

最近の灰処理装置について

Recent Ash Disposal Equipment

小 田 保 光* 長 田 宏**
Yasumitsu Oda Hiroshi Osada

内 容 梗 概

火力用機器が次第に大容量化するに従ってボイラから排出される灰量も大幅に増加し、従来の方式では処理しきれず新方式の灰処理装置が出現した。この新方式は輸入された火力プラントによって紹介されたものであるが、今日では国内のボイラメーカーはほとんどこの方式を採用するに至った。

日立製作所においては、従来の空気輸送装置ならびに水力輸送装置の経験と資料を基にして、国情に合致したまた各発電所の状況を十分に組み入れた新方式の灰処理装置を完成した。クリンカからフライアッシュまで一貫して処理する新方式においても、運転実績より単一機器の特性が次第に明らかとなり灰処理装置全体の信頼度は一段と高められた。

1. 緒 言

電力の急激な需要増加と火力用機器汽罐の技術的向上により、最近の火力用機器はますます大容量化する傾向にある。この場合ボイラから排出される灰量も非常に増大し、この灰をいかに処理するかという問題は、主機の計画と並行して重要な課題となってきた。

従来この灰処理は発電プラント全体からみればあまり重要視されず、一般に原始的な方法で処理されていたが、ボイラの大容量化と低品位炭の使用により増大する灰を確実な信頼度をもって処理できる灰処理装置が必要となった。この要求に対応するためには、従来の灰流し溝による方式では処理しきれず、高圧水ポンプを原動機としてクリンカからフライアッシュまで一貫して処理する方式や、空気輸送機を使用した新方式が出現したわけである。

わが国においては、輸入新鋭火力プラントに使用された、ユー・シー・シー社およびアレン・シャーマン・ホフ社製品によってこれらの新しい方式による灰処理装置が紹介され、その優秀性が実証されて以来、わが国の主要火力発電所の大多数が新しい灰処理方式を採用するに至った。第1図はわが国各電力会社の新鋭火力プラントにおける灰処理装置について旧方式と新方式との移り変りを示すものである。最近の主要火力発電所はほとんど新方式の灰処理装置を採用しており、さらにまた新方式の灰処理装置の運転および保守の面における卓越した優秀性が広く認識されるにつれて、今後も旧式な灰処理が減退してゆく傾向はいっそう明らかになることが予測される。

以下本文においては、ボイラから排出される灰をクリンカとフライアッシュの二つに分けて、それぞれ最近採用されている処理装置について紹介することとする。

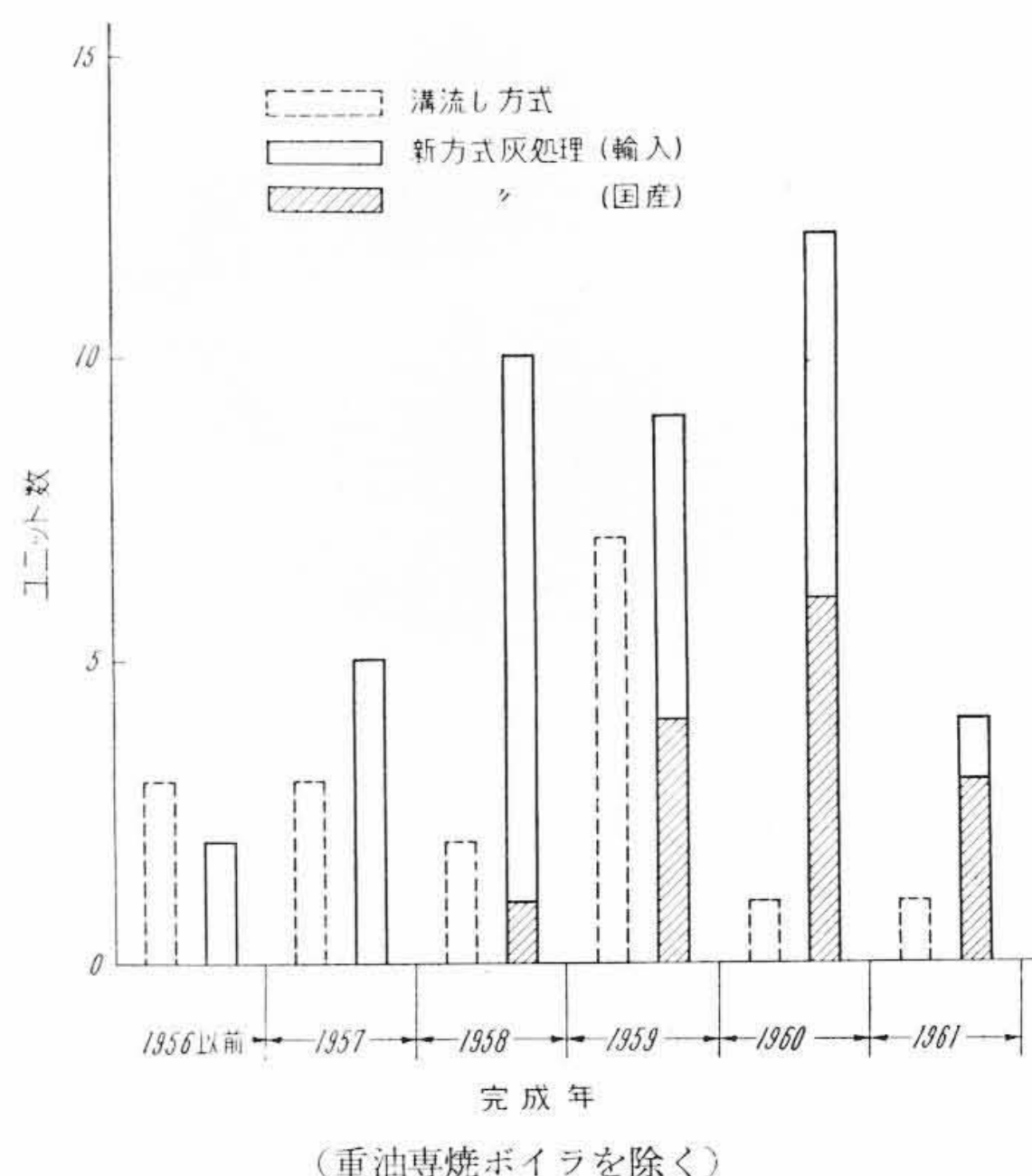
2. クリンカ処理装置

2.1 クリンカ処理方式

ボイラの燃焼室直下のホッパ（クリンカホッパ）に落下したクリンカを処理する方法として、従来は

- (1) 運搬車による方法
- (2) ドラグチェンなどによる方法
- (3) 灰流し溝による方法

などが採用されていたが、最近の新鋭火力発電所ではボイラの大き



第1図 日本における電力会社火力発電所用灰処理装置方式の変移図
(重油専焼ボイラを除く)

量化にともない処理すべきクリンカの量も1日100t以上にも達し、またせまい発電所内の各種補機の間を縫って大形の灰流し溝を設置することが困難になってきたことなどのために、今日では大多数の新鋭火力ボイラ用として、大量のクリンカを安全かつ確実に処理できるジェットパルジョンポンプによる完全密閉形管路圧送方式が採用されている。この方式は後述のフライアッシュ処理装置と共通の高圧水ポンプにより一貫して処理するもので、第2図はこの方式の最も代表的な実例を示す系統図である。

この装置を大きく分類すると

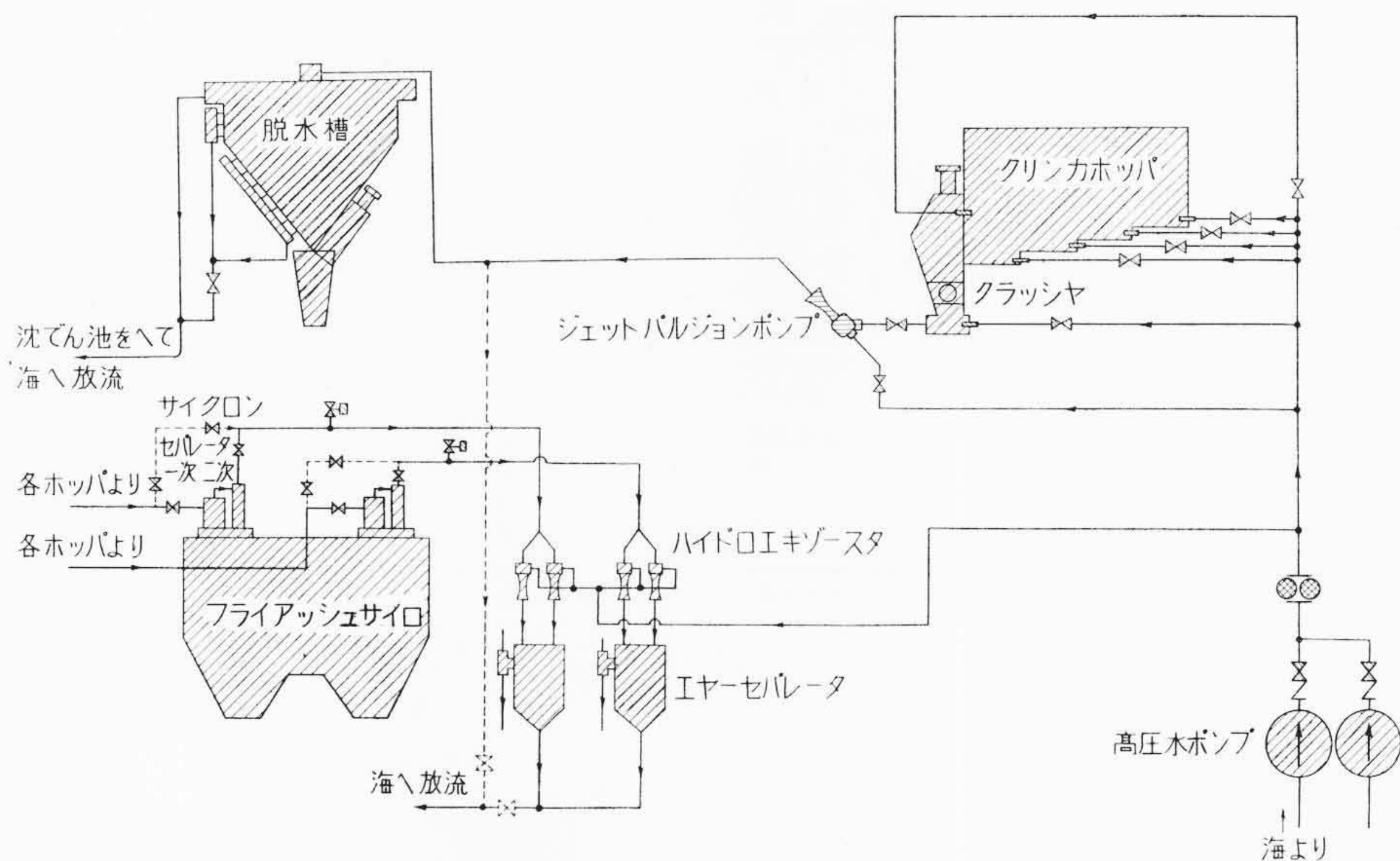
- (1) ボイラ燃焼室から落下するクリンカを蓄積し、一定時間においては排出するクリンカホッパ
- (2) クリンカ混合水に輸送エネルギーを与えるジェットパルジョンポンプ
- (3) 輸送されたクリンカを受け、蓄積するための脱水槽
- (4) 輸送地点間を結ぶ灰流し管

の4区分より成立っている。ジェットパルジョンポンプはその原動機として高圧水ポンプを使用するが、この高圧水はまた後述のフライアッシュ吸引輸送用の水エゼクタ（ハイドロエキゾースタと呼ぶ）にも使用される。

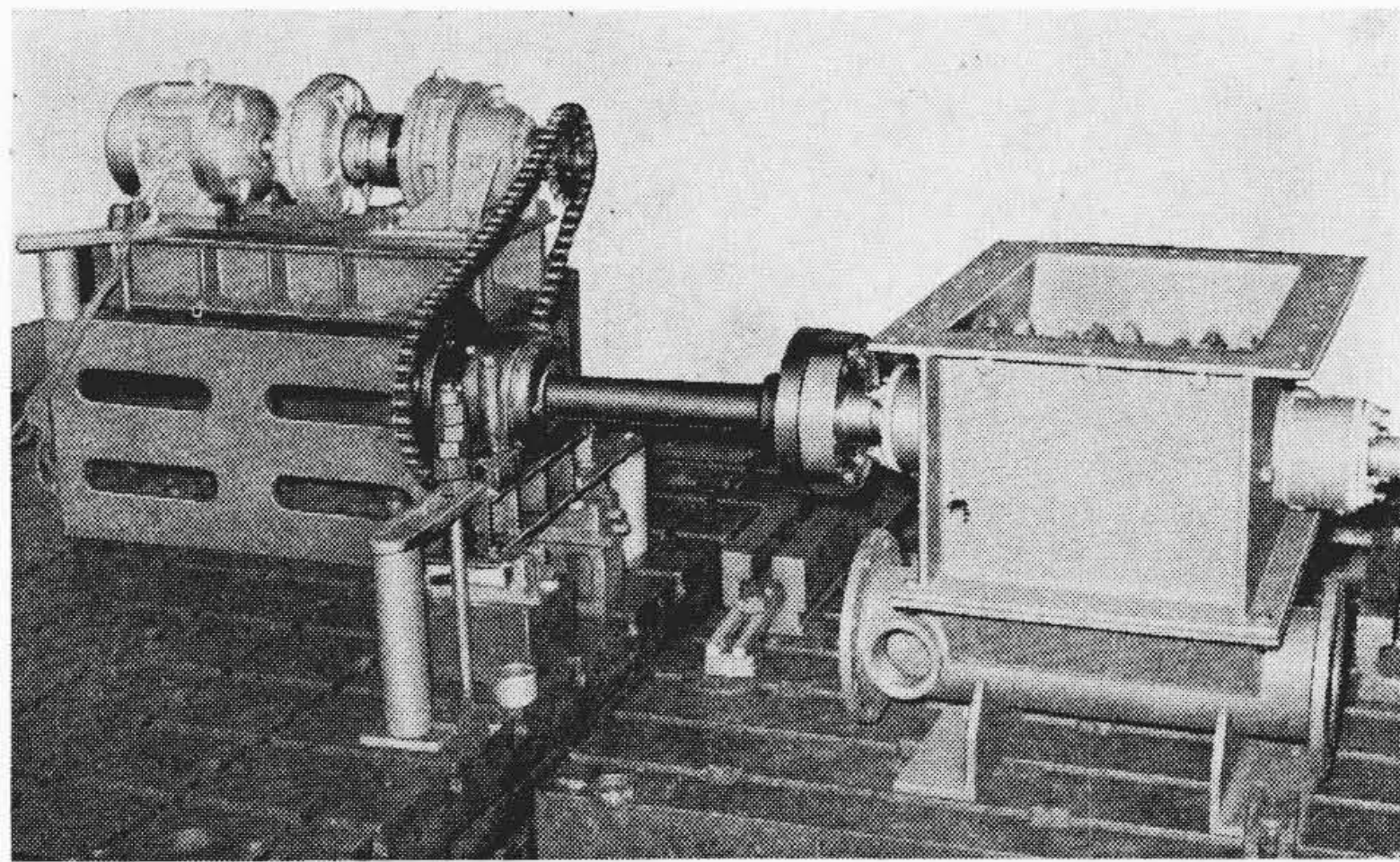
なお発電所近傍に適当な灰捨て地を有するときには、脱水槽の代りに直接管路により灰捨て地まで輸送する方法が採用され、この場合第2図中点線で示すようにフライアッシュ系統の灰流し管と共用され

* 日立製作所亀有工場

** 日立製作所川崎工場



(貫流貯蔵方式)
第2図 灰処理装置系統図



第3図 東北電力株式会社仙台火力発電所 175 MW用
クリンカクラッシャ

る場合もある。

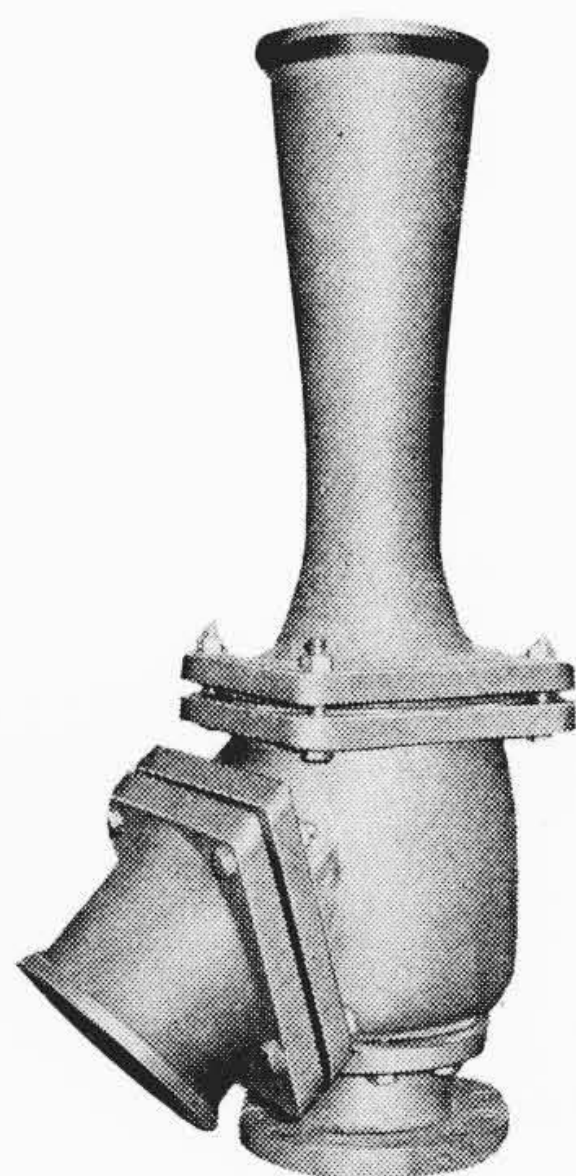
このクリンカ処理方式によれば、火炉から灰捨て地または脱水槽まで直接灰を輸送でき、中間的なサンプピットを必要としないし、また管路による輸送のため最小の据付面積ですみ、せまい発電所内で各種の補機の間を縫って輸送経路を任意に選択できる。また完全密閉形の輸送であるため、従来の灰流し溝のように発電所内を汚したり、溝の途中で大きなクリンカが滞るようなことがなく運転にたいする信頼性が大きく、かつ安全である。

灰処理装置計画上の基本条件として、取扱う対象が非常に摩滅性が高いものであり、しかも大量の灰を確実に処理する必要性が増したために、灰処理装置としてはできる限り構造を簡易化し、耐久性のあるものとし、いたずらに複雑な構造にならぬようすべきものとする。以下にはこの主旨による主要機器の概要について説明する。

2.2 クリンカホッパ

ボイラ燃焼室直下のクリンカホッパは、この灰処理方式による場合水浸式とする。燃焼室から落下する高温のクリンカはクリンカホッパ内の水面により急冷され、非常にもろい組織となって碎かれる。蓄積されたクリンカはホッパ底および側面に設けられた噴射ノズルによりホッパから排出されるが、クリンカホッパ内は常時静止水面であるために、水の蒸発が少なく、また炉の冷却が少ない。

ボイラ本体との連結部は水封溝により完全に気密となっており、



第4図 東京電力株式会社品川
火力発電所 125 MW用ジェ
ットパルジョンポンプ

しかもこの水封溝からホッパ内部にオーバフローする水は四周一様に流れ込むようにし、ホッパ内面の耐火ライニング材の冷却を兼ね、スポーリングなどを防ぎその補修を最小限にとどめている。

通常クリンカの処理操作は1直(8時間)ごとに行われるから、この間ボイラの運転中連続的に落下するクリンカを蓄積するに十分な容量をクリンカホッパは必要とする。ボイラから落下するクリンカの量はボイラの形式、微粉炭機の性能、使用する石炭の性状、燃焼状態によって相違するが、通常 5,000 kcal/kg 前後の石炭を使用する場合、

総灰量の10~15%がクリンカホッパに落下する。しかしクリンカホッパの容量のみならず、後述のジェットパルジョンポンプ以降の各種機器の容量を決定するに当たっても、灰処理装置はほかの補機と違い予備設備を設けないこと、摩滅による性能の低下、使用する石炭の性状の変化、灰分布のばらつきなどを十分に考慮の上、灰処理装置各機器の容量を決定すべきである。

2.3 クリンカクラッシャ (第3図)

一般に灰流し管により輸送できるクリンカの最大径は灰流し管口径の $\frac{1}{2}$ 程度であるが、クリンカはジェットパルジョンポンプの中を通過するため、ジェットパルジョンポンプ用コンバイニングチューブののど径(灰流し管口径より小さい)によってクリンカの輸送可能最大径は制限される。したがってクリンカクラッシャの破碎能力および破碎粒径は輸送距離、輸送量に対応して決められるジェットパルジョンポンプの仕様と対応して決定すべきものである。

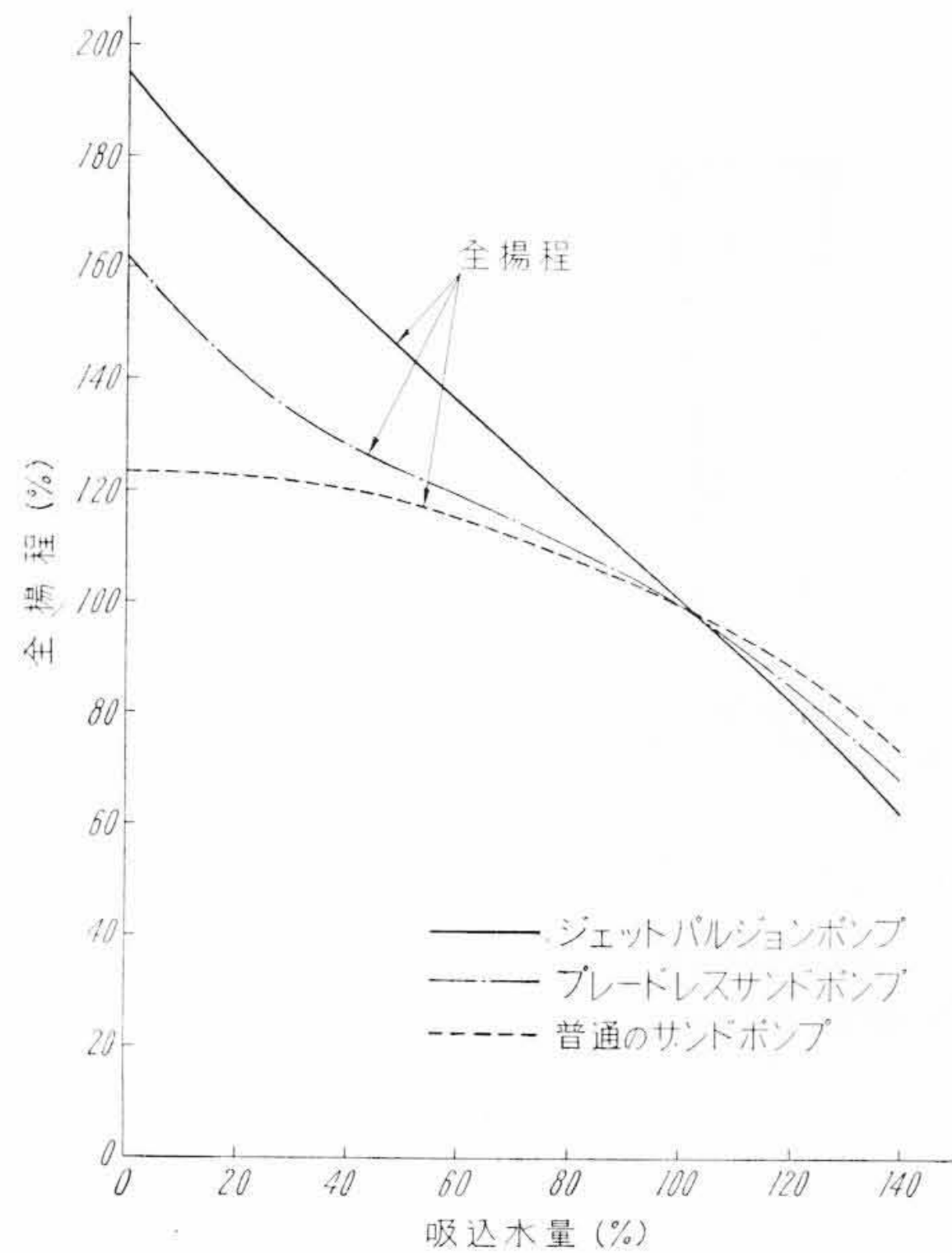
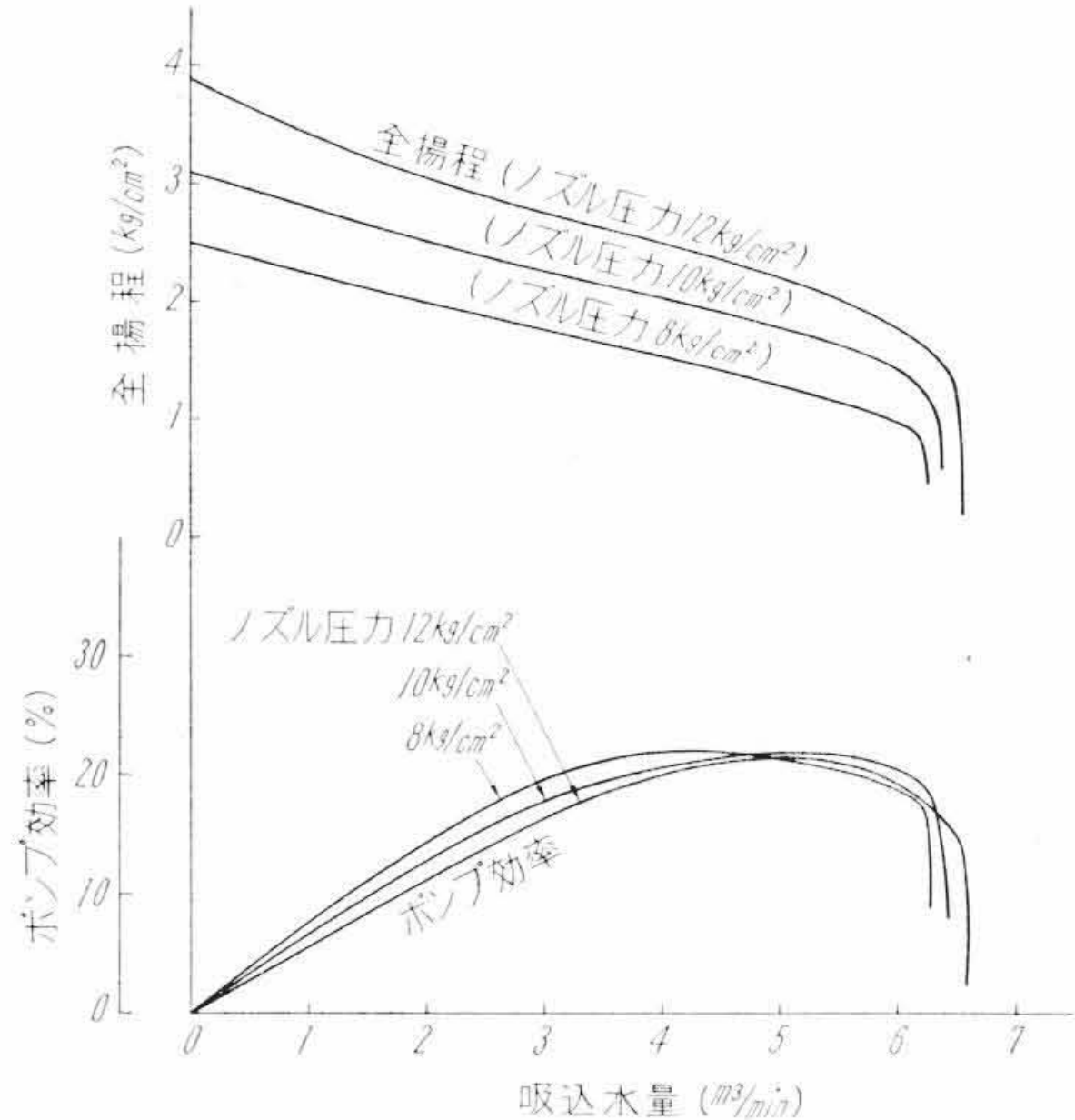
前述のようにクリンカは一度クリンカホッパに蓄積され、急冷されることにより破碎もしくは脆性化されるので、クラッシャとしては一般に使用される高速のインパクトクラッシャなどと異なり、偏心形カムを数枚重ね合わせたシングルカタ形とし、所要動力の割

第1表 既作ジェットパルジョンポンプ主要仕様一覧表

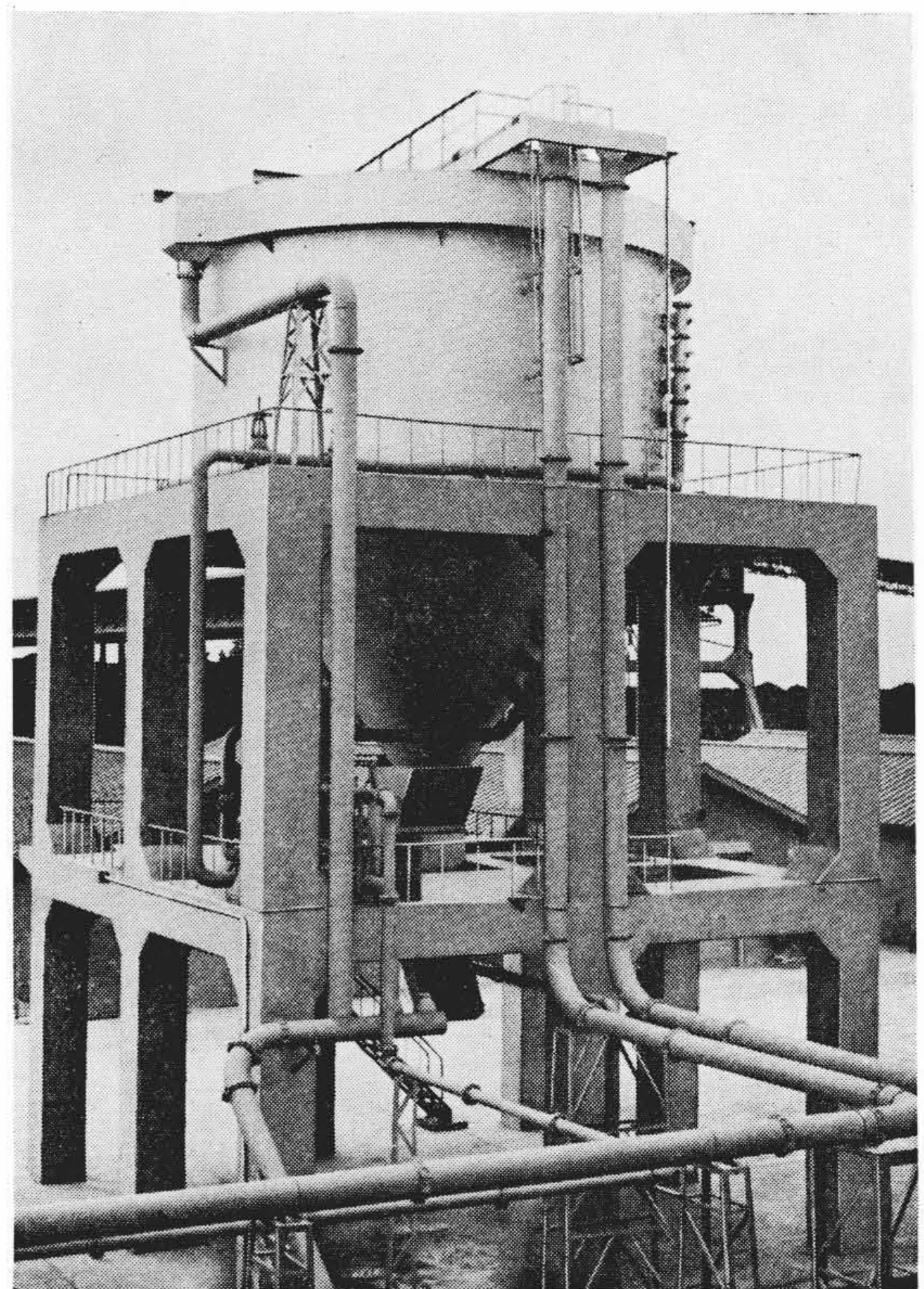
電力会社	発電所名	ユニット No.	出力MW	ジェットパルジョンポンプ仕様				備考
				所要水量 m ³ /min	所要水圧 kg/cm ²	灰処理能力 t/h	台数	
東京電力	千葉	1	125	2.6	15	25	1	貫流方式
東京電力	千葉	2	125	2.6	15	25	1	貫流方式
東京電力	千葉	1.2	125	4.9	7	27	1	ブースタ用
東京電力	品川	2	125	3	10	30	1	循環方式
東京電力	川崎	2	175	5.2	10	60	1	貫流方式 (製作中)
東北電力	仙台	2	175	3.8	11.3	54	1	貫流方式

第2表 灰流し管内輸送流速

灰の種類		破碎スラグ パイライト	微粉炭燃焼ボ イラのクリンカ	鎖火格子ストーカ灰 スプレッドストーカ灰	フライアッ シュ
安速全輸 送度 m/s	垂直管	3.0	2.7	2.1	1.2
	水平管	2.3	2.0	1.7	1.2
限界沈澱速度 m/s		0.9以下	0.76以下	0.61以下	0.015以下

第5図 ジェットパルジョンポンプ特性曲線
(他のポンプとの比較)

第6図 ジェットパルジョンポンプ特性曲線



第7図 東京電力株式会社千葉火力発電所 175 MW用脱水槽

合には破碎容量が大きい。

2.4 ジェットパルジョンポンプ (第4図)

ジェットパルジョンポンプは後述のフライアッシュシステムのハイドロエキゾースタと同様に、輸送用の動力源をつかさどる重要な機器であり、第1表に既作例の主要仕様を示す。

ジェットパルジョンポンプ使用の場合には、普通のサンドポンプのようにサンプピットの必要がなく、灰が通過する部分に可動部分がないために耐久性がすぐれているなどのほかに、第5図にみるようにその特性が完全な下降特性となっているために、万一灰流し管中に灰が詰りそうになると規定水圧の2倍近くの水圧で灰を押し流してしまふ効果をもっている。

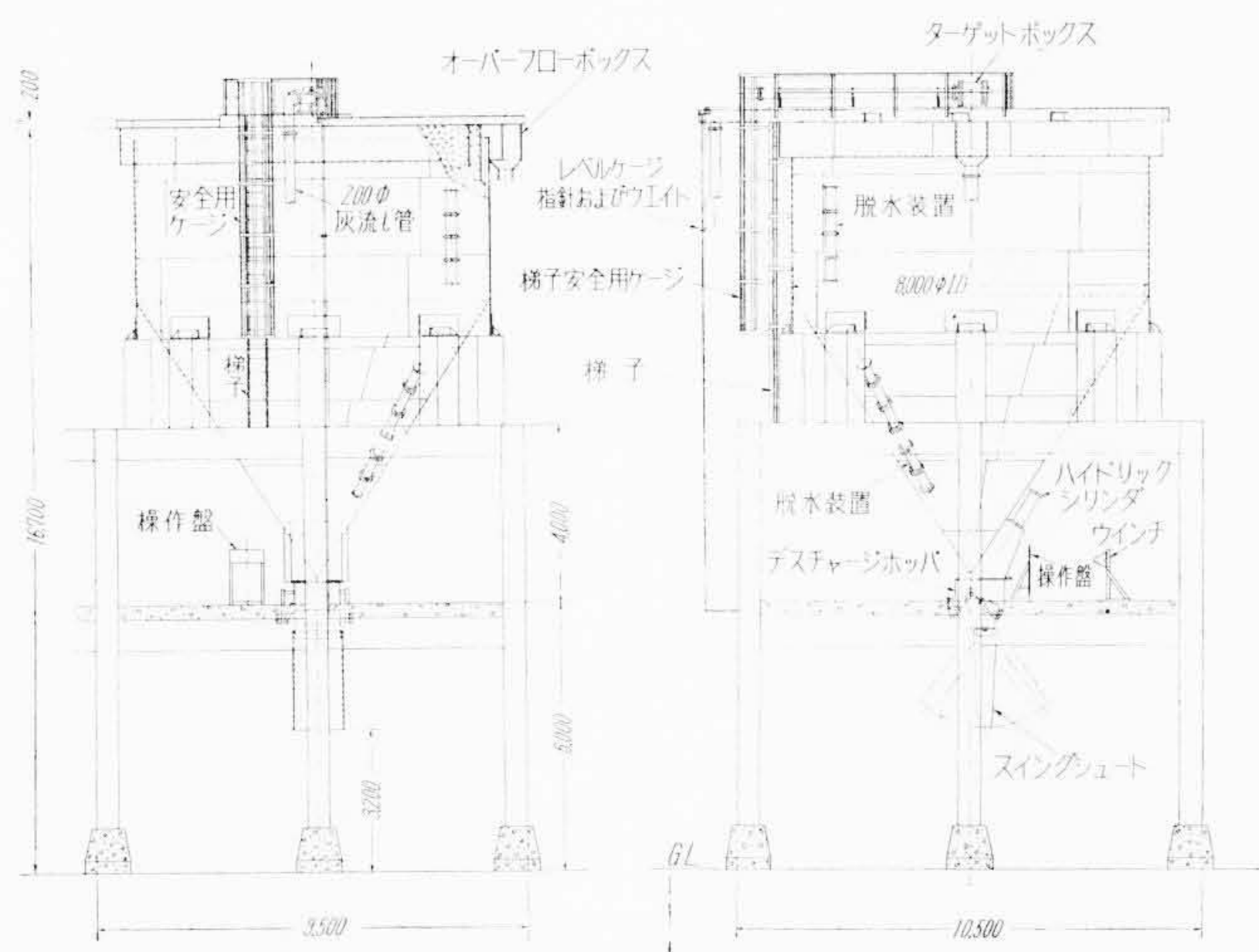
第6図はジェットパルジョンポンプの特性の一例を示すもので、水用のジェットポンプに近似なものであるが、クリンカが通過するのに必要な流路を与えるためノズルとのど部との相対関係が特殊なものとなっており、一般の水用ジェットポンプに比べるとポンプ効率は若干低くなる。

ジェットパルジョンポンプとハイドロエキゾースタは新しい方式

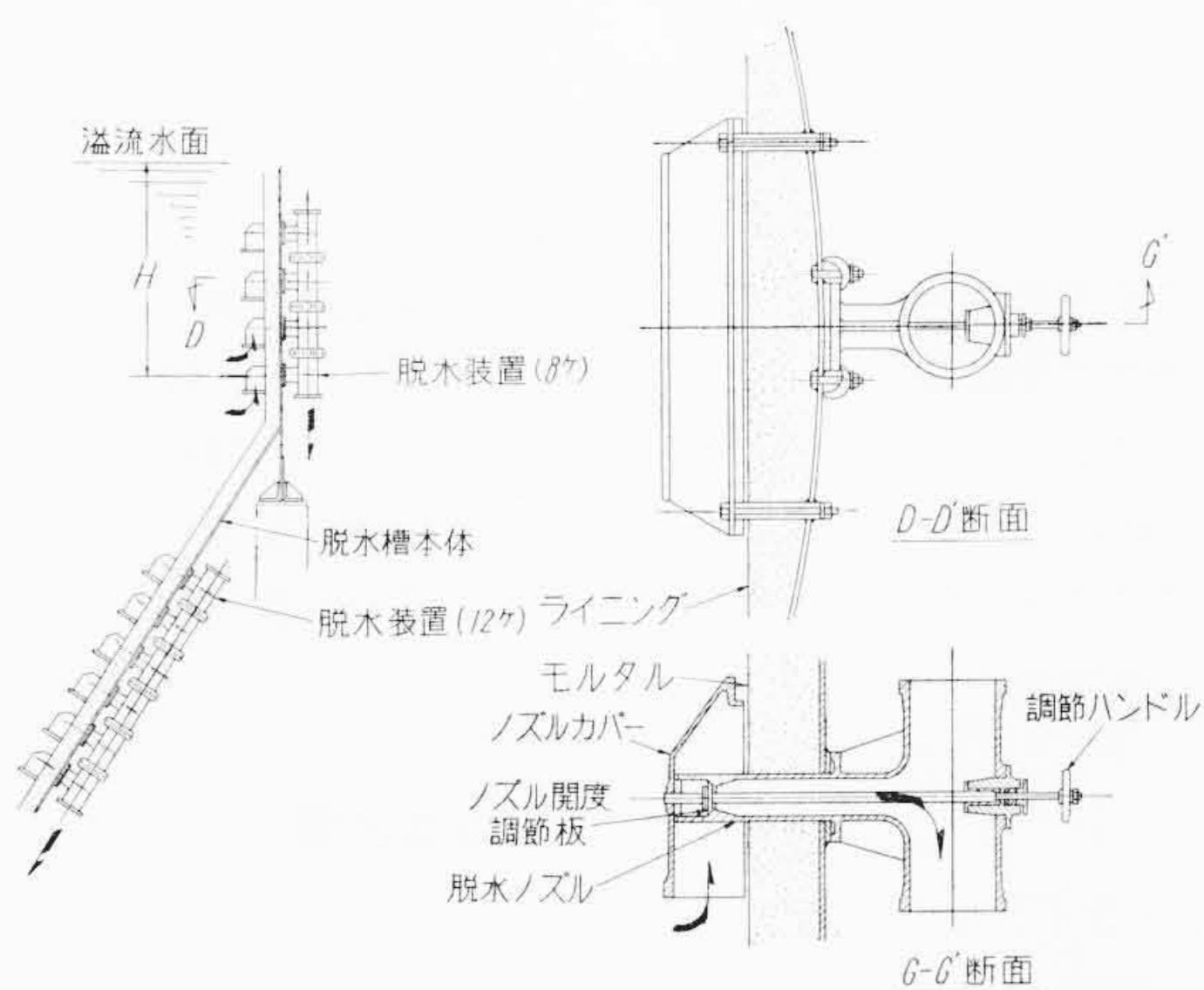
の灰処理装置の中の最も特色のあるもので、ただ単に効率のみに着目すれば遠心ポンプやルートブロワなどに劣るものであるが、2.1項で述べたように構造を簡易にし、保守、耐久性、確実性を第一とした象徴でもあり、この考えが正しいことは運転実績において数多く実証されているところである。

2.5 灰流し管

灰流し管口径は輸送量に応じて決められるが、灰流し運転中のクリンカの輸送濃度は相当に変動することを考慮して、平均輸送濃度は約15% (重量比) 程度で計画され、管内流速は近似的に第2表により選定された上で灰流し管口径は決定される。すなわち安全輸送速度は混合液中の最大粒度の単粒子の自由沈降速度の2.5~3.5倍の値をとる。これは輸送濃度に変動があっても、固体粒子を完全に懸垂した状態で安定した輸送を行うための値である。さらにまた、ジェットパルジョンポンプの吸込水量は吐出水量の約50%前後であるから、ジェットパルジョンポンプの吸込側に水がなくなっても、灰流し管中には規定水量の50%の流量は確保される。したがって管内流速を第2表により計画しておけば、どんな状況下でも、灰流



第8図 東京電力株式会社品川火力発電所 125 MW用脱水槽



第9図 脱 水 装 置

し管中に残留している灰を安全に灰捨て地まで輸送することができ、灰流し管中に灰が詰るようなことはない。

2.6 脱 水 槽 (第7図)

ジェットパルジョンポンプによる灰処理方式は、発電所近傍に適当な灰捨て地があるときはクリンカホッパから灰捨て地まで直接管路により連続的に灰捨てが行われ、灰捨て場所の変更も単にパイプの延長により簡単に実施できることが大きな特長のひとつである。大都市周辺の発電所では近傍に十分な容量の灰捨て地を求めることは困難な場合が多く、また大都市周辺の発電所に限らず各発電所とも灰処理用排水による海水または河水汚染防止の問題は近時非常に大きな課題となってきた。この要求に対応するため第2図に示すようにクリンカ、フライアッシュ両系統とも管路による直接灰捨てをやめ、クリンカは脱水槽に、フライアッシュはフライアッシュサイロに貯蔵し、それぞれトラック搬出する方法が採用される。

脱水槽は灰流し管により輸送された混合体から水分を除きクリンカを貯蔵するものである。一般に同じ微粉炭燃焼のボイラから排出されるクリンカでも、ボイラの構造・燃焼状態・石炭の性状・微粉炭機性能などによってかなりの差異を示すものであり、脱水槽はとくにこの点を十分検討の上製作すべきものである。またこのような性状の変化を示す固体粒子と水との混合体を取扱う機器としては、性状の変化にたいしても安定した機能を発揮できるようにできる限り構造簡単なものを選定すべきである。第8図および第9図は脱水槽と脱水槽に取り付けられた脱水装置を示すもので



(スクリーン式)
第10図 脱 水 装 置

ある。脱水槽における水の分離はクリンカが内部に細孔の多い組織であり、汜過性能が非常によい点を利用したものである。脱水は脱水装置のノズルカバー内の上昇流速を灰の沈降速度以下に制限しておくことによって行わせるもので、脱水槽の溢流水面から各脱水ノズルまでの各水頭に応じて、各ノズルの開口面積を変え、上記脱水条件を満足した最適状態で脱水を行わせることができる。またこの構造によれば脱水ノズルに灰が付着した場合にも容易に逆洗浄を行うことができる。以前には第10図に示すようなスクリーンを組合わせた脱水装置が用いられたこともあったが、前述のように灰の性状自体が複雑な変化を示すものであり、灰の粒度も 270 メッシュから数 10mmまでであるので、これらについてスクリーンの目づまりにたいする対策が実施しにくい欠点があった。

以上のように、十分検討された脱水槽では流入したクリンカのうちに、排水とともに流出するクリンカ量は全体の 5～10%程度、すなわち脱水槽の捕集効率 は 90～95%程度となる。

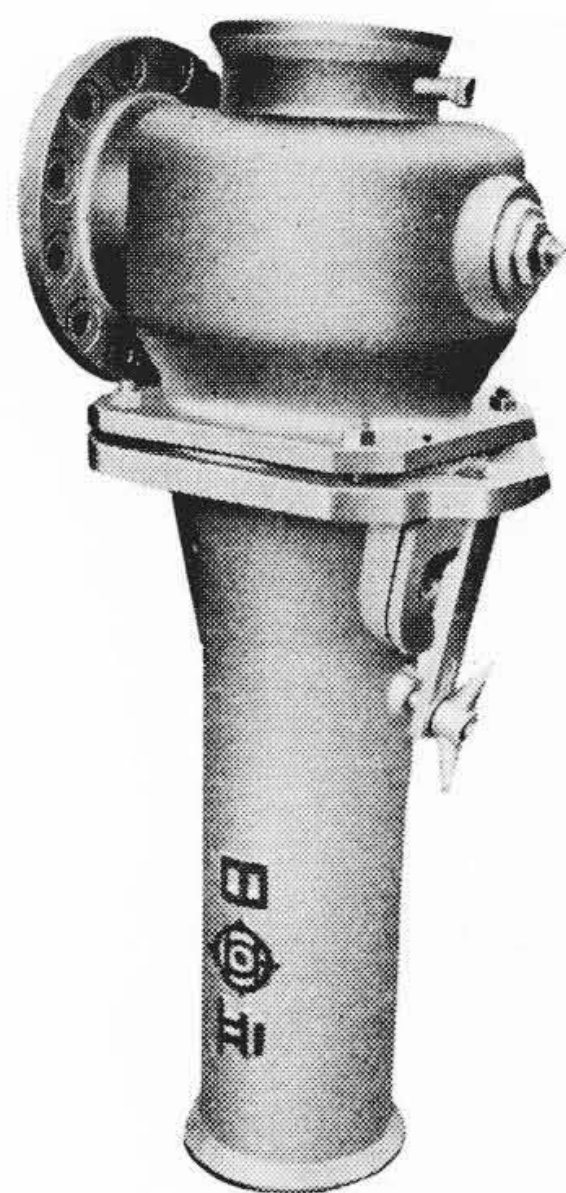
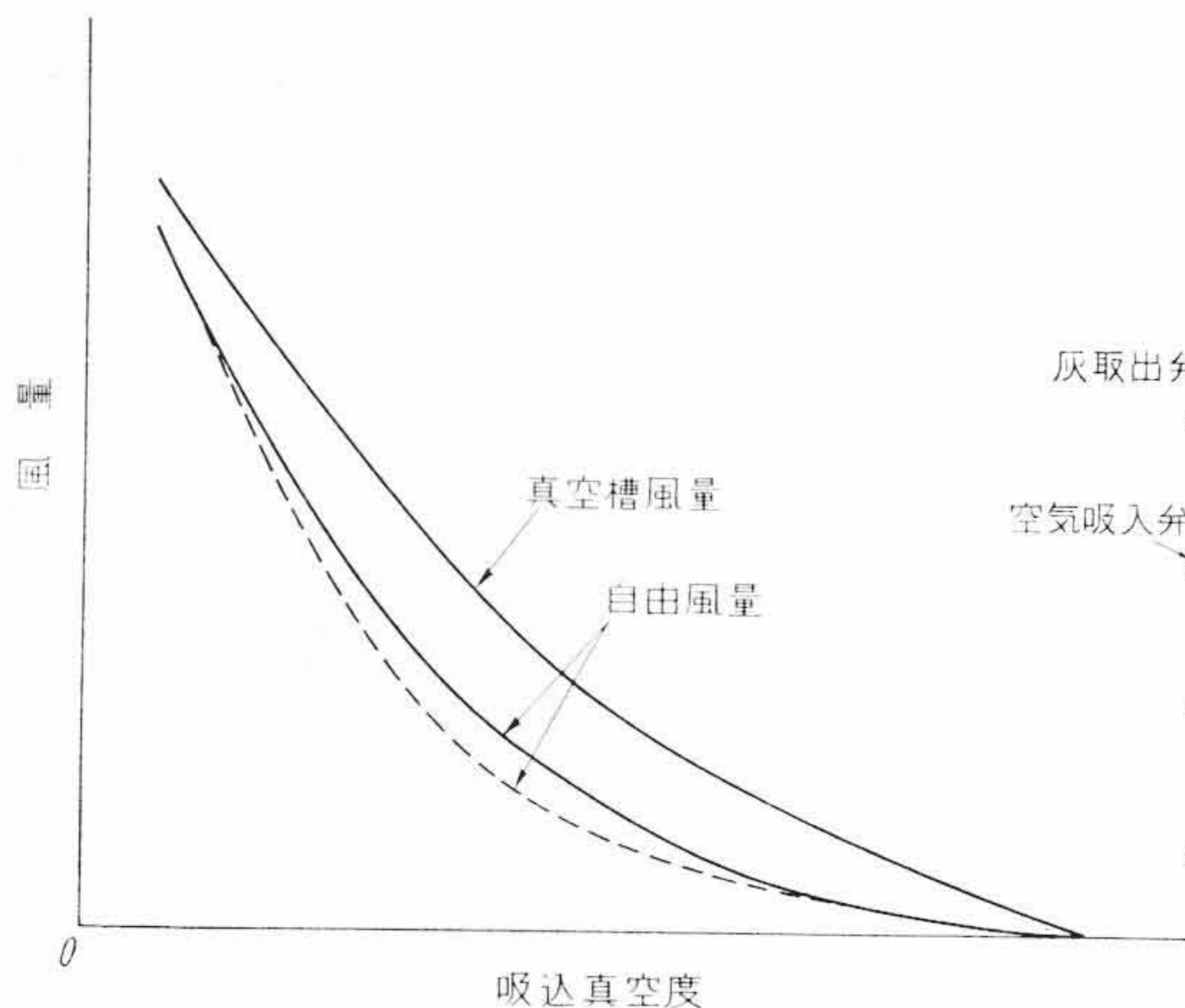
トラックまたは貨車による灰の搬出を行うときには、脱水槽の効果は非常に大きく、一例として沈でん池に灰を貯めこれをスクレップ・ショベル・コンベヤなどを使用してトラック搬出する場合に比較して脱水槽を使用するときの灰の輸送費は約 53% 減となった。

灰流し管による直接灰捨ての場合、脱水槽を使用する場合のいずれでも、灰処理に使用する高圧水は灰処理装置を貫流して排水される。

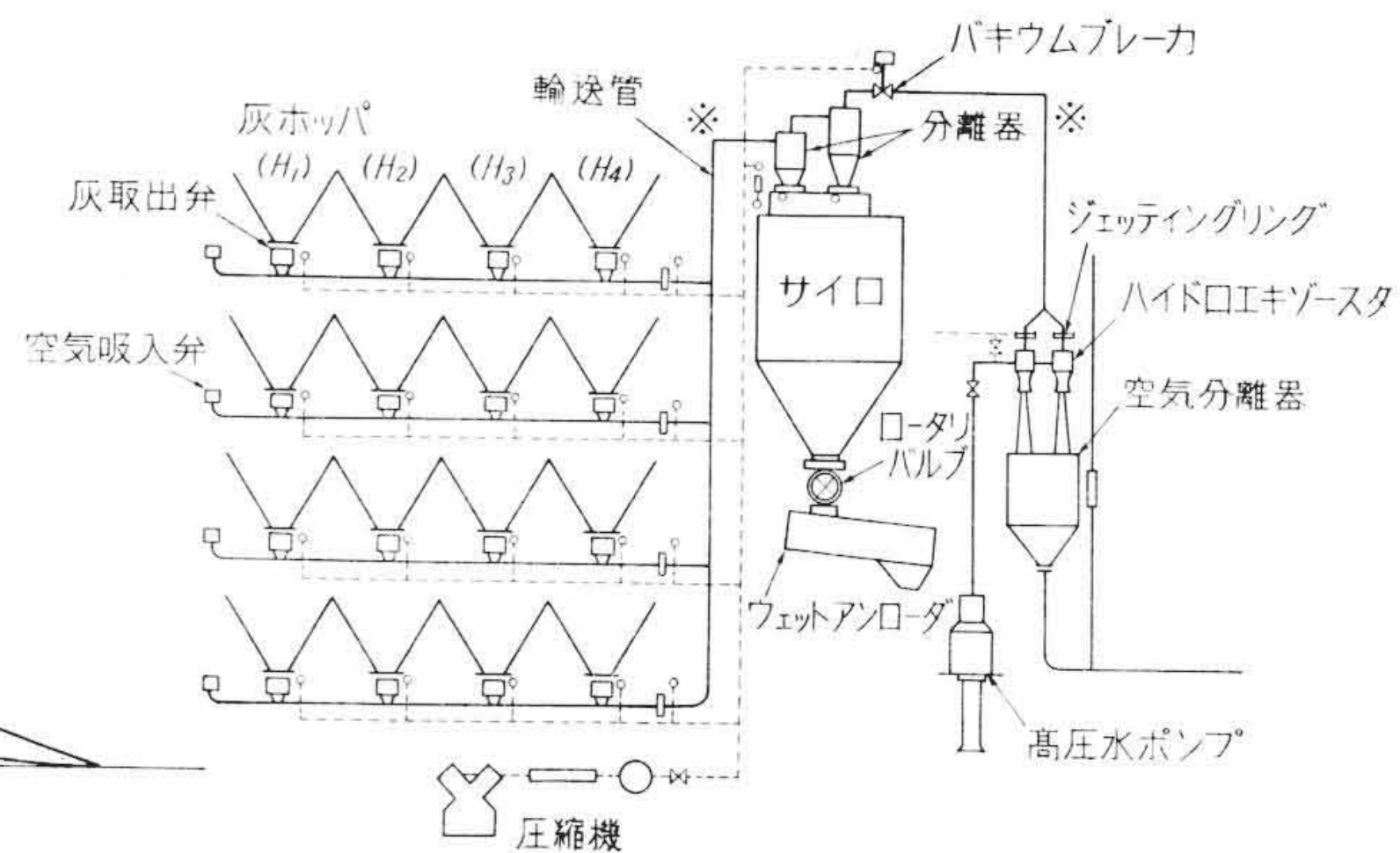
それで前者を貫流灰流し方式、後者を貫流貯蔵方式と呼ぶ。灰処理用排水処理が問題となるときは貫流貯蔵方式を採用し、脱水槽からの排水は沈でん池に入れて上澄水のみを放流し、フライアッシュ系統にはその吸引系統の途中にバグフィルタなどを並用することによりその目的をほぼ達成することができるが、さらに厳密な排水処理が要求されるときには脱水槽の排水を沈でん池に入れ、循環ポンプによって水を循環使用する循環貯蔵方式が採用される。循環方式では循環水中に若干の灰を含んでいるために、循環ポンプなどの機器の摩滅の点において貫流方式に劣るので厳密な排水処理が要求されるときにだけ使われる。

2.7 ハイドロエキゾースタ (第11図)

ハイドロエキゾースタはフライアッシュ系統の真空吸引源として使用されるものであるが、この灰処理装置においては高圧水ポンプ

第 11 図 ハイドロ
エキゾースタ

第 12 図 ハイドロエキゾースタ特性曲線



第 13 図 吸引・貯蔵方式系統図

第 3 表 灰 流 し 管 の 成 分 (輸 入 品)

成 分	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	Mg	Ti	V
%	3.0~3.4	1.0~1.65	0.36~0.38	0.2~0.5	0.04~0.09	0.05	0.9~1.4	痕 跡	痕 跡	痕 跡	痕 跡

によりクリンカからフライアッシュまで一貫処理するものであり、ハイドロエキゾースタの仕様決定はジェットパルジョンポンプの仕様と照合して決める必要がある。一般にクリンカ系統の灰処理操作は 8 時間ごとに 1 回行い、1 回の所要時間は 1 時間前後であり、フライアッシュ系統の 4 時間ごとの操作と組合わせて所要時間合計が 1 日 12 時間から 16 時間程度になるようにそれぞれの灰処理能力を決める場合に、灰量の分布および輸送距離いかによっては高圧水ポンプにたいする両系統の要求点が異なってくる場合がある。このような場合には、ただ単にジェットパルジョンポンプおよびハイドロエキゾースタの性能のみでなく、これらと組合わせ使用される高圧水ポンプの特性をも含めたプラント全体の特性を総合的に検討し、灰処理プラントとしての最良の特性を発揮させるように計画することが必要である。

第 12 図はハイドロエキゾースタの特性の一例を示すもので、ノズル圧力 10 kg/cm^2 、 8 kg/cm^2 において最高到達真空度はそれぞれ 730, 700 mm Hg の高真空度をうることができる。なお図中の点線は同一条件で混合管部を一部変更したときの特性の低下を表わしており、類似のものであっても特性の差が大きく表われるものであり、試作研究の結果実線でしめすような風量が大きく効率のよいハイドロエキゾースタをうることができた。

2.8 灰処理装置用材質

灰処理装置は取扱う対象が摩滅性の強い灰であるために、耐久性から見た材質の選定は非常に重要なものである。安易な材質選定は保守・運転の面において致命的欠陥となることはいうまでもないことである。

第 3 表は灰流し管（輸入品）の成分を示し、遠心鋳造法により管内面の硬度をブリネル 350~500 に上げ耐摩性を与えている。しかしこのために衝撃値が低くなり、脆性化しているため配管施工上の不便がある。この欠点を補うためにわれわれは遠心鋳造法による低クローム・マンガン鋳鋼管を使用している。これは非常に焼入性のよい材料で、実際の灰流し試験結果においても鋼管の 5 倍、鋳鉄系統のものの 7 倍近くの耐久性を示している。

さらに各種弁のしゅう動面、クリンカクラッシャなど主要部分には 24% クローム鋳鋼やステライトなど硬化耐食性材料を使用することが望ましい。たとえばジェットパルジョンポンプやハイドロエキゾースタの各ノズルでは噴射流速が 50 m/s にも達し、さらに海水

を使用する場合耐食性をも要求される。循環方式においてはさらにこの噴流水の中に微細な灰が混入することがある。このような過酷な使用条件にたいしては、析出硬化性ステンレス材料を使用し、耐食性は 18-8 ステンレス鋼に劣らず、しかも硬度をブリネル 340 度以上にすることにより、従来のノズルに比較して数倍の耐久性を与えることができた。

3. フライアッシュ処理装置

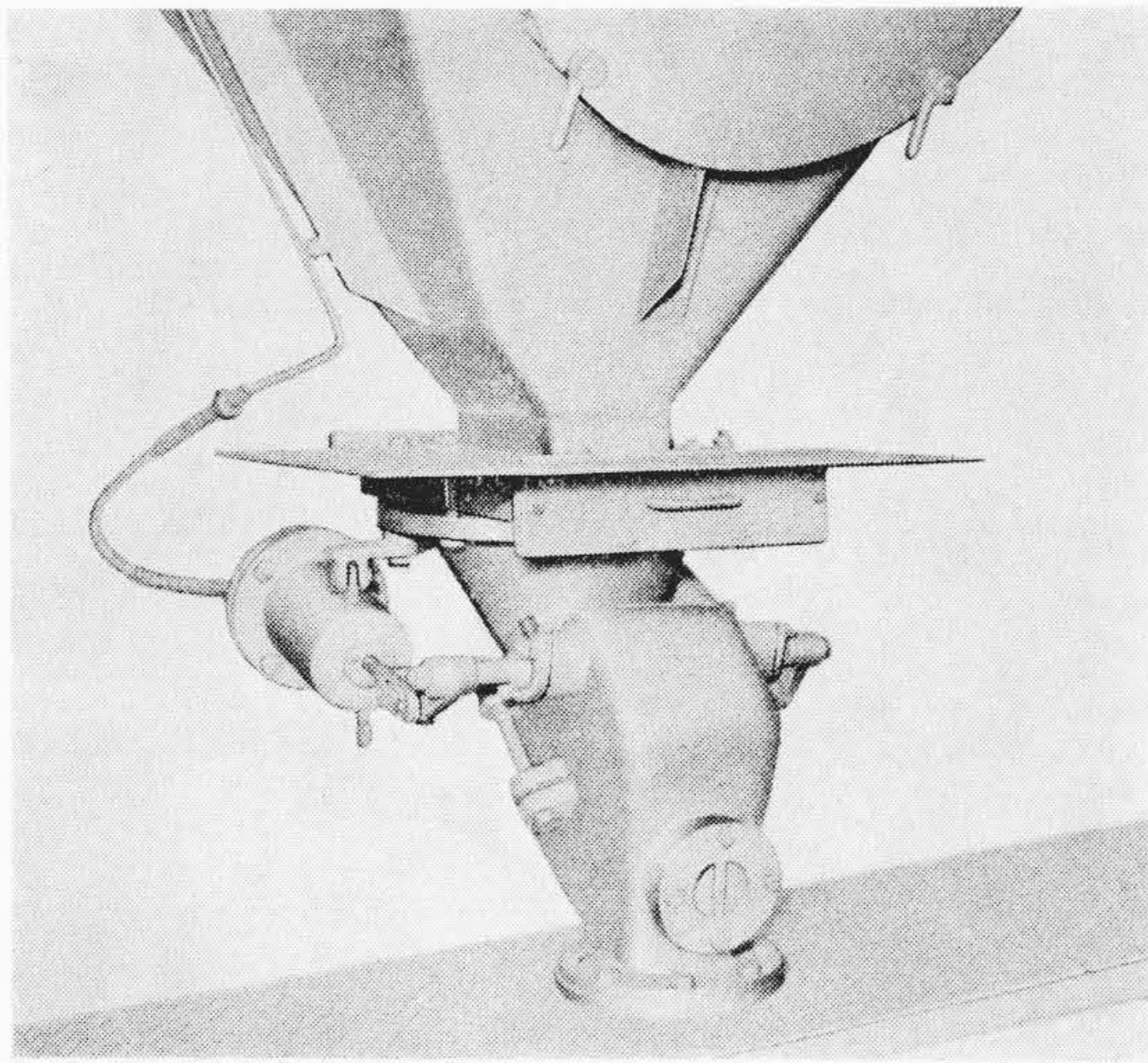
3.1 フライアッシュ処理方式

一般に微粉炭燃焼ボイラではフライアッシュは全体の灰の 85% 以上を占め、特にマルチクロン、コットレル部で数ミクロン級の微細の灰がとれるのが特長である。フライアッシュ処理方式で現在ボイラに採用されているものにはつぎのものがある。

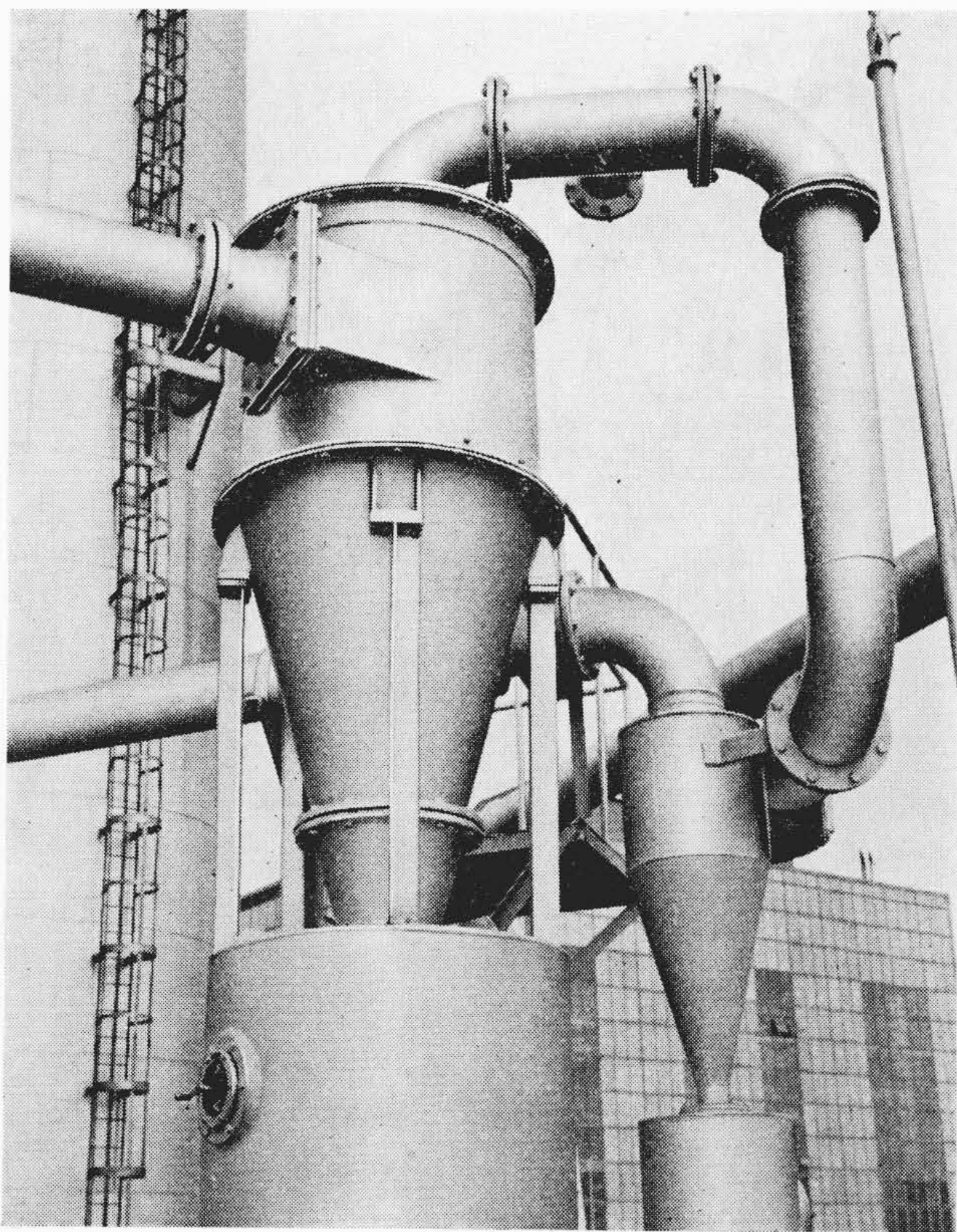
- (1) 発電所内に灰溜池を設け、ピット内の水の流れによって各部のフライアッシュを灰溜池に導き、最終灰捨て地へ灰ポンプによって圧送する方式。
- (2) 発電所内に灰溜池と中間の灰溜めバンカを設け、バンカから運搬車によって最終灰捨て地へ輸送する方式。灰溜池よりバンカまでの移送はグラブによるものと灰ポンプによるものがある。
- (3) ハイドロエキゾースタを使用し、真空吸引したフライアッシュを水といっしょに灰捨て地へ流す方式。
- (4) ハイドロエキゾースタで真空吸引したフライアッシュを一たん貯槽にため、これに水を与えて運搬車で搬出する方式。

以上 4 つの方式のうちで大容量の新鋭火力ボイラに適用できるのは主として (3) と (4) の方式であり、(3) の方式を吸引・水流方式、(4) の方式を吸引・貯蔵方式と名付けている。

吸引・水流方式は一般にボイラの近くに灰捨て地がある場合に使用し、高圧水ポンプ・ハイドロエキゾースタを空気源とした真空気流によってフライアッシュを各ホッパから 1 箇所に集約輸送し、エゼクタ部で水と混合して灰捨て地まで流下する方式である。本装置は埋立てを兼ねる一挙両得の処理方式で距離の長い場合は 2,000m 程度までも輸送している。一方吸引・貯蔵方式はボイラの近くに灰捨て地がない場合に使用し、ボイラ近傍のフライアッシュサイロまで吸引輸送して乾燥状態のまま貯蔵し、サイロ下部よりアッシュに撒水しながらトラックに搬出する方式である。第 13 図は吸引・貯蔵方式の系統図である。吸引・水流方式の場合はサイロ関係を除いたもの



第14図 灰 取 出 弁



第15図 サイクロン式分離器

で本図の※印部を配管で直結した系統である。

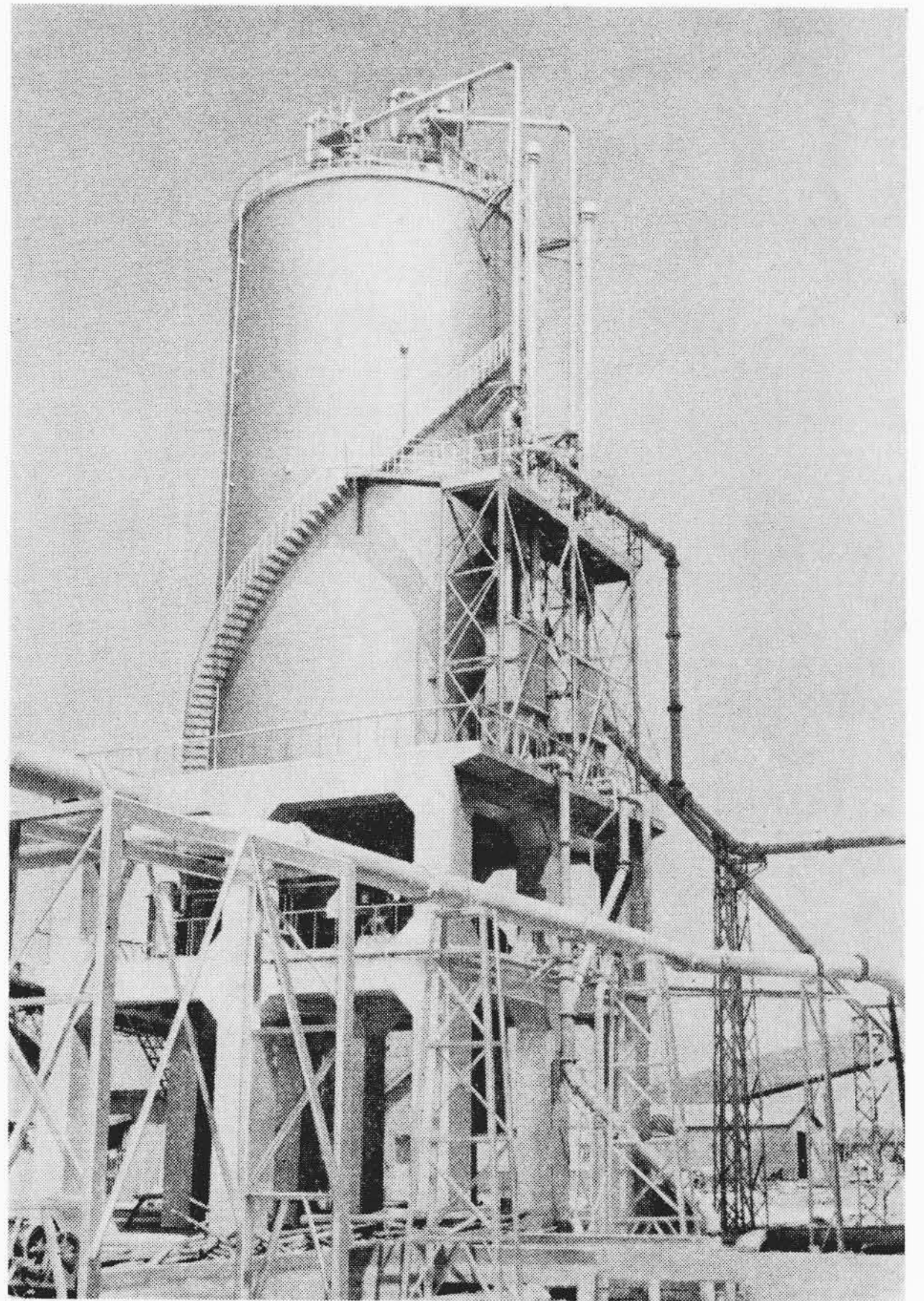
本装置に使用する機器を大きく分類すれば、

- (1) フライアッシュを真空気流中に排出する機器。(灰取出弁)
- (2) フライアッシュを輸送する管路。(輸送管)
- (3) フライアッシュを空気と分離する機器。(分離器)
- (4) フライアッシュを貯蔵しかつトラックへ搬出する機器。
(サイロおよびウェットアンローダ)
- (5) 制御機器。(制御)
- (6) 真空気流を作る原動機。(高圧水ポンプ)

の6区分より成り立っている。このうち(6)項は前述のクリンカ処理装置と共用であるから省略し、他の5項目の主要機器概要ならびにフライアッシュ処理装置としてとくに考慮を払うべき点について述べる。

3.2 灰 取 出 弁

各ホップ下に設ける灰取出弁には連続排出形と断続排出形とがある。連続排出形は動力の節約上からは理想的で国内においても一部



第16図 東京電力株式会社千葉火力発電所
175 MW用 600 m³ サイロ

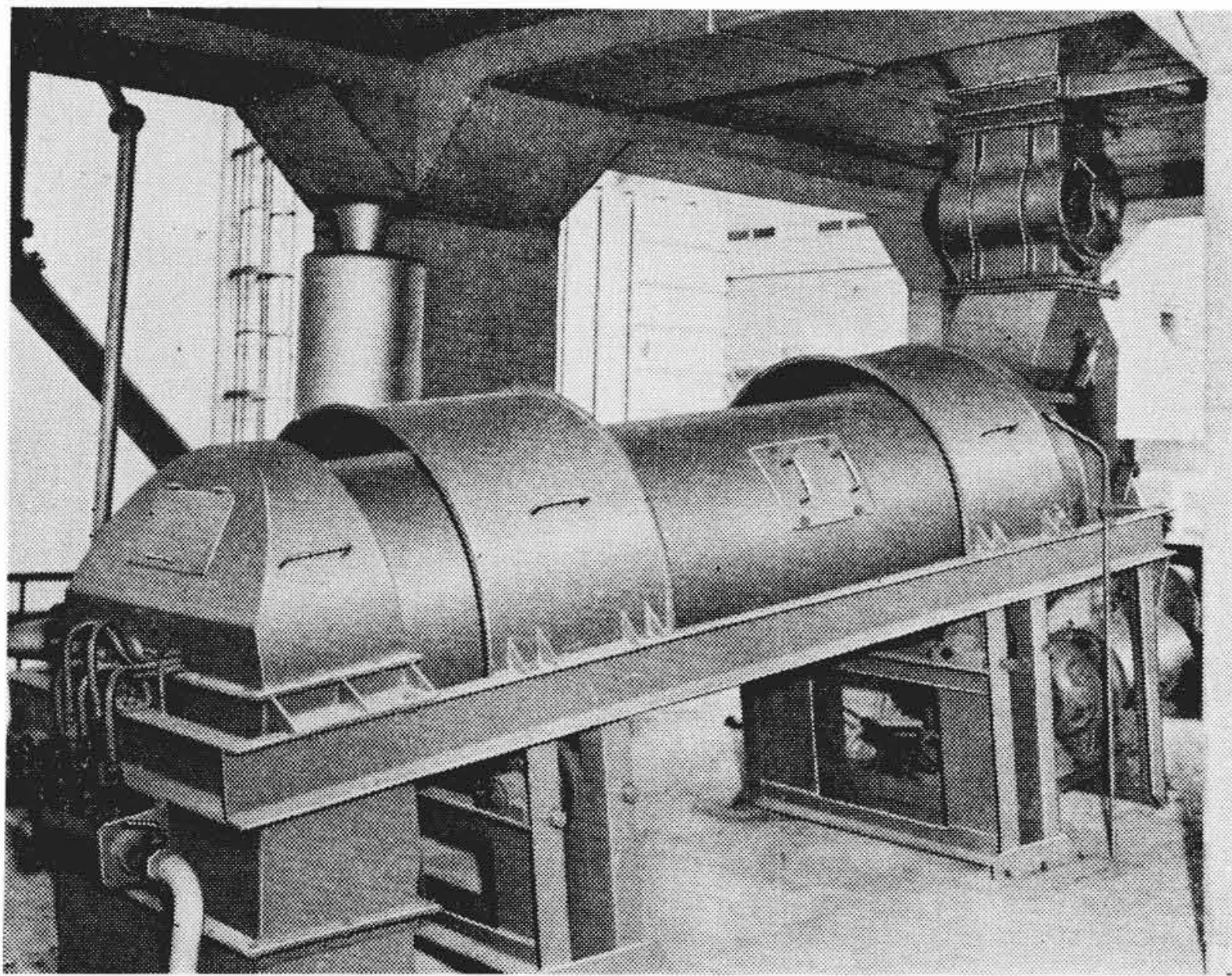
に輸入して使用されている例がある。これは仕切弁と二次空気吸入弁を設けたもので、運転が始まれば仕切弁を開き自動的に適量の二次空気を吸引しながら、フライアッシュを定量ずつ連続輸送する構造になっている。フライアッシュの特性としてその温度が高い間は非常に流動性が良いが温度が下ると吸湿し、一たん吸湿したものは息角90度以上でもくずれないので、連続排出形を使用する場合は輸送能力を十分大きくしてフライアッシュの冷却を防ぐことと、運転および保守の管理を慎重に実施する必要がある。一方断続排出形は第14図のようにホップ下に直接取り付けられ、運転が始まればフラップ形の弁を開きフライアッシュは一時に大量に供給される構造で、この供給量を一定に保つために輸送管内の吸引圧力を検出して弁の開閉を行う機構になっている。わが国のフライアッシュの特性上からは後者の断続形のほうが運転が確実で保守が容易である。

灰取出弁を寒冷地において使用する場合には、弁自体を保温するのみならずヒータにより加熱してフライアッシュの吸湿を防ぐことと、弁開閉用の制御空気中の水分が凍結するのを防ぐため、アルコール蒸気を混入して水分の凝固点を低下させる考慮が必要である。

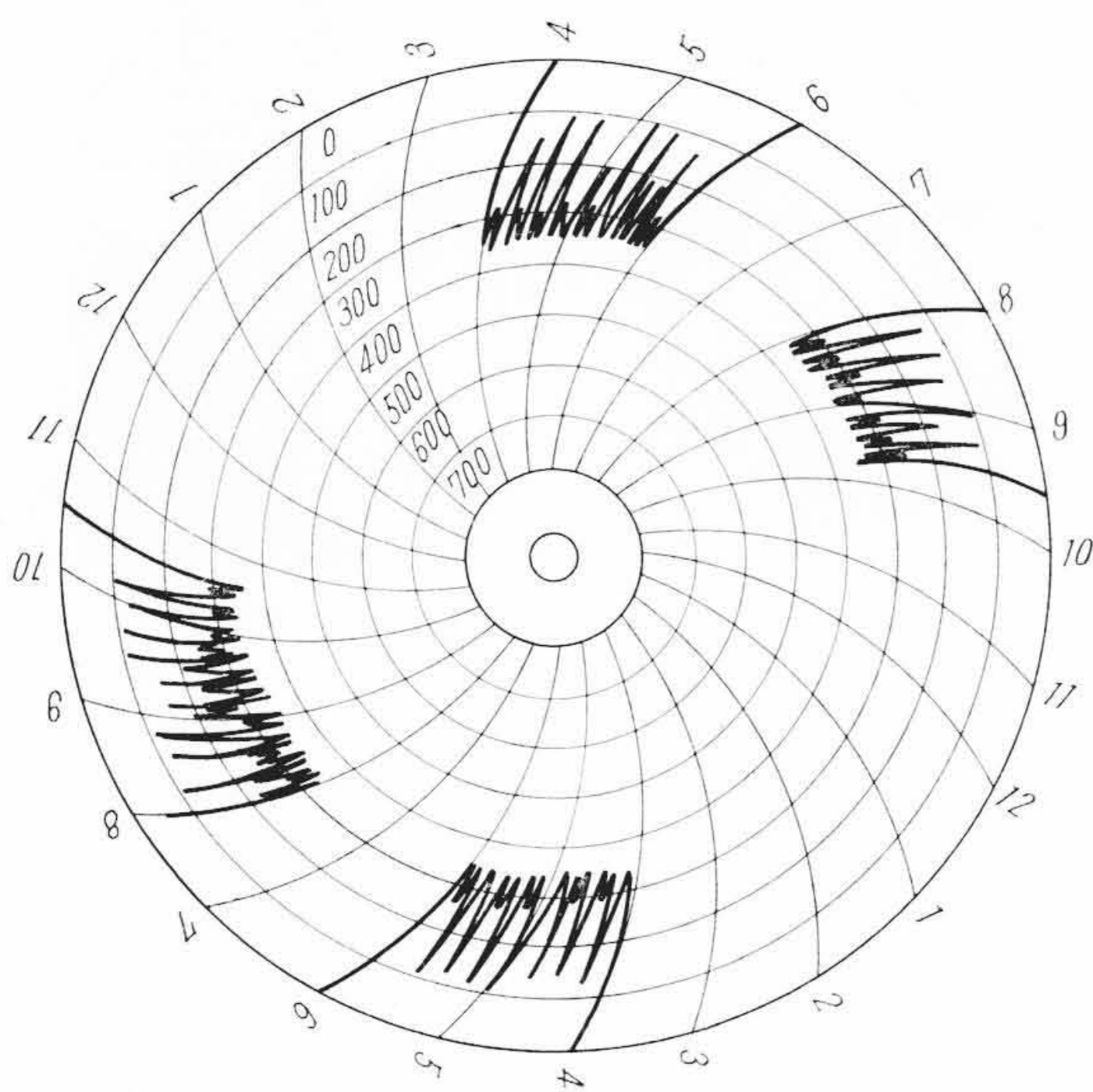
3.3 輸 送 管

輸送管径は輸送量ならびに輸送距離に応じて決めるべきもので計画上最も重要な値である。計画灰量はMCR時の灰量を基準とし、輸送距離は曲管の圧力損失と等しい直管の長さを算出し、これを全長に加算したいわゆる相当長さを基準とする。

配管計画に当ってはできる限り直線配管を実施して曲管数を減少すること、ならびにサイロへの垂直立上りをさけて斜めに立上ることなどの考慮が必要である。直角の曲りを多く使用した配管例をみかけるが、直角曲り1箇所の圧力損失は管径の140倍以上の長さの直管の圧力損失に相当するため、曲りの数の多少は輸送能力に大きな影響を与えている。また真空吸引式の場合は当然輸送空気が膨



第17図 ウェットアンローダ



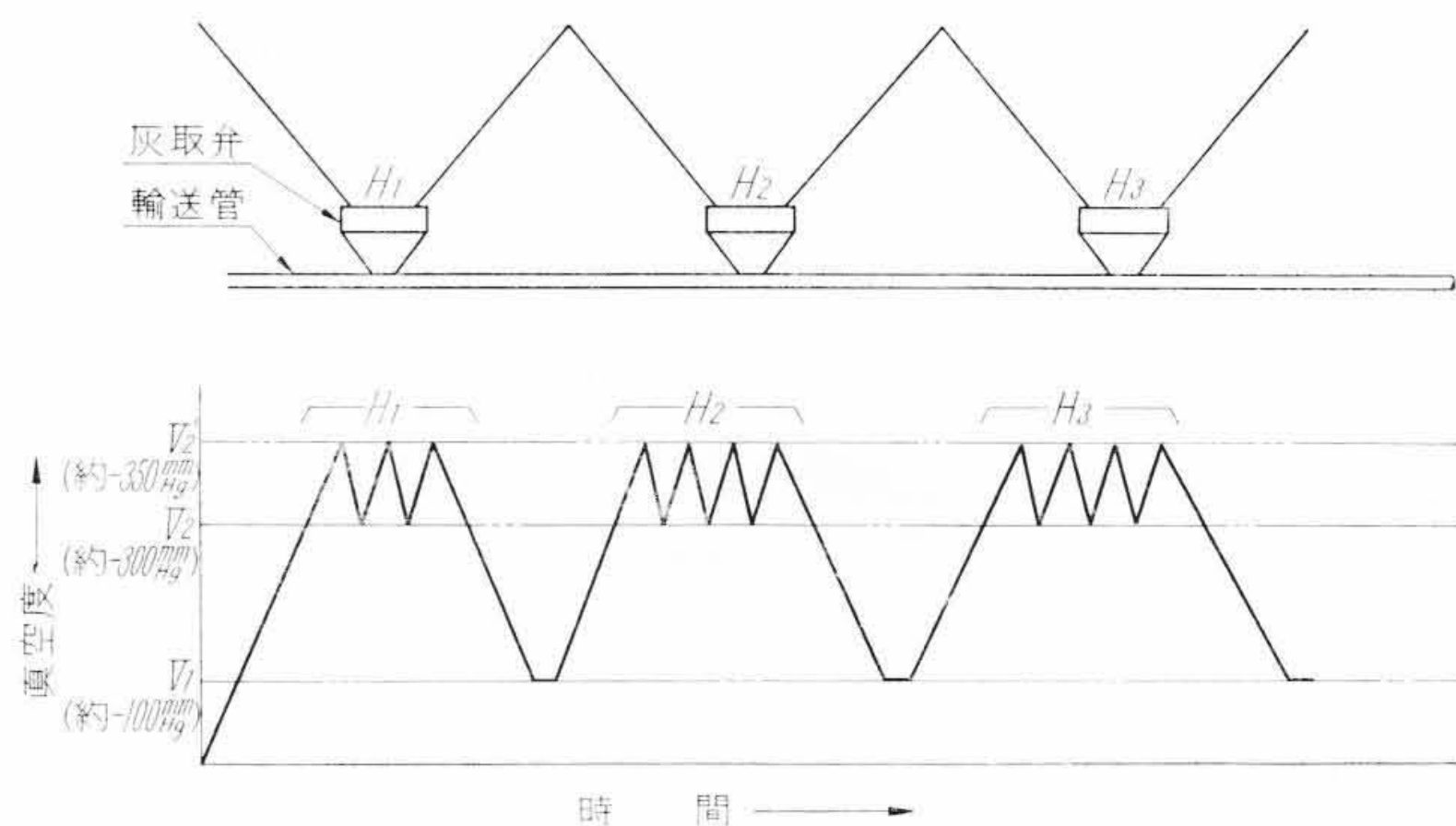
第18図 吸引—水流方式の圧力記録計

脹するので輸送管径は6B～7Bまたは7B～8Bのように2段にして圧力損失を少なくしなければならない。

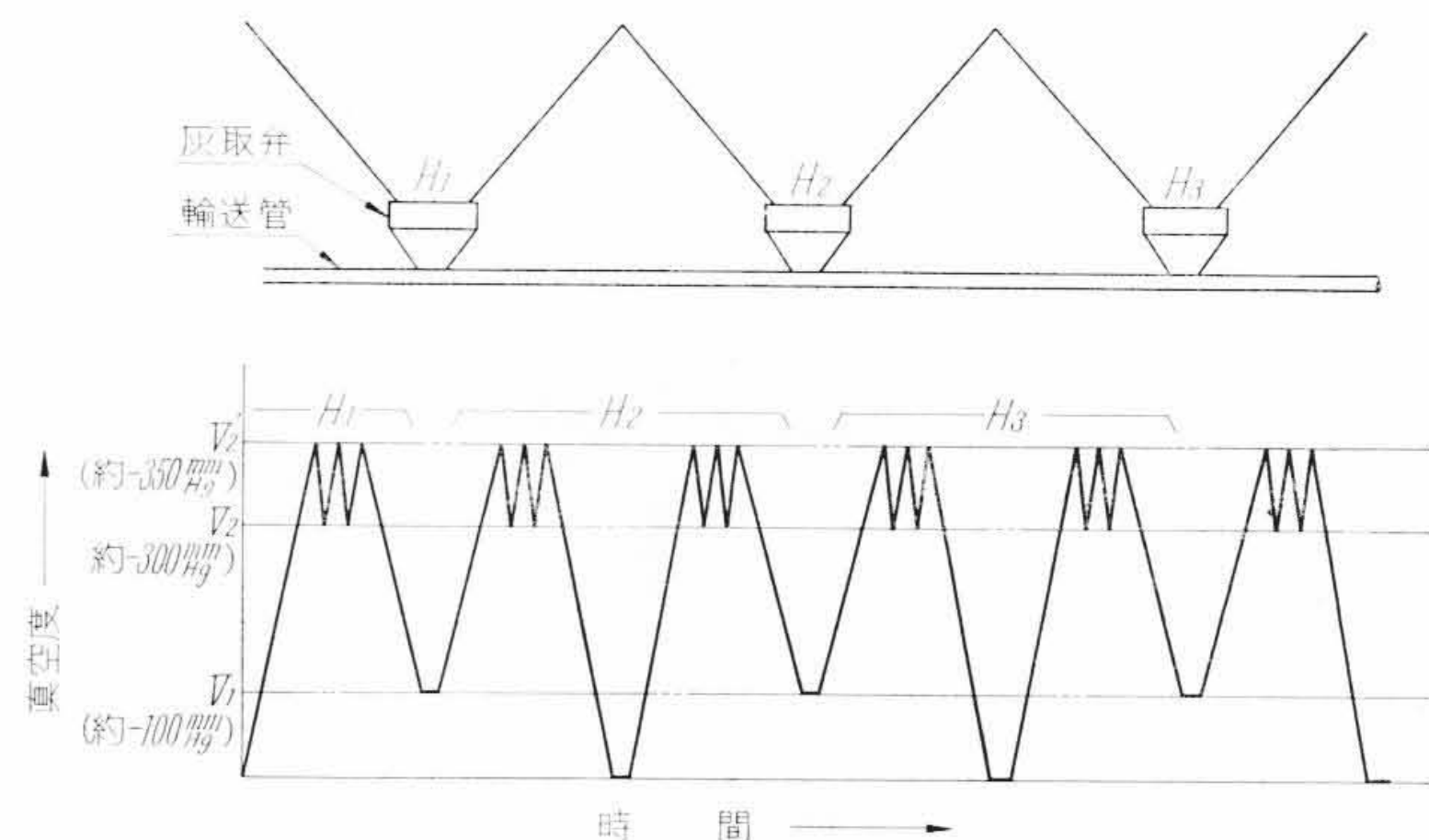
つぎにフライアッシュの特性の一つとして非常に摩滅性の強いことがあげられる。これに対しては直管部はクリンカ処理の水配管と同様に低Cr-Mn 鋳鋼を使用し、曲管部は交換可能な耐摩滅性ライナを有する鋳鉄管を使用するのが適当である。

3.4 分離器

これは吸引貯蔵式において輸送されたフライアッシュを空気から分離してサイロに排出する部分である。遠心分離を利用した一次サイクロンおよび二次サイクロンで大部分のフライアッシュは捕集されるが、分離しきれない微細なアッシュはハイドロエキゾスタ部で水と混合する。サイクロン式分離器の形状は円筒形のものも見受けられるが性能面より下部円錐形の標準形のほうが好ましい。この場合の分離効率是一次、二次サイクロンで平均98%に達している。つぎにクリンカ処理の項目でも述べたようにわずかの汚水でも海または河に放水することを禁ぜられている場合は、三次分離器としてバッグフィルタまたは水洗サイクロンを使用する。バッグフィルタとは羊毛または化繊の汙布により微細なアッシュを含んだ空気を汙過して捕集する分離器であり、微粉に対して高い捕集効率をもっているが機構がやや複雑で保守に労力を要する欠点がある。一方水洗



第19図 吸引—水流方式の圧力記録計展開図



第20図 吸引—貯蔵方式の圧力記録計展開図

サイクロンはごくわずかの水量（ハイドロエキゾスタに使用する水量の約2%）を使用して残余のアッシュを水と混合して捕集する分離器で、構造が簡単で保守が容易という特長をもっている。

つぎにサイクロン式分離器で捕集したフライアッシュをサイロへ排出する排出器には、灰取出弁と同様に連続排出形と断続排出形とがある。連続排出形はボックス内に上下二組のバルブを取りつけ、このボックス内の圧力を大気圧力と真空圧力とにバランスを取りながら交互に開閉して連続的に排出するものである。一方断続排出形は捕集したフライアッシュを一たん下部ボックス内にため、一定時間後にバキューム・ブレーカで真空気流を断ちサイクロン内を大気圧と同じにしてアッシュの排出を行う機構である。したがって能力的には連続排出形のほうが好ましいが、これには可動部分が多いため、保守管理の面を重視する灰処理には断続排出形のほうがより適している。

3.5 サイロおよびウェットアンローダ

サイロの容量はフライアッシュを何日分貯蔵するかによって決まるが、一般には2日～3日分貯蔵できるのが常識となっている。下部が平らでエヤースライドを設けた円筒形のはセメントに対しては据付面積が少なく有利ではあるが、フライアッシュに対しては不向きである。これはエヤースライド上のアッシュが吸湿により次第に固まり、ついには排出困難になるからで、特に長時間貯蔵した場合その傾向が著しい。したがって一般には息角を55～60度にした円筒下部円錐形を使用し、さらに機械式または空気式によるかくはん装置を設けるとよい。なお寒冷地においてはサイロ自体（特に円錐部）を保温する考慮が必要である。サイロ内に貯めたフライアッシュを遠方に運搬するには一般にトラックが使用されるが、このアッシュを積込む際に飛散をさけるためアッシュに20%前後の水分を与える必要がある。この目的に使用されるのが第17図の

ウェットアンローダである。これは直径 900mm の傾斜円筒をローラの上で回転し、上方からアッシュを入れ内部で水をかけながらよく混和させ下方に排出する構造になっている。このウェットアンローダのアッシュを投入する部分には可変速度のロータリ・バルブを設けフライアッシュの排出量を調整することができる。

3.6 制 御

制御方式には各ホッパ下の灰取出弁を順次タイマーによって開閉する制御方式と、輸送圧力を検出して各ホッパごとにその灰がなくなるまでそれぞれ自動的に処理する制御方式とがある。各ホッパの灰量が定量である場合にはタイマーによる方式が簡便であるが、実際の灰量はボイラの運転条件に応じて大幅に変化するため、MCR 時の灰量でタイマーを計画した場合は、ホッパ内に灰がなくなっても炉ガスのみを吸引するという動力的に不経済な事態が生ずる。したがって灰処理には真空スイッチによる制御方式のほうの方が有利である。この方式によれば灰取出弁はホッパ内のアッシュが空になるまで繰返えして開閉し、運転時間はホッパ内の灰量によって決まる最も合理的な自動運転方式である。

第 18 図は操作盤に設けた吸引・水流方式の運転状況を示す圧力記録計である。この記録計の一部を展開したのが第 19 図であり、吸引・貯蔵方式の場合が第 20 図である。 $V_2 \sim V'_2$ の間で圧力が小さく振れているのは一つのホッパ内で灰取出弁が開閉して輸送

を継続していることを示し、真空度が V_1 に低下しているのはホッパ内のアッシュが空になったためつぎのホッパに移行したことを示す。なお吸引・貯蔵式の場合に一定時間ごとに真空度がさらに低下しているのは、バキューム・ブレーカが作動してサイクロン内のアッシュをサイロへ排出していることを示している。

クリンカとフライアッシュを一貫して高圧水ポンプで処理しない場合、または立地条件から多量の水を使用できない場合には液封形真空ポンプが最も適した抽気機である。本機は水を使ってランナを封水しているため、耐摩滅・除じんの点ではほかの機械的抽気機よりすぐれた特性をもつものである。

4. 結 言

最近の灰処理装置について概況、見解を記述したが、かかる方式の灰処理装置はその理論的背景はほとんどなく、その大部分が経験的・実験的内容に基いて実施している実情である。最近各種粉粒体の流れに対する研究が盛んになってきたのでこの種の輸送理論も遠からず体系化されることと思う。現状の灰処理装置で特に大きな問題は見当たらないが、今後ボイラの大容量化に伴い灰処理装置の果す役割は一段と重要となってくるので、ボイラメーカーとしてこの面の発展に寄与するのがわれわれの責務と考える。



特 許 の 紹 介



特 許 第 239290 号

和 田 静 哉

調 速 装 置

一つの電力系統に水力、火力の両発電設備が併用されている場合、系統に急激な負荷の変動があると火力設備の調速機の応答が水力のそれに比べて鋭敏なためにその負荷変化を過渡的に火力設備のほうが大きく負担してしまいがちである。しかしながらボイラの能力は一般にその負担に応じきれぬためにブライミング現象を起し、その危険はタービンに及ぶ。本発明はこのような場合に安全な調速機能をはたすタービン調速機を提供するもので、速度を検出しその検出量に応じてタービンの出力を制御するべき弁装置の、たとえば弁と弁本体のような 2 個の主構成要素の一方を動作する制御方式のものにおいて検出量のある範囲内においては検出量に応動する一方の主構成要素に他方の主構成要素を追従させて弁作用を相対的に消去することにより調速機に一時的な不感帯を与えるようにしたものである。

図で 1 はガバナによって動かされるパイロット、2 は追従可能に構成されたスリーブである。本発明によるパイロットに対するスリーブの追従動作は弁装置 3 と圧油装置 4 およびリンク 5 によって行われる。その油圧装置 4 とリンク 5 の間に介装されたたわみ装置 6 とストップ 7 により所定の区間をすぎるとパイロット 1 に対するスリーブの追従動作が消去されるのである。

かくすることによって系統に急激な負荷変化が起きた場合、タービン調速機はしばらく実質的に不作動になるので負荷の負担は比較

的に負荷変化に即応しうる水力のほうにふりむけることができ、上述のような危険を回避しうることになるのである。(高橋)

