

艦本式ボイラについて (1/3)

坂 上 茂 樹

1. ボイラ進化の論理と船用ボイラの水管化
2. 船用ボイラの進化と日本海軍における水管ボイラの導入
3. 宮原ボイラからイ号艦本式ボイラへ [以上本号]
4. ロ号艦本式ボイラの創製と基本構造
5. 艦本式ボイラの付属機器
6. ハ号及びホ号艦本式ボイラ, 艦本式ボイラの計画運転データ
7. アメリカ海軍の洋上艦艇用ボイラ
8. 艦本式ボイラへの挽歌
むすびにかえて

はじめに

先次大戦期, 日本海軍洋上艦艇の主たる動力源をなしたロ号艦本式ボイラとその信頼性について, 最後の海軍艦政本部長にして艦本式タービンの定礎者である渋谷隆太郎元海軍技術中將は次のように述べている。

……自分が缶の実験に関与して居た頃は主として3ドラム式自然循環のロ号艦本式缶であった。其の後世界各国に於て色々の缶が発案され, 蒸気の圧力温度も著しく上昇し3ドラム型は2ドラム型に進み, 更に多管式はドラムレスモノチューブに進み自然循環は強制循環に進む傾向を示して来た実情に徴し, それ等に対する調査研究を進むると同時に一部尖端的な缶も試用したことはあるが, 旧海軍艦艇用の缶は大部分3ドラム型ロ号艦本缶に適当なる改善を加えたものが使用され, 大東亜戦争に突入し長期に亘って酷使され, 正規の手入れも十分に施すことの出来ない状態であったが此の間特に指摘される様な障害も起らず立派に其の任務が遂行されたのである¹⁾。

1) 生産技術協会『旧海軍技術資料第1編』(2), 1970年, 159頁。同書9頁にも「世界の大洋を長期に亘りボイラ管の排【掃】除を行う間もなく, 酷使に酷使を続けて航海2,000時間に達したるも一件の故障も起したることなし」とある。

日本海軍が多少なりとも手を着けた新型ボイラに強制循環型のラ・モント・ボイラ, 加圧燃焼をこれに加えたヴェロックス・ボイラがある。前者は単発的に実艦装備された。これらのボイラについて

「艦本式」ボイラの活躍局面は船用ばかりではなかった。第二次世界大戦後、占領軍の調達局は米軍住宅・施設の集中暖房・給湯用にボイラの設備を要求した。そこに使用されたのが温水ボイラではなく、水管ボイラと2次ボイラとの組合せであったことは船用のシステムと同じであった。これは特に尖端負荷が大きくなる温水需要パターンに対応するための技術であり、また、占領地に十分な電力インフラが存在しない場合、自家発電をも行い得るような構えであったかと窺われる。

その占領軍の調達要求に応えた国産ボイラメーカーの一つ、タクマの社史の中に、GHQが戦時期、三菱重工業とタクマに造り溜めされていた艦本式22号ボイラを大量調達したとの記述が見出される。石炭・手焚きというその特徴から占領軍施設で最後のご奉公をした艦本式22号ボイラなるモノはロ号艦本式ボイラを半割りにしたようなハ号ないしホ号艦本式ボイラの、それも戦時標準船用に捻り出された一派生・廉価版型式であったかと推察される。何れにせよ、米軍も艦艇用主ボイラとして活躍した重油専焼型ロ号艦本式ボイラを頂点に戴く海軍系国産ボイラの信頼性については夙に知るところであったと見て大過無かる²⁾。

しかし、それだけの技術的作品でありながら、ロ号艦本式と総称されるボイラ群をはじめとする海軍の制式ボイラについての技術的情報は乏しく、著作物やネット上に散見される情報も『軍艦機関計画一斑』や『昭和造船史』第1巻に依拠するデータや記述の使い回しがほとんどである。本稿ではこの憂うべき現状を是正するため、イ号、ロ号、ハ号ならびにホ号艦本式ボイラとその付属品、それらの運転データについて、ボイラ進化の路筋を確認しつつ概観する³⁾。

艦本式ボイラの技術的内容に係わる主な典拠は横須賀海軍工廠工員養成所『造機學教科書 卷之一、第一編 罐及罐部關聯諸装置』(1941年)の記述ならびに同『附図』(1941年)であり海軍工機学校のテキスト類であり生産技術協会や播磨造船所研究室次長 島田定一の手になる戦後の労作である。本稿は何よりもそれらを活かすことを主眼としている。

1. ボイラ進化の論理と船用ボイラの水管化

(1) 強度と伝熱面積

最初期のボイラは形状からヘイスタック(乾し草の山)・ボイラ、ビーハイヴ(蜂の巣)・ボイ

ゝて簡単には cf., Edger C., Smith, *A Short History of Naval and Marine Engineering*. Cambridge, 1937, pp. 312, 313, H., W., Dickinson, *A Short History of the Steam Engine*. Cambridge, 1938, pp. 240~241, 243~245.

2) (株)タクマ『タクマ50年史』1999年, 94~95頁, 参照。

3) 同時代の海軍の教科書にヘ号なる艦本式ボイラが存在について述べるモノを見るが、不詳である。海軍工機学校普通科機関術練習生(掌機術専修)『機関術教科書』(卷ノ二 内火機械・罐), 1938年11月, 65頁, 参照。また、ラumont罐を“セ号”と称することもあったが、これは艦本式とは無縁な輸入品ないし川崎造船所に依るライセンス生産品である。

ラ、バルーン(風船)・ボイラなどと総称される最も簡単な“釜そのもの”といった風体のボイラであった。続いて、James Watt (1736~1819)によりこれを横方向に延長したようなワゴン(馬車)・ボイラと呼ばれる型式が創案された。高圧蒸気機関のパイオニアの一人、Richard F., Trevithick (英: 1771~1833)のボイラも発端においては丸い“釜”を幾分強化したようなシロモノに過ぎなかった。

やがてボイラは^{あぶ}炙りガマの一種である円筒ボイラへ、そして内部に火炉=燃焼場を持つ炉筒ボイラ(箱型→円筒型)、伝熱面積を広く取れる煙管ボイラ(但し、これも初期には炙りで戻りの熱ガスを煙管へと導くものであった)へと進化し、最後に伝熱面積を稼ぎ易いだけでなく、接続箇所が多いため洩れは多少起き易くともドラムが小径であるため総じて頑丈であり爆発的な破裂には到り難いとされる水管ボイラへと帰着した⁴⁾。陸用大形水管ボイラは自然循環式から強制循環式へ、更に貫流ボイラ(瞬間湯沸し器の親方)、超臨界圧ボイラへと進んだ⁵⁾。

言うまでの無く、圧力容器としての究極の姿は球体である。熱機関の嚆矢をなすかの Thomas Savery (1650~1715)の揚水機関を描いた図においても球形のボイラは実見された。ヘイスタック・ボイラには球体の廉価版といった趣も備わっていた。しかし、同一容積なら球よりも円筒の方が表面積が大きい。表面積には伝熱面積という意味合いも含まれ、単なる耐圧容器とは異なるボイラにおいてはこの点が重要となる。そうであればこそ、ヘイスタック・ボイラを横長にしてワゴン・ボイラが出来たのである。しかし、これでは伝熱面積と蒸発量は稼げても構造上、高い蒸気圧に耐えることは出来ない。

そこで、断面を素直な丸に置き換え、細長い円筒とする格好でこの横方向延長の方針を活かしてやれば同じ板厚でより大きな耐圧性を得ること(→高圧化)、あるいは同一強度を保ちながら板厚を薄くすること(→コスト低減)が出来て一挙両得となる。よって、ボイラは傾向的に細長い円筒構造ないしそのような部位を有するモノへと進化せねばならなかった。

この場合、ボイラの全体構造ないし構成要素は、①:円筒の内側で受圧する構造ないし部分、と、②:円筒の外側で受圧する構造ないし部分、とに分かたれる。

①:耐内圧構造・部位としては円筒ボイラの外回り=缶胴と呼ばれる部位や水管ボイラの水管、同じくドラムが挙げられる。過熱管も同じである。無論、過熱管や水管の場合、径を細く

4) 水管ボイラが破裂を生じないワケではない。1936年12月、「満洲某所」で生じた陸用2胴水管ボイラの下部ドラム破裂事故については菊池 清『毀損せる鐵道車輛鋼製部分品の破面寫眞及其の説明』南満洲鐵道(株)鐵道總局、1939年、附録12~18、26~29頁、参照。

5) 水の沸騰は温度・圧力が高くなるほどその激しさを増して行くが、水にはまた絶対圧力225.65kg/cm²(22.12MPa)を超えた状態では全く沸騰しなくなるという性質がある。そして、その状態で温度が374.15℃の臨界点を超えると、水は静かに一息に蒸気となる。しかも、その前後での気化潜熱は0である。つまり、この臨界点を超えると水は沸騰せず、いきなり蒸気に姿を変える。この性質を利用し、水を長い管の一端から超高压で押し込みつつ加熱して一気に蒸気に変え、他端から取出すのが今日の火力発電用ボイラの定番、超臨界圧ボイラである。

数を多くすれば伝熱面積の増大が得られる。申し添えれば、如何にも間抜けな構造のように見えるランカシャー・ボイラやコルニッシュ・ボイラにおいても炉筒から出た排気は、単一円筒ボイラの場合と同様、レンガ積み基礎へと導かれ、缶胴の両側面から下面を舐めた後、煙突へと吸い込まれた。従って炉筒内面と缶胴外面の一部が受熱面をなしていたワケである。

円筒を小径化した2胴式円筒ボイラや3胴式、所謂エレファント・ボイラにおける連結管を引伸ばして小径化すると同時にその本数を劇的に増やし、熱交換の主役へと昇格させたのが水管ボイラである。それは伝熱面積拡大のために大管式と呼ばれるモノから小管式と呼ばれるモノへと進化した。貫流ボイラやその進化した今日の事業用火力発電の主力となっている超臨界圧ボイラ、とりわけモノ・チューブ型のそれなどは言ってしまうとヘイスタック・ボイラを縦方向に単なる細管にまで徹底的に引伸ばしたモノに他ならず、引伸ばし方式の極致となっている。

②：耐外圧部位としては件の炉筒と煙管が代表的である。炉筒は焚火時に覗き見ればその圧壊の兆候を察知し緊急措置を講ずることが出来たという意味において、技術が低位にあった時代に適するシカケであった。これら、特に煙管も直径を細く数を多くすれば伝熱面積の増大に繋がるものの、通風に対して大きな抵抗を生ずる。

炉筒ボイラや煙管ボイラは据付ボイラ、機関車ボイラ、本稿の主役である船用ボイラ（低丸・高丸）として一世を風靡し、船用古ボイラが陸用（暖房用）ボイラとして余生を送る姿も散見されたが、今や水管ボイラに圧倒され、小規模低圧施設ないし温水ボイラの分野に残存するのみとなっている。

ところで、ボイラの性能を表す指標は幾つかあるが、代表的なそれとして蒸気条件（圧力、温度）と燃焼率がある。一般に蒸気条件については事業発電用を頂点とする陸用大形ボイラ、船用ボイラ、機関車ボイラという序列が見出される。これは占有スペース及び重量に係わる制約条件の然らしむところであり、船用ボイラは発電所の高度に洗練されたボイラと粗野な機関車ボイラとの中間の何処かに位置するというのが通り相場となっていた。

燃焼率にも様々な定義が用いられ、燃焼室容積 m^3 当り 1 時間当り発熱量や伝熱面積 1 時間当り燃料消費量 kg といった値も用いられた。しかし、最も単純かつ共用し易い物指である火室火格子面積 m^2 当り 1 時間当り石炭燃焼量 kg で比較すれば上の序列は完全に逆転し、機関車ボイラのそれは陸用水管ボイラの 3.2~6.0 倍もの値をとる。船用ボイラがそれらの中間に立脚する構造は蒸気条件の場合と同様であり、そのようになる理由もまた同じである。

(2) 効率と制御

一般に、一つのボイラを用いてある範囲で燃焼率を高めて行けば蒸気発生量は増すが排気によって持ち去られる熱が激増しボイラ効率（発生蒸気の持つ熱量/燃焼によって生じた熱量）は低下する。逆に、燃焼率を落してやれば蒸気発生量は低下する反面、効率は上昇する。この構造は用途を異にするボイラの関係にも外挿される。無論、効率の序列は陸用大形、船用、機関車用

の順になる。

当然ながら、ボイラの中は水と蒸気で満たされている。この内、蒸気の部分を蒸気スペース (steam space or ~ room)、水の部分を水スペースと称する。この水と蒸気とは物質としては同じ H_2O であっても全く異なる物理的性質を有している。即ち、水の比熱に対して飽和蒸気のそれは (温度・圧力によって無論、異なるが) $\frac{1}{3}$ 以下である。しかも、比熱というのは質量ベースの数字であって、同体積・圧力の水に対して乾燥飽和蒸気が保有する熱量の比は遙かに小さく、 $100^{\circ}C \cdot 1$ 気圧の時、 $0^{\circ}C$ 水基準の全熱量比にして $\frac{1}{265}$ に過ぎない。

従って、ボイラ内に水の占める割合が大きいほど、そのボイラは安定的ないし鈍感となる。コルニッシュ・ボイラやランカシャー・ボイラは急激な負荷 (蒸気消費量) の変動に直面しても煙管ボイラより空焚きや蒸気圧過昇状態に陥り難く、火加減 (燃料と空気との供給制御) も水加減 (給水量や給水清浄度の制御) も大雑把で良い。通風も自然通風で充分、事足りる。但し、そのようなボイラは急速汽醸 (ピックアップ) 性に劣り、一旦、火を落すと再騰発までに長時間を要するため、連続定常運転向きの性格となる。

また、蒸気動力プラントとしての熱効率を高めるため、圧力の割に高い温度を有する蒸気を得ようとすれば、全燃焼熱中のより大きな割合を飽和蒸気の過熱に回してやるが必要になる。因みに、過熱とは過熱器と呼ばれる専用の空焚き装置の中に飽和蒸気を導き入れて再加熱し、その温度と乾き度を高める手管である。従って、全体として水スペース比の大きいボイラはこの面でも不利となる勘定であり、逆は逆となる。ヤカンに入れる水が少ないほど沸騰までの時間は短くなるし湯の温度管理も容易となる反面、空焚きの危険とも隣合せとなるのと同じである。

機関車ボイラのそれを一典型とする円断面の缶胴内においては水気立ち (priming) に因る気水共発を防ぐため、ある程度の蒸発水面積を確保する必要があるため水位をワゴン・ボイラのように高々と取ることが出来ない。機関車ボイラなどはその水面の下になるだけ多くの煙管を轟き合わせようとしているのであるから水位にも給水の清浄度にも炉筒ボイラやワゴン・ボイラより神経質とならざるを得ない。

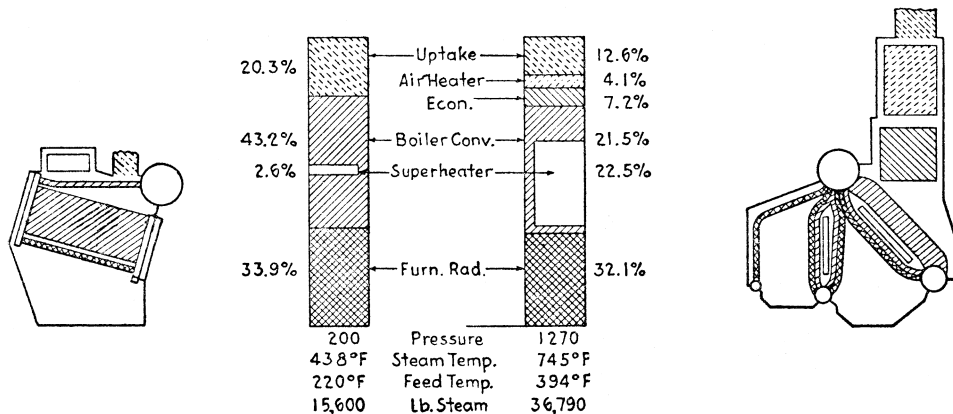
水管ボイラは更に神経質な存在となる。実際、水管ボイラなどとは称しても、運転中、水管 (蒸発管) 内部の上昇流は液单相流から様相を順次、異にする気液二相流を経て出口 (上端) では蒸気の占める流量比が過半に達する状態となっている。突発的に蒸気使用量が増えて缶圧が急落すると蒸気の泡は肥大化し、水管上端部はほとんど空焚きに近い状況となる。水管ボイラの蒸気ドラムは汽水分離ドラムとも呼ばれ、運転中その内部には半分ほど水が張られているような見かけにはなっている。しかし、水管ボイラの内部ではドラムの水位まで水が満遍なしに湛えられているワケでは決してなく、蒸発管の上端は常に空焚き寸前の状態に置かれているのである。

さればこそ、水管ボイラは高負荷化に伴い蒸発管に本当の空焚き状態を招来させぬため自然

循環から強制循環へ、更には貫流化へと進まねばならなかった。給水の清浄度に対しても内側まで焼け気味の蒸発管を有する水管ボイラは最も過敏な存在となっている。

ボイラの進化は高温・高圧化と共にボイラ内に占める蒸気スペースの比率を上げることによって画されて来たように見える。船用ボイラにおいても水管は益々細長くなり、ボイラが吸収する全熱量の内、過熱管（再熱部を含む）によって吸収されるその割合は逐年、高められて行った。

図1 アメリカの船用水管ボイラにおける吸熱状況：1918～'19年頃と1941年頃のもの



米國造船機學會編・米原令敏訳『船用機関工学』第1分冊，天然社，1952年，171頁，第44図。

左の旧型：蒸気条件 14.0kg/cm²・225.6°C，給水温度 104.4°C，蒸発量 7.0t/h

右の新型：蒸気条件 89.2 kg/cm²・396.1°C，給水温度 201.1°C，蒸発量 16.7t/h

更に、ドラムは小径化の揚句、遂に消失し、ボイラはパイプのジャングルとなった。そして、効率向上の代価としてボイラは益々繊細なお守り＝制御を必要とするようになり、水加減と火加減に係わる精密な自動制御は大形ボイラにとって必須の制御技術サブシステムとならねばならなかった。

しかし、船用ボイラは陸用のそれとは異なり、大きな負荷変動の下で運転される上、艦艇用ともなれば激しい操船によって生ずる急激な姿勢変化にも曝されるため、事業発電用ボイラを頂点とするような精密プラントへと進化することを阻まれた。水管ボイラの採用ただ一つをとっても軍用艦艇は商船の後塵を拝した。そして、20世紀中葉までの軍用洋上艦艇は生存性担保のため、構造的にタフな小容量のボイラを多数、大艦では十数基から20～30数基も抱え込むという垢抜けしないスタイルでの進化を遂げねばならなかった。もっとも、古くは商船でも石炭手焚ボイラを42基などという怪物的な事例を見ている。

ボイラ自身の効率向上のため、機関の排気蒸等から排熱を回収し給水に与える熱交換器として給水加熱器がある。これは陸船用ボイラに古くから用いられて来た装置であるが、今一つ、ボイラ自身の排気から排熱を回収する熱交換器としてエコノマイザ（煙道給水加熱器，節炭器）

がある。こちらは後述される水管ボイラの種類、Bellevilles ボイラにおいて実用化されたのがその嚆矢であり、海軍ではこれを“収熱器”と称していた⁶⁾。

圧力を高めず蒸気温度を引上げる装置である過熱器が熱効率向上に有効であることは理論的には自明であったが、船用ボイラにおけるその採用は陸用プラントと比べれば遅れ、イギリス海軍における 1856 年のテストは散発事例に終り、20 世紀に入ってから普及も急速というほどではなかった。日本海軍艦艇ボイラにおける過熱は 1918 年、谷風、江風、^{かわかぜ}峯風型のロ号艦本式ボイラから始まったが、その効果が乏しかったとて、10 年後の吹雪型のボイラには過熱器が与えられなかった。また、燃焼場に送られる空気を予熱し燃焼温度を高める空気予熱器がイギリスにおいて導入されたのは 1884 年のことであるが、日本海軍におけるその導入は舞鶴工作部で渋谷が実験主任として吹雪型と同一要目のボイラにて実験したのがそも始まりであった⁷⁾。

2. 船用ボイラの進化と日本海軍における水管ボイラの導入

続いて、世界の船用水管ボイラ進化の潮流とそれを逸早く取り入れた日本海軍におけるボイラ導入史を瞥見しておこう。水管ボイラの基本的分類について決定版となるロ号艦本式ボイラが出現する少し前に改訂された海軍の古い教科書に曰く：

……管ノ位置及ビ傾斜ノ状態ニヨリテ類別スレバ四種アリ

第一類ニ屬スルモノハ一般ニ管細クシテ高シ「ヤーロー」「ノルマン」及ビ「ソーニク
ロフト」ノ諸式之ニ屬ス

第二類ハ管ハ横ハリ垂直ノ高サハ長サニ比シテ小ナリ「バブコック、エンド、ウキルコ
ックス」式ノ如キ之ナリ

第三類ハ「ニコロース」式ノ如キモノニシテ一般ニ小ナリ

第四類ハ罐管横ハリ直径ニ比シテ長サ大ナルコト「ベルビール」式ノ如キモノナリ

凡テノ水管罐ハ右ノ四種類ヲ出ス宮原式ハ第二类ニ艦政本部式ハ無論第一類ニ屬ス⁸⁾

これを要するに、日本海軍は Babcock & Wilcox を除くここに挙げられた欧州諸型式の実用経験を踏まえて宮原式から後にイ号艦本式と呼ばれるタイプの艦政本部式ボイラに進み、遂にロ号艦本式ボイラへと行き着いたと読んで頂ければ良いワケである。

さて、本場に目を遣れば、そもそも海軍艦艇への水管ボイラ導入に先駆的役割を演じたのはイギリス海軍に非ずしてフランス海軍であったことが判る。イギリス海軍においても水管ボイ

6) 海軍水雷学校『機關用語』無刊記、56 頁，“収熱器” 58 頁，“収熱管” の項、参照。

7) Smith, *ibid.*, pp. 136, 305, 生産技術協会『旧海軍技術資料 第 1 編』(2), 1970 年, 150~151 頁, 参照。

8) 海軍工機学校高等科掌機練習生教程『機關術教科書』第二版, 1912 年, 九十三頁。

ラを導入すべきとの議自体は1877年に持上っていた。この時にはパーキンス・ボイラまで調査されたものの、諸般の事情により実艦実験には至らなかった。これに対してフランス海軍はより高い実行力を発揮した。『帝国海軍機關史』には「然ルニ佛國海軍ハ夙ニ水管罐ヲ試験シ其ノ勞遂ニ空シカラズ」とある⁹⁾。

即ち、フランス海軍は1880年、1隻の報知艦にベルビール・ボイラを装備し、その好成績を踏まえ、1885年には巡洋艦ミランにこれを据付け、更には砲塔艦にもこれを展開させた。即ち：

佛國ノ如キハ西紀一八八九年(明治二十二年)既ニ三門ノ十三・四吋砲ト六・五吋砲十門ヲ以テ武装シ、中央部厚サ十七吋四分ノ三ノ合成甲鉄ヨリナル水線帯甲ヲ有シ罐ニハ此ノ種ノ大艦トシテ始メテノ試ナルベルビール水管式艦ヲ装備シタルブレンニユスヲ起工シ居リタリ¹⁰⁾

以後、載せ替え、新造を含め水雷砲艦といった小艦艇のみならず巡洋艦にまで水管ボイラを装備する点においてフランス海軍は斯界をリードし、イギリスやロシアの海軍はこぞってフランスから水管ボイラ技術を導入して行った¹¹⁾。

更に、日本海軍が範としたイギリスにおいては：

西紀一八八七年後數年間ハ汽壓ハ依然トシテ一五五听ニ止マリ西紀一八八八年(明治十一年)制定ノ英國海軍擴張令(Naval Defence Act)ニ基キテ起工セル七十隻ノ軍艦ニハ悉ク此ノ汽壓ヲ以テ使用スル汽機ト圓罐トヲ備ヘシガ獨リ水雷砲艦ニスピーデー(Speedy)ニ在リテハ二一〇听ノ汽壓ヲ有スルソーニークロフト(Thornycroft)式水管罐ヲ使用セリ、即チ英海軍ニテ軍艦ニ水管罐ヲ採用シタル嚆矢トス(この箇所、ゴチック表記無し)¹²⁾

というような展開が観察された。即ち、国産ボイラの採用である。

イギリス海軍におけるその後の展開は比較的順調で、大形艦用には輸入技術(ライセンス生産品等)が幅を利かせ、小形艦用にはイギリス起源の水管ボイラが食い込んで行った。曰く：

一八九二年(明治二十五年)英海軍省ハ再ビ罐調査委員ヲ設ケシガ委員ハスピーデーニ倣ヒ他ノ二艦ニ水管罐ヲ装備センコトヲ建議シ又其ノ成績ノ如何ニヨリテハ少クトモ一隻ノ巡洋艦ニ水管罐ヲ試用センコトヲ勧告セリ、依テ同省ハ水雷砲艦シャープシューター(Sharp Shooter)ニベルビール式水管罐ヲ装備シソノ二ヶ年間ノ使用中ニ得タル經驗ハ全ク此ノ式罐ヲ有効ナリトノ證示ヲナスニ至リタリ

而シテシャープシューターノ試運轉終ラザルニ海軍省ハ自ラベルビール罐ノ有効ナルコトヲ見定メ一八九四年起工ノ大巡洋艦パアフル(Powerful)及テリブル(Terrible)ニモ之ヲ

9) 『帝国海軍機關史』下巻, 17頁。

10) 『帝国海軍機關史』下巻, 1~2頁。

11) 『帝国海軍機關史』下巻, 17~26頁, 参照。

12) 『帝国海軍機關史』下巻, 16頁

装備スルコトニ決シタルコトハ既ニ述ベタルガ如シ斯克シテ英海軍ハ漸ク水管式罐謳歌ノ域ニ入り水雷砲艦スパンカーニ据付クベキ汽車罐ヲモ之ニ代フルニジュタンプル式ヲ以テセリ蓋シ同罐ハ當時小管ノ水管罐中唯一ノ管挿脱容易ナリトノ世評ヲ博シタルモノナリ

此ノ間又一八九二年(明治二十五年)ニハ海軍省ハ二等水雷艇第七十七號ニヤーロー會社製專賣ノヤーロー式水管罐ヲ装備シ其ノ動作大ニ善良ナリトノ報告ニ接シタリ¹³⁾

一方、日本海軍においては：

【1892(明治25)年】五月佛國クルーゾー社ニ於テ進水ノ第十五号【水雷】艇ニハ直立三段膨張三笛機械ヲ用ヒシ外其ノ罐ニハ我が海軍ニ於ケル水管式罐使用ノ魁タルジュタンプル式罐ヲ使用壓力百八十五噸ノモノヲ用ヒタリ、更ニ二十七【1894】年二月ニ及ビ佛國ハノルマン社ヲシテ排水量七十九噸半ノ水雷艇二十一号ヲ建造セシメ罐トシテノルマン式罐ヲ採用シ爾來此ノ種水雷艇多數建造ノ途ヲ啓キタリ¹⁴⁾

といった展開が観取された。

この頃以降の日本海軍艦艇における水管ボイラの装備進展状況の一端を列挙すれば：

進水年月日	艦種	装備ボイラ
1897年11月1日	甲鉄戦艦 敷島	ベルビール 初採用
1898年11月15日	駆逐艦 雷他5隻	ヤロー
1898年11月16日	叢雲級駆逐艦	ソーニークロフト
1899年3月13日	甲鉄戦艦 朝日	ベルビール
1899年7月8日	一等巡洋艦 八雲	ベルビール
1899年6月10日	一等水雷艇 白鷹	ソーニークロフト
1899年6月24日	一等巡洋艦 吾妻	ベルビール
1899年6月27日	甲鉄戦艦 初瀬	ベルビール
1899年9月19日	一等巡洋艦 出雲	ベルビール
1899年7月11日	29, 30号二等水雷艇	ノルマン
1899年12月10日	一等水雷艇 隼他3隻	ノルマン
1900年3月20日	一等巡洋艦 磐手	ベルビール
1900年5月26日	水雷砲艦 千早	ノルマン
1900年9月28日	50~59号三等水雷艇	ソーニークロフト, ノルマン
1901年	39~43, 62~66号二等水雷艇	ヤロー
1900年11月8日	戦艦 三笠	ベルビール
1901年10月1日	駆逐艦 白雲, 朝潮	ソーニークロフトダーリング

13) 『帝国海軍機關史』下巻, 18~19頁。

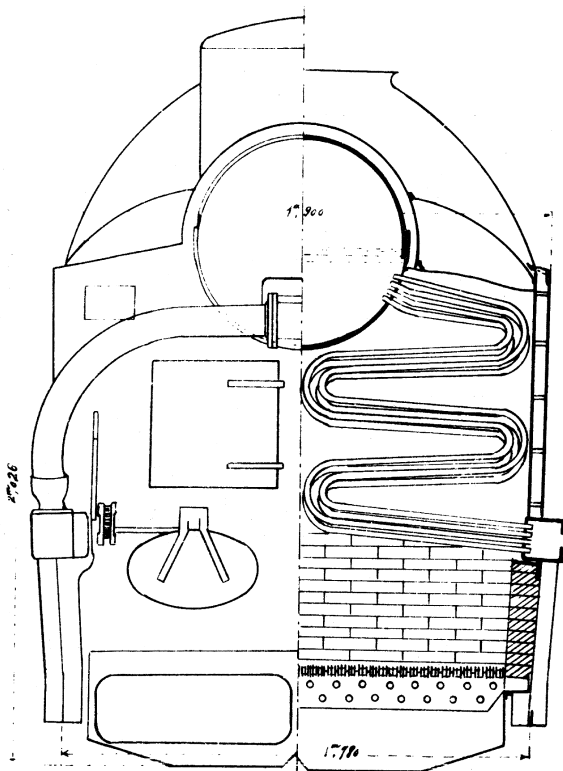
14) 『帝国海軍機關史』上巻, 381頁。

1901年11月13日	駆逐艦 暁, 霞	ヤロー
1902年10月31日	駆逐艦 春雨他6隻	イ号艦本式(降路管なし)
1902年11月15日	三等巡洋艦 新高	ニコロース
1903年3月14日	一等水雷艇 雁他8隻	ノルマン
1903年12月30日	一等水雷艇 鷓, 鴻 ^{はいたか}	ノルマン
1903年12月5日	浅喫水砲艦 隅田	ソーニークロフトスピーディー

となる¹⁵⁾。

ベルビール・ボイラは本家フランスのみならずイギリス海軍においても、また日本海軍においても日本海海戦の旗艦、戦艦 三笠をはじめ主力艦の主ボイラとして重用されていた。これに対して、ソーニークロフトやヤローは本家イギリスでも元来は水雷艇用主ボイラとして開発された缶種で、日本海軍においてもかようなモノとして導入されていた。ジュタンプルやノルマンといったフランス製ボイラの位置付けも同様であった。

図2 Du Temple ボイラ



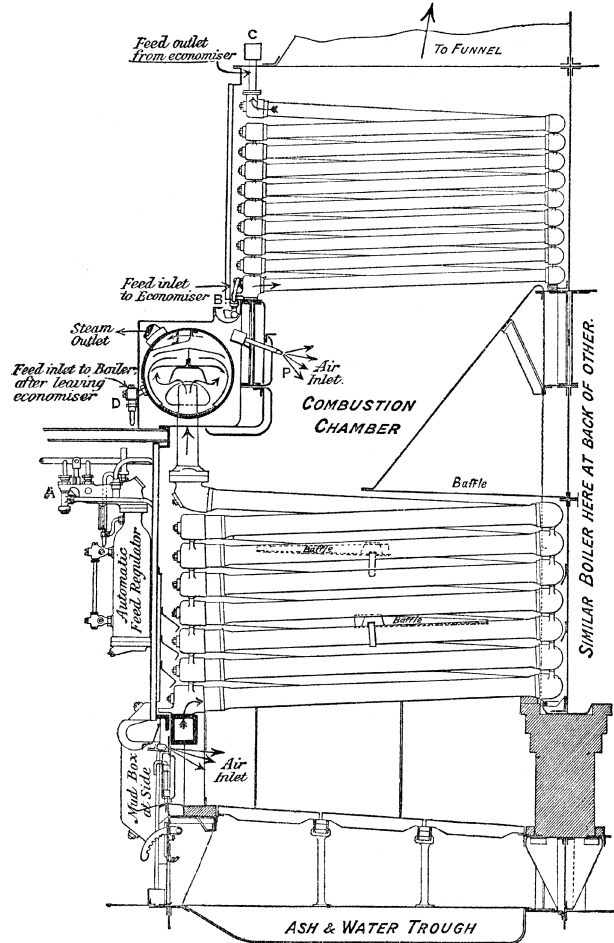
『帝国海軍機関史』上巻, 385頁, 第四十図。

15) 『帝国海軍機関史』下巻, 6~11頁, 同別冊, 「列國製艦一覽表 其ノ一」, 「水管式罐採用以來各艦種別裝備罐變遷調査表(其ノ一)」, 参照。

これら黎明期の水管ボイラについて順次、その特徴を瞥見しておこう。

ジュタンブル・ボイラは元々、フランスの海軍少佐 Felix du Temple de la Croix によって飛行機用に開発されたものである。1857年、ゼンマイ動力に依る模型飛行機での飛行に成功した彼は '74年には蒸気機関を装備した飛行機で坂を下って加速・離陸後、ごく短いジャンプ飛行に成功したと伝承されている。もっとも、確たる物証は無いようである。彼のボイラは '76年に特許が認められ、やがて水雷艇用主ボイラとして成功した¹⁶⁾。

図3 1896年の Belleville ボイラ



Edger C., Smith, *A Short History of Naval and Marine Engineering.*, p. 252, Fig. 34.

『帝国海軍機関史』下巻, 79頁, 第八十五図はこれを省略したもの。

16) cf., Smith, *ibid.*, p. 261, C., F., Taylor, *Aircraft Propulsion*. Washington, 1971, pp. 1~2, Ben Mackworth-Preard, *Aviation The Pioneer Years*. London, 1990, pp. 68~69, R. G. グラント著・天野完一・乾 正文訳『世界航空機文化図鑑』東洋書林, 2003年, 14頁。

軍艦用主ボイラとして一世を風靡したベルビール・ボイラはフランス人技術者 Julien Bellevill によって 19 世紀半ばに発明されたジグザグの貫流水管群と気水分離ドラムから成るボイラであるが、上部にエコノマイザを頂く図のような基本構成に到達したのは 1877 年である。水は高圧の給水ポンプで送り込まれ、水量調節（給水の加減）はこの当時から自動化されていた¹⁷⁾。

ニコロス・ボイラは 1862 年、イギリスの Edward Field らに依って特許取得された Field's boiler tube と呼ばれる水管を用いるボイラの一つである。この水管は試験管のような先の塞がれた長い外管の中に内管を挿入したモノで、内管から水を押し込んで行き、その加熱は外管の外部から行うシカケである。それは急速汽醸性能が重視される蒸気消防ポンプ開発の中で発明された¹⁸⁾。

フィールド・ボイラは Amédée Bollée をはじめとして世紀末の蒸気自動車にも用いられた。1895 年 6 月、パリ～ボルドー間往復 1200km レースに出場し、90 時間 3 分、平均時速 13.2km/h で 9 位完走した彼の 6 人乗りバス *La Nouvelle* にもフィールド・ボイラ（直径 70cm, 118 管）が装備されており、その汽醸時間は 30 分であった。Scotte ボイラも自動車に用いられたフィールド・ボイラの一つであったが、これらのフィールド・ボイラは豎管式であった¹⁹⁾。

フィールド・ボイラの技術的難点の一つは内管を管寄せに固定する部分にあったが、1891 年から 1910 年にかけてパリの技術者、G., N., L., Niclausse と P., E., J., Niclausse によってブレイクスルーが見出され、陸船用に用いられるようになった。しかし、不使用時に水管内部を空にしたり、そのスケール落しを行ったりすることが困難、と言うよりも不可能であるため最高純度の蒸留水を用いねばならぬという難点が嫌われ、やがて廃れて行った²⁰⁾。

ノルマン・ボイラは 1893 年に給水加熱器や給水からの油除去フィルタの開発でも知られるフランス人技術者、Jacques-Augustin Normand によって開発された²¹⁾。

ソーニークロフト・ボイラは 1885 年にイギリス、John I., Thornycroft and Co., Ltd. の John Isaac Thornycroft によって開発された。海事関係で著名な彼の会社ではあるが、世紀転換期には蒸気自動車用ボイラをも手掛けたものである。それは水雷艇用のそれとは全く異なり、上方にやや小径の円環状気水分離ドラムを、下方にやや大径の円環状水ドラムを配し、そ

17) cf., Smith, *ibid.*, pp. 199~200. それ以前のベルビール・ボイラについては cf., Daniel Kinner Clark, *The Steam Engine: A Treatise on Steam Engines and Boilers*. Vol. I, London, 1895, pp. 777~782. この書物においては“Belleville Sectional Steam Boiler”なる呼称が用いられている。

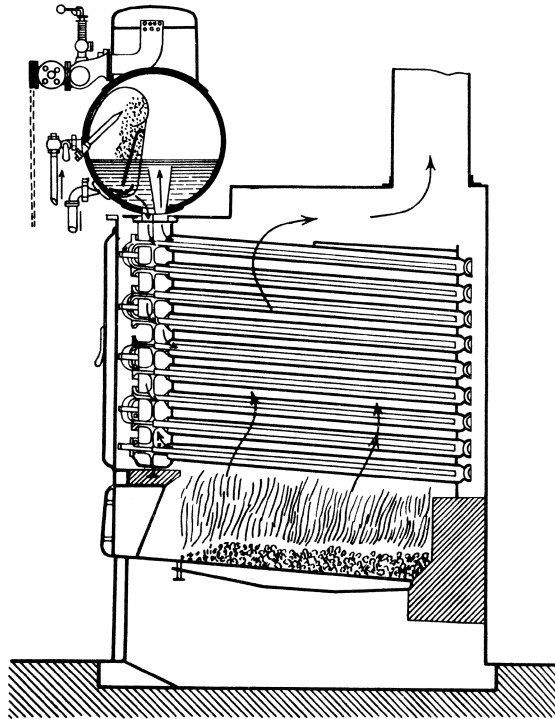
18) フィールド・ボイラについては cf., D., K., Clark, *ibid.*, pp. 736~740.

19) cf., Gerard Lavergne/trans. by P., N., Hasluck, *The Automobile Its Construction and Management.*, 1902, pp. 37~40, 558.

20) cf., H., W., Dickinson, *A Short History of the Steam Engine*, p. 170.

21) cf., Smith, *ibid.*, pp. 256~257, 261.

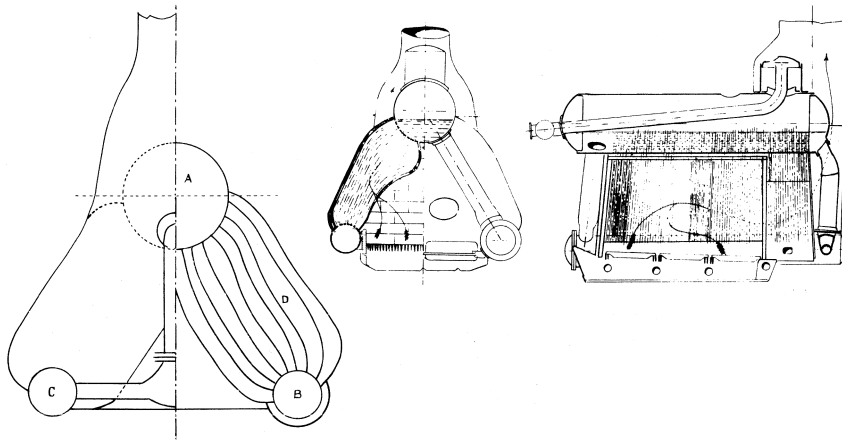
図4 Niclaussse ボイラ



『帝国海軍機関史』下巻, 89頁, 第八十八図。

図5 Normand ボイラ

NORMAND BOILER OF FORBANK

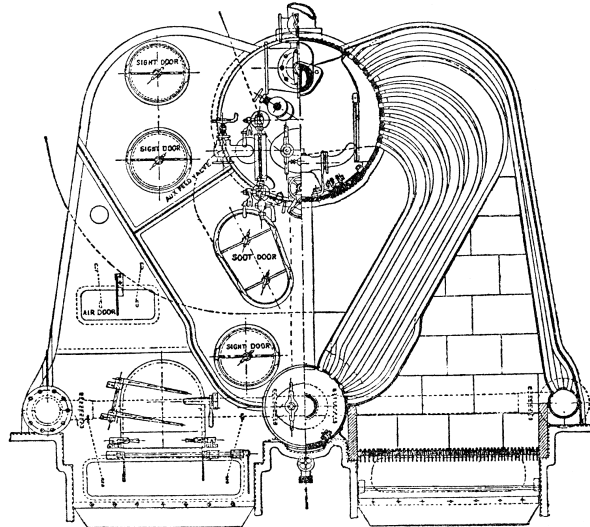


『帝国海軍機関史』上巻, 386頁, 第四十一図。

の間を急傾斜の水管多数で櫓のように連結し、基底部中央に火床を有する“central-fired”ボイラと呼ばれるモノで、一種のエコノマイザ付きであった²²⁾。

次図は勿論、水雷艇用主ボイラである。

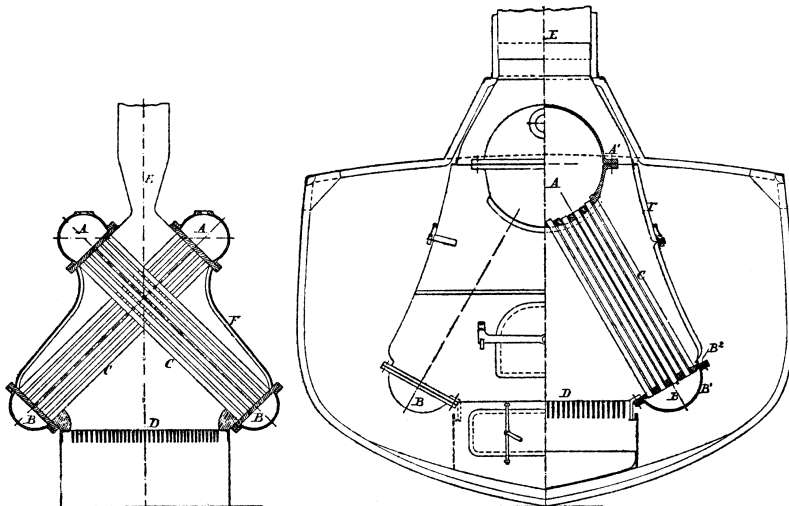
図6 Thornycroft ボイラ (1894)



Smith, *ibid.*, p. 265, Fig. 37.

『帝国海軍機関史』下巻, 88頁, 第八十七図も参照せよ。

図7 Yarrow ボイラに関する特許図面 (1889)



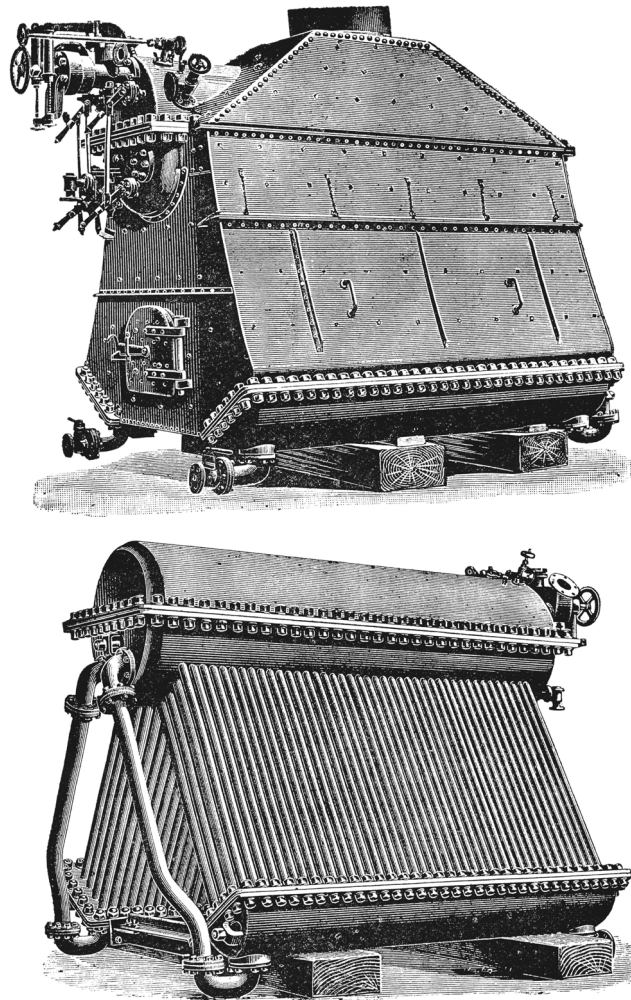
Smith, *ibid.*, p. 261, Fig. 36.

22) cf., Smith, *ibid.*, p. 261, G., Lavergne, *The Automobile Its Construction and Management.*, pp. 45, 46~47.

最後に、両大戦期、世界の船用とりわけ軍艦用ボイラとして圧倒的存在感を発揮した3胴式水管ボイラの基本、ヤロー・ボイラに目を転じよう。ヤロー・ボイラは1889年にイギリス、Yarrow and Co. Ltd. の Alfred Fernandez Yarrow によって開発された²³⁾。

Yarrow の特許図面には4ドラムX型と3胴式とが併記されていたが、船用ボイラとしてモノになったのは3胴式である。次図はその初期の姿であり、これこそがやがて大艦巨砲主義の根っこをなすことになる技術であった。蒸気ドラムまでフランジ結合の分割構造になっている個体に係わる珍しい画像である。

図8 初期の小形 Yarrow ボイラ



H., Haeder, *A Handbook on the Steam Engine*. London, 1902, p. 438
Figs. 1078, 1079.

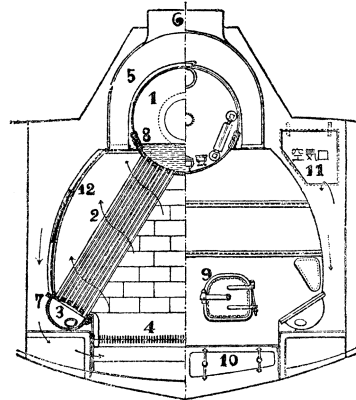
23) cf., Smith, *ibid.*, p. 261.

このボイラは蒸発管を熱ガスが舐めつつ通り過ぎる時間の短かさ故に低効率であるとされているが、何といたっても構造的にシンプルかつ堅実であり、それ自体が形態的に高い対称性を有するが故に船体の前後左右何れへの傾斜に対しても動じ難い構えとなっていたことが了解されよう。

次図は焚口を2個有する中形ヤロー・ボイラの構造図であり、本来のケーシングとは別の空気予熱器を兼ねる大きなケーシングの中に収容されている。その蒸気ドラムには最早フランジ結合など採用されてはいない。しかし、水ドラムが小さく組立や修理に際し、横（鏡板）のマンホールから人が入るように出来ないため、水ドラム自体を分割可能なようにするため管板と側板とがフランジ結合されている点は中形までのヤロー・ボイラに共通する特徴である。

その構造面に今少し目を遣れば、火室は単に2枚の鋼板で石綿を挟んだものであった。耐火煉瓦の裏貼りは前後の内壁のみに施されていた。上図のモノとの間の最も大きな相違は降路管が無く蒸発管列の内、外側1~2列を降路管として機能させていた点である。降路管はやがて見るように、取り付けられたり取り外されたりしていたようである²⁴⁾。

図9 小形 Yarrow ボイラの構造



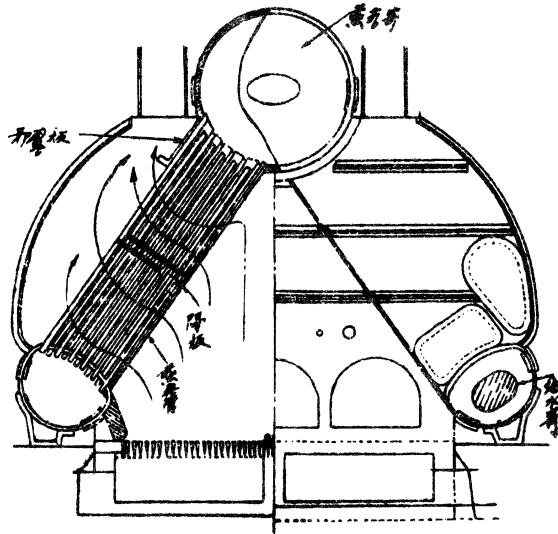
- | | |
|---------|-----------|
| 1. 気水胴 | 7. フランジ接手 |
| 2. 管列 | 8. 突合接手 |
| 3. 水胴 | 9. 焚口 |
| 4. 火格子 | 10. 空気戸 |
| 5. 煙の通路 | 11. 空気口 |
| 6. 煙突 | 12. 石綿壁 |

松村光雄・千葉修三・宮原貞夫『最新・原動機』淀屋書店出版部, 1936年, 58頁, 第46図。

24) なお、『帝国海軍機関史』には上巻, 385頁の第四十図として、下巻, 87頁に第八十六図として降路管を持たない(ように見える)小形ヤロー・ボイラの臓物が掲げられている。それらは影が描き込まれているか否かだけの違いで本質的には同じモノであり、かつ、戦前の工学書にしばしば引用されていた画像でもある。基本的に同一の図が別々の個所に貼り付けられている事実はこの文献が編集途上段階で立ち枯れたモノであることを証明する多くのポイントの一つともなっている。

次図はヨリ大形のヤロー・ボイラである。水ドラムは蒸気ドラムと同様に鉚接構造となっており、その側面にはマンホールが設置されている。

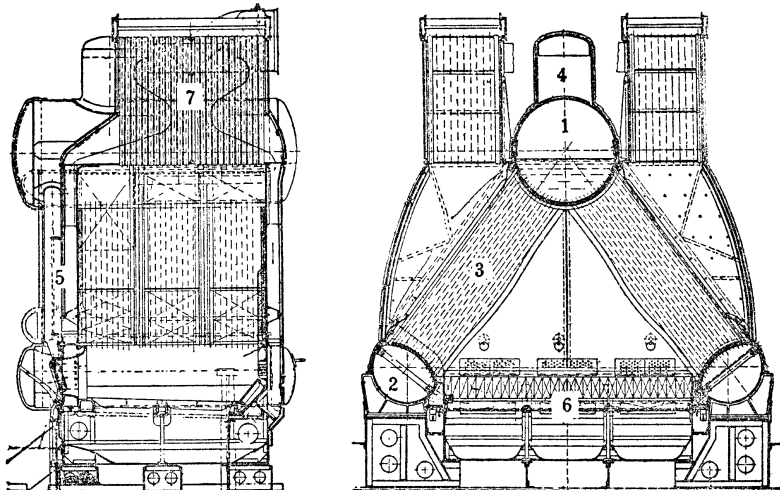
図10 大形の Yarrow ボイラ



横須賀海軍工廠工員養成所『造機學教科書 卷之一，第一編 罐及罐部關聯諸装置』1941年，附図第17図。
書込みは上から蒸気寄，邪魔板，隔板，蒸発管，缶水寄。

次に掲げるのはエコノマイザ付きのヤロー・ボイラである。蒸気ドラム“4”とエコノマイザ“7”とが存在感を發揮している。わざわざ機関車ボイラのような蒸気ドラムを設けたという事は船体傾斜の大きな駆逐艦用かとも想われるが定かではない。

図11 エコノマイザ付き Yarrow ボイラ

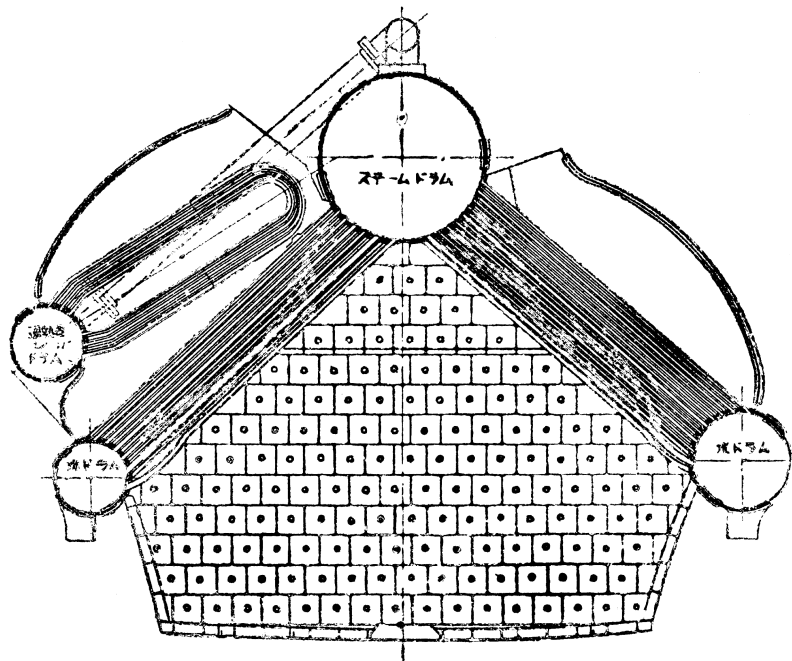


菅原菅雄

また、3 胴式ヤロー・ボイラには更に大形で過熱器付きのモノも存在した。全高抑制のため両翼の挟み角が一層拡大されていること、過熱器が設けられた側のウィングにおいては蒸発管の本数が削減され、円断面となった水ドラムも小径のモノが用いられていること、最も内側の燃焼室に近い蒸発管 1~2 本の直径が大きくされていることについて御注意頂きたい。

耐火煉瓦の配置から明らかな下部構造の中心線に対して上部構造は水ドラムの中心線に示される通り過熱器側にオフセットされている。それが重量配分への配慮からであったとすれば、このボイラは主ボイラを縦 1 列に配する様な艦型を前提にした設計であったのかも知れない。

図 12 過熱器付きの Yarrow ボイラ



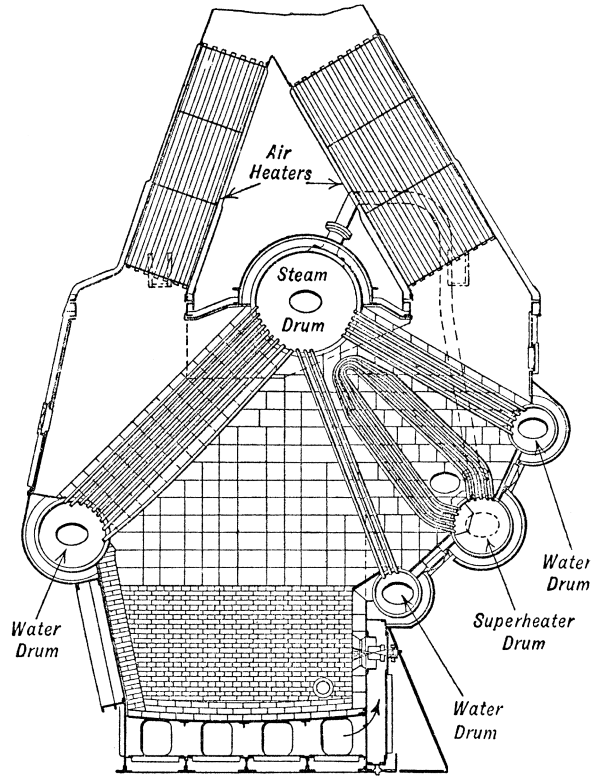
北原鐵雄編 最新科學圖鑑 (6) 小川芳太郎『機械時代』(上), アルス, 1930年, 39頁, 第三十五圖。

なお、商船用には以上に見た 3 胴式ではなく、ヨリ複雑で背の高いヤロー・ボイラが開発されている (図 13)。

このテのヤロー・ボイラは商船用のみならず陸用にも発展した。日立製作所はこれを発電用ボイラとして導入し、八幡製鐵所の自家発電用に初号機を納入している。

さて、ベルビール・ボイラ全盛の状況下の 1902 年、イギリス海軍ボイラ調査委員会は 2 ヶ年に亘る実地調査研究を通じ、ベルビール・ボイラが軍艦用として不適當であるとの結論に到達した。その最大の論点はこのボイラには対流に依る罐水循環というモノが無い¹ため、性能・構造両面においてスケール堆積や蒸発管の傷み等、経年劣化が甚だしいという事実に根差していた。そしてバブコック・ウィルコックス式、ニコロース式、ジュール (Dürr) 式、大管ヤロー

図 13 Queen Mary に 24 基装備された Yarrow ボイラ (1936)



Smith, *ibid.*, p. 308, Fig. 41.
 蒸気条件は 28kg/cm², 371°C。

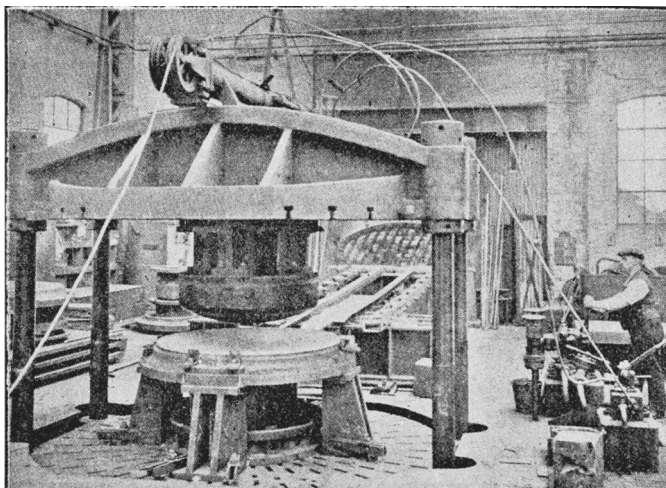
式を取り敢えずベルビルに対する代替ボイラとして検討すべしとの提言が付された。しかし、結局、イギリス海軍は大管式から小管式へと拡大発展を遂げた 3 胴式のヤロー・ボイラとバブコック・ウィルコックス、そして両大戦間期以降、ヤロー 3 胴式の進化形である Admiralty 型ボイラを艦艇用ボイラの主力に据えることとなる²⁵⁾。

そして、日本海軍の洋上艦艇用主ボイラもほぼこれと同じ発展過程を辿って行く。ここでは舶用ボイラの進化と日本海軍における水管ボイラ導入に係わる予備回顧の締め括りとして艦艇用大形ヤロー・ボイラの製造＝製罐作業の光景を紹介しておきたい。イギリス本国での写真らしいが、艦本式ボイラの製罐風景もほぼ似たよう具合であったと考えられるし、何と言ってもヤローの構造を具体的に押えておくことによって艦本式ボイラのそれがより理解し易くなることは自明とせねばならないからである。

25) cf., 『帝国海軍機関史』下巻, 81 頁, Smith, *ibid.*, pp. 251~253, 307.

なお, Dürr はドイツの会社で, その製品はニコロス式と同じような構造を有していた。

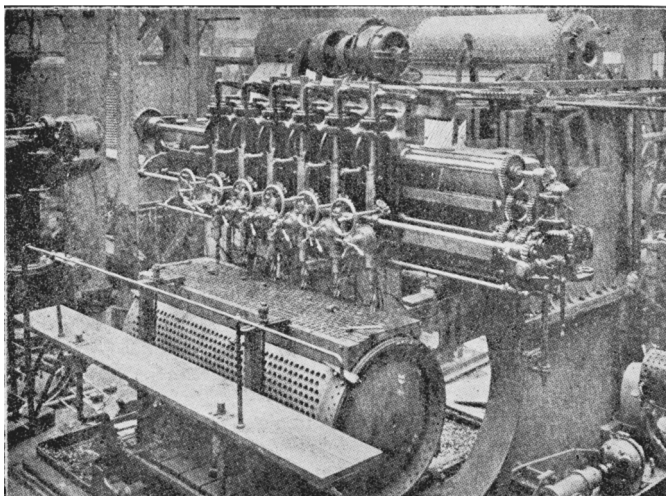
図14 水圧プレスによる鏡板の熱間絞り作業



小川芳太郎『機械時代』(上), 45頁, 第四十四圖。

水圧機の奥の方に在る加熱炉で赤めた鋼製円盤をガイドレール付きのローラー・コンベアによって水圧機に運び、一気に深皿状の鏡板を成形する行程である。

図15 蒸気ドラム管板部への6軸穿孔機と治具による穿孔作業



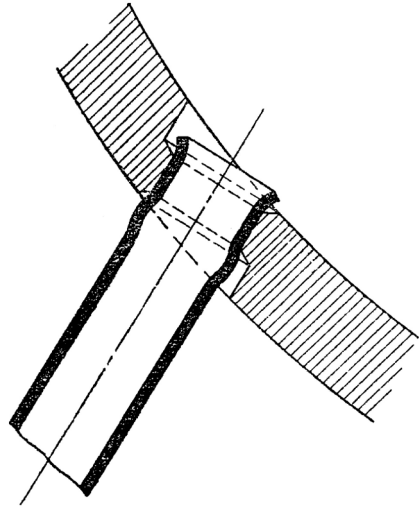
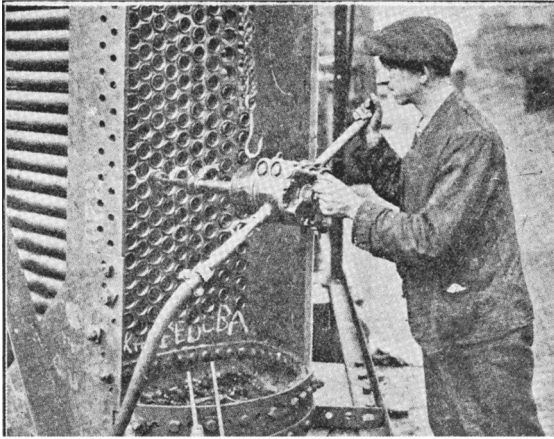
同上書, 46頁, 第四十五圖。

1列を穿孔し終れば、左右に若干、振り、千鳥になるように次列を穿孔して行く。

拡管には打撃ではなく、回転と半径方向の押出によって拡管させて行く方式の拡管機が用いられていた。動力は圧縮空気のようなものである。拡管が全て終われば側板の鋸接となる。

ドラム内には第三の作業が入り、赤めた鋸を孔に挿入した後、当て金で支える。外部の二人は突出した鋸の脚を交互に素早く打撃して潰し、最後に碗型の当金と大ハンマを用いて成形

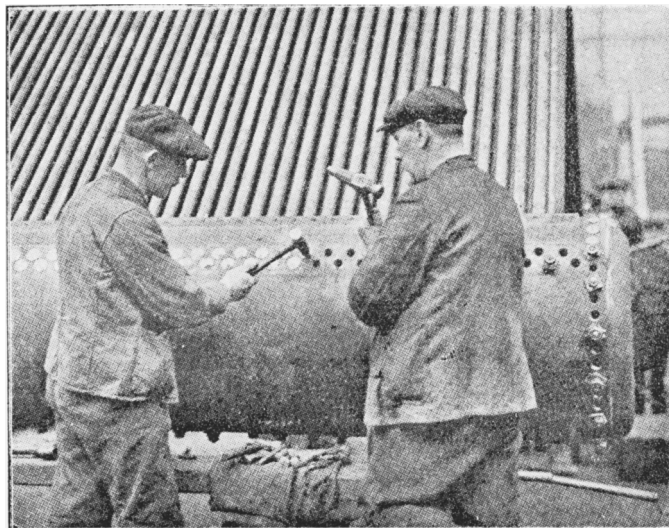
図 16 拡管機による水ドラム部の蒸発管の拡管作業



左：同上書，46 頁，第四十六圖。

右：Herbert A., Garrat, *Heat Engines*. London, 1912, p. 51 Fig. 19.

図 17 水ドラム側板と管板との銲接作業

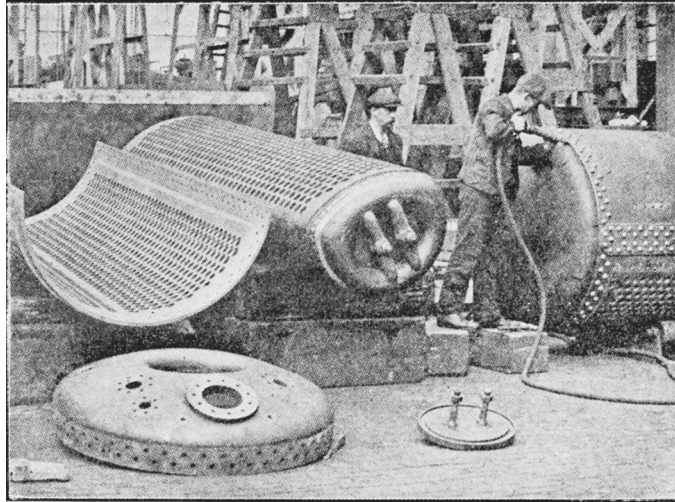


同上左，47 頁，第四十七図。

する。この作業はやがて空気圧ないし水圧式の銲締機に取って代わられる趨勢にあった。

次図は圧縮空気を動力源とする鎚で打撃し、胴板の端部を鏡板と密着・一体化させシール性を確保するための作業である。

図18 蒸気ドラムの胴部と鏡板とのコーキング作業



同上書, 47頁, 第四十八図。

3. 宮原ボイラからイ号艦本式ボイラへ

日本海軍はベルビール・ボイラを不適とするイギリス海軍ボイラ調査委員会報告に「一時衝動」を受けて大いに慌てふためいたが、報告書の指摘に沿って運用面からベルビールの欠点とされた諸点について運用保守に特段の意を用いると共に、前掲の通り既に小艦艇用にヤロー、ソーニークロフト搭載艦艇の増備やニコロース、ノルマンの採用をも進めつつあった²⁶⁾。

そうした渦中に言わば突然降って湧いたのが後の海軍機関総監、宮原二郎の発明になる宮原ボイラである。宮原は滞英中、1895～'96年頃そのアイデアに想到し、1896年に日英両国特許を取得した（これは申請年か？ 1897年12月27日に特許との記述あり）。宮原ボイラを初めて試作したのはニコロースのライセンサーであったイギリスの造機会社 Humphrys, Tennant and Company, 第2～4号は日本国内で建造されたが第5号はベルビールのライセンサーである Vickers によって建造された。

横須賀工廠で建造された第4号は1901年6月、大湊水雷団水雷敷設隊附属第一大湊丸に装備され、その成績が優秀であったため、1902年には防護巡洋艦 橋立に宮原ボイラが装備された。内外におけるその使用実績ないしライヴァル製品との比較成績が良好であったため、日本海軍は1903年5月、輸入ボイラ代るべき国産宮原ボイラの制式採用に関する断を下した。その汽醸性能が優れており、かつ、同時代の輸入ボイラに比して製造コストが僅かに6割程度で

26) 『帝国海軍機関史』下巻, 78, 81～99頁, 参照。

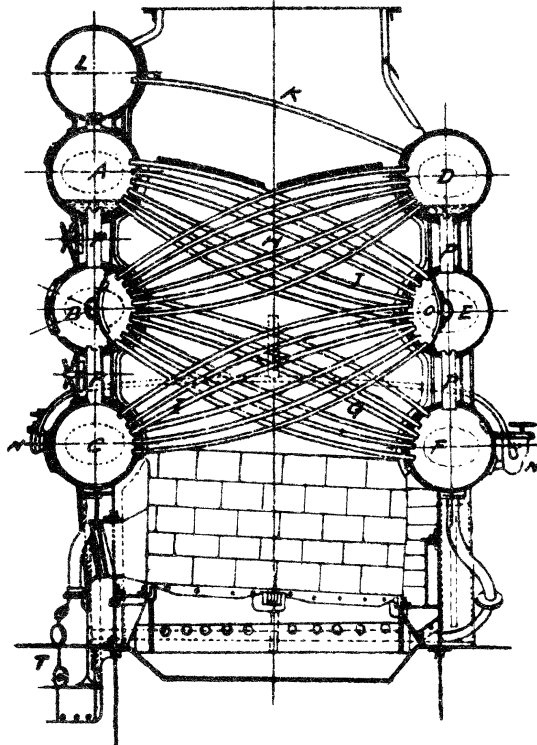
あったからである²⁷⁾。

斯クシテ本制式罐ハ大正四【1915】年進水ノ戦艦 山城ニ至ル迄滿十三箇年間其ノ時運ニ叶ヒ或ハ重油混焼罐トシテ或ハ蒸氣過熱管ヲ設クル等我國製造ノ國産軍艦用罐トシテ殆ド獨占時代ヲ現出シタリ²⁸⁾

という新たな構図が描かれることとなる。

この宮原ボイラの水管は過半数が直径1¼in. 以上であり、大管式水管ボイラに分類される。古くは舶用には最上部の水ドラム（次図ではA, D）の直径を他より大きくして気水分離ドラムとし、陸用には最上部に水ドラムと直角に補助気室を戴くという設計が普通であったが、次図

図19 宮原ボイラ



『造機學教科書 卷之一，第一編 罐及罐部關聯諸装置』1941年，附図第18図。
宮原ボイラについては『帝国海軍機關史』下卷，410頁，第四百四図，参照。

27) 宮原ボイラの来歴について簡単には日本科学史学会編『日本科学技術史大系』第18巻「機械技術」，第一法規出版，1966年，175～176，180～183頁，参照。そこに抄録されている宮原の「帝国海軍推進機關ノ沿革ヲ叙シテ宮原水管式汽罐ニ及ブ」は国立国会図書館の近代デジタルライブラリーで閲覧可能となっている。宮原ボイラとベルビール，ニコロスとのコスト比較については『帝国海軍機關史』下卷，100～104頁。

28) 『帝国海軍機關史』下卷，100頁。無論，イギリス等で宮原ボイラがメジャー化することはなかった。

に示すのは船用でありながら陸用ボイラの構造に倣ったようなやや新しい構造を有するモノである²⁹⁾。

上図においてLは蒸気ドラムである。前部第2ドラムBと後部第2ドラムEとの内部に設けられた“循環仕切り板”Oは缶水循環の方向を規制するためのもの。各ドラムは豎の降水管で連結されており、CとFとは下部において平均管で連結されている。Tは澱寄と呼ばれ、不純物を沈澱させる槽である。この宮原ボイラについて渋谷はドラムに「相当多数のエンドプレート³⁰⁾の膨出があり、その修理に苦心した」と述べている³⁰⁾。

日本海軍艦艇のボイラとして一世を風靡した宮原ボイラではあったが、やがてより効率的で大きな蒸発量を有する小管式水管ボイラに道を譲るべき年回りが巡って来る。日本海軍は小管式水管ボイラの国産化をも見据えており、その答えとして誕生したのが艦本式ボイラ、後のイ号艦本式ボイラである。イ号以来の艦本式ボイラは何れも過半数の水管の直径が1¼ in. 未満であり小管式に分類される。因みに、この種の小管式船用水管ボイラの効率は75～80%と目されていた。

小艦艇用新型ボイラの開発について『帝国海軍機關史』は：

宮原式水管罐が軍艦用トシテ考案セラレタル一方漸次水雷艇罐ノ換装ヲ要スルモノ簇出スルニ會シ當局ハ此又國産品考案ノ必要ニ迫ラレタリ

偶々明治三十三【1900】年五月海軍艦政本部條例實施直後中山海軍技師ヨリ某水雷艇罐換装ノタメ罐種撰定ノ申出アリ、當時ノ第四部長宮原機關總監ハ其ノ部員水谷機關中監、和田垣造船大技士等ト鳩首合議ノ結果爰ニ先ヅ和田垣部員提案ノ三角形罐及水管ヲ同心圓ノ弧状ニ屈曲スルコト及宮原部長提案ノ左右各管巢ヲ二群ニ分チ其ノ間約十一吋ノ空積ヲ存セシムルコト等ヲ決定シ數時間ニシテ新罐成リ斯ノ英國耶社ノ制式ニ比シ管換装ニ便ナルノミナラズ管巢間ニ設ケタル空積ハ之ニ依リ逃散瓦斯ノ燃燒ヲ完全ナラシムベク又管巢間掃除ノ點ニ於テモ多大ノ便益アリトシ特ニ海軍艦政本部式ノ名稱ヲ付シ三十五【1902】年八月十八日進水ノ第六十七號水雷艇及同年十月三十日進水ノ驅逐艦春雨ニ之ガ裝備ヲ見タリ³¹⁾

と述べている。

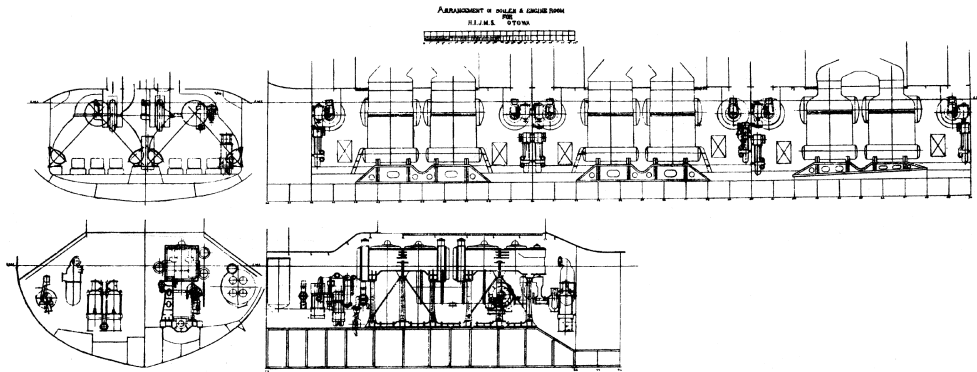
イ号艦本式ボイラは引続き軽巡洋艦にも装備されて行った。1903年11月2日進水、'04年9月6日就役の三等巡洋艦 音羽に装備された12基がその嚆矢であり、正史には「罐ニハ本邦

29) 管見の限りでは高田釜吉・岩崎 清『蒸気汽罐及汽機』丸善、1908年、66～69頁、が宮原ボイラに関する最も古い参考文献である。『帝国海軍機關史』下巻、100～105頁、同407～410、412頁の図も参照のこと。

30) 『旧海軍技術資料第1編』(1)、297頁、エンドプレート(鏡板)の角に与える丸みの曲線形状に係わる原設計の要点については同(3)、14頁、参照。

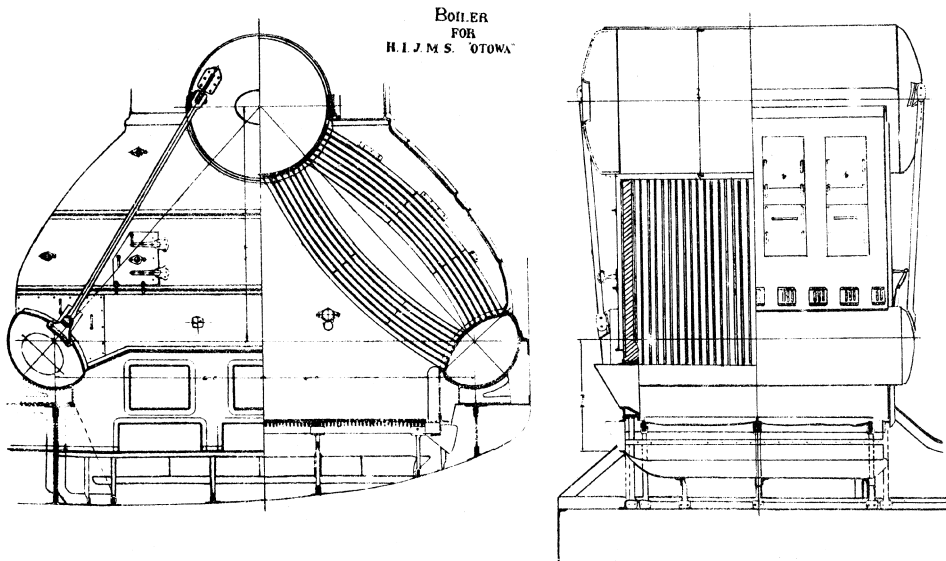
31) 同上書、186頁。装備缶数は4基であった。

図 20 音羽におけるボイラ及び主機装備状況



『帝国海軍機関史』下巻, 35 頁, 第八十一図。

図 21 音羽に装備されたイ号艦本式ボイラ



『帝国海軍機関史』下巻, 38 頁, 第八十三図。

製艦政本部式水管罐 (後ノイ号艦本式)ヲ使用シタリ³²⁾」と述べられている。

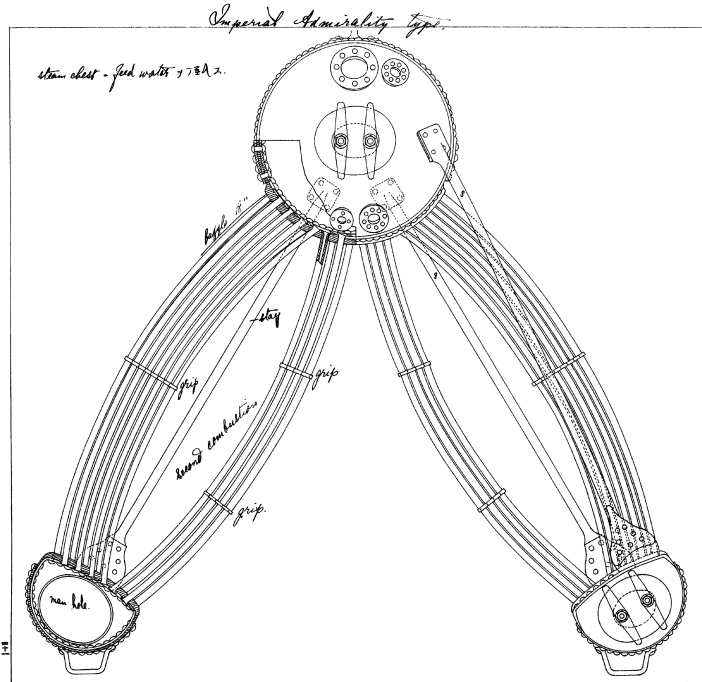
イ号艦本式ボイラは春雨型駆逐艦 7 隻以降、水雷艇 13 隻や 1905 年以降の神風型駆逐艦 32 隻、日本海軍初のパーソンズ直結タービン艦である 1911 年の駆逐艦 海風、山風、防護巡洋艦 筑摩、平戸、矢矧、砲艦 鳥羽などに装備されて行った。

宮原ボイラからイ号艦本式へのシフトについて渋谷は：

1912 年英国で金剛が建造されたとき宮原式を全廃し橋【艦】本式に統一されたのは藤井

32) 『帝国海軍機関史』下巻, 34, 261, 279 頁。

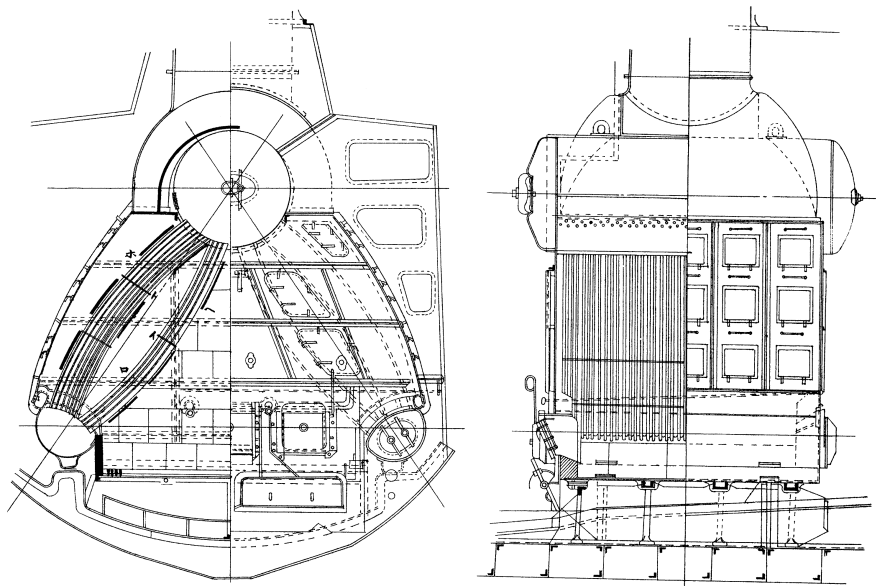
図 22 Imperial Admiralty Type ボイラ=イ号艦本式ボイラ要部



『機関術教科書 卷ノ一 附圖』1908年7月, 四十一頁(この資料に刊行元表記は無い)。

『機関術教科書 卷ノ一 附圖』1909年9月, にも図番無しで収録(頁付け, 刊行元表記無し)。

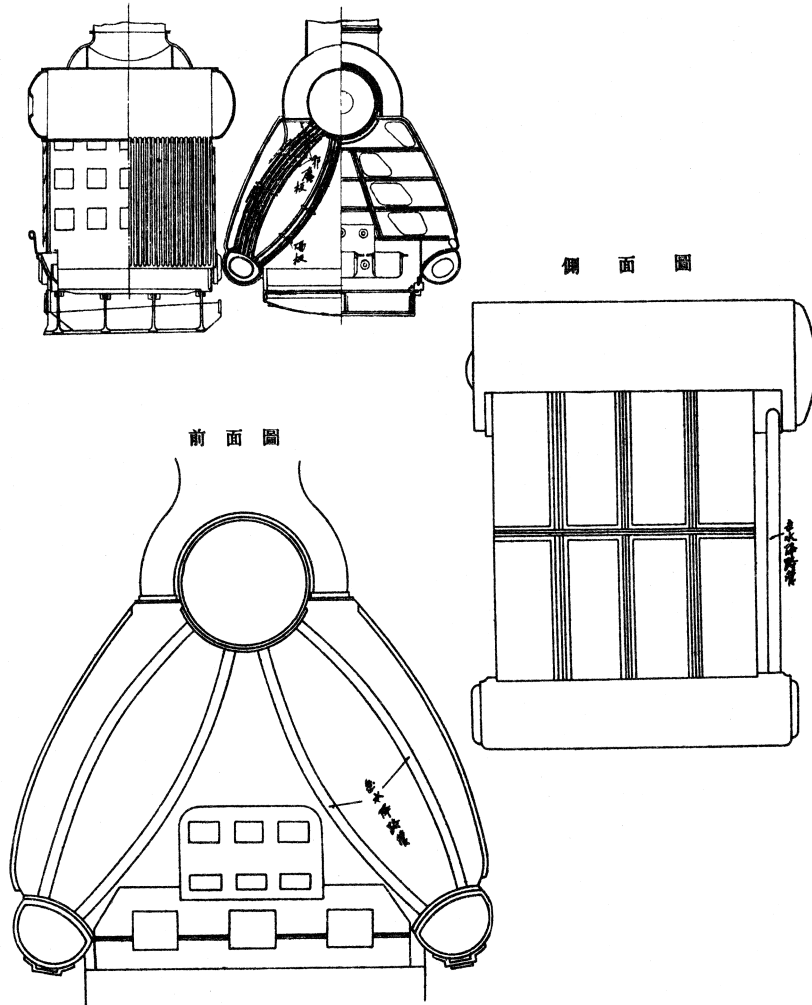
図 23 イ号艦本式ボイラ装備状況 2面図



『機関術教科書 卷ノ一 附圖』1909年9月, 第二十五圖。

図24 イ号艦本式ボイラの別画像 (その2)

イ号艦本式罐



『造機學教科書 卷之一, 第一編 罐及罐部關聯諸裝置』附図, 第13, 14図。

上図の書込みは邪魔板, 隔板。下図の書込みは缶水降路管。イ号艦本式ボイラについては『帝国海軍機關史』下巻, 38頁, 第八十三図, 松村・千葉・宮原『最新・原動機』59頁, 第47図, 日本造船学会『日本造船技術百年史』1997年, 71頁, 図5.2.4も参照のこと。

光五郎氏であつたらしい。当時自分は25才(工機学校学生)【。】しかし【,】このボイラを艦本式に統一したことは最も策の得たるもので【,】これがため、旧海軍のボイラ【を】整備するために利する所は極めて大であつた。丁度その時期に横須賀の水交社で海軍機関学会が開催され、艦本部員が最近の艦船整備計画を説明したときに宮原ボイラを廃して新艦本式(フ【ヤ】ローのインブループタイプ)を使用することに決めたと発言した所が、主として実施部隊の英雄が猛烈に憤慨して艦本部員に喰つてかかり、国産ボイラを廃して輸入

ボイラに変更するとは何事ぞと怒号するものもあった。入沢敏雄氏の如きは旧友藤井光五郎氏を罵倒するのであった。当時藤井光五郎氏は泰然自若とし只微笑をもらすだけであった。この艦本式は元来セ【ヤ】ローの型にならないイ号式のものであった³³⁾。

小艦艇用から始められたイ号開発の経緯に触れていない上、金剛型巡洋戦艦に係わる記述は次節冒頭に見るように不正確極まる上、誠に解り辛い文章でもある。それでも、当時の海軍現場における雰囲気はこの文章から良く伝わって来よう。

なお、水管化による高燃焼率・高蒸発量化と半ば引き替えのように考えられていたボイラ寿命の短縮について先に引いたロ号艦本式ボイラ出現直前の海軍教科書は：

罐ノ生命、其ノ種類構造及取扱法等ニヨリ一定セズ汽車罐ノ如キハ六ケ年ヲ最大トシ三年目ニハ大修理ヲ要スヘク或商船ノ戻火罐ハ十ケ年ニテ大修理ヲ加ヘ後十二ケ年ヲ使用シテ更ニ壓力ヲ降シテ五六ケ年ヲ使ヒ得タリト謂フ然レトモ軍艦ニテハ使用不規則ニシテ罐ノ各部ノ緊張不同著シク且取扱者モ交代頻々ナルカ爲メ大ニ其ノ壽命ヲ短縮サルルモノニシテ先ツ圓罐ハ八年乃至十年ヲ最大限トセルカ如シ其ノ最影響スルハ取扱者ノ注意ナルハ勿論ナリトス

水管罐ハ最損傷シ易キハ管ニシテ屢取替ヲ要スルモノアリ從テ水管罐ト圓罐トノ壽命ノ比較ハ困難ナリ圓罐ノ管ハ鋼管ナラハ取扱ヨキトキニ尠クモ八ケ年保チ得ヘキモ小水管式ニテハ四五年ニシテ大管式ハ約六ケ年ト稱ス然レトモ一部分ノ水管ハ点蝕ノ爲ニ早くク取替ユヘキモノアリ³⁴⁾。

と匙を投げたような口調で述べている。

もう一つ、石炭焚き主ボイラの近代化・高力化の過程において生じた技術的变化として焚火法の転換が挙げておかれねばなるまい。日本海軍洋上艦艇用主ボイラにおける基本焚火法は海軍機関学校々長をも務めた船橋善弥中將によって確立せしめられたモノである。その狙いとするとところが少量・頻回の投炭によって均一な燃焼層を保つという点に置かれていたこと恰も鉄道省における機関車焚火法に相似であった。然しながら、日本海海戦の如き短期間の局地的戦闘にあつては威力を発揮したこの基本焚火法も長途の航海や大規模な海戦においては焚火要員の疲労が激し過ぎて実用にならぬことが明らかにされ、イギリス流の一見、大雑把な焚火法のメリットが確認された。無論、これは重油混焼あるいは重油専焼ボイラへの技術シフトが展開する以前におけるエピソードである³⁵⁾。

33) 『旧海軍技術資料第1編』(2), 8~9頁。同(1), 300頁にも同様の記述あり。

34) 海軍工機学校高等科掌機練習生教程『機關術教科書』第二版, 1912年, 百二十二頁。

35) 『旧海軍技術資料第1編』(1), 301~302頁, 同(3), 10~13頁, 参照。焚火法とボイラ構造の進化については拙稿「技術史と労働史の相補性について」『経済学雑誌』第115巻 第3号, 2015年2月, にて論じておいた。