

東京電力株式会社千葉火力発電所納 590 t/h ボイラについて

590 t/h Boiler Delivered to the Chiba Thermal Power Plant, Tokyo Electric Power Co., Inc.

杉 沼 八 郎* 山 田 明*
Hachiro Suginuma Akira Yamada

内 容 梗 概

東京電力株式会社千葉火力発電所納の 590 t/h ボイラは、高温、高圧、大容量化の一端として計画された再熱ボイラである。ボイラには分割壁、内部ケーシングおよび蒸気式空気予熱器が採用され、過熱器はプラトン形となっている。さらにドラムには蒸気清浄装置が追加されている。本稿においては一般構造および上記の設備についても概略述べ、さらに自動制御機構についても触れた。

1. 緒 言

発電所の熱効率の向上を目的とした高温、高圧、大容量化の傾向は、今もなお上昇を続けている。これらは材料の発達、製作技術の進歩により達成されてきたが、高温化の傾向は、画期的な材料の出現なしでは、長足の進歩を望むことは困難になり足踏み状態にある。

千葉火力発電所第4号機用として建設中のボイラは第3号機用として米国バブコック社より輸入せるボイラとほとんど同形の最新鋭の国産機である。

ボイラおよび付属設備は、熱効率および経済性を考慮して、信頼度が高く堅牢であるとともに、操作、保守、ならびに点検が安全かつ容易にできるように計画されている。以下計画および構造の概要について述べる。

2. 計 画 概 要

ボイラの計画概要は下記のとおりである。

備 考	第4号機
最大連続蒸発量.....	590 t/h
再熱蒸気量.....	480 t/h
蒸気圧力 (過熱器出口にて).....	174 kg/cm ² g
蒸気圧力 (再熱器出口にて).....	35.5 kg/cm ² g
蒸気温度 (過熱器出口にて).....	571°C
蒸気温度 (再熱器出口にて).....	543°C
給水温度 (節炭器入口にて).....	282°C
空気温度.....	26.7°C
通風方式.....	平衡通風
燃焼方式.....	微粉炭, 重油専焼および両者混焼
使用石炭	
焚込高位発熱量.....	4,640 kcal/kg
表面水分.....	7.0%
固有水分.....	3.0%
固定炭素.....	34.5%
揮発分.....	29.0%

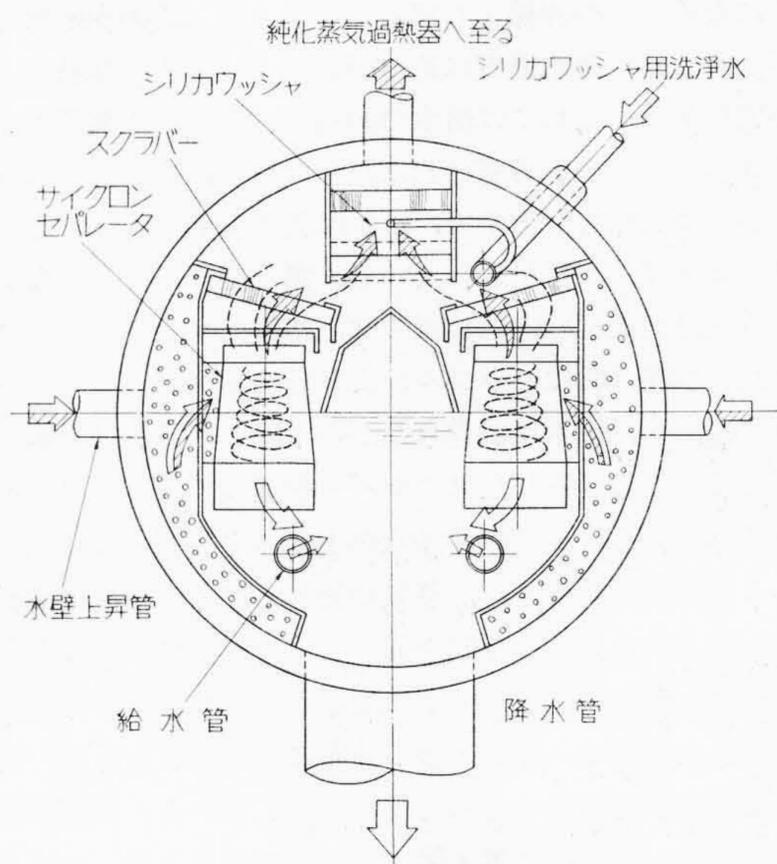
* 日立製作所日立工場

灰 分.....	33.5%
灰溶融温度 (還元気中にて).....	1,149°C
使用重油	
高位発熱量.....	10,220 kcal/kg
硫 黄.....	1.7%
水 素.....	9.6%
炭 素.....	85.2%
窒 素.....	0.7%
酸 素.....	0.8%
水 分.....	2.0%

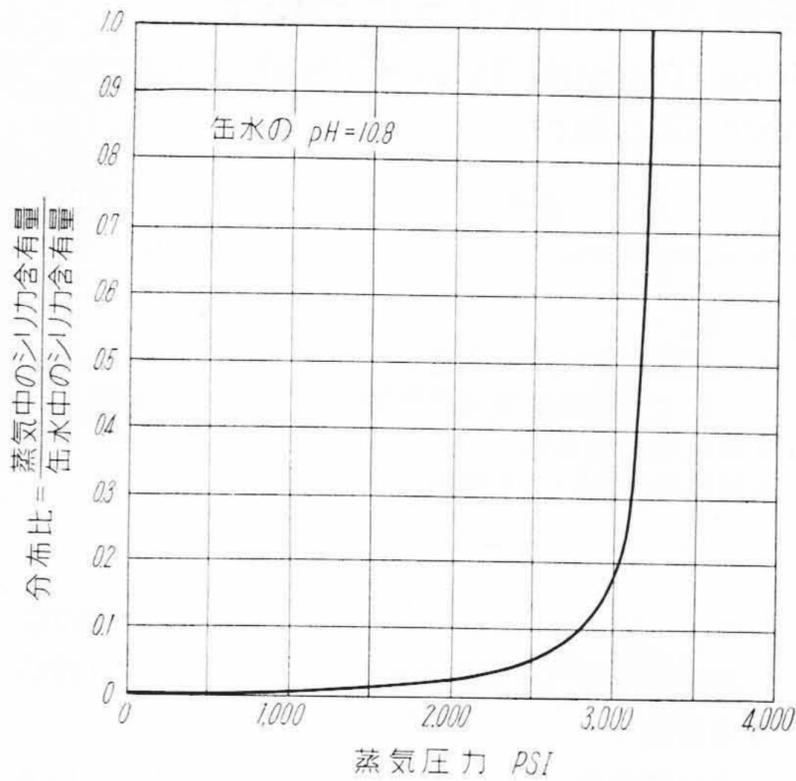
3. 構 造 概 要

3.1 ド ラ ム

ドラムは高抗張力鋼を使用した全溶接構造で、呼称内径は1,676 mm (66 in), 全長約 19 m である。ドラムの内部装置は第1図に示すように、サイクロンセパレータ、



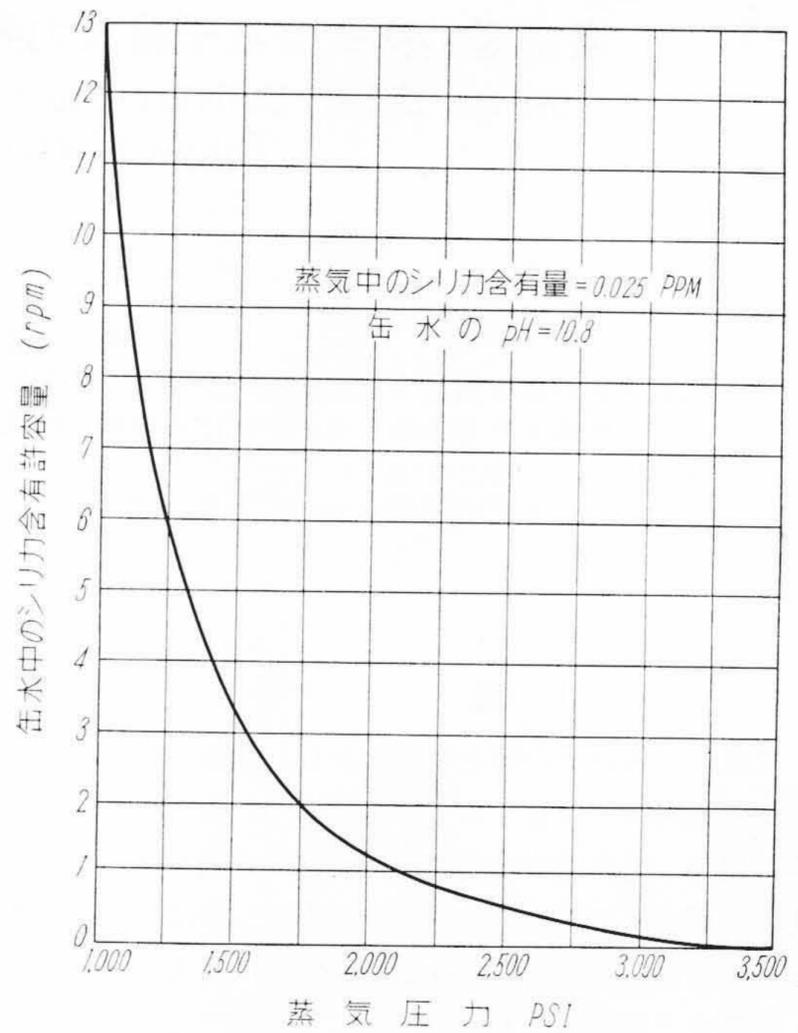
第1図 ドラム内部装置構造図



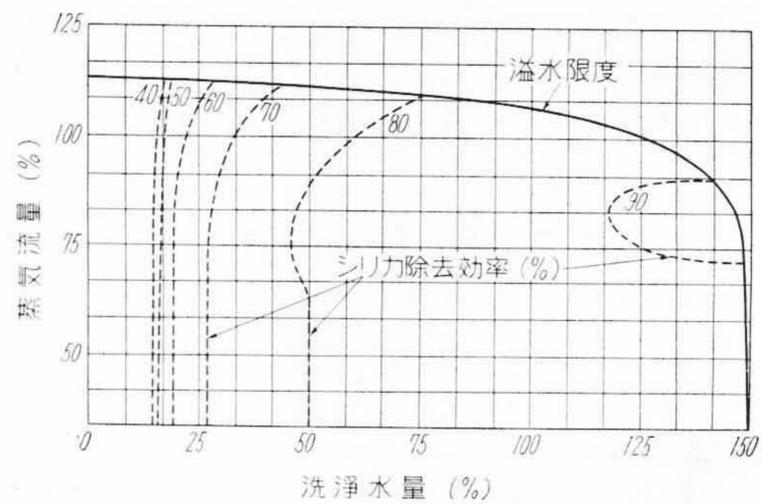
第2図 蒸気圧力とシリカ分布比との関係

スクラバーを設けて蒸気の乾き度を上昇させるとともに、ドラム内にシリカ洗浄装置を設けて蒸気中に含まれるシリカ量の減少を計っている。

すなわち蒸気の圧力の上昇につれて、蒸気中に持ち去られるシリカの問題が起る。第2図には缶水および蒸気中のシリカの量と蒸気圧力との関係を示している。過去の実績によれば蒸気中のシリカの含有量を0.025 p.p.m.以下にすることにより、タービン羽根にシリカが付着する問題を防止できることが示されている。今蒸気中の許容シリカ濃度を0.025 p.p.m.に制限すると、缶水中のシリカ許容含有量と蒸気圧力との関係は第3図に示すようになる。この曲線より明らかなように2,700 psi級のボイラでは、缶水濃度は約0.5 p.p.m.以下に保持する必要がある。これには給水の溶解シリカの除去装置および缶水のブローを考慮せねばならない。給水のシリカ除去装置は高価であるので、これに代る安価な方法としてシリカ洗浄法が採用されている。第1図に示すようなシリカ洗浄装置付の内部装置では、水壁上昇管より放出された汽水混合物はバブルにより各サイクロンセパレータに導かれ、缶水は渦巻きながら下降し、蒸気は分離されて頂部に設けられたスクラバーを通過して上部スクラバーに導かれる。この際洗浄水が上部スクラバーの底部にある洗浄装置に導かれ、蒸気の流れとは逆に多孔仕切板およびステンレスの金網を通過して下方に流れる。多孔仕切板は金網をはさんで上下に配置されており、中間に設けられた金網は、蒸気と水の分布の平均化とともに、その反応回数を増加せしめる役目を果している。洗浄水量と蒸気量との関係は第4図より明らかなように、シリカ除去効率はほとんど蒸気流量の変化には影響されないの



第3図 蒸気圧力と缶水中のシリカ含有許容量との関係



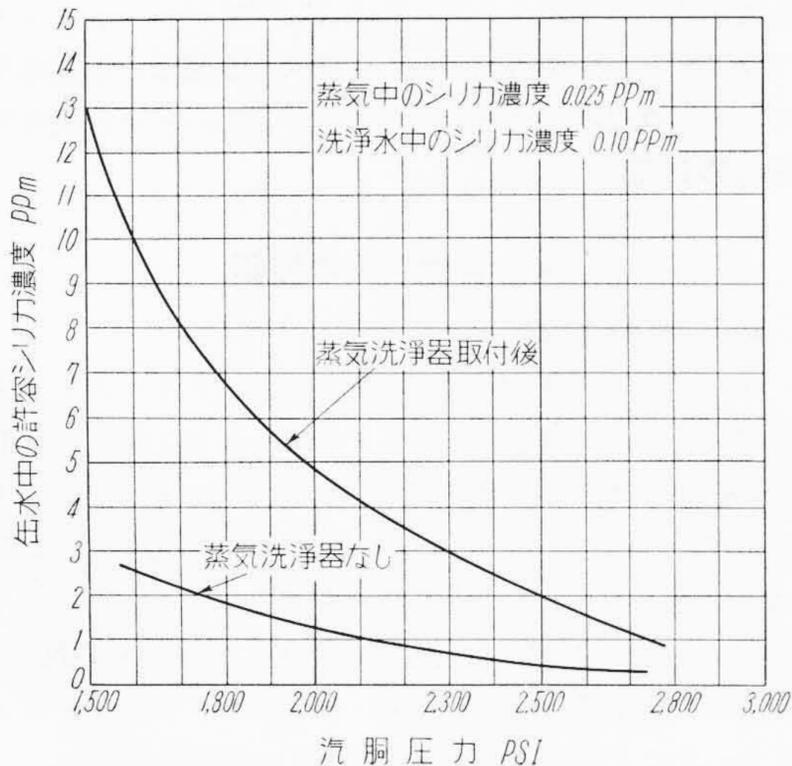
第4図 蒸気洗浄器の代表的特性曲線

で、一定流量のシリカ洗浄水の供給により効率をほとんど一定に制御することができる。

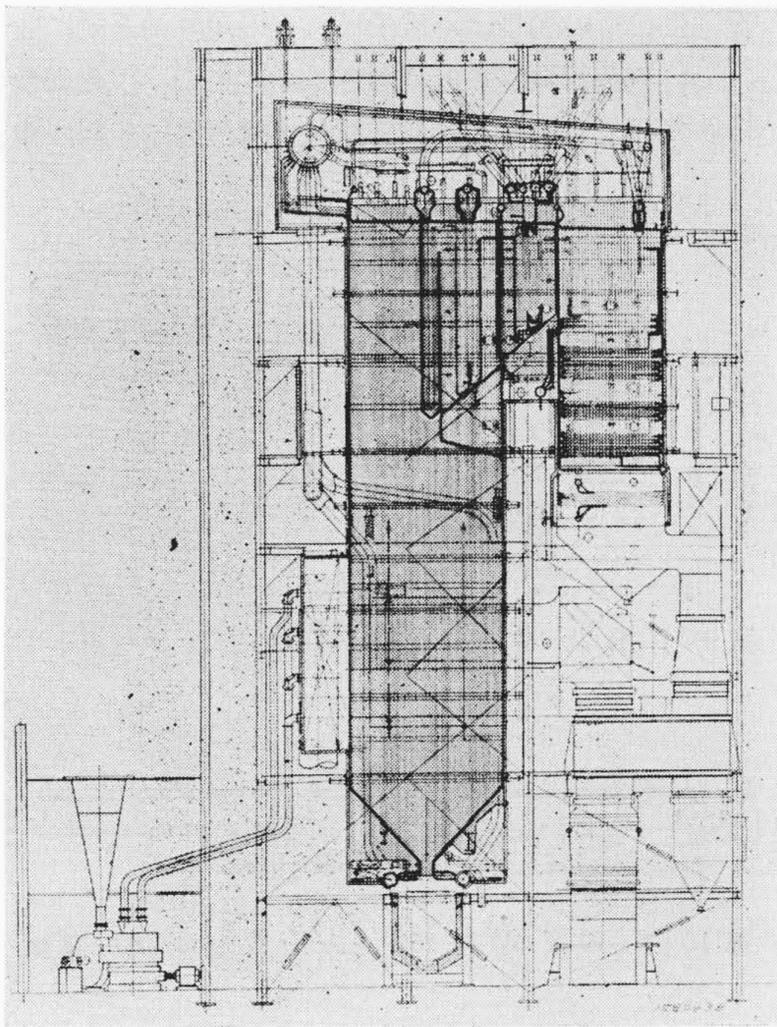
第5図は缶水の許容シリカ濃度が洗浄装置の有無によりドラム圧力の変化に対応していかに変化するかを示している。

3.2 火 炉

火炉は全面62.7mm径の裸水冷壁で、裸管はピッチ63.5mmのタンジェントチューブ構造を採用している。火炉の高さ、奥行などは完全燃焼するに十分なる寸法を有していることはもちろん、分割壁を火炉中央前部に奥行の約1/3まで設置して、火炉出口ガス温度の均一化、放射熱の有効な吸収および炉幅の縮少を計っている。また火



第5図 汽胴圧力と罐水中の許容シリカ濃度との関係



第6図 590 t/h ボイラ断面図

炉は吊下げ形で、熱膨脹に対してなんの無理もなく自由に伸縮を許す構造になっており、加うるに水壁管背部に取り付けられた内部ケーシングにより、コーナー部の漏洩空気の減少をはかっている。

火炉は第6図に示すように細長い筒状となっており、その上タンジェントチューブ構造であるため、燃焼ガスは火炉出口に至るまでに灰の軟化点以下に冷却されて二

次過熱器に導入される。しかも二次過熱器の前部は板状のいわゆるプラトン形となっているので、灰に対する問題がなく長期にわたって高能率の連続運転をすることができる。一方水冷壁は全周にタイバーが溶接され、しかも一定間隔で配置されているので火炉は非常に堅固な構造になっている。なお耐震梁を設けて地震の横振れに対する考慮を払っている。耐震梁の一端はタイバーに取り付けられ、他端は鉄骨に取り付けられ、接合部は火炉の伸縮を考慮してピン構造としている。

放射形ボイラで最も問題となるのは罐水の循環である。

すなわち本ボイラでは、大口径の下降管を使用し、下降管と下部管寄を直接連結することにより循環系統の圧力損失を極力減少させて罐水の循環を良好ならしめている。なお側壁上下管寄にはダイアフラムを設けて罐水の分布の均一化を計っている。

バーナ開口部の水壁管にはスタッドを溶接して、クロムオアを塗り込み水壁管を保護している。

3.3 過熱器

一次過熱管は 63.5 mm 径を使用し、二次過熱管は 50.8 mm 径を使用している。火炉後壁以後の対流ゾーンの周囲はケージを形成し、さらに火炉天井部は放射過熱器となっている。二次過熱器の低温部の管ピッチは約 610 mm であり、前述せるように板状のプラトン形である。中央部は約 305 mm ピッチで、後部は 152 mm ピッチで計画されて、灰のトラブルを極力減少する構造になっている。なお高温部には 18-8 Ti 系の不銹鋼を使用している。

3.4 再熱器

再熱器は二次過熱器と一次過熱器との中間に直列に配置され、懸吊部と横置部とに分かれている。管径は 50.8 mm および 63.5 mm の2種が用いられ、高温部には 3 Cr 系の管材を使用している。

3.5 節炭器

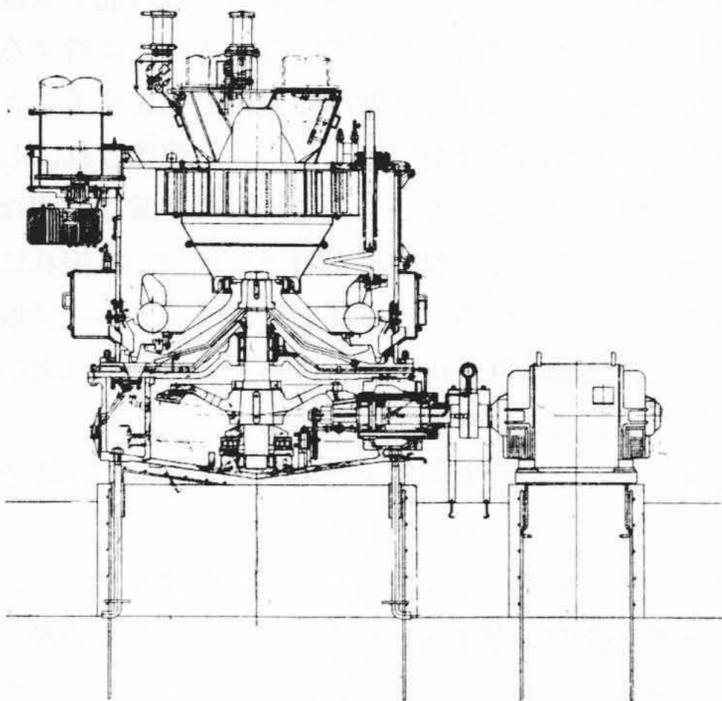
節炭器はマルチループ式を採用し、一次過熱器入口管寄および後部ケージ前壁管に溶接されたサポートプレートにより支持されている。

3.6 空気予熱器

空気予熱器はユングストローム形2基と蒸気コイル式2基を設置している。ユングストローム形の元素は高温部、低温部に分割し、バスケット形で取り換えを便にし、必要ある場合には元素の一部を取り除きうる構造になっている。なお低温部の元素には耐腐蝕性のコーテン鋼を使用している。

3.7 石炭粉砕機

石炭粉砕機としては、動力消費の少ないこと、小形であること、騒音の少ないこと、混入異物の除去が可能な



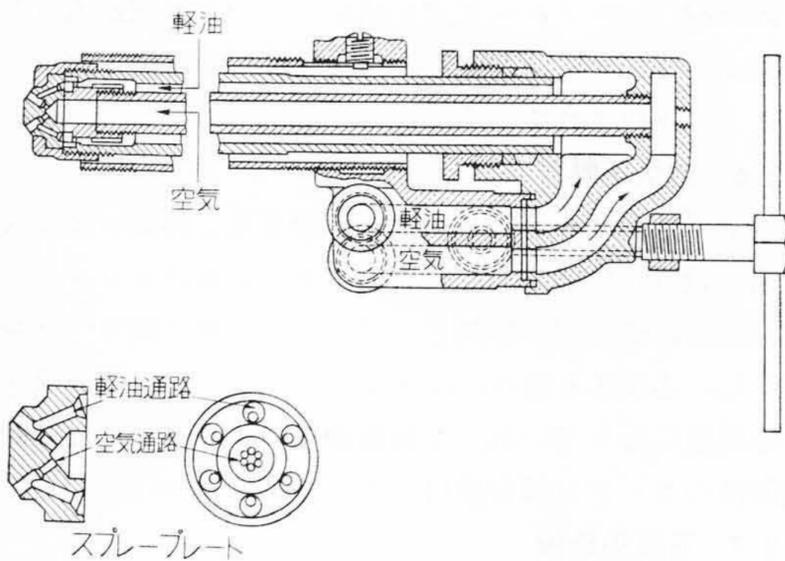
第7図 Eミル断面図

ことおよび高性能高信頼性を有しているなど幾多の特長を有している EL-70 ミルを採用している。EL-70 ミルの構造を第7図に示す。

粉碎の原理はスラストボールベアリングのボールの間を石炭が通過する場合に粉碎されると考えればよく、その外側のスロートにおいて一次空気通風機からの空気により持ち上げられ、分離器で所定の粒度に保持されてバーナに送り込まれる。ボールおよび粉碎輪は摩耗するので予備を準備して補充する必要がある。なおミル中の風圧損失が内部の石炭のレベルに応じて変化する特性を利用しベレーコントローラにより給炭機を調整し、常に一定の石炭を保有するように計画している。

3.8 バーナ

前述せるように微粉炭バーナは口径 711 mm (28 in) の B&W サーキュラーバーナ C 28 PL で、重油バーナは B&W ワイドレンジリターンフローで 24 台使用している。また軽油バーナは B&WY ジェットエアアトマイザー形を設置している。バーナの概略は第8図に示すとお



第8図 B & W エアアトマイジング Y-セットバーナ

りである。さらに点火バーナは B & W プレッシュアトマイザー形を使用している。第9, 10 図はこの概略図である。点火バーナと微粉炭および重油バーナの取付関係を第11図に示している。

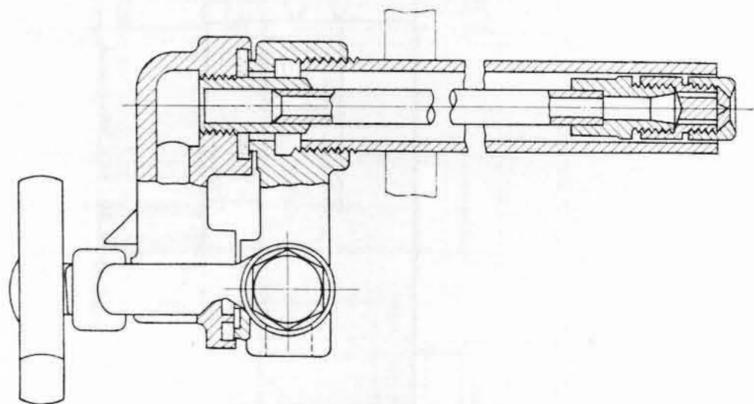
4. 自動制御の概要

4.1 燃料制御

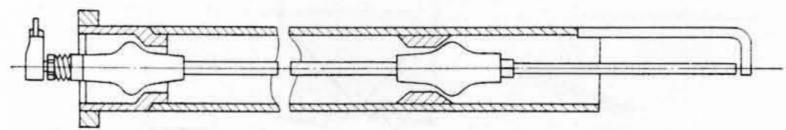
タービン入口前の蒸気圧力を検出し、トランスミッタで空気圧力に変換し、スタンダトロールおよび自動—手動切換弁を経て微粉炭制御、重油制御、および空気量制御系統に送達される。したがって燃料、空気および炉圧は負荷変動に応じて同時に制御される。

Eミルの出力制御は一次通風機のエアダンプの制御のみでよく、給炭機は A.C.C. とは別のフィーダーコントローラによりミル内の炭量を適正に維持している。一次空気量は安全運転の面から最小値に制限する必要があるので、ダンパの閉方向にミニマムストップを設け、一定開度以下にダンパが閉らぬようにしている。

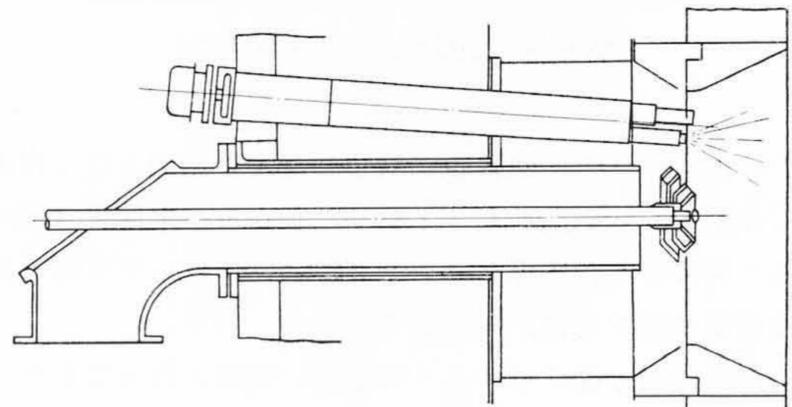
重油供給量の調整は、重油バーナの戻り油系統に設けられている重油調整弁で制御される。自動—手動切換弁からの負荷空気圧力が燃料—空気比率調整器を経て重油



第9図 B & W プレッシュアトマイザー点火バーナ



第10図 B & W プレッシュアトマイザー電極



第11図 点火バーナおよび水平バーナの取付関係図

調整弁を作動させる。

4.2 空気量制御

空気量の制御は押込通風機のベーンコントロールにより行う。制御は燃料制御と同時に行われるが、最良の燃焼状態をうるには空気供給量を多少再調整する必要がある。燃料/空気は蒸気量/空気とに関連があるので、蒸気量/空気により再調整している。すなわち空気量を検出し、トランスミッタで空気圧力に変換し、合成リレーにて合成されて、燃料空気比率調整器に送られ、次に差動スタンダトロールに送られ、ここで蒸気流量と空気流量の平衡を検出し、押込通風機入口ベーンをコントロールする。

4.3 炉圧制御

炉圧の制御は誘引通風機入口ダンパの調整により行う。炉内圧の変動をスタンダトロールに伝え、自動—手動切換弁を経て誘引通風機入口ダンパのコントロールドライブを作動し、ダンパを調整する。

4.4 ミル出口微粉炭空気温度制御

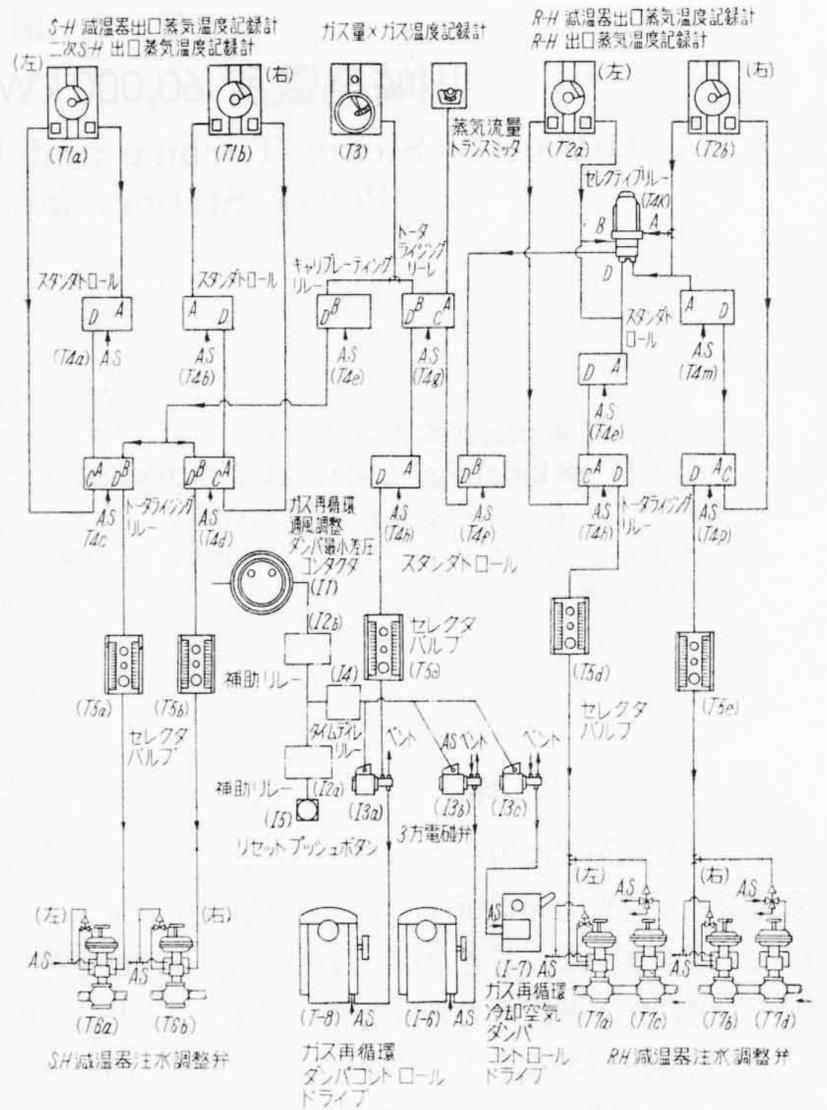
ミル運転中に石炭の水分が変化しても、ミルドライイングが一定に行われるようミル入口の空気温度を調整しないとミル出力は変動する。ミル入口空気温度は空気予熱器を出た熱空気と大気からの冷空気と混合して温度調整をするようになっているので、ミル出口温度を検出し、設定温度の変化により熱空気ダンパを調整してミル出口温度が一定になるように入口空気温度を制御する。

4.5 給水制御

給水制御は三要素制御で蒸気流量、給水流量および汽胴水位により給水調整弁を制御する。蒸気流量および給水流量はそれぞれの配管に設けられた流量計により検出し、トランスミッタで空気圧力に変換し、差動リレーに伝達する。流量の平衡が破れると空気圧力が差動スタンダトロールに伝えられる。一方ドラム水位を検出せる負荷圧力が差動スタンダトロールに伝えられ、これらの負荷圧力が平衡していないときは修正された負荷空気圧力が送出され、自動—手動切換弁を経て給水調整弁を制御する。

4.6 蒸気温度制御

蒸気温度制御にはガス再循環およびスプレーアテンペレータを使用している。最終蒸気温度の検出のみによりガス再循環通風機およびアテンペレータを制御するだけ



第 12 図 蒸気温度制御装置系統図

では不十分であるので、ガス再循環ファンに対しては、蒸気流量、ガス温度 X ガスマスフローおよび最終蒸気温度を検出し、アテンペレータに対してはアテンペレータ出口蒸気温度と最終蒸気温度を検出して、制御する法を採用している。これらの系統図を第 12 図に示している。

5. 結 言

以上 590 t/h ボイラの設備内容および構造について述べた。前述せるように日立で製作せる最大のボイラであり、国産ボイラの信頼度を高くするために、あらゆる技術研究の成果を取り入れて入念に製作したものである。昭和 34 年の夏には千葉火力 600,000 kW の大発電所の主要汽缶として好成績で運転にはいることを確信する。なお運転実績については別の機会に発表する。