なわせる。いずれのスクリューバーナもそのスクリュー部分には若干寸法の異なるもの5種を実験したが、その要目、記号等は表1に示す通りである。

表1 供試スクリュー寸法

名 称	おねじ 外 径	おねじ 谷底径	削り落し 量最大の 位置の径	平行部 長 さ
	$D_1$ mm	$D_2$ mm	$D_3$ mm	$L_1$ mm
1号スクリュー	6	4.4	4.8	1.0
2号スクリュー	6	4.4	4.8	1.0
3号スクリュー	6	4.4	4.8	0.5
M-1号 スクリュー	10	7.0	7.6	1.0
M-2号 スクリュー	10	7.0	8.0	1.0

名 称	テーパ 長 さ	ねじみ ぞ条数	送 り ピッチ	ピッチ角 (ねじ 先端)
	$L_2$ mm	$N$	$L_p$ (mm)	$\theta$ 度
1号スクリュー	1.5	6	6	17.6°
2号スクリュー	2.0	4	5	14.8°
3号スクリュー	3.0	6	12	32.4°
M-1号 スクリュー	3.0	4	36	48.7°
M-2号 スクリュー	2.5	4	36	48.7°

主な変数はねじみぞの数  $N$ 、ねじのピッチ  $\theta$ 、および2次ノズルの直径  $d_2$  である。スクリュー部分の各面からみた写真を写真1~9に示す。

またスクリューバーナと比較試験するための在来型バーナとして、図7に示すような各種バーナを供試した。

B型およびC型バーナは1次ノズルが固定式の旋回室バーナであり、1は旋回室、2はそれに切線方向に

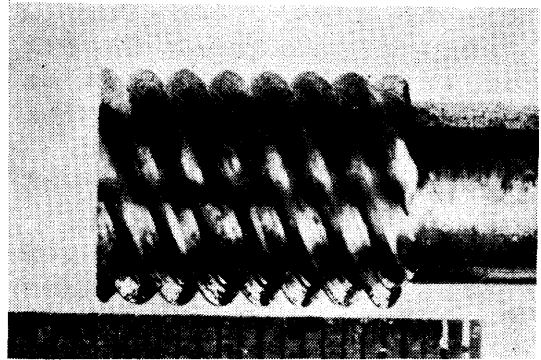


写真1 1号スクリューのおねじの原形

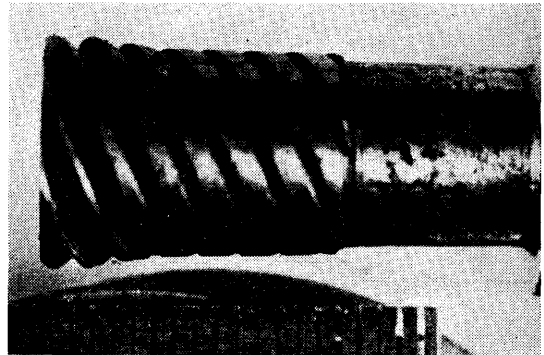


写真2 1号スクリューのおねじを削成したところ

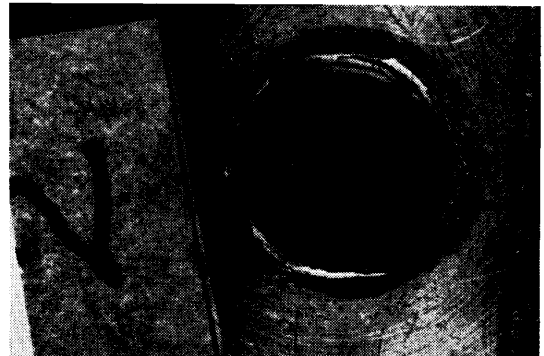


写真3 1号スクリューのめねじ

流入する1次ノズル，3は外方の2次ノズルである。

D型は図に示されるように，旋回室1の後方にスピル孔4を有し，1次ノズル2より進入する油の一部を後方へ戻り油させるものである。

このD型スピルバーナの1次ノズルはいずれも，深さ1mm，幅1.8mmのものであり，溝数が2，3，4のそれぞれについてのチップを $D_2$ ， $D_3$ ， $D_4$ 型と呼称する。

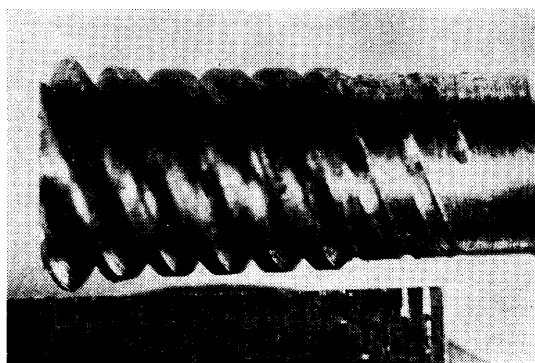


写真4 2号スクリーのおねじ（削成後）

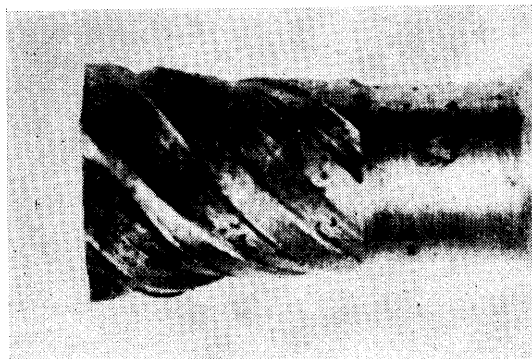


写真7 3号スクリーのおねじ（削成後）

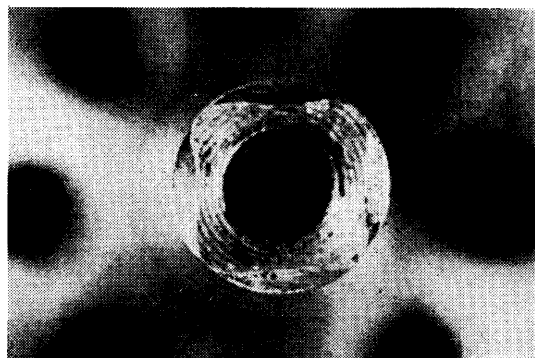


写真5 2号スクリーのおねじ正面

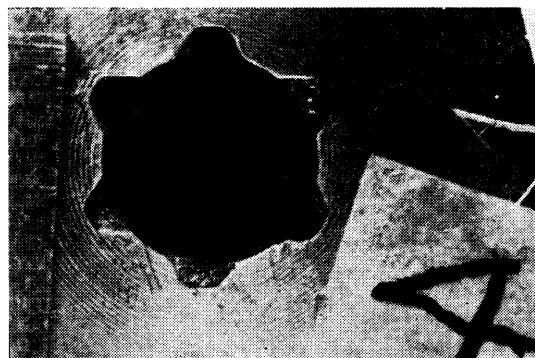


写真8 3号スクリーのめねじ

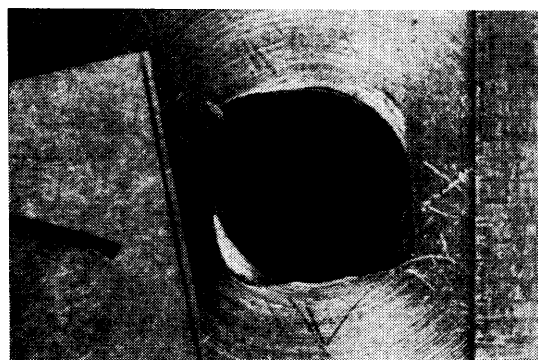


写真6 2号スクリーのめねじ

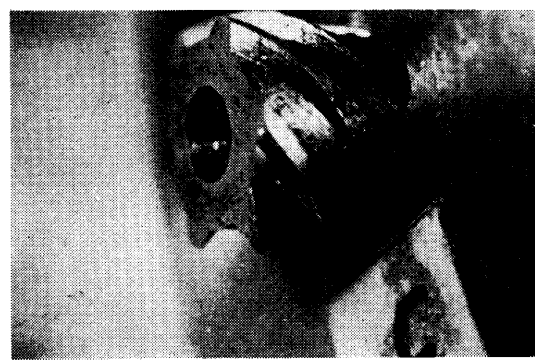


写真9 3号スクリーのおねじとめねじを組み合わせた所

#### 4. 水噴射実験結果

##### 4-1 1号スクリーバーナ実験結果

まず図7A型バーナにおいて $L=6$ みぞのスクリーを有する1号スクリーを装着したチップにおいて第2ノズル径 $d_2$ を1.04mm，1.49mm，2.06mmの三種を交換して水噴射実験を行なつた。ただし，旋回室形状はいずれも角型である。

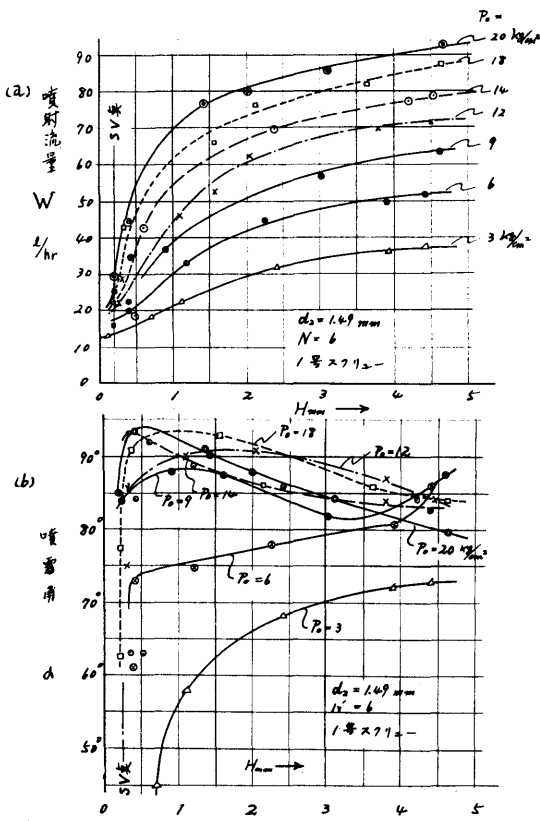


図8 1号スクリューと  $d_2=1.42 \text{ mm}$  の2次ノズルとの組み合わせにおける流量特性 (a) と噴霧角度特性 (b)

まず  $d_2=1.49 \text{ mm}$  のものにおいて、圧力一定でスクリューのおねじの位置を前後進させて  $H$  を変えたときの流量特性を図8(a)に、また噴霧角度  $\alpha$  の変化状態を図(b)に示す。いずれも、バーナ前水圧  $P_0$  をパラメータとし  $3 \text{ kg/cm}^2$  から  $20 \text{ kg/cm}^2$  まで変化させ、 $P_0$  一定で  $H$  だけを変えたときのデータを曲線にして示している。

両図において左方のSV点として示してあるのは  $H$  を小さくして行くとき図7Aのバルブ8の間隙が小さくなって急激に流量が減少し始める点を示し、SV点より  $H$  が小さくなると水流の圧力降下は殆んどバルブ8において生じ先端のチップでの圧力降下は少なく、噴霧が急激に悪くなるので実用上使用できない。SV点と  $H=0$  とが必ずしも一致していないのは、おねじの長さや間隔の厚さなどの不同によるものであつておねじとめねじの各個の組み合わせによつてそれぞれの場合のSV点は  $H=0$  の近傍の異なる位置にちら

ばつている。また実際問題としてSV点と  $H$  の点とは厳密に一致させる必要はない。

図8によれば、この場合は圧力一定の条件で  $H$  を変化させるとき、流量は100ないし約40%までの範囲の間変化させることができることがわかる。

また噴霧角  $\alpha$  は水圧の低いとき ( $P_0=6 \text{ kg/cm}^2$  以下) は  $H$  を小さくして流量を絞るとき小さくなり、また水圧の高いときは逆に  $H$  を小さくすると  $\alpha$  は若干広がってくるのがわかる。

つぎに図9(a)に前図と同一のスクリューと、同一の  $d_2$  径を有する旋回室との組み合わせで  $H$  を一定としておき、圧力  $P_0$  を3ないし  $20 \text{ kg/cm}^2$  の間に変えたときの流量特性を示し、同図(b)に噴霧角  $\alpha$  の変化を示す

図のような噴霧角は  $H$  が変化してもあまり変わらず、圧力が10以下となると若干減つてくるのがわかる。

以上は供試1号スクリューに対して、 $d_2=1.49 \text{ mm}$  なる2次ノズルを有する旋回室を組み合わせたとときのデータであるが、ほかに、 $d_2=1.02 \text{ mm}$ 、および  $d_2=2.07 \text{ mm}$  なる異なる2次ノズル径を有する旋回室を組み合わせたと実験も行なつた。

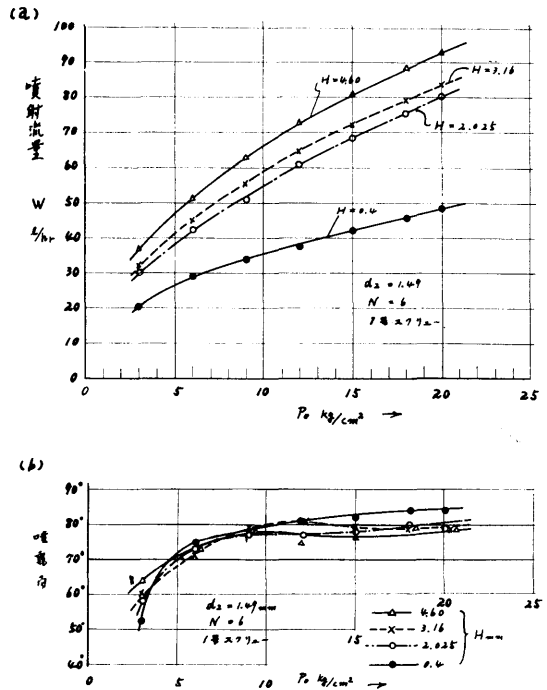


図9 前図の組み合わせにおける流量特性と噴霧角度特性を圧力を横軸にとってプロットし直したもの

それらの実験結果はほぼ図8および図9と同様な傾向を有するのでここに示すのは省くが、図10(a)に圧力を一定 ( $P_0=10 \text{ kg/cm}^2$ ) としておくときの  $d_2$  の変化の流量特性への影響を示し、また同図(b)に噴霧角への影響を示す。

図のように  $d_2$  を大きくするにつれて、同一の圧力および  $H$  に対して流量が増し、かつ、噴霧角も広がる。このような  $d_2$  の影響は在来の固定式旋回室バーナにおけるものと全く同様である。

さてスクリーパーナの特徴はスクリーのおねじの位置  $H$  の前後進によって1次ノズルの開口面積を可変とする点にあると考えられる。

そのためには  $H$  を変化したことおよびそれに附随する旋回室容積変化などの影響によってどのような性質が示されているかを見ればよい。

以上の図8より図10までの1号スクリーにおける結果をみると、

(1)  $P_0$  が一定のとき、 $H$  を  $SV$  点 (ほぼ  $H=0$ ) より  $H$  = 約5 mm まで変化させることにより

- 第2ノズル径  $d_2=2.0 \text{ mm}$  のとき 100~約38%
- $d_2=1.5 \text{ mm}$  のとき 100~約40%
- $d_2=1.0 \text{ mm}$  のとき 100~約50%

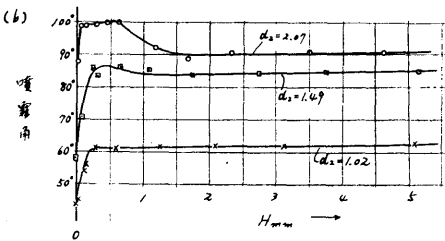
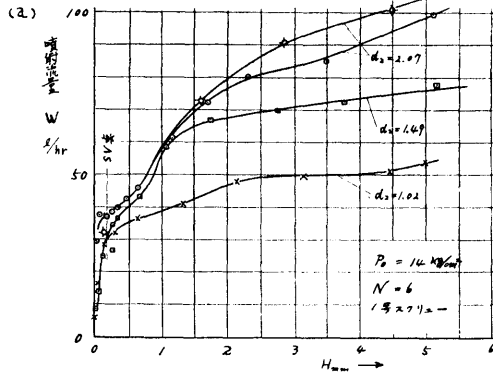


図 10 1号スクリーでの圧力一定での流量特性と噴霧角度特性に対する2次ノズル径の影響

の間流量を変化させることが可能なことがわかる。この最低流量の大きさは予想していた値より大きい、それは主として、おねじとめねじの工作が相当難しいことにより、その間に相当のガタ (ギャップ) が存在しているため  $H=0$  としてもまだ相当の流出量があるためと思われる。その点の改善についての考察については後節に述べたい。

(2)  $H$  を変化させたときの噴霧角  $\alpha$  の変化は、バーナ前圧力が  $6 \text{ kg/cm}^2$  以上のときは、 $H$  を小にするにしたがつて若干上昇する傾向を示すが、その変化は比較的少なく、その変化の幅は約  $15^\circ$  以内である。圧力が  $6 \text{ kg/cm}^2$  以下のときは  $H$  を小とするとかえつて  $\alpha$  は小さくなり、その変化も大きい、実用上  $6 \text{ kg/cm}^2$  以上の圧力で使用するとき  $\alpha$  は  $H$  の影響をほとんど受けない。この点はスクリーパーナの特長と考えられる。このように  $H$  を変化しても  $\alpha$  があまり変化しない理由は、流量が減少するにつれて、旋回室容積が一定ならば  $\alpha$  が大きくなる傾向があるはず

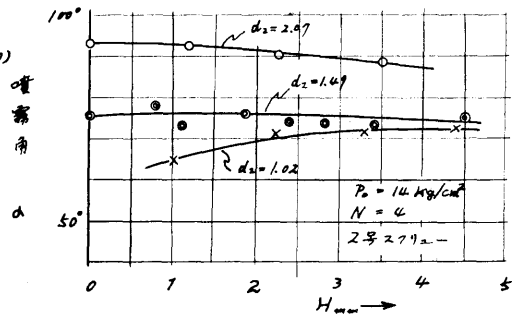
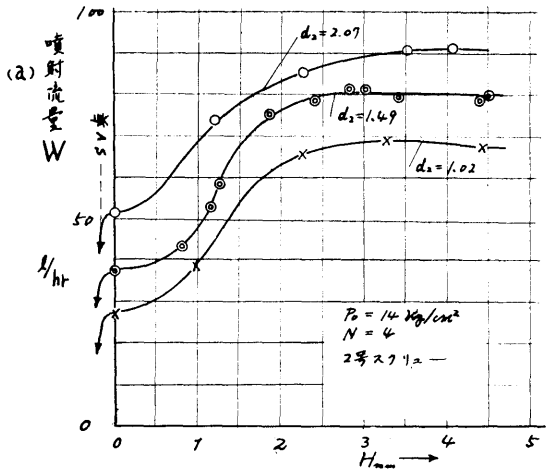


図 11 2号スクリーの流量特性と噴霧角度特性

のところを、実際はおねじの後退のために旋回室容積が増大し、流路の粘性抵抗が増すため効果が相殺されて $\alpha$ があまり変化しないという結果になるのである。

(3) 第2ノズル径 $d_2$ を変化させると、一般に $d_2$ が小さいときは、流量、噴霧角がともに減少し、 $d_2$ を大とするといずれも増大し、かつ $d_2$ の増大とともに $H$ のみによる流量可変範囲のパーセンテージが拡大する。このため、同一のおねじとめねじの組み合わせにおいても $d_2$ の大きさを適当に選ぶことにより、最適噴霧角をとらせることができる。

4-2 2号スクリー実験結果

つぎに他のおねじ、めねじの組み合わせを試みるため、 $N=4$ の2号スクリーを使用し、同一圧力で試験したときの流量特性を図11(a)に、噴霧角度の特性を同図(b)に示す。傾向は1号スクリーにおけるものと全く同様であり、同一圧力で $H$ だけを変化させたときの流量可変範囲は、2次ノズル径が

$d_2=2.0\text{ mm}$  のとき 100~約55%

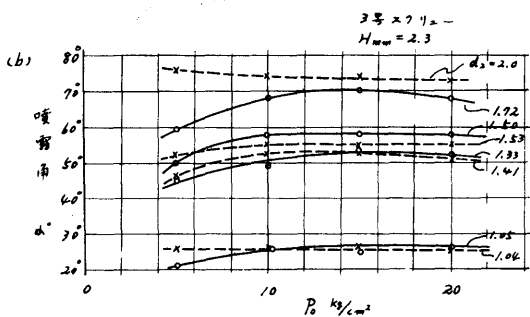
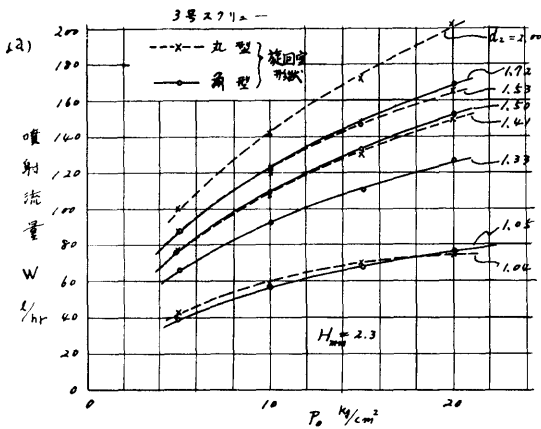


図 12 3号スクリーにて  $H=2.3\text{ mm}$  (最大流量) における流量特性と噴霧角度特性

$d_2=1.5\text{ mm}$  のとき 100~約47%

$d_2=1.00\text{ mm}$  のとき 100~約41%

である。

噴霧角 $\alpha$ は $H$ の変化によつてやはりほとんど変化していない。

4-3 3号スクリー実験結果

つぎにピッチ角の大きい ( $\theta = 32.4^\circ$ ) 3号スクリーを使用した実験を行なつた。その結果のうち、ほぼ最大流量に近い値を与える  $H=2.3\text{ mm}$  のときと、ほぼ最少流量を与える  $H=0\text{ mm}$  のとき (SV点以上) の特性の試験結果を図12(a)(b) および図13(a)(b) に与える。特性はほぼ他のものと同様である。3号スクリーはめねじのピッチ角 $\theta$ が大きいので、図3に示す自動方式の作動が可能であり、同方式の作動試験を行なつた結果適当なバネを装着することにより、スクリーが流量の変化に応じて前後進することが確認されている。1号および2号スクリーでは自動方式はできなかつたので、自動方式が可能であるためには少なくとも $\theta=30^\circ$ 以上とらなければならないと考えられる。

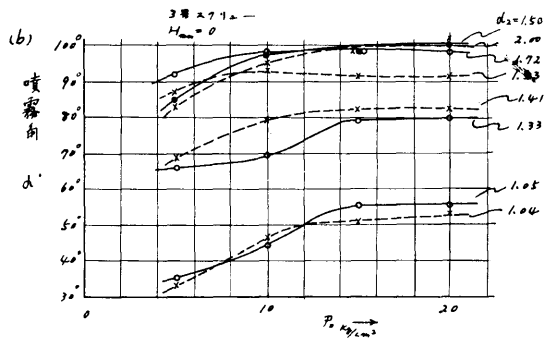
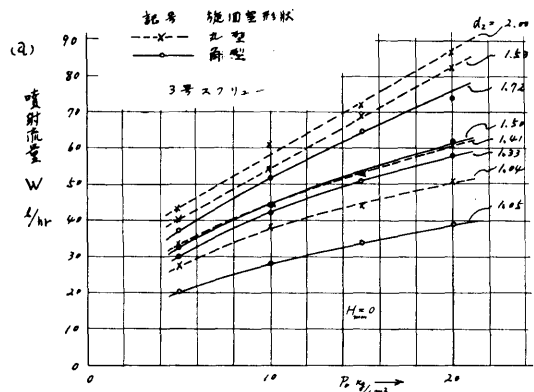


図 13 3号スクリーにて  $H=0\text{ mm}$  (最小流量) における流量特性と噴霧角度特性



この3号スクリーにおいては  $H$  だけを変えたときの流量範囲は、2次ノズル径が

$d = 2 \text{ mm}$  のとき 100~約60%

$d = 1.5 \text{ mm}$  のとき 100~約40%

$d = 1.0 \text{ mm}$  のとき 100~約45%

であった。また両図に示されるように旋回室形状は丸形でも角形でも大きな差異はないことがわかった。

4-4 舞鶴重工におけるスクリーパーナ実験結果

さきの図6の実験装置により、図7 A' に示す形状のスクリーパーナを舞鶴重工の舞鶴造船所において行なつた。使用したスクリーの要目は表1のM-1およびM-2である。実験は両者について行なわれたが、その1例として図14 (a) (b) に、M-2号スクリーを使用し、パーナ前圧力一定 ( $P_0 = 20 \text{ kg/cm}^2$ ) にて、調整棒を回転させて  $H$  を変化したときの流量および噴霧角  $\alpha$  の変化状況  $d_2$  をパラメータとして示す。M-1号スクリーを使用したときほぼ同様な傾向の流量および噴霧角のデータが得られている。

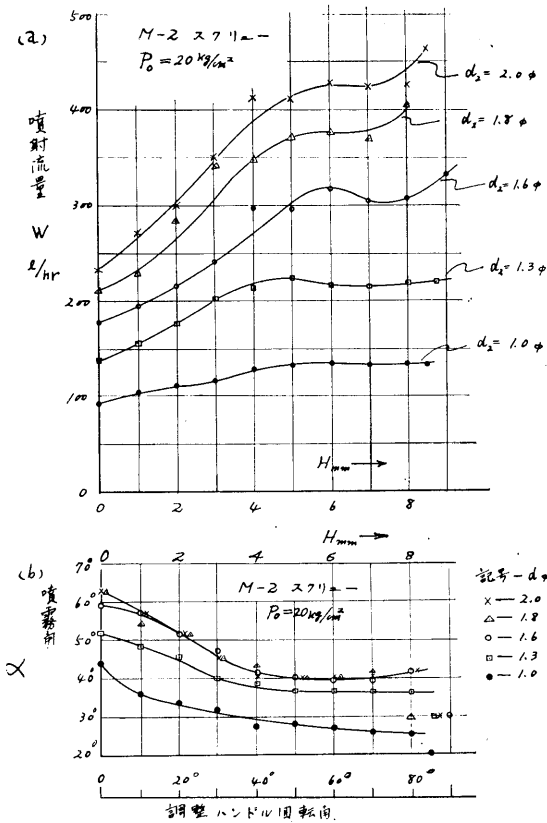


図14 M-2スクリーによる圧力一定のときの流量特性と噴霧角度特性

M-1およびM-2スクリーはおねじ外径が10mmであつて、1号ないし3号スクリーの外径が6mmであるのにくらべてねじの外径が大きく流量が大きい。しかし使用した  $d_2$  の最大径は2mmであつて比較的小さいので、将来さらに大きな  $d_2$  について実験を行なう必要がある。

4-5 比較のための在来型式パーナの実験

スクリー式パーナとの比較を行なうため在来形式の旋回室パーナ(固定ノズル式およびスピル式)の水噴射実験を行なつた。まず図15(a)(b)に、図7 B, C型、およびスピル弁を全閉している状態でのD型パーナの流量および噴霧角に関する実験結果を示す。

図のようにパーナ前圧力の変化によつて流量は単純な放物線状に変化し、また噴霧角は圧力変化によつてそれほど変化しない。

いずれのパーナも、その噴霧状況より見て使用可能な最低圧力は  $P_0 = 3 \text{ kg/cm}^2$  の附近であつて、それ以下では噴霧の粒径が大きくなる。

図16および図17には、D型スピルパーナでスピル作動をさせ、スピル圧力を変化させたときの性能を示す。

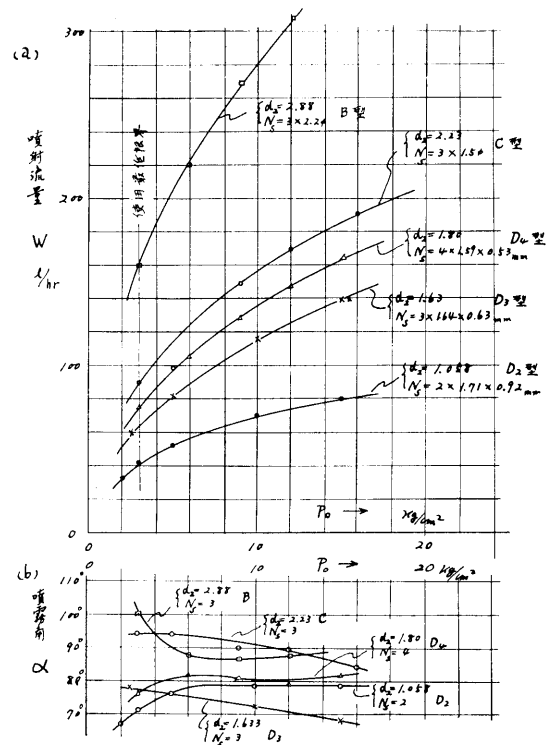


図15 B, C, D. 各種在来形式パーナ噴霧特性曲線(スピルを行なわないとき)

いずれもスピル圧力  $P_S$  を横軸とし、バーナ前圧力  $P_0$  をパラメータとして (a) に流量特性、(b) に噴霧角の変化を示している。

$D_2, D_3$  は、それぞれ1次ノズルの溝の数  $N_S$  が2および3であることを示している。溝数が4である  $D_4$  バーナにおいてもほぼ同様な結果が得られている。これらの図よりわかることは、スピル式ではスピル

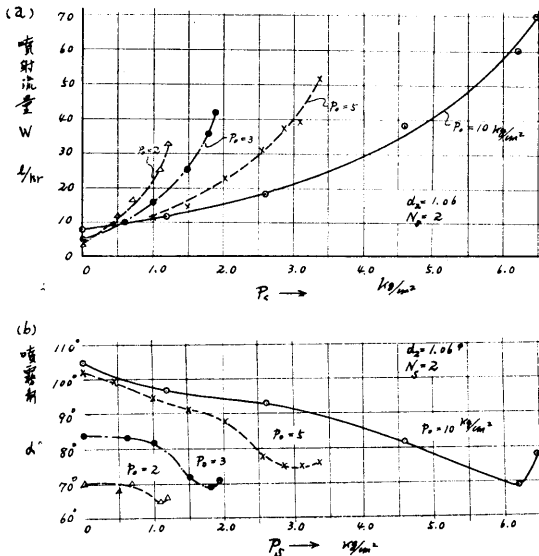


図 16 スピルを行なったときの  $D_2$  型スピル式バーナ特性曲線

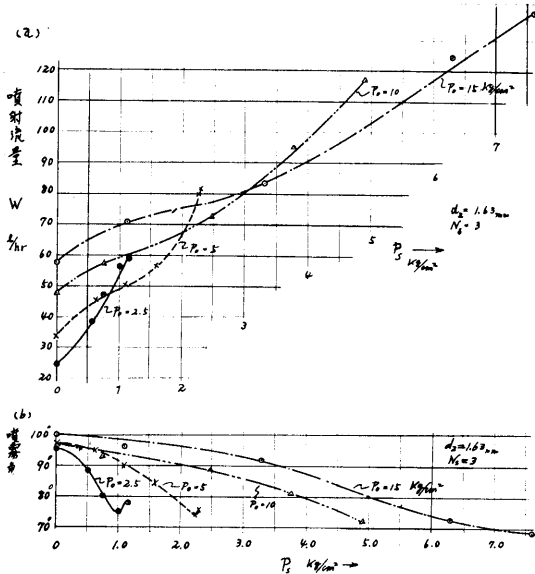


図 17 スピルを行なったときの  $D_3$  型スピル式バーナ噴霧特性曲線

圧力の変化によつて相当広範囲に流量が変えられること、とくに  $D_2$  型においてその範囲が広いこと等であるが、しかし噴霧角は相当広範囲に変化し、とくに流量が低くなると噴霧が強く広がるのがわかる。

4-6 最大負荷範囲と噴霧角変化量との比較

いまバーナ前の圧力が一定に保たれている条件で、おねじの位置  $H$  の変化だけによつて流量を変えたときのスクリーバーナの流量可変範囲と、スピル弁を開閉することによるスピル式バーナの流量可変範囲をいずれもそれぞれの最大流量を100%として下限流量の比率をとり、スクリーバーナでは横軸に2次ノズルの径をとり、スピルバーナでは1次ノズル溝数  $N_S$  をとつてプロットすると図18(a)のようになる。

またその流量範囲における噴霧角の変化量を同様にプロットすると同図(b)のようになる。両図よりわかることは、いままでの供試スクリーによつて得られるスクリー式バーナの圧力一定の負荷範囲の最低限界は約40%であつて、その値は2次ノズル径の大きいほど低くなる。しかしこの値はスピルバーナに比べると、スピルバーナでは1次ノズルの面積(溝数)が小さくなると最低限界が極めて低くなるのにくらべて高い。一方負荷を最大より最小にする間の噴霧角変化をみると、スピルバーナでは約30°であるのにくらべて

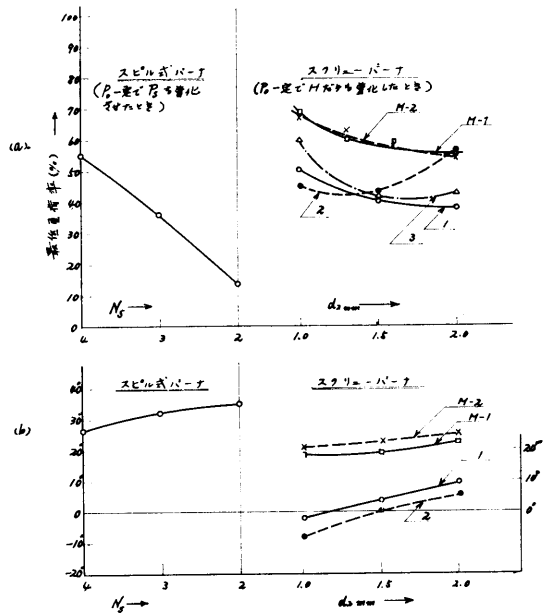


図 18 供試バーナの最低負荷率と噴霧角度変化の総合比較

スクリーバーナでは $\pm 10^\circ$ 以内(1号, 2号スクリーバー)に入れることが可能であることが示される。

いままでの試作スクリーバーナが同一精度のスクリーバーをもっているものと考え、その最低負荷率を下げるには、ねじのみぞ条数  $N$  を増すこと、ピッチ角  $\theta$  を小さくすること、旋回室の2次ノズル径  $d_2$  を小さくすることが効果があると考えられる。

## 5. 考 察

以上の水噴射試験によると、今回試作したスクリーバーナの最低負荷は圧力  $3 \text{ kg/cm}^2$  ないし  $20 \text{ kg/cm}^2$  のはんで圧力一定のとき最大負荷の約40%であったが、この値はもしおねじとめねじが完全にスキマなしに製作されていれば理論的には0%に近い値となるべきである。

しかし実際にはおねじとめねじの間に工作上的ギャップが存在するので、たとえ  $H=0$  としてねじを締め切つてもそのギャップから相当流出するので最低限界はこのギャップによつてきまる。

いままで供試したスクリーバーはいずれもこの点に特に留意して製作されてはいない。とくにM-1, M-2スクリーバーはそのギャップが大きく、 $H=0$  としたときの流量が大きい。

今後この最低下限を更に下げるためにはこのようなねじの工作の改善によりガタを減らす必要がある。またバーナ前の圧力の増減をも制御するときは流量負荷範囲をさらに拡大することができる。仮りに  $P=4 \text{ kg/cm}^2$  より  $P=20 \text{ kg/cm}^2$  までの圧力変化を行なわせると、 $H$ 一定のとき約100~40%の負荷変化ができるので、これと  $H$  の変化とを併用するときは約100~16%の負荷変化を行なわせることができるわけである。

またスクリーバーの工作上からはできるだけねじみぞ条数と送りピッチの小さいものが製作し易い。したがつて通常のねじである  $N=1$  を今後試みるのも興味あると思われる。

スピル式バーナは今回の実験によれば明らかに今まで試作したスクリーバー式よりも広範囲の負荷変化が可能であるが、噴霧角の変化が大きいこと、および今までの当所月島分室1号ボイラによる実施結果によるとパイプライン、および流量の制御方式が複雑になり、場合によつてはエアーロックを生じ易いこと等に難点

が残っている。

それに対しスクリーバー式ではバーナまでただ1本の送油管ですむので簡単であり、かつバーナ取り換え作業の時間がかからない利点がある。

## 6. 結 論

広範囲の負荷変化に対応できるボイラ用バーナを研究する一環として、以上のように外径を傘形に削り落したおねじと、めねじを組み合わせてその谷底間隙を1次ノズルとし、おねじの位置変化によつてその1次ノズルの開口面積を可変とするスクリーバー式旋回室バーナを考案かつ試作し、月島分室および舞鶴重工において水噴射実験を行なつた。また比較のために在来の固定式、およびスピル式旋回室バーナの水噴射実験を行なつた。

それらの結果によると、いままでに供試したスクリーバーバーナでバーナ前圧力一定の条件下での流量可変範囲は約100ないし40%であり、もしバーナ前油圧の変化も併用するときは流量可変範囲は約6対1%となること、またその範囲での噴霧角度の変化は少なくとも約  $20^\circ$  以内におさまることがわかつた。

スピル式と比較するときは、パイプラインが簡単であり、かつ噴霧角の変化がより少ない点において優れているが、その可能なる負荷変化範囲は圧力一定の条件下ではスピル式の方がまだややすぐれている。しかしこの点は圧力の変化も考慮する作動方式(たとえばA-II型と容積式油送ポンプの採用)によつて相当改善できる。

供試したスクリーバーバーナの圧力一定下の最低負荷がまだ大きい理由は、主としておねじとめねじの間のギャップの存在に起因するものと考えられ、今後更に工作精度の良好なスクリーバーバーナの試験を行なう方針である。

なお、本スクリーバーバーナは当所月島分室1号ボイラにおいて燃焼試験を行なつたが、その燃焼状況良好であつた。

また、別に本バーナは王子重工PB-500型ボイラで実用試験を行なつている。それらの燃焼試験結果については第2報以下に述べたい。

以上の実験に関し、御協力を頂いた舞鶴重工舞鶴造船所の方々に厚く御礼申しのべたい。