

東京電力株式会社納

潮田発電所用日立二胴輻射型ボイラに就いて

杉 沼 八 郎*

Hitachi's Two Drum Radiant Type Boiler for the Ushioda
Power Station, Tokyo Electric Power CompanyBy Hachirō Suginuma
Hitachi Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

Hitachi's two radiant type boilers, 46 kg/cm² gage, steam temperature 450°C, 150,000 kg per hour at M.C.R., are now under assembling at their destination, the Ushioda Power Station, their commercial operation being scheduled to start this fall.

It may be noted here that these had been built by the Company on its own design before the technical agreement was concluded with Babcock and Wilcocks, Ltd. And in designing these boilers, the first consideration was given for making the machines suitable for the use of indigenous coals, and at the same time the results of research works specially conducted by the Central Research Laboratory were adopted in many parts including the burner, Bulcan soot-blower, multicyclone dust collector to have the best boiler efficiency by protecting the heat-transfer surface from clinker and ash trouble.

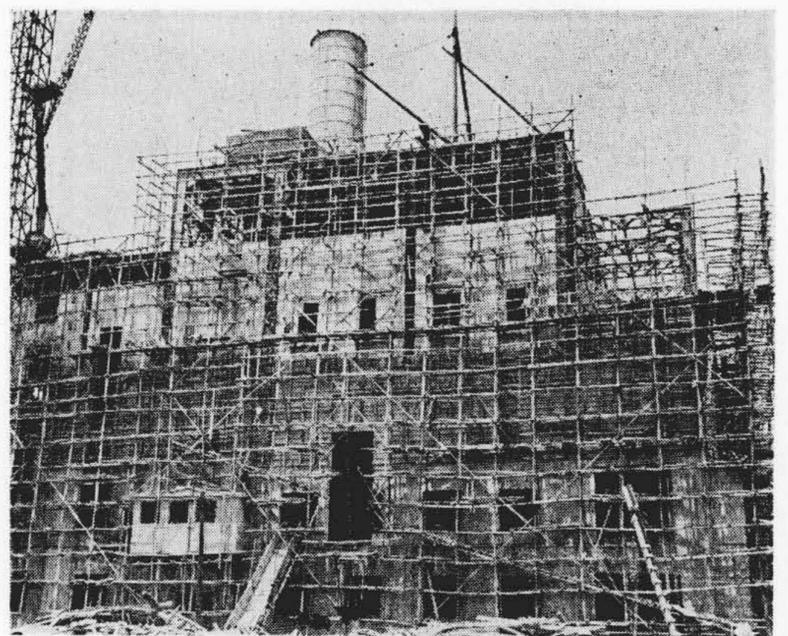
Steam temperature is controlled by air cooled desuperheater operated by Askania automatic temperature controller and kept constant at 450°C at 110,000 kg per hour and upwards of evaporation.

〔I〕 緒 言

東京電力株式会社納潮田発電所用 55,000 kW ターボ発電機の蒸気発生設備として、46 kg/cm²G, 450°C, 150 t/hr の二胴輻射型ボイラ 2 罐を最近納入し目下現地に於て据付中であり今秋運転に入る予定である。

本ボイラは英国 Babcock & Wilcocks, Ltd. との技術提携以前の日立独自の設計により製作されたものである。

ボイラ各部の設計に当つては我国特有の石炭事情に適するよう検討を加えられたことは勿論であるが、バーナ、汽水分離、罐水循環、マルチサイクロンその他広範囲に亘つて日立研究所に於て研究せる結果を取り入れたものであり、特にボイラの長期連続運転に対する信頼度を高め或は性能の維持に最も重点を置いて計画されたものである。以下本蒸気発生設備の概要を述べる。



第1図 建設途上のボイラ取付現場
Fig. 1. Boiler Plant under Erection

* 日立製作所日立工場

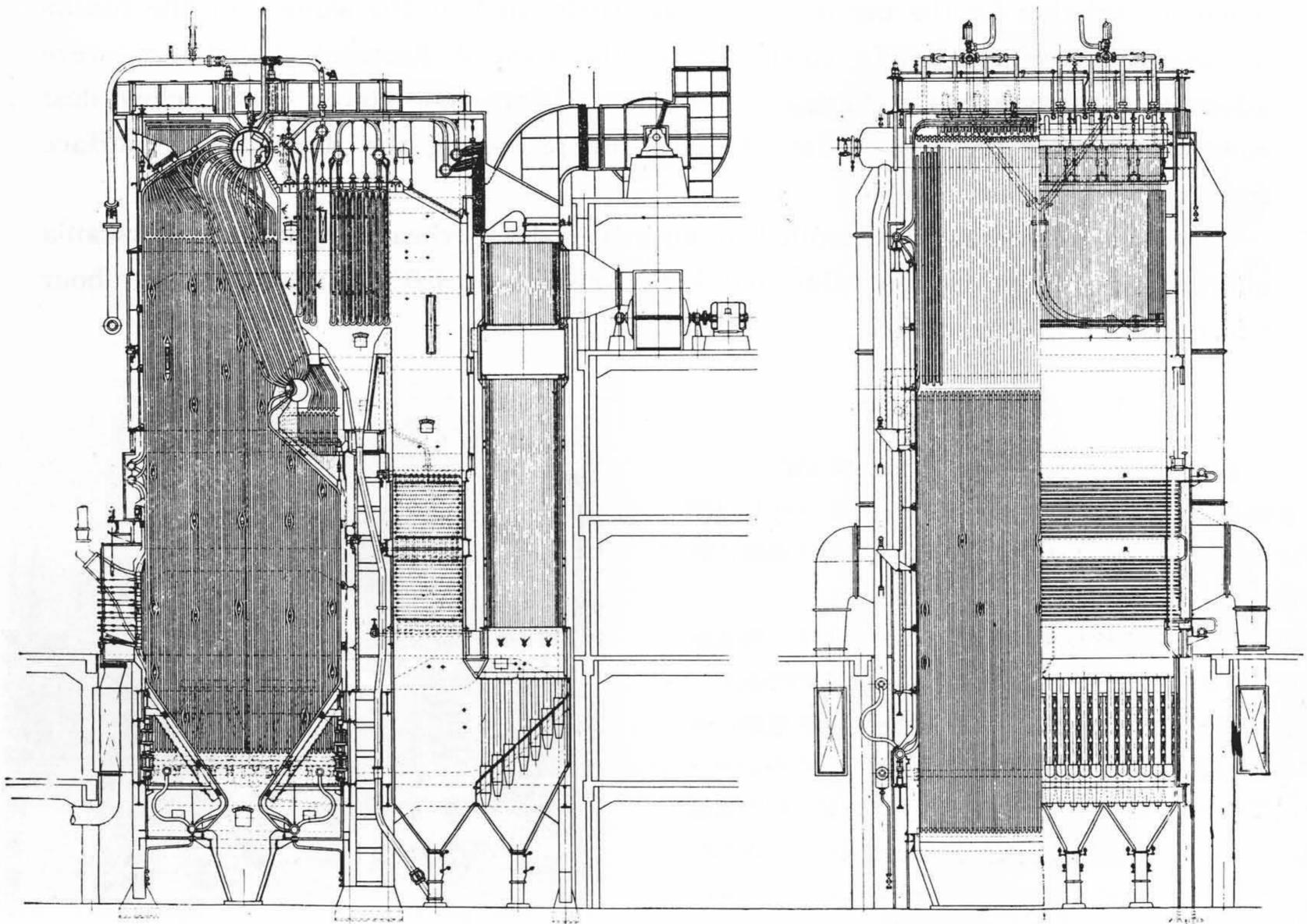
〔II〕仕様概要

区分	経済負荷	最大連続負荷
蒸気圧力 (kg/cm ² G) (ドラム)	46	46
蒸気温度 (°C)	450	450
蒸発量 (kg/hr)	120,000	150,000
効率 (%)	88.4	87.3
給水温度 (°C)	180	180
石炭消費量 (kg/hr)	15,103	19,128
通風方式	平衡通風	
燃焼方式	単位式微粉炭燃焼	
石炭高位発熱量(乾炭) (kcal/kg)	5,800	
固定炭素 (%)	33.35	
揮発分 (%)	38.3	
灰分 (%)	24.8	
固有水分 (%)	3.55	
湿分 (%)	6.0	
灰軟化温度 (°C)	1,250	
灰熔融温度 (°C)	1,300	

蒸気温度は蒸発量 110,000 kg/hr 以上に於て 450°C 一定となるよう自動温度調整装置を付す。

〔III〕設備概要

- (1) ボイラ 日立二胴輻射型 2基
 - (A) ボイラ本体
 - 伝熱面積.....764 m²
 - 蒸気ドラム.....1,300 mm 鍛造ドラム
 - 水ドラム..... 800 mm 全溶接胴
 - (B) 過熱器
 - 伝熱面積(一次及び二次計)....1,590 m²
 - 型式.....吊下曲管型
 - (C) 水冷壁及び火炉
 - 伝熱面積.....930 m²
 - 型式.....タンゼントチューブ
 - 火炉容積.....986 m³
 - 火炉型式..裸管水冷壁ホッパーボトム型
 - (D) 節炭器
 - 伝熱面積.....1,000 m²
 - 型式.....鋼管型



第2図 150 t/hr 二胴輻射型汽罐縦断面
Fig. 2. Cross Sectional Elevation of 150 t/hr Two Drum Radiant Type Boiler

(E) 空気予熱器
 伝熱面積(一次、二次計)....6,860 m²
 型式.....鋼管型

(F) 自動給水加減器
 型式.....ツェーエレメント
 コーパスフロマチックス
 口径.....150 mm

(G) スートブロワ
 製造元.....米国バルカン社
 火炉用.....RW-1型 16箇
 蒸発水管用.....T-3型 4箇
 過熱器用.....E-4型 8箇
 節炭器用.....E-4型 6箇
 空気予熱器用.....LGR-3型 6箇

(2) 集塵装置
 型式.....マルチサイクロン型

(3) 燃焼装置 1罐に付 3組

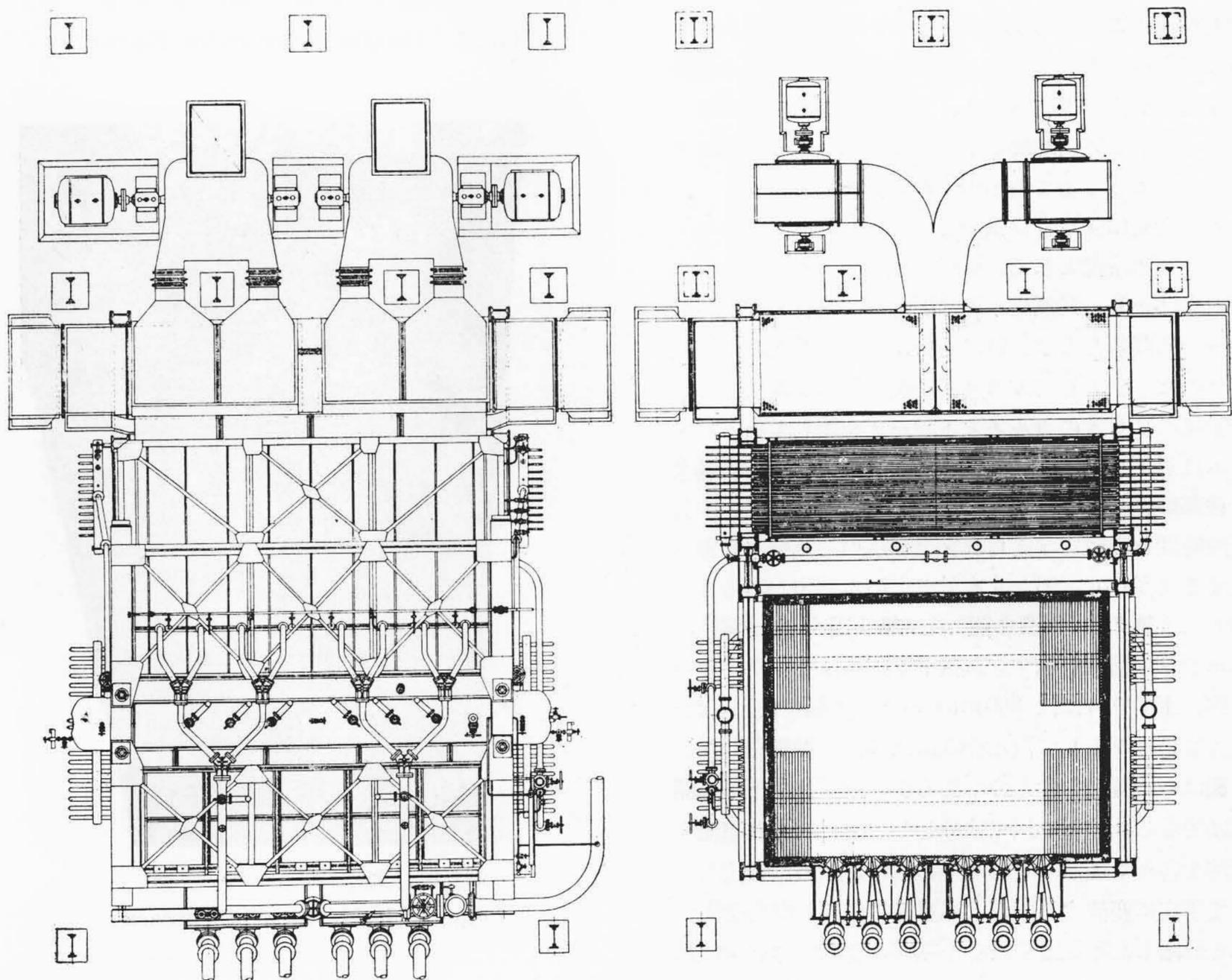
(A) 石炭計量機
 容量.....8 t/hr
 型式..メリック式自動積算秤量型

(B) 給炭機
 容量.....8 t/hr
 型式.....テーブル型

(C) 微粉炭機
 容量.....8 t/hr
 馬力.....150 kW
 型式.....チューブミル

(D) 排炭機
 風量.....400 m³/min at 50°C
 馬力.....75 kW

(E) バーナ 1罐 6箇
 容量.....4,000 kg/hr
 型式.....カルメット交叉式



第3図 150 t/hr 二胴輻射型汽罐平面図

Fig. 3. Plan of 150 t/hr Two Drum Radiant Type Boiler

(4) 通 風 装 置

- (A) 強圧通風機 1 罐 2 基
 風 量..... 1,850 m³/min at 20°C
 風 圧..... 230 mmWG
 型 式..... 両吸込ターボベン
 調 制 方 式..... ベンコントロール
 電 動 機..... 175 HP
- (B) 誘引通風機 1 罐 2 基
 風 量..... 3,140 m³/min at 180°C
 風 圧..... 230 mmWG
 型 式..... 両吸込ターボベン
 調 制 方 式..... ベンコントロール
 電 動 機..... 300 HP

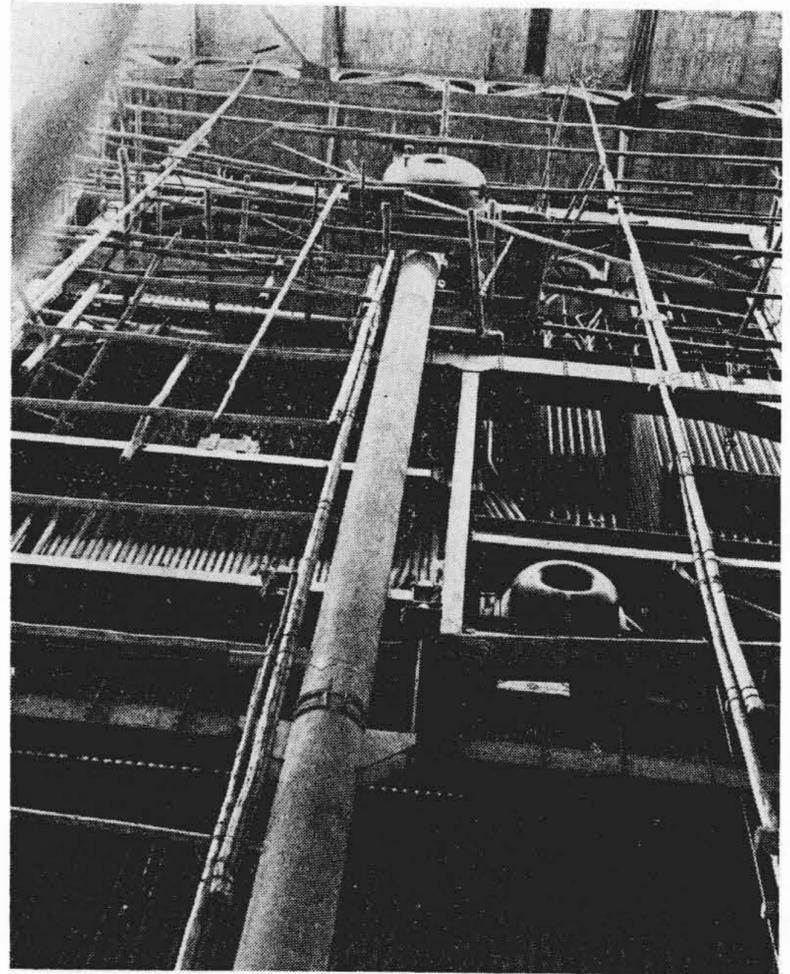
〔III〕 構 造 概 要

(1) 本 体 及 び 水 冷 壁

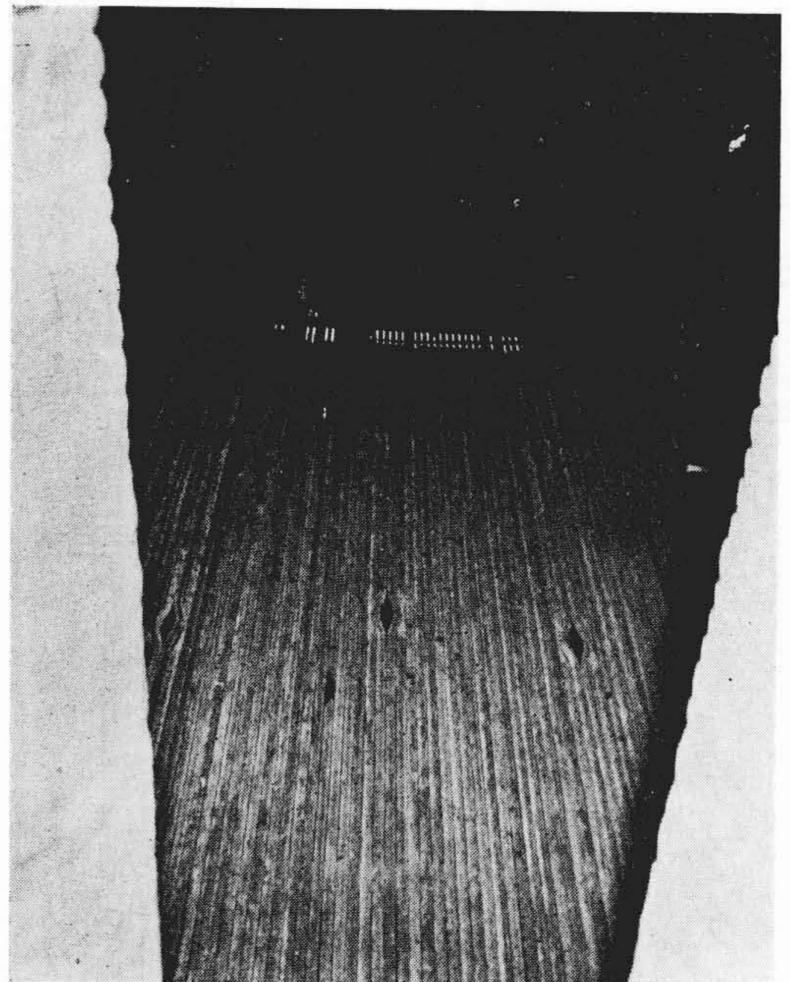
本ボイラの計画に当つては我国特有の石炭事情に鑑みクリンカー或はバードネストによるトラブルを防止するため、火炉々壁の構造、蒸発水管の配置及び火炉出口ガス温度の低下に苦心を払つた。このため火炉容積及び火炉冷却面を極力大きくとり、ボイラ全体で吸収する熱量の過半を火炉内で吸収せしめ、又燃焼距離を十分大きくとることにより完全燃焼のもとに火炉出口に於けるガス温度を十分に下げることが出来た。

炉壁は全周に裸水管を密着して配置した所謂タンゼントチューブ水冷壁として、炉壁の損傷及びクリンカートラブルを防止し、又蒸発水管は炉幅及び奥行方向に対して十分なる間隔をとり、特に火炉に面する 2 列は他の列の 2 倍のピッチとしてガス通路の閉塞問題を解決している。前壁には 6 本のカルメットバーナを配している。フレームは斜下方に噴出し後壁に当ることなく上方に巻き上り後部炉壁の形に沿うて少しく手前に彎曲して、十分な燃焼時間と距離を与えられ完全燃焼の上蒸発水管群に流入するようにし、隈なく有効に火炉を利用し得るよう計画した。第 2 図(26頁参照)及び第 3 図(前頁参照)には本ボイラの構造を示す。蒸気ドラムには 1,300 mm の鑄造胴、水ドラムには 800 mm の全熔接胴を使用した。

大容量ボイラとして汽水分離には綿密な計画をした。第 6 図は本装置を示すものであるが、上昇及び下降管開口部は密なる仕切りを以て区分した。上昇管より噴出する汽泡を含んだ罐水は室①に集められ、上方に奔流し反転して下向に変流する場合、邪魔板に衝突し勢力を失つて水と分離した蒸気は多数の小窓②より広い蒸気室に数米の速度を以て流れ、波形分離器③を通り、ドラム全長に亘つて配置された蒸気管を通り均一に過熱器に流れる。こゝに波形分離器は⑤に示す如き構造のものでその

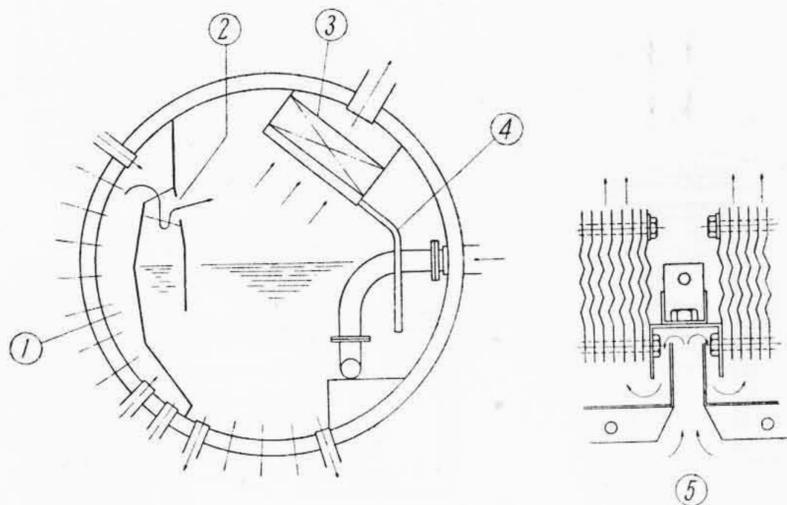


第 4 図 組立中の 150 t ボイラ
 Fig. 4. 150 t/hr Boiler under Election



第 5 図 火 炉 内 部
 Fig. 5. Inside View of Furnace

入口に於て 3 回方向変換し水滴を分離しつゝ薄い不銹鋼板波形板の間を十分低速度で流れる時微細な水滴を分離し、極めて乾度の高い蒸気が得られる。こゝに於て分離



第6図 汽水分離装置
Fig. 6. Steam Separator

された水滴はドレン管④により水室に排除される。

罐水の循環にも亦綿密な検討を加えられた。水冷壁に対する降水管は極めて太い主降水管としてドラムの両端より各々1本ずつ垂直に降し、その下端附近より多数の分岐管を以て、全水壁下部ヘッドに給水するよう計画した。併せて水冷壁には循環管を廃して罐外構造を極めて簡単なものとし、多数の附属品装着及び炉内点検を容易ならしめた。前壁及び両側壁管はそのまゝ或いはヘッドを経て直接蒸気ドラムに開口しているが、後部水冷管は一旦水ドラムに開口し、蒸発水管中罐水循環の不明瞭と見做されるものに連絡してこれを強制的に強力なる上昇管に変え、かくして全水管は何れも明瞭なる罐水の循環

を期待される。

(2) 過熱器

第2図(前頁参照)に示す如く一次及び二次過熱器よりなり、何れも吊下曲管型でヘッドは煙道外に出して高温ガスに触れない構造になっているので拡管部に無理を生じない。

又過熱管は前後左右スペーサを以て正しく間隔が保たれ管列の乱れを防止している。蒸気の流れは一次側は向流であると二次側は過熱管保護のため併行流とした。

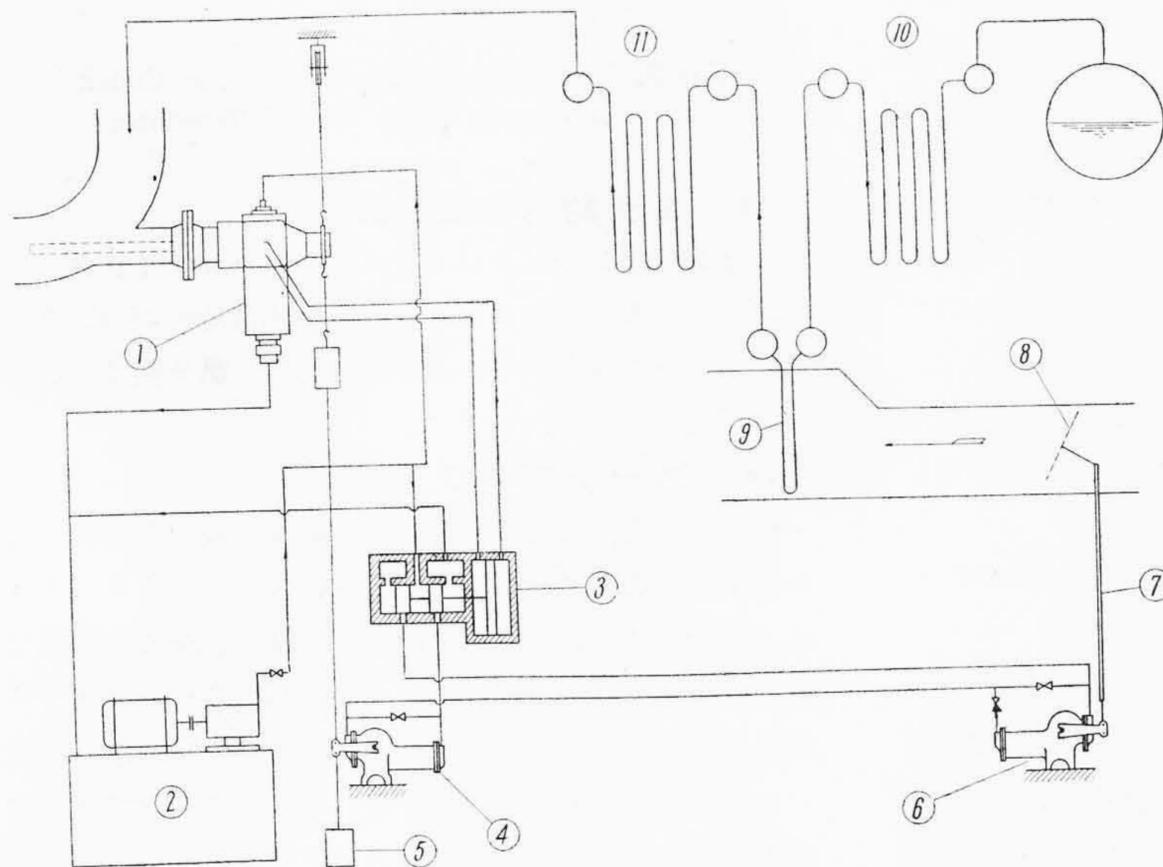
二次側過熱管には住友 HCM を、出口ヘッドには HCK を使用し管はヘッドに熔接した。

蒸気温度は蒸発量 110 t/hr 以上の負荷に於て 450°C の一定の温度を要求されているため、一次及び二次過熱器間に空気冷却式温度調節器を置いた。冷却用空気は強圧通風機より一部分流して本調節器に入り加熱されて空気予熱器に入り熱は回収される。本装置は常に清浄な空気によつて冷却される故、従来広く使用されているスプレー式、煙道ガス調節式或は罐水による冷却式に起り勝たない。冷却用空気はアスカニヤジェットパイプ式過熱蒸気温度調節装置によつて自動的に操作されるダンパにより加減される。第7図は本装置の説明図である。

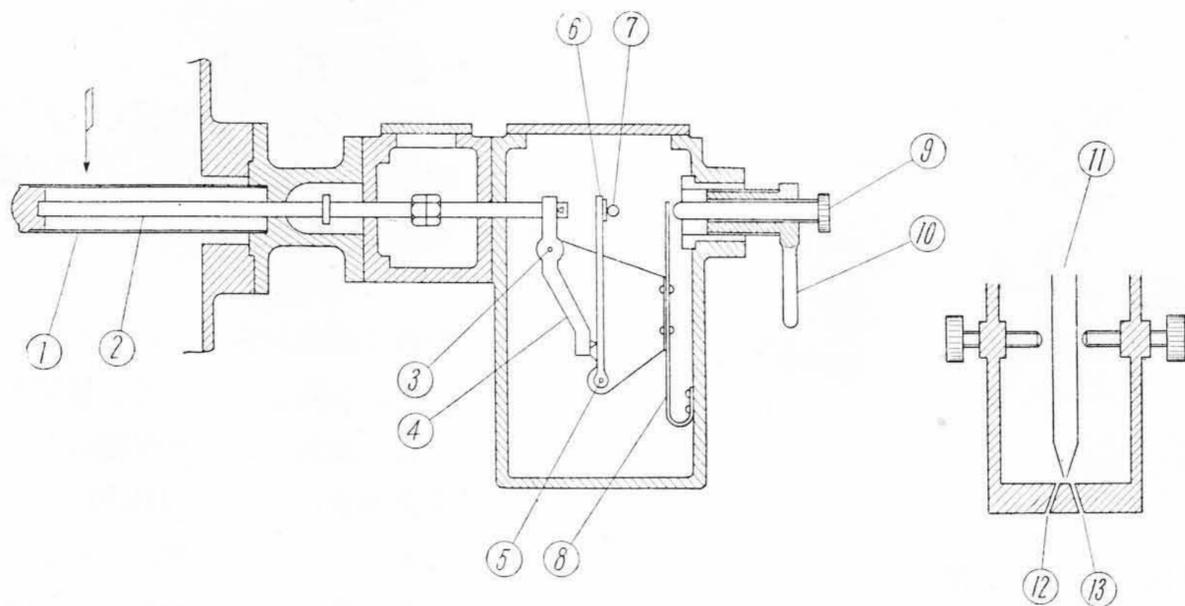
本図は温度制御操縦機構、ポンプセット、操作シリンダ等よりなる。ポンプ②は全装置へ圧力油を供給する装

置で型式はギヤポンプで1馬力の電動機により駆動され常用 5 kg/cm² の圧力の下に 20 l/min の吐出量を有している。油はスピンドル油 60 番を使用する。

温度制御操縦機構は第8図(次頁参照)に示す。図に於て①は熱膨脹系数の大なる Ni-Cr 鋼、②は膨脹系数の小さい石英棒で温度変化時に於ける両者の伸びの差を支点③を中心として動くレバー④及び支点⑤を中心として動くレバー⑥を以て運動量を拡大し、レバー⑥に取りつけてある圧油噴射管⑦を動かす。噴射管⑦の先端に面する所には接近して設けられた小孔⑩⑪があり噴射管の位置により⑩⑪孔に対する噴射油圧に差を生



第7図 自働蒸気温度調節器
Fig. 7. Automatic Steam Temperature Controlling Equipment



第 8 図 温 度 制 御 操 縦 機
Fig. 8. Temperature Controlling Operator

ぜしめこの油圧差により操作シリンダを動かすのである。⑨は設定時噴射管位置を小孔⑫⑬の中央に正しくおく場合の調整ねじであり、⑩は操縦機の過調整に基づくハンチングを防止するための引戻し装置で第 8 図に示す如くロープによつて操作シリンダに接続されている。

再び第 8 図に於て温度操縦機より送り出される圧油は補助切換弁③に送られ、こゝにパイロット弁を動かして直接ポンプよりの圧油をサーボシリンダ⑥に送る。サーボシリンダには 4 kg/cm^2 の圧油が流れ約 500 kg の力を生じ連結桿⑦を介してダンパ⑧を容易に加減し得るのである。連結桿⑦は本装置より外して短時間に手動に切り換えて空気の調節が出来るように計画されている。

空気量調整ダンパ開度の大きい時はハンチングを生じ難く、これに反しダンパ開度の小さい時はハンチングを起し易い。これを防止するために操縦機的作用速度をダンパの開度大なる時は増加し、ダンパの開度の小なる時は減少せしむるようクラック型シリンダ④によつて操作される引戻し装置が設けられている。

他にハンチング防止の一方法としてはシリンダ⑥の入口にある調節弁によつて流量を調節することによつてもなされる。

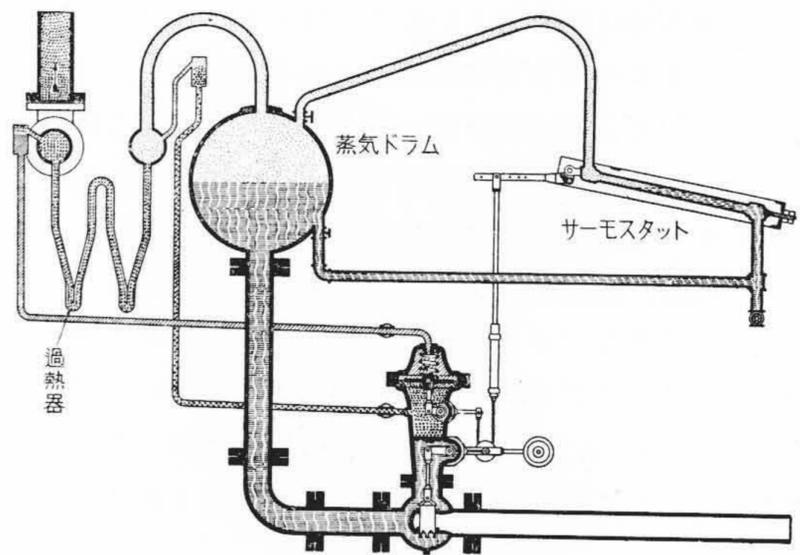
本温度調節装置による時は温度の偏差は $3\sim 4^\circ\text{C}$ といわれている。

(3) 節 炭 器

鋼管型とし両端末は曲管溶接としフランジ接手を全廃し出入口ヘッダーとの取付けもすべて溶接とし漏洩を完全に防止した。

(4) 空 気 予 熱 器

鋼管型とし一次及び二次に分割し低温側は短い鋼管を使用し取り替えを便ならしめた。



第 9 図 コープスフロマティック自働給水調整装置説明図
Fig. 9. Schematic Drawing of the Copes Flomatic Feed Water Regulator

(5) 自 働 給 水 調 整 装 置

口径 6 吋の 2 エレメントコープスフロマティック式を採用した。本装置はドラム水位及び蒸気流量の全方面より供給量を調整されているものである。第 9 図は本装置の説明図である。

(6) ス ー ト ブ ロ ヲ

伝熱面を清浄ならしむることはボイラ効率の維持上極めて重要なことは述べる迄もなく、又灰及びクリンカーによるトラブルを除くことにより長期連続運転を可能ならしむるものである故、本ボイラ計画上スートブロワの計画は最も力を入れたものの一つで、特に定評ある米国バルカン社製のものを採用した。これ等スートブロワは罐前の操作盤より圧縮空気をスートブロワに送ることにより遠方操作が可能である。

操作方法としては全装置に $6\sim 7 \text{ kg/cm}^2$ の圧縮空気を送り置き、蒸気元弁を開いてスートブロワに蒸気を

通し充分ドレンを切つて、而して操作盤の押釦を3~4秒づゝ押せば圧縮空気がその箇々のスートブロワに送られ自動的にそのスートブロワは操作を完了する。

一廻りスートブロワの操作を終れば蒸気弁を閉じドレン弁を開いて次に動力用空気を断つて操作を完了する。蒸気圧は普通 21 kg/cm^2 のものが使用されるが管に灰の付着が少い場合は圧力を減じて蒸気を節約し得る。

各スートブロワの作動時間は大体次の通りである。

火 炉 用	RW-1 型	70 秒
水 管 用	T-3 型	10 分
過 熱 器 用	E-4 型	45 秒
節 炭 器 用	E-4 型	45 秒
空 気 予 熱 器 用	LGR-3 型	30 秒(任意)

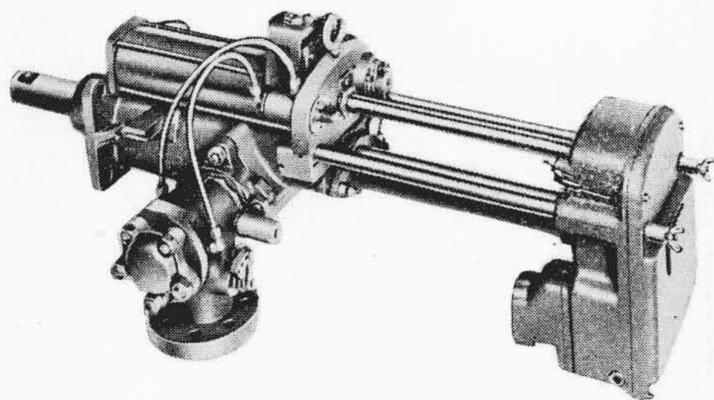
本ボイラを正規に一廻り清掃するに要する時間は約1時間半で1日4回位操作される。次に各箇につきその操作方法を説明する。

第10図は火炉用 RW-1 型を示す。前述の如く先に動力用圧縮空気と清掃用蒸気を装置まで送り置き、罐前操作盤の押釦を押せば圧縮空気は他の管を通つて装置に送られ切換弁に作用し、動力用空気はシリンダに送られ、ノズルパイプは火炉内に出て行く、その途中に於てピストン棒にあけられた孔を通つて動力用空気はエーヤモータに送られ、ノズルは徐々に回転を始め1回転し終るとカムの作用により動力用空気はピストンの反対側に送られノズル管は再び元位置に復帰する。かくて 360° 回転して操作を終るが更に反復を欲する場合はもう一度釦を押せば良い。

第11図は E-4 型を示す。押釦により動力用空気はエーヤモータに入りこれを回転させ乍ら適当な場所に於て蒸気弁を開き蒸気を噴出し、所要の角度丈け吹き終ると再び蒸気弁を閉じ一回転し終つてエーヤモータの回転を自動的に止める。

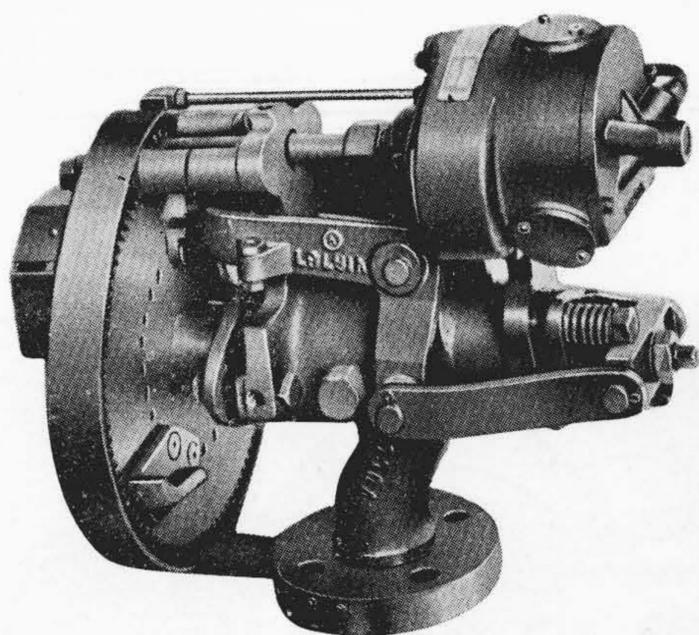
第12図は T-3 型を示す。ロングリトラクタブルスートブロワと呼ばれるものであるが押釦により空気は分配弁に作用し、動力用圧縮空気は二つのエーヤモータに入る。一つはキヤリエジを進行させ他の一つはノズルパイプを回転せしむる。ランシングノズルはチェーンにより駆動され途中蒸気弁を開きゆつくり回転し乍ら火炉内に突出し清掃を続けて行く、先端まで達した場合鎖に付いている爪が排気弁に作用し、進行用エーヤモータは逆転されノズルは吹き乍ら戻り、キヤリエジが再びパイロット弁のカムを逆転させて蒸気弁を閉ぢ一杯に戻つた時停止用排気弁に作用し分配弁を再び切り換えて二つのエーヤモータの回転を停止させて自動的に一サイクルの行程を終る。

LGR-3 型は最も簡単なもので押釦を押している時間



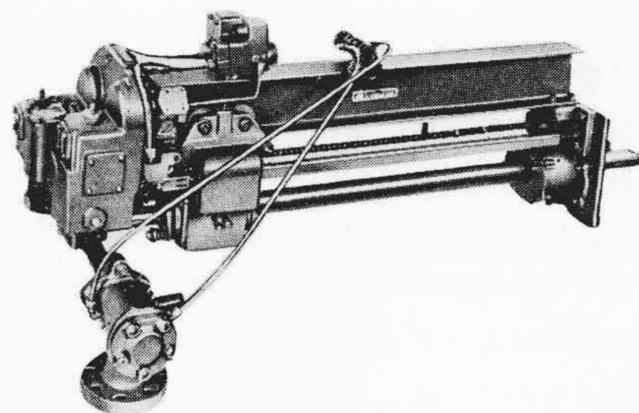
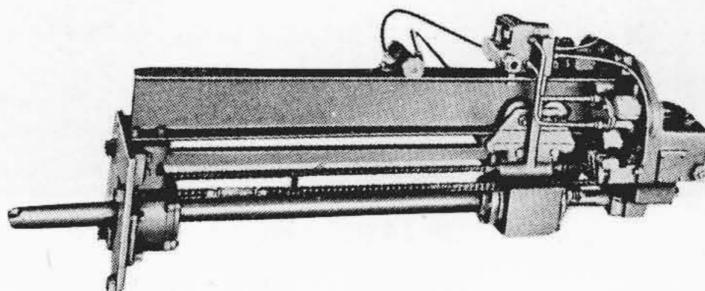
第10図 RW-1 型スートブロワ

Fig. 10. RW-1 Soot-Blower



第11図 E-4 型スートブロワ

Fig. 11. E-4 Soot-Blower

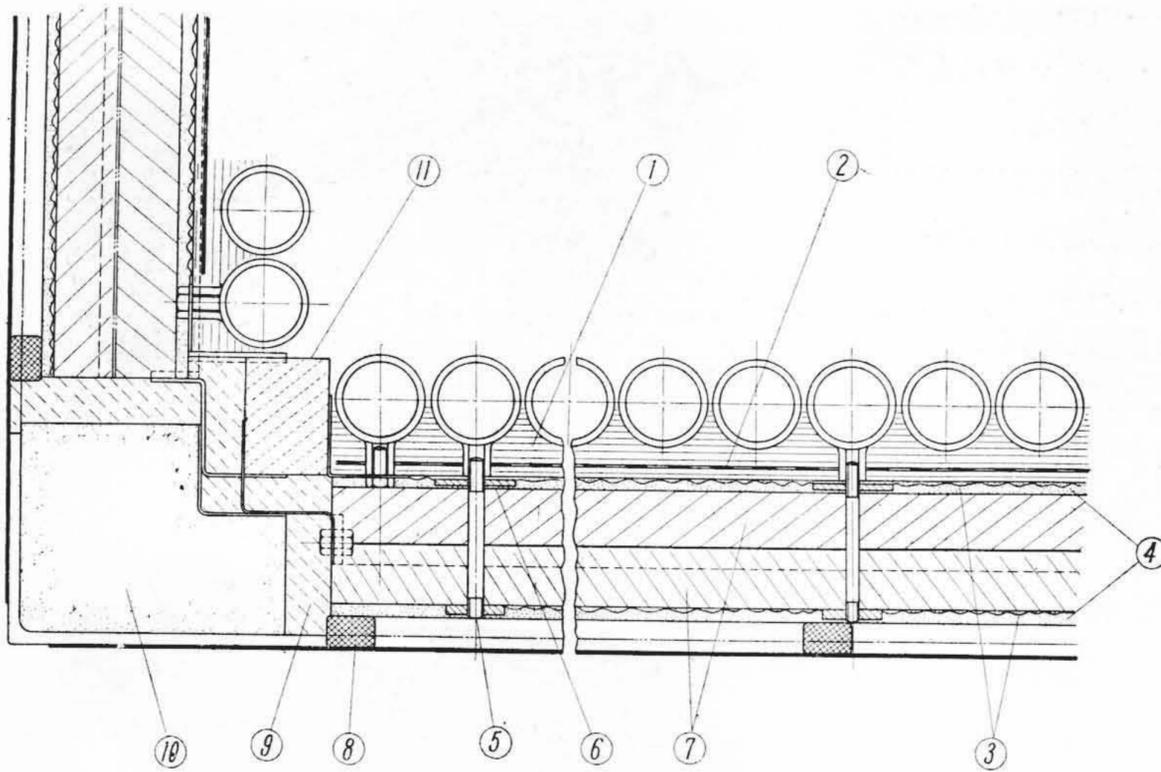


第12図 T-3 型スートブロワ

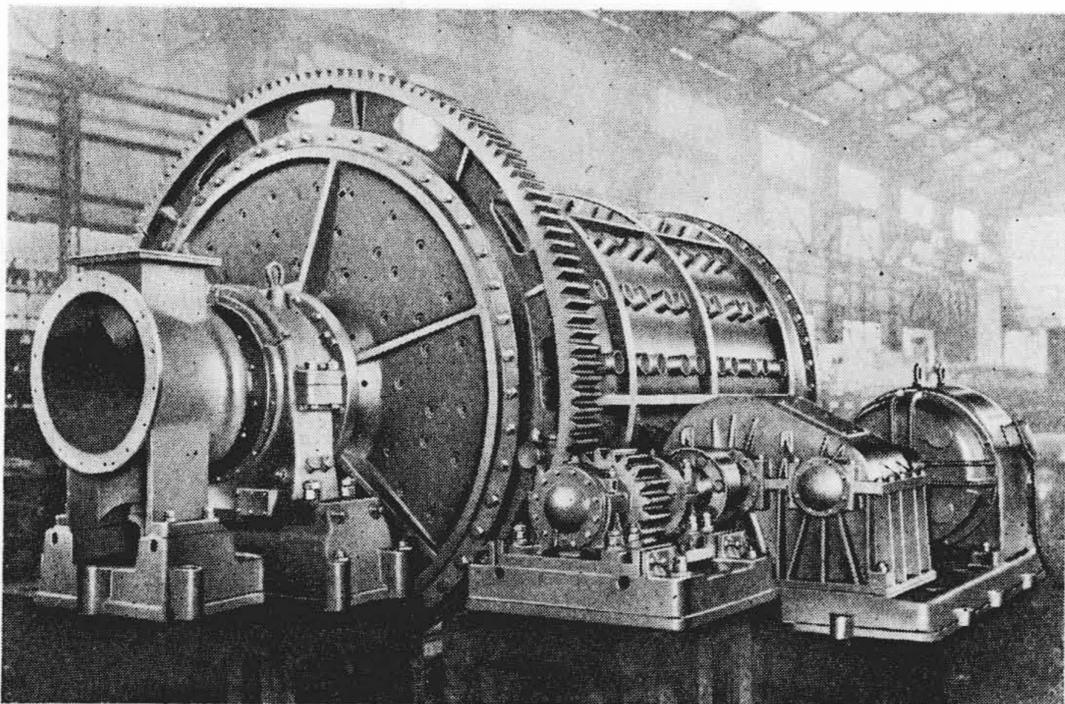
Fig. 12. T-3 Soot-Blower

だけ作用するので時間は全く任意である。

このようにスートブロワの全系統は箇々に遠方操作が可能であるが伝熱面の清浄状態によつては省略或は重複して作用せしむることが出来る。



第13図 炉壁構造
Fig. 13. Furnace Wall Construction

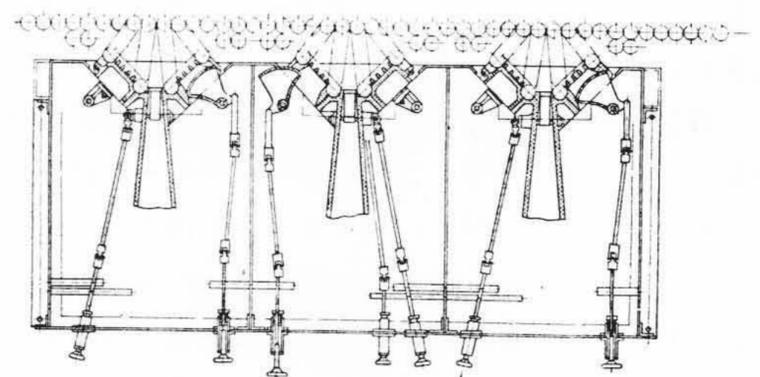
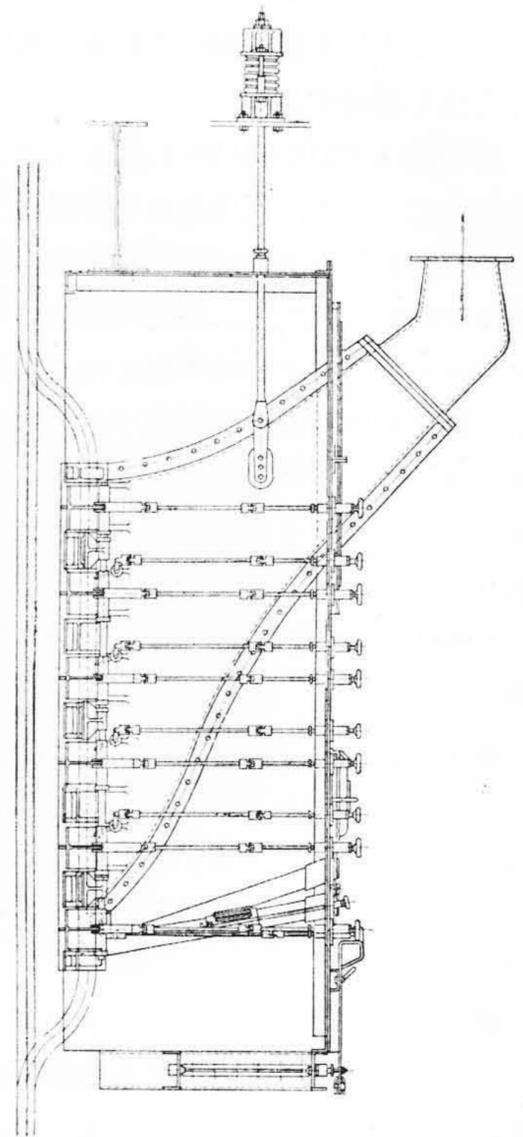


第14図 8t/hr チューブミル
Fig. 14. 8t/hr Tube Mill

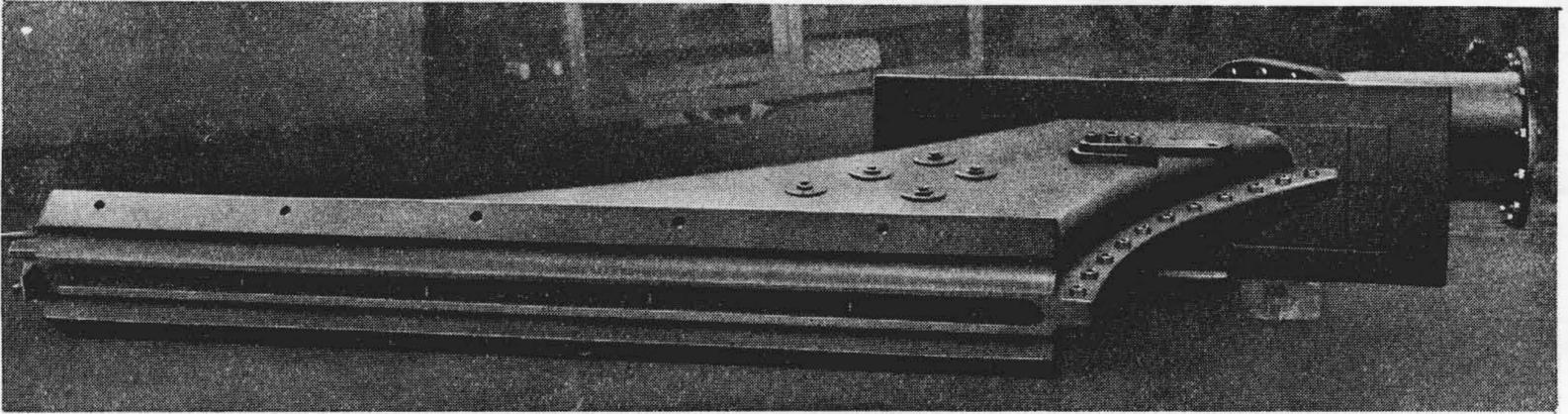
(7) 炉壁断熱構造

従来広く使われていた重い厚い煉瓦炉壁を廃して軽量にして断熱効果の大なるものを採用した。

第13図は炉壁断熱構造の一例を示す。炉壁は鉄骨架構により支持され自由に下方に伸びるタンゼンドチューブに支持せしめチューブと共に鉄板罐囲と無関係に伸びられる構造となつている。図に於て①はプリキャストベリライトとし、エキパンデッドメタル③で押え更に水管に取りつけたボルト⑤及びナット⑥によつて保持される菱形ラスを張り更にプリシユレート#101断熱材を塗り込み、その表面に国産のトンボシリカライト板を断熱材として入れ、これを菱形ラスを以て押え、更にプリシユレート#101を塗り込んで仕上げ鉄板罐囲との間に若干のエアスペースを設けてある。かくて強固にて軽



第15図 カルメットバーナ配置図
Fig. 15. Arrangement of Calmet Burner



第16図 カルメットバーナ

Fig. 16. Calmet Burner

く、且つ気密にして断熱効果の大なる炉壁を構成している。

(8) 集塵装置

節炭器と空気予熱器間にマルチサイクロン式集塵装置を設置した。本装置設置により煙道ガス中の灰の約85%は補集され、空気予熱器が灰によつて汚損され又は誘引通風機が灰により磨耗するのを防止し得る。本装置により灰を補集するのみでなく予熱器に流れるガスの整流効果も得られる。

(9) 燃焼装置

1罐につき容量8t/hrのチューブミル3台よりなる単位式微粉炭燃焼方式を採用した。第14図はチューブミルを示す。本機は200°Cの予熱空気を以て毎時8tの石炭をミルドライニングを行い乍ら200メッシュ70%、100メッシュ通過90%まで連続微粉可能なるものでレベルコントローラを装備している。

バーナはカルメット交叉式で1罐に6箇装備されてい

る。第15図はバーナ取付図、第16図はカルメットバーナを示す。本バーナはタンгентチューブとの取付が極めて容易であり、二次空気はバーナの両側より45°の角度を以て多数のポートより吹き込まれ一次空気との混合を良好ならしめている。二次空気は外部より自由に調整される。バーナの点火は各バーナの下に設けられ重油点火バーナによつてなされる。

〔V〕 結 言

以上150t/hrボイラに就いてその設備内容及び構造を述べた。本ボイラは日立製作所の総力を挙げて製作しており今秋行われる55,000kWターボ発電機との総合運転に於ては必ず期待に背かざる好成績を示すものと確信する。

終りに本ボイラ計画の当初より種々御指導下さつた東京電力の寺田火力部長初め関係の方々に厚く御礼申し上げ、擱筆する。



区 別	登録番号	名 称	所 属	氏 名	登録年月日
実用新案	402658	索道運搬機における軌道索の傾斜量指示装置兼安全装置	亀有工場	大 西 昇	25. 5. 18
"	402678	巻上機の速度制御装置	亀有工場	滝 本 秀 彦	"
"	402700	ケーブル起重機の搬器位置指示装置	亀有工場	大 西 昇 次 原 政	"
"	402701	レール起重用フック装置	亀有工場	大 西 昇 勇 山 崎	"
"	402703	起重機用フック装置	亀有工場	江 守 忠 哉	"
"	402704	起重機用フック装置	亀有工場	江 守 忠 哉	"
"	402644	圧 縮 機	川崎工場	伊 藤 璋 彦	"
"	402650	二回転印刷機のインキ送出し制御装置	川崎工場	佐 藤 有 司 岡 田 惇	"
"	402662	印刷機のインキ攪拌装置	川崎工場	大 野 光 寿	"
"	402633	ベルト緊張装置	多賀工場	川 崎 光 彦	"
"	402637	ドラムスイッチ	多賀工場	大 野 馨	"
"	402654	遮断器消弧室吊り装置	多賀工場	桑 山 正 俊 松 井 優	"
"	402655	方 向 自 在 車	多賀工場	益 子 三 郎	"
"	402656	碍子型遮断器	多賀工場	桑 山 正 俊 山 田 勇 飛	"
"	402657	屋外用配電箱通風装置	多賀工場	丹 秀 太 郎 安 藤 卓 郎	"
"	402660	ケーブル抑止装置	多賀工場	加 茂 谷 春 一	"
"	402681	碍子型遮断器消弧室	多賀工場	桑 山 正 俊	"
"	402682	水平切三相断路器	多賀工場	沼 田 明 雄	"
"	402683	装甲配電盤用遮断器昇降装置	多賀工場	安 藤 卓 郎	"
"	402696	紡糸電動機	多賀工場	大 岡 宏	"
"	402702	ホイストのロープエンド取付装置	多賀工場	加 茂 谷 春 一	"
"	402705	巻上機のケーブル巻取装置	多賀工場	加 茂 谷 春 一	"
"	402645	電磁開閉器の絶縁隔壁取付装置	亀戸工場	千 原 錦 吾	"
"	402684	電 動 肉 挽 機	亀戸工場	和 田 正 脩 石 原 定 国 石 井 国 雄	"
"	402647	電 圧 安 定 装 置	戸塚工場	内 藤 大 三	"
実用新案	402652	絶縁線硫化ドラム	日立電線工場	鯨 岡 豊 一 水 上 徳 五 郎	28. 5. 18