

# バブコック日立式船用ボイラ

## Babcock-Hitachi Marine Boiler

杉 沼 八 郎\* 小 野 瀬 正 雄\*

### 内 容 梗 概

世界経済の立直りにともない、海運界は活況を呈し、各国とも優秀船の建造に努力している。最近日本の造船界は外国船主より多数の大型船の発注を受け、未曾有の多忙と建造記録を示している。これら外国船は大型の貨物船およびタンカーでこれに搭載する主機は 6,000 HP~20,000HP のタービン1機に、これに見合うボイラ2箇の組合せになっている。日立製作所は London Babcock & Wilcox 社と技術提携し Land Boiler とともに各型式の Marine Boiler およびその付属品を製作している。Boiler は主として Header Boiler と Integral Furnace Boiler で蒸気状態 (Steam Condition) は主として 32 kg/cm<sup>2</sup> 400°C および 42 kg/cm<sup>2</sup> 455°C のものが多い。

ボイラおよび付属品とも Marine Use としての特殊性を十分に考慮し、ボイラ効率、安全、信頼性にはもつとも力を入れて計画製作している。特に十分なる降水管 (Downcomer) による良き Circulation, Cyclone Separator による卓越せる Steam Separation, 二重ケーシングによるガス洩れ防止, スタッド付水冷管 (Stud Wall) の採用による優れたる火炉 (Furnace) などほかの追従を許さざる特長である。

ここにバブコック日立船用ボイラの紹介および蒸気温度調整法および Economiser, Airheater 等につき述べる。

### 〔I〕 緒 言

第二次世界大戦により優秀船を多数失つた世界各国は大型外航船の補充と老朽船の更新に力を入れてきたが、世界経済界の立直りにともなう海運界の好景気に刺戟され、外国とも大型優秀船の確保に懸命の努力を払っている。

我国の造船技術は戦前より高く評価されていたが、工期の短い点も買はれ、最近外国船主より大型貨物船および大型タンカーの発注が極めて多く、今や日本は世界第二の造船国となり、外貨獲得に大きい役割を演じている。

また国内主機メーカーはいづれも外国の主機メーカーと技術提携を行つているが、日立製作所はボイラメーカーとして、世界的に有名な、バブコック社と技術提携をなし、各種の陸上ボイラとともに、船用としてヘッド型およびインテグラル、ファーンレスボイラを多数製作しているので以下船用ボイラにつき少しく述べて見たい。

### 〔II〕 ボイラ 概 要

1807年フルトンによつて、蒸気力により船が走るよつになつて、風力を利用する帆船で大洋を渡つた長い歴史に終止符を打つてより、送船の技術はめざましい進歩発展をとげたが、ディーゼル機関が船に利用されるに到り、ディーゼルの高い効率に迫らんとして、蒸気状態の向上によつてプラント効率の向上を計るよつになつてきた。

陸上における火力発電所の蒸気状態は 66,000 kW 級において 88 kg/cm<sup>2</sup>, 510°C, 75,000 kW 級において 102 kg/cm<sup>2</sup>, 538°C 再熱 538°C, 150,000 kW 以上において

169 kg/cm<sup>2</sup>, 566°C 再熱 538°C と急ピッチに上昇し、遂に超臨界圧である、315 kg/cm<sup>2</sup> 620°C, 一次再熱 565°C 二次再熱 538°C の驚異的蒸気を大容量火力発電所に使用すべく、超高压高温ボイラがアメリカバブコック社によつて製作されている。

船用としては種々の制限より陸上程の高温高压の蒸気は使用されておらぬ。しかし戦前より欧州方面ではすでに 130kg/cm<sup>2</sup>, 500°C の蒸気を使用したがあまり広くは使用されておらぬ、一般には 60kg/cm<sup>2</sup>, 500°C 以下が多く、30 kg/cm<sup>2</sup>, 400°C, 40 kg/cm<sup>2</sup>, 450°C 級のものもつとも広く用いられている。これは主機の単位容量および絶対的信頼性を第一義とする船の特別なる事情より選ばれる蒸気状態と思われる。これらの蒸気状態の下にプラント全体の効率を上げるために、主機および補機の計画に高度の技術を要求するとともに船用としての特事情より安全と信頼度はもつとも強く要求され、各船級ルールによる嚴重なる取締りおよび検査が材料および工作面に互つて行われる。また船として 1 m<sup>3</sup> の容積といえども積荷のために割愛すべく、主機室は極度に制限を受け、したがつてボイラは小型、軽量にしてかつ高い効率を要求され、すべての部分はこの要求を満足するよつに計画される。また運転要員を極力節減するために、自動制御、自動燃焼装置を設備することは広く行われ、なお、狭隘なる船底のボイラ室における運転環境を良くするために火炉および煙道よりのガス洩れを完全に防止するなど陸上の蒸気原動力所の計画に見られざる苦心が払はれる。

### 〔III〕 バブコック日立式船用ボイラの型式

陸上ボイラとしてもつとも古い歴史を有するバブコッ

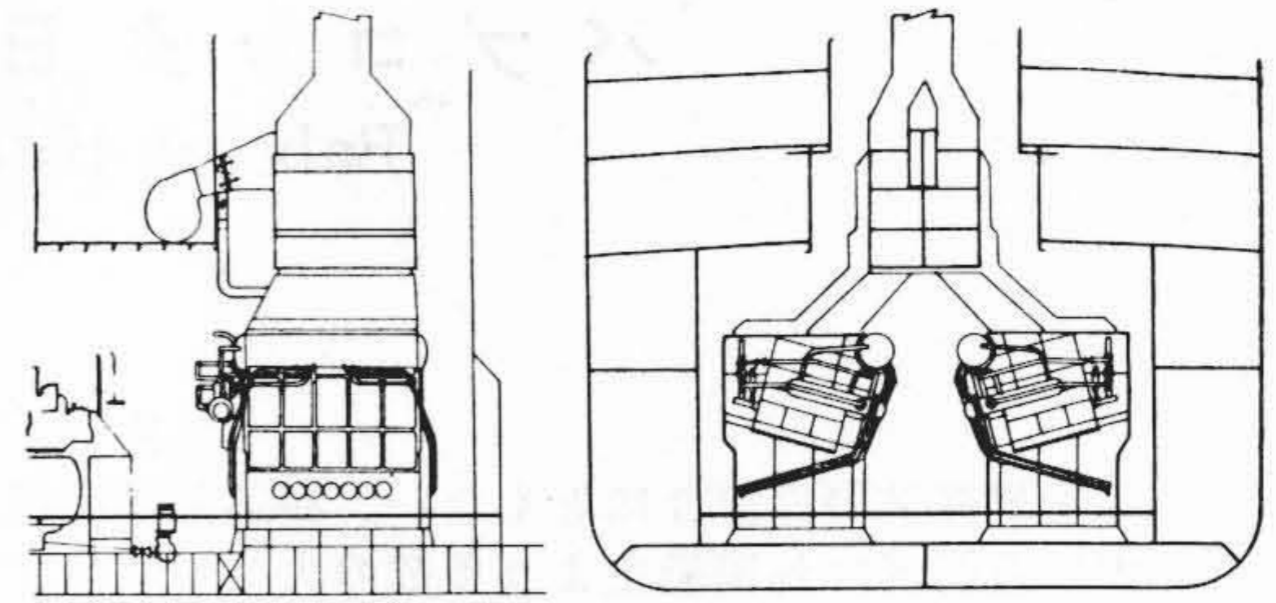
\* 日立製作所日立工場



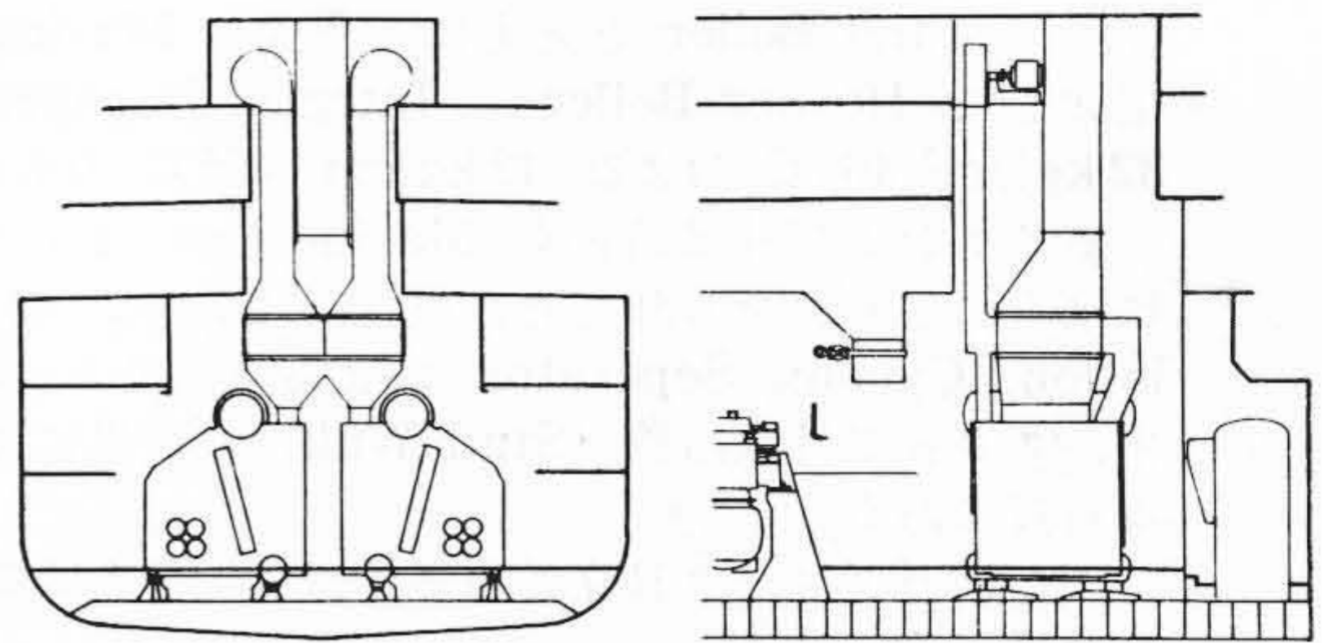
ク式ボイラは船用としてもまたもつとも長い経歴を有し、1975年船用ボイラが初めて製作されてからすでに4,000 餘の製作記録を有し、その長い経験と其间撓まざる研究を加え船用としてあらゆる条件を盛り込んだ完璧なるボイラとして、ヘッド型とドラム型の型式をもつて、需要に応じている、そして稀に見る長い歴史と広範囲の需要はバブコックボイラの真価を遺憾なく発揮しているものといえる。バブコック日立はバブコック社と技術提携の下にこの優れた技術を、計画面および工作面において完全にこれを吸収し、また需要ごとに常にバブコック社と技術的連絡の下に製作を進めている。そしてヘッド型とインテグラルファーネス型の2型式のボイラを主として製作している。ヘッド型は水管が垂直で長さおよび管径の種類が少く、したがって予備管の保有が楽でありまた管内の点検および掃除が容易である。必要ある場合には管の取りかえが簡単である。しかし構造上使用圧力に制限があり、 $60 \text{ kg/cm}^2$  位が限度であり、これを超せばヘッドの肉厚さ増した強度の関係上水管のピッチも広くなり、したがって熱吸収上不利となる。一方インテグラルファーネス型はヘッド型に比し、圧力および温度をはるかに高くとりうるのみならず大容量ボイラとしても適しスペースおよび重量の点においても有利である。しかしながら水管として比較的多種の曲管を使用しているため、予備管を曲管で保有する場合はその種類が多くなること、管内の点検および掃除はヘッド型程簡単ではない。貨物船としては6,000 HP 乃至8,000 HP、タンカー用として10,000 HP 乃至20,000 HP のタービンが使用されるが、主機の信頼度が最近きわめて高く、いずれも一船一軸となり、これに対しボイラは2 罐1 機の組合せが多く、ボイラは第1 図に示すごとく、右舷左舷振り分けに配置されるのが普通である。

#### 〔IV〕 ヘッド型ボイラ

このボイラは船用ボイラとしてほかのいかなるボイラよりも長い歴史とあらゆる検討が十分に積まれたもので、ドラム型ボイラが各種船用として出現している今日でも毅然として、多数の需要と愛顧をえているのも構造簡単でかつ取扱容易にして絶大なる信頼度を有るゆえと思われる。この型の特長は蒸発水管が水平面に対し、15度の角度に配置される直管よりなり、多数の手孔を有するスタガードヘッドに強固に拡管して取り付けられていることでしたがつて管内の点検と掃除は容易であり、給水処理の十分でなかつた当時はこの点最大の長所と見られた。また長さのひとしい直管を使用しているから予備管の保有が楽であり、管の取りかえはスタガードヘッドの手孔よりできる点などは他型式のボイラではの

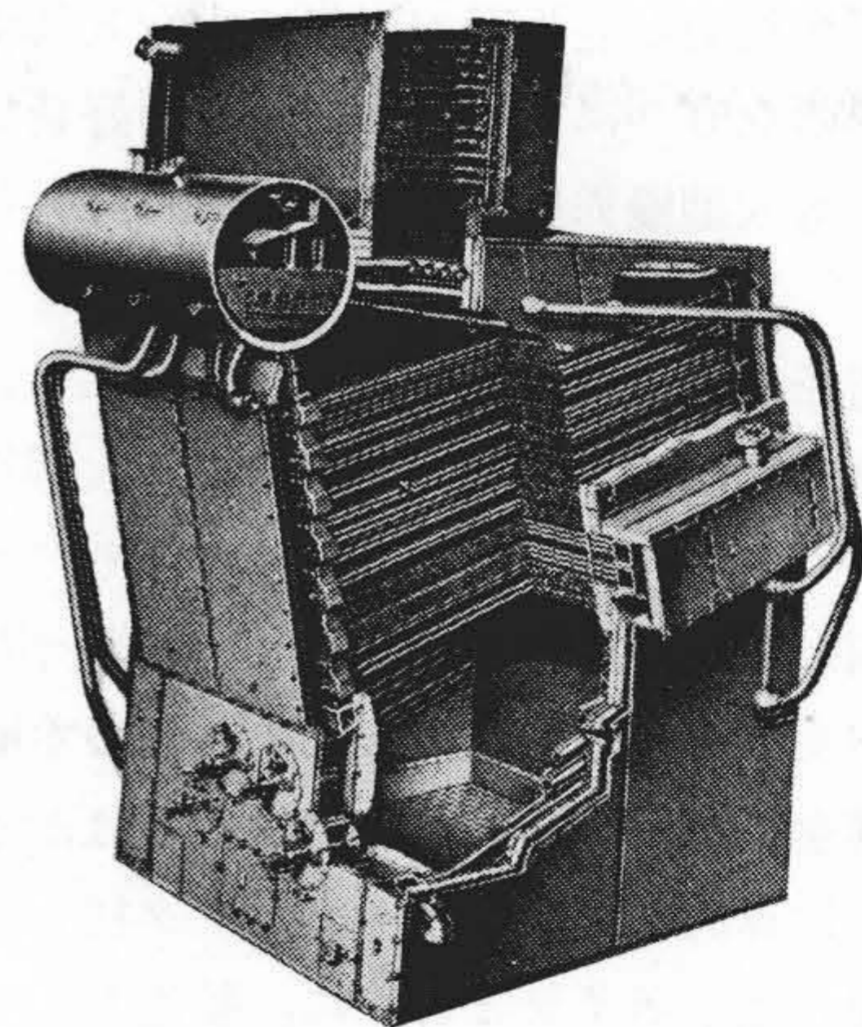


シングルパスヘッド型ボイラ



インテグラルファーネスボイラ

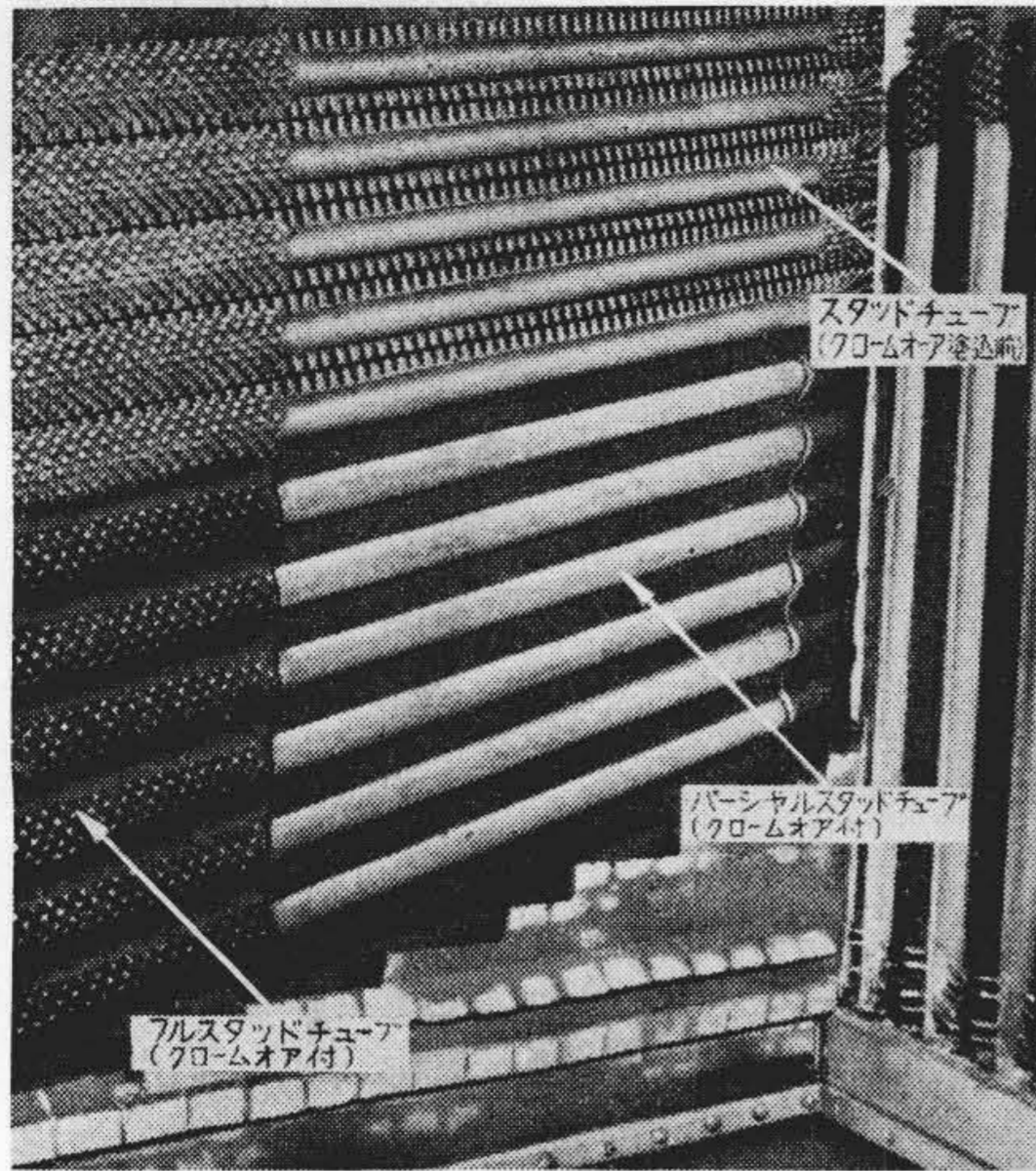
第1 図 船用ボイラの配置  
Fig. 1. Arrangement of Marine Boilers



第2 図 シングルパスヘッド型ボイラ  
Fig. 2. Single-pass Header Boiler

ぞみえない利点である。したがって管取りかえあるいは応急処置の場合罐の冷却を待つ必要なく、かつまた罐水を全部捨てる必要なく対策を敏速にできる、前部スタカードヘッドの上部とドラム下部とが  $4\frac{1}{2}$ " の太い降水管で繋り、また後部ヘッド上部とドラム中腹が  $4\frac{1}{2}$ " の上昇管と各々繋がり明瞭な罐水の循環系統をなしている。現在もつとも多く製作されているものは水管として外径  $1\frac{1}{4}$ " の比較的細い管を密に多数配置し、ガスをシングルパスとしてガス速度を高くとり、熱吸収を大ならしめている。そしてヘッドの手孔1 個より9 本の水管が拡管および点検掃除ができるようになってい



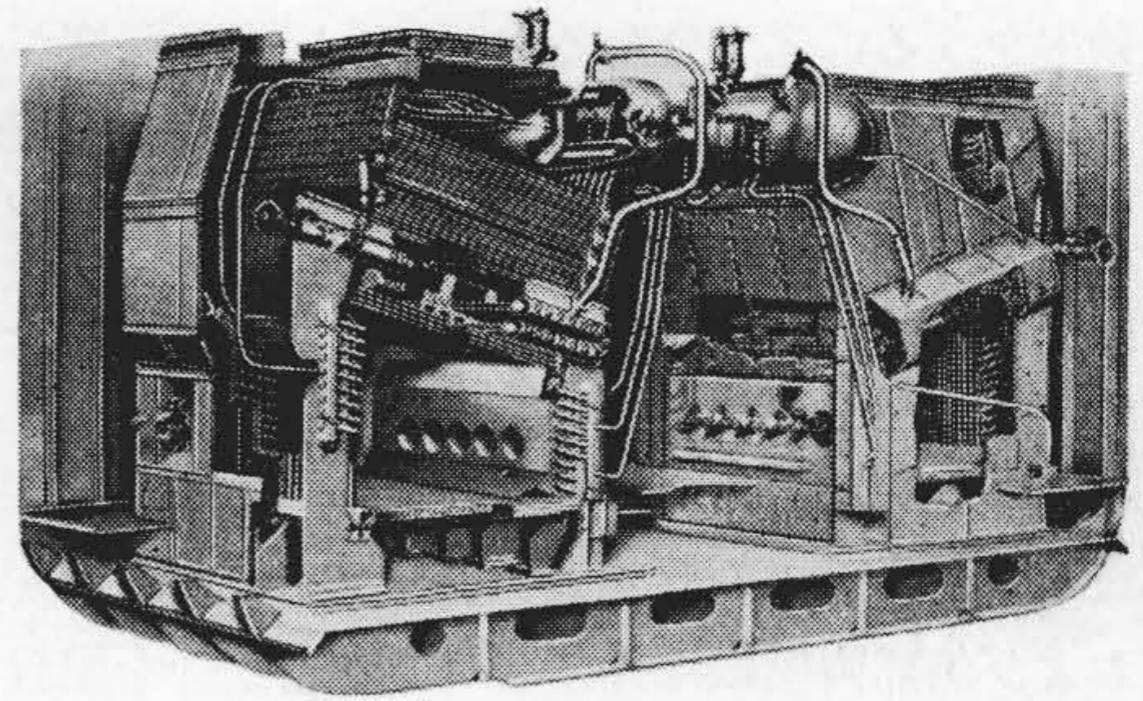


第3図 ヘッダ型ボイラのスタッド付水冷壁  
Fig. 4. Stud Wall in Header Boiler

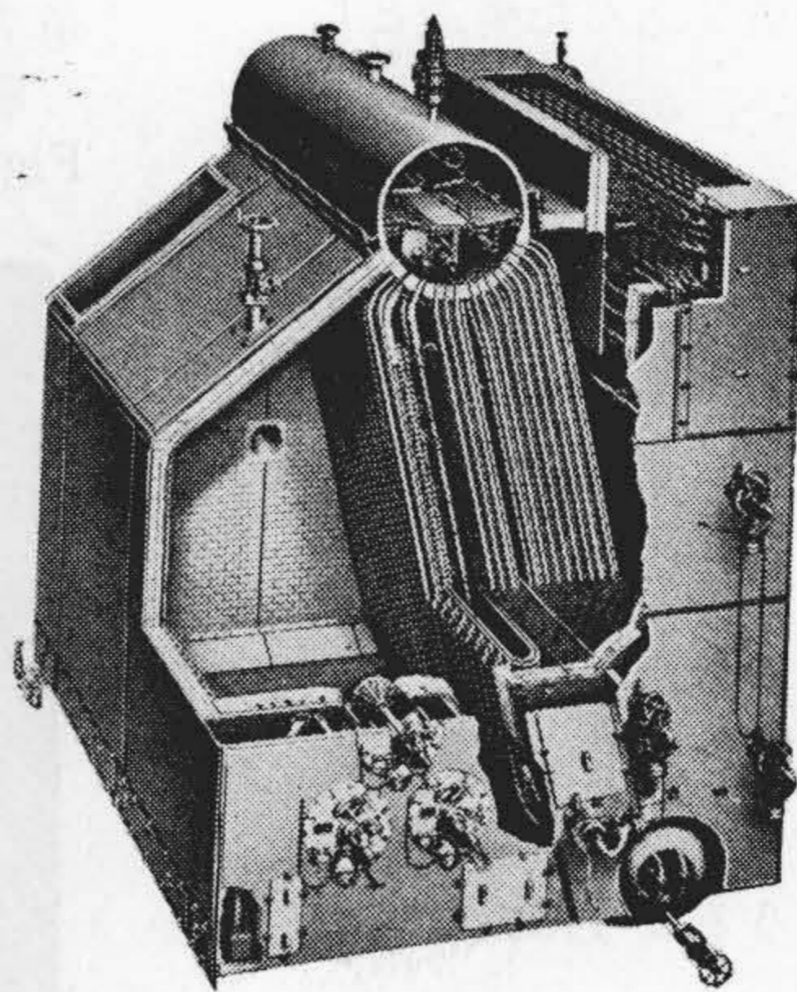
また火炉に近い部分にはスクリンチューブと称して、外径2吋の比較的太い水管を広いピッチで配置している。このスクリンチューブと水管群とのあいだに広い空間を設け、こゝに横置き of 過熱器を配置する。第2図はシングルパスヘッダ型ボイラを示す。

過熱器は2本のヘッダに多数のU型の簡単なコイルを拡管し、ヘッダに仕切りを設け、蒸気の流れを2回屈曲させ所期の蒸気温度をうるようにしている。

最近のボイラは容量も大きく、火炉負荷も高くとられるので、燃料の完全燃焼と炉壁の保護に対しては十分な考慮が払われる、このため炉底とバーナが取り付けられる前壁は耐火度の高い煉瓦壁構造とするが、側壁と後壁には水冷壁を配置する、しかして後壁の水冷壁管は垂直に側壁の管はスクリンチューブと同じ角度に配置される、水冷壁管には二種あり、その一つは外径3¼吋の裸管をオープンピッチに配置しその背面に耐火煉瓦を張る方法と、第3図に示すように水冷壁管の両側にスタッドを熔接し、この上に耐火度の高いクロムオアを塗り込んで、適当な熱吸収と堅牢な炉壁を構成する方法とある。この水冷壁においてはバーナに近い側壁の前半部の水冷壁管の触火面全面にスタッドを熔接して、クロムオアを塗るいわゆるフルスタッド構造とし、バーナ火口における燃焼を安定ならしめる。第3図のごときスタッドウォールにすれば上述のごとく、熱吸収と燃焼の安定および高温火焰より炉壁を保護し、重油に含まれるバナジウムなどによる炉壁の損焼が解消され良い結果がえられる。またこのような炉壁にすれば水冷

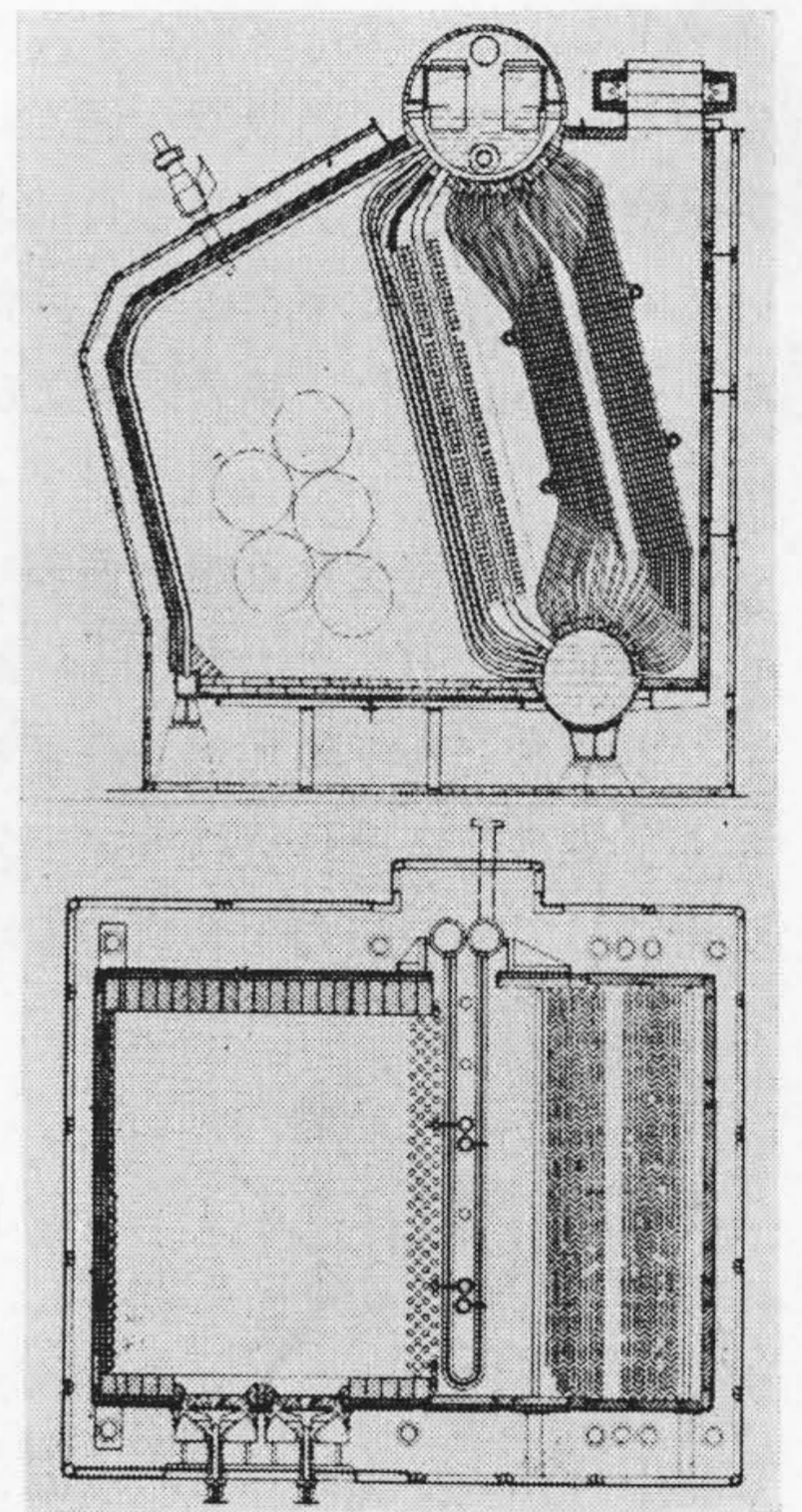


第4図 ヘッダ型ボイラの配置  
Fig. 4. Arrangement of Header Boiler



第5図 インテグラルフアーネス型ボイラ

Fig. 5. Integral Furnace Boiler



第6図 インテグラルフアーネス型ボイラの断面図  
Fig. 6. Sectional View of Integral Furnace Boiler

壁背部の断熱壁が軽くなる特長がある。

本型式のボイラを船内に完全に艤装された例を第4図に示す。

#### 〔V〕 インテグラルフアーネス型ボイラ

インテグラルフアーネス型ボイラは船用としてもつとも広く用いられている。第5図および第6図は本型式のボイラの一例を示す。構造上ヘッダ型よりは高い蒸気圧力と大きい容量のものが計画できる。またこの型式のボイラはヘッダ型ボイラのごとく水管抜きとりのスペースを大きくとる必要なく形状も十分狭い確室を有効に利用するようにできており、船体との空間の取合いも理想的である。

本ボイラの最も優れた特長として誇りうる点は下記の通りである。

##### スタッド付水冷壁の採用

ボイラの容量増大にともなう高い火炉負荷に対しては炉壁の損焼の心配と燃焼効率の保持が問題となる。高い



燃焼効率をうるには十分なる空気と高い火炉温度が必要であり、こためには炉内に最大限の裸水冷壁管を配置することは望ましくない、また炉壁の保護のためにはあまり炉内温度が高くなることは好ましくないなど相反する条件が必要となる、日立製作所のインテグラルファネス式ボイラの火炉は両方の要求を満足させるものですなわち炉底およびバーナの取りつく前壁は耐火煉瓦壁とし、後部および側部両壁には外径2吋の水冷壁管を配置し、後壁全部および側水壁の奥半分をパーシャルスタッドとし、バーナに近い側水壁の前半をフルスタッドとし、スタッドを熔接して、クロムオアを塗り込んだ構造としている。かくして熱吸収を適当に行い、かつ適当なる火炉温度を保持し、あらゆる負荷および低質油使用時においても高い燃焼効率を確実に期待でき、あわせて堅牢なる炉壁たらしめた。第7図および第8図は火炉の構造を示す。

明瞭にして完全なる水循環

水冷壁管は申すまでもなく、蒸発水管を全部上昇管とし、下降管としては加熱されざる炉外に水胴、後部水壁および側水壁にそれぞれ太い十分なる降水管を配置し、明瞭にしてかつ強力な水循環をうるようになつておる。

完全なる汽水分離

第9図に示すようにすべての上昇管はドラム内に気密に設けられた仕切り室に開口し、仕切り室には多数のバブコックの特許であるサイクロン式汽水分離装置が設けられ上昇管より上昇した汽水混合物はサイクロン内において水滴が分離され蒸気は上方に進みサイクロン上部に設けられた波型スクラバにより微小なる水滴も分離し十分乾度高い蒸気となつて過熱器に送られ、あらゆる蒸気分離器中最も優秀な成績を示している。

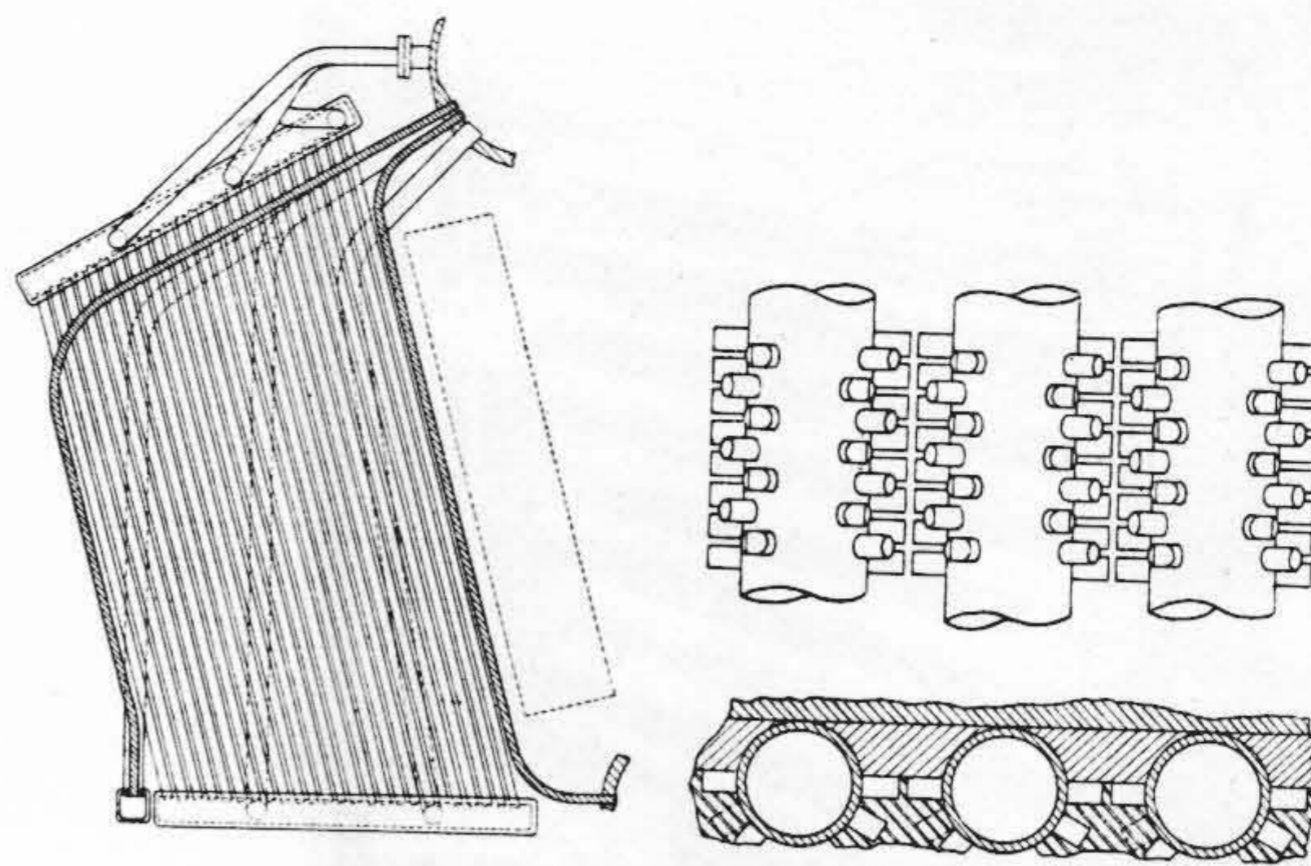
二重ケーシングによるガス洩れ防止

高い火炉負荷と一般の傾向として誘引通風機の省略により火炉は常に正圧運転になり、ガス洩れの心配があるので、本型式のボイラにおいては二重ケーシングを火炉は勿論、節炭器にまで全面的に採用し、常に炉内圧より高い清浄なる燃焼用空気を通し、籬外にガス洩れの完全防止を計り、常に涼しく、爽快なる運転室とし環境を良好にしているがこれも本ボイラの大きい特長として強調したい。

そのほか船用ボイラとして、具備すべき条件はあます処なく計画に盛り込み、ほかに比類なきすぐれたボイラとして、斯界の御好評を仰いでいる。

〔VI〕 蒸気温度の調整

船として燃料の節約を計るために、プラントの効率を



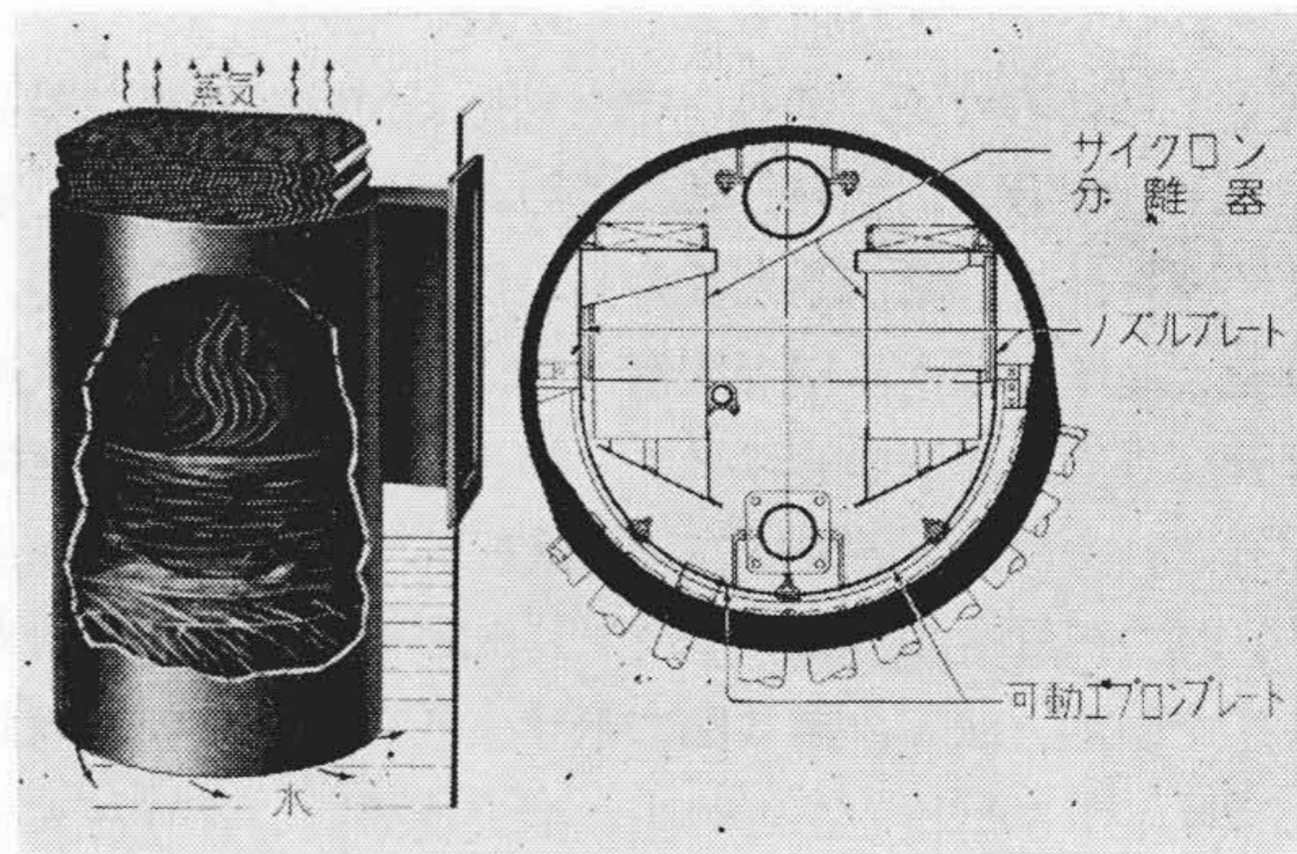
第7図 インテグラルファネス型ボイラのスタッド付水冷壁

Fig. 7. Stud Wall in Integral Furnace Boiler



第8図 スタッド付水冷炉壁

Fig. 8. Studed Water Wall

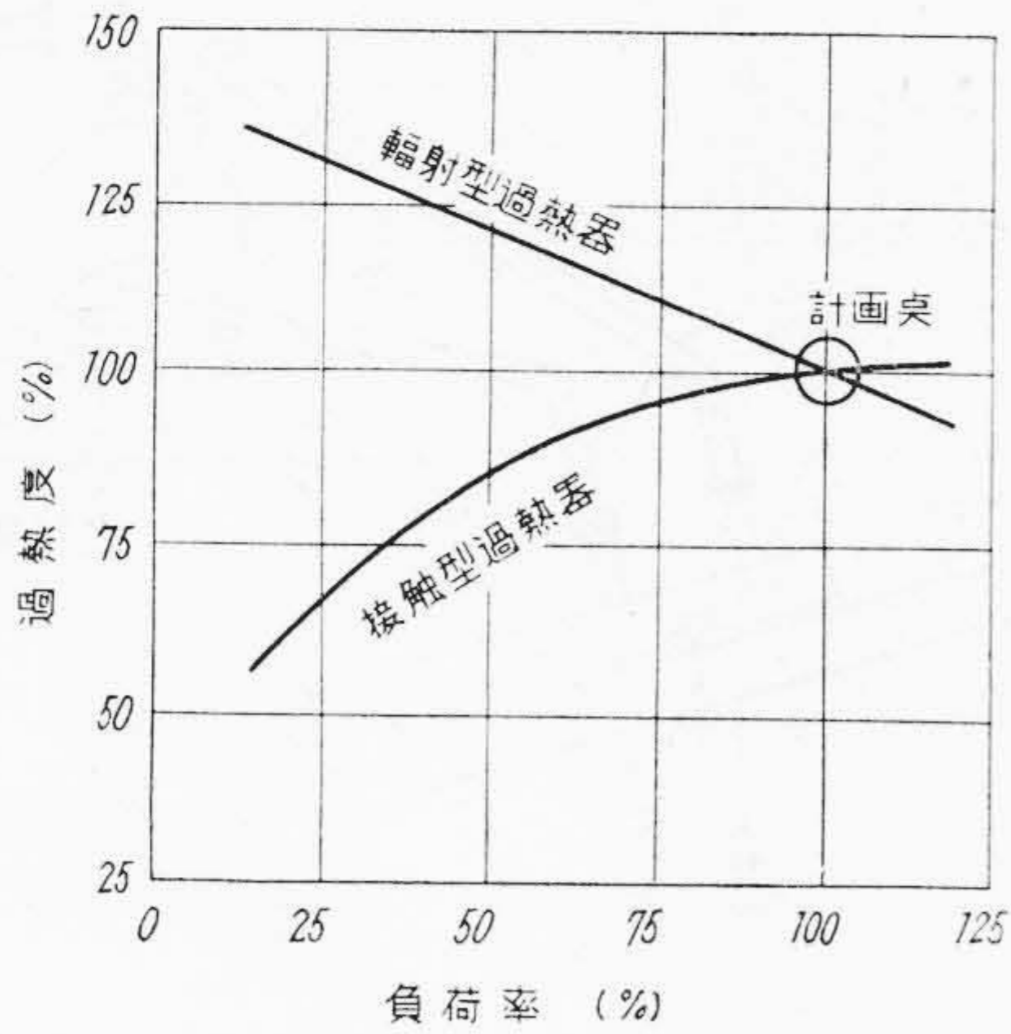


第9図 サイクロン式汽水分離装置

Fig. 9. Cyclone Steam Separator

上げなければならないが、そのためにボイラの効率を上げることは勿論であり、さらにタービンの熱効率を上げるために高圧高温の蒸気が要求される。このためボイラの過熱管およびタービン高圧部などには特殊なる耐熱材料が使用されているがこれらはいずれも使用蒸気温度の限界があり、材料の強度そのほかより蒸気温度が計画値を越すことをさげなければならぬ、またタービンの効率





第10図 輻射型過熱器および接触型過熱器の特性比較

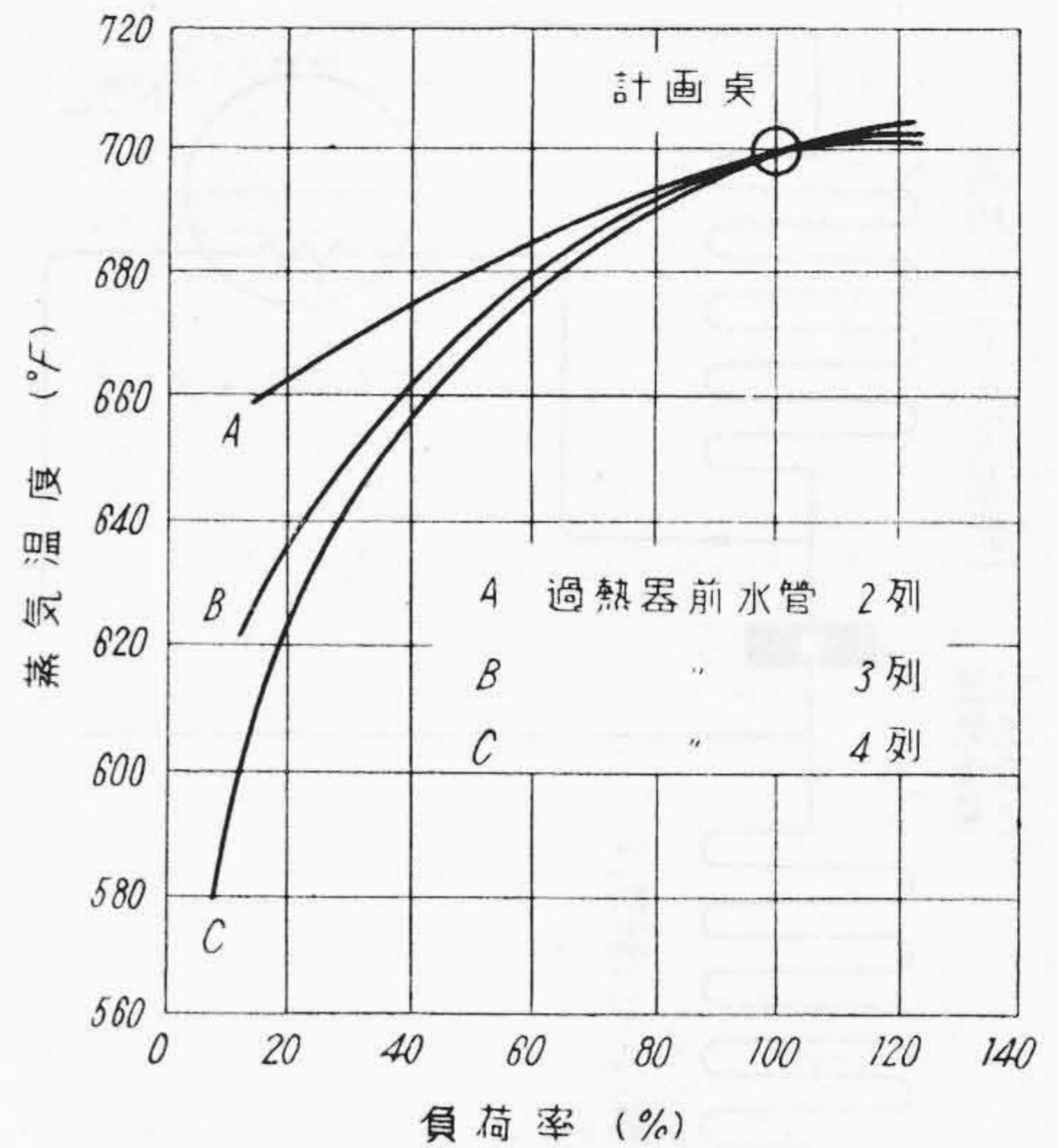
Fig. 10. Performance of a Convection Superheater and a Contemplated Radiant Superheater, Compared, to Give the Desired Temperature at the Same Design Point

上からも蒸気温度は計画値に一致することが望ましい、しかるにボイラの特長上蒸気温度は負荷の変動とともに変る。そして輻射型過熱器においてはボイラの負荷が増すとともに蒸気温度は降下し、接触型過熱器においてはこれと反対に負荷の増加とともに蒸気温度は上昇して行く、この関係を第10図に示す。この異つた特性を有する両過熱器を適当に組合せれば負荷のいかんにかゝらず比較的安定した過熱度がえられるわけであるが船用ボイラの構造上いたずらに複雑になつて実施困難である。一般に船用ボイラには接触型過熱器を使用するので負荷の増加とともに蒸気温度は上昇するが、過熱器入口のガス温度によつても上昇の状況が異り、ガス温度の高い程輻射の影響が利いてくるので、蒸気温度の上昇曲線は過熱器入口のガス温度の低い場合より緩くなる。したがつて火炉出口ガス温度を一定にした場合、過熱器前のスクリーンチューブの本数によつても過熱器特性は異つてくる、この関係を第11図に示す。

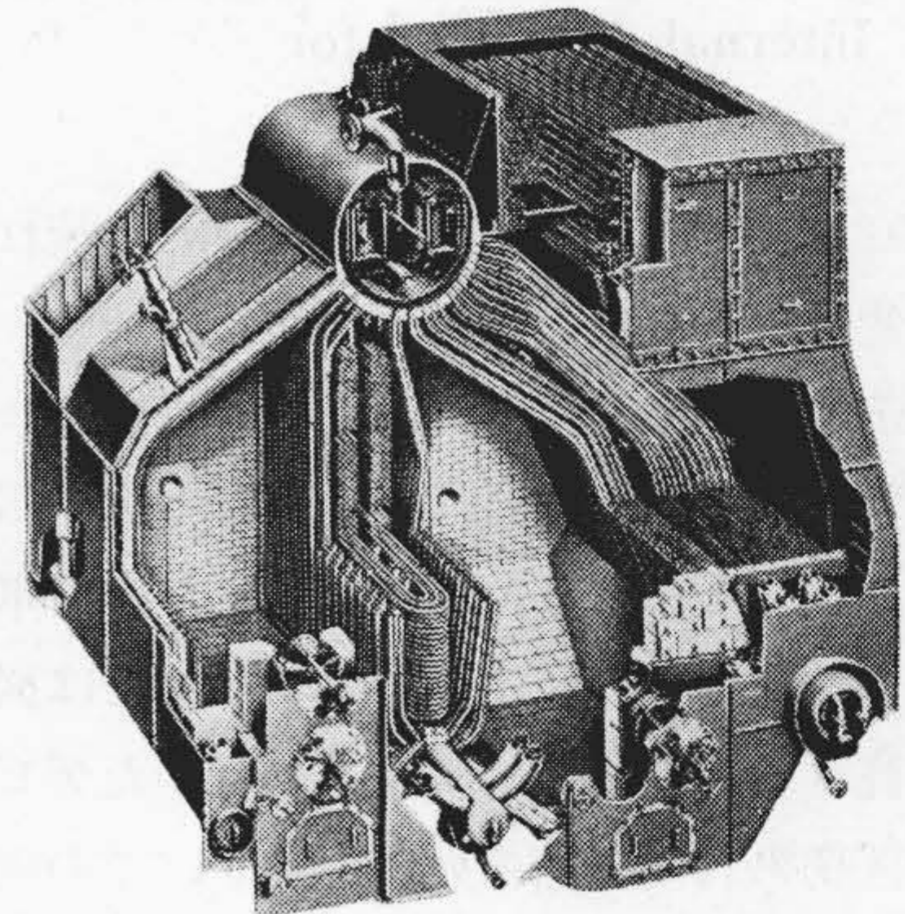
そのほか蒸気温度は燃焼空気率によつても変り、空気率が大きくなる程蒸気過熱度は上るが余分の空気を火炉に入れることは送風機の動力を増す許りでなく、排ガス損失を増し、ボイラの効率が悪くなり実際的ではない。

このように蒸気の過熱度は負荷の変動とともに変るので、タービンの効率確保および保守の面からもなんらかの蒸気温度調節方法を講ずる必要がある。このためにとられる方法としてはつぎのようなものがある。

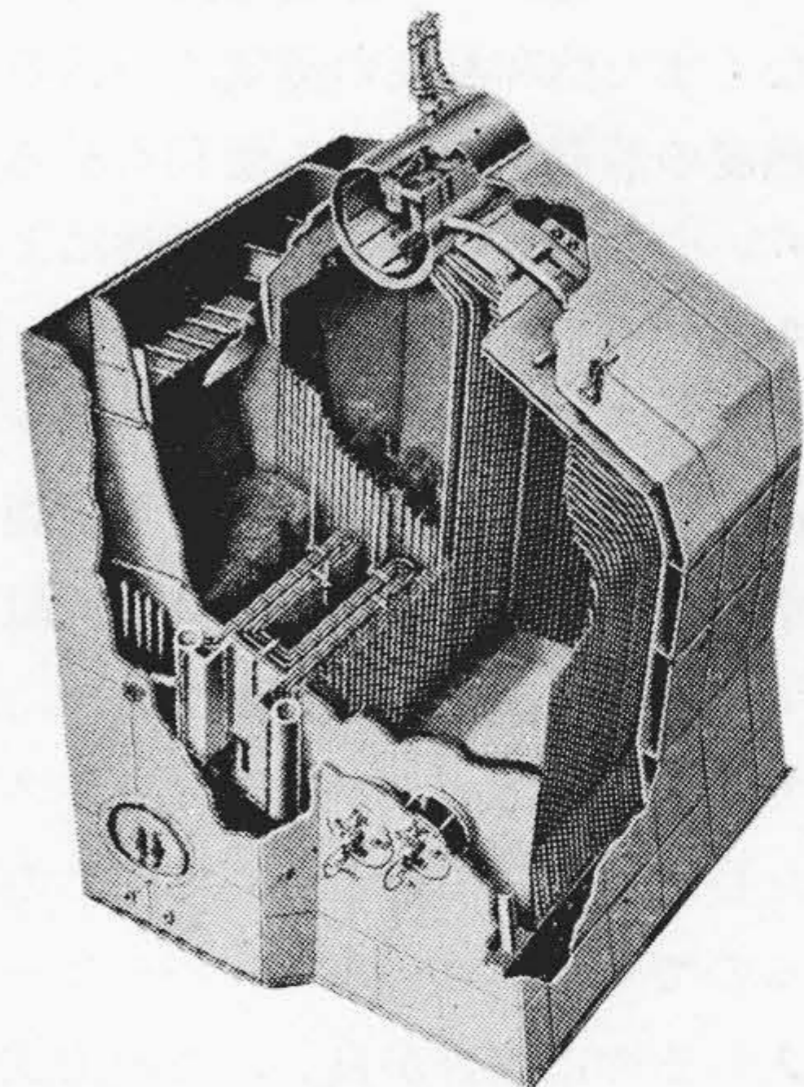
- (イ) 二重火炉により燃焼度の調整による
- (ロ) ダンパによるガスの調整
- (ハ) スプレー式減温器による
- (ニ) 内部式コイルアテンペレータによる



第11図 過熱器位置による特性  
Fig. 11. Typical Curves Showing Effect of Super Heater Location and Firing Rate on Superheater

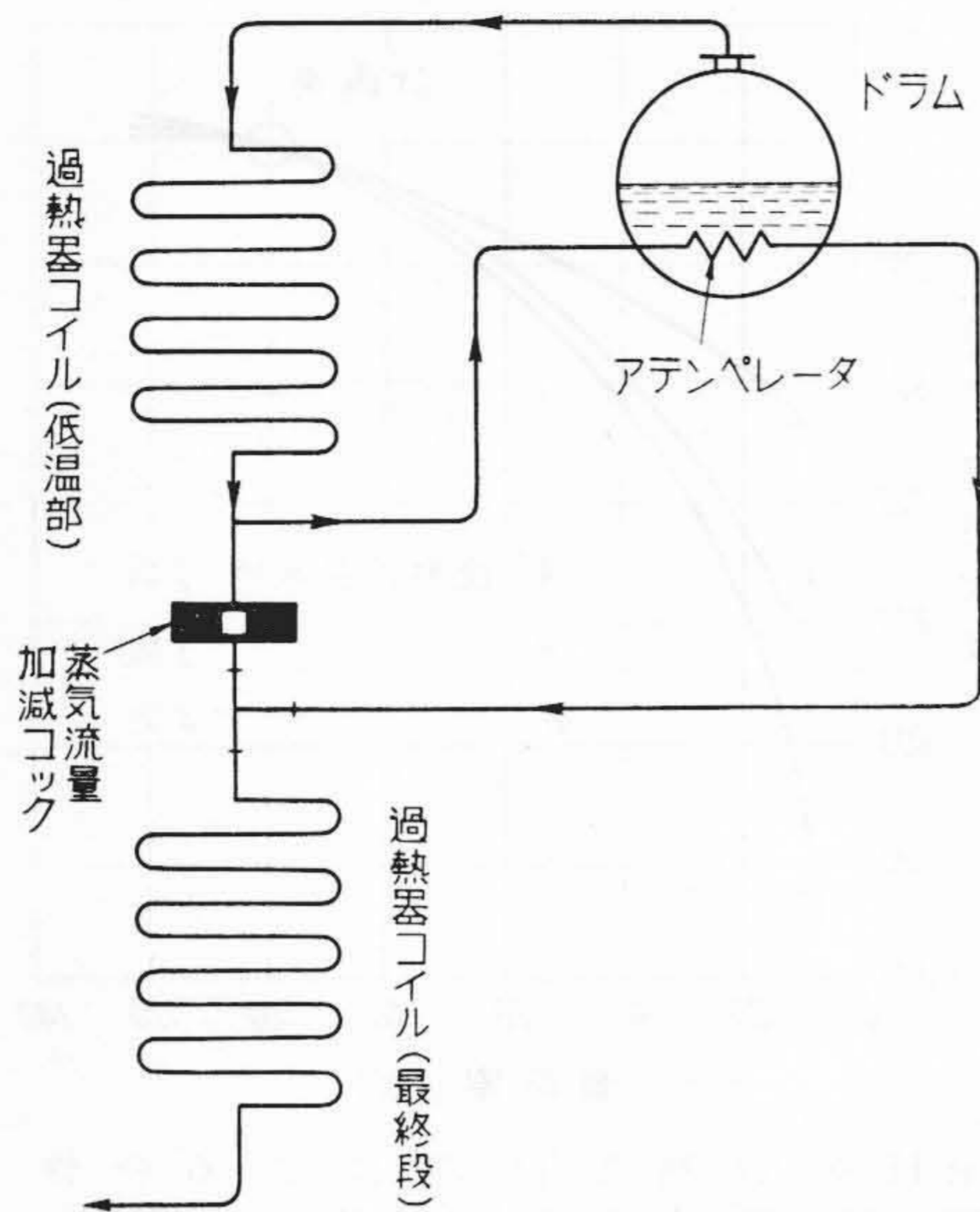


第12図 二重火炉ボイラ  
Fig. 12. Single Uptake Two Furnace Boiler



第13図 セレクタブルスーパーヒート型ボイラによる蒸気温度調整  
Fig. 13. Controlling of Steam Temperature in Selectable Superheat Boiler

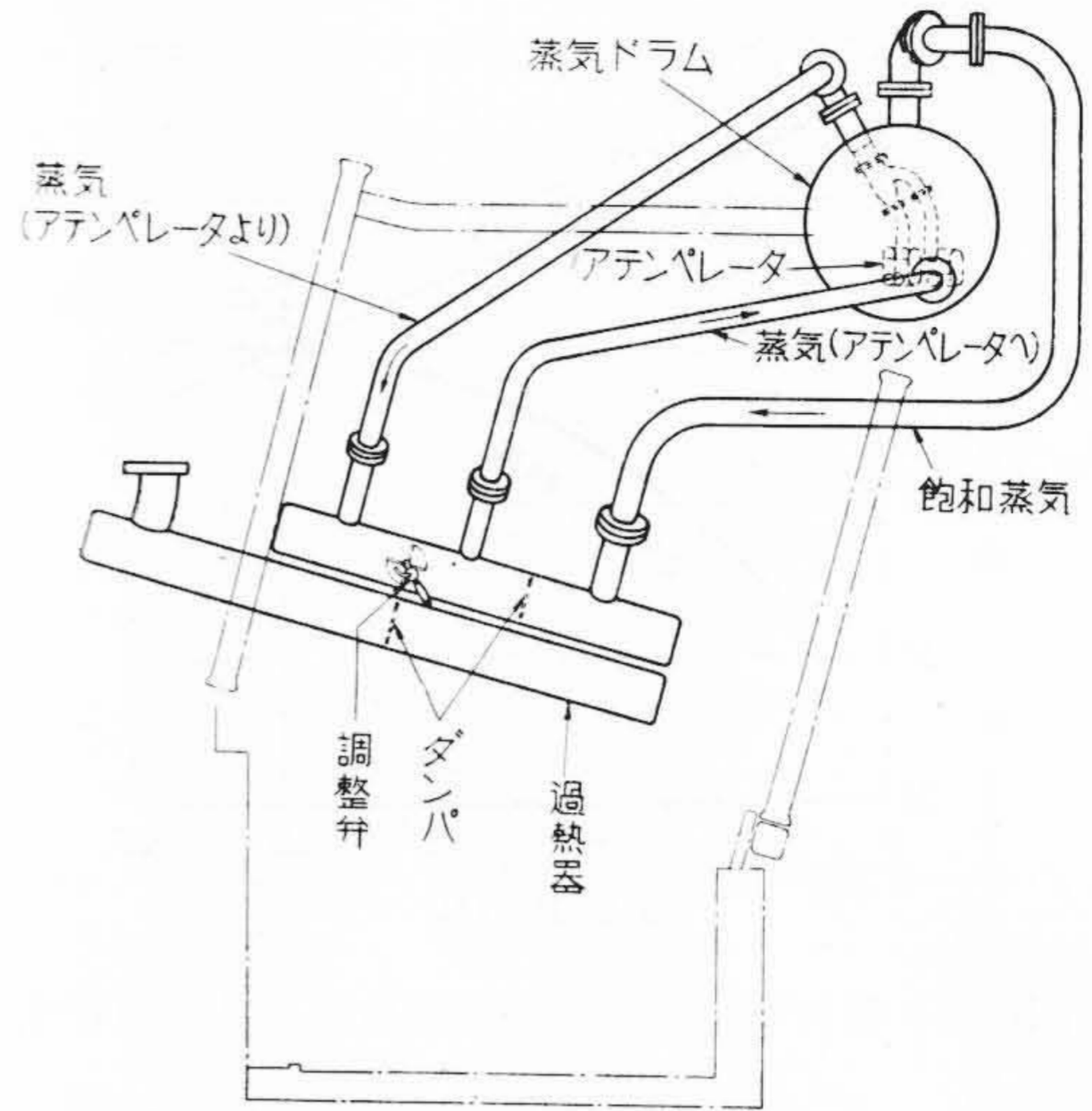




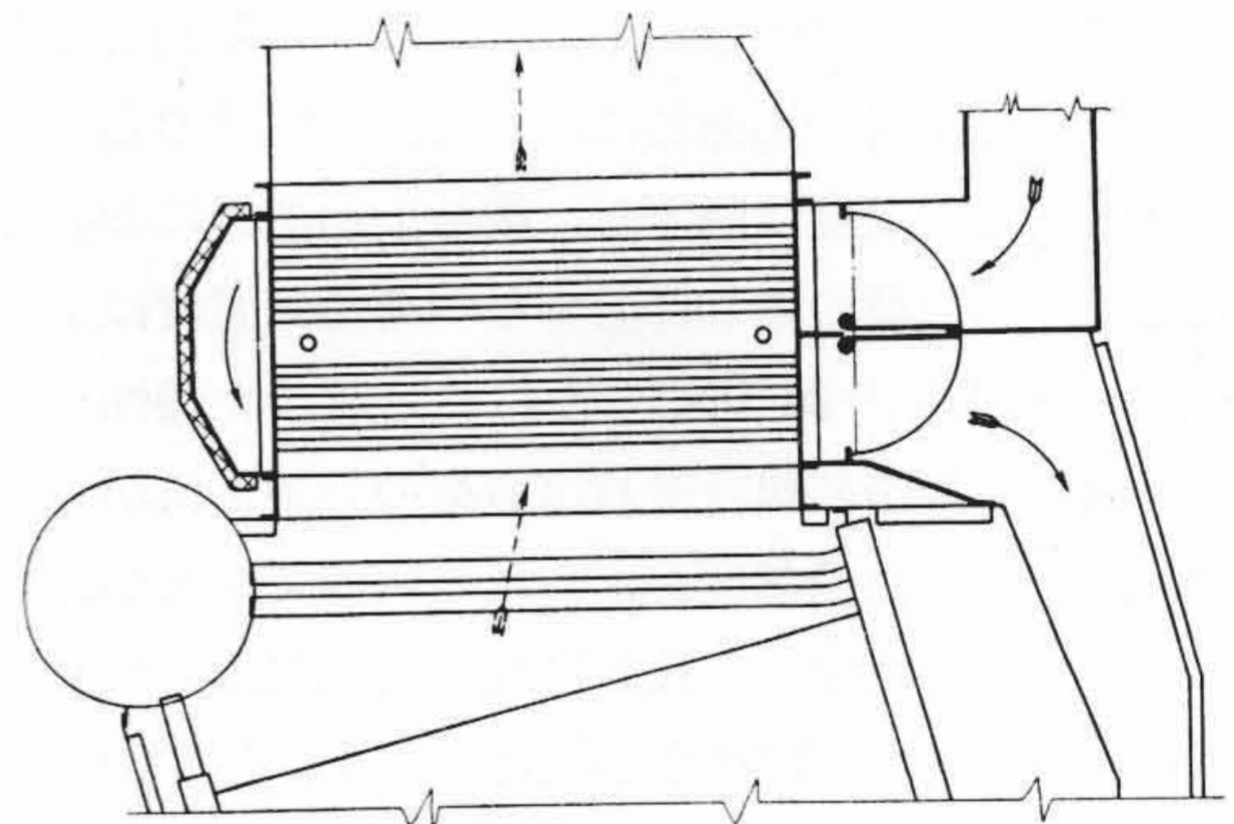
第14図 インターナルアテンペレータ  
Fig. 14. Schematic Diagram for Internal Attemperator

(イ) の二重火炉による方法は過熱器を流れるガス量と温度を変えて蒸気の温度を調節する方法で、その例を第12図に示す。本方式はコントロールスーパーヒート型と呼ばれ容量が大きくまた負荷変動範囲の広いボイラの蒸気温度を調整するに便利であり、アメリカ海軍では艦艇用として多く採用している。このボイラでは図示のごとく水管の高さの中程までスタッドの付いたデビジョンウォールで区切られた2箇の火炉を有し、この両火炉の間に過熱器を設置し、負荷によつて両火炉の燃焼量を加減して、過熱器に流れる燃焼ガスに変化を与え、蒸気温度を調整する。この方法では急速起動の場合に過熱管の焼損の心配なくまた飽和温度の蒸気は勿論のことそのほか任意の過熱度の蒸気がえられる便利もある。

(ロ) のダンパによつてガス量の調整による方法は、セレクトブルスーパーヒート型とも呼ばれ、第13図に示す構造になつておる、本方式では図示のごとく水管を利用した隔壁によつてガスの通路は蒸発水管側と過熱器コイルを含む水管側に分れ、ボイラ出口の低温部にダンパが備えられてガス量を調整することにより、蒸気温度を自由に調整できる。本方式もコントロールスーパーヒート型と同様な長所を有しているが、特にこの型はボイラが小型となるのでコントロールスーパーヒート型より小さい罐室に入れるのに都合が良い、この方式も容量の大きい、かつ負荷変動範囲の広い小型艦艇用などに最適であり、ロンドンバブコック多年の研究と実績を有するものである。



第15図 アテンペレータコイルによる蒸気温度調整の一例  
Fig. 15. Attemperating Coil in Steam Drum Controlled by Valve in Superheater Header

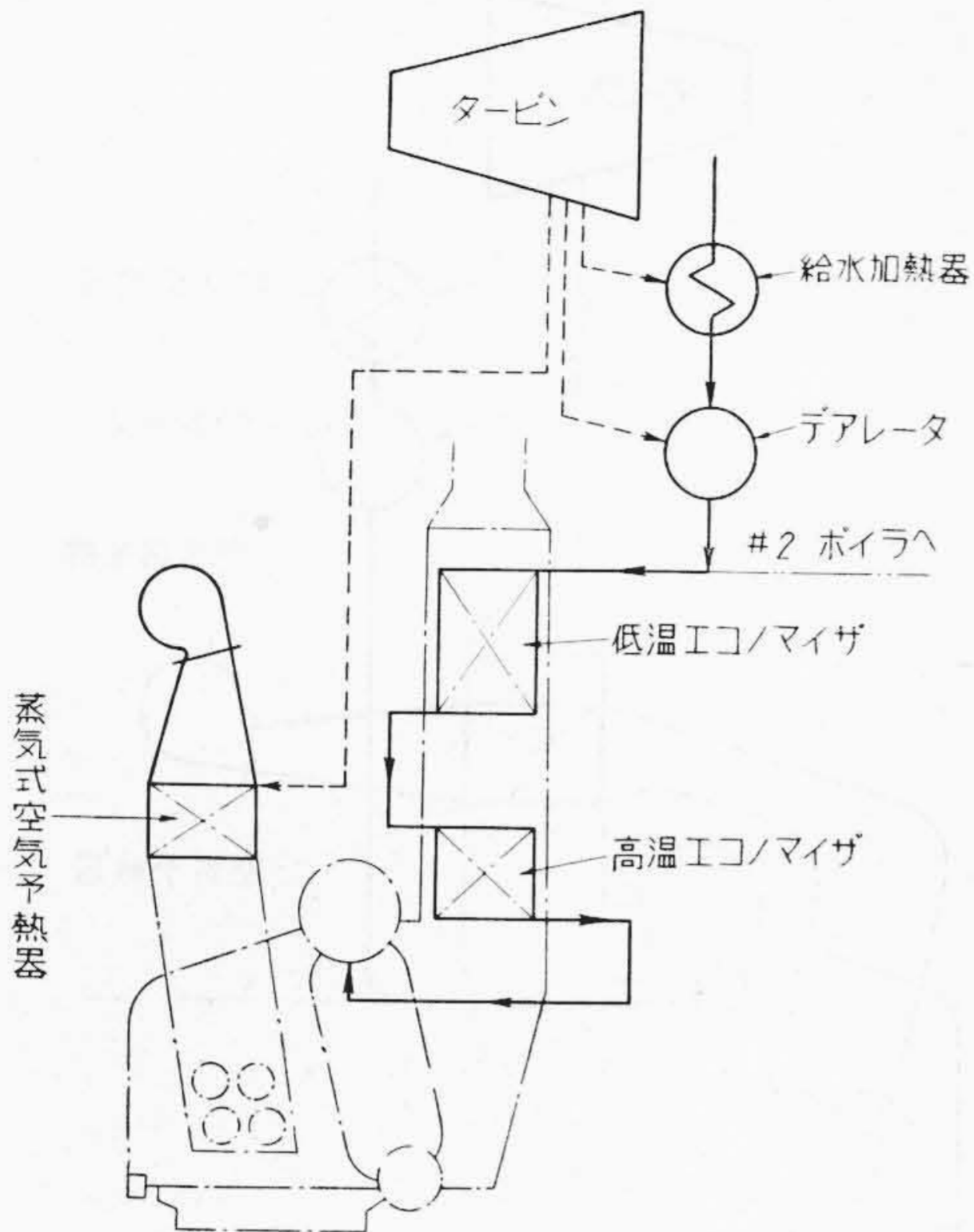


第16図 バイパスダンパ付横置鋼管型エアーヒーター  
Fig. 16. Horizontal Tube Airheater with Bypass Damper

(ハ) のスプレー式減温器による方法は過熱器の最終段のコイルの前において蒸気中にスプレーを噴射せしめて蒸気温度を調整する方法である。過熱器の最終段のコイルはもつとも苛酷な条件にさらされる所であるから、蒸気温度が計画値を超過した場合、コイルの表面温度が上り過ぎるのを防止するために、スプレーは過熱器出口において噴射させずに最終段コイルの前に入れ、コイルの焼損を防止する。スプレー法は非常に清浄な給水をえられる所でないと具合が悪いその理由はスプレー中の不純分が過熱器コイル内あるいはタービンプレードに付着し保守上問題になるからである。

(ニ) の内部式コイルアテンペレータによる方法はドラム内に挿入したコイルによつて減温する方式で、商船にもつとも多く採用されている。第14図はこの方式を





第19図 低温、高温エコノマイザおよびスチームエアーヒータの配置

Fig. 19. Two Stage Feed Train with High and Low Temperature Economiser and Single Stage Steam Airheater

うにする。第17図はエアーヒータを単独に艦尻に配置した例を示す。この場合には給水加熱器により 100°C 以上に加熱され直接ボイラドラムに送られる。

第18図はエコノマイザを単独に設置した例を示す、この場合空気は室温のまま押込送風機により直接ボイラの二重ケーシング内に押し込まれ、炉壁よりの熱伝導により若干加熱されてバーナ口より火炉に送り込まれる、エコノマイザはいずれも横型曲管式で鋼管に小型鉄片を多数熔接して、ガス側の伝熱面積を増したコンパクトなものが用いられる、さらに低温部のガス側よりの腐蝕に対

する抵抗を増し、なおガス側伝熱面積を増加させるために外径2吋の鋼管の外側をフィン付鋳鉄で蔽うたエコノマイザも使用される。第19図は最近大型タンカーに非常に多く使用されている例として、低温および高温エコノマイザを艦尻に設置し、さらに別箇にスチームエアーヒータを併用した例を示す。

艦尻には高温側エコノマイザとして前述のスタッド熔接の鋼管型を使用し、低温ガス部には鋳鉄フィン付鋼管型エコノマイザを使用し、煙突ガス温度を百数十度に下げ十分にボイラ効率を上げるとともに別箇にスチームエアーヒータを置いた。このエアーヒータは細い鋼管の外側に薄い多数のフィンを嵌め込み、管内部を通る蒸気の熱伝達に対応するように空気側の伝熱面積を増した。したがって非常にコンパクトなものとなっている。

熱源はタービンの低圧部より圧力約 3 kg/cm<sup>2</sup> の蒸気を抽気しその潜熱を利用するようになっているから熱効率が非常に良くなる。スチームエアーヒータの採用により、幾分タービン低圧部は小さくなり、またコンデンサも多少小型になる、スチームエアーヒータは管内を蒸気が、管外を清浄な空気が流れるゆえガスエアーヒータのごとく露点による管の腐蝕がない特長がある。また小型であり、ボイラに近く自由なる位置に設置できて好都合である。

〔VIII〕 結 言

以上船用ボイラ一般につき日立製作所製作のものにつき述べたが多年の経験とすぐれた技術を有するバブコック社の技術を導入し、さらに日立研究所の絶えざる研究と工作面、材料面に深い検討を加え、外国技術を完全に消化して優秀なる製品をもつて需要に答えている。多量の輸出船を含めますます日本造船界が多忙と活況を呈している時、優秀なる主機を短時日に製作しもつて各方面の御要望に答えるべく、研鑽努力を惜しまざるものである。

継手は

印

!

④

日立鐵管継手

④

許 第七五四  
 JIS B 2301

東京・大阪・名古屋・福岡・仙台・札幌

日立製作所



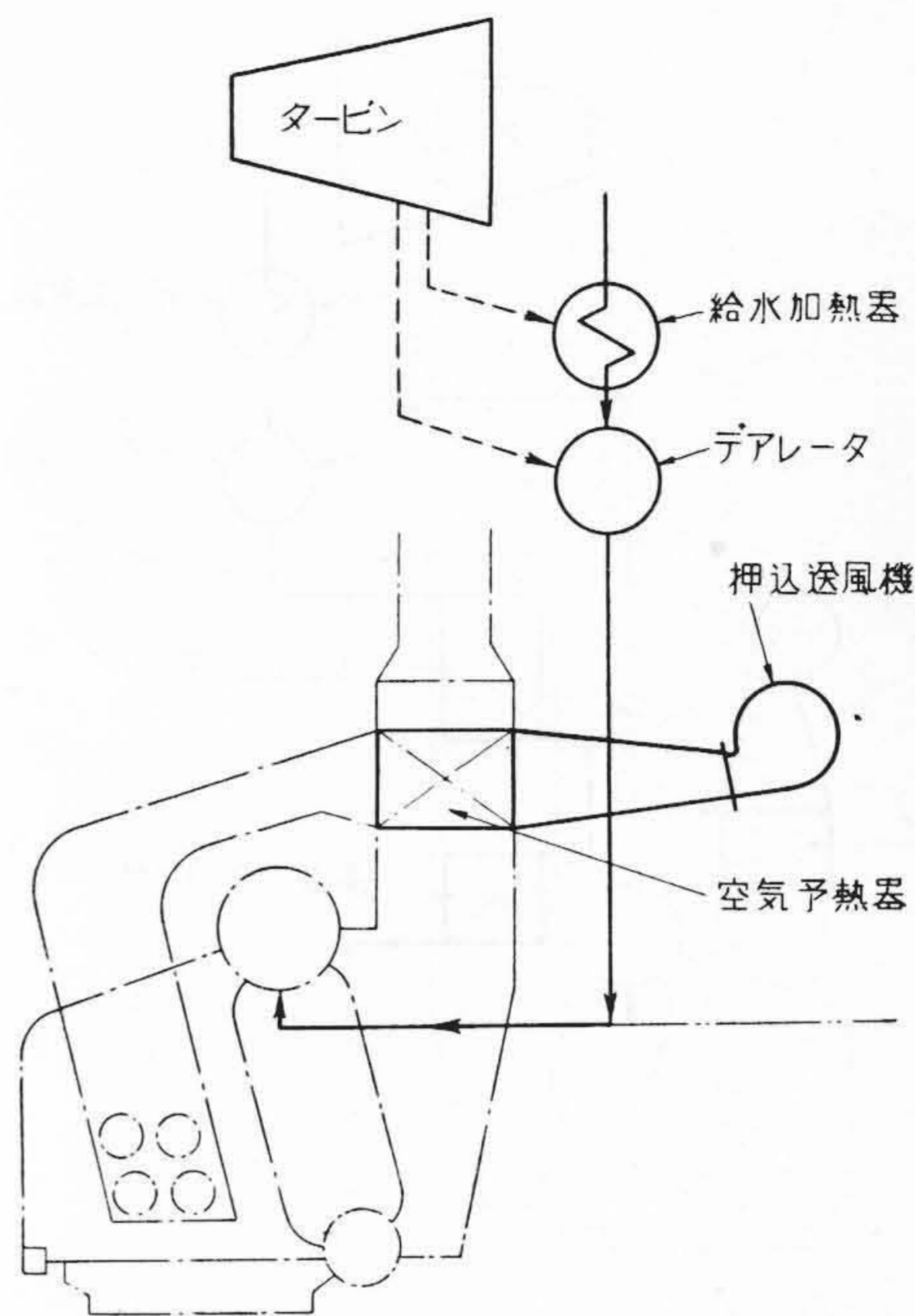
示すもので、過熱器の最終段コイルに入る前の蒸気の一部をドラム内に設けたコイルアテンペレータに通して減温し、これをふたたび最終段のコイル入口において過熱蒸気の主流に混じり過熱器出口蒸気温度を調節するものである。このため図に示すごとく最終段コイルの入口において、ヘッド内に流量調整用バルブを設け、負荷に応じて弁の開度を変え、蒸気の主流に抵抗を与え、アテンペレータに流れる蒸気量を加減する。商船のごとく負荷の変動少く、かつ変動をあらかじめ予期できるものはこの調整弁を手働によつて操作可能である。第15図はこの方法をヘッド型ボイラに応用した例を示す。この方法はインテグラルファーネス型ボイラにも採用され、非常に多くの実績を有している。

〔VII〕 エコノマイザおよびエヤーヒータ

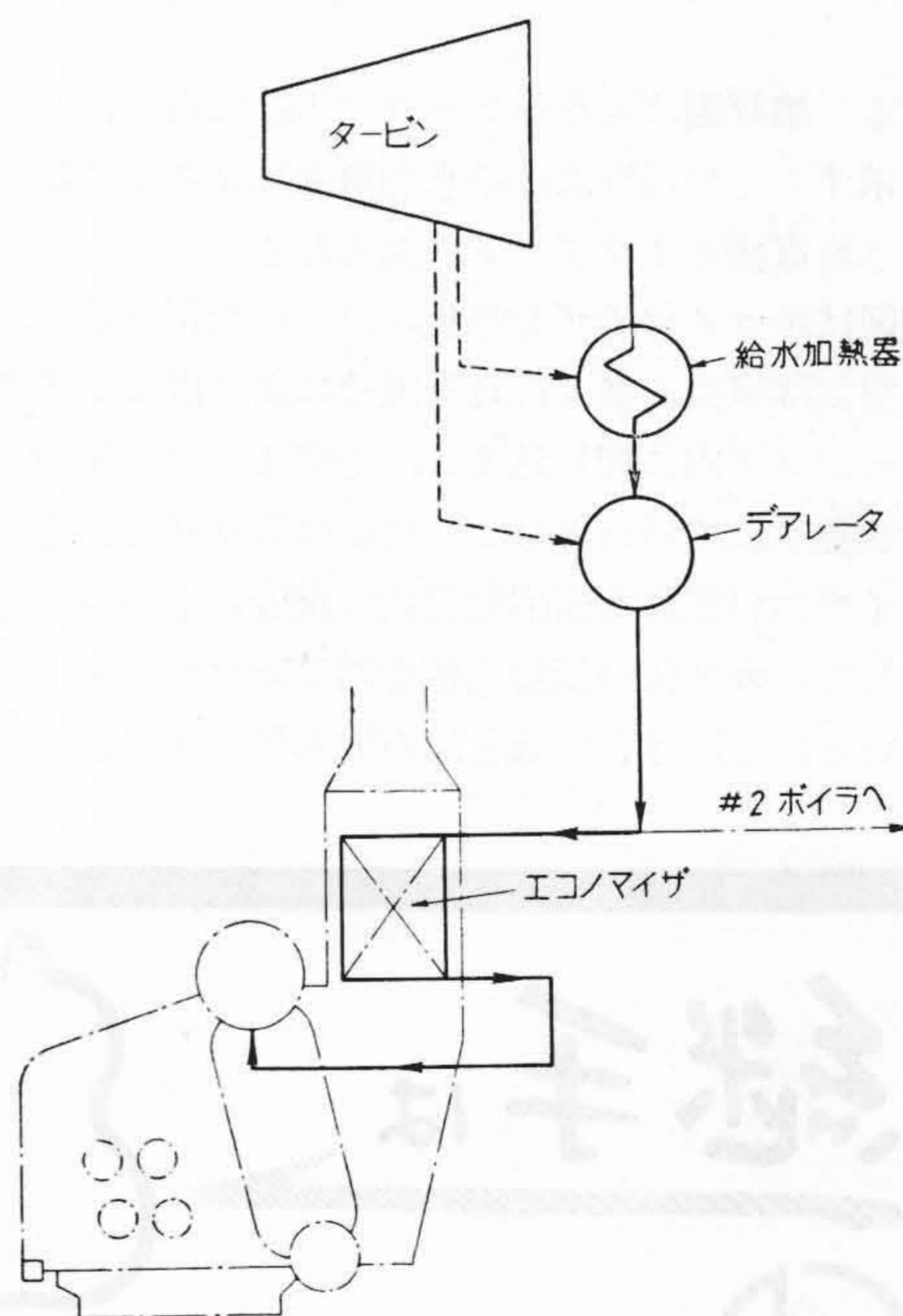
ボイラが高圧になるにしたがい飽和温度は上昇する。たとえばドラム圧力 35 kg/cm<sup>2</sup> においては 243°C、45 kg/cm<sup>2</sup> において 257°C となる。しかるにボイラ出口のガス温度は理論的にこの飽和温度より下げることができない、普通このガス温度は飽和温度より数十度高くなる。したがつてボイラ出口のガス温度は 300°C 附近となり、このまゝ煙突に放出する時は排ガスの持ち去る熱損失は非常に大きいものとなるから飽和温度より低温の媒体に熱を吸収せしめボイラの効率を上げる方法を講ずる、このためにボイラ出口にエコノマイザあるいはエヤーヒータを設置する。しこうしてエコノマイザおよびエヤーヒータはおのおの単独に、あるいは両者併用されまたはエコノマイザを高温低温の2段に分けさらに別個にスチームエヤーヒータを配置するなどいろいろな方法が考えられるが最近製作あるいは計画中のものはつぎのごときものが多い。

- (イ) エヤーヒータ単独
- (ロ) エコノマイザ単独
- (ハ) 高温エコノマイザ+低温エコノマイザ+スチームエヤーヒータ

エヤーヒータを単独に用いる場合は勿論排ガスにより燃焼用空気を加熱するもので、空気は押込送風機により所要の風圧の下に室温のまゝエヤーヒータに押込まれる。そして約130°C位に加熱される、エヤーヒータは一般に横置鋼管型でガスは管外を流れ空気は管内を流れる。重油中には硫黄分が若干含まれ、燃焼に際しては SO<sub>2</sub> あるいは SO<sub>3</sub> となり、ボイラ起動時あるいは低負荷時エヤーヒータに流れるガス温度は低くなり露点に達し、管の腐蝕を起す、特に冷空気の入口部においてこの傾向が特に顕著である。このため、このような悪条件の下においては第16図に示すごとくエヤーヒータ入口にダンパを設



第17図 ガスエヤーヒータ単独の配置  
Fig. 17. Two Stage Feed Train with Gas Airheater



第18図 エコノマイザ単独の配置  
Fig. 18. Two Stage Feed Train with Economiser

けて、空気を遮断しエヤーヒータに流さず直接火炉に送り、正常状態において始めてエヤーヒータを使用するよ