

75,000 kW 再熱ボイラ

75,000 kW Reheat Boiler

内 藤 正 二* 原 邦 郎*

Shoji Naito Kuniro Hara

内 容 梗 概

最近建設される新鋭火力プラントはほとんど再熱方式を採用して、さらに熱効率の向上を図っている。現在日立製作所において製作している 75,000 kW 用 B & W 型再熱ボイラは過熱器および再熱器の配置方法によって、並列配置式と直列配置式の二種類に分けられ構造および運転上にそれぞれの特長を有するものであるが、両型式の 75,000 kW 用再熱ボイラについてその概要を紹介する。

〔I〕 緒 言

戦後わが国の火力発電は著しい進歩を示し新鋭高温高压プラントの大部分は再熱方式を採用することによりさらに熱効率を向上させた。

豊富な経験と実績を有する米、英両バブコック社と密接な連携のもとに設計、製作された 75,000 kW 用再熱ボイラは相ついで設計されている 125,000 kW, 175,000 kW 用級の大容量ボイラの国産化に大きな貢献をなした。

現在日立製作所において製作している 75,000 kW 用再熱ボイラは B & W 型再熱ボイラの標準型ともいえるのであるが、過熱器および再熱器の配置方法によって大別して二種類に分けられ、過熱器および再熱器を並列に配置した並列配置式と直列に配置した直列配置式とがある。東京電力株式会社新東京発電所納 3 号機、同 5 号機、などは前者の場合であり、北海道電力株式会社滝川発電所納 1 号機は後者に属する。

ここに両型式の 75,000 kW 用ボイラの特長、構造についてその概要を紹介する。

〔II〕 計 画 概 要

75,000 kW 用再熱ボイラは自然循環方式の単胴輻射型で圧力、温度の基準は米国において広く採用されている、AIEE (American Institute of Electrical Engineering) の標準をとつたもので、わが国の燃料事情に立脚して石炭および重油専焼の場合にもそれぞれ十分な性能を発揮するよう計画された。

第 1 表に仕様の概略を示し第 1, 2 図に構造を示すものであり、過熱器および再熱器並列配置式、直列配置式とも同様な仕様で計画されているが過熱器および再熱器の伝熱面の配分にはそれぞれ細心の注意が払われた。

〔III〕 ボイラ構造

(1) ドラム

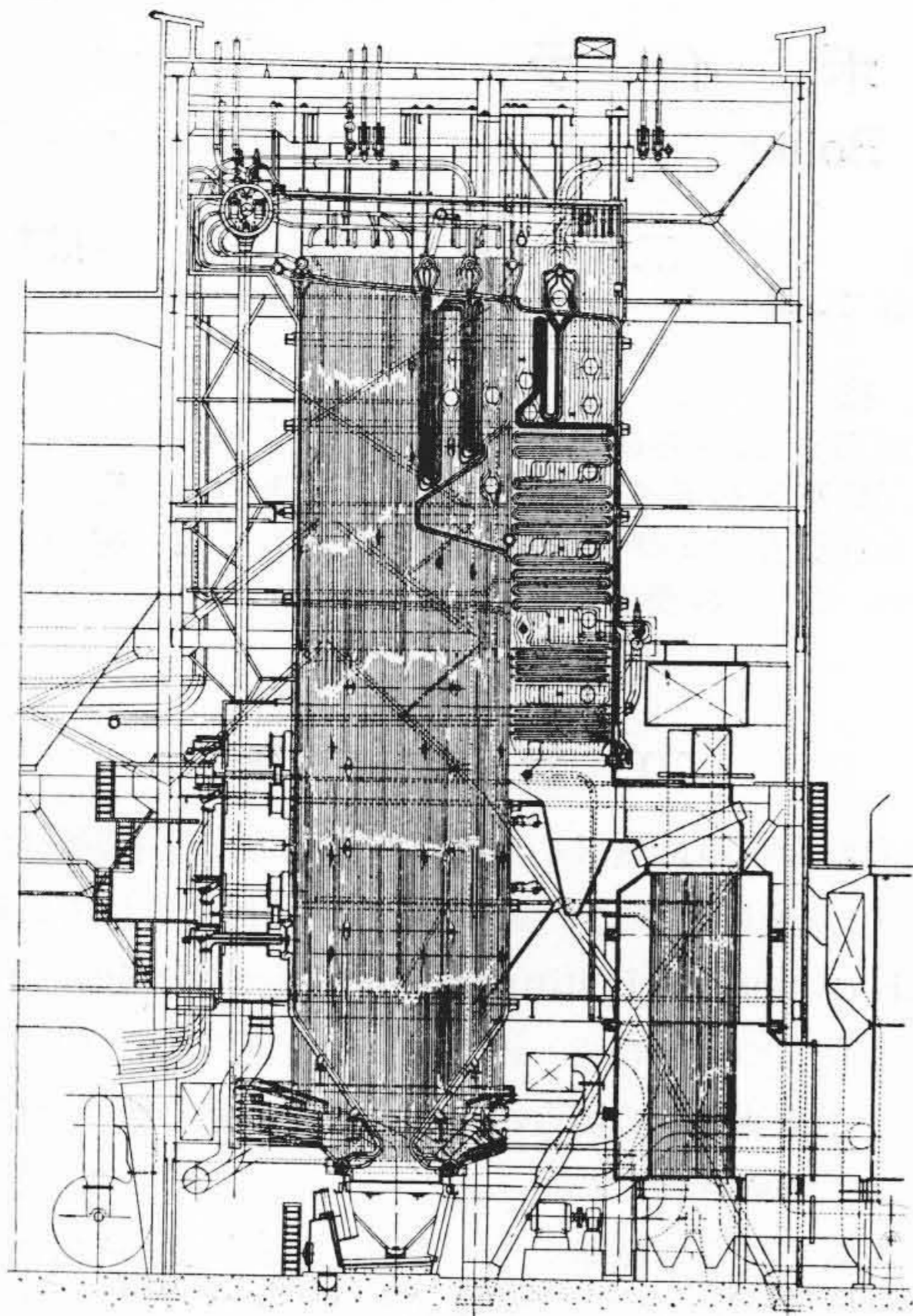
この級のボイラには内径 1,524 mm (60 in) のドラムが一般に使用されるがわが国の起動、停止の多い火力発電所の実情にかんがみ、起動時の熱応力をできるだけ少くする意味で管板の効率を高める構造として板厚の減少

第 1 表 ボイラ仕様

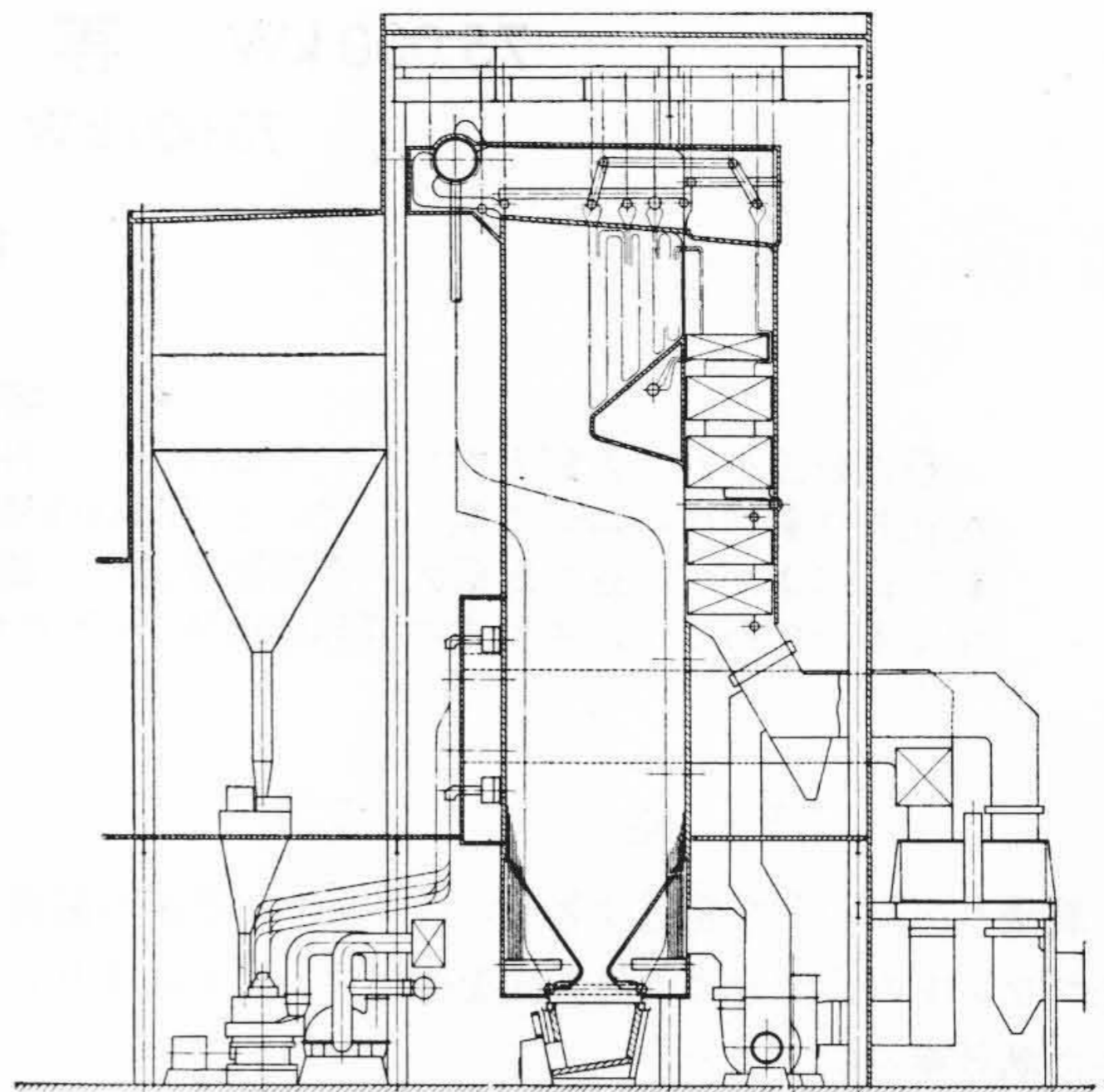
区 分	単 位	新 東 京 発 電 所 3 号 機				滝 川 発 電 所 1 号 機		
		石 炭 燃 焼		重 油 燃 焼		石 炭 燃 焼	重 油 燃 焼	
		経 済 負 荷	最大連続負荷	経 済 負 荷	最大連続負荷	経 済 負 荷	最大連続負荷	50% 負 荷
蒸 発 量	kg/h	230,000	260,000	230,000	260,000	230,600	260,000	130,000
蒸気圧力 (過熱器出口)	kg/cm ² g	105.1	106	105.1	106	105.1	106	103
蒸気圧力 (再熱器出口)	kg/cm ² g	28.1	32	28.1	32	28.3	32	15.1
蒸気温度 (過熱器出口)	°C	541	541	541	541	541	541	541
蒸気温度 (再熱器出口)	°C	541	541	541	541	541	541	521
給水温度 (節炭器出口)	°C	232	239	232	239	232.2	239	201
汽 機 効 率	%	92.06	91.94	93.58	93.47	91.79	91.7	93.45
石 炭 発 熱 量	kcal/kg	4,840	4,840	—	—	4,252	4,252	—
重 油 発 熱 量	kcal/kg	—	—	9,480	9,480	—	—	9,680

- 備考 (1) 過熱器、再熱器の配置は新東京 3 号機は並列配置式、滝川 1 号機は直列配置式である。
 (2) 新東京 3 号機の蒸気温度調整は石炭燃焼の場合は最大蒸発量の 50% 以上、重油燃焼の場合は 70% 以上に対して一定とする。
 (3) 滝川 1 号機の蒸気温度調整は石炭燃焼の場合は最大蒸発量の 60% 以上に対しては一定とする。
 (4) 滝川 1 号機の重油燃焼は 50% 負荷までとする。
 (5) 汽機効率は焚込低位発熱量を基準とする。
 (6) 石炭発熱量は湿炭低位とする。
 (7) 重油発熱量は低位とする。

* 日立製作所日立工場



第 1 図 新東京発電所 3 号 筒断面図



第 2 図 滝川発電所 1 号 筒断面図

を計った。

ドラムの寸法および材質は次のとおりである。

内径 1,524 mm × 104 mm 厚

材質 JIS SB-46 BSR

ドラム内部には性能の高い B & W 式サイクロンセパレータを装備し蒸気の純度を保持し筒水の循環を安定させている。

また急速起動時中央部より低温になりがちな鏡板附近の熱応力の発生を低減するため筒水循環バップルを設けた。

なお給水用、薬品注入用ノズルなどにはサーマルスリーブを取付け、筒胴板のサーマルショックを防止している。

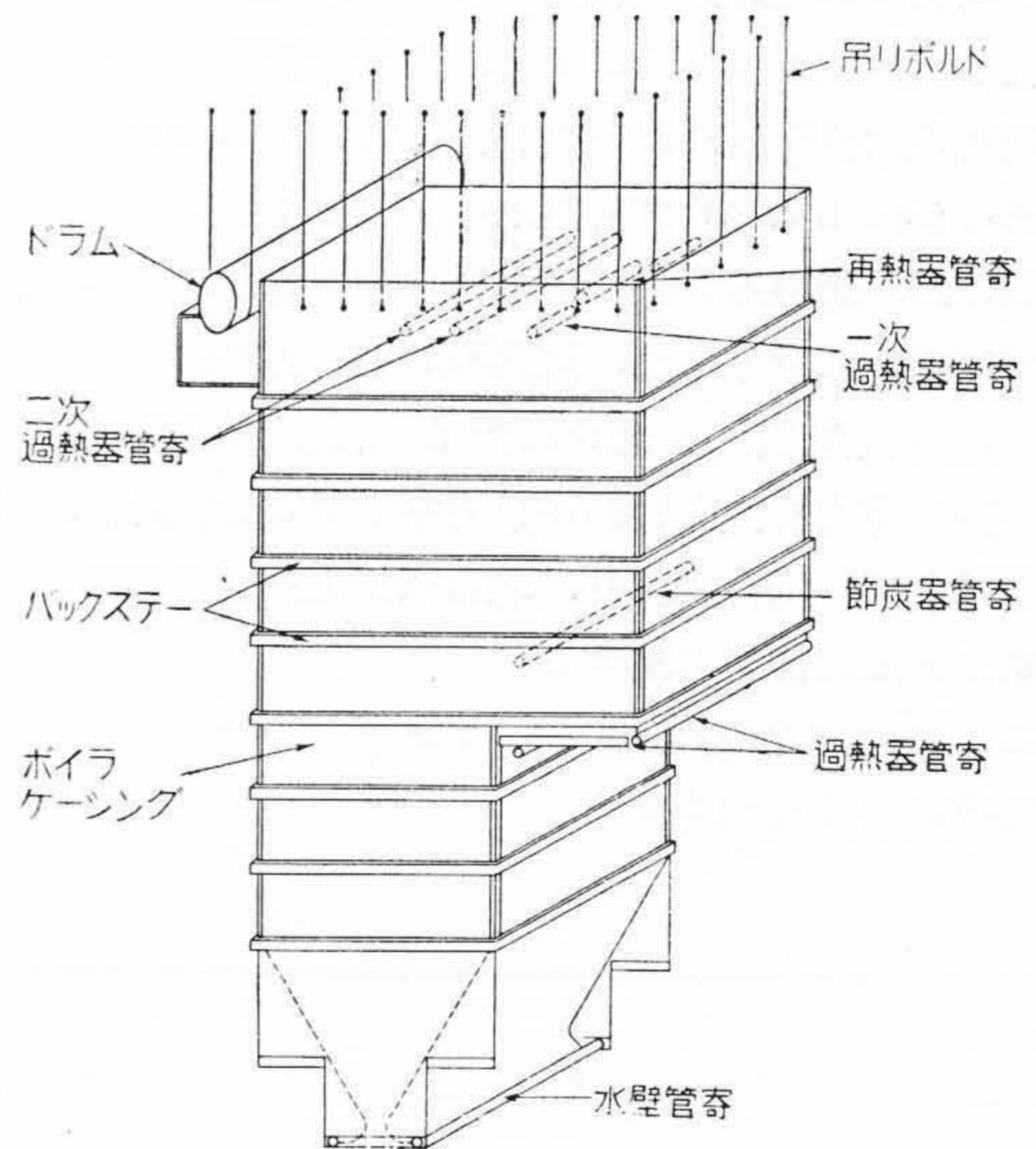
(2) 火 炉

第 3 図に示すようにボイラ全体を建屋上部鉄骨より吊り下げているので地震の際建屋に対しボイラ重量の影響が少く建屋の耐震構造上有利である。

炉壁構造はチューブ、耐火材、保温材、ケーシングを一体として強固な箱型とし相互にスライドする部分を設ける必要がなく、熱膨脹に応じて自由に伸縮することができ、不定形耐火材の利点を十分に生かしているので外からの漏込空気を完全に遮断して汽筒効率の低下を防いでいる。

(3) 過熱器および再熱器

過熱器および再熱器の配置については前に述べたよう



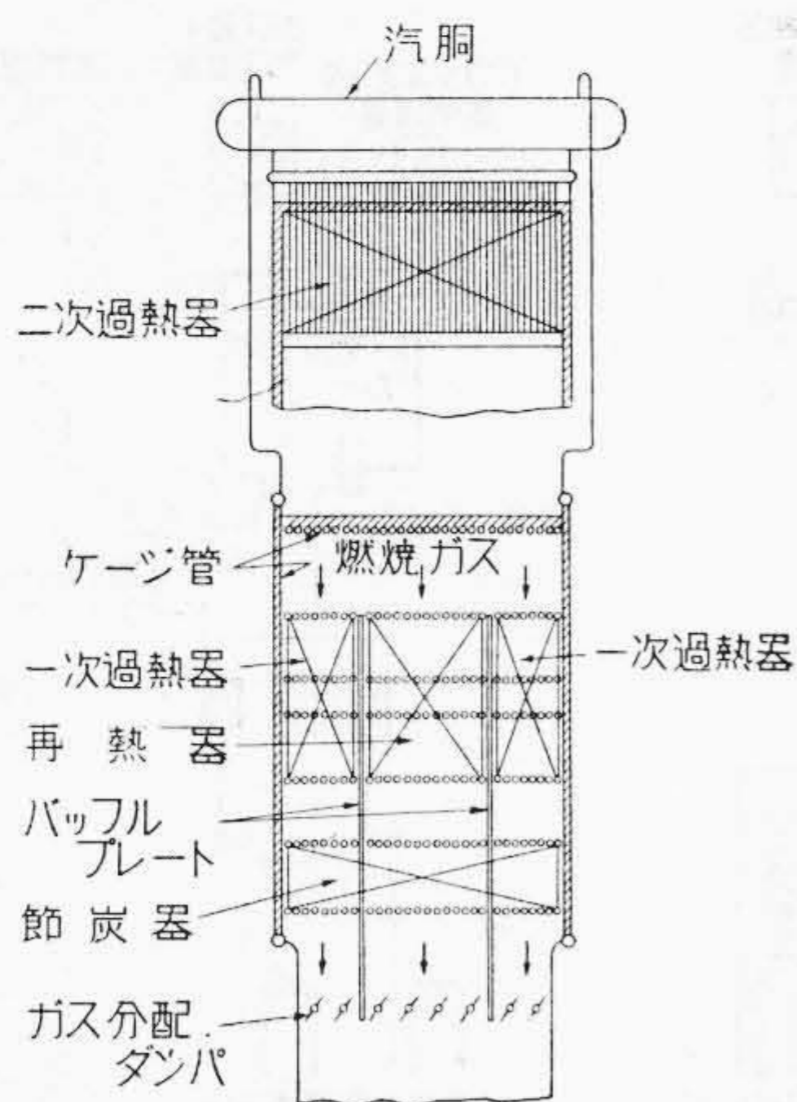
第 3 図 ボイラ 炉 壁 構 造 図

に二つの型式に分けられるがその特長および構造は次のとおりである。

(a) 並列配置式

第 4 図がその説明図であるが本図に示すように一次過熱器および再熱器はバップルによつて、三つのセクションに分けられ、バップルは節炭器出口まで延長してその終端にガス分配ダンパを設けて一次過熱器および再熱器を通るガス量を調整する構造になっている。

この型式にした場合は後で述べるように過熱蒸気および再熱蒸気温度の調整は合理的に行われる。



第4図 過熱器，再熱器並列配置図

二次過熱器は平行流吊下げ型で一次過熱器および再熱器は対向流横置型としケージの中におさめて火炉と一体の堅牢な構造とした。

(b) 直列配置式

第5図に示すようにガスの流れ方向にそつて二次過熱器，再熱器，一次過熱器の順にいわれる直列に配置したもので，この型式は並列配置式より構造が簡単になり，またガスのドラフト損失も少くなる。

その構造は二次過熱器は平行流吊下げ型，再熱器高温部は対向流吊下げ型であり，再熱器低温部，一次過熱器は対向流横置型としてケージ内におさめている。

(4) 蒸気温度調整

過熱蒸気温度および再熱蒸気温度の調整方法は並列配置式と直列配置式によつて異なりその方法および特性は次に述べるとおりである。

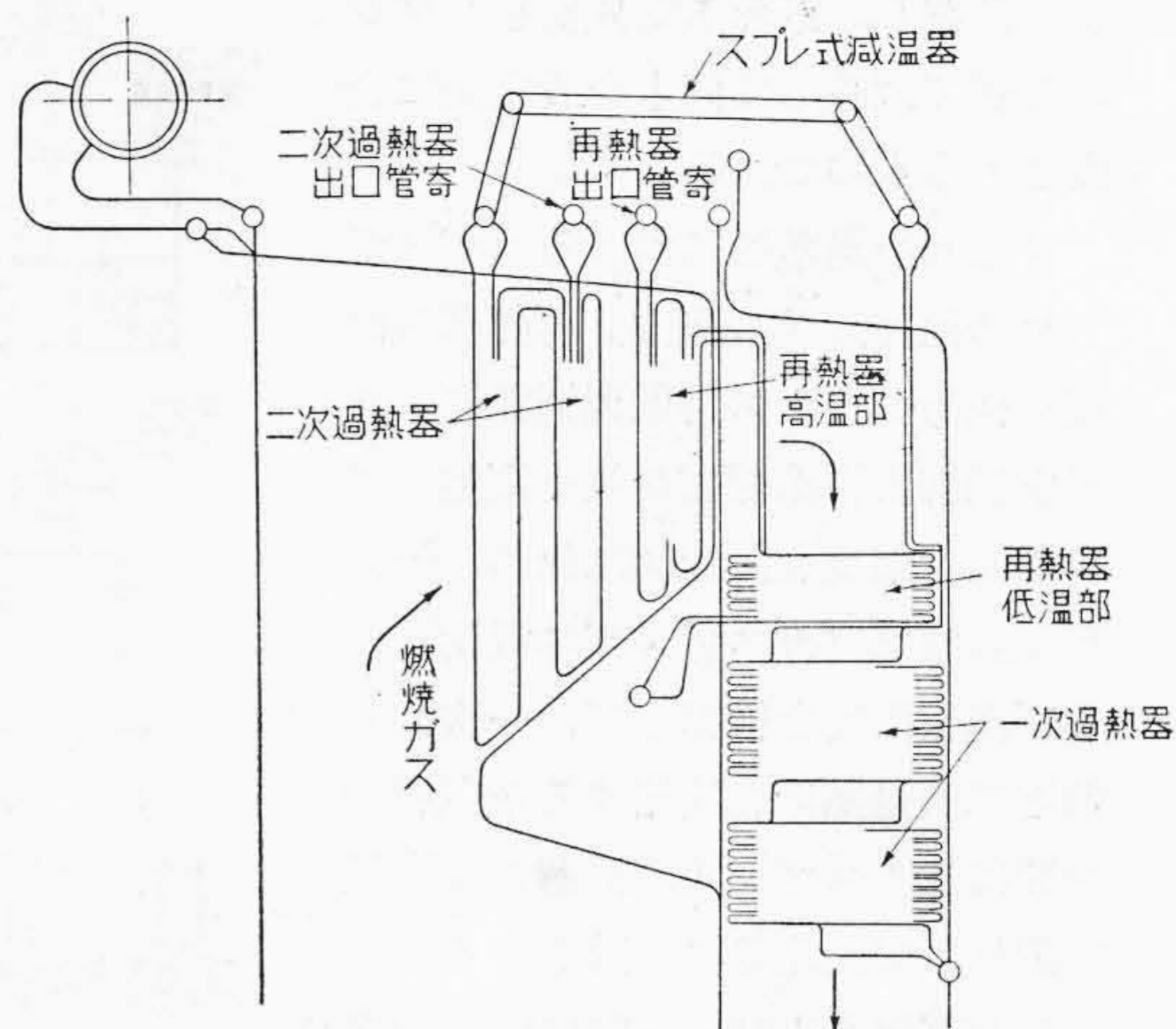
なお両型式とも自動蒸気温度制御装置によつて自動的に調整される。

(a) 並列配置式の温度調整

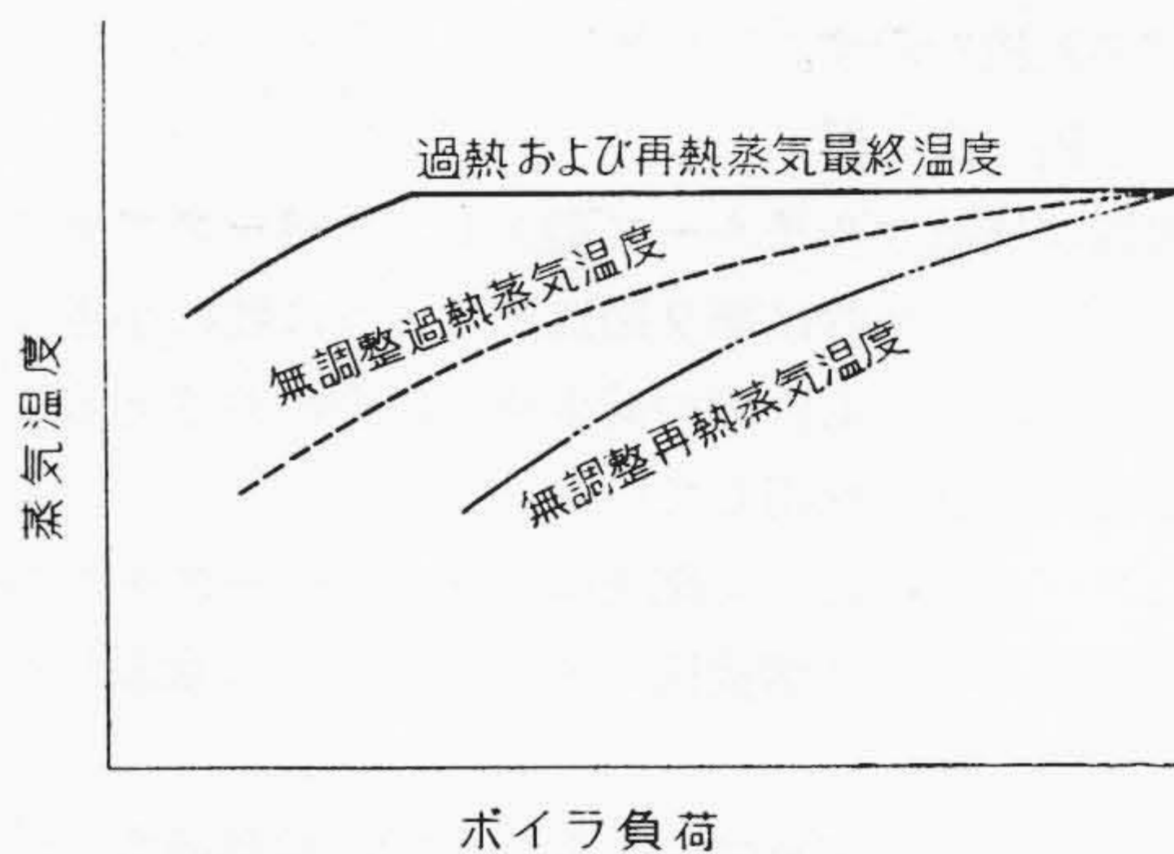
第6図に示すように過熱蒸気温度をガス再循環によつて調整するとともに一次過熱器および再熱器を通るガス量を調整して再熱蒸気および過熱蒸気温度を設定値に合致させるものである。

すなわち過熱器における(ガス量×ガス温度)蒸気流量，過熱蒸気温度を検出し，ガス再循環通風機ダンパを制御して循環ガス量を調整し過熱蒸気温度を設定値に保ち，再熱蒸気温度は前述の(ガス量×ガス温度)からガス分配ダンパを制御し一次過熱器および再熱器を通るガス量を調整して過熱蒸気温度に一致せしめる。

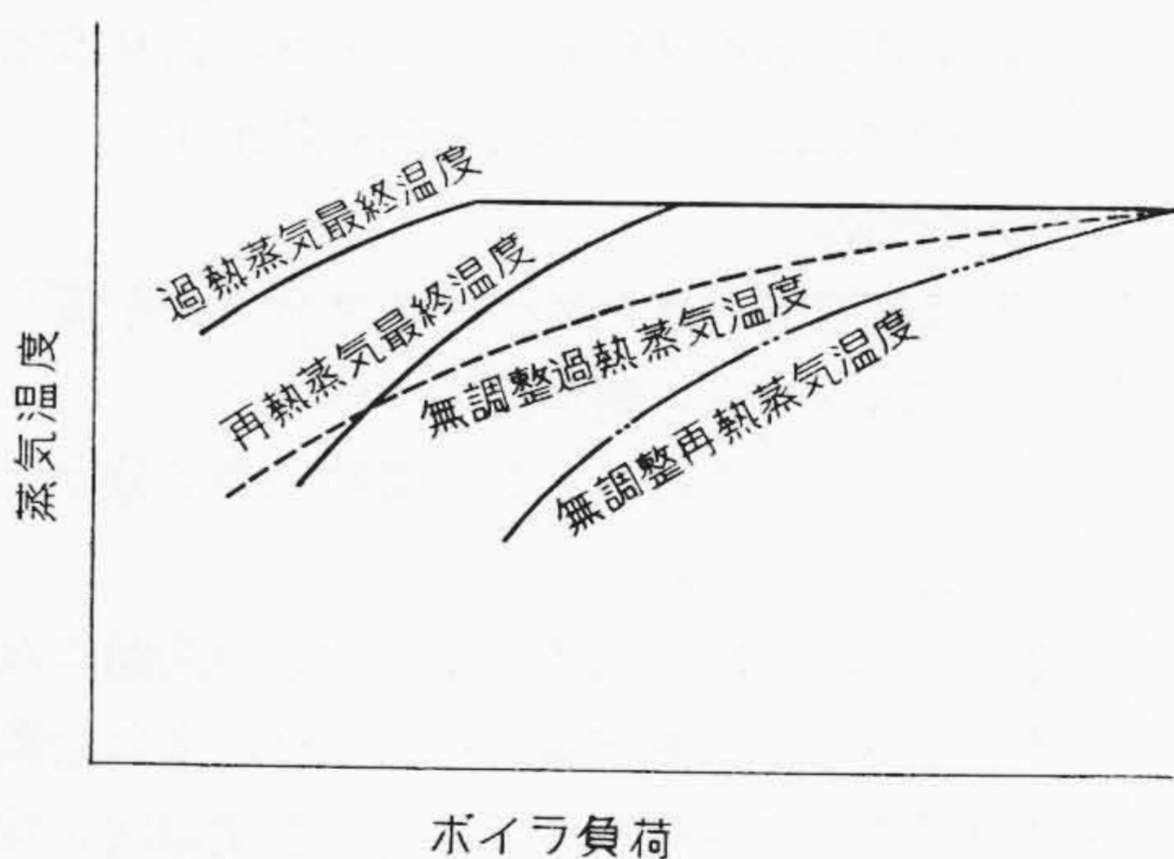
なお過熱蒸気と再熱蒸気との温度差を検出して，両者が一致するまでガス分配ダンパの再調整を行



第5図 過熱器，再熱器直列配置図



第6図 並列配置式の蒸気温度曲線



第7図 直列配置式の蒸気温度曲線

う。

この方式においては減温装置を必要としないが，一次過熱器と二次過熱器との連絡管の中間と，再熱器入口蒸気管にスプレ式減温器を設け非常の場合に備えた。

(b) 直列配置式の温度調整

第7図に示すように再熱蒸気温度をガス再循環に

より調整し、過熱蒸気温度をスプレ減温器で調整して両者を設定値に合致させるものである。

すなわち過熱器における(ガス量×ガス温度)、蒸気流量、再熱蒸気温度を検出してガス再循環通風機ダンパを制御し再循環ガス量を調整して再熱蒸気温度を設定値に保ち、過熱蒸気温度は(ガス量×ガス温度)および蒸気温度を検出して、一次過熱器と二次過熱器を連絡する蒸気管の中間に置くスプレ式減温器の注水量を調整して設定値に一致させる。

なお再熱器入口蒸気管にスプレ式減温器を備えて非常用とした。

第 8 図は両型式の自動蒸気温度制御の系統を示す。

(5) 節炭器

節炭器は横置マルチループ型とし、スペースファクターを良くするため管は第 9 図に示すように特に小さなベンドで曲げ、しかも肉厚の減少率を最小におさえるよう特殊な曲げ方法を採用している。

またスペーサによつて確実に各管のスペースを保ち、管と管寄との取付は熔接構造として、完全に水漏れを防止している。

なおトッピングアップ弁を取付けて、始動給水の時など少量の水を補給する場合給水弁前後の大きな圧力差による弁座の損傷を防ぎ、また節炭器とドラムの間には籠水の再循環装置を設けボイラ停止時にはドラムより籠水を循環させて残存ガスによる万一の過熱を防止する。

(6) 空気予熱器

空気予熱器は鋼管型、またスペースファクターを良くするときはユングストローム型が使用される。

鋼管型空気予熱器は高温部と低温部の二つに分けて、管の取換えを便利にしてある。

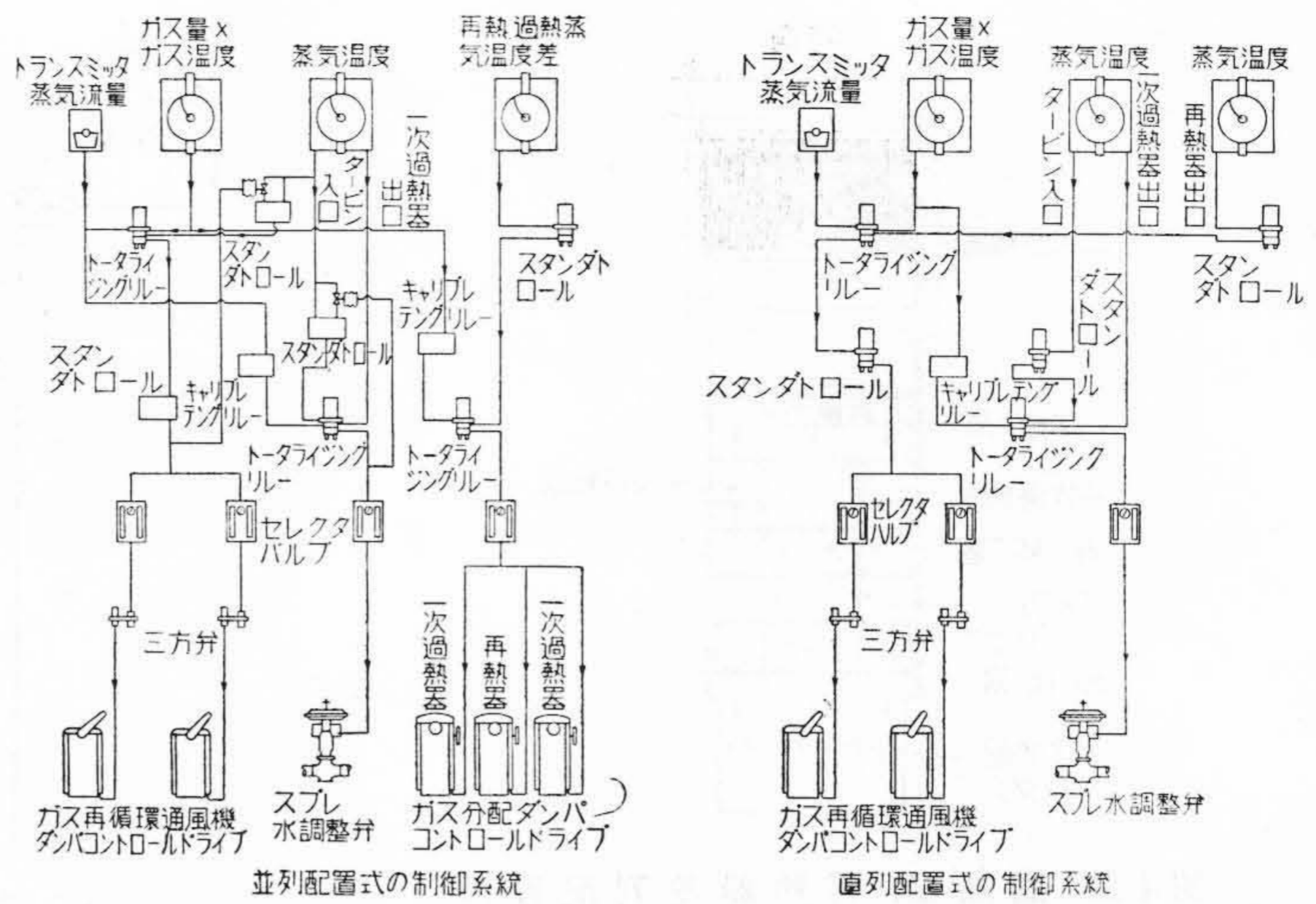
なお低負荷運転時特に重油燃焼の際腐蝕が問題になるが再循環風道を使用して熱空気を循環させ、また起動時には冷空気をバイパスさせて、予熱管の管壁温度を常にガスの露点以上に保つて腐蝕の防止をはかっている。

ユングストローム型空気予熱器を使用する場合もバイパスダクトを装備するなど予熱器の腐蝕防止に考慮を払っている。

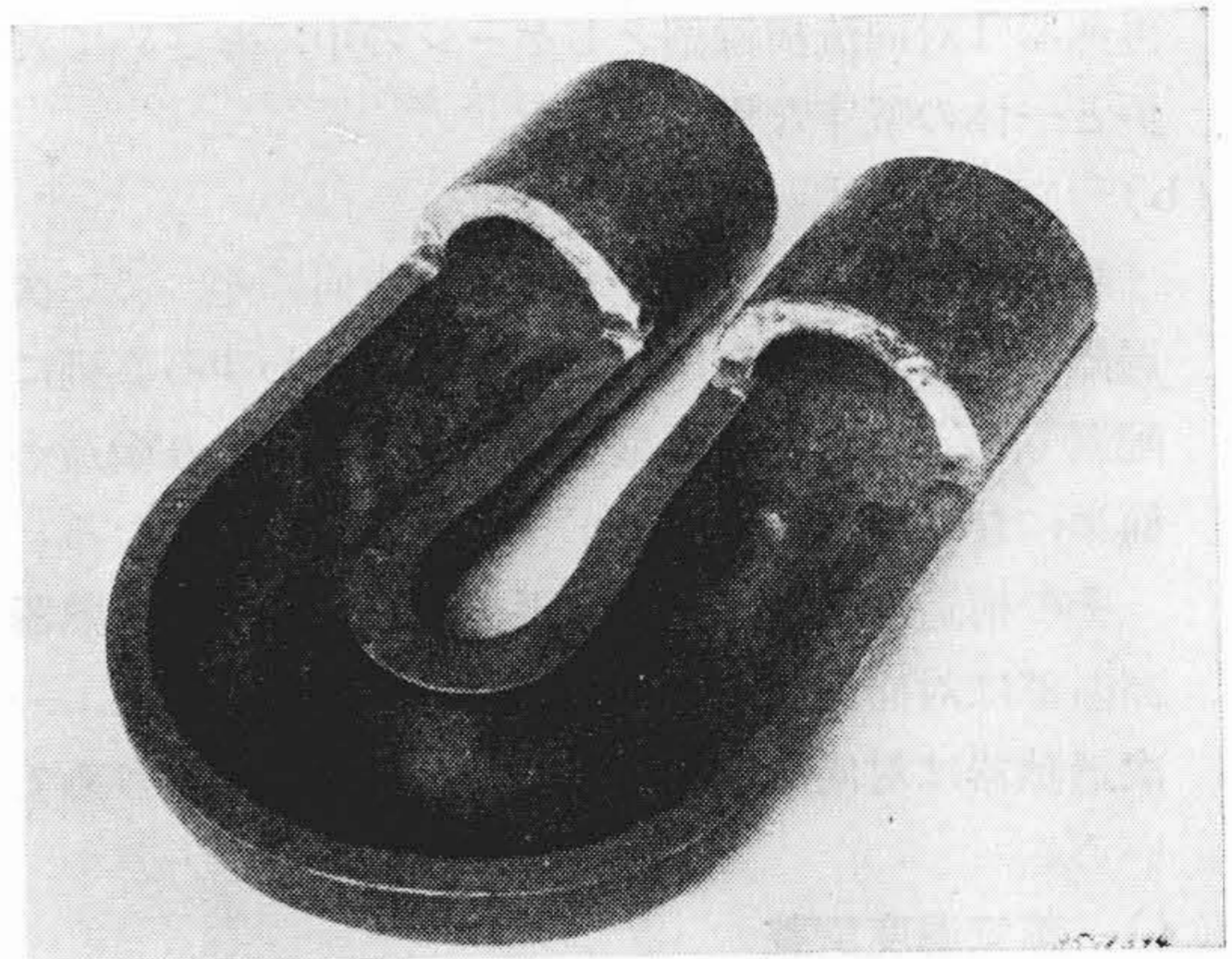
(7) ウォータシールホッパ

特に起動、停止の多いボイラに使用する装置で、空気予熱器出口に設けボイラ休止時に炉内の自然通風による冷却を防止するものである。

特に夜間の休止を繰返えすボイラでは翌朝の起動時間



第 8 図 自動蒸気温度制御装置系統図



第 9 図 節炭器管特殊ベンド

を短縮するためには、ボイラの冷却による圧力低下を防止することが必要であるため、炉内残熱による自然通風をボイラ出口において遮断するものである。

このホッパはボイラ運転中にはダスト処理を行い、休止時にはこれに給水して完全に閉鎖し、水面は一定に保つよう調整されている。

[IV] 汽 罐 補 機

(1) 燃 焼 設 備

石炭粉砕機は B&W EL-70 型ミルを使用し、その仕様は次のとおりである。

型 式	B&W EL-70 型	
容 量	15.5 t/h × 4 台	
粉砕度	50メッシュ通過	100%
	100メッシュ通過	90%
	200メッシュ通過	70%

B&W E 型ミルに関しては、すでに紹介されて、その

性能の優秀なことは広く認められており、所要動力が少なくてすむこと、設置面積が小さいので経済的な配置ができること、音響が小さく、また炭塵の飛散がないなど多くの特長を持ち、近時各火力発電所においては従来のチューブミルに代つて採用されているものである。

微粉炭バーナはB&Wサーキュラバーナで、B&W Y ジェットスチームアトマイザ型重油バーナを併用し、容量は石炭 3,900 kg/h、重油 1,650 kg/h で1 缶に付き16台を装備している。

サーキュラバーナでは一次空気と二次空気はそれぞれ反対方向に回転して空気と微粉炭を十分にかくはんし、迅速で完全な燃焼を行い、未燃分が少くルーダンパにより二次空気量と旋回運動の強さを調節できるので火焰の長さを適当に調整することができ、広範囲の種類の石炭を燃焼することができる。

重油バーナの油量調整弁は自動燃焼制御装置により作動し、油圧を調整することにより、バーナから噴出される油量をボイラ負荷に応じて加減する。

なお重油添加剤として、重油管系にドロマイトを注入し、過熱器そのほかの、伝熱面に附着するスラッグを除きやすいようにした。

また重油温度を一定に保つよう、重油加熱器の蒸気量を自動的に加減する重油温度調整装置を設けた。

点火バーナはB&W 自動点火式プレッシャーアトマイザ型8台を備え、燃料は軽油を使用しスパーク電極は特殊耐熱鋼線製で、火花の出る位置は噴霧油の円錐状に応じて、調整が容易である。

(2) スートブロワ

スートブロワはB&W 電気作動全自動式蒸気噴射型を使用し、単独および連続作用はすべて自動的に行われる。

ボイラ各伝熱面に対するスートブロワの配置の一例は次のとおりである。

火 炉	単噴孔引入式スートブロワ	6台
	二次過熱器, 一次過熱器, 再熱器, 節炭器	
	長引入ラック式スートブロワ	10台
空気予熱器	マスジェット式スートブロワ	4台

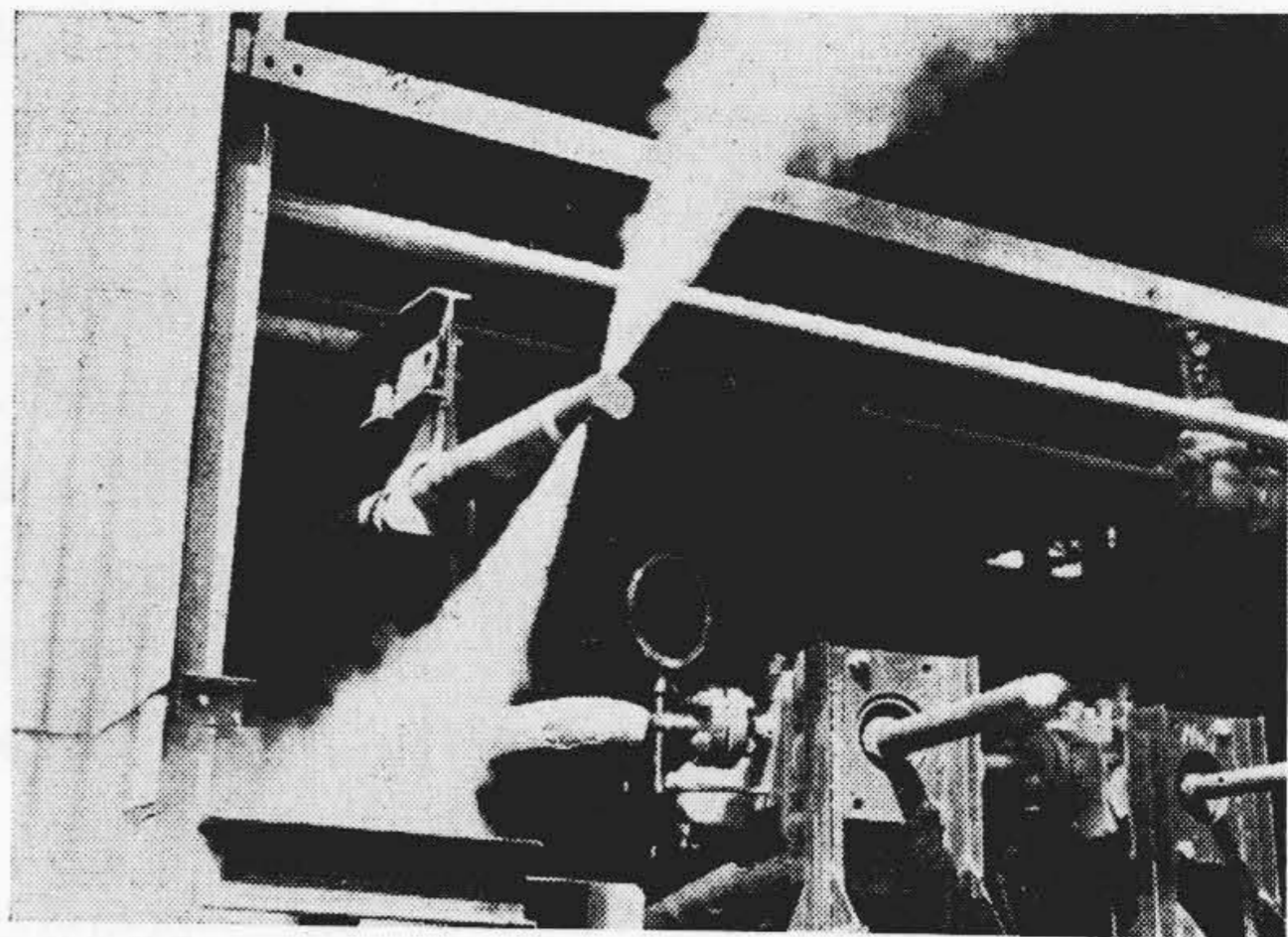
第10図はラック式スートブロワの工場試験における噴射状況を示すものである。

(3) ボイラ自動制御装置

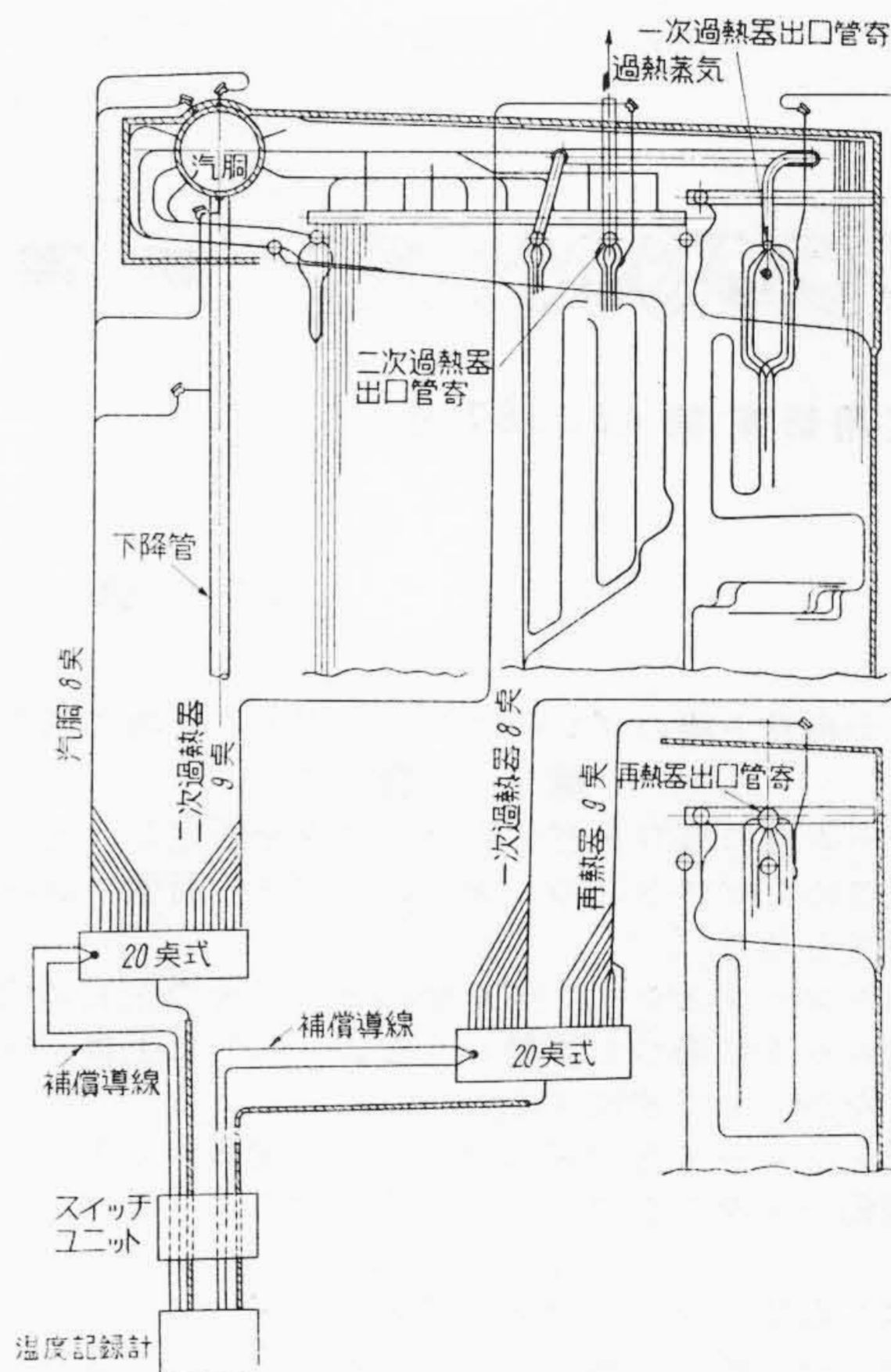
ボイラ自動制御装置はベーレミニラインを使用している。

この方式は検出値を空気圧力に変換し、各制御装置に指令して自動的に調整を行うものであり、前に述べた蒸気温度制御装置のほか次の各装置がある。

- 燃焼制御装置
- 給水制御装置



第10図 スートブロワ噴射試験



第11図 管壁温度測定装置系統図

微粉炭出口温度制御装置

油温度制御装置

燃焼制御装置は蒸気圧力、蒸気流量、空気量、炉内ドラフトなどの変動を検出して、一次通風機 押込通風機、重油燃焼の場合は油量調整弁を制御し、負荷に応じた最高の燃焼効率を維持する。

給水制御は三要素式を使用し、蒸気流量、給水流量、ドラムの水位を検出し、給水弁を制御して蒸気流量と給水流量およびドラム水位の平衡を保つ。

微粉炭出口温度制御はミル出口の微粉炭、空気温度を検出して、ミル入口風道の空気ダンパを調整し、出口温度を一定にする。

油温度制御装置はバーナ入口の油温度を検出し、重油加熱器の蒸気量を調整弁により調整する。

(4) 管壁温度測定装置

ボイラの起動に際しドラムにおける不均衡な熱応力の発生、過熱管、再熱管のオーバーヒート、および過熱管、再熱管内凝結水の蒸発時期などが運転上重要な問題となり、急速起動の場合はさらに一層の注意を必要とする。

このため各部の温度上昇を監視する方法として、管壁温度測定装置を備え、安全な運転を行い得るように計画した。

すなわち第 11 図に示すように、ドラム、一次過熱器出口管、二次過熱器出口管、再熱器出口管などの表面に、サーモカップルを取付け、これを補償導線で引出して、マルチバンク温度記録計で測定するものである。

〔V〕 結 言

75,000 kW 用再熱ボイラの概要について紹介したが、近々東京電力株式会社新東京発電所納 3 号機が運転に入るので、その性能についてはまた発表の機会が与えられることと思う。

われわれは運転実績に対し詳細な検討を加え、これを積重ねて最も国情に適したボイラの製作に一段の発展を期すべきである。

参 考 文 献

- (1) 関口, 青羽: 日立評論 39, 419 (1957)
- (2) 林, 山田: 日立評論 39, 311 (1957)
- (3) 磯野, 内藤: 日立評論 別冊12号, 53 (1956)
- (4) 岸: 火力発電 8, 156 (1957)



新 案 の 紹 介



実用新案 第 463587 号

渡 部 富 治
串 田 政 春

バ ネ 制 動 機 構

主に中形巻上機のブレーキとして適するものである。

構 造

フレーム側に導口を有するシリンダを固定し、そのなかにおさめたピストンのピンをシリンダの周壁に設けた縦溝にさしこむ。

ピストンピンとシリンダを中心としてその左右に設けた案内ロッドに沿って移動しうるようにした上板とを、レバーをかいして連結する。

上板とフレームとの間において、各案内ロッドをかこんで制動バネを左右のバネ力が平衡するよう設ける。

作 用

導口から圧油をシリンダに給入すればピストンが下降し、レバーを経て上板が引き下げられる。このとき制動バネは案内ロッドに案内されながら圧縮される。上板の降下により制動レバーが操作されて制動がとかれる。

導口から圧油を排出すれば、制動バネの力により上板およびピストンが復元して制動がかかる。

効 果

- 1. 制動バネを使用したので即応性が高い。
- 2. 制動バネをシリンダを中心としてその左右にバネ力が平衡するよう設けたので、バネの反力は下向きに働くから機構の安定がよくコンパクトに構成することができる。

(富田)

