

東北電力株式会社仙台火力発電所納 590 t/h ボイラ

590 t/h Boiler for the Sendai Power Station, Tohoku Electric Power Co., Inc.

岸 秀 樹*
Hideki Kishi

内 容 梗 概

仙台火力発電所はすでに 175 MW 1 号機が運転に入っており、2 号機も近く運転を始めんとしているが、これに使用されるボイラは 1 号、2 号機とも日立製所作より納入されたものであり、わが国における記録品でもあり各部にわたって新しい構想が取り入れられている。本文はその特長を中心に構造および機能の概要を紹介したものである。

1. 緒 言

最近の急速な経済界の発展にしたがって各産業とも大幅な設備拡張計画を推進しており、また家庭電化の著しい伸びにしたがって、電力の需要も着実な上昇線をたどっており、電力の開発を強く要望されている。

わが国の経済的な水力開発地点が次第に少なくなり、これにかわって水力より短期間で開発できる火力開発が盛になり、数十万 kW におよぶ大容量火力発電所が各地に盛んに建設されつつあるが、ここに紹介する仙台火力発電所の設備も、その規模においてまた機器の内容において記録的なものであり、日本における最高の蒸気状態として計画され、材料および工作ともに深甚なる検討および研究結果がとり入れられたものである。

2. 計 画 概 要

本ボイラは半屋外式として計画されており、第 2 図のように頂部以外はファン、ダクト、配管など直接風雨にさらされる部分が多いが、これらの点に関しては日立工場内に設置した半屋外式ボイラの建設の経験をもととして、各種モータ、ファンなどを防水形とし、ダクトには傾斜をつけるなど細部にわたって留意して計画した。

また冬季の気温降下による冷却水の凍結を考慮して押込通風機、ガス再循環通風機などの軸受の冷却には空冷式を採用した。

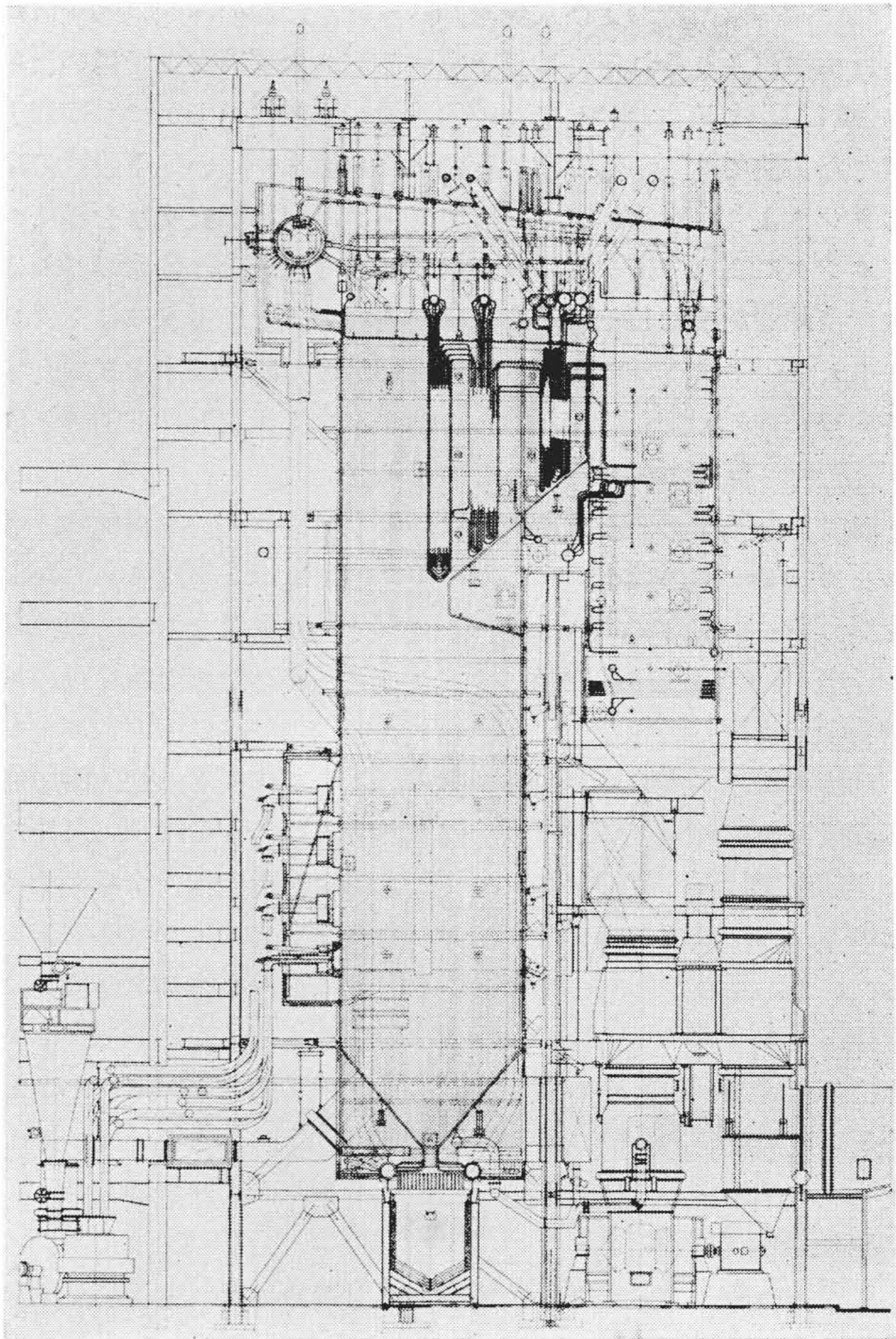
B & W ボイラでは B & W パーナはすべてボイラ前面に配置しており、半屋外式ボイラではこの部分を屋内に入れたので、その操作に際しては雨天でも運転員が風雨を受けないことがない。

第 1 図は本ボイラの組立断面図を示し、第 2 図は外観写真を示す。

下記は本ボイラの概略仕様である。

計 画 仕 様			
項	目	石炭専焼	重油専焼
ボイラ発生蒸気量	(t/h)	590	590
再熱蒸気量	(t/h)	483	483
蒸気圧力(汽胴にて)	(kg/cm ² g)	182.8	182.8
蒸気圧力(過熱器出口)	(kg/cm ² g)	174	174
蒸気圧力(再熱器出口)	(kg/cm ² g)	35.5	35.5
蒸気温度(過熱器出口)	(°C)	571	571
蒸気温度(再熱器出口)	(°C)	543	543
給水温度	(°C)	286	286
ボイラ効率(低位発熱量基準)	(%)	91.96	93.33
石炭消費量	(kg/h)	82,140	—
重油消費量	(kg/h)	—	40,490

燃焼方式 微粉炭、重油専焼および両者混焼
通風方式 平衡通風
使用石炭



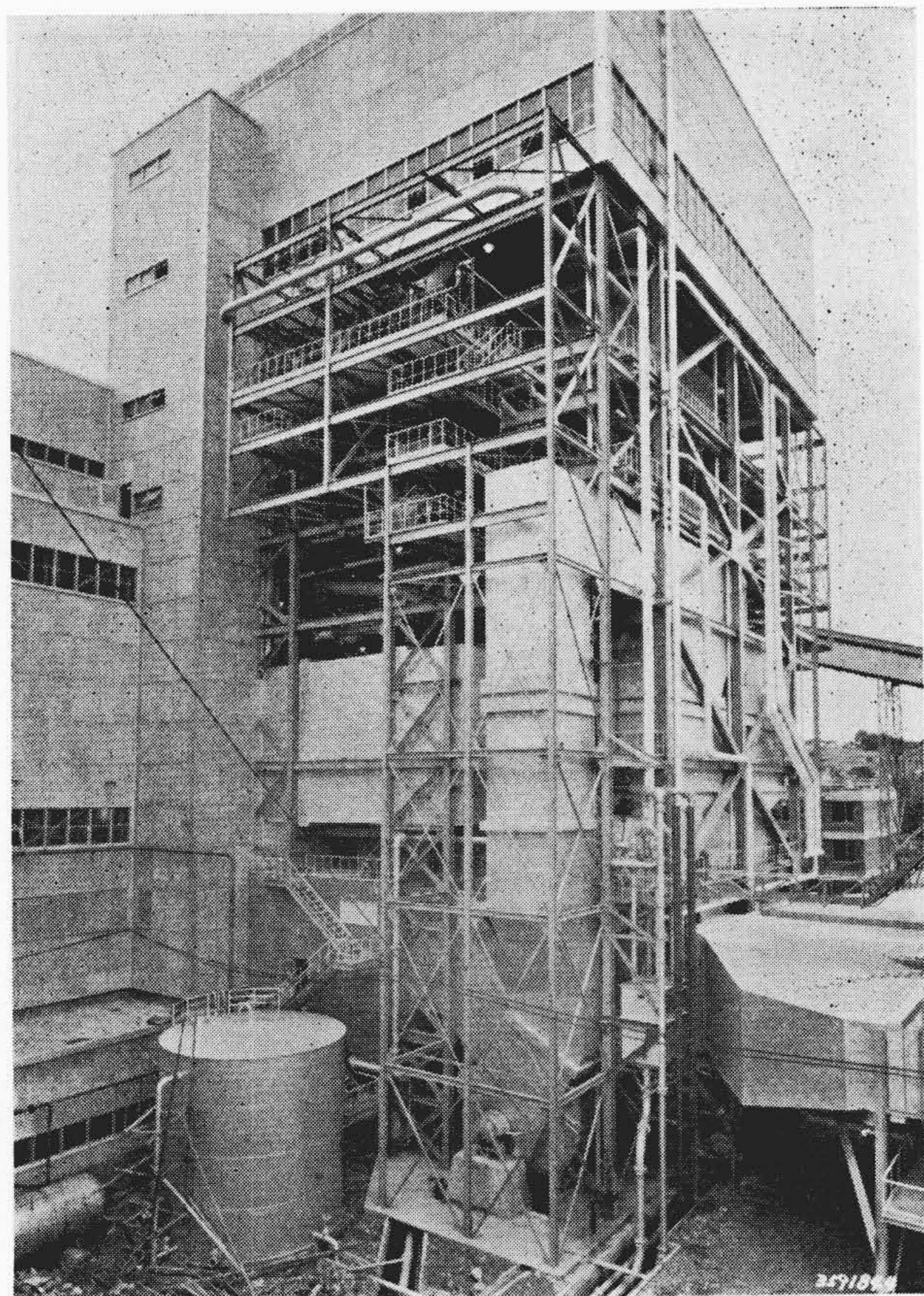
第 1 図 東北電力株式会社納仙台火力発電所 590 t/h ボイラ

乾炭高位発熱量	5,500 kcal/kg
湿炭高位発熱量	5,088 kcal/kg
湿炭低位発熱量	4,830 kcal/kg
表面水分	7.5%
灰軟化温度	1,220°C
灰熔融温度	1,300°C
分 析 値 (乾炭基準)	
固 有 水 分	3.5%
灰 分	27.0%
揮 発 分	34.5%
固 定 炭 素	35.0%
水 素 分	5.6%

注：乾炭より固有水分、灰分を除く重量に対する重量割合
使用重油

種 類 C 重油

* 日立製作所日立工場



第2図 東北電力株式会社仙台火力発電所 590 t/h
ボイラ外観

高位発熱量	10,222 kcal/kg
低位発熱量	9,655 kcal/kg
分析値	
水分	0.05%
炭素	87.00%
水素	10.50%
窒素	0.5%
硫黄	1.20%
バナジウム	0%

3. 構造概要

3.1 火 炉

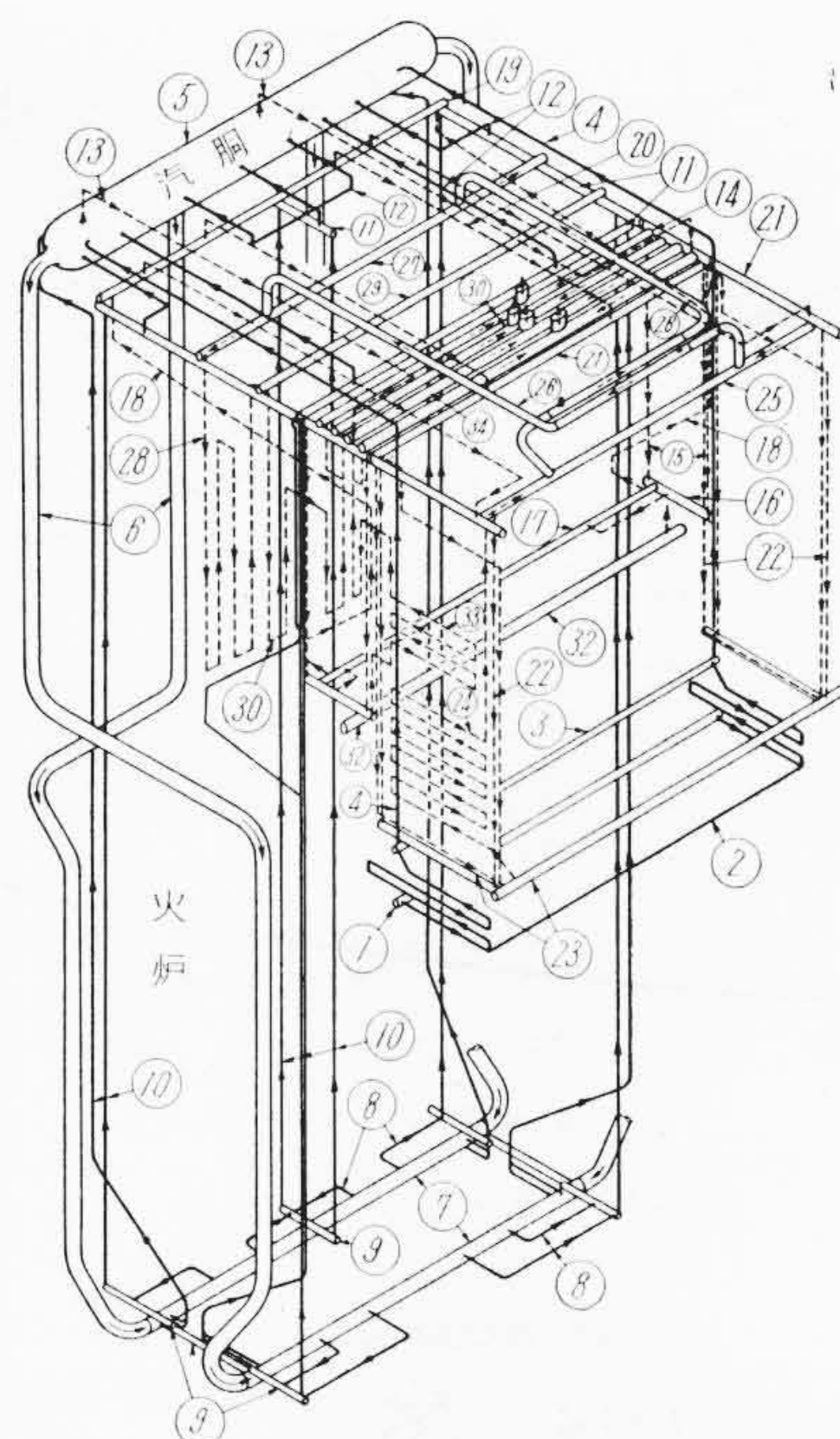
火炉は外径 62.7mm の裸水冷壁管がタンジェンシャルに配置されており、火炉中央には前面より $1/3$ まで分割壁を設けたので火炉出口ガス温度の均等化の一助となっている。第3図は火炉をとりまく水冷壁、過熱器、節炭器などの圧力部分の水、蒸気の流動系統を示したもので、降水管は内径 540 mm の大径管 4 本で水壁の下部ヘッダへ送り、そのヘッダから側部水壁管へ水を供給している。

水壁管の背後には内部スキミングを全面に張っているもので、長年の運転に際して起りがちな空気漏れが完全に防止されており、ボイラ効率保持の点からきわめて有効と考える。

ボイラ全体は天井よりつり下げてあり、熱膨脹は水冷壁の下部ヘッダと灰ホッパーの接続部でにがすように設計されているので、起動停止に際しても全く無理を生じない。このように巨大なボイラを天井よりつり下げているので地震による振動も考慮して各所にサイスメックタイを配置した。

3.2 汽 胴

汽胴は内径 1,676 mm、全長約 19m であり、材質は ASTM, A-



通番	名 称	通番	名 称
水 循 環 系 統			
1	統給水入口 (節炭器入口管寄)	20	ケーシ管部連絡管
2	節炭器管	21	後部ケーシ側壁上部管寄および後部ケーシ天井管寄
3	節炭器出口管寄	22	後部ケーシ前、後側壁管
4	給水管	23	後部ケーシ側壁下部管寄および後部ケーシ下部管寄 (一次過熱器入口管寄)
5	汽 胴	24	一次過熱器管
6	主降水管	25	一次過熱器出口管寄
7	前部後部水壁下部管寄	26	減温器連絡管
8	供水管	27	二次過熱器入口管寄
9	側部水壁下部管寄および分割壁下部管寄	28	二次過熱器管
10	前部、側部、後部、分割水壁管	29	二次過熱器中間管寄
11	側部、後部分割水壁上部管寄	30	二次過熱器管
12	上昇管より⑤サイクロンセパレータ	31	二次過熱器出口管寄 (高圧タービンへ)
蒸 気 循 環 系 統			
13	飽和蒸気管	32	再熱蒸気入口 (再熱器入口管寄) (高圧タービンヨリ)
14	前部ケーシ側壁上部管寄	33	再熱器管
15	前部ケーシ側壁管	34	再熱器出口管寄 (低圧タービンへ)
16	前部ケーシ側壁下部管寄		
17	前部ケーシ下部管寄		
18	前部ケーシ底部ケーシ管より前部ケーシ天井ケーシ管		
19	前部ケーシ火炉天井管寄		
		備考	
		—— 給水系統	
		----- 蒸気系統	

第3図 水および蒸気の流動系統

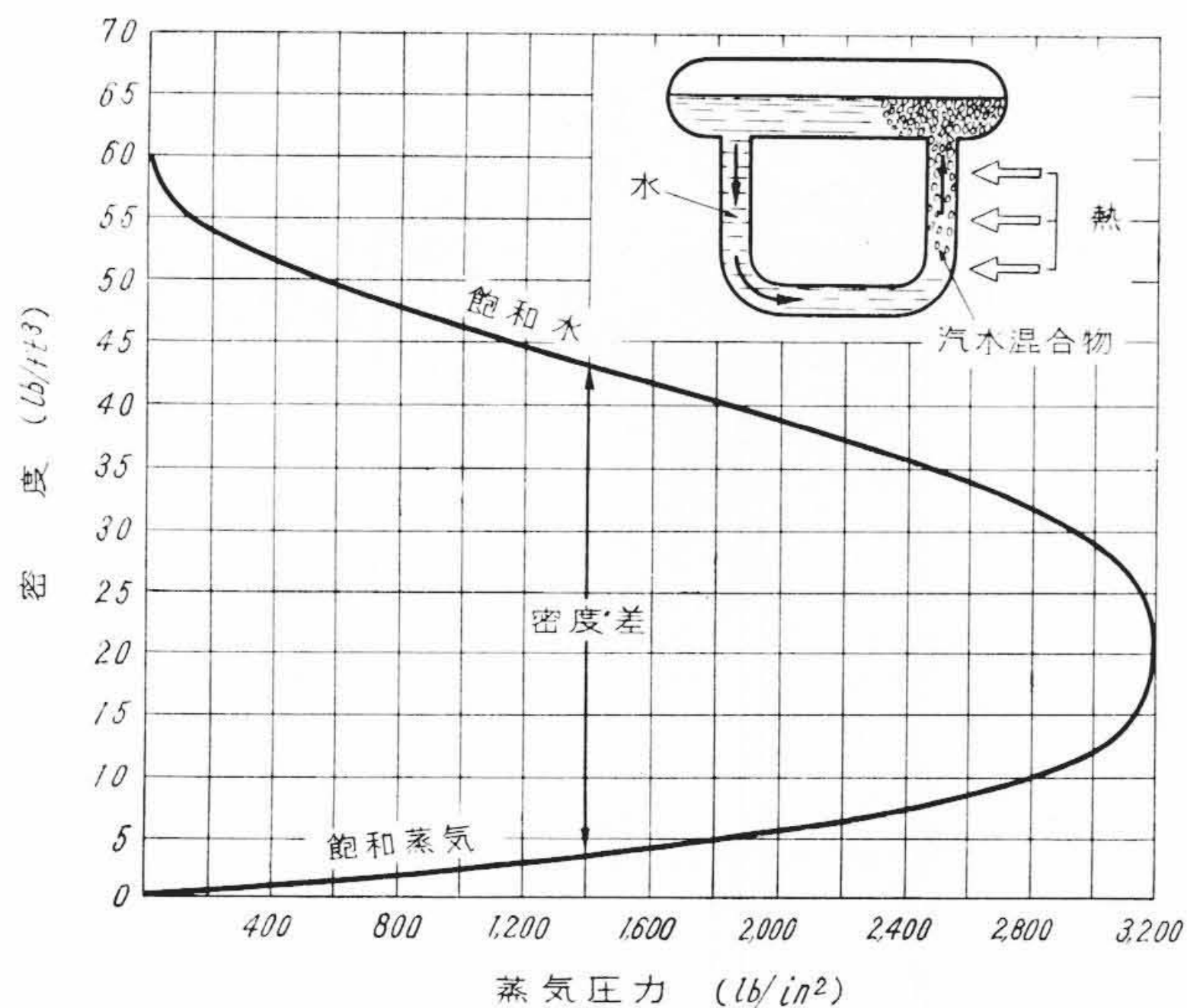
302 Gr. B である。

汽胴内にはサイクロンスチームセパレータ、スチームスクラッパ、シリカ洗浄器、薬液注入管、給水管、安全弁などを設備しているが、これらのうちサイクロンスチームセパレータとシリカ洗浄器について次に述べる。

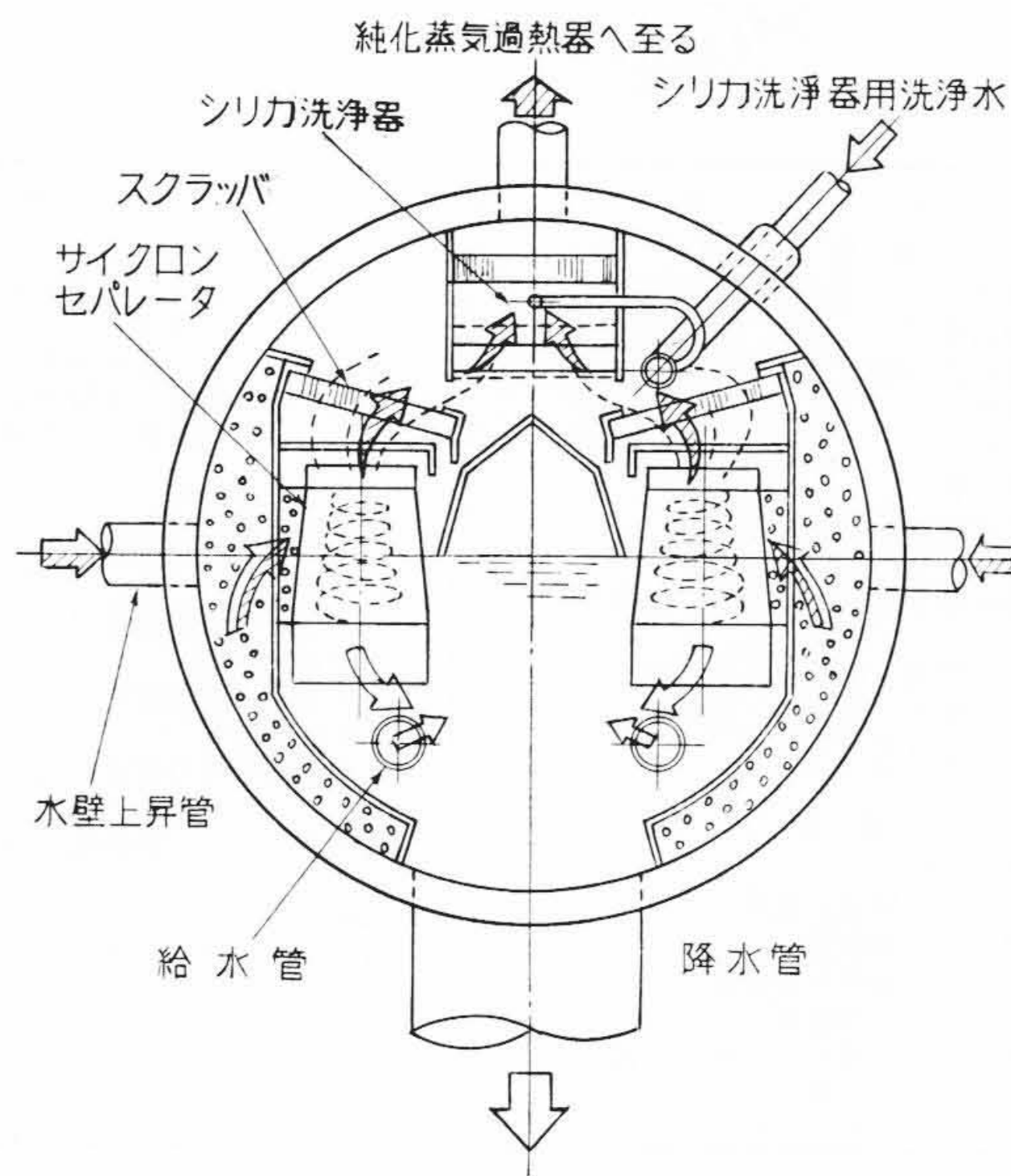
3.2.1 サイクロンスチームセパレータ

本ボイラは汽胴にて $182.8 \text{ kg/cm}^2\text{g}$ という高圧にもかかわらず自然循環方式を採用している。自然循環ボイラでは上昇管と下降管の流体の密度差によるヘッドをできるだけ大きくとることによって、より大きな循環力をうるのが好ましいが、第4図に示すようにボイラ圧力が高くなるにしたがって、水と蒸気の密度差が少なくなって循環力が減少してくる。したがって汽胴にて水と蒸気を完全に分離することによって下降管中に蒸気が入らないようにすることは、循環力を大きくする上にきわめて重要なことである。第5図は本ボイラに使用したサイクロンスチームセパレータで、蒸気と水の分離効率はほとんど 100% に近いので降水管中に蒸気は入らず高い循環力が得られる。このように高圧ボイラで自然循環方式を採用しうるのも、サイクロンスチームセパレータの優秀な分離効率によるところ大である。

サイクロンスチームセパレータは上昇管から出てくる汽水混合



第 4 図 水と蒸気の比重差



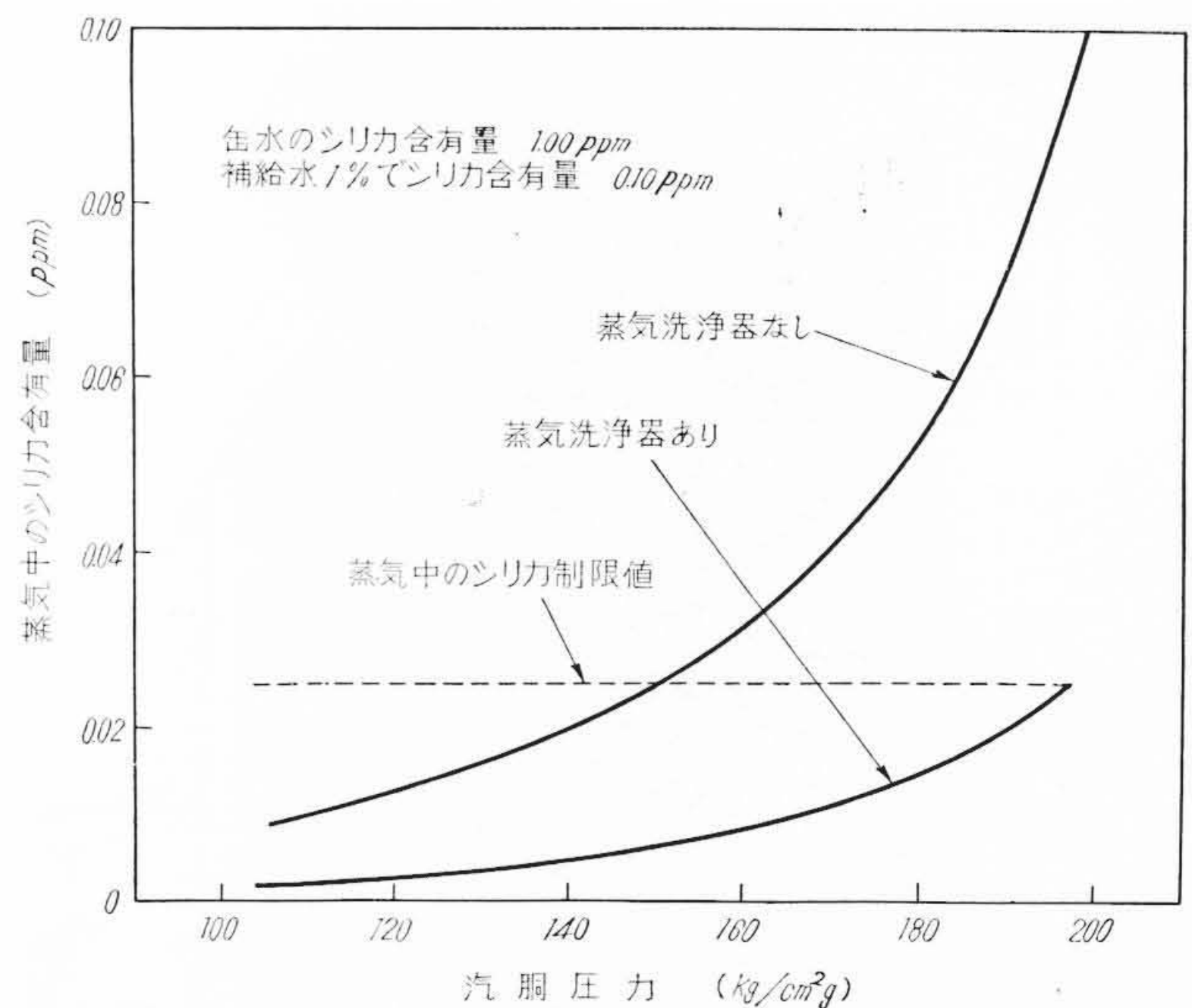
第 5 図 汽胴内部装置

物がサイクロン内における旋回によって生ずる蒸気と水の遠心力の差により両者を分離するものであり、構造、原理ともに単純であるが、その性能はきわめて優秀で他の追従をゆるさないもので、大形および中形の放射形 B & W ボイラに広く採用されている。サイクロンスチームセパレータ 1 個の処理容量は、その大きさ、蒸気圧力、そのほかの設計条件によって異なるが、本ボイラではサイズ 11½" のものを 88 個使用している。

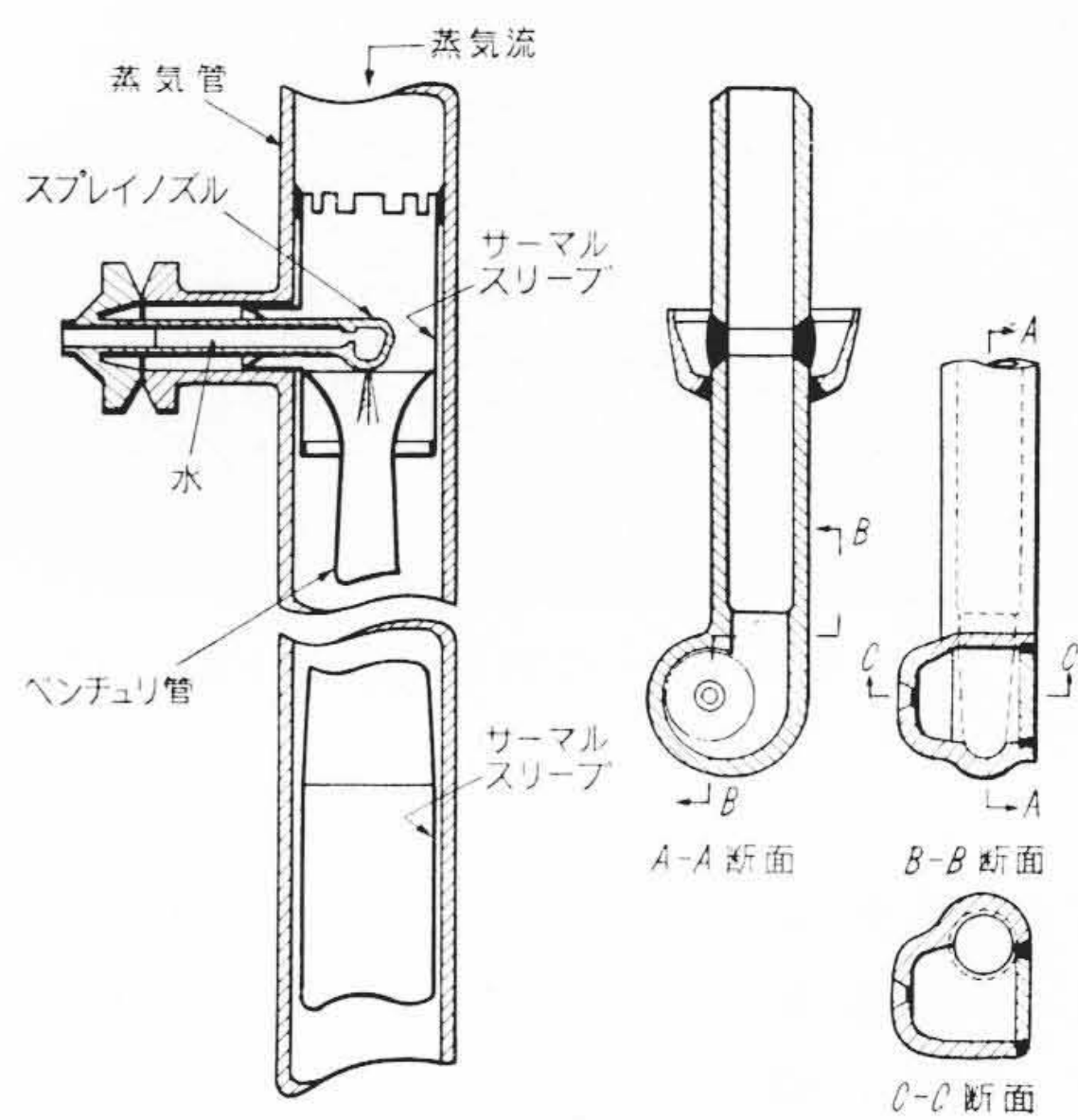
サイクロンスチームセパレータは汽胴水面の変動量がかなり大きくてもその分離性能が低下しないので、負荷変動による水面の上下変位に際しても有効にその目的を達することができる。

3.2.2 シリカ洗浄器

運転圧力が高くなるにしたがって、低圧ボイラではあまり重要視されなかったシリカの影響が問題になる。蒸気中に気化するシリカの量が増すとタービン翼にこれが付着して効率を低下させ、トラブルの原因となることがあるが、本ボイラの運転圧力では蒸気中のシリカの量が 0.025 ppm 以下ならばなんら支障を起さないことが、運転経験上知られている。蒸気中に気化するシリカの量は罐水中のシリカ含有量と蒸気圧力によって変化し、運転圧力 182.8atg では蒸気中のシリカと罐水中のシリカの割合は約 0.055 程度と推定される。このことから蒸気中のシリカの量を 0.025 p.p.m



第 6 図 シリカ洗浄器の効果



第 7 図 スプレー式アテンペレータ

に制限した場合の罐水中のシリカ許容量は 0.45 p. p. m 程度となる。

第 5 図中のシリカ洗浄器は蒸気中に気化するシリカを洗浄するもので、給水の一部を洗浄水として使用し、小さな噴口から汽胴頂部のスクラッパ中に蒸気流と反対方向に噴霧させることによって、その目的を達成するのであるが、この方法はサイクロンスチームセパレータと同様に、簡単にしてその効果が大きい。

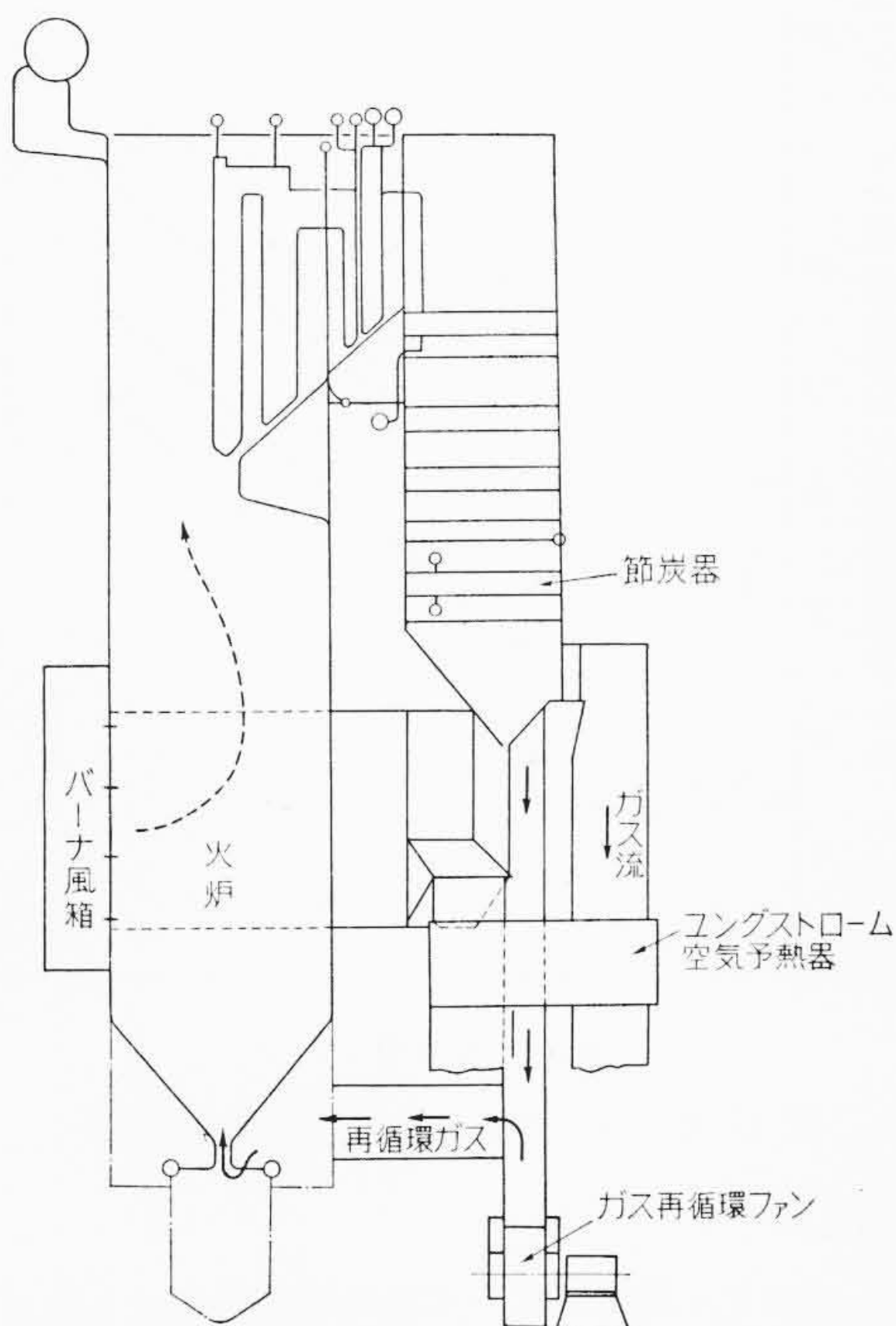
第 6 図はこのシリカ洗浄器の効果を示すもので、圧力 182.8 atg 程度ではシリカ洗浄器のある場合とない場合では蒸気中のシリカの量は約 1/4 程度になっていることがわかる。

3.3 過熱器および再熱器

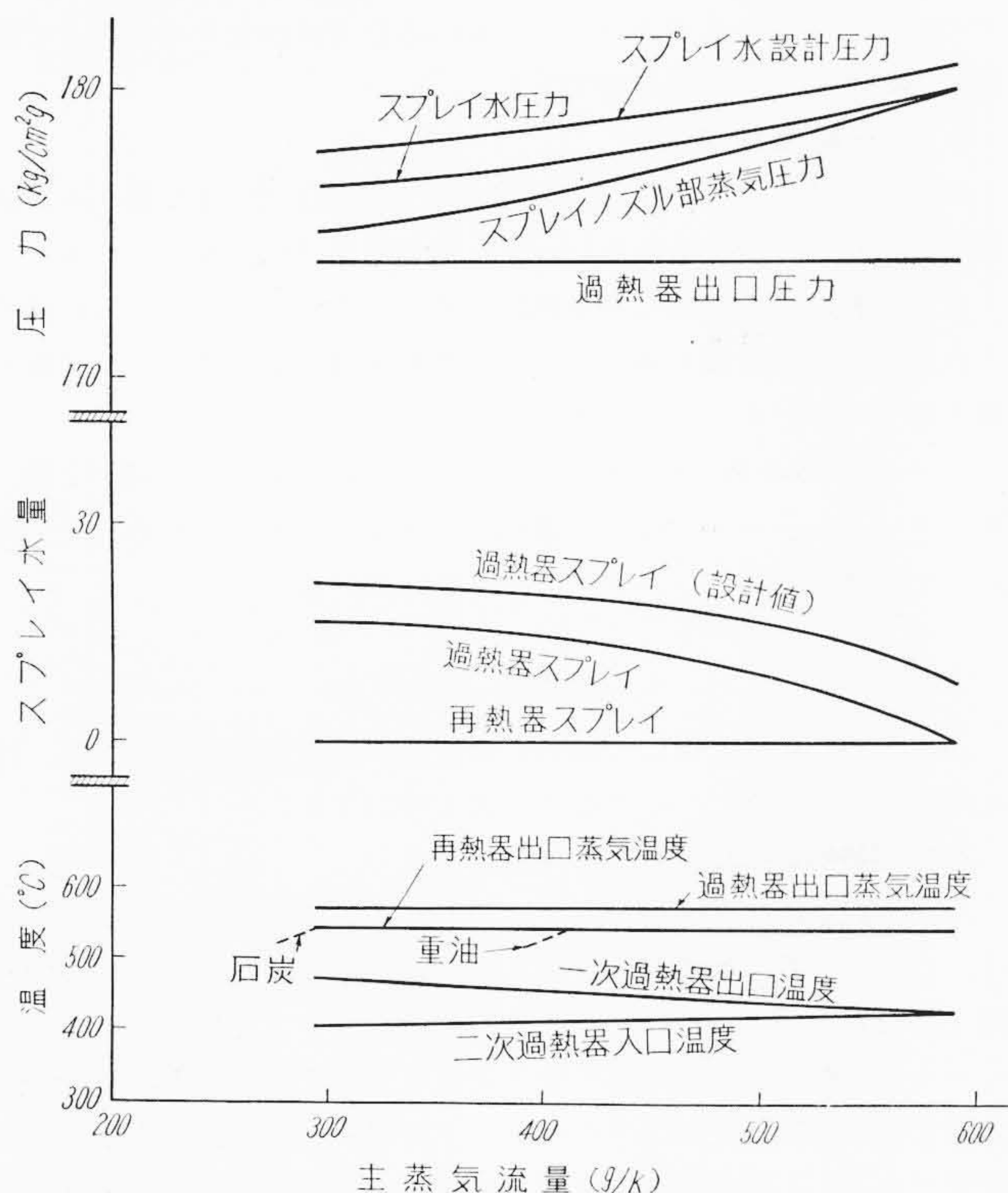
ボイラがこのような高温になると過熱器、再熱器で吸収する熱量が、ボイラ全体で吸収する熱量に比較してかなり大きくなり、本ボイラでは過熱器で約 38%、再熱器で約 13.5% の熱を吸収するので蒸気温度の制御もいっそうむずかしくなると同時に重要になってくる。

過熱器および再熱器の蒸気温度調整にはガス再循環方式とスプレー式アテンプレータを併用している (第 7, 8 図)。すなわちガス再循環方式では節炭器出口の燃焼ガスの一部を火炉底部に送入することにより、過熱器、再熱器を通るガス量を増すことによって低負荷時にそれらの温度を上昇させる方法である。

スプレー式アテンプレータは逆に蒸気温度が規定値を越えた場合に、一次過熱器と二次過熱器の連絡管中に給水の一部を噴霧して減



第8図 ガス再循環方式説明図

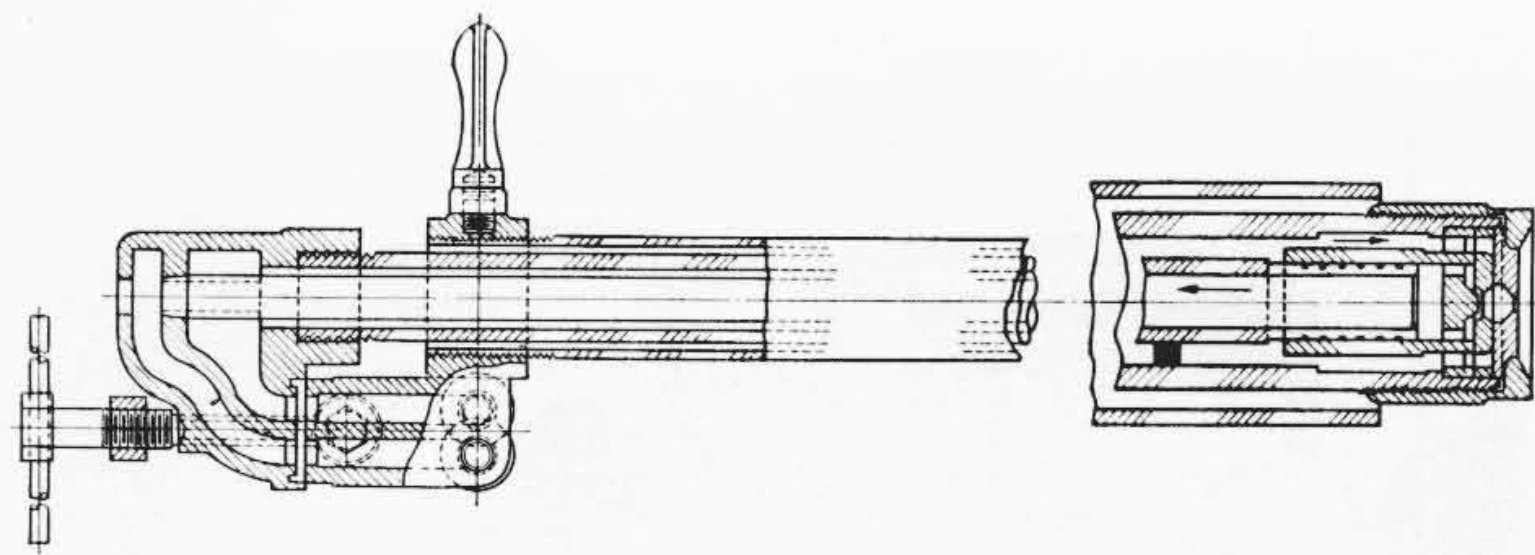


第9図 過熱蒸気温度の制御特性

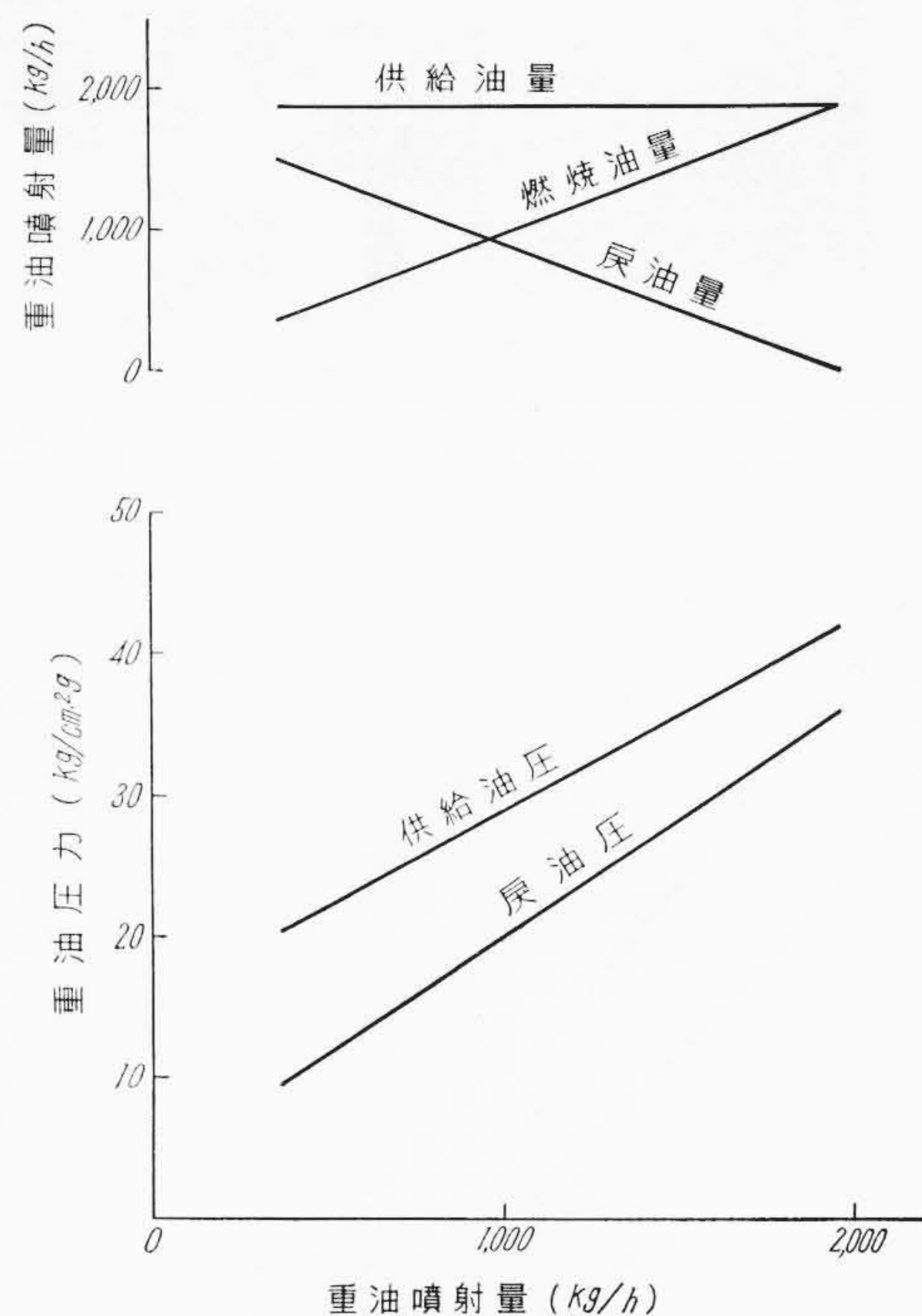
温させるのであるが、噴口には特殊な形状を採用しているので微粒化の状態が良好である。

このようにして石炭専焼で50%以上、重油専焼で70%以上の負荷において過熱蒸気温度を $571 \pm 5.6^\circ\text{C}$ 再熱蒸気温度を $543 \pm 5.6^\circ\text{C}$ に調整しうるのであるが、これらの制御がすべて自動制御によることはいうまでもない。

主として対流によって吸熱する過熱器では負荷の低下にしたがって蒸気温度は低下するが、放射によって熱吸収する過熱器では逆に負荷の低下にしたがって上昇する傾向にあるが、本ボイラでは火炉に面したところに一部分プラトン形の放射過熱器を設けているの



第10図 B&W ワイドレンジリターンフローバーナ構造図



第11図 B&W ワイドレンジリターンフローバーナ特性曲線

で、この両者を組合わせたことになる。過熱器、再熱器の吸収熱量の割合が大きくなるにしたがって、放射形過熱器の占める割合も次第に大きくなっていく。

第9図は蒸気温度の制御特性を示している。

3.4 節炭器および空気予熱器

節炭器にはスペースファクタのよいショートベンドマルチループ形を採用している。

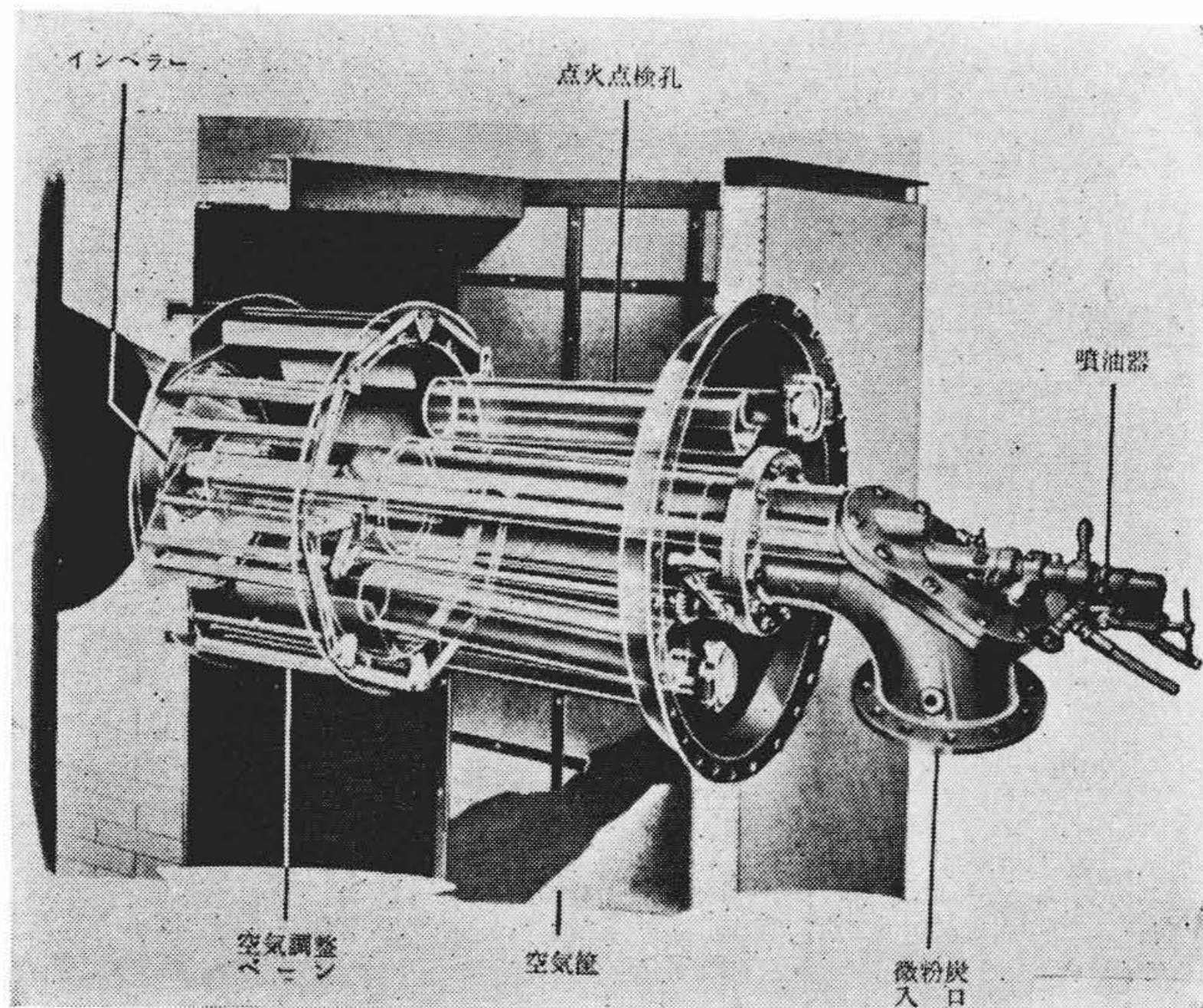
本ボイラでは給水温度もかなり高くなっているため、煙道ガス中の SO_3 による腐食はほとんど皆無で、この問題はもっぱら空気予熱器のみに限定されると考えてよい。

空気予熱器はユングストローム形を二基採用したが、低温部で SO_3 が凝縮した水分中に溶解することによって生ずる硫酸による腐食をさけるために、耐食性の強いコーテン材料を使用し、さらに低負荷時に温度が低下するのを防ぐために、蒸気式空気予熱器をユングストローム空気予熱器の空気入口に設置した。

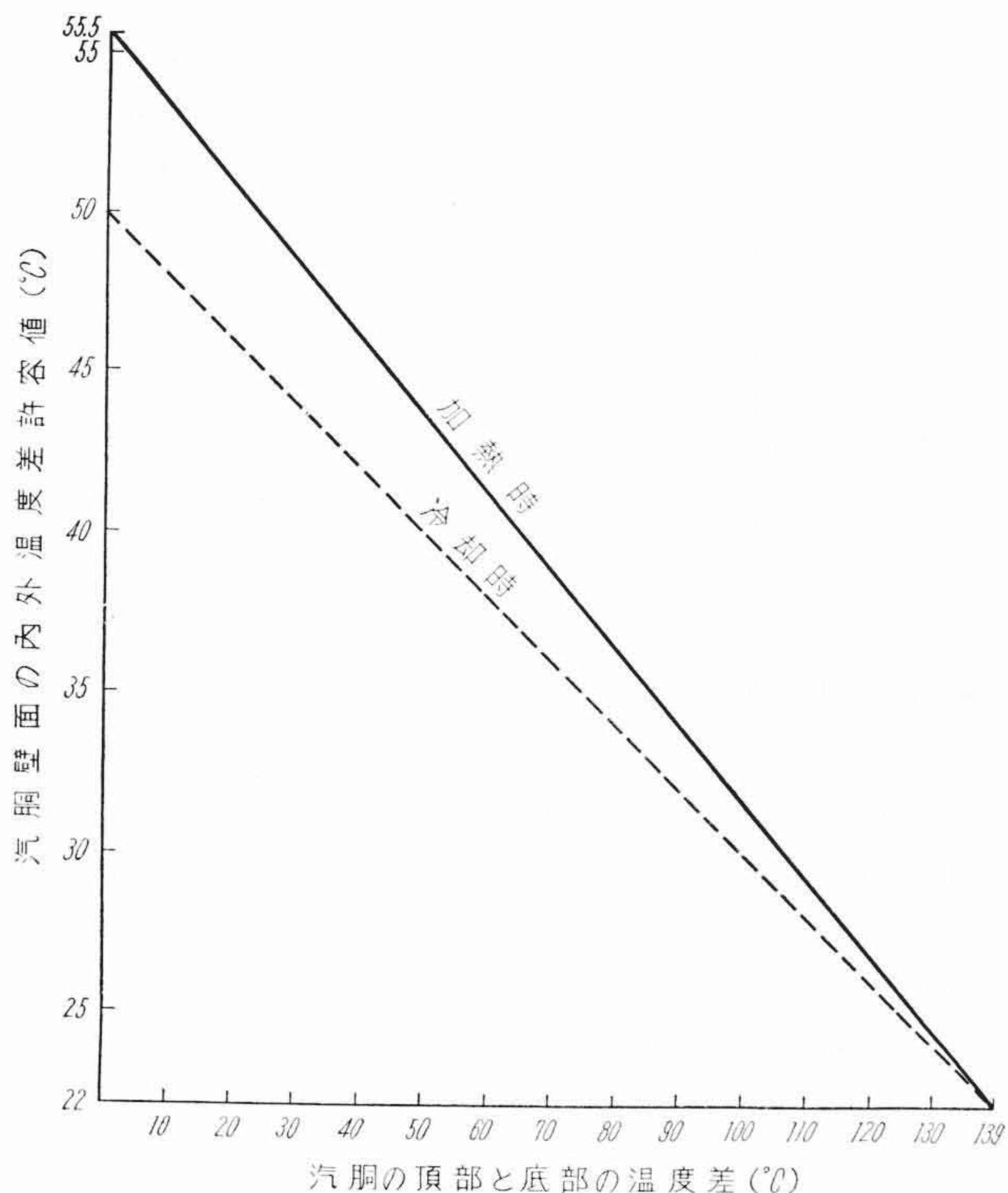
蒸気式空気予熱器にはフィン付チューブを使用して伝熱効果を大きくした。使用蒸気は再熱タービンの抽気を使用した。

3.5 重油燃焼装置

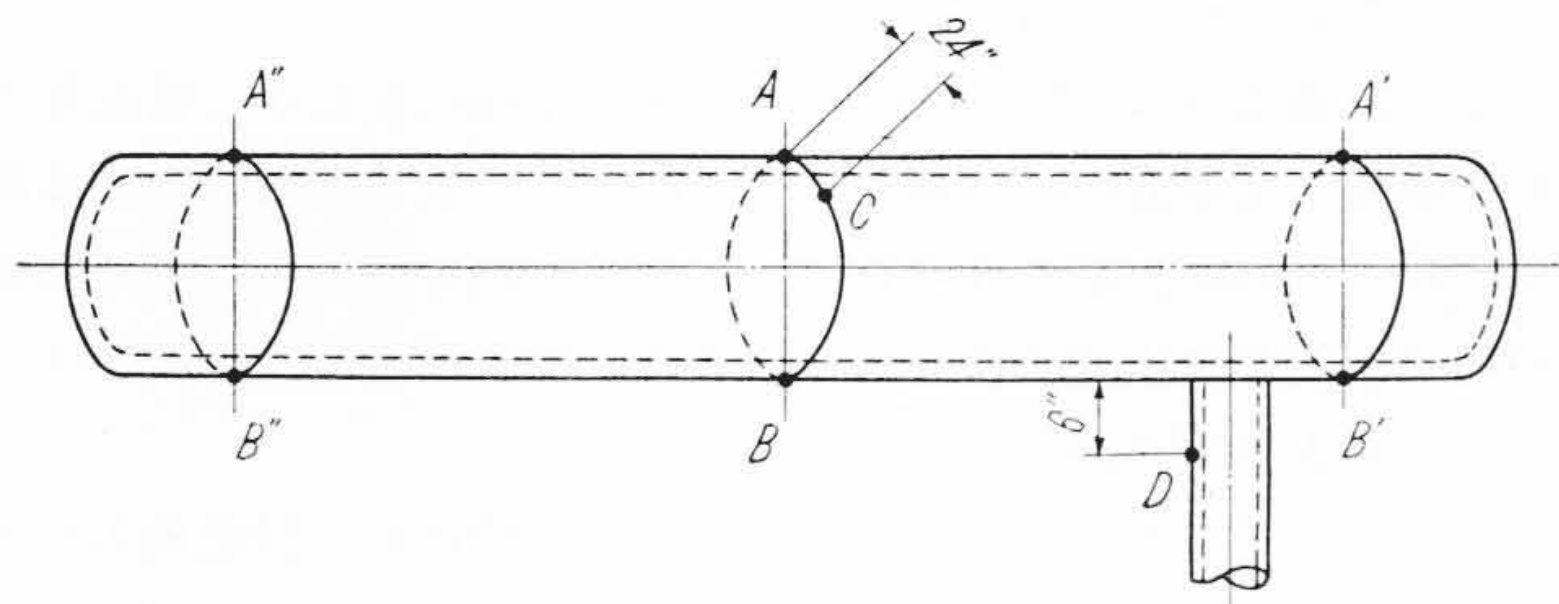
第10図は本ボイラに採用した B&W ワイドレンジリターンフローバーナを示すもので、重油は内外筒の間隔を通過して、スプレーヤープレートの接線みぞにより施回運動を起しながら微細な噴霧状態となって炉内に噴射されるので、燃焼状態はきわめて良好で未燃損失はまったくない。燃焼油量はもどり管に設けた自動油量調整弁によりもどり油を制御することによって調整する。したがってこのバーナで燃焼する油の量の多寡にかかわらず、接線みぞを通る油量



第 12 図 B & W サーキュラーバーナ



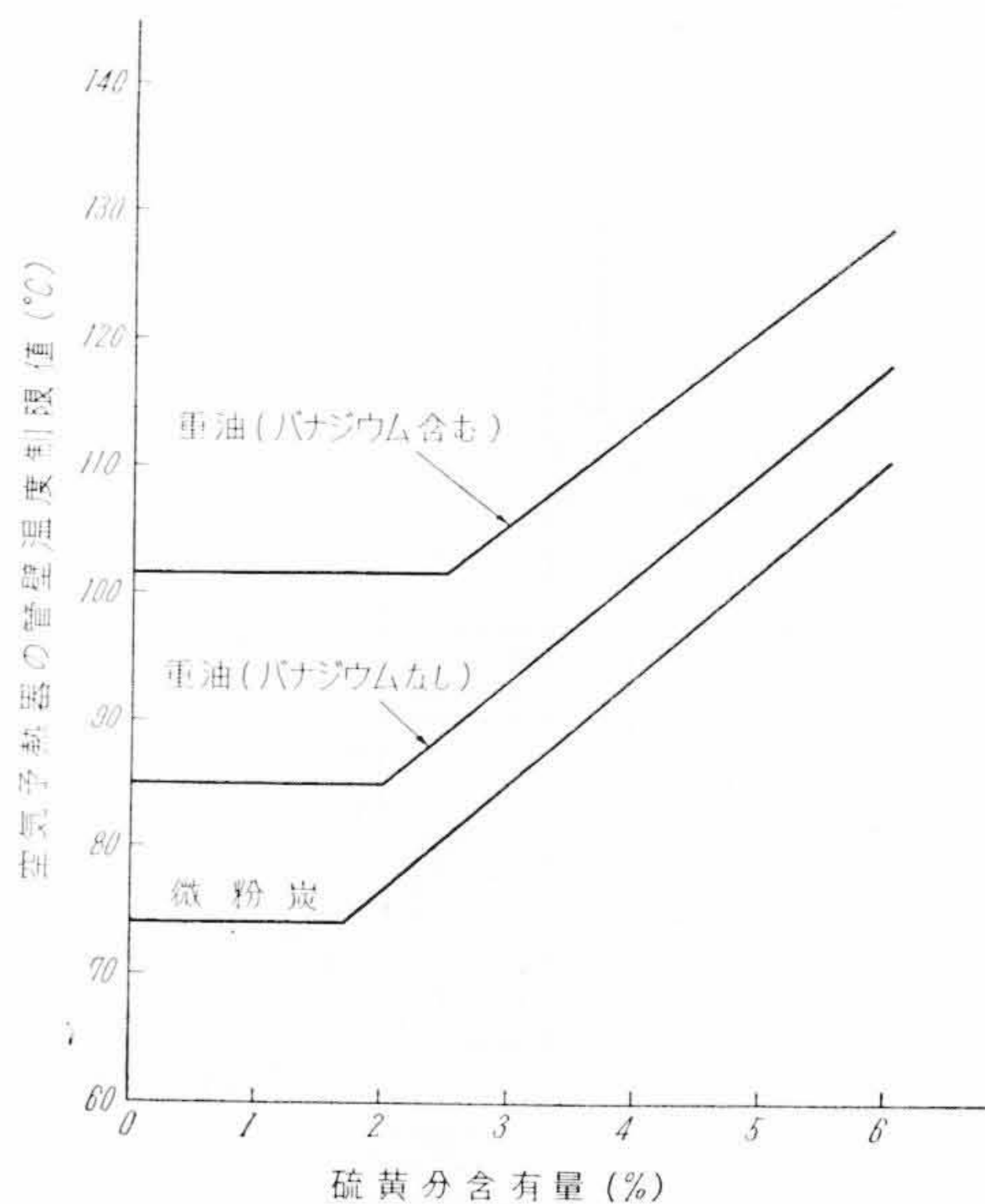
第 13 図 汽胴壁面温度差制限値



第 14 図 汽胴壁面温度測定点

が常に一定となるので、旋回室に生ずる旋回力が低下することなく、広範囲の負荷変動にも良好な燃焼が得られる。

このバーナの特性曲線を第 11 図に示す。バーナの設計最大燃焼油量は供給油圧 42.2 kg/cm²g のとき 1,880 kg/h で、そのときのもどり油圧力は約 36 kg/cm²であり、最小燃焼油量は供給油圧約 20 kg/cm²g のとき 364 kg/h で、その時のもどり油圧力は約 9.5 kg/



第 15 図 空気予熱器の管壁温度制限値

cm²g となっており、燃焼油量の調整範囲は約 5:1 となっている。

起動の際は点火用バーナで電気火花によって着火するが、本ボイラではそのほかに起動用として B & W Y ジェットエアーアトマイザのバーナ 6 組を有するので、必要に応じてはかなりの負荷まで軽油を燃焼させることも可能である。

3.6 石炭燃焼装置

石炭粉砕機は B & W EL-70 形 6 台を設置した。EL 形ミルは消費動力が少なく騒音も少ない。また通過空気は圧力をもっており、一次通風機は清浄空気のみを処理する。したがってミル出口に設置された誘引式排炭機の場合のように微粉炭流による摩耗および維持費の増大をさけることができる。

バーナは B & W サーキュラーバーナ 24 組を使用した(第 12 図)。サーキュラーバーナの中心に重油バーナをそう入してあるので、両バーナはきわめてコンパクトにまとまっている。

4. 起動および停止

ボイラの起動および停止あるいは深夜の低負荷運転などの際、特に注意すべき点について以下に若干検討する。

4.1 過熱器および再熱器の保護

ボイラ起動に際して過熱器、再熱器を蒸気が流入していないときは、これらの管の燃焼をさけるために過熱器入口ガス温度が 510°C 以上にならないように、バーナの燃焼量を減少させねばならない。バーナの燃焼量を最小にしても上記温度が保てない場合には、燃焼と消火を短時間ごとにくりかへして上記制限温度を保持することが肝要である。しかし過熱器の管材料が炭素鋼の場合には上記制限温度は 482°C 以下にしなければならない。

4.2 汽胴について

冷蔵あるいは温蔵よりの起動、停止の際、汽胴の飽和温度の変化あるいは水と蒸気の汽胴壁面に対する熱伝達率の差などによって、汽胴壁には温度の不均一を生じ、それによって熱応力が発生して、はなはだしい場合にはこの応力は危険な程度まで大きくなる。したがって汽胴各部に生ずる温度差を制限して、この熱応力を安全な範囲におさえることができれば実際の運転上好ましいことである。第 13, 14 図はこのような汽胴壁面に生ずる不均一な温度差の制限値を示したものである。

第 13 図において汽胴頂部と底部の温度差とは第 14 図の AB, A'B', A''B'' の 6 点のうちで、頂部と底部の最大値と最小値の差

を意味し、汽胴壁面の内外温度差とは B' と D 点の温度差を意味しており、これらの温度を 第 13 図 にプロットしたとき、その点が同図の三角形内にあれば安全なることを示しているのであるが、計器の故障あるいはそのほかの事情によりこれらの温度を計測し得なかった場合には、汽胴の飽和温度変化を 55°C/h 以下になるよう運転すれば、各部の温度差は上記許容範囲内に入ることが経験上知られている。

危急停止、急速起動などの際しばしばこの温度制限値を超過することがあるが、ボイラ保護の観点からこの制限値に対しては特に注意することを望む次第である。

4.3 空気予熱器の腐食

ボイラが大形化するにしたがって熱効率改善による燃料費の節約量が大きくなっていくので、できるだけ排ガス温度をさげることが望まれる。本ボイラでは最大負荷のとき石炭専焼で 142°C、重油専焼で 139°C となっている。燃料中の硫黄分によって生ずる SO₃ が煙道ガスの露点以下の低温部に生ずる水分のなかに溶解して硫酸を生成し、低温部の伝熱部を腐食することが多くの発電所で報告されて

いるが、本ボイラでユングストローム空気予熱器入口に蒸気式空気予熱器を設置して、ユングストローム空気予熱器の入口空気温度を上昇させてメタル温度の上昇をはかっている。なおほかの方法として起動および低負荷時にこの温度を上昇させるために空気予熱器出口の空気の一部を再循環させる方法や、空気の一部をバイパスさせて空気予熱器を通さず、直接バーナへ送る方法なども実施されている。

この硫酸による腐食をさけるための最低メタル温度は燃料の種類によって異なるが、第 15 図 に示す温度を採用すればよい。

5. 結 言

以上に仙台火力発電所用 590 t/h ボイラについて概略述べた。

火力発電所のユニット容量はますます大きくなり、1960 年代の末には世界の最大単機容量は 1,000 MW 近くになるだろうという推定もなされており、われわれはこの技術革新時代にそなえてさらに新技術の開発に努力しなければならないと考える。

日立製作所社員社外講演一覧

(その 1)

(昭和 34 年 7 月受付分)

講演月日	主催者名	演 題	所 属	講 演 者
34. 10. 中旬	電 気 通 信 学 会	熱陰極水銀整流管の電子放射特性に対する不純ガスの影響	茂 原 工 場	北 川 賢 司
34. 10. 16~18	電 気 通 信 学 会	Molten Diffused シリコントランジスタの特性について	中央研究所	佐 藤 興 吾
34. 10. 16~18	電 気 通 信 学 会	トランジスタ同期整流回路の解析 (2)	中央研究所	徳 山 文 之
34. 10. 16~18	電 気 通 信 学 会	Molten Diffused Transistor に つ い て	中央研究所	猪 瀬 文 省
			中央研究所	田 内 寺 博
			中央研究所	古 伴 野 正 美
34. 10. 16~18	電 気 通 信 学 会	振幅差形自動平衡計器の改良 (第 2 報)	中央研究所	木 下 敏 雄
34. 10. 16~18	電 気 通 信 学 会	飽和形トランジスタ、フリップ、フロップの直流解析	中央研究所	大 矢 雄 一 郎
34. 10. 16~18	電 気 通 信 学 会	反射形クライストロンの電子流について	中央研究所	佐 藤 敦
34. 10. 16~18	電 気 通 信 学 会	トランジスタを結合して等価 3 極管について	中央研究所	阿 部 善 右 門
			中央研究所	永 田 良 雄
34. 10. 16~18	電 気 通 信 学 会	磁 気 ド ラ ム の 分 析 能 に つ い て	茂 原 工 場 (電々公社通研)	永 村 田 井 良 雄
			戸 塚 工 場 (電々公社通研)	荒 川 又 塚 正 晃
34. 10. 16~18	電 気 通 信 学 会	インパルス中継用リレーのインパルス特性	戸 塚 工 場	鈴 田 木 弘 也
			戸 塚 工 場	田 島 喜 平 太
34. 10. 16~18	電 気 通 信 学 会	全 ト ラ ン ジ ス タ 化 数 値 制 御 指 令	戸 塚 工 場	不 破 康 博
34. 10. 16~18	電 気 通 信 学 会	パラメترون発振動作点と電力、余裕度の関係	戸 塚 工 場	二 見 二 迪 郎
34. 10. 16~18	電 気 通 信 学 会	トランジスタによるジャイレータの構成について	戸 塚 工 場	徳 西 永 口 夫
34. 10. 16~18	電 気 通 信 学 会	チャッタの基本特性に関する一考察	戸 塚 工 場	西 田 島 口 興
34. 10. 16~18	電 気 通 信 学 会	接点スプリング衝突振動の近似解法	戸 塚 工 場	西 田 島 口 興
34. 10. 16~18	電 気 通 信 学 会	水晶振動子を利用したリレー放電管 (第 2 報)	戸 塚 工 場	西 田 島 口 興
34. 10. 16~18	電 気 通 信 学 会	有 極 リ レ ー に 関 す る 一 考 察	戸 塚 工 場	西 田 島 口 興
			戸 塚 工 場	森 山 篤 志
34. 10. 16~18	電 気 通 信 学 会	接点開離時放電に及ぼす接点間容量の効果	戸 塚 工 場	森 山 篤 志
34. 10. 16~18	電 気 通 信 学 会	磁 心 記 憶 装 置 の 試 験	戸 塚 工 場	森 山 篤 志
			中央研究所	三 大 真 安 井 立
			中央研究所	大 真 安 井 立
			中央研究所	安 井 立
			中央研究所	島 田 正 秀
34. 10. 16~18	電 気 通 信 学 会	試 作 磁 心 記 憶 装 置 に つ い て	中央研究所	真 高 島 田 西 田 藤 田 谷 波
			中央研究所	真 高 島 田 西 田 藤 田 谷 波
			中央研究所	真 高 島 田 西 田 藤 田 谷 波
			中央研究所	真 高 島 田 西 田 藤 田 谷 波
			中央研究所	真 高 島 田 西 田 藤 田 谷 波
			中央研究所	真 高 島 田 西 田 藤 田 谷 波
			中央研究所	真 高 島 田 西 田 藤 田 谷 波
34. 10. 16~18	電 気 通 信 学 会	電気接点の研究 (第 2 報、接点の火花エネルギーと消耗量の関係)	中央研究所	武 南 谷 波 良 栄

(次頁につづく)

日立製作所社員社外講演一覧

(その2)

(前頁よりつづく)

(昭和34年7月受付分)

講演月日	主催者名	演 題	所 属	講 演 者
34.10.16~18	電気通信学会	走査識別回路の高速化	戸塚工場 戸塚工場	渡横 辺 順 平 山 田 善 介 伴 本 美 杉 野 充 光 田 石 充 杉 田 野 充 伴 野 石 美 光 野 石 国 田 石 内 省 古 徳 伴 博 徳 伴 山 野 巍 大 村 正 一郎 成 田 田 一小 光 石 石 二 岡 野 野 知 森 戸 寛 大 村 戸 望 中 島 郎 津 島 雄 渡 山 斉 百 々 宏 鹿 毛 郎 太 組 量 山 根 健 児 三 根 幹 也 北 上 五 男 米 川 公 大 田 登 石 朝 男
34.10.8~12 34.10.8	日本物理学会 日本物理学会	水素プラズマの分光学的温度測定 ゲルマニウム再結晶層の欠陥構造	中央研究所 中央研究所 中央研究所 中央研究所	渡横 山 伴 杉 光 杉 伴 光 田 古 徳 伴
34.10.8	日本物理学会	ゲルマニウム再結晶の成長模様	中央研究所 中央研究所 中央研究所 中央研究所	渡横 山 伴 杉 光 杉 伴 光 田 古 徳 伴
34.10.8	日本物理学会	Molten Diffused ト ラ ン ジ ス タ	中央研究所 中央研究所	渡横 山 伴 杉 光 杉 伴 光 田 古 徳 伴
34.10.8	日本物理学会	インジウム薄層を合金したゲルマニウム Pn 接合の逆特性	中央研究所	渡横 山 伴 杉 光 杉 伴 光 田 古 徳 伴
34.10.8~12 34.10.8~12	日本物理学会 日本物理学会	質量分析計による仕事関数の測定 三回対称の結晶場中の Mn^{++} のエネルギー準位	中央研究所 中央研究所 中央研究所	渡横 山 伴 杉 光 杉 伴 光 田 古 徳 伴
34.10.8~12 34.10.8~12	日本物理学会 日本物理学会	E.P.M.A. における電子スポット径の測定 表面電離法による同位体存在比の測定	中央研究所 中央研究所 中央研究所 中央研究所 中央研究所 中央研究所	渡横 山 伴 杉 光 杉 伴 光 田 古 徳 伴
34.10.8~12 34.10.8~12 34.10.8~12	日本物理学会 日本物理学会 日本物理学会	金属膜による25kV電子のエネルギー損失 ビーム入射サイクロトロン共鳴装置 高い α 線バックグラウンド中における BF_3 比例計数管の特性の変化	中央研究所 中央研究所 中央研究所 中央研究所 中央研究所	渡横 山 伴 杉 光 杉 伴 光 田 古 徳 伴
34.10.8~12 34.10.8~12	日本物理学会 日本物理学会	混合気体の放電特性 フェライトの初導磁率と抗磁場の関係	中央研究所 中央研究所 中央研究所 中央研究所	渡横 山 伴 杉 光 杉 伴 光 田 古 徳 伴
34.11.17~19	応用物理学会ほか 4学会	水車調速機常数の最適値設定について	日立工場	渡横 山 伴 杉 光 杉 伴 光 田 古 徳 伴
34.10.14~16	応用物理学会	Li, Ca, Sr, Al, Zn, Sn, La, Mo, W, V, Ti, Th, Pb を1成分とするサーミスタ材料	中央研究所	渡横 山 伴 杉 光 杉 伴 光 田 古 徳 伴
34.10.14~16	応用物理学会	サーミスタ風速計の試作(Ⅱ)直読形の温度補償について	中央研究所	渡横 山 伴 杉 光 杉 伴 光 田 古 徳 伴
34.12.12 34.10.15~17 34.10.15~17	日本機械学会 日本機械学会 日本機械学会	非線形性の活用 アナログ計算機による歯車動荷重の計算 むだ時間を含む近似非線形最適制御系のアナログ計算機による検討	中央研究所 中央研究所 中央研究所	渡横 山 伴 杉 光 杉 伴 光 田 古 徳 伴
34.10.15~17 34.11.3~5	日本機械学会 日本金属学会	2つのローラーがころがる場合の潤滑油膜について Exfraction Replica 法による Cu-Cr-Ti 合金の析出に関する研究(第2報) Exfraction Replica 法による析出物の電子回折	中央研究所 中央研究所 中央研究所	渡横 山 伴 杉 光 杉 伴 光 田 古 徳 伴
34.11.3~5 34.11.3~5	日本金属学会 日本金属学会	クロム銅を基とした銅合金について Exfraction Replica 法による Cu-Cr-Ti 合金の析出に関する研究(第1報)時効にともなう組織変化と析出物のX線回折	中央研究所 中央研究所 中央研究所	渡横 山 伴 杉 光 杉 伴 光 田 古 徳 伴
34.9.24~26 34.7.22~23 34.11.18~19	日本分析化学会 日本心理学会 自動制御研究会その他	質量二重像の定量性について クロマティック、アダプテーションの研究 むだ時間を含む系の近似非線形最適制御	中央研究所 中央研究所 中央研究所	渡横 山 伴 杉 光 杉 伴 光 田 古 徳 伴
34.11.18~19	自動制御研究会その他	チョッパ回路の伝達関数	中央研究所	渡横 山 伴 杉 光 杉 伴 光 田 古 徳 伴
34.11.18~19	自動制御研究会その他	ケミカルレアクタの安定条件について	中央研究所	渡横 山 伴 杉 光 杉 伴 光 田 古 徳 伴
34.11.18~19	自動制御研究会その他	数値制御装置 HIDAM-401 の試作	中央研究所	渡横 山 伴 杉 光 杉 伴 光 田 古 徳 伴
34.11.18~19	自動制御研究会その他	磁気的フリップ、フロップの検討	日立研究所	渡横 山 伴 杉 光 杉 伴 光 田 古 徳 伴
34.11.18~19	自動制御研究会その他	静止レオナードの制動抵抗による減速の解析	日立研究所	渡横 山 伴 杉 光 杉 伴 光 田 古 徳 伴
34.11.18~19	自動制御研究会その他	磁気論理要素を用いた加算演算器	日立研究所	渡横 山 伴 杉 光 杉 伴 光 田 古 徳 伴
34.11.18~19	自動制御研究会その他	水火併用の電力系統経済負荷配分制御装置について	日立研究所	渡横 山 伴 杉 光 杉 伴 光 田 古 徳 伴
34.11.17~19	自動制御研究会その他	分塊圧延機の自動制御	日立工場	渡横 山 伴 杉 光 杉 伴 光 田 古 徳 伴
34.10.10~11	鋳物協会	球状黒鉛鋳鉄における“メッキ脆性”現象	中央研究所 亀有工場	渡横 山 伴 杉 光 杉 伴 光 田 古 徳 伴
34.8.3	日本資材管理者協会	機械工業における資材事務機械化について	亀戸工場	渡横 山 伴 杉 光 杉 伴 光 田 古 徳 伴

(第26頁につづく)