

発電所の燃焼設備について

関西電力 K K* 山 田 重 信

1. ま え が き

関西電力 K Kの燃焼設備については建設の時期によって、その燃焼法を異にしている。

即ち、ストーカー、微粉炭、重油(混)燃焼と変せんしているが、最近の急速なる火力設備の建設と高熱高率発電所の出現によつて、ストーカー燃焼方式発電所はここ数年来より姿を消しつつあるので、本稿では主として微粉炭重油燃焼設備についての概要と代表的発電所の具体例について述べたいと思う。

2. 設 備 概 要

(1) 汽 輪 仕 様

発電所名	汽圧kg/cm ²	汽温°C	蒸発量t/h	備 項
大 阪	172	568	542	再型熱
多奈川	103	540	254	再発型

(2) 石炭燃焼装置

(イ) 微 粉 炭 機

発電所名	型 式	容量×台数/籠	電 動 機
大 阪	C.Eレイモンドミル	18.6t/h×6	224kw ×4
多 奈 川	C.Eレイモンドミル	13.5t/h×4	430×kw ×6
姫 路	石川島 FWボールミル	14 t/h×2	340 kw ×2
		18 " ×3	380 " ×3
		21.5 " ×4	380 " ×4
尼 一	宇 部 三菱 チューブミル	12 t/h ×2	380 kw ×2
		10 " ×2	250 " ×2
尼 二	宇 部 三菱 B&W チューブミル	15 t/h ×3	350 kw ×3
		12 " ×4	325 " ×4
飾 磨 港	宇 部 レイモンドミル チューブミル	10 t/h ×1	150 kw ×1
		16 " ×2	470 " ×2
尼 東	レイモンドミル	6 t/h ×2	100 kw ×2
		7 t/h ×2	160 kw ×2
木 津 川	フーラーレハイ	7 " ×2	140 " ×2

(ロ) ス ト ー カ ー

発電所名	種 別	長 × 巾 m	燃焼率 kg/m ² H	台/籠
尼 東	B&w 鎖床	×	244	3
木津川	B&w 鎖床	6,706×4,572	174	2
宮 津	東洋バブ 移床	6,000×2,400	168.2	2
安治川	B&w 鎖床	6,706×5,486	200	1
	三菱 移床	7,050×3,000	185	2

姫 路	63	490	150
	90	543	320
	131	541	430 ……再熱型
尼 一	42	445	145
	43	445	200
尼 二	45	440	
	46	400	56.8
飾磨港	47	410	63.5
			160
尼 東	20.4	334	45.5
			62.5
			75.0
木津川	28	366	60
			74
宮 津	32	415	32
安治川	33	430	48
堺	22.5	400	52
			18.1
網 干	17.6	375	34

堺	ズルツア ーガルベ	移床 6,100×2,600	132	3
網 干	B&w 鎖床	4,877×2,134	240	2
		5,486×2,134		

(3) 重油燃焼装置

重油燃焼設備としては表の通りであり当社における汽輪設備の約70%程度は重油専焼または混燃として使用し得るのであるが、実際には年間を通じて使用石炭量の約20% (カロリー換算にて) 程度である。

この使用目的は、煤煙防止対策の一環として、或いは

* 大阪市北区梅ヶ枝町164

第 1 表

所別	汽 罐 番 号	燃 焼 種 別	単 罐 出 力 MW	バ ー ナ ー 設 備 容 量 T/H×本数	混 焼 率 %	附 属 設 備 容 量 T/H×台 数		
						送 油 ポ ン プ	加 熱 器	噴 燃 ポ ン プ
木 津 川	2. 4. 6. 8	Po	10.0	1.0×6	100	35×2 70	9×4 36	10×4 40
	3. 5	O	7.0	0.5×6 0.6×6(5)	100			
	7	O	10.0	0.9×6	100			
	計		64.0	36.0(35.4)	100			
尼 崎 東	1. 3. 5. 7	O	6.0	1.0×5(4)	100	50×2 100	6×2 10×3 10×1 52	10×1 5.6×4 10×2 52.4
	2. 4. 6. 8	Po	6.0	1.0×4 0.5×2	100			
	9.11.13.15	So	8.5	0.3×3(1)	7			
	10.12.14.16	Po	10.0	0.5×4	40			
計		122.0	51.6(45.2)	54				
尼 崎 第 一	1. 10	Po	25.0	1.6×6	100	35×3(2) 105(70)	12(11)×4 72(44)	10(7.5)×7 77.5(52.5)
	2~9 11. 12	Po	25.0	1.2×6(3)	40			
	計		300.0	91.2(55.2)	49			
尼 崎 第 二	1~4	Po	38.5	1.0×6	51	35×2 70	12×4 48	10(8)×5 50(40)
	5~9	Po	38.5	0.5×4(2)	9			
	10. 11	Po	46.0	1.0×6	43			
	計		438.5	46(41)	31			
飾 磨 港	1~4	Po	10.0	1.5×1 1.2×2	100	35×2 70	5(3)×3 12(10)×1 27(19)	5×3 8×1 10×1 33
	5. 6	Po	10.0	1.5×1 1.2×2	100			
	7	Po	32.0	0.6×8(4)	19			
	計		92.0	28.2(25.8)	72			
姫 路	1. 2	Po	35.0	1.6×8	100	20×2 40×1 100×2 280	3×2 7×2 20×2 60	3×2 7×2 一次20×2 二次20×2 60
	3	Po	75.0	2.0×4 0.8×8	73			
	4	Po	125.0	3.0×16	100			
	計		270.0	75.2				
多 奈 川	1. 2	Po	75.0	1.6×12	100	40×2 80	20.4×4 81.6	一次22.7×4 二次30.7×4 90.8
	計		150.0	38.4	100			
大 阪	1. 2. 3. 4	Po	156.0	1.3×32	100	80×4 320	23.8×16 380.8	一次30.7×8 二次30.7×8 245.6
	計		624.0	41.6	100			
合 計			2060.5					

微粉炭装置関係設備、灰処理関係設備の故障の場合の応急処置として使用している。

現在燃料価格、発電設備費の面よりすれば、重油専焼方式を採用することが望ましいことは勿論であるが、重油規則制令によつて使用制限を受けているため充分使用出来ない状態にある。

しかし近い将来においてこの使用制限が解けるならば

今後重油専焼罐が相当多く建設され、発電原価の過減に大いに役立つことであろう。

次に去る9月1日仮使用認可を受けた、姫路発電所(第4号汽罐)の具体例について述べよう。

1 設備概要

(1) 汽 罐 仕 様

型式 石川島FW単胴輻射型再熱式
 汽圧 131kg/cm² (過熱器出口にて)
 汽温 541°C (過熱器出口にて)
 蒸発量 430t/h
 加熱面積 1300m²
 給水温度 241°C (節炭器入口)

(2) 微粉炭燃焼装置

(イ) 微粉炭機

型式 石川島一FWチューブミル
 容量 23.1T/H
 台数 4台
 電動機 420kw

(ロ) 給炭機

型式 石川島一FWチューブミル
 容量 15T/H
 台数 8台
 電動機 1kw×4台

(ハ) 排炭機

型式 石川島一FW
 容量 380m³/min
 台数 8台
 電動機 100kw×4台

(ニ) 石炭計量機

型式 大和製衡製ベルトフィダー付
 容量 15T/H
 台数 8台
 電動機 1kw×4台

(ホ) バーナー

型式 石川島一FWインターベン
 容量 5160kg/H
 個数 16

(3) 重油燃焼装置

(イ) バーナー

型式 圧力噴霧
 容量 3t/H
 個数 16

(ロ) 噴燃ポンプ

型式 スクリューポンプ
 容量 20kl/H
 吐出圧力 45kg/cm²
 油温 35°C
 電動機 50HP

(ハ) 差圧ポンプ

型式 多段ポンプ
 容量 20kl/H 2台
 吐出圧力 63kg/cm²
 油温 100°C

電動機 40HP

(ニ) 送油ポンプ

型式 ギャーポンプ
 容量 100l/H
 吐出圧力 10kg/cm²
 油温 30°C
 電動機 30HP

(ホ) 加熱器

型式 蒸気加熱式ドレンクーラ付
 容量 20,000l/H
 油温 35°C~104°C
 圧力 10kg/cm²g
 個数 2台

2 設計燃料

(1) 石炭

発熱量 5,000kcal/kg (乾炭高位)
 4,650 " (温炭高位)

表面水分 7%

灰分 33.5%

揮発分 29.0%

固定炭素 34.5%

灰の起融温度 1,180°C以上

灰の溶融温度 1,210°C以上

硫黄分 3.0% (最大)

粉砕性 45ハードグローブ

(2) 重油

種類 J.I.S 3~4号重油

発熱量 10,000kcal/kg (高位)

比重 0.97

粘度 900秒以下 (レッドウッド50°Cにて)

硫黄分 1.5%以下

残留炭素 12%

灰分 0.1%以下

引火点 80°C以上

3. 燃料の貯蔵及び輸送の概要

最近の新設火力発電所の特徴の一つとしてスクレーパーによる圧縮貯炭方式がある。

この方式は貯炭の自然発火を防止すると共に貯炭容量を増し、かつ発電所本館内に設置されたコールバンカーの容量を軽減し得て、従来のトランスポーター設置の場合に比し発電所建設費を軽減することが出来る。

当社における大阪、多奈川、等の新設発電所もこの方式によつている。

この方式の欠点は水分の浸透が悪く上記の装置で粉砕

されてさらに表面水分を増し各部に詰りを生ずることである。

これを防止するために各シュート類の形状を改善すると共にステンレススチール等を用いることにより、つまりを解消している。

次に運炭装置であるが、石炭は300t/h×2条のコンベヤーベルトによつて本館内のコールバンカーに搬入されるが、この装置の途中にマグネチックセパレーターとクラッシャーを設置している。

セパレーターがないと鉄くずによつて運送装置各部コールスケール、コールフィダー等が事故を起す。

またクラッシャーは微粉炭機の性能が大きく阻害されると共に磨耗が激しくなる。

姫路発電所の運炭装置全体は運炭指令所から自動操作により運転しているが、多奈川発電所のように中央制御室から遠隔自動操作を行つている場合もある。

4 石炭燃焼装置

本装置は単位直接式微粉炭燃焼方式である。以下その概要を述べると、石炭はコールバンカーからシュートを通り、水切り兼用ローラーゲートを介して石炭計量機に入る。

石炭計量機で計量された石炭は、下部ホッパーを経て、給炭機に入り自動調節装置により、微粉炭機内に供給される。

微粉炭機内に供給された石炭は、ミル内で乾燥されると同時に粉砕される。

乾燥用の熱源は空気予熱器出口の熱空気を使用する。熱空気は、排炭機の吸入によつてできたミル内の負圧を利用してミル内に導入される。

ここで製造された微粉炭は、微粉炭機（ミル）から、粗粉分離器、排炭機、分配器、燃料管を経てバーナーに送られ、2次空気と混合されて燃焼される。

乾燥用熱空気ダクトの途中には、伸縮接手、ダレバー

ボックス、温度計および、風圧計等が設けられている。

排炭機入口側には、コントロールエルボーが取り付けられてあり、A.B.C.により汽罐の負荷変動に伴い、1次空気量および微粉炭量を加減する出力調整ダンパーを設置している。

分配器からバーナーに至る燃料管途中には、バーナー停止時にバーナーがオーバーヒートしないようにするための取外し可能なプラグが設置してあり、バーナー停止中にはこのプラグを外して大気をここから吸入している。

またミル内石炭レベルが一定になるように調節する装置としてレベルコントローラーがあり、エキゾースター風圧が一定以下になつたらエキゾースター入口ダンパーおよびミル入口ダンパーをシャット・オフする安全装置として、エキゾースターコントローラーがある。

(1) 給炭機

給炭機の回転テーブルは、モーター軸に、軸接手で直結されたウォーム軸と、ウォーム・ホイールの啮合により駆動される。

モーターは1,200/600r.p.m. 極数変換2速度モーターを採用しており、レベルコントローラーによりミル内の石炭層の変化に応じ、自動的にモーター回転数が制御される。

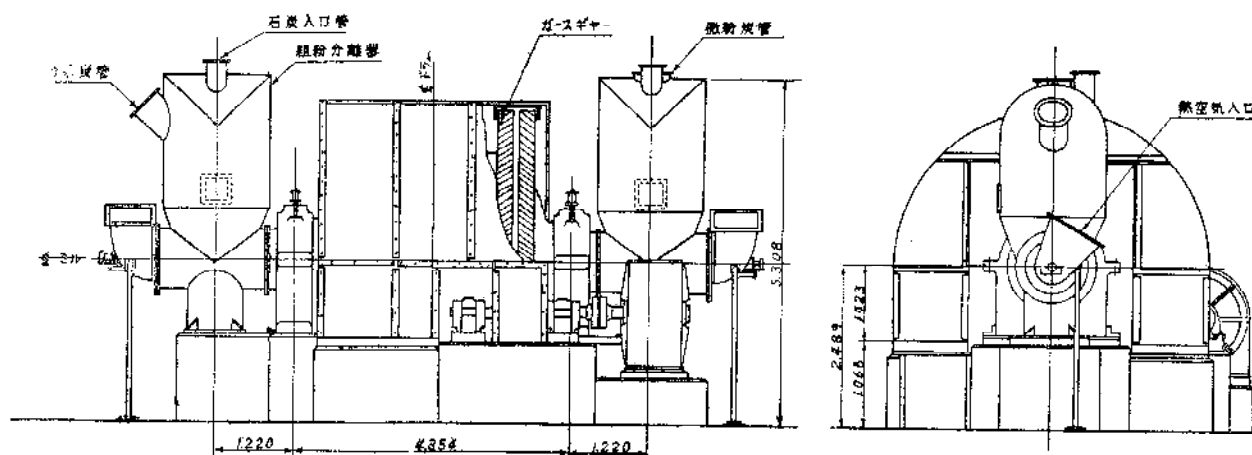
テーブルの上部にはスキ形の加減板が取り付けられておりこれによつても、送炭量を加減することができる。

加減板は、給炭機蓋上部にある調整レバーにより、操作することができる。

吐出管上部には、回転テーブルや、加減板、送炭状態を点検するための、ガラス張蛍光灯付の観察窓がある。

回転テーブル本体ケーシングの側面にも、取外し窓が設けてあり、上記観察窓では、取除けない異物を取出すことが出来る。

給炭機モーターが不具合の場合には、この窓を開放し圧縮空気を吹込むことによつて、石炭をミルに送ること



第 1 図 微粉炭機外形機

ができるようにしている。

(2) 微粉炭機

本体は、鋼板製のドラムをトラニオンと一体のエンドキャストにリベットしたもので構成している。トラニオン部は、自動調心型複列のローラーベアリングで支持されている。

軸受箱内の潤滑油を冷却するように冷却水管を2本通している。

ドラムは、エンドキャストに取付けてある大きなガス・ギヤと、駆動側のピニオンの噛合によって回転される。

ピニオン軸は、モーター軸に軸接手で、直結している。ドラム内面には、ニッケルクロム、チルド鋳鉄製のライナーをクロムマンガン鋼製のウェッジバーによって締付け、裏張りしている。

ウェッジバーはライナーを締付けると共にライナープレートの表面より突出していて、ボールをすくい上げる役目をしている。

ドラム中央部に、出入口人孔が設けてある。ドラムの外部は、防音カバーで覆はれており、運転の場合は極めて静かである。

防音カバーは、各部分個々に取外すことができ、内側は25mm厚の岩綿板で内張りしてあり、防音と共に防熱にも役立つている。

(3) 粗粉分離器

本器は円筒型本体、空気取入管、リボンスクリュー、コンベヤーの各部分よりなっている。

ミル内の微粉炭は排炭機の吸引により空気と一緒に、トラニオン部を通り粗粉分離用の円筒内に入り、精揺された微粉だけが、ミル外に送られ、粗粉は分離されて、原炭と一緒に戻り、再びミルに戻る。

熱空気は、ミル両端から入り空気管の中を通ってミルの中に入る。

トラニオン管は、粗粉分離用の円筒と一体で、トラニオン部の中を通ってミル本体ドラム内に開口している。

内面には取替の出来る鋼板製のライナーを内張りしている。

(4) 排炭機

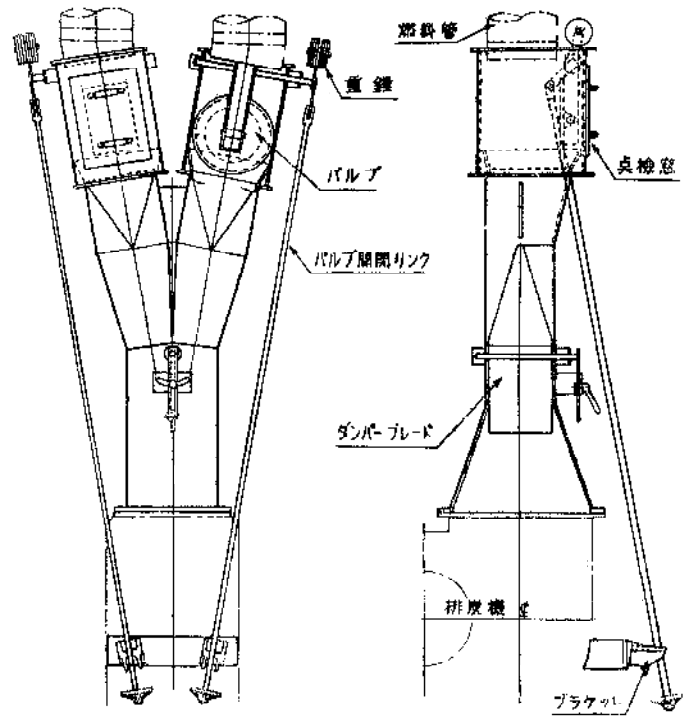
本機は、羽根をモーター軸にオーバーハングしたパドル・ホイール型である。

ケーシング内部には、鋼板製のライナーが裏張りしてあり、磨耗した時は取替えることができる。

6枚の鋼板製の羽根は、ボルト・ナットによつて、鋳鋼製のスパイダーに固着してあり、回転部は、厳密な平衡検査を実施している。

(5) 分配器

本器は、排炭機出口フランジの上に取付けてあり、排



第2図 分配器

炭機から吐出される微粉炭を、バーナーにゆく2本の燃料管にそれぞれ均等に燃料を送る装置である。

分配器上部にある燃料遮断用のバルブ・ディスクは、バルブ操作用リンクのハンドルによつて確実に燃料管入口を塞ぐことができる。

バルブ・ディスクには、耐熱、耐蝕性を有するゴム・パッキングを挿入している。

(6) バーナー

この微粉炭バーナーは空気と燃料が旋回により有効に混合し完全燃焼せしめるもので、燃料と一次空気は2つの円筒の間の環状の通路において旋回させられ、混合し二次空気を取巻かれた開口部から吐出される。

二次空気はウォームギヤにより操作され、調整翼列を通つてバーナーの周囲に送られるが、この調整翼列の翼の傾きを加減し、二次空気を燃料、空気の混合流に接するように送り、この接線流によつて旋回は更に強められる。

この対流によつて空気と微粉炭の間に相対運動が行われ、石炭は高速度の空気により洗われ、急速な燃焼に必要な酸素が十分に供給される。

空気と微粉炭の混合を任意に調節できるから火焰の伸縮を思い通り行うことができる。

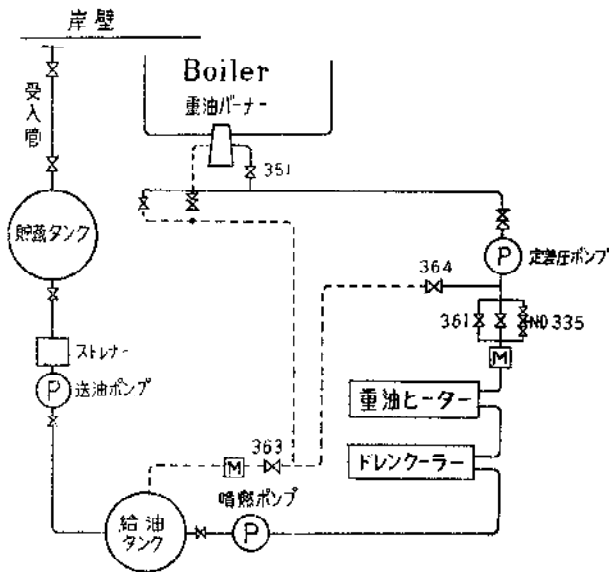
5. 重油燃焼装置

(1) 屋外設備

10,000kl 重油タンクには、サクシオンヒータを取り

つけ、送油量 100kl/H に対し、自動的に $30 \pm 2^\circ\text{C}$ に温度調節するように、調管弁を設けている。

送油ポンプのサクシオン及びデリベリーは、それぞれ



第3図 重油燃焼装置

サクシオン、デリベリーヘッドに連絡されており、いずれのポンプでも所要の給油タンクに送油できる。

送油ポンプの起動および停止は、送油ポンプ室と重油ポンプ室で行える。

250kl 給油タンクには、タンク内油温度の上昇に対する警報用温度計がとりつけてあり、温度調節弁で出口重油温度を $33.5 \pm 1.5^\circ\text{C}$ に保つため、特に加熱用蒸気量の加減を必要としない、またサクシオンヒーター出口には検油コックが設けてあり、これから重油が出る場合は汽側に重油が漏れたのであるから、重油ポンプ室内のインスペクションタンク入口弁を閉じドレンブロー弁を開いて灰ピットに放出する。

(2) 重油ポンプ室内

室内には重油ヒーターポンプセット、軽油ポンプ、ドレンポンプおよび重油、軽油、の自動サンプラーなどが

ある。

このサンプラーはポンプ電源にインターロックされた電磁弁式のもので戻重油の一部をポンプサクシオンに連絡し、この連絡配管より連続的にサンプルするようになっている。

(3) 屋内設備

定差圧ポンプ (C. D. ポンプ)、流量調節弁、定差圧ポンプ入口交通弁等が設備されている。

重油流量調節弁は消費重油量を加減するもので、ボイラーマスターにより自動調節される。

定差圧ポンプ入口交通弁は、レタン・フローによつて高温重油の閉回路を作るものである。

重油戻弁は、重油燃焼時に閉回路を作るために閉じるもので、開とするのはバーナー部ウォーミングの場合のみである。

重油バーナーには重油入口弁および戻り重油弁があり使用中には常に両者を開としている。

ミニマムフロー弁は、定差圧ポンプの焼損を防ぐために最小流量 (1.7kl/H) においてロックストップとするので流量調節用として使用しない。

6 結 び

最近全国的に新鋭火力が数多く建設され、その容量、圧力、温度、熱効率等も飛躍的に向上し、止まる処を知らぬといった状況にあるが、その燃焼設備については、将来原子力発電が工業用として建設されるまでは、上記姫路火力発電所と何等異るところがないと思う。ただ今後の問題点としては、微粉炭機に横型 (チューブミル) 縦型 (ボウルミル) の何れを選ぶか、今後の実績をみて微粉炭製造原価の面より有利性を判断せねばならない。

更に重油専焼火力発電所の建設に踏切るか、どうかの問題であるが、これは政府の燃料政策上の問題と、長期の燃料価格の見通しから検討を要する問題点である。