

# 船 用 オ イ ル バ ー ナ

## Oil Burner for Marine Boiler Use

小 玉 美 芳\* 金 子 夏 実\*

### 内 容 梗 概

最近建造されている輸出船および防衛庁関係の船用ボイラの燃焼装置はすべて重油燃焼装置が採用され、ボイラ効率、運転操作の点からオイルバーナの性能が非常に重視されている。

船用オイルバーナに長い経験を有し、各方面より好評をえている B & W のエヤレジスタ、アトマイザはバブコック日立で国産化し好成績で運転されている。出力調整範囲の広いプランジャ、Y-ジェットアトマイザは負荷変動の大きい使用条件に適用される。

### 〔I〕 緒 言

最近輸出船および防衛庁関係船舶の建造に伴い多数の船用ボイラが製作されており、燃焼装置としてはすべて重油燃焼方式が採用されている。

これは重油燃焼方式が他の燃焼方式に比べ、船舶用として多くの利点を有するからであり、国内のタービン船にも今後重油燃焼方式の採用はますます多くなると考えられる。重油燃焼方式は我国においてもこと新しいものではなく数多くの型式が採用されているが、古い歴史と新しい技術によつて斯界に好評をえている B & W 社の船用重油燃焼装置中その生命ともいべきオイルバーナについて述べる。

### 〔II〕 船用ボイラの燃焼装置

船用ボイラに使用される燃料は石炭と重油で、燃焼方式としては火格子燃焼とバーナ燃焼が採用されているのは一般ボイラと同様であるが、船用としての特異性を満足させるものでなければならない。

火格子燃焼は石炭焚きの場合で、手焚きとストーカ焚きがあり、バーナ燃焼は微粉炭バーナ、重油バーナに分けられる。手焚きは古くから採用されていたが、大型ボイラに不適であり、運転員の巧拙がボイラ効率に大きく影響するので現在では特殊な条件のものに限定されているようである。ストーカの採用は手焚きの欠点を補うため、レトルトストーカ、スプレッドストーカ等が使用されたが、重量が重く、灰処理の煩雑があり、燃焼調整、ボイラ効率の点では重油燃焼にはおよばない。

微粉炭燃焼は前述の方式に比べると重油燃焼に近いが重油より焰が長く、石炭粉砕機および附属設備が嵩張り、重量、保守の面からも船用として不利な点があり、石炭焚きの宿命として灰処理がつきまとう。

重油燃焼は石炭燃焼に比べて

- (1) 少い過剰空気が高い燃焼効率がえられるのでボイラ効率がよい。

- (2) 重油は積込み、貯蔵が簡単である。
- (3) 同一発熱量に対し重油は石炭の約 60% の重量で、容積は約 50% である。
- (4) 灰処理の必要なく、煤煙も少い。
- (5) 燃焼制御が簡単迅速である。
- (6) バーナおよび補機が小型軽量である。

などの長所があり、重油が比較的廉価に購入できる今日、重油バーナが船用燃焼装置として広く採用される理由であろう。

### 〔III〕 重油バーナの種類

重油燃焼装置の中心をなすオイルバーナの型式は多種多様であるが、燃焼法より大別すると気化燃焼法と霧化燃焼法に分けられる。重油は気化して燃焼するものであるが、後者は重油を先ず微粒に分割し気化および空気との混合を容易ならしめるもので、ボイラでは霧化燃焼を使用している。これをさらに霧化方式により分類すると次の4種となる。

- (1) 油 圧 式
- (2) 気流衝撃式  $\left\{ \begin{array}{l} \text{高圧気流噴射式} \\ \text{低圧気流噴射式} \end{array} \right.$
- (3) 回 転 式
- (4) 混 気 式

油圧式は重油に圧力を与え、バーナ内でその圧力ヘッドが速度ヘッドに変化する際重油を旋回せしめその時生ずる遠心力によつて、重油の流れを分裂させて霧化する方法である。

気流衝撃式は高圧または低圧の蒸気あるいは空気流によつて重油を吹飛ばし霧化する。

廻転式は重油供給管と同心に設けられたカップを、電動機で高速廻転し、遠心力で重油を振飛ばすとともにカップと同一軸に取付けられた風車によつて生ずる気流の衝撃によつて霧化する。

混気式は相当な圧力の重油の中にほぼ同圧の空気を吹込んで油の細泡を作り、大気中に噴射させた時泡の中の圧縮空気が膨脹して油膜を粉砕し霧化する方法である。

\* 日立製作所日立工場

第1表 最近アメリカにおいて建造された商船とオイルバーナの一例  
Table 1. Examples of Steamers and Oil Burners Built in U.S.A.

船 仕 様	ボ イ ラ 仕 様			オ イ ル バ ー ナ 仕 様
	蒸 発 量 (lb/h)	蒸 気 圧 力 (PSi)	蒸 気 温 度 (°F)	
3,800 t 油 槽 船 (20,000 SHP)	(97,000) 75,000	600	875	B & W 油圧式アトマイザ×6本
貨 物 船 (19,250) 17,500 SHP	64,000	600	875	Todd 油圧式アトマイザ×6本
油 槽 船 15,000 SHP	(72,000) 52,500	600	875	
28,000 t 油 槽 船 (13,750) 12,500 SHP				Todd 油圧式アトマイザ×4本
油 槽 船 7,000 SHP		425	725	Todd アトマイザ
	37,500	450	760	蒸気噴霧式アトマイザ×4本
油 槽 船 13,500 SHP	(78,750) 53,750	600	835	B & W 油圧式アトマイザ×4本
19,203 t 油 槽 船 13,650 SHP	(69,000) 54,000	600	870 850	Todd アトマイザ×4本

(注) オイルバーナの本数は1 確分員数を示す。( ) 内は最大出力を示す。

船用としては設備が簡単でコンパクトという点から油圧式が最も多く採用され、次で気流衝撃式が用いられているようである。最近米国で建造された船に使用されたバーナの一例を第1表に示す。表中メカニカルアトマイザとあるのは油圧噴霧式である。

バブコック日立は最近2年位の間二十数種の船用ボイラを製作しているがこれに用いられたオイルバーナはすべて油圧式である。油圧式バーナで単にメカニカルアトマイザあるいはプレッシャアトマイザと呼ばれるものは、同一チップの容量調整範囲が割合にせまい。

今チップよりの油噴射量を $Q$ とすると次式で表わされる。

$$Q = A\eta\sqrt{\frac{2gh}{\gamma}}$$

ここに  $A$ : 油噴射孔面積

$\eta$ : 流量係数

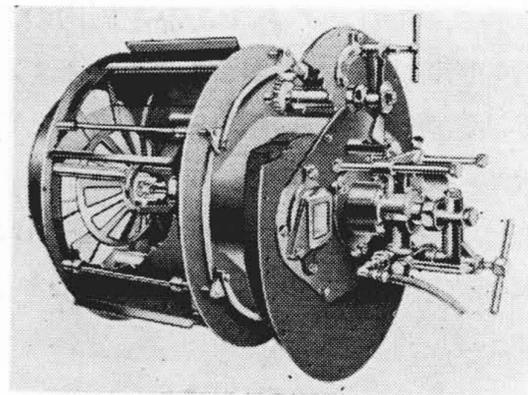
$g$ : 重力加速度

$h$ : 油 圧

$\gamma$ : 油の単位体積の重量

したがって他の値が一定であれば、 $Q \propto \sqrt{h}$  であるから油圧を減少すれば容量を減少させることができるが、あまり油圧を下げると噴霧不良となり燃焼を阻害するので限度がある。B & Wプレッシャアトマイザでは普通300 PSi の油圧で計画され、油圧調整範囲を100 PSi に制限している。したがって同一チップでの容量調整は約60%までであるが、リターンフロタイプまたは後述のプランジャータイプでは同一チップで約25%まで出力調整が可能である。

高圧気流衝撃式については、B & W 船用オイルバーナの項で述べることにする。



第1図 デカゴン型レジスタ  
Fig. 1. Decagon Register

#### 〔IV〕 B & W 船用オイルバーナ

B & W 社は早くから船用オイルバーナを製作し、長年の経験と研究に基づき改良を重ね、現在まで50,000台以上のバーナが各型式のボイラに使用されている。オイルバーナは重油が気化し易いように噴霧状態にするアトマイザと、燃焼用空気を調節するレジスタより構成されている。次に B & W 船用オイルバーナの概要を述べる。

##### (1) レジスタ

レジスタは噴霧された重油と空気を良く混合するために、空気に攪乱を与えるよう設計されている。空気が風函より炉内へ流入する時、レジスタを通過するとレジスタのエヤードアアの傾きにしがたつて旋回する。この空気は第1図に示されているインペラプレートとバーナスロートコーンに植えられた羽根によりさらに旋回を与えられ炉内へ流入する。

風函内の風圧が同一の時はエヤードアアの開度を加減することにより、バーナ負荷に応じて最も適当な量の燃焼用空気を送り最良の燃焼状態を維持することができる。また同一空気量を流すにエヤードアアの開度を小に

して風函内の風圧をあげると風速が大となり旋回力を増し、火焰が短くなる。すなわちレジスタは燃料空気比の調整を行うばかりでなく、火焰の長さを加減し燃焼状態を左右するものである。

第1図においてアトマイザチップのすぐ周りにあるインペラプレートは、大負荷の場合空気の流速が大となつて火焰が不安定になるのを防ぐものである。インペラプレートによつて形成される旋回気流によつて、アトマイザチップより余り遠くない点で着火されるようになってい

(A) デカゴンレジスタ (Decagon Register)

これは容量 1,000 lb/h 位の強制通風のバーナに使用するもので、第1図にその構造を示す。6枚の曲面のエヤードアアを有し、閉じた場合は円筒形になつて空気を遮断する。図は約30度開いた状態を示している。エヤードアアはリンクと歯車を介して、1本の操作ハンドルにより6枚同時に動かすようになってい

この型式は風函内の空気の流れを乱すので、このレジスタを用いる時はバーナを一線に配置するか、または空気の流れに乱れを与えないよう考慮して配置しなければならない。

(B) アイオワレジスタ (Iowa Register)

これは容量 2,000~3,000 lb/h のバーナに用いるもので第2図にその構造を示す。構造上デカゴンレジスタと異なる点は、エヤードアアの円筒面が円錐面になつてい

このエヤードアアの構造は風函内の空気の流れを邪魔しないので、高負荷レジスタを多数配置した場合中央にあるレジスタにも十分必要な空気を送ることができるので高負荷のバーナを必要とする大型艦船に使用される。

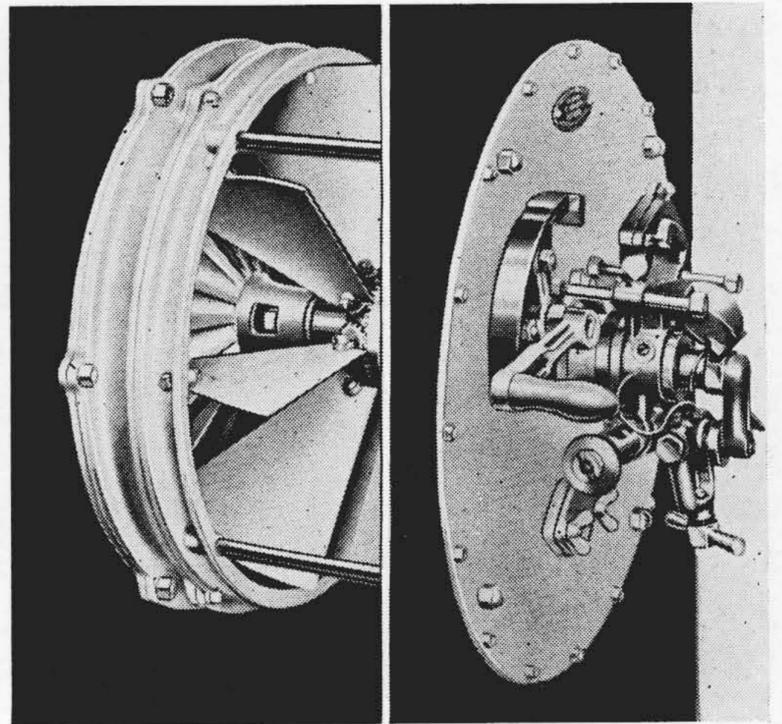
(2) アトマイザ

B&W 船用オイルバーナに使用されているアトマイザに次の3種がある。

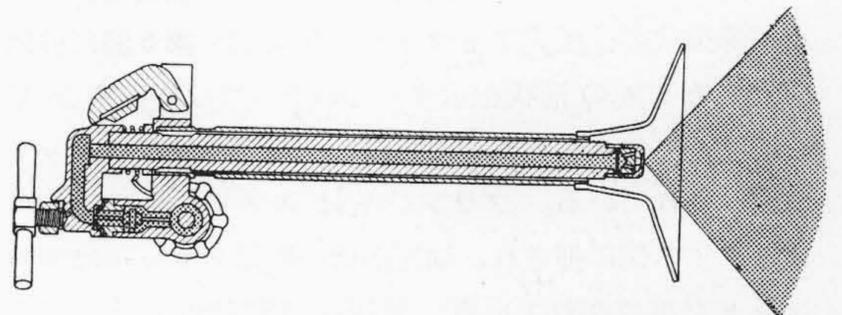
(A) プレッシャアトマイザ (Pressure Atomizer)

これは油圧式の最も普通の型式で、第3図にその構造の概略とチップの形状を示す。このアトマイザは通常 300 PSi の油圧で使用し、燃焼を阻害しない程度に圧力を下げた場合は 100 PSi まで使用可能である。したがつてチップの交換を行わず約60%まで出力調整ができる。

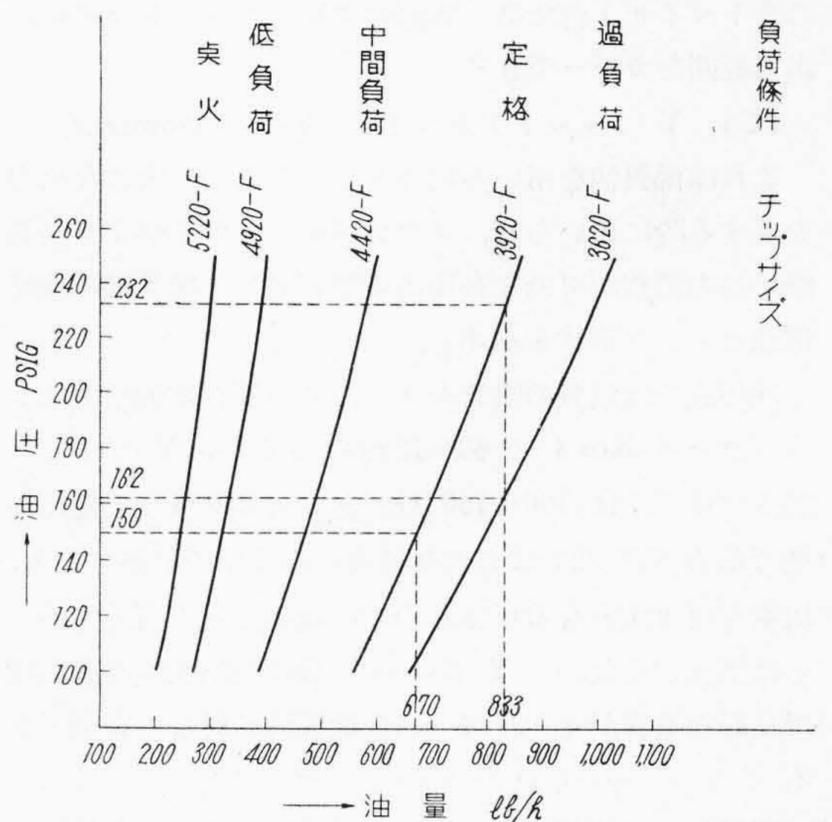
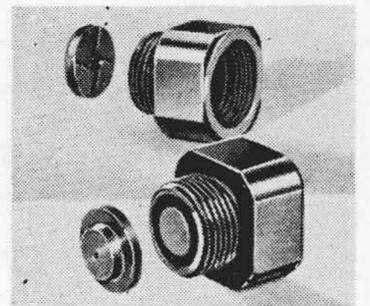
重油は円錐形旋回室に切線方向に設けられたスロットを通り送り込まれ、非常に高い速度で旋回しオリフイスから噴射される。噴射角度はこの周速によつて左右されるので、スリットとオリフイスの大きさの関係が重要であ



第2図 アイオワ型レジスタ  
Fig. 2. Iowa Register



第3図 プレッシャアトマイザ  
Fig. 3. Pressure Atomizer



第4図 プレッシャアトマイザ特性曲線  
Fig. 4. Characteristic Curve of Pressure Atomizer

る。普通は 60~80° の噴射角度に設計される。

上記のようにこの型式のアトマイザは、チップの交換なしには大きな負荷変化に対処できないが、大多数の商船は長期間一定速度で航行するので、この型式を採用してなんら不都合なく必要な場合にはチップを交換したり、バーナ本数を増減して大幅な出力調整が可能である。

負荷変動が少ない場合はプレッシャアトマイザが最も構造簡単、操作容易なので有利であるが、艦艇または負荷変動の多い船舶にあつては、チップ交換の手数を要せず広範囲に出力調整可能なアトマイザが希望される。また A.C.C. によつて燃焼制御する場合も好都合である。かような場合には次に述べるプランジャアトマイザかジェットアトマイザを使用することによりその目的が達せられる。

(B) プランジャアトマイザ (Plunger Atomizer)

これは油圧によつて自動的にスロットの数を変化させる特殊型式の油圧式アトマイザで第5図~第6図に概略構造とチップの形状を示す。このチップは旋回室が長く、オリフィスから異つた距離に一对づつ切線スロットが設けられている。プランジャはスプリングによつてオリフィス側に押され、油圧が低い時はスロットはプランジャで塞がれている。油圧が 120 PSi 以上になるとスプリングを押して一对のスロットが現はれ、油圧が 280 PSi に達するとプランジャは 1/4" 動き全部のスロットが有効に働くようになる。ベローにより重油の漏れを防ぎプランジャが自由に動けるように考慮されている。

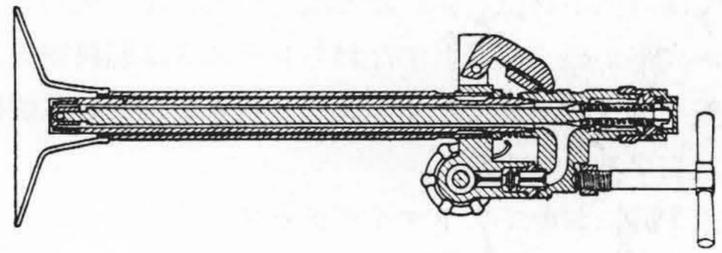
プランジャアトマイザはチップを交換することなく 1/4" まで出力調整が可能である。第7図に見られるようにこのアトマイザ1台で2~3台のプレッシャアトマイザの出力範囲をカバーできる。

(C) Y-ジェットアトマイザ (Y-Jet Atomizer)

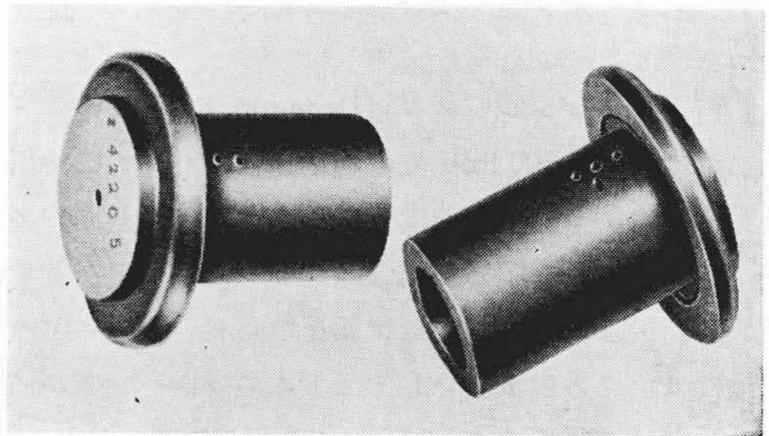
これは低質油を用いる場合とか、1本当り大きな出力を要する時に用いられ、プランジャアトマイザより高範囲の出力調整が可能な高圧蒸気噴霧式で、第8図に概略構造とチップ形状を示す。

油圧式では最良の噴霧をうるための適正重油粘度はレッドウッド No. 1 で 80~120秒であるが、Y-ジェットアトマイザでは 100~150 秒であつて 250 秒まで使用可能である。低質油では必要な粘度になるまで加熱すると、炭素を析出するものがあるので、加熱温度を高くすることは望ましくない。Y-ジェット型は油圧式より高粘度で良好な噴霧がえられるので低質油に対して有利である。

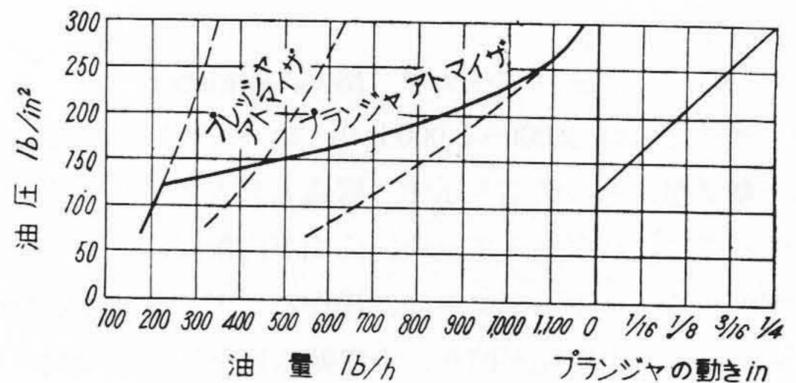
図において蒸気はアトマイザの中心を通り、重油は外側を通つてチップに送られる。チップは特殊構造になつていて、1個のアトマイザから数個の独立したジェット



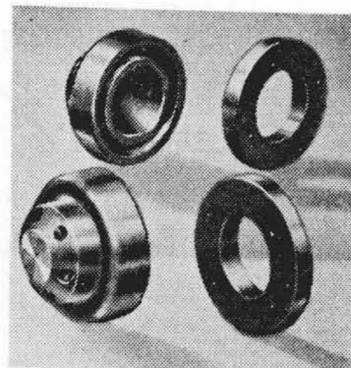
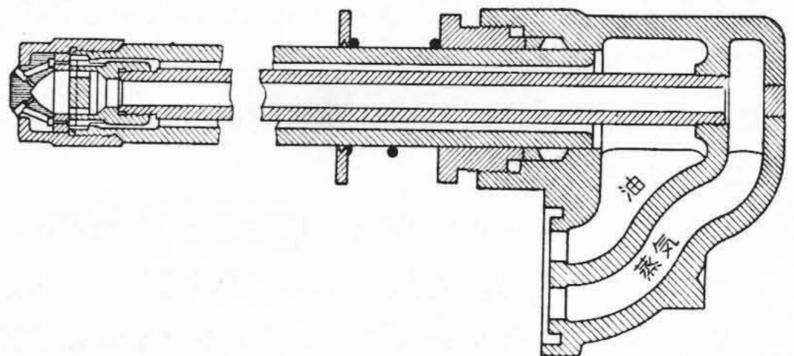
第5図 プランジャアトマイザ  
Fig. 5. Plunger Atomizer



第6図 プランジャアトマイザチップ  
Fig. 6. Tip of Plunger Atomizer



第7図 プランジャプレッシャアトマイザ出力調整範囲  
Fig. 7. Comparison between the Range of Plunger and Pressure Atomizer



第8図 Y-ジェットアトマイザ  
Fig. 8. Y-Jet Atomizer

第 2 表 最近製作せる B&W オイルバーナ  
Table 2. Some of Recently Manufactured B&W Oil Burners

船 仕 様		タービン仕様		ボ イ ラ 仕 様				オ イ ル バ ー ナ 仕 様				
トン数 (t)	種 類	出力 (HP)	員数	蒸 発 量 (lb/h)	蒸 気 圧 力 (PSi)	蒸 気 温 度 (°F)	員数	アトマイザ型式	レジスタ型	1 罐 当 り 員 数	容 量 (lb/h)	油 圧 (lb/in <sup>2</sup> )
1,600	艦 艇	15,000	2	136,000	427	752	2	プランジャ	アイオワ	6	2,200	300
11,800	貨物船	6,600	1	35,000	450	750	2	プランジャ	アイオワ	3	2,000	350
	貨物船	7,000	1	37,400	456	752	2	プレッシャ	アイオワ	3	1,000	250
	貨物船	7,000	1	37,400	456	752	2	プレッシャ	アイオワ	3	1,000	250
11,800	貨物船	7,000	1	37,400	456	752	2	プレッシャ	アイオワ	3	1,000	250
	貨物船	6,600	1	35,000	450	750	2	プランジャ	アイオワ	3	2,000	350
	貨物船	6,600	1	35,000	450	750	2	プランジャ	アイオワ	3	2,000	350
1,600	艦 艇	15,000	2	136,000	427	752	2	プランジャ	アイオワ	6	2,200	300
33,000	油 槽 船	15,000	1	81,500	600	850	2	プランジャ	アイオワ	5	1,200	300
33,000	油 槽 船	15,000	1	81,500	600	850	2	プランジャ	アイオワ	5	1,200	300

を噴射するので、空気との混合もよく、火焰も短い。蒸気はジェットの中で膨脹して油の流れに突当り、これを微細に粉碎し僅かの蒸気で良好な噴霧がえられる。蒸気消費量は、条件により異なるが通常ボイラの蒸発量の1/2%以下で、この程度の熱損失は燃焼効率の増加と相殺するものである。

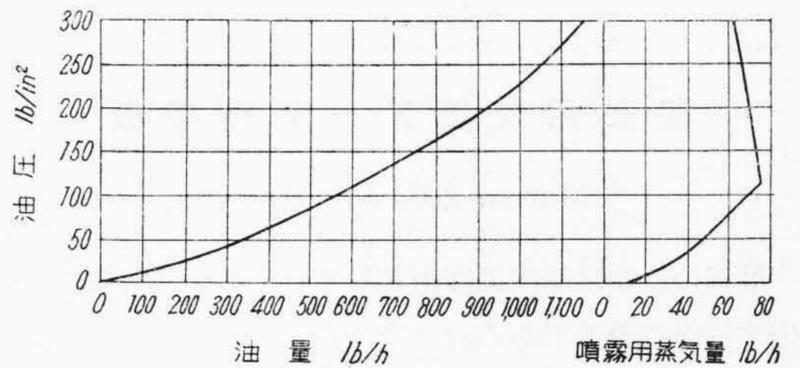
蒸気減圧弁は重油圧力より約 20 PSi 高い圧力に設定し重油圧力調整弁と連動せしめると、油圧調整弁の制御のみで出力調整ができる。例えば油圧は 80 PSi~10 PSi に変化せしめると、これに対応し出力は 1/8 まで制御される。このアトマイザは 3 t/h 程度の出力が可能である。特性の一例を第 9 図に示す。

以上船用として使用されている 3 種のバーナについて述べたが最近製作中のものは第 2 表に示すごとく皆油圧式である。

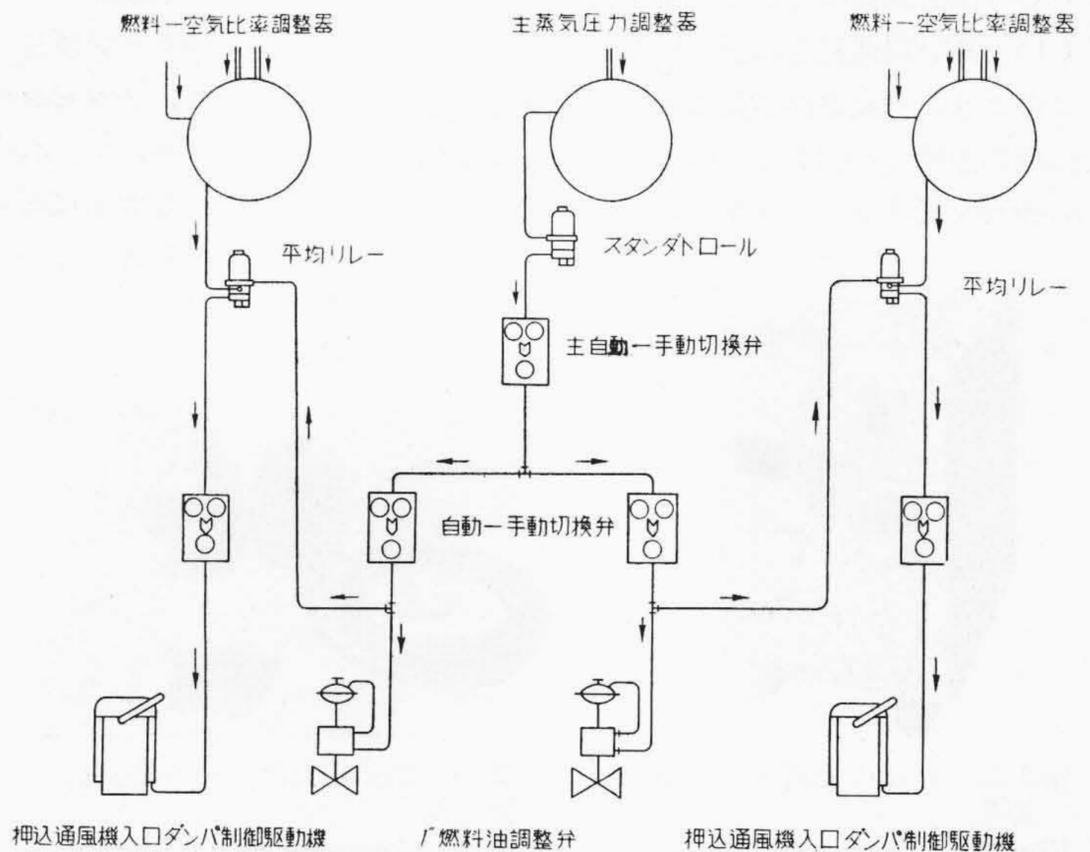
〔V〕 オイルバーナの自動制御

オイルバーナの自動燃焼制御は、ボイラ蒸発量の変化に対し蒸気圧力を一定に維持するように重油量、燃焼空気量を調整するもので、石炭焚に比べ制御は簡単で、迅速確実である。

第10図は 7,000 HP 貨物船に採用したペーレ空気式自動燃焼制御装置の系統を示す。この例はボイラ負荷変動に対し過熱器出口蒸気圧力を一定に保つ方式で、蒸気圧力の変動値を検出して燃料の増減を指令すると、重油供給管に設けられた調整弁を制御してオイルバーナの出力を調



第 9 図 Y-ジェットアトマイザの容量および蒸気消費量  
Fig. 9. Capacity and Steam Consumption of Y-Jet Atomizer



第 10 図 自 動 燃 焼 制 御 系 統  
Fig. 10. Diagram of Automatic Combustion Control

整する。また蒸気圧力の検出値は同時に押込通風機出口のダンパを制御し、燃料の変化に対応して空気量を送るが、さらに燃料と空気量の比を検出して設定された過剰空気率にするよう押込送風機出口ダンパを再調整する。燃料と空気量の比率は、アトマイザ入口の油圧と、風函と火炉のドラフト差によつて表わされる空気流量を比率調整器に導き設定比率の平衡が破れた時に増減の指令を発生して再調整を行う。この他重油加熱器の重油温度調整、重油噴燃ポンプには圧力調整装置を附加すれば重油燃焼装置の自動制御として申分ない。

## 〔VI〕 結 言

B & W 船用プレッシャアトマイザが1911年実用に供せられて以来絶えざる研究により改善が加えられ、さらにプランジャ型、Y-ジェット型に進み今日の輝かしい成果を収めているが、50,000台のバーナの実績は今後の進歩の良き忠告者となるであろう。我々は B & W 社の設計図ならびに資料にもとづき、アトマイザおよびレジスタを製作し好調に運転されているが、これ等の性能を裏付ける試験結果は別の機会に紹介したいと考えている。

## 製 品 紹 介

### 船 舶 用 交 流 ア ー ク 熔 接 機

#### Marine A.C. Arc Welder

最近の船舶は船内工作用として交流アーク熔接機を装備するのが普通である。

この種の交流アーク熔接機では優れたアーク特性が要求されることは勿論であるが、さらに船内の狭隘な場所に配置され、種々の地域を航行するので特に次の性質を持つことが必要である。

- (1) 小型軽量なること。
- (2) 耐湿性に富むこと。
- (3) 振動動揺に対して堅牢なること。
- (4) 高い周囲温度に耐えること。

このような一般条件の他に個々の熔接機に対しては、他の船内設備との関係で外形および端子構造等につき特別の指定を受けることが多い。

日立船舶用交流アーク熔接機は可動鉄心型で、分割巻した線輪と熔接変圧器中央に位置する可動鉄心とによりアーク特性を良好にすると同時に熔接機本体を小型軽量ならしめている。

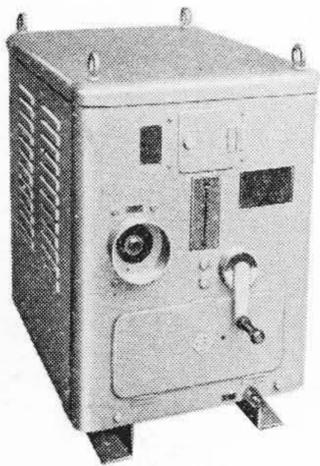
線輪は無アルカリガラス繊維・石綿およびマイカ等の無機質絶縁物を使用し耐湿性ワニスにより処理してあるため耐熱度ならびに耐湿度が高い。

外線接続用端子部は電線貫通金物を有するソルダレス式または挿込式を標準としている。

熔接機の特性は注文仕様ならびに JIS C 9301「交流アーク熔接機」に準拠し、150A、200A、250A、300A等各種容量のものを製作している。

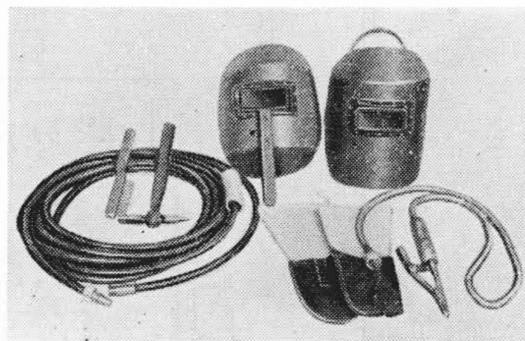
附属品としては熔接作業に必要なホルダ（フレキシブルケーブル付）、ヘルメット、ハンドシールド、グローブ、チツピングハンマ、ワイヤブラッシュ、熔接ケーブル、アース板等の中要求されたものを添付する。

なお熔接機本体ならびに附属品に対する予備部品を予備品として添付している。



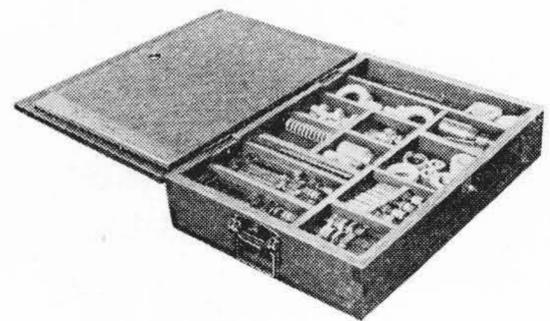
第1図 船舶用交流アーク熔接機

Fig. 1. Marine A.C. Arc Welder



第2図 船舶用交流アーク熔接機 附属品

Fig. 2. Accessories of Marine A.C. Arc Welder



第3図 船舶用交流アーク熔接機 予備品

Fig. 3. Spares of Marine A.C. Arc Welder