

関西電力株式会社尼崎第三発電所納

530 t/h 自然循環ボイラについて

530t/h Natural Circulation Boiler for Amagasaki No.3 Thermal Power Station,
Kansai Electric Power Co., Inc.

朝倉英二* 岩田弘*

Eiji Asakura Hiroshi Iwata

内 容 梗 概

関西電力株式会社尼崎第三発電所には第1,2号缶として530 t/h ボイラ2缶が納入され、高稼働率、高効率にて運転中である。本ボイラは実績の多い自然循環形であるが、重油専焼、強圧通風方式のもので、随所に最新の計画が採り入れられている。第1号缶は約7箇月の重油専焼運転の後、電力業界注目の原油専焼に切り換えられ、約1箇年あまり好調に運転中である。ここに本ボイラ設備の計画、構造の概要とあわせ原油専焼として特に考慮が払われた点について紹介する。

1. 緒 言

関西電力株式会社尼崎第三発電所に納入された530 t/h の第1, 2号缶（それぞれ156 MW 用）は重油専焼ボイラとして最新の技術を採り入れ、また国内に数多く実績をもつB & W 自然循環形ボイラの特長をいかして設計されたものである。第1号缶は昭和38年1月、第2号缶は同年5月、あいついで営業運転にはいり、現在まで事故なく好調に運転を継続している。

以下章を追って述べるように、各所に重油専焼に対する細心の注意が払われているが、第1号缶では昭和38年8月より原油専焼が行なわれており、原油を取り扱うにあたり種々の考慮が払われた設備も多く、これらの計画および設備の特長の概要を紹介する。

2. 計 画 概 要

本ボイラは最大連続蒸発量530 t/h の屋内式重油専焼ボイラであり、効率の向上、補機動力の低減および重油専焼に起因する障害の防止の目的から強圧通風方式を採用している。ボイラの計画仕様は第1表に、また計画燃料の仕様は第2表に示すとおりである。

3. ボイラの構造

本ボイラの側断面を第1図に示す。大略的には従来の同種、同仕様のボイラと大差はないが、細部においては以下に述べるように細心の考慮が払われている。

3.1 ド ラ ム

ドラムは自然循環ボイラでは缶水の循環、汽水の分離を効果的に行なうことが最も重要であり、この目的のためにいわゆる内部装置を設け、さらに安全弁、水面計など、各種付属品を取り付けている。本ドラムは高圧高温大容量なので、高抗張力鋼（ASTM-A-302B 相当材）を使用した内径1,676 mm、肉厚151 mm、長さ17,816 mm の全溶接構造である。

内部には、すでにその優秀性を認められている高性能のパブコック式サイクロン形汽水分離装置、スクラバおよびシリカ洗浄装置を装備している。また急速起動時の最も重要な要素であるドラム温度の均一化をはかり、各部の温度差による熱応力の発生を極力少なくするため、起動時には、ドラム上下部の表面温度ならびに内外壁の温度を測定するなど万全を期している。

3.2 火 炉

火炉はパブコック裸管式ホップボトム形で、重油専焼として計画されている。強圧通風方式であるため、火炉全面は外径62.7 mm

* パブコック日立株式会社呉工場

第1表 ボイラ計画仕様

項 目	単 位	重 油 専 焼		
		50	75	100
負 荷	%			
蒸 発 量	kg/h	265,000	400,000	530,000
再 熱 蒸 気 流 量	kg/h	217,000	324,000	425,780
蒸気圧力（汽 胴）	kg/cm ² g	172.4	177.0	183.0
蒸気圧力（過熱器出口）	kg/cm ² g	170.1	171.8	174.0
蒸気圧力（再熱器入口）	kg/cm ² g	18.6	28.3	37.5
蒸気圧力（再熱器出口）	kg/cm ² g	17.6	26.9	35.6
蒸気温度（過熱器出口）	℃	543	543	543
蒸気温度（再熱器入口）	℃	278	308	337
蒸気温度（再熱器出口）	℃	543	543	543
給水温度（節炭器入口）	℃	227	250	267.8
空気温度（室 温）	℃	20	20	20
汽缶効率				
高位発熱量基準	%	87.30	87.59	87.56
低位発熱量基準	%	92.55	92.85	92.82
重油発熱量				
高 位	kcal/kg	10,000	10,000	10,000
低 位	kcal/kg	9,433	9,433	9,433
重油消費量	kg/h	21,100	30,000	37,520

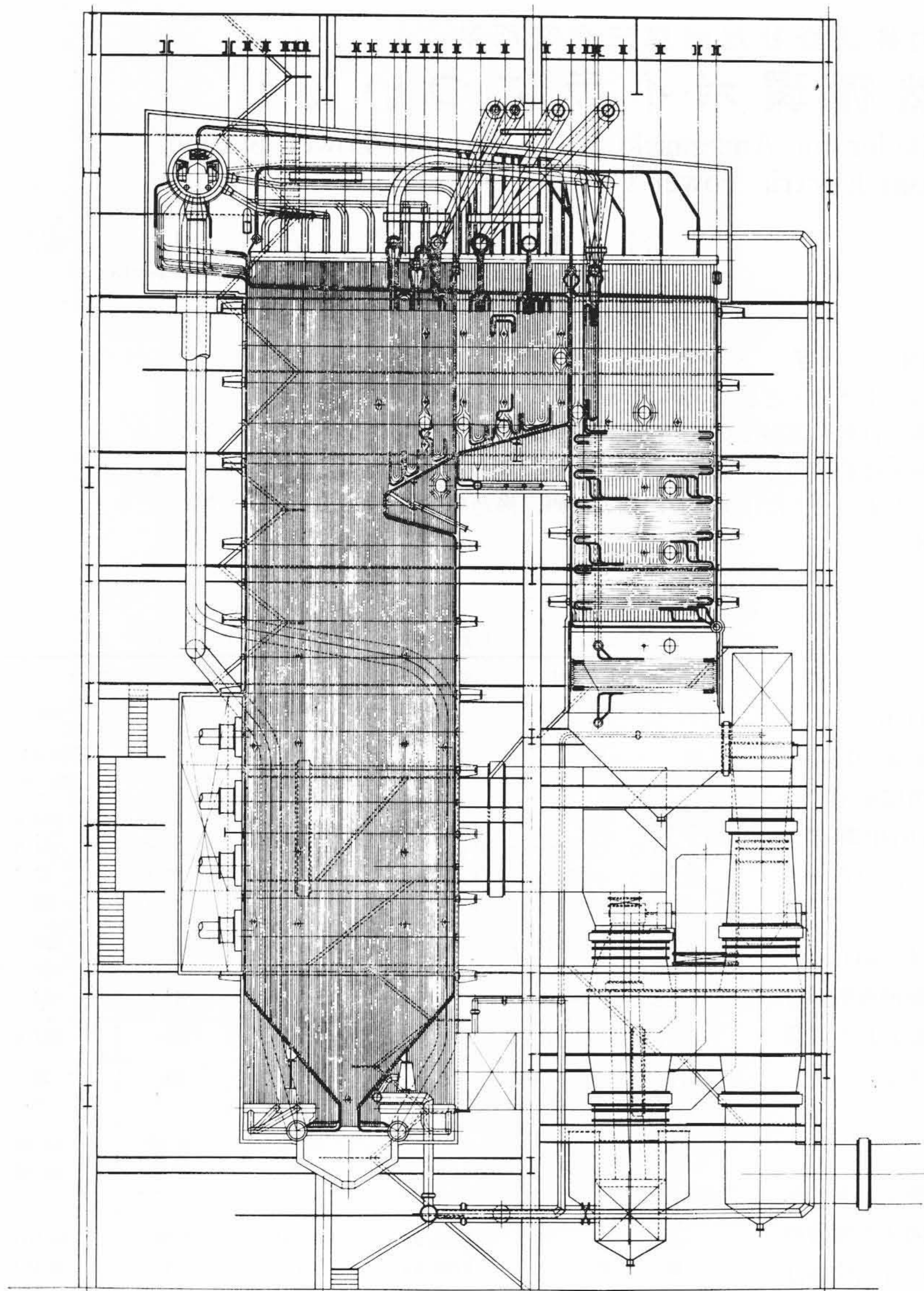
第2表 計画燃料仕様（重油, 原油）

項 目		油 名	C 重 油	カフジ原油
比 重	15/4℃		0.940~0.958	0.881~0.886
総 発 熱 量		Kcal/kg	10,300~10,480	10,360~10,390
粘 度	30℃	RW秒/cs	—	82~97/19~23
粘 度	50℃	RW秒/cs	360~700/90~170	56~60.5/11.3~13
引 火 点		℃	80~120	—15 以下
流 動 点		℃	—10~+10	—15 以下
硫 黄 分		重量 %	2.2~3.0	2.75~2.89
バナジウム分 (V ₂ O ₅)		PPm	30~200	58~83
残 留 炭 素		重量 %	8~11	7.52~8.47
灰 分		重量 %	0.001~0.015	0.012~0.014
水 分		体積 %	trace~0.30	trace
蒸 気 圧 (40℃)		kg/cm ²	—	0.495~0.532

のタンゼント・ペアチューブ式水冷壁で構成され、この水冷壁の変形を防止するため、強力なタイチャンネルとバックステーにより補強されている。また内部ケーシングと水壁との間には、キャスト材を充てんし、さらに保温材を取り付けて、外部ケーシングで保護する二重ケーシング方式を採用し、強圧通風式によるリーケージを防止している。

前壁には16本のバーナに対する開口を設け、後壁には火炉内の燃焼状況を監視するため輝度検出用計器を取り付けている。

ボイラの高さは約40 m あり、ボイラ全体を天井からつり下げて



第1図 530 t/h ボイラ断面図

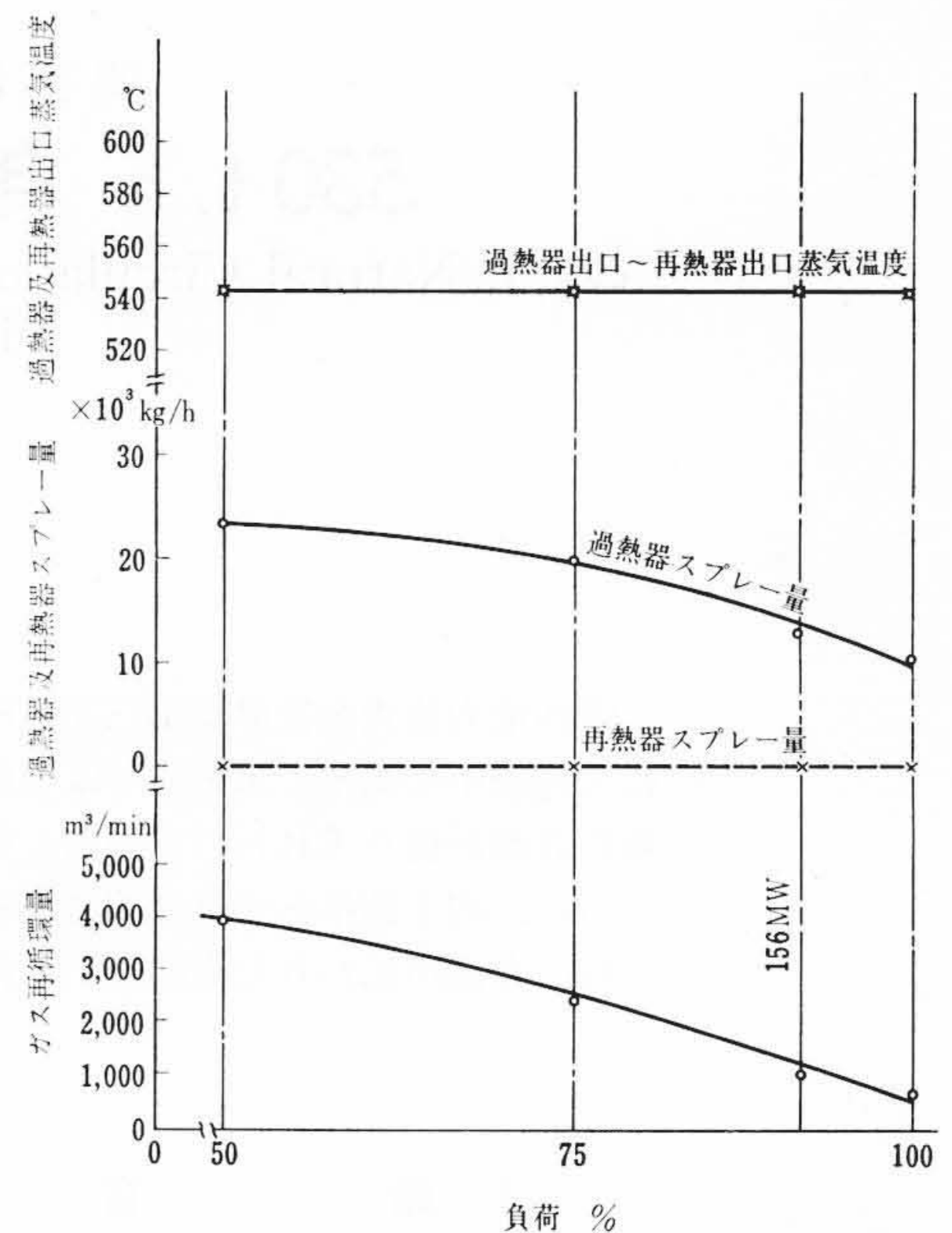
いるので、地震による振れを防止するためにサイスミック・タイを要所に配置している。これは固定された建家鉄骨と起動停止のたびごとに伸縮するボイラとを連結するために、バックステーへの取り付けにピンジョイントを使用した無理のない構造としている。

3.3 過熱器

一次および二次過熱器からなり、重油専焼による障害に対し特に考慮を払っている。二次過熱器においては、プラント効率を向上させるために主蒸気温度を上げてゆくと、管壁温度がバナジウム障害の起こる範囲まで上昇する場合があるが、本ボイラにおいてはいわゆる放射形過熱器を配置せず、また二次過熱器管が火炉からの直接熱放射を受けないよう管の配列を考慮している。さらに過熱器のスペーサの温度の過昇を防ぐため、管ピッチを13 mm以下に押えてスペーサの設計に工夫をこらしている。

3.4 再熱器

再熱器は二次過熱器と一次過熱器の間に直列に配置されており、高温部および低温部より構成されいずれもループ形で懸垂式となっている。管壁温度の過昇を防ぐため、放射熱を多く受けるケージ内空間部に面する個所には蒸気温度の比較的低い部分を配置し、さらに低温部と高温部の間では管径を63.5 mmから57 mmにしぼり蒸気速度を上げ管壁温度の低下をはかっている。



第2図 過熱器スプレーおよびガス再循環量と蒸気温度の関係

3.5 節炭器

横置ループ形で一次過熱器底部の下に配置している。従来のものと特にかわった点はない。

3.6 再生式空気予熱器および蒸気式空気予熱器

節炭器を通過したガスは、再生式空気予熱器にはいると温度が露点近くに下がるため、S分を含んだ重油の燃焼によって生じた SO_3 が H_2SO_4 液に変化して予熱器エレメントに付着し、いわゆる低温腐食をひき起こす。この対策としてエレメントのうち中段と下段には耐食性に富むコーテン鋼材を使用している。またこの低温腐食を防止するため蒸気式空気予熱器を空気側入口に取り付け再生式空気予熱器の低温端メタル温度を重油中のS分および V_2O_5 の量に見合って常に制限値以上に

保持できるようにしている。さらに再生式空気予熱器出口から煙突までの煙道に対しても、低温腐食対策として耐酸性に富む材料を使用している。

3.7 蒸気温度調整装置

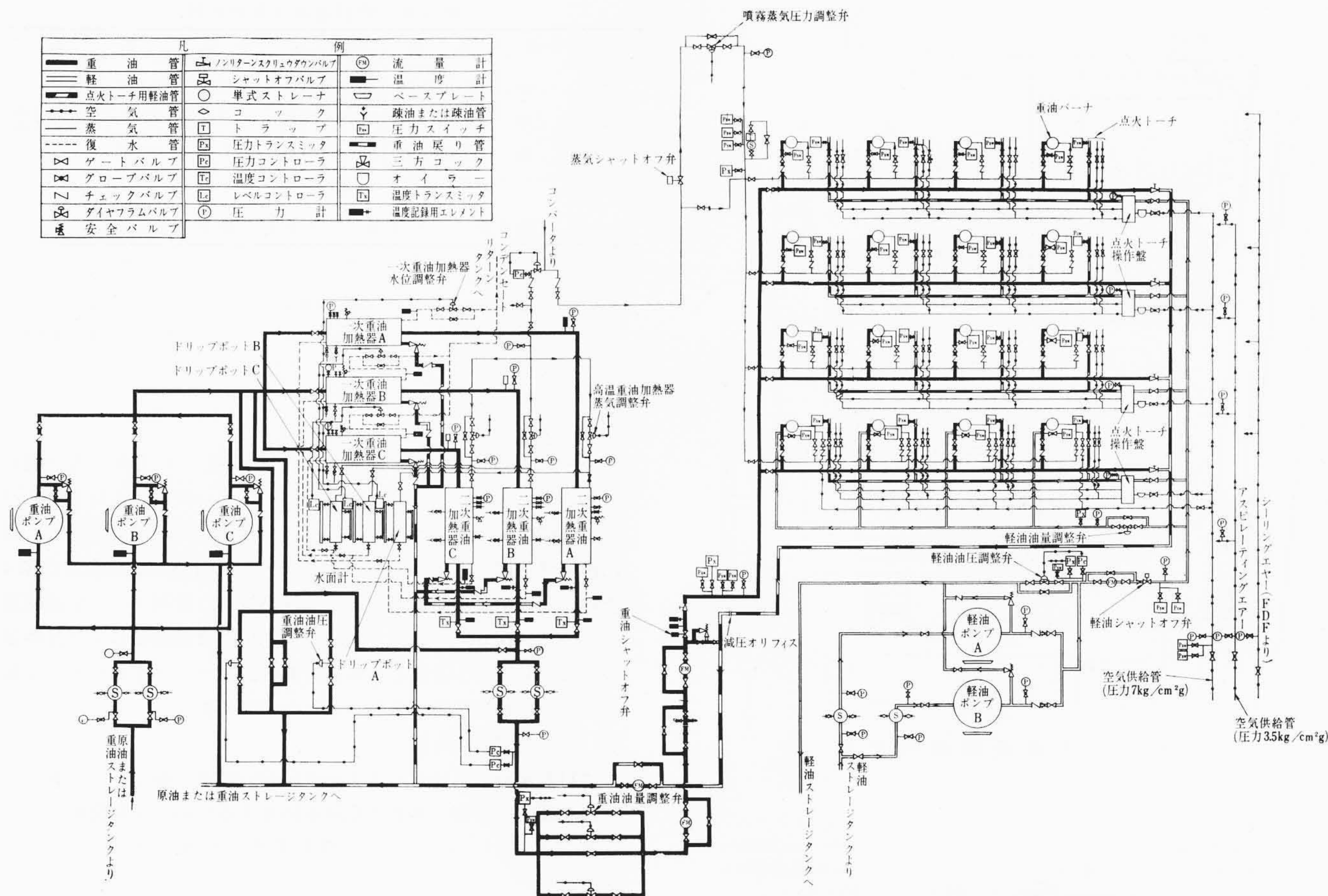
主蒸気温度および再熱蒸気温度の両者を制御する目的のものであり、煙道ガスの一部を炉内に再循環させること、および減温器に水を吹き込むことにより行ない、すでに納入された幾多のボイラにおいてこの調整装置の正確さを実証している。本ボイラの実績は第2図に示すとおり計画値を満足している。

4. 燃焼設備の概要

本重油燃焼装置は蒸発量530 t/hを十分保証しうよう設計計画されたもので、原油燃焼装置としても使用可能なよう考慮されている。

4.1 燃焼系統

第3図の重油燃焼系統に示すように、点火およびウォームアップ用として軽油燃焼装置を設計しているが、この系統は説明を省略し、重油、原油の燃焼系統について説明を加える。なお本系統は、ボイラ定格蒸発量に対して60%の容量の装置を3系統設けている。重油ストレージタンクに貯蔵した重油は、ストレージタンク用サクシ



第 3 図 重 軽 (原 油) 油 燃 焼 系 統 図

コンヒータによって送油に適した温度に加熱し、ストレーナを通して、重油ポンプへはいる。ここで燃焼に必要な圧力まで加圧し、重油圧力調整弁によって圧力を調整し、低温重油加熱器を経てさらに高温重油加熱器で噴霧に良好な粘度まで加熱する。加熱および加圧した重油はストレーナを通り重油油量調整弁を経て、各バーナに送られ、噴霧蒸気といっしょに噴霧し、燃焼される。

原油の場合は、低温、高温加熱器をバイパスし、ストレージタンクのサクシオンヒータのみで 40℃ 前後の温度にしてバーナへ供給する。

4.2 燃 焼 設 備

設備のおもなものは下記のとおりであるが、特に電動機に関してはすべて防爆形を採用している。

(1) 原 油 タ ン ク

貯蔵タンク内では、原油の引火点が低く爆発の危険性があるので鋼板製浮屋根形を採用し容量 10,000 kl のもの 4 基を用意している。

(2) 送油ポンプおよび高圧重油ポンプ

電動機にはすべて、耐圧防爆形を採用している。ポンプも原油の粘度に十分耐えられるよう主要部の材質に燐青銅および窒化鋼を採用した。

(3) バ ー ナ

形 式	B & W Y ジェット スチーム アトマイズ 形
容 量	2,600 kg/h (バーナ 1 組にて)
個 数	16 個

の仕様である。重油バーナに原油を使用する場合は、比重の関係で容量が不足がちになることがあるが、本設備ではあらかじめバーナの容量に裕度をもたせてあったため問題はなかった。すなわち下

記のように比重を考慮した設計としてある。

$$Q = Q_1 \times \sqrt{\frac{r_2}{r_1}}$$

ここに、 Q : 原油バーナ容量 kg/h

Q_1 : 重油バーナ容量 kg/h

r_1 : 重 油 比 重

r_2 : 原 油 比 重

(4) 重油ストレーナおよび高温加熱器、低温加熱器などの仕様はこれを省略する。

4.3 保安設備の概要

原油の生だきによる大容量火力の運転はパプコック日立株式会社製のボイラとしても初めてであるため原油だきの安全性、燃焼性、腐食性などに検討を加えた。安全性については漏えいと火気に十分な考慮をはらえば重油だきとまったく同じであるという考えにたち、保安設備および全般の基本設計は関西電力株式会社側で実施された。原油関係設備の概要は第 4 図に示すとおりであるが、万一の場合、漏えい油の考えられるタンク群、燃料制御室およびボイラバーナ口仕切壁内に対しては十分な保守設備を完備し、これらの間の配管系統は絶対に漏えいしない構造としてある。

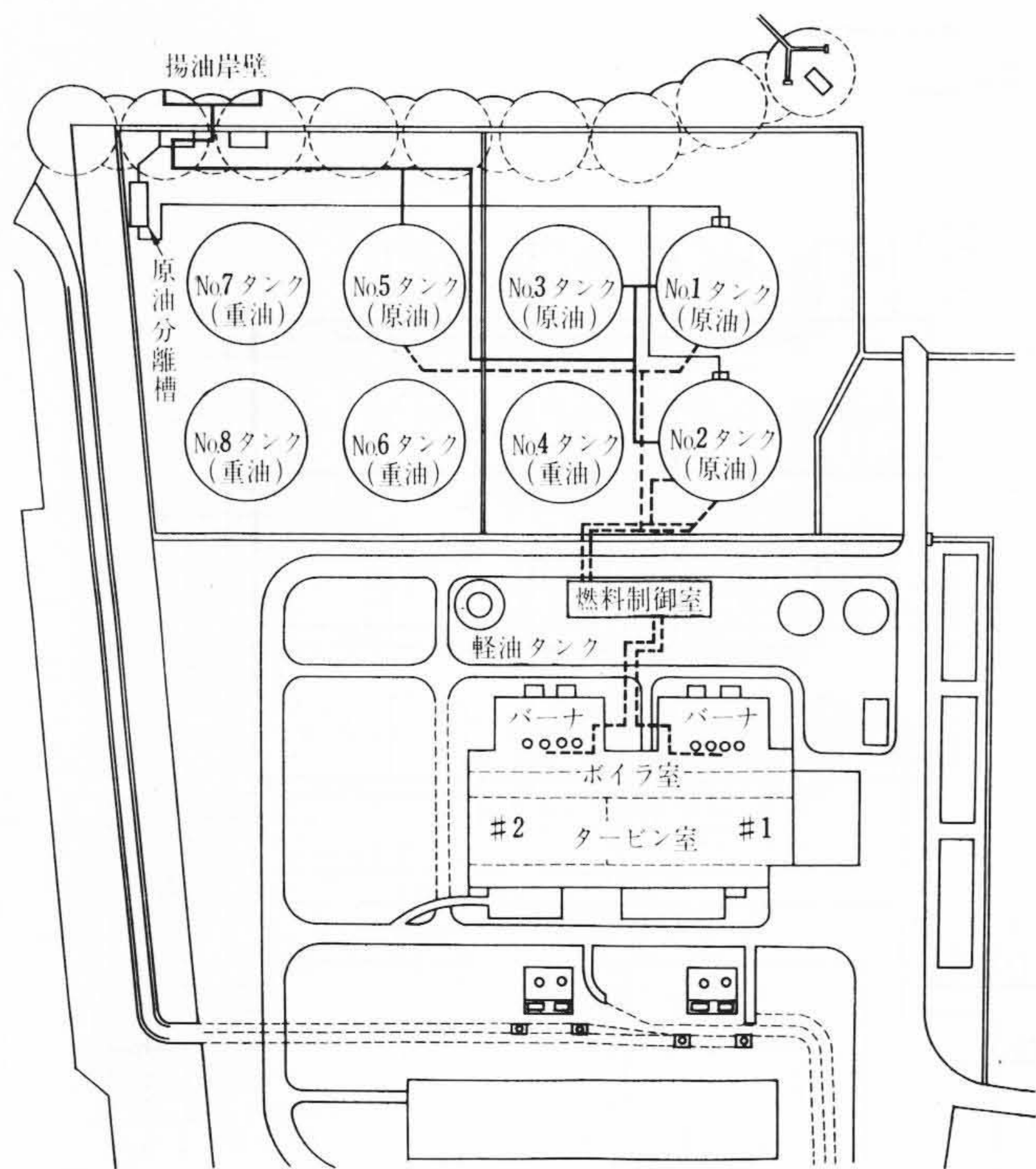
(1) 配 管 系 統

配管については、高温高圧配管に準じた溶接構造とし、弁類は常に十分な換気が行なわれている燃料制御室ならびにバーナ前仕切壁内に設置している。

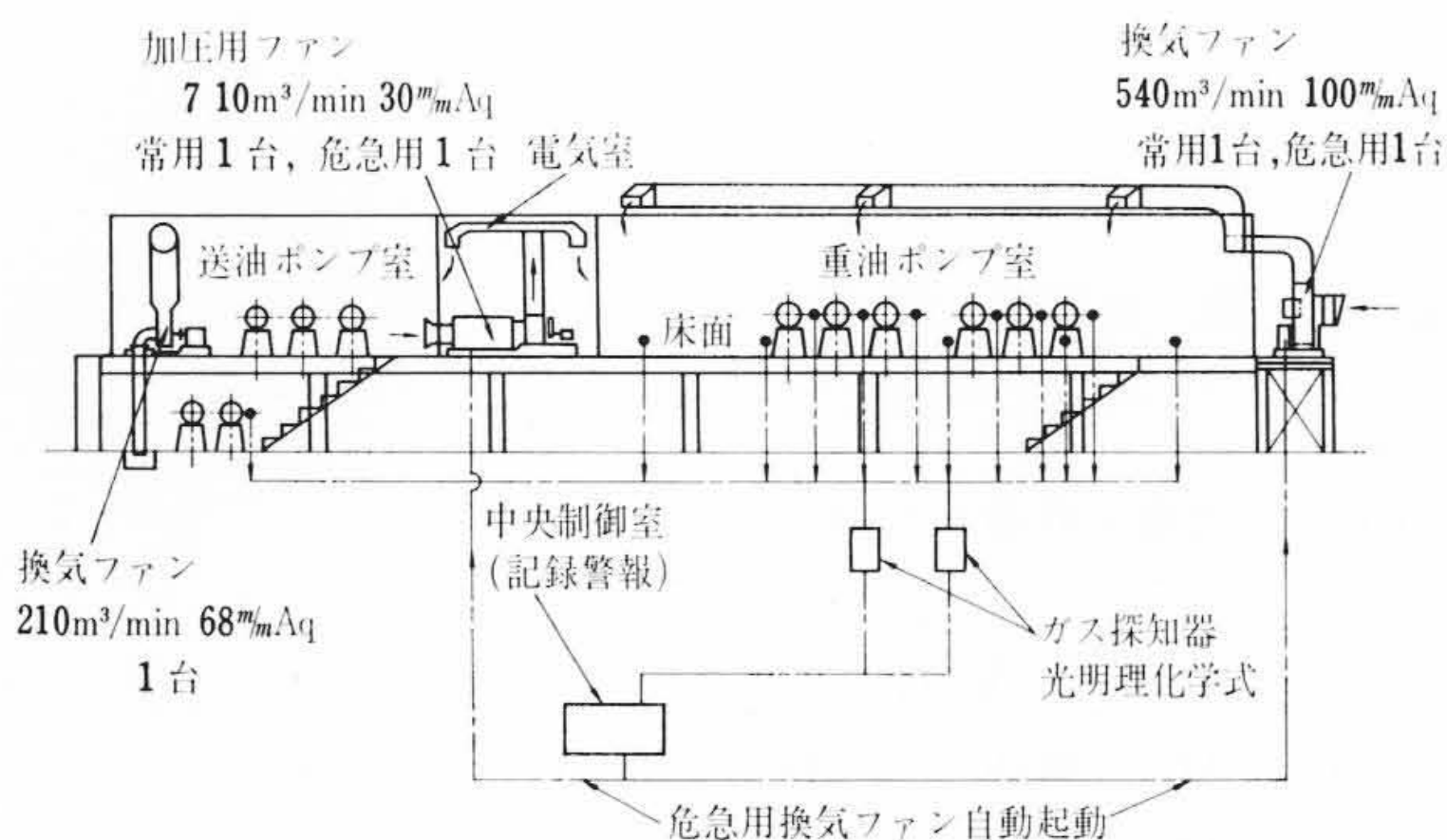
(2) 換 気 装 置

(a) 燃 料 制 御 室

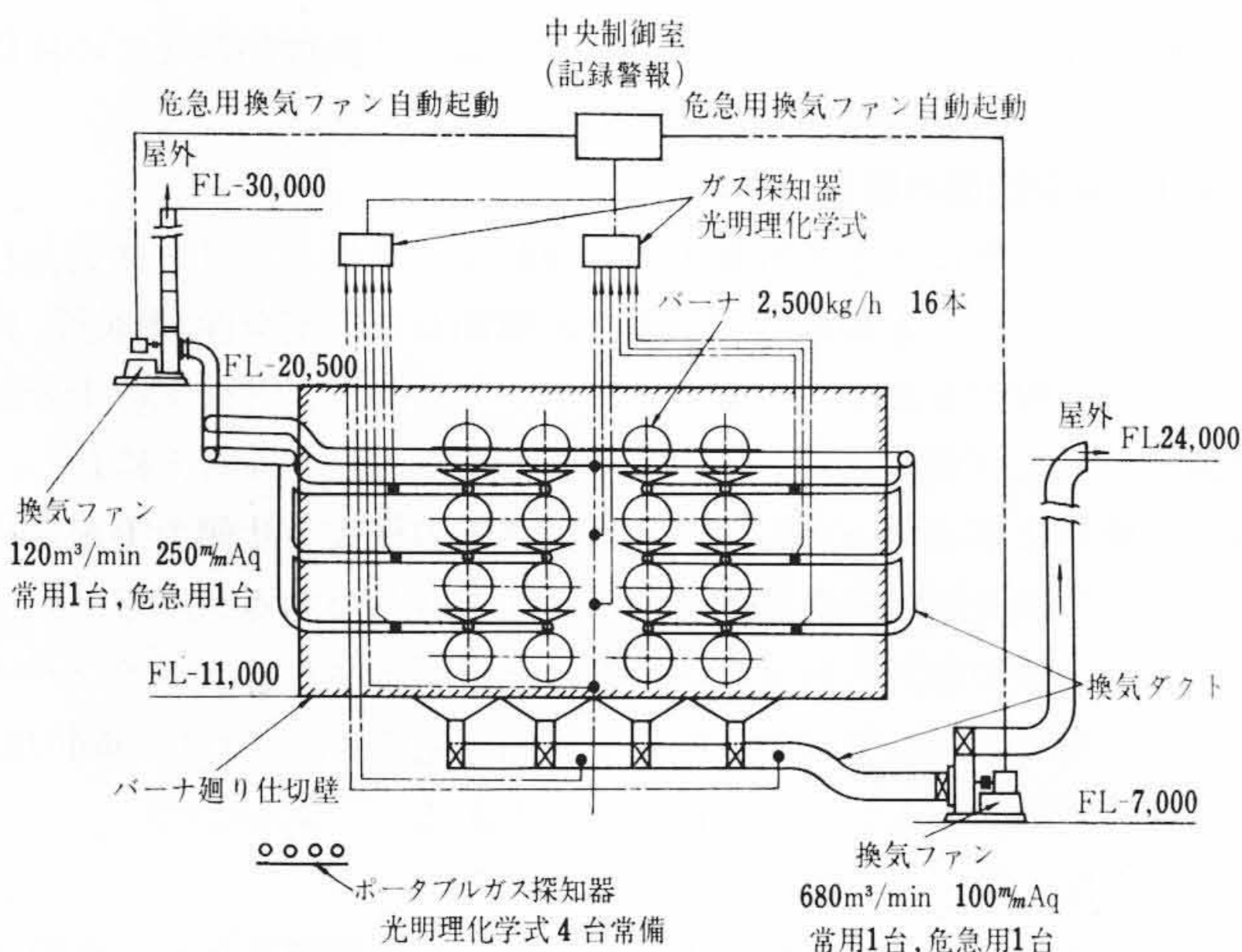
燃料制御室内の換気用ファンとしては第 3 表に示す仕様のものを準備している。常用ファンは常時にビルディングの換気設備以



第4図 重原油設備概略配置



第5図 燃料ポンプ室ガス探知装置および換気装置系統図



第6図 バーナ廻ガス探知装置および換気装置系統図

上の能力をもっているが、ガス探知器の警報と同時に危急用を運転し常用ファン使用時の2倍の能力が出るよう考慮されている。なお第5図には燃料ポンプ室ガス探知装置および換気装置の系統を示す。

第3表 燃料室換気装置仕様

設置場所	風量	風圧	台数	摘要
噴燃ポンプ室	540 m ³ /min	100 mmWG	2	換気用 常用
送油ポンプ室	210 m ³ /min	68 mmWG	2	換気用 { 常用 1台 危急用 1台
電気室	710 m ³ /min	30 mmWG	1	加圧用

第4表 ボイラ室バーナまわり換気装置仕様

設置場所	風量	風圧	台数	摘要
バーナ上段用	120 m ³ /min	250 mmWG	2	常用1台 危急用1台
バーナ下段用	680 m ³ /min	100 mmWG	2	常用1台 危急用1台

(b) ボイラ室バーナまわり

バーナまわりについては漏油の絶無を期しているが、万一漏えいある場合を考慮して、仕切壁でバーナまわりを囲ったうえ、バーナ各段に配置した換気ダクトにより仕切壁内の空気を屋外に排出換気する構造としてある。換気ファンの仕様および数量は第4表のとおりで、燃料制御室同様原油燃焼時は常用ファンを連続運転し、ガス探知器の警報と同時に危急用を自動起動して急速換気が行なわれるよう設計してある。第6図はバーナまわりガス探知装置および換気装置の系統を示したものである。

(3) ガス探知装置

燃料制御室およびバーナまわりにおいて万一漏えいした場合、これを確実に予知し未然に危険を防止するため、記録警報付ガス探知器を設けている。ガス探知装置の仕様は下記のとおりである。

(a) 形式—6点ブロック×2の12点式自動切りかえ記録警報制御方式。

(b) 原油ガスの爆発下限界を下まわる点で警報を発し、これと同時に危急用換気ファンを自動起動させる。なおポータブルガス探知器を中央制御室および燃料制御室に常備し、漏えい場所の発見などに使用している。

(4) 電気設備

燃料制御室、タンク周辺およびボイラ室バーナ前仕切壁内のように可燃性ガス漏えいのおそれがある場合では、危険物の規制に関する政令に基づき配線、自動遮断器、開閉器、電動機、照明器具など火花発生のおそれのあるものには引火を防止する装置を施している。

5. 燃焼試験結果

第4項までの計画および設置により重油だき、原油だき燃焼試験におけるユニット性能の相違について、顧客の好意により種々の機会を与えられ実施した。現在までの結果から以下その概要を述べる。

(1) 原油だきでは燃料加熱を要しないため補助蒸気が2～2.5 t/h以上少なくすむ。すなわち定格負荷時の補助蒸気(取出部はドラム)については、バーナ、アトマイズ用相当分は重油、原油とも約4.8 t/hであり、重油の場合には重油加熱器用として40℃から100℃まで上昇させるとして約2.2 t/h、またサクションヒータで23℃から40℃タンクヤード分を考慮すると約0.5 t/h増加し、燃料加熱分補助蒸気は合わせて2.7 t/hとなるが、原油の場合は23℃から40℃までとして約0.5 t/hですみ、重油のほうが約2.2多く必要となってくる。なお冬期は燃料加熱用蒸気は増加するので、さらにその差は増加すると考えられる。

(2) したがって発電所効率は原油のほうが若干上まわることに

なる。原油設備のための所内動力については電力計にあらわれない程度であったが、重油だきの効率と比較するためには正確な数値を得てから発表したいと考える。

- (3) 排ガス中の SO_2 , SO_3 およびその露点は燃料中の硫黄、運転条件の影響を受けるが、重油、原油の差は認められない。
- (4) 排ガス温度は、重油、原油とも差を認める程度のものではない。

6. 結 言

本ボイラは重油専焼を目的としたものであるが、設計途上にて原

油専焼が可能のように一部の改良が加えられ、世界でも初めてといわれている原油の生だきによる大容量火力の運転が開始され、問題なく実施中である。今後、電力業界の進むべき方向が原油の生だきであっても、われわれとしては本ボイラの経験をいかし、十分期待に添えるものと確信している。終わりにのぞみ、多大なるご指導を賜った関西電力株式会社の関係者のかたがたに厚くお礼申し上げるしだいである。



特 許 と 新 案



最近登録された日立製作所の特許(その2)

(34頁よりつづく)

特許地号	名 称	氏 名	特許登録日	特許番号	名 称	氏 名	特許登録日
417912	サイドブレーキ使用による自動発進装置	村上 忠雄	39. 1. 22	419957	水素と一酸化炭素の混合ガス製造用内燃機関	平塚 幸哉	39. 2. 19
421316	单相誘導電動機	大西 和夫	39. 3. 9	421304	多翼型送風機の羽根車	塚谷 敏雄	39. 3. 9
421319	液体ガス燃料供給装置	鈴木 直孝	"	421306	カード分類装置	大野 敏光	"
421332	電気掃除機除塵装置	林 屋原 精三	"	421307	カード分類装置	大森 野崎 敏光	"
419909	ヘッドライト切換装置	横山 山直	39. 2. 19	422001	高速印刷方式	大森 野崎 敏光	39. 3. 27
419941	ウエスコポンプ	河井 山仁	"	422013	駆動用スプライン軸の案内装置	松倉 橋一	"
419953	機関の始動電動機の急停止装置	北川 俊雄	"	421994	冷蔵庫用露受兼肉皿	古加 輝寿	39. 3. 25
419961	内燃機関点火装置	長谷部 信利	"	417881	多数個静電蓄勢式溶接装置	本秋 田国	39. 1. 21
419978	電気掃除機	乾 上 知隆	"	417915	雑音瞬断測定装置	長井 勉夫	39. 1. 22
422009	ウエスコポンプ	小坂 橋 弘彦	39. 3. 27	421314	密閉形蓄電器の容量値加減方法	増建 村 勉哉	39. 3. 9
422010	ウエスコポンプ	小川 勝最	"	419910	送信波漏洩抑圧方式	大久保 欣	39. 2. 19
422015	気化器	小川 勝最	"	419912	信号伝送方式	宇佐 美伸	"
417879	鉄筋電気圧接機の加圧装置	大島 亮一	39. 1. 21	419927	移動無線接続方式	中村 野浩	"
417885	抵抗溶接機の上部電極ラム案内装置	坂部 野圭	"	419935	列車近接自動警報装置	中藤 岡 悦	"
419950	巻鉄心の接合方法	坂部 野圭	39. 2. 19	419937	電 話 装 置	成石 井 邦	"
417877	水力採炭用モニターノズル操作装置	藤本 俊治	39. 1. 21	419940	衝撃溶接機	野佐 上 茂	"
417914	塔形クレーン	盛武 正克	39. 1. 22	419942	プレストーク式インターホン装置	野佐 上 茂	"
421310	カッタドラムにおける切削装置	坂本 西崎 昇	39. 3. 9	421998	両側帯波伝送振幅変調方式の搬送電話装置	小谷 野 弘	36. 5. 25
421325	耐火性泥状物の凝固方法	盛武 正克	"	422003	移動無線方式	清宮 弘基	39. 2. 19
419919	ダブルリンク式引込クレーンにおける引込速度制御装置	南島 郷田 忠要	39. 2. 19	417902	放射線照射方法	高橋 井 寿	"
419933	ストリップクレーンの押抜操作装置	吉江 山 仁一	"	417903	電気時計	長田 井 寿	"
419936	つるべ式駐車場における電動機制御装置	石山 文也	"	417906	酸化物半導体	石 嶋 次利	39. 3. 25
422000	ベンドジブコールカッター	林 山 保平	"	417908	高速度多チャンネル時間分析装置	石 嶋 次利	39. 3. 27
422005	可変容量制動機	平 栗 保平	39. 3. 25	417910	重畳信号による遅れ補償方式	工藤 西 久	39. 1. 22
422006	水力駆動による油圧発生装置	盛武 英彦	39. 3. 27	417913	非破壊読取り式磁気記憶装置	今佐 木 叔	"
417887	モノレールカーの駆動方法	関 鈴 木 彰	"	421308	二重螺線案内弁	平 島 裕	39. 1. 22
417888	多気筒ガス機関	盛武 幸正	39. 1. 21	421312	高靱性可鍛鉄の製造方法	大北 池 上	"
421319	制御管方式制御弁	森 本 弘	"	421313	放電灯点灯回路	池 越 智	39. 1. 12
421320	排気調節器	小 橋 洋人	39. 3. 9	421318	高電圧発生装置	二田 島 常	39. 1. 22
419921	感熱器	田 上 八十次	"			松崎 淑弘	"
		渡 上 八十次	39. 2. 19			大崎 淳	39. 3. 9
		岩 見 信一	"			松崎 武賢	"
		笠 平 健次郎	"			奥 本 治	"
419931	ポンプ吸込圧力上昇装置	笠 井 健次郎	"			近 藤 武	"
419943	多気筒ガス機関	笠 井 健次郎	"			菅 原 武	"
419954	車両の車体支持装置	中 村 陽一	"			菅 原 武	"

(69頁へつづく)