

13. 圧縮機，送風機およびポンプ COMPRESSORS, BLOWERS AND PUMPS

13.1 圧 縮 機

都市ガス高圧圧送機が引続き数多く製作されたことは特筆すべき事項である。昭和31年度には総馬力数9,150 HP，昭和32年～33年度には26,400 HPが製作され，さらに6,100 HPが製作中である。いずれも高速高性能のバランス形圧縮機で，大容量のものはターボ圧縮機との併用が多く採用されている。

化学工業界の合理化にしたがい，天然ガスが原料ガスとして利用されることが多くなり，ガスリフト用，ガス圧送用の圧縮機は次第に大形化しているのも最近の傾向である。

圧縮機の自動運転化は逐次高度のものとなりつつあり，それにともない圧縮機が吸入吐出するガスの圧力脈動を減少させるために緩衝タンクが利用されるようになった。特に高圧圧縮機の場合きわめて好結果が得られ，特有の騒音，振動が激減した。

汎用圧縮機も引き続き好評を得て多数製作したが，保安機器の完備により無人運転の方向に進んでいる。小形圧縮機の花形，ベビコンは減圧弁，スプレーガンなどの応用部品が次第に増加して，いっそう使いやすい圧縮機となってきた。

13.1.1 都市ガス高圧圧送機

最近都市ガスの高圧精製，高圧圧送は，その高い精製度と製造，処理，圧送などの諸設備費の低廉さのために，ますます増加の一途をたどり32年度もまた多くのガス圧送機が製作された。すなわち東京瓦斯株式会社納のもの

では，第1期工事2,500 HP 3台，1,650 HP 1台に引き続き第2期工事2,500 HP 2台，1,650 HP 1台，第3期工事2,500 HP 3台が製作され，合計2,500 HP 8台，1,650 HP 2台が稼動中である。

また大阪瓦斯株式会社納2,000 HP 3台，東邦瓦斯株式会社納1,650 HP 3台，広島瓦斯株式会社納650 HP 2台も続々製作納入された。

なかでも大阪瓦斯株式会社納2,000 HP 3台はこの種圧縮機中寸法的には最大のものである。すなわちバランス形2段複動，電動機直結式で，吸入圧力30 mmAg，吐出圧力8 kg/cm²，容量15,000 m³/h，容量調整は調整配圧弁による自動5段階調整で，低圧ピストンを浮動式にしたほか，バランス形圧縮機のすぐれた利点をそのままいかし，インターラも両シリンダ間にまたがらせた一階設置式で全体としてコンパクトにまとめて，据付面積，基礎設備費ともに大幅に節減してある。また効率は従来のこの種サイズの大形圧縮機と比較検討の上，一段とその向上に努めた結果，今までのものにみられない高効率をうることができた。

今後都市ガスの高圧精製ならびに圧送用として，精製ガス，粗製ガスを問わず高効率で運転費が低廉で，ガス中に含まれる種々の不純物に対しても適応性が高く，長期にわたって安定した運転を保証される往復動圧縮機は，今後ともますますこの分野において活躍することが期待される。

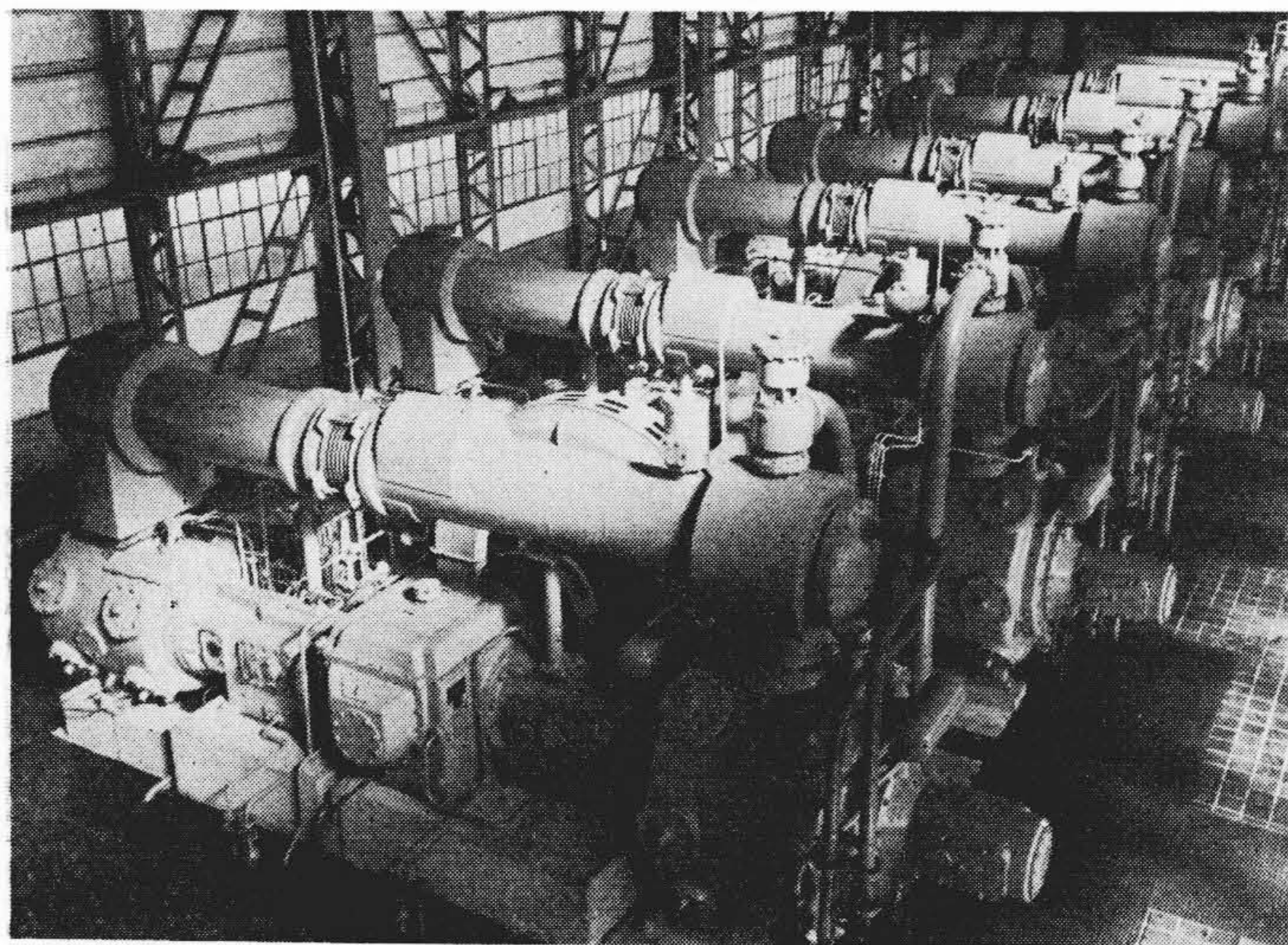
13.1.2 高圧圧縮機

数年来化学工業界は設備の合理化を実施しているので

1,000 HP～3,000 HP級の各種の高圧圧縮機が製作されたが，特に最近はプラントの性能向上により圧縮機の吸入圧力が高くなっているのが特長である。たとえば目下製作中の2,350 HPは吸入圧力が5 kg/cm²，2,400 HPは30 kg/cm²のごとくである。

高圧圧送設備が次第に自動運転化しつつあることも最近の新しい傾向である。各種の自動運転用機器を付属させ，その精度を維持するのに最も障害になるのは，圧縮機の吸入吐出ガスの圧力脈動である。さらにこの脈動に共振を起した場合には容量の減少，軸馬力の増加など種々の問題も誘発される。この圧力脈動を少なくするには適当な容量をもつ緩衝タンクを吸入吐出口の近くに設けるのが最も簡単で有効である。

最近製作した高圧圧縮機に緩衝タンクを



第1図 大阪瓦斯株式会社納 2,000 HP バランス形圧縮機

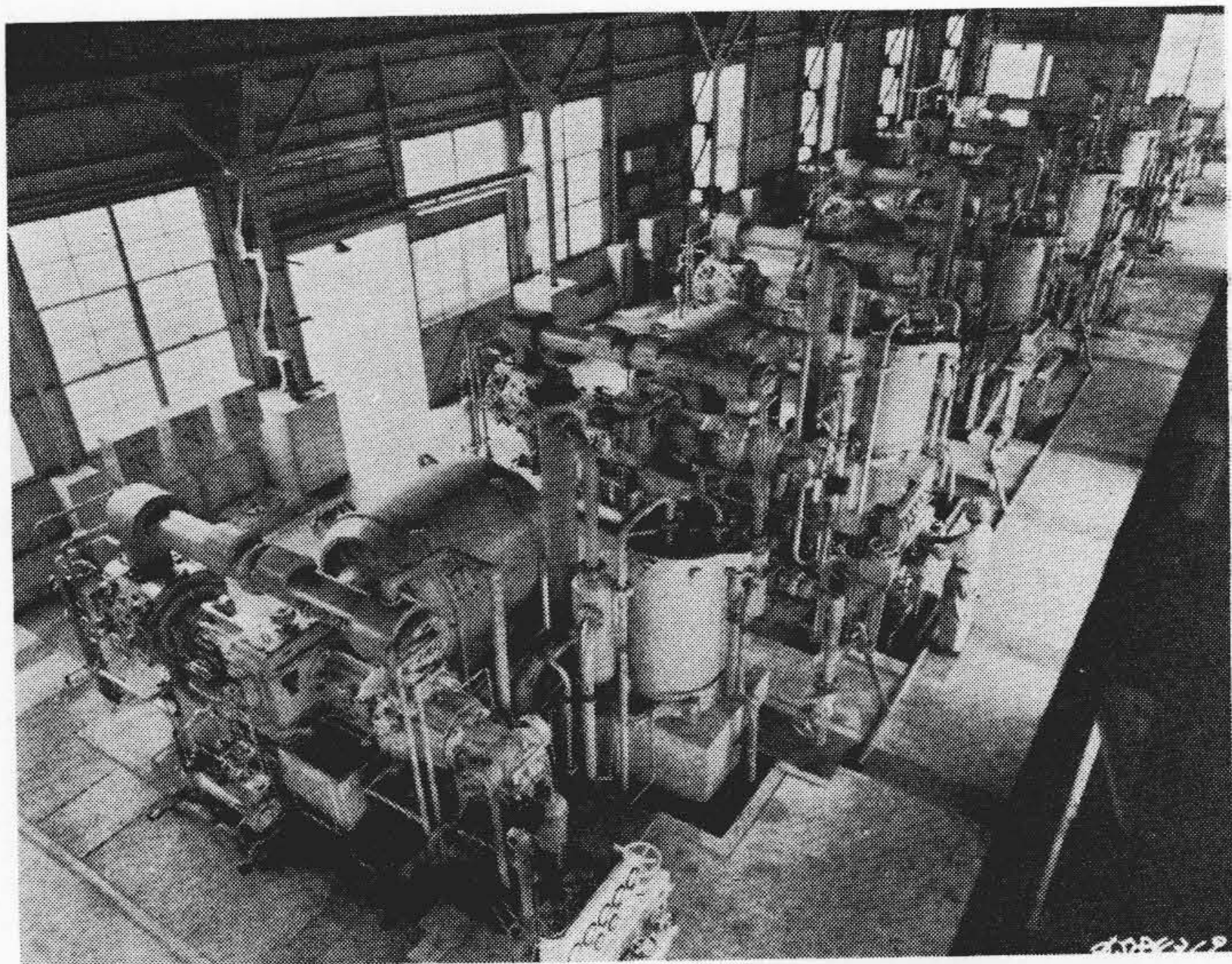
設置した例では、高圧圧縮機特有の騒音がなくなり、配管冷却器の振動は激減し、圧縮機本体の振動も著しく減少した。緩衝タンクの効果はこのように大きいので、自動運転の場合はもちろんであるが、圧縮機保護の面からも今後は不可欠のものである。

13.1.3 大容量ガスリフト用圧縮機

従来のガスリフト用圧縮機は天然ガス採掘、温泉汲出などに用いられ各井戸ごとに孤立して設置する比較的小容量のものが多く、馬力でせいぜい数馬力から数十馬力程度のものではあった。最近になって設備の条件によっては、集中管理による高能率化をねらって大容量のものを一箇所に集中して各井戸へガスを分配する方式が採用されはじめた。

昨年帝国石油株式会社へ納入した350HPガスリフト用圧縮機6台はこの種ガスリフト用圧縮機としては従来にない大容量のものである。すなわちバランス形3段圧縮機で吸入圧力 -50mmHg 、吐出圧力常用 35kg/cm^2 、最高 50kg/cm^2 、容量 $29,500\text{m}^3/24\text{h}$ であり、手動付加弁により100、85、70%の3段階、手動バイパス弁によりさらに0%までの容量調整が可能である。

本機は高圧にもかかわらず、200ストローク、600rpmの標準高速バランス形の系列に入るもので、各段の配置段圧の適正なる選定、往復運動部の重量平衡に十分検討を加えたもので、高速小形のため据付面積、基礎構築費ともに僅少で、基礎条件の悪い箇所に据え付けられたにもかかわらずほとんど振動がなく、また高速回転にもか



第2図 帝国石油株式会社納 350 HP ガスリフト用圧縮機

かわらず効率従来の高圧圧縮機に比べむしろすぐれていて、種々の点で高速高圧バランス形の第一歩を開いたものである。

13.1.4 最近における汎用圧縮機の趨勢

最近における汎用圧縮機の著しい特長は高速化による機器、電気品の小形軽量化とそれに伴う基礎建家を含めた設備費の逡減化および各種保守機器と進歩した工業計器の活用による無人運転化である。

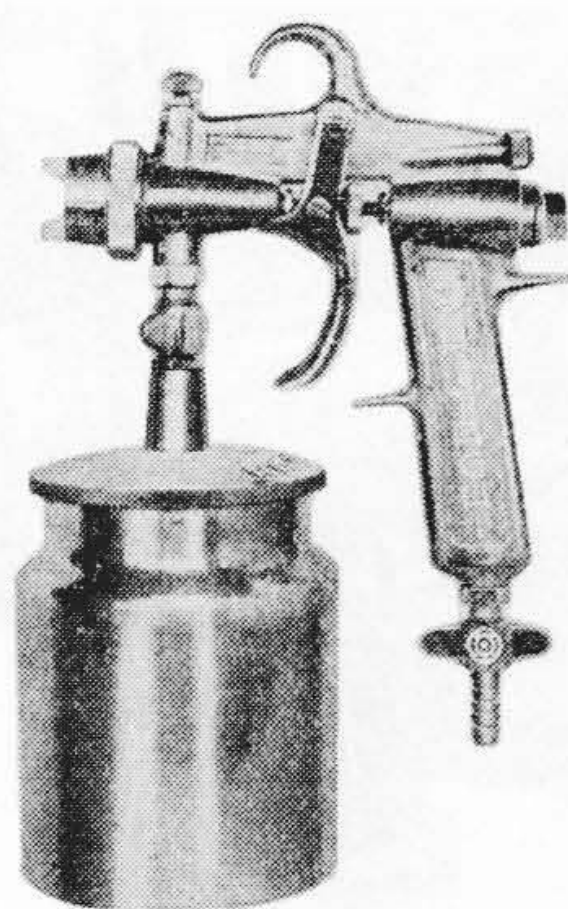
(1) 高 速 化

従来の汎用圧縮機の回転数は10~50 HPの小形機で400~600 rpm、50~100 HPの中形機で300~400 rpm、150~600 HPの大形機で200~300 rpmであった。そ

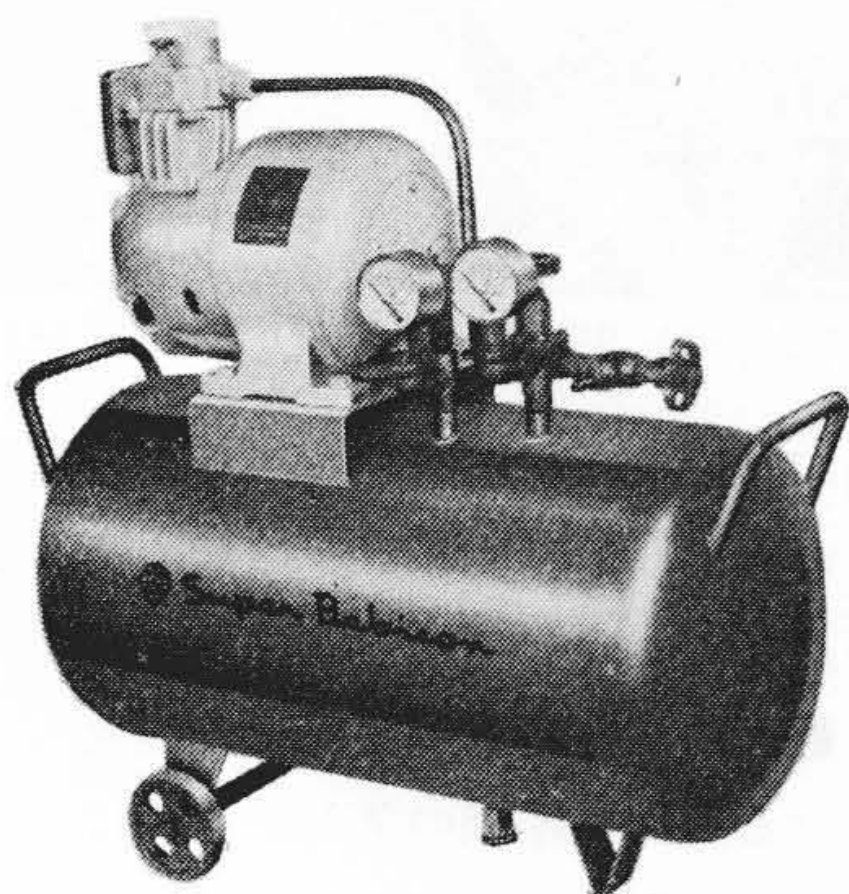
第1表 汎用圧縮機標準付属機器

機 器 名	作 用	使 用 状 況	
		100 HP 以 下	200 HP 以 上
油 圧 継 電 器	潤滑油低下に際し電動機を停止させる	○	○
流 水 継 電 器	冷却水の断減水で電動機を停止または警報を発する	△	○
起 動 ス イ ッ チ	圧縮機の無負荷起動インターロック用	50HP未満 △ 50HP以上 ○	○
軸 受 温 度 計	主軸受の温度をガス温度計などにより集中式計器盤上に指示する	×	○
各 部 温 度 継 電 器	軸受摺動部分、冷却水、潤滑油、ガスなどの異状温度上昇に際し電動機を停止または警報を発する	□	□
圧 力 継 電 器	中間圧力、吐出圧力などの異状上昇に際して電動機を停止させる	□	□
温 度 記 録 計	軸受摺動部分、冷却水、潤滑油、ガス温度などを刻々記録紙に自記記録する	□	□
圧 力 記 録 計	圧力を刻々記録紙に自記記録する	□	□
風 量 記 録 計	吐出風量を刻々記録紙に自記記録する	□	□

(○印…標準付属品 △印…特別付属品 □印…無人運転付属品で使用状況に応じて取捨選択される)



第3図 SF形
スプレーガン



第4図 200W減圧弁付スーパーベビコン IVR 形

の主な原因は往復動部分の不釣合慣性力による基礎振動の増大に制約されたためであった。

昭和28年大形機に対してはクランク軸の左右にシリンダを配置して往復動部分の慣性力を完全に釣り合わせたバランス形圧縮機を完成し、引き続いて昭和30年にはシリンダ配置を90度V形、60度W形、45度X形としバランスウェイトによって往復動部分の慣性力を釣り合わせた立形単動圧縮機 VHC 形を完成し 10~100 HP の汎用圧縮機に採用して国内における汎用圧縮機高速化の先鞭をつけた。現在 VHC 形は約 1,000 rpm バランス形は 600rpm で従来機の 2~3 倍の高速化が達成されている。慣性力の釣り合いによる基礎振動の解消と高速化による小形軽量化およびそれに伴う基礎建家を含めた設備費の通減は著しいものがあり、その優秀性は広く各界に認められバランス形は極大形機を含めて約 240 台総馬力数 120,000 HP, VHC 形は約 1,300 台、総馬力数 45,000 HP を生産した。

(2) 無人運転化

圧縮機が高速化されるに伴い各種保安装置がそれぞれの規模に応じて取り付けられ安全運転に大きい貢献をしているが最近は無運転用としてかなり広範囲にわたって各種の工業計器が使用されるようになった。その状況

を示すと第1表のとおりとなるが今後無人運転化の実施はますます増大するであろう。

13.1.5 ベビコンと付属品

ベビコンは手軽に使える小形空気圧縮機として諸種の用途に使用されて好評を得ている。33年度も用途の拡大需要の増加により多数製作納入された。これとともにベビコンに使用される付属品の製作を要望されてきたのでこの要望に応じて SF 形スプレーガンおよびスーパーベビコン用減圧弁を発売した。

SF 形スプレーガンは塗装用として性能がすぐれているばかりでなく、塗料噴霧の飛散による損失が少なく塗料消費の節約を計った特長のある製品である。これに引き続いてスーパーベビコンでも使える小形スプレーガンを発売した。またスーパーベビコン用減圧弁は小形で性能のすぐれた使いやすい製品で御使用家の好評を得ている。

このようにベビコンの機種充実とともにあわせて付属品を整備して御需要家の要望にこたえるよう努力している。

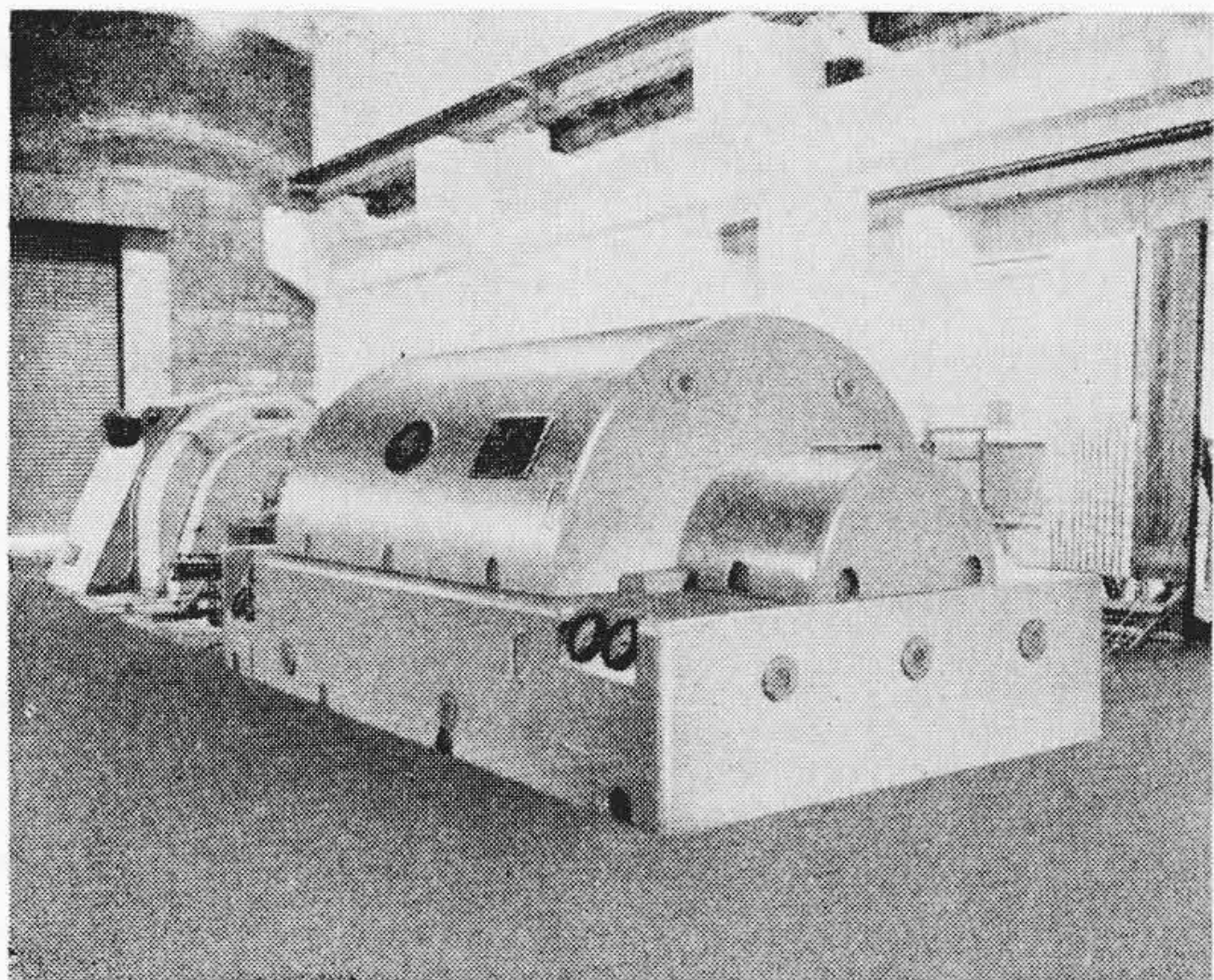
13.2 送風機

昭和33年度は急激な需要の増大にこたえて飛躍的な発送高をあげるとともに、プラント効率向上の要望にそって優秀な多くの記録品を生み出したもっとも多彩な年であったといえよう。

空気用ターボコンプレッサでは TO プラント用として 4,000 HP 級を八幡製鉄株式会社、別府化学株式会社などに納入して、この分野に国産品の地歩を築くとともに、今後のより大形製品にたいする体勢をととのえ、また日立独得の超高速 DH 形はたえざる努力により着実に納入実績をあげている。一方ガスブロワは東京瓦斯株式会社へ粗製ガスの高圧圧送用として、また大阪瓦斯株式会社へは精製ガス圧送用として、引き続き大形機が納入され、さらに大阪瓦斯株式会社の新計画による大容量高圧圧送装置も受注し、わが国都市ガス圧送装置に断然たる地歩を占めるにいたった。今後圧送ユニットはさらに大形化するものと考えられるが、従来の実績と研究により十分な生産体勢を整えて、今後の飛躍を期している。

電力界の火主水従の方針によりボイラファンの需要は多く、プラントの大形化とともに 1,000 HP をこえるものが続々生産され、また効率の向上も目ざましいものがある。これら技術の向上は当然一般のファンにも及び、小形のものでさえ効率 80% をこえるものが生産されるに至った。

近年プラントの大容量化は必然的に軸流圧縮機の需要を増加しつつあるが、長年の着実な基礎研究と実機によるテスト、ならびに生産設備の充実により、航空技術研

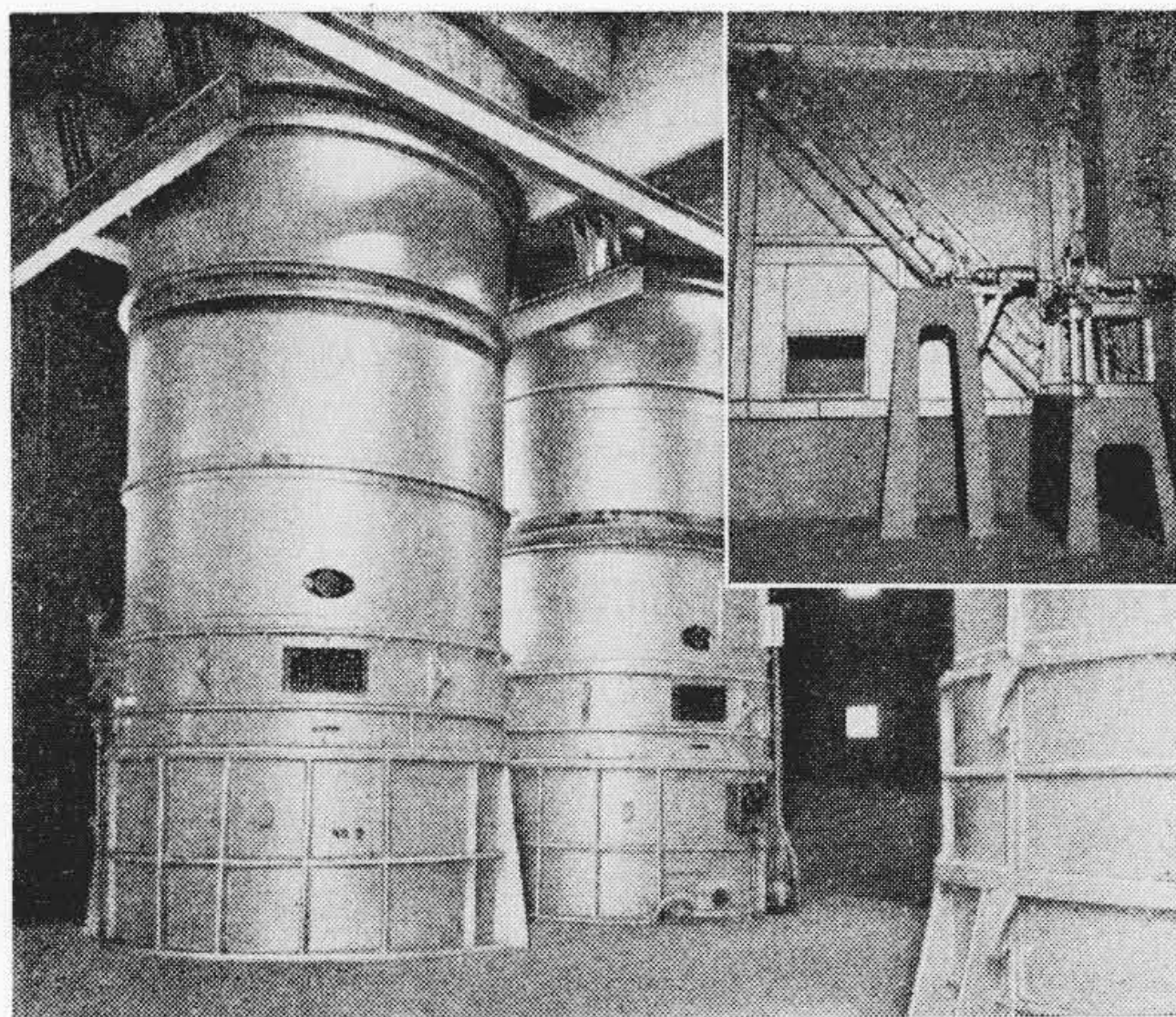


第5図 航空技術研究所納 5,000HP 軸流圧縮機

究所納 5,000 HP 軸流圧縮機は 90% をこえる段効率をだしており，炭鉱用主扇，トンネル換気用をはじめとして各方面に多数納入された高効率プロペラファンとともに今後の発展が期待される。

13.2.1 軸流圧縮機

軸流圧縮機はほかの送風機に比較して，大容量のガスを取り扱うことができ，しかも小形で効率がよいので，プラント容量の増大とともに，一般産業用圧縮機として，その応用分野は次第に拡大されている。しかし，軸流圧縮機を一般産業用として使用する場合は，遠心圧縮機と同程度の運転条件のもとで長期にわたり，安全確実に稼動させるため，信頼性，および保守取り扱いの容易などの点について，あらかじめ慎重に考慮しておく必要がある。日立製作所では上記の要求に応じた，一般産業用軸流圧縮機の開発のため，圧縮機の性能を決定する翼列風洞実験，圧縮機入口の形状，ディフューザの性能，および翼の振動そのほかについて，長年の間系統的な研究を行い，構造が最も簡単で，信頼性に富み，しかも効率のすぐれた，わが国最初の後置静翼形軸流圧縮機を完成した。第5図は，航空技術研究所に納入した 5,000 HP，10段，圧力比 3.1 の後置静翼形軸流圧縮機の外観を示したもので，その段効率の最高は 93% に達している。後置静翼形の特長は，翼列の流入および流出の速度がすべての段で軸方向になり，50% 反動形に比較して，前置静翼と最終段の静翼のあとの特別な後置静翼が不用になることである。これは静翼 2 列分の損失がまったくなくなることを意味し，圧縮機の効率はそれだけ向上する。特に段数が少ない場合，この損失が全体の効率に及ぼす影響が大きくなり，後置静翼形は性能の面で非常に有利になる。なお，翼形については，臨界マッハ数の高い日立製作所独自の層流翼を発展させ，高マッハ数の作動領域においても，段効率はほとんど低下しない好結果を得てい



第6図 関門国道トンネル換気用送風機

る。軸流圧縮機の利用は，高炉送風機，石油精製プラント，TO-プラント，原子力発電，および各種の研究設備など多岐にわたっており，これらいずれの用途に対しても後置静翼形軸流圧縮機はそのすぐれた性能により，将来大いに活躍するものと期待される。

13.2.2 関門国道トンネル換気装置

多くの新機軸をもった関門国道トンネル換気装置は 33 年 3 月トンネル開通と同時に稼動し，本土と九州を結ぶ重要幹線として使命を果たしている。

この開通前 3 箇月にわたり送風機，翼形ダンパを含む制御系統，および CO 検出機にたいして行われた厳密な現地試験の結果は，最もむずかしい風量とダクト抵抗の関係をはじめ各部の作動が模型実験や計算による計画とよく一致し，換気装置全体としての容量や効率が非常に良好なものであることを示した。しかしわが国の特殊事情により今後考慮されるべき貴重な経験も数多く，これらは完成までに建設省の御指導のもとに，長年にわたってなされた多くの研究や試作，製作中の特殊な工作や処理方法，ならびに機器の特殊試験方法などとともに，今後の同種トンネルの換気計画にあたっての貴重な資料となった。本装置は本格的な自動車トンネル換気装置の国内第一号として一步を踏みだしたが，すでに詳細について紹介したように徹底的な経済運転をねらった構想と新機軸は，ただトンネル換気にとどまらず，各種大容量の換気装置の将来にたいする一方向を示唆するモデルケースとして，その実績は斯界の注目を集めている。

13.2.3 プロペラファン

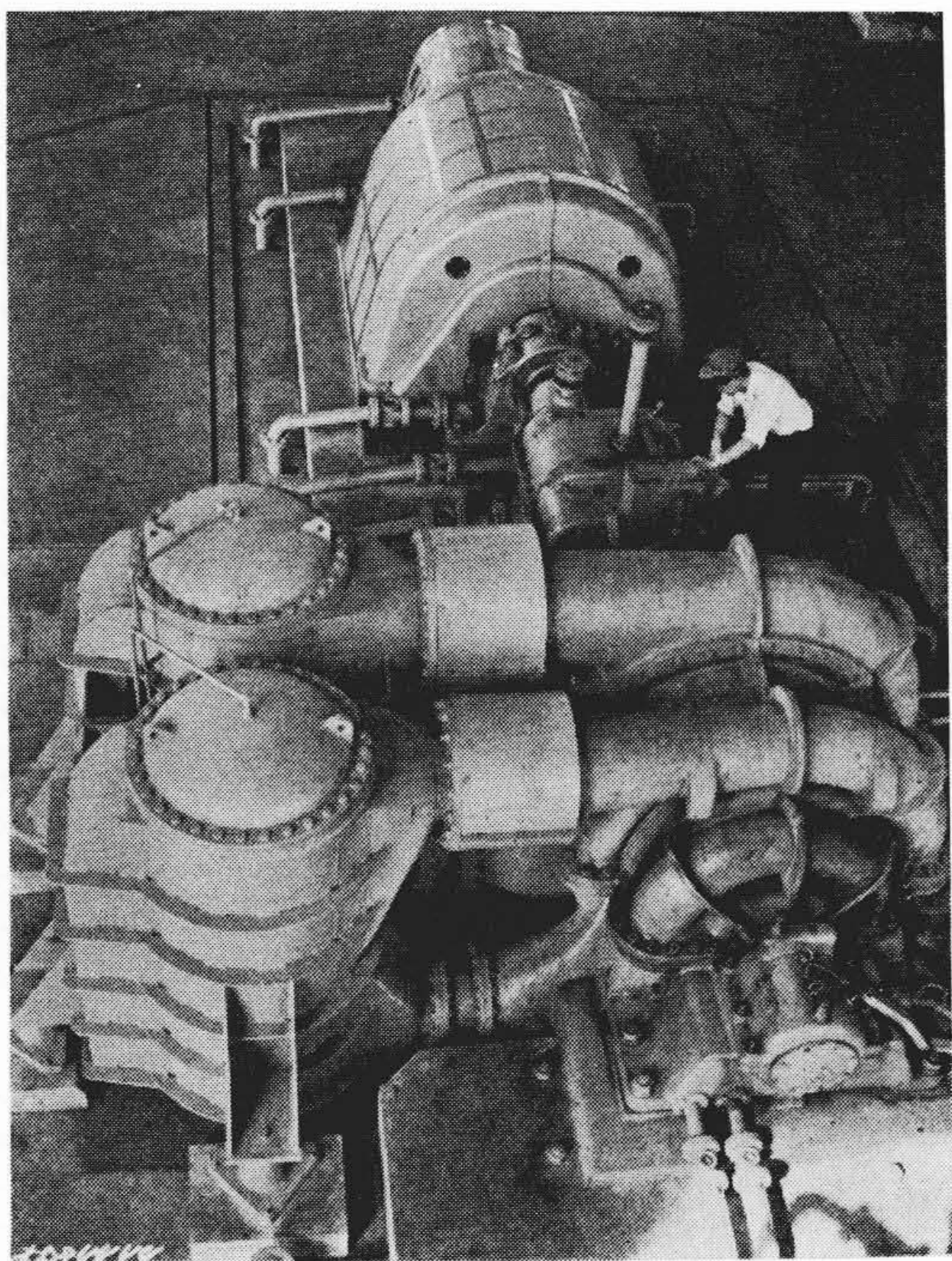
鉱山においては坑道の掘進にともない，大形プロペラファンに要求される風圧は次第に大きくなっている。この傾向に対し，翼列風洞実験，および各種のモデルによる慎重な性能試験結果に基き羽根にかかる負荷を飛躍的に増大させることに成功し，同一の仕様で口径を従来の

ものの80~85%に縮小することが可能になった。このため今まで3段分に相当した圧力を2段で満足することができ、また仕様圧力の上昇にも十分応じうることになり、日立独特のいっせい可変ピッチ機構との組合せによって、高効率で、しかも取り扱いの容易な大容量プロペラファンが多数納入された。

中、小形プロペラファン、およびディスクファンは、設置場所によって騒音が問題になる場合が多く騒音低減が重要である。低騒音を要求されるプロペラファンについては、特別の設計がなされており、またこの目的のため空気力学、および機構の両面から系統的な研究が続けられ、低騒音ファンの実現へのたゆまぬ努力が傾注されている。

13.2.4 高圧ターボ圧縮機

業界に他の例を見ない高速高効率DH形ターボ圧縮機は豊富な流体力学的研究に基く設計と、高度の工作技術が要求される点から日立にして初めて製作しうる斬新な機種である。別府化学株式会社に第1号機を納入以来着々とその実績は増加している。本機は従来TOプラント用の原料空気圧縮機として使用されてきているが、わずか4段で吐出圧力 $5\sim7\text{ kg/cm}^2\text{ G}$ を出しうするため非常にコンパクトで据付面積が小さく、性能の優秀性と、保守が往復動圧縮機に比しはるかに容易であること、吐出空気中に油が混入しないなどの利点から広く空気動力源用としても、あるいは風洞などの特殊用途にも好適でこ



第7図 八幡製鉄株式会社納 4,000 HP
ターボ圧縮機

の方面にも進出を始めた。今後はさらに従来の大形往復動形圧縮機分野にも進出するべく、効率向上にさらに一段の努力をしている。モデルランナなどによる基礎的研究、実機の一部を使用しての性能解析、ならびに羽根車の工作技術の改善、鋳造、製罐構造部分の合理化などによりその設計、製作ともにたゆみない進歩が続いている。DH形ターボ圧縮機は4極の電動機を使用し、増速比7~8に達する増速ギヤを必要とするが、これの製作に必要欠くべからざるマージギヤ研摩機の容量から現状では空気量が $20,000\text{ Nm}^3/\text{h}$ をこえるものについては、一軸に5~6段の羽根車を嵌入した形式のターボ圧縮機が使用される。この場合もDH形と同様の考慮が払われており他社の例より段数は1~3段少なく、高効率を得ている。八幡製鉄株式会社、別府化学株式会社に納入された4,000 HPターボ圧縮機はこの形式のものである。現在八幡製鉄戸畑工場納、日本鋼管株式会社納の4,000 HPターボ圧縮機が前記二例の実績結果からさらに改良され、進歩した設計製作に基いて作られているが、これらの完成により大容量高圧ターボ圧縮機製作の基礎が確立された。

13.2.5 輻流送風機の趨勢

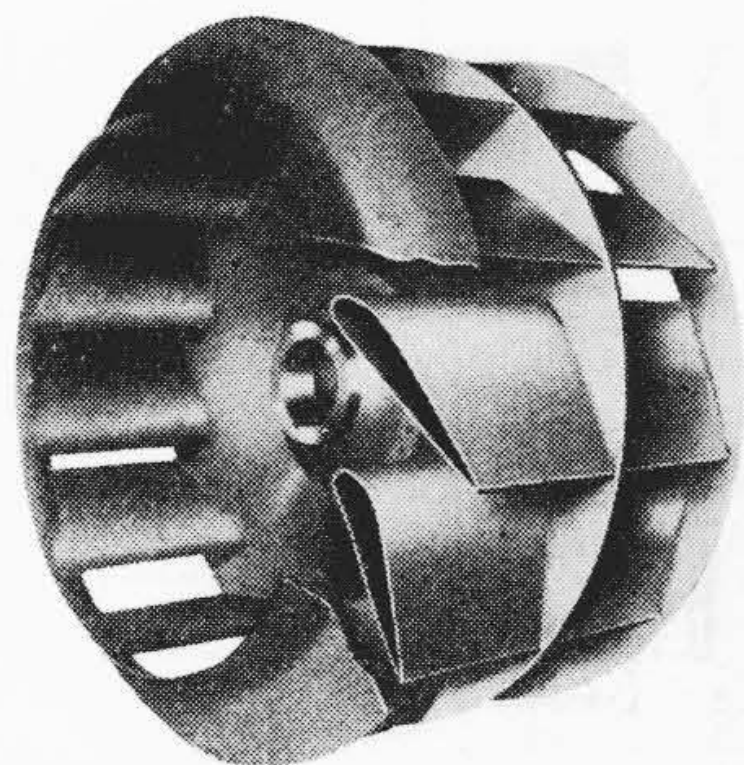
ガスブロワについての豊富な経験から、最近のガスブロワはいかにして高性能を長く維持し、また保守取り扱いをいかに容易にするかに重点がおかれている。特に汚れの多い未精製ガスあるいはCガスなどを取り扱うものでは、ケース内部、ガス冷却器チューブなどの清掃が容易なるよう特に留意されており、また長く性能を維持するために、ガイドベーンをおかずにディフューザのみで高性能が得られるよう設計されているとともに、あらかじめ容量に余裕をもたせ、汚れの少ないうちは効率よくある程度絞り運転を行うようにし、この場合も軸封部分より水あるいは空気などが機内に吸い込まれることのないように吸込部の構造に特別の考慮が払われている。また停止時のガス漏洩防止装置も一段と改善が施され、特殊構造により安全かつ確実に軸封が行われるようになっている。

ガス需要の増大に伴い、大容量のターボブロワがますます使用されることが予測されるが、ガスブロワについての確固たる基礎と実績を築いた日立ターボブロワに期待されるところ大なるものがある。

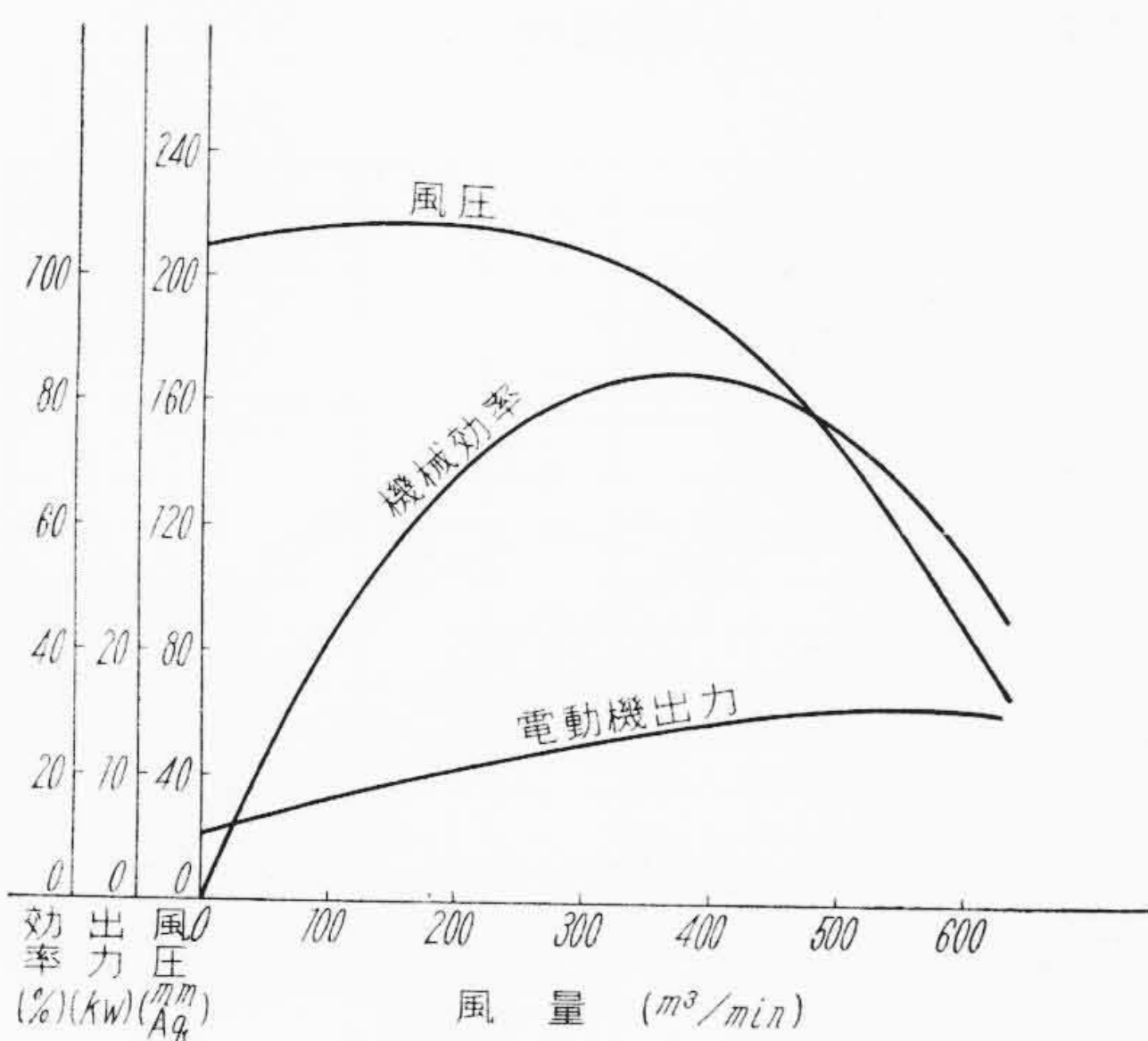
125,000 kW、175,000 kW と大形火力発電設備の建設に伴いボイラ通風機は大容量となり、第2表のように誘引通風機は1,500 HP級、強圧通風機は600 HP級になってきたため、必然的に一段と信頼度高く、かつ形態を小さくしてしかも高性能のものが要求されるようになり、従来のものに比べると大幅な改良がなされている。すなわち、誘引通風機は GD^2 が大きいため、その電動

第2表 製作中の大形ボイラファン一覧表

納入先		東京電力 千葉4号機	東北電力 仙台1号機	東京電力 品川2号機	東京電力 川崎
出力		175 MW	175 MW	125 MW	175 MW
誘引 通風機	形式	多翼ファン	プレートファン	多翼ファン	多翼ファン
	馬力	1,500 HP	1,350 HP	1,000 HP	1,500 HP
強圧 通風機	形式	ターボファン	ターボファン	ターボファン	ターボファン
	馬力	550 HP	600 HP	540 HP	550 HP



第8図 翼形羽根車



第9図 翼形ターボファン特性曲線

機は馬力の割に形体が大きくなり，特に通風機の小型化が要望される。従来は主としてターボファンが使用されていたが，プレートファンの羽根車，ケーシングの形状についての研究結果は効率が70%をこえるようになり，かつターボファンに比較して形体が約15%小形になるため，75,000 kW級のボイラ誘引通風機には主としてプレートファンが使用されるようになった。しかし，それでもさらに大容量のものでは大きさが問題になる。そこで従来は効率の悪いものとされていた多翼ファンが研究の結果，最近著しい効率の向上を示し75%を上回るようになり，またプレートファンに比べてさらに形体が20%も小形になるという利点から，第2表でわかるように

125,000 kW以上の誘引通風機に主として使用されるようになった。

強圧通風機については従来と同様ターボファンが使用されているが，羽根車の形状，ケーシングの改良により効率は78%程度に向上している。さらに従来一枚板の羽根と違って第8図のように翼形羽根の採用により，効率は85%にも達するに至り，これとともに形体も10%近く小形化され驚異的な高性能通風機の製作が可能となった。第2表の強圧通風機は，すべてこの翼形羽根を採用した高性能通風機である。第9図にその試作機の性能を示す。

13.3 ポンプ

一般機械の需要が金融引締めのおおりにくられて急激に減少したにもかかわらず，ポンプの需要は相変わらず盛況が続いている。これはポンプがきわめて広汎な需要面をもち，しかもその中には上下水道，農地の灌漑・排水，あるいは電力のような公共的需要が大きな割合を占めているためとみてよいであろう。

33年度に完成した日立ポンプに現われた新しい傾向としては

- (1) 各種の日立汎用ポンプの真価が認められて，急激に需要が増加したこと。
- (2) 水道用ポンプ設備の自動化がますます進んで，完全な自動制御方式が採用されるようになったこと。
- (3) 150,000 kWをこえる大容量火力発電設備用のボイラ給水ポンプとして，増速歯車付の高速ボイラ給水ポンプが要求されるようになったこと。
- (4) 深部浚せつ用の大馬力ドレッジポンプが要求されはじめたこと。
- (5) 固形物輸送用ブレードレスポンプとして，大口径のものおよび口径より長い固形物を通しうる斜流形のものが完成したこと。

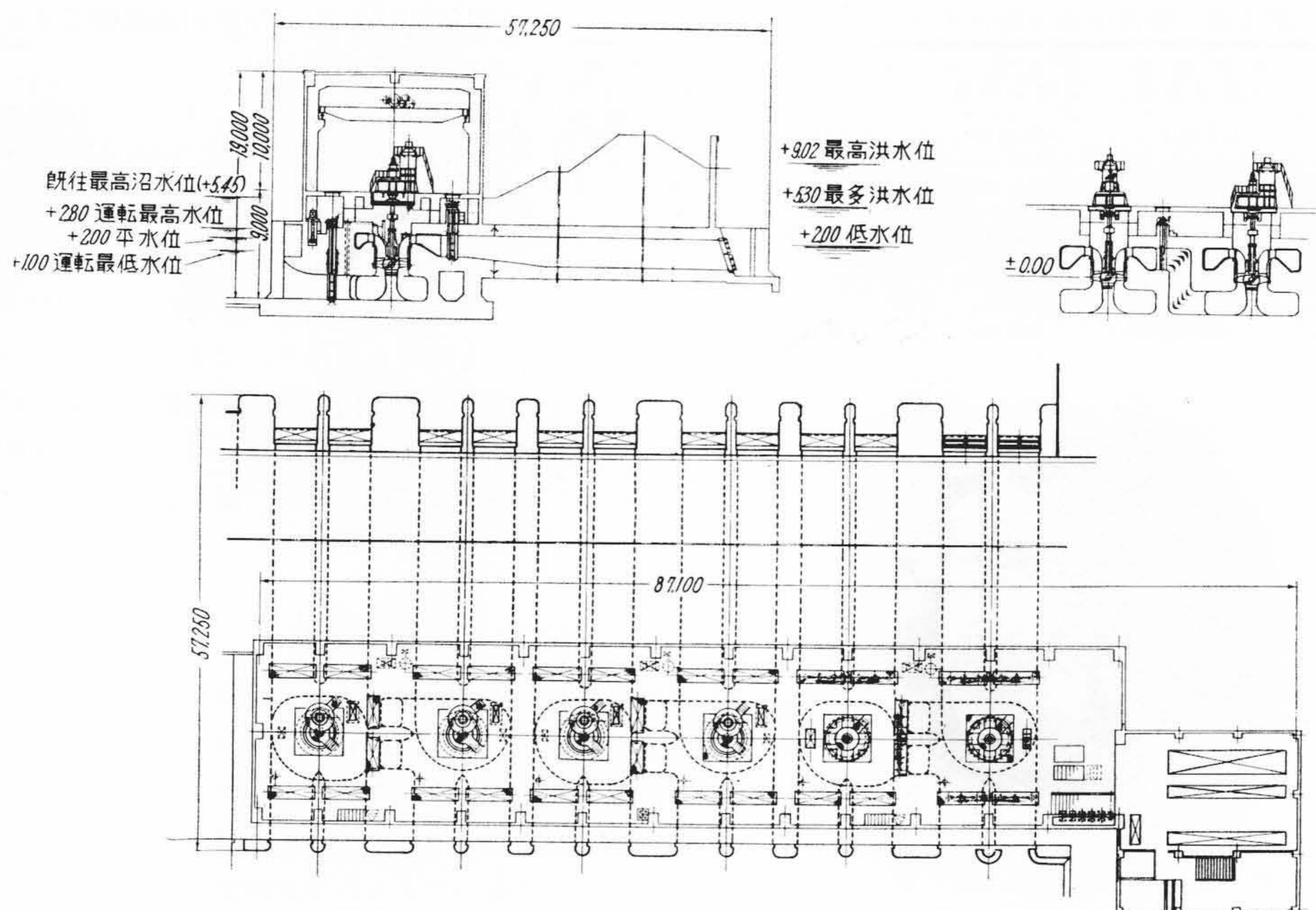
などをあげることができよう。

低揚程の大容量軸流ポンプとしては一昨年パキスタン向の2,800 kWのもの3台を完成したが，33年度は印旛沼干拓用の2,800 mm傘形可動翼軸流ポンプ2台を受注し目下製作中である。

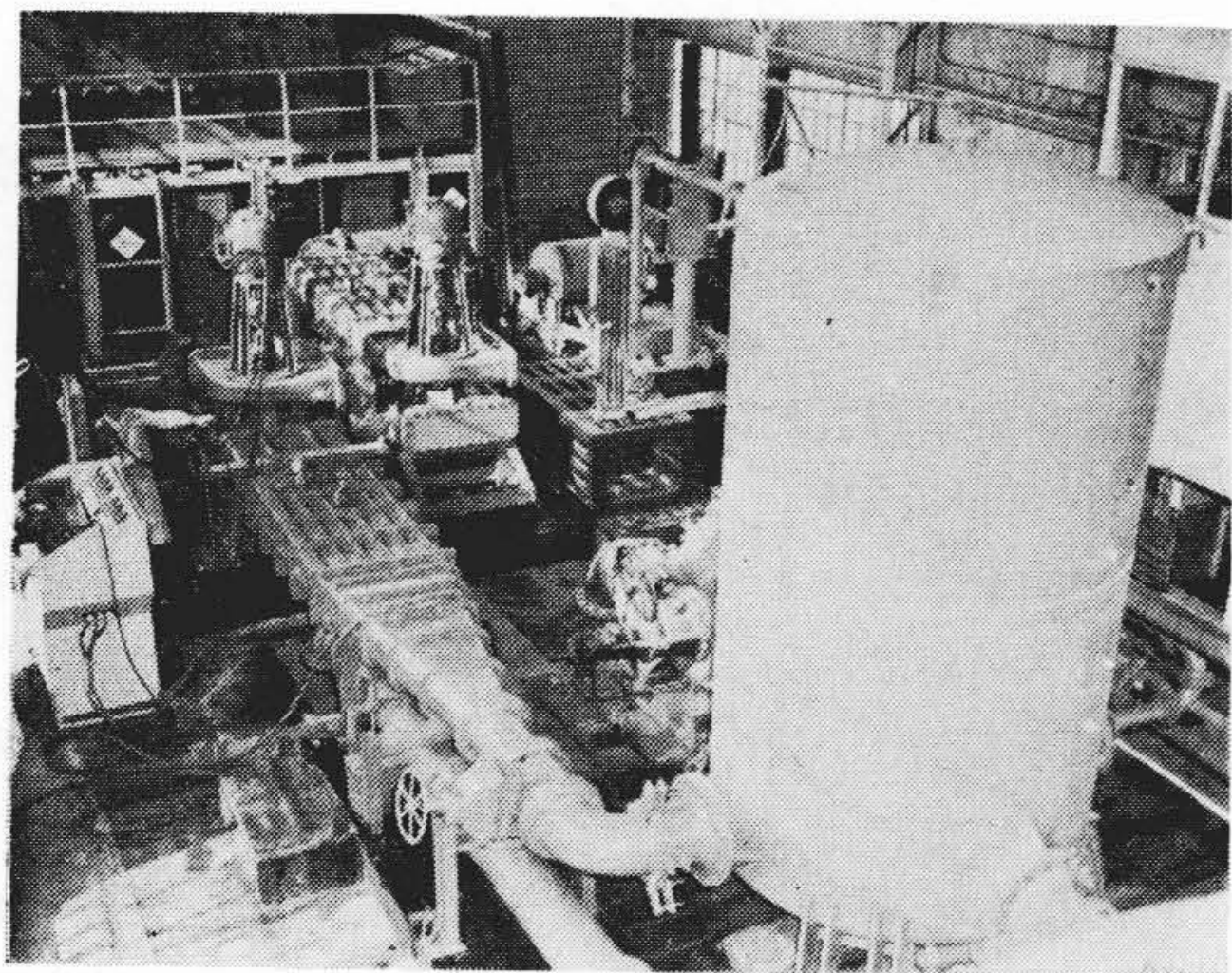
なお，新しい輸送方式として多年にわたって試作研究を続けてきた hidrohoist は，いよいよ実用化の段階にはいり，九州の神林炭鉱に石炭輸送用としての世界的な規模の設備が完成して近く実用運転にはいろうとしている。

13.3.1 農地用大形ポンプ

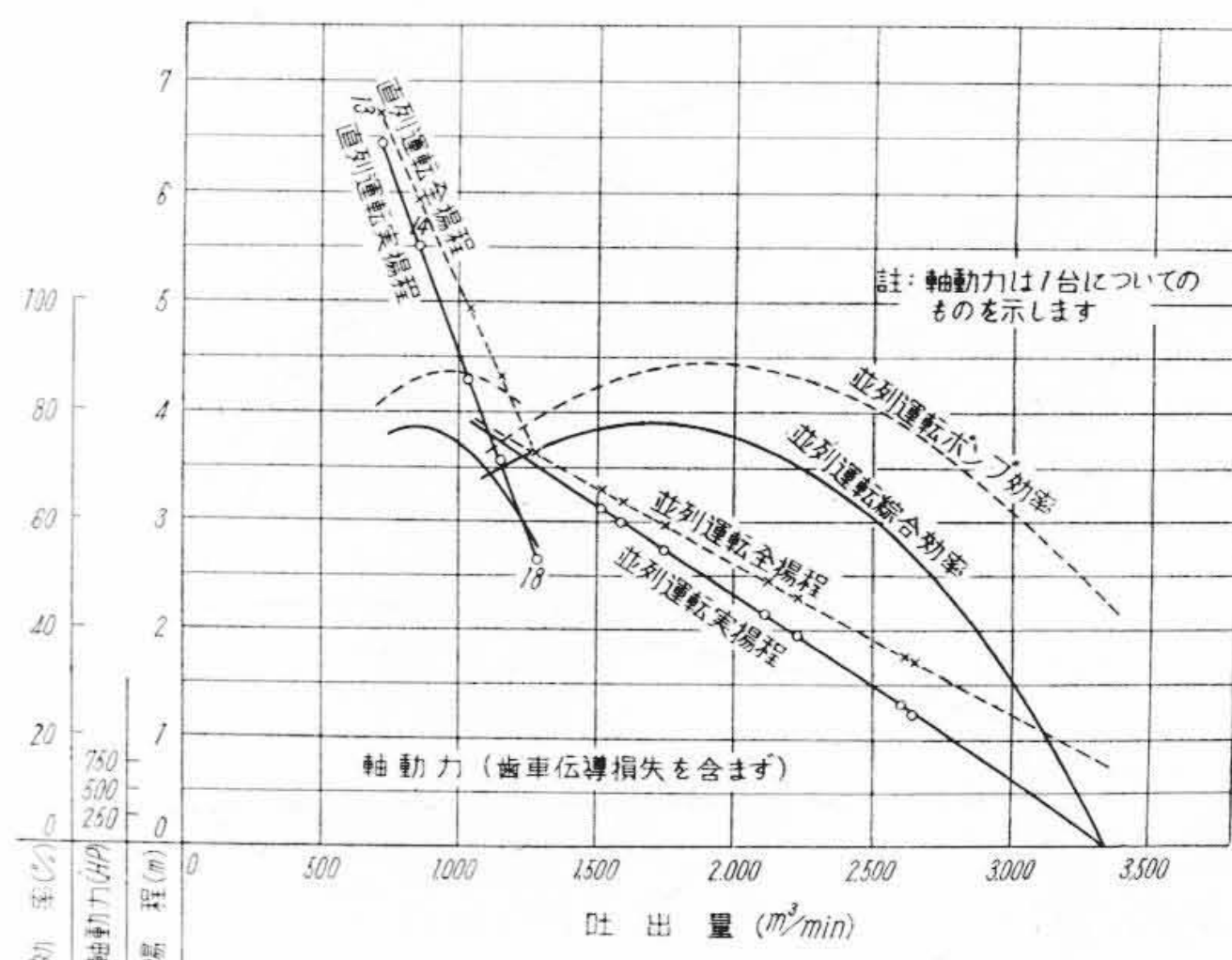
農地用ポンプをその用途によって大別すると，耕地の灌漑用と排水用に分けることができる。灌漑用ポンプは



第10図 農林省印旛沼手賀沼干拓建設事業所 安食排水機場配置図



第11図 2,800mm 可動翼軸流ポンプモデル試験



第12図 2,800mm 可動翼軸流ポンプモデル試験の結果から換算した実物ポンプの性能曲線

地形によってはかなり高い実揚程を要求される場合があるが、その変動は少ない。

排水用ポンプは低耕地帯や干拓地の排水が主目的で、雨期、洪水期などに一時的に多量の水を排水するもので、実揚程は低いが概してその変動は大きい。

最近では計画が国営、県営、または地方公共団体営として集約され、広大な耕地を対象としたものになりつつあり、このためポンプ設備も大容量化の傾向にある。

集約化された排水機場のポンプとして、目下製作中の農林省印旛沼手賀沼干拓建設事業所納安食排水機場の2,800mm 立軸可動翼軸流ポンプは代表的なものである。本ポンプは印旛沼の沼面低下目的の干拓排水用で、完成後はわが国最大の設備となる。全設備は3組(6台)

のポンプとその付属設備、堰止・切換用ゲートなどからなり、このうち1組(2台)のポンプ設備と電気設備の全部を日立製作所で納入するものである。

本ポンプの特色は大容量排水と実揚程の大幅な変動に対し経済的な計画で、安全かつ能率的な排水が行えるようになっていることである。すなわち、

- (1) 土木工事費を安くするためにポンプの吸込口および吐出口をラジアル流れ形(傘形)とし、ポンプの全高を極力低くした。しかも限られた広さで高い総合揚水効率を発揮できるように考慮した。
- (2) 油圧操作の可動翼羽根車を採用して、実揚程の

変動に応じ原動機の馬力一杯の水を排水せしめるため、翼角度を所要動力一定に自動制御するようにした。

(3) 実揚程が高いときは2台のポンプを1組とした直列運転を行い、並列運転時の倍の揚程を揚げうるようにしたことで、翼操作による動力一定制御と相まって大容量の干拓用に適した計画である。

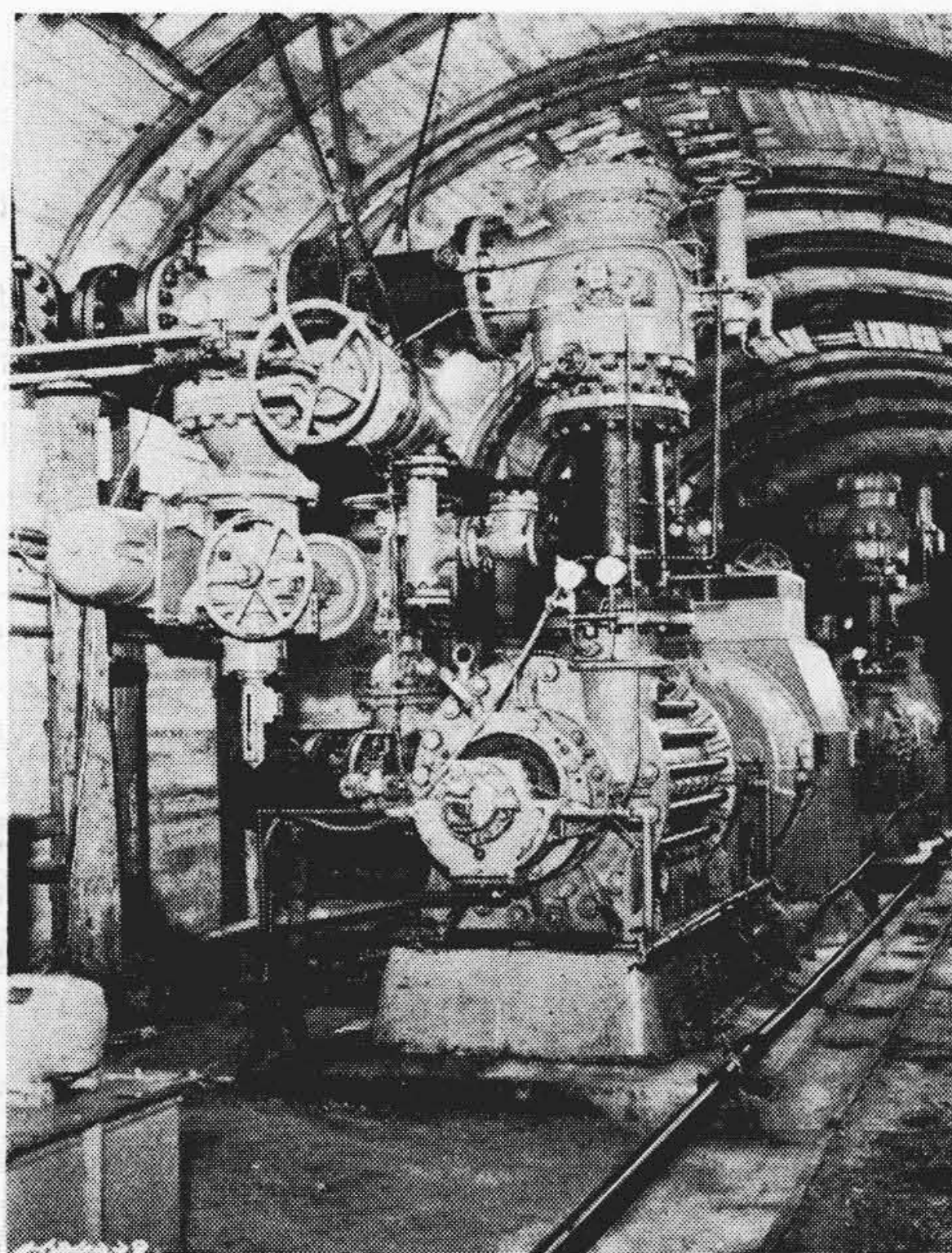
水路の直、並列切換用には1組2台のポンプに対し3門の電動ゲートを使用する。また水路の吐出端には大形の逆流防止弁が設けられる。

仕様	形式	KP-GV
	口径	2,800 mm
	吐出量	920 m ³ /min
	揚程	並列運転時 2.775 m 直列運転時 5.5 m
	回転数	105 rpm
	原動機	誘導電動機 760 HP 6極, 50～

ポンプは上部床の立軸誘導電動機で減速機を介して駆動され、ギヤとポンプ間の中間軸に翼操作のサーボモータが、ギヤ軸頂部には翼操作の制御装置が取り付けられる。

水路も含めて実物と相似に作られた、モデル比 $1/10$ の最終モデルポンプで官立会の性能試験の結果、実物ポンプに換算してポンプ効率 88.8%, 水路を含めた総合効率 78% という予期どおりの好成績を得て合格した。

13.3.2 最近の坑内主排水ポンプ



第13図 宇部興産納 1,300HP タービンポンプ

最近の坑内排水ポンプは、揚程が高く吐出量が多いこと、自動運転方式が多く採用されてきたことに大きな特色をもっている。代表的な例は、宇部興産向洋鉱業所の $10 \text{ m}^3/\text{min} \times 390 \text{ m} \times 1,470 \text{ rpm} \times 1,300 \text{ HP}$ のもの2台である。このポンプは、坑内主排水ポンプとして、理想的な全自動の方式を採用したが、その概要は下記のとおりである(第13図)。

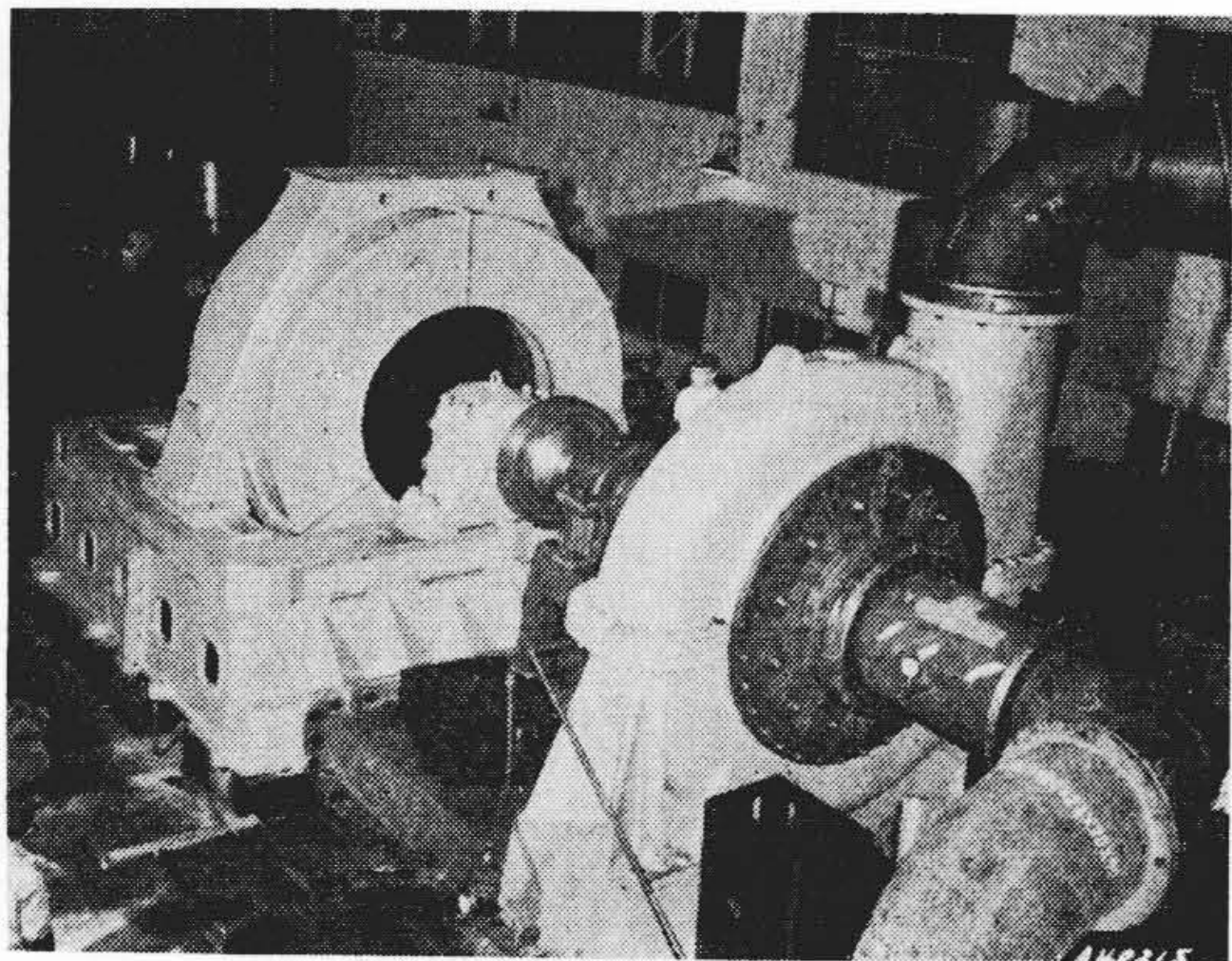
- (1) ポンプは常に押込状態で運転され、押込水位によって自動的に起動停止を行う。
- (2) ポンプの運転状態は、約 500m 離れた中央監視室において監視され、現場には運転員の必要がまったくない。
- (3) 逆止弁に付属した軽負荷起動装置により、揚水管中の水が減少している場合にも、過負荷することなく起動することができる。
- (4) 水撃作用防止装置により、自動停止時の激しい衝撃発生を避けていて、このため起動停止時にスルース弁を開閉する必要がない。
- (5) ポンプの起動および停止は自動的に行われる。
- (6) バランスジスク保護装置が付いていて、バランスジスクライナやシートの寿命を大幅に伸ばしているが、万一わずかながらも摩滅した場合には警報装置が働くので、ポンプの羽根車と案内羽根との軸方向位置が食い違ったまま運転して効率をそこなうようなことがない。
- (7) そのほかポンプ運転中に事故が生じたときには、自動的にベル警報とともに非常停止するか、あるいはブザー警報とともに監視盤上に表示する。

最近製作の完了した坑内排水ポンプとしては、このほかに、神林炭鉱納の $3 \text{ m}^3/\text{min} \times 836 \text{ m} \times 1,765 \text{ rpm} \times 650 \text{ kW}$ のもの2台、常磐炭鉱納入の $13 \text{ m}^3/\text{min} \times 570 \text{ m} \times 2,200 \text{ HP}$ (4台目)、 $6.23 \text{ m}^3/\text{min} \times 334 \text{ m} \times 1,470 \text{ rpm} \times 750 \text{ HP}$ のもの4台および $3.4 \text{ m}^3/\text{min} \times 334 \text{ m} \times 1,470 \text{ rpm} \times 400 \text{ HP}$ のもの4台などがあり、大容量の坑内排水ポンプは続々と生産されている。

13.3.3 大形ドレジャポンプ完成

原料鉱石、原油などの運搬船舶の大形化および臨海工場敷地造成の急務に伴い、各地の港湾の浚せつ工事が急速に進められている。短期間に多量の浚せつを、しかも深い深度まで行うために、今までよりもはるかに大形の浚せつ船が要求されるようになってきた。

水野組の浚せつ船安芸に設置された主ポンプの仕様は口径 685 mm, OVS 形, $102 \text{ m}^3/\text{min} \times 75 \text{ m} \times 440 \text{ rpm} \times 3,000 \text{ HP}$ でわが国最高の記録品であり、揚程では国内の従来のももの約2倍となっていて、送土距離の変化に応じて電動機回転数を、100～85%まで変化させるようになっている。また主ポンプ羽根車には、ストウーダイ



第14図 3,000 HP ドレジャポンプ

ト熔接を実施して摩滅に対して絶大な効力を発揮し、主軸受には推力軸受を兼ねて大形テーパローラベアリングを採用した。なおこの船は、硬土盤においても含泥量を特に高く保てるように計画し、700 HP トルクコンバータを利用して、土質変化に応じてカッタの回転数を変えることができる装置となっている。

続いて農林省八郎潟干拓事業所納 600HP 浚せつ船八竜に設置される口径 410 mm, OVS 形 $27\text{m}^3/\text{min} \times 42\text{m} \times 415\text{rpm} \times 600\text{HP}$ のドレジャポンプが製作された。これは、600 HP 流体接手を介してディーゼル機関によって駆動される。

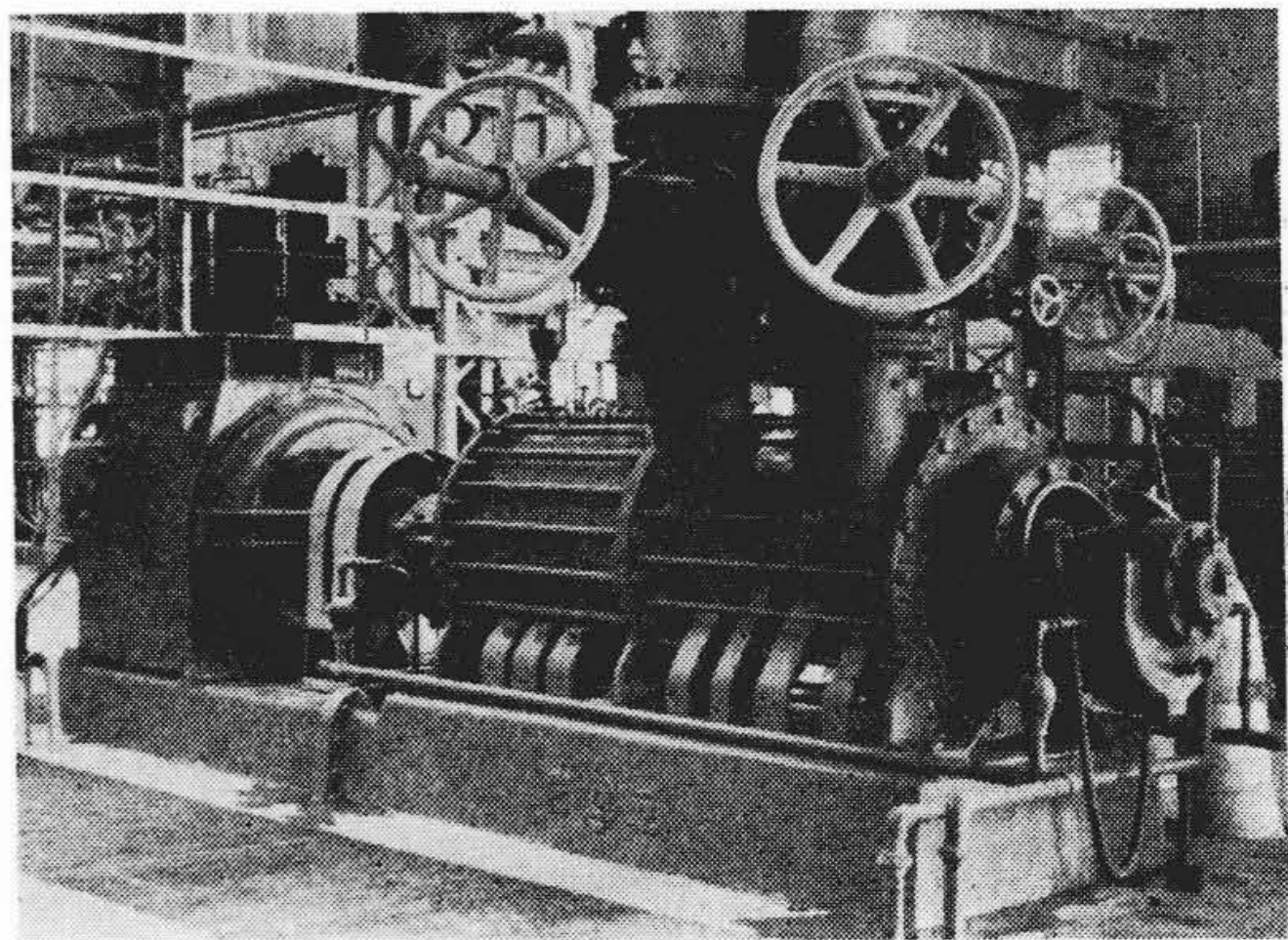
13.3.4 ガス洗ポンプの進歩

ガス洗ポンプは、一軸に、電動機とポンプおよび水車を直結したもので、化学工場にて、ガス洗浄に使用する高圧水をこのポンプで送りこみ、洗浄の終わった水を水車に送って、ポンプの軸動力を回収するものである。

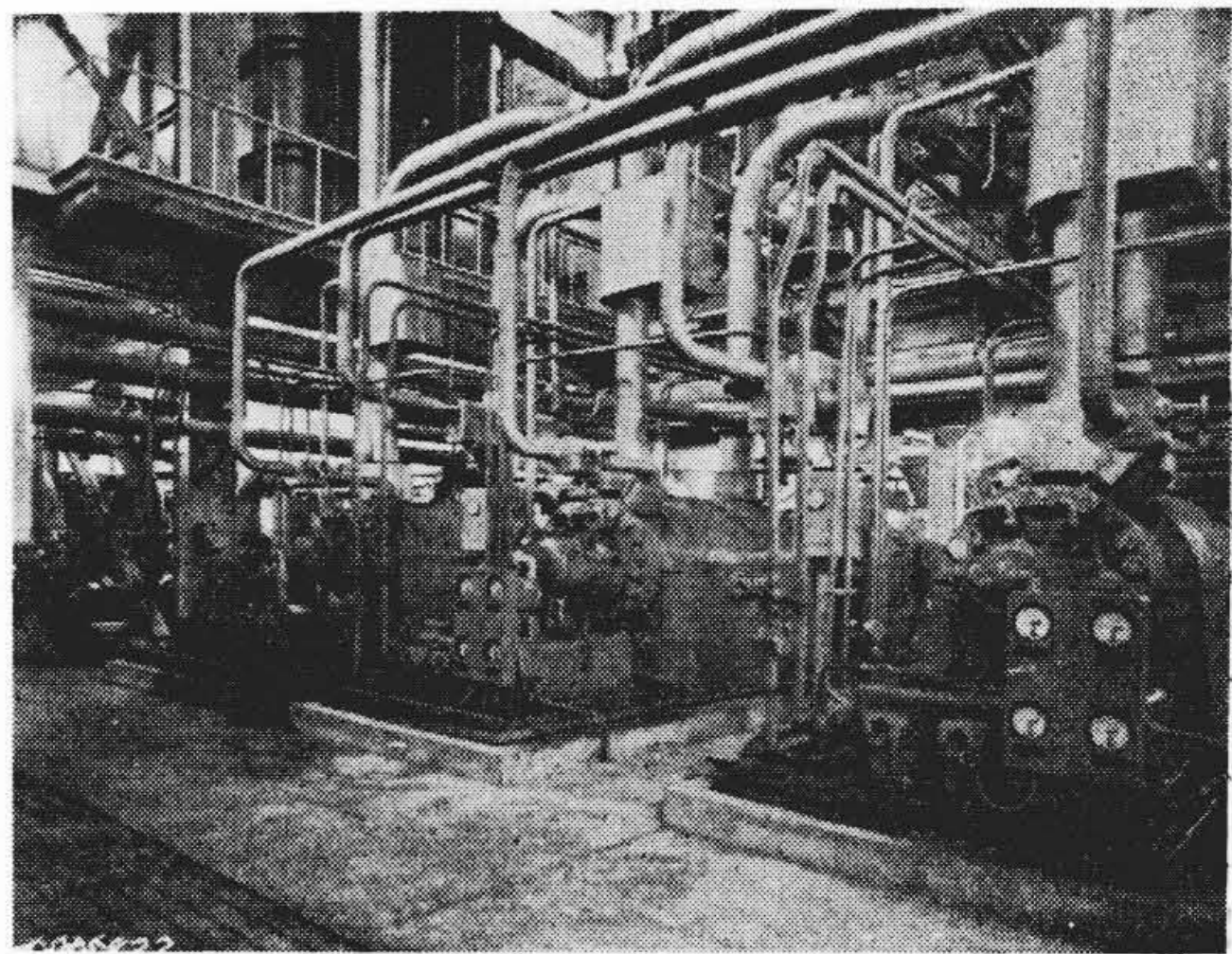
東洋高圧工業株式会社に納入したガス洗ポンプは、水車の落差 250 m, 回収動力 300 kW であるが、ペルトン水車のかわりに4段のフランシス水車を採用した。このように多段の水車を使用すれば、ペルトン水車の領域でも自由に高効率のフランシス水車を活用することができる。これは過去20年来の日立独自の経験によっている。同時に使用したポンプは、 $600\text{m}^3/\text{h} \times 350\text{m} \times 1,500\text{rpm} \times 1,000\text{HP}$ である(第15図)。

13.3.5 ボイラ給水ポンプの進歩

高温高圧用ボイラ給水ポンプとして引き続き製作している日立バーレル形多段タービンポンプは、すでに各発電所で見事な成績を示しており、すでに10,000時間以上の運転実績を示したものもある。33年度に完成した主なものは、東北電力株式会社八戸発電所(75,000 kW)、東京電力株式会社新東京発電所(75,000 kW)に納入した各3台、北海道電力株式会社砂川発電所(35,000 kW)に納入した2台、中国電力株式会社坂発電所(66,000 kW)に納入した6台などである。第16図は現地据付を完了



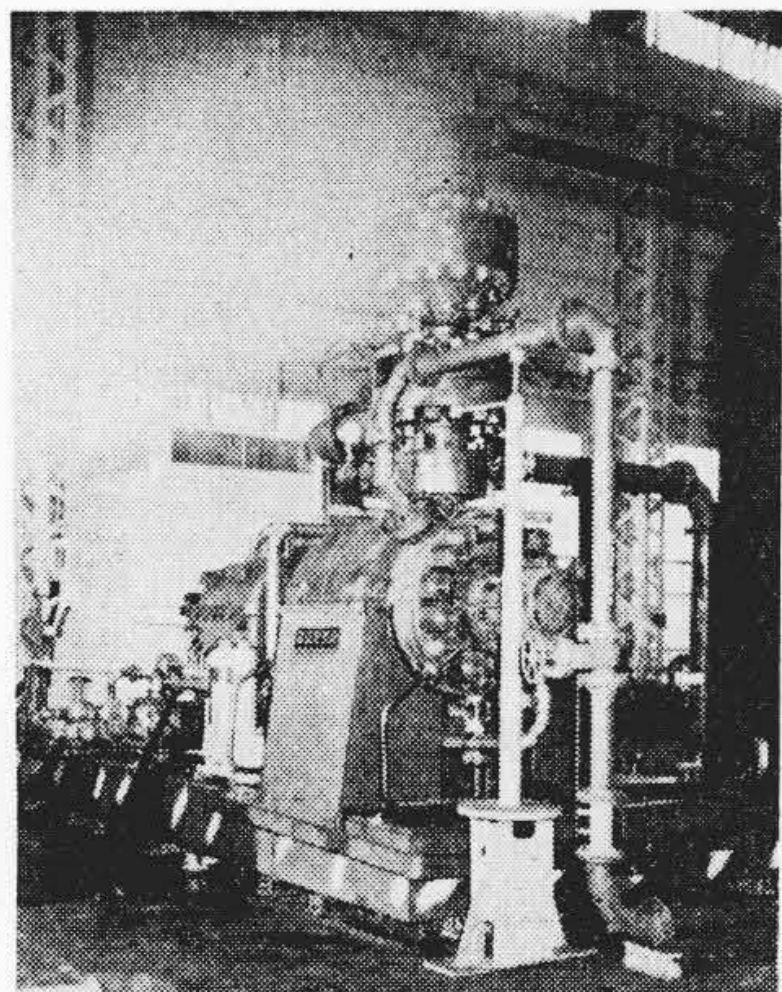
第15図 東洋高圧納ガス洗ポンプ

第16図 東京電力株式会社新東京発電所納
ボイラ給水ポンプ

して、運転にはいった新東京発電所の日立バーレル形ボイラ給水ポンプである。引き続き製作中で近く完成される予定のものは、

北海道電力株式会社滝川発電所(75,000 kW) ... 3台
東京電力株式会社品川発電所(125,000 kW) 3台
などがあり、ますます進展を続けている。東京電力株式会社に納入される125,000 kW 発電所用のボイラ給水ポンプは、吐出圧力 $164\text{kg}/\text{cm}^2\text{g}$ 、電動機出力 1,600 kW に及ぶものであって、国内最高水準を示すものである。

火力発電所の出力は、ますます増大の傾向にあるが、プラント出力が175,000 kW 以上になると、ポンプの吐出圧力が $200\text{kg}/\text{cm}^2\text{g}$ をこえるようになり、従来の2極の電動機で直結運転する方法では製作が困難になる。このため、このポンプは回転数をあげなければならないが、ポンプが高速化すると、キャビテーションの発生を防止するために所要押込圧力が大になり、特殊な軸封装置が必要となるし、また回転数の増加に伴って、回転部の周速が増加するので、材質の選定は特に重要な問題になってくる。日立製作所では、この高速ボイラ給水ポン



第 17 図 2,500 HP 高速ボイラ給水ポンプ

プの国産化を達成するために第 17 図に示す試作機を完成し，引き続き研究続行中である。このポンプは 175,000 kW の発電所用として使用できるもので，その仕様は次のごとくである。

段 数	4 段
給水量	218 t/h
吐出圧力	211.5 kg/cm ² g
全揚程	200 kg/cm ²
回転数	8,650 rpm
給水温度	165°C
電動機出力	2,500 HP

13.3.6 火力発電所大形高圧立軸ポンプ

火力発電所において，高圧の水をうる必要がある場合，最近立形ポンプが選ばれることが多くなった。この形のポンプは，据付面積が小さくてすみ，またキャビテーションなどのおそれもなく，かつ起動が容易で，遠隔操作，自動運転にも適している。今後ますます広範囲の用途に使われる傾向が強い。

最近，東北電力株式会社八戸火力発電所に灰処理用として，200 mm 6 段 3.78 m³/min × 156 m × 1,500 rpm × 250 HP × 3 台が納入され，続いて，東京電力株式会社新東京発電所にも，同じ用途に，250 mm 3 段 7.5 m³/min × 128 m × 1,500 rpm × 350 HP × 2 台が納入された。

従来の立形ポンプに比して吐出圧力がきわめて高いので，給油方式はプランジャ形給油ポンプによって，各メタルに確実に油を押し込むことができる構造とした。

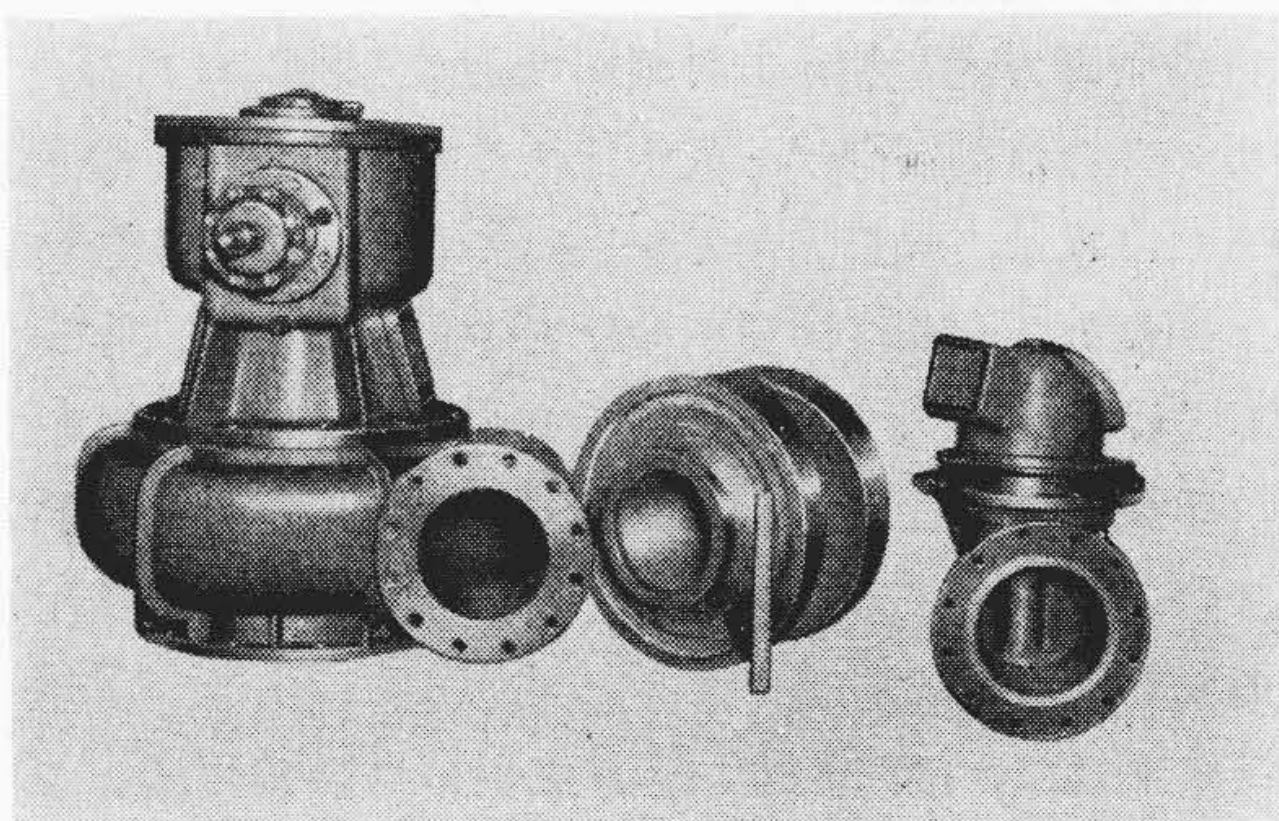
13.3.7 ブレードレスポンプの応用

ブレードレスポンプは，ビルジポンプとしての用途のほかに，固形物輸送の目的にも用いられるようになり，新たにサンド用ブレードレスポンプが登場してきたことは既述のとおりである。

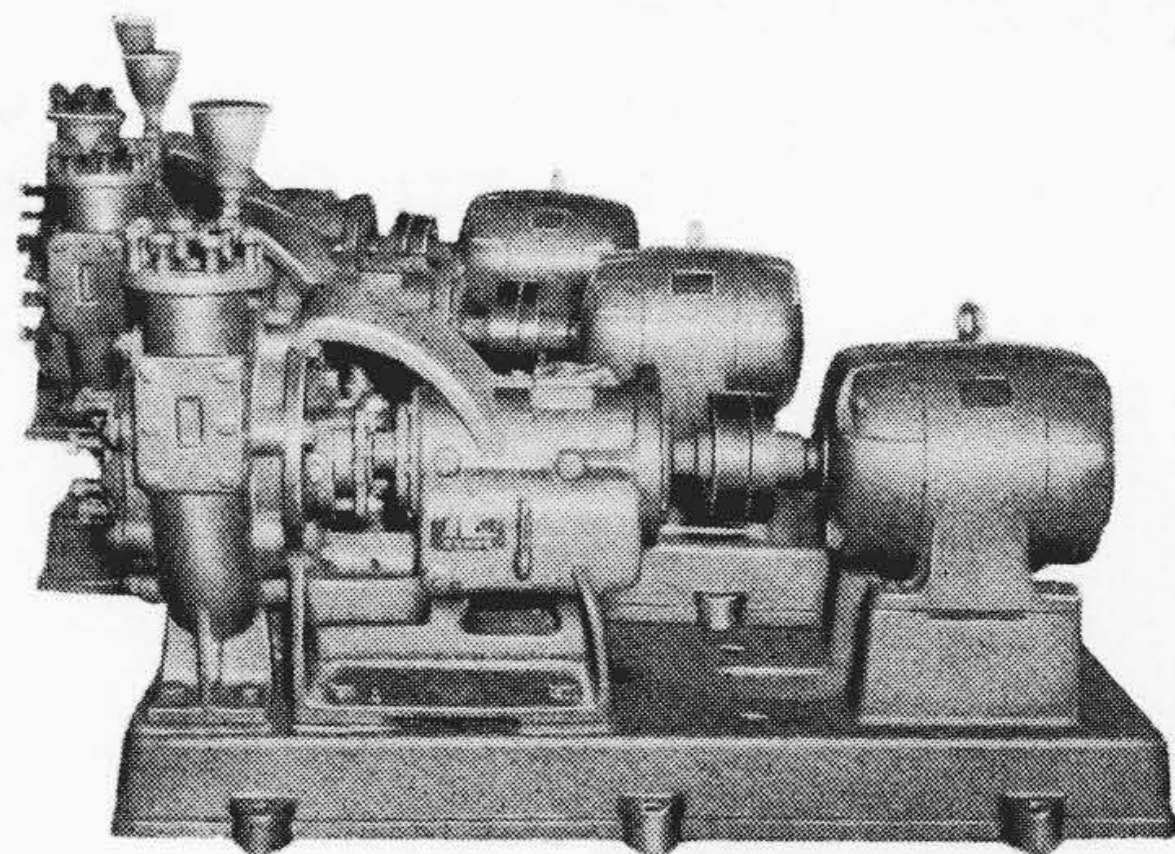
サンド用ブレードレスポンプはすでに，原料生産工場，鉱山，各種建設事業，上下水道などで実績をあげている。また建設事業の規模の大きくなるに伴って，大容



第 18 図 東北電力八戸火力発電所納
250HP 立形灰処理ポンプ



第 19 図 農林省納ハイドロジェット推進装置



第 20 図 サンド用ブレードレスポンプ

量のポンプが要求され，口径 400 mm のブレードレスポンプもすでに製作されるようになった。

なおいっそう長くて堅いものを通しうる斜流ブレード

レスポンもその応用範囲を広げ、製紙工場における種々の挟雑物を含む古紙パルプの輸送、上下水道の沈砂池の排泥などに好成績を示すことが実験によって確かめられた。

また特殊の用途として、このポンプの特長を利用したハイドロジェット装置が製作された。この装置は、舟艇にポンプをのせ、吸い上げられた水をノズルより噴出せしめ、それにより生ずる推力によって舟を進めるものでかじもスクリュウも不要で、水草の多い沼沢、ごみの多い水面などを運行するのに使用される。今回製作されたものは、200 mm BL-OV-GV 10 m³/min×7 m×700 rpm×30 HP 2台で、農林省八郎潟干拓事業所に納入され、工事の指導船用推進装置として威力を発揮している。

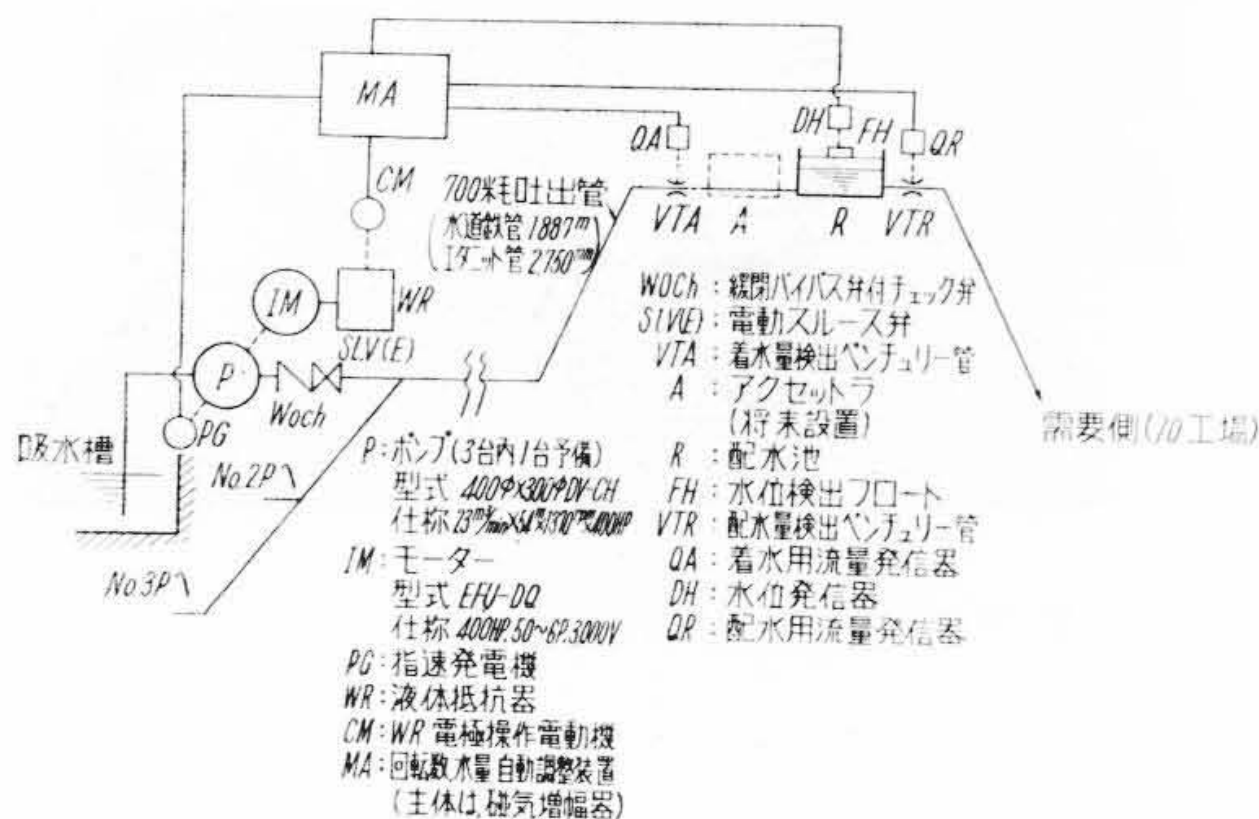
13.3.8 ポンプの自動制御

上水道、工業用水道、一般産業、農業などのポンプ揚水設備に自動操作方式を採用し、一定の操作盤でポンプおよび補助機器を機械的電氣的に連動せしめ、主としてポンプの起動停止を自動化することは、すでに広く普及し、相当の成果をあげているが、近時これをさらに進めて自動制御方式を加える計画が増加する勢いにある。

ポンプの自動制御は、吸水位または吐出水位、給水圧力または水量、軸動力などを一定に保つ定値制御が多く、回転数、弁開度、翼角度などを自動調節し、ポンプもしくはポンプ系全体が最高効率か最適状態で運転され、手動調節では不可能な高い運転効率の維持を目的としている。このような設備の一例として新潟県工業用水道設備を紹介する。

その概要は、第21図に示すとおりで、配水池より自然流下により 15,000 m³/day から 66,000 m³/day の水を各工場へ配水するものであるが、この配水量変化に対して配水池水位の変化が 400 mm 以内におさまるようにポンプの回転数を増減し、吐出量を自動調節している。

配水池Rの表面積が非常に大きければ水位のみ検出し



第21図 新潟県工業用水道のポンプ自動制御回路概略図

て制御することが可能であるが、本設備では、配水池水位 400 mm の容積は、最大配水量を約5分保つにすぎぬものであり、将来設置されるアクセトラAは、水位変化に対して着水量のおくれをさらに助長するので、配水池水位による制御に配水量と着水量の差を検出して制御系に付加することによりこれを補っている。

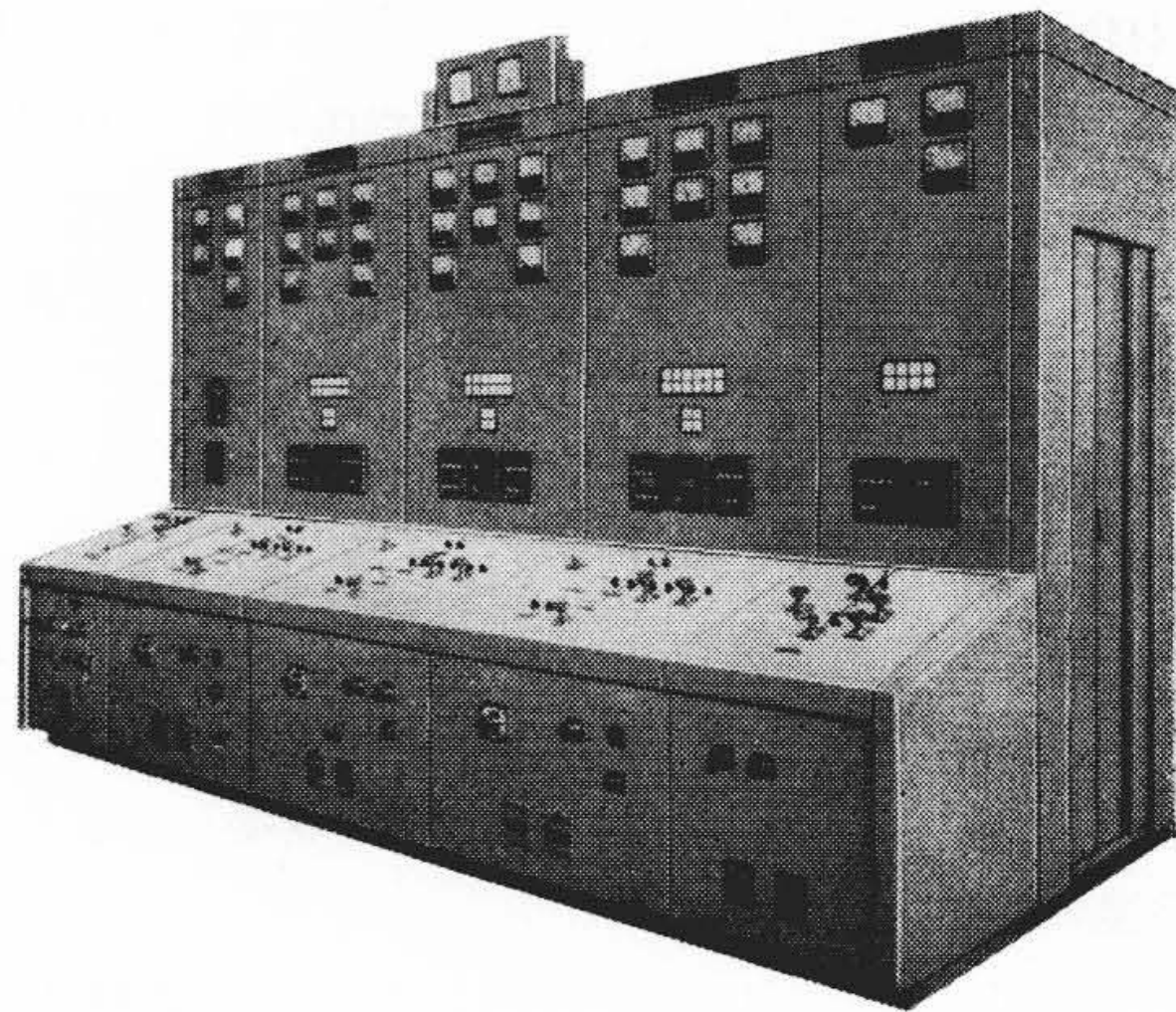
制御回路は、水位をフロート、水量をベンチュリ管、回転数を指速発電機により検出し、電氣的に磁気増幅器を主体とする自動調整装置へ入れ、操作電動機を駆動する。操作電動機は、液体抵抗器の電極間隙を調整することにより、主電動機の二次抵抗を変え、回転数を制御している。

また、本設備においては、停電そのほかのいかなる停止操作を行っても全揚程を越える水圧を生じないように水撃現象の防止策が施されている。

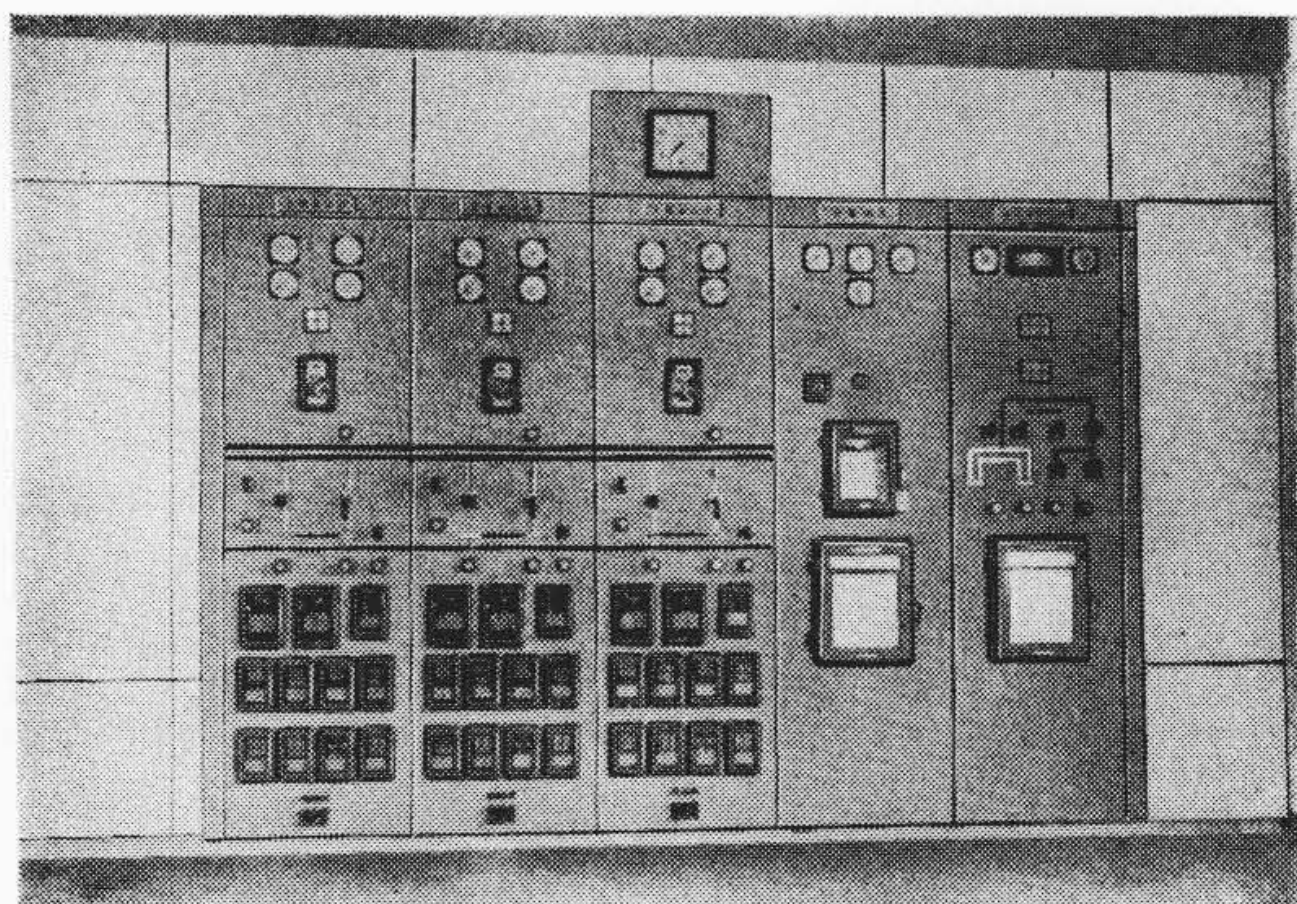
13.3.9 ポンプ1人制御用配電盤

最近、上下水道用、灌漑用、排水用および各種産業用などにポンプの需要は増加の一途をたどっているが、保守の簡易化と合理化のためにますます自動化される傾向にある。

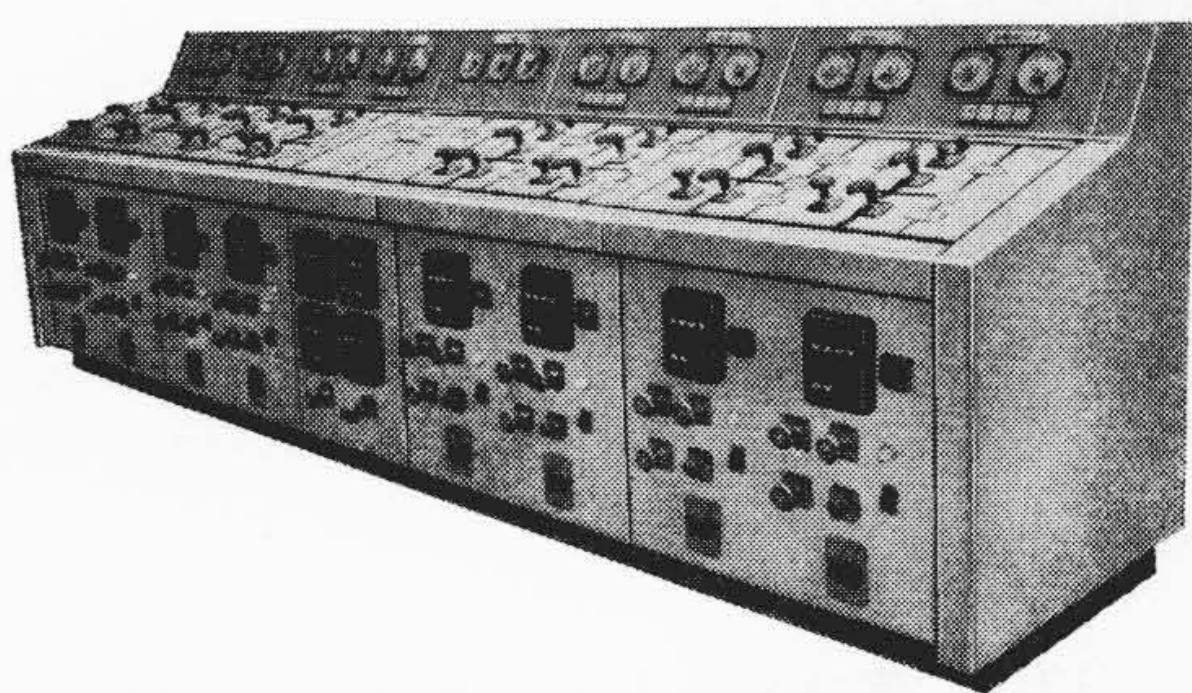
第22図はパキスタン政府納の灌漑用ポンプの一人制御用BC形主配電盤で、本盤から 2,800 kW 5,500 V 50~傘形同期電動機駆動の立軸形油圧可動翼軸流ポンプ3組を、二段操作式順序制御器によって簡易確実に遠方制御している。その順序制御器は停止、準備、起動、満水、運転および自動運転の6段階を有し、一度に「運転」あるいは「自動運転」の位置まで操作しても、所定の順序で自動起動し、運転状態となる。この「自動運転」の制御段階ではポンプ吐出側水位の変動に応じて運転台数および翼角を自動制御し、ポンプ吐出水量を自動調整するものである。特に本ポンプ所の機器および制御装置は、現地の高温高湿の気候に耐えるよう考慮されており、高圧および低圧主回路開閉器具類はすべて閉鎖形配電盤と



第22図 パキスタン政府納 3×2,800kW ポンプ制御用主配電盤



第 23 図 新潟県工業用水ポンプ所納配電盤



第 24 図 名古屋市水道局，大治浄水場納配水ポンプ制御盤

し、別室に設置されている。

また新潟県工業用水ポンプ所納の取水ポンプ（400HP × 3 台）用開閉および制御装置一式を主機とともに日立で受注し、昭和 33 年 6 月完成納入したが、官庁試験も好成績のうちに終り運転にはいっている。

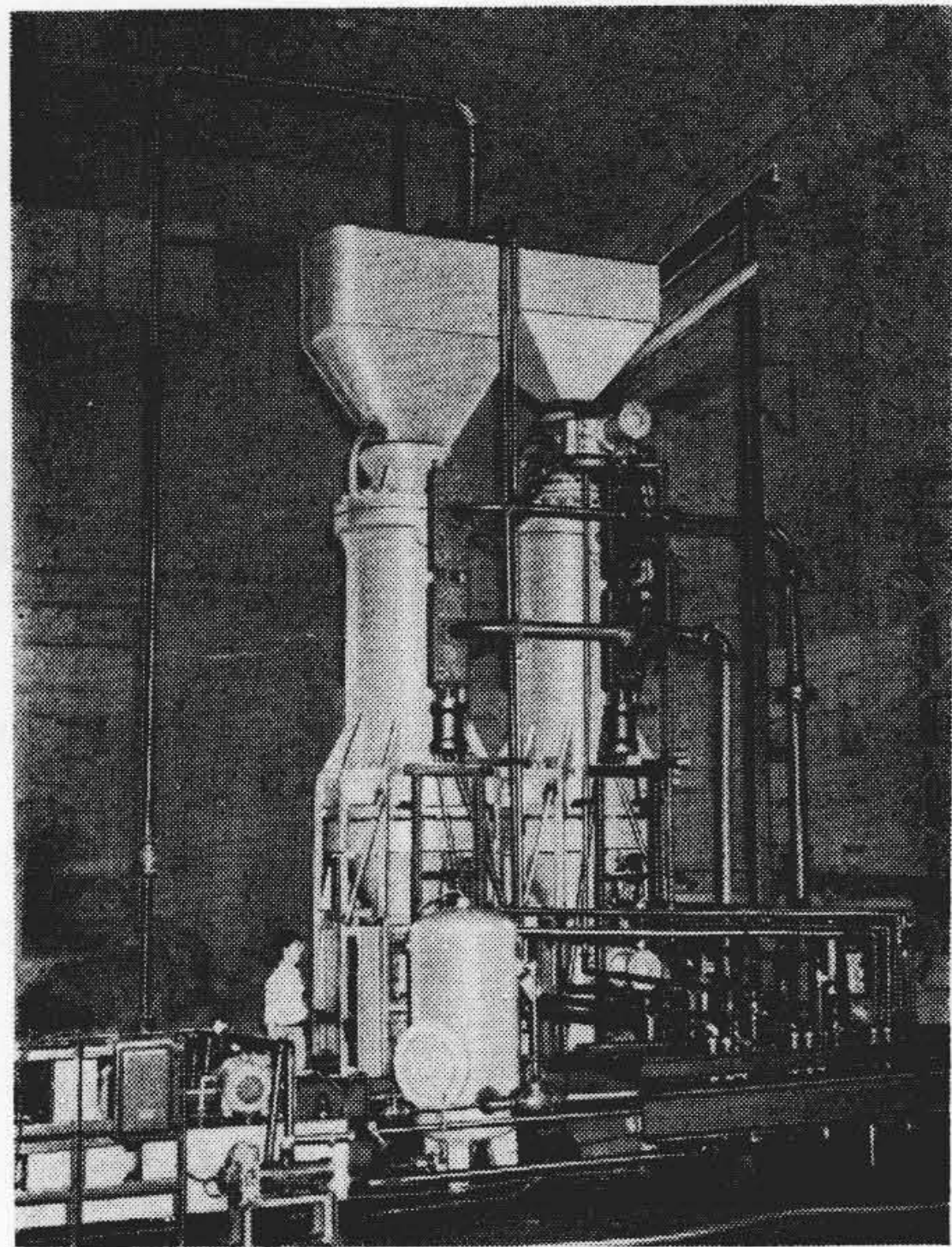
本ポンプ所は阿賀野川より新潟県 I₂Y-2 形サイフォン管により取水し、ポンプ所より約 5 km 離れた浄水場の配水池へ送水するもので、この配水池の水位変動に応じてポンプ回転数の自動調整を行っている。またこの水位、流量の遠隔測定装置を設け、保守運転を容易にしている。

配電盤および制御装置は将来浄水場から遠方監視制御することを考慮して設計されており、サイフォン管の自動制御装置およびポンプ自動制御装置を完備して、無人運転に支障のないようにしてある（第 23 図）。

第 24 図は名古屋市水道局大治浄水所納の配水ポンプ 8 台（500 HP 7 台，300 HP 1 台）を制御する集中制御盤で、一人制御方式によって多数のポンプを確実に監視制御することができる。

13.3.10 ハイドロホイスト

ハイドロホイストとは、水力を利用して石炭などの固体粒子をポンプの中を通さずに輸送する装置で、設備費、輸送費の低減および運搬の合理化のために、最近特



第 25 図 神林炭鉱納ハイドロホイスト工場試験

に注目されてきた新しい輸送装置である。特に神林炭鉱納のハイドロホイストは、坑内湧水の排水と石炭の水力輸送とを兼ねたものである。これは地下 450 m で採掘された原炭（比重約 2）を垂直に地上まで揚げ、さらに選炭場まで一気に輸送するもので全長 1,100 m，垂直揚程 530 m に達している。これは世界でも最高の揚程のもので、輸送用のポンプとしては 180 mm 12 段タービンポンプ（3 m³/min × 836 m × 1,765 rpm × 650 kW）が用いられ、輸送量は 105 t/h に達する。輸送管内径は 5" で 2 1/2" までの原炭を輸送できるよう計画された。この装置は固体粒子がポンプの中を通らぬから耐久性がよく、特に高圧の管路で輸送できるから高揚程または長距離の水力輸送に適している。

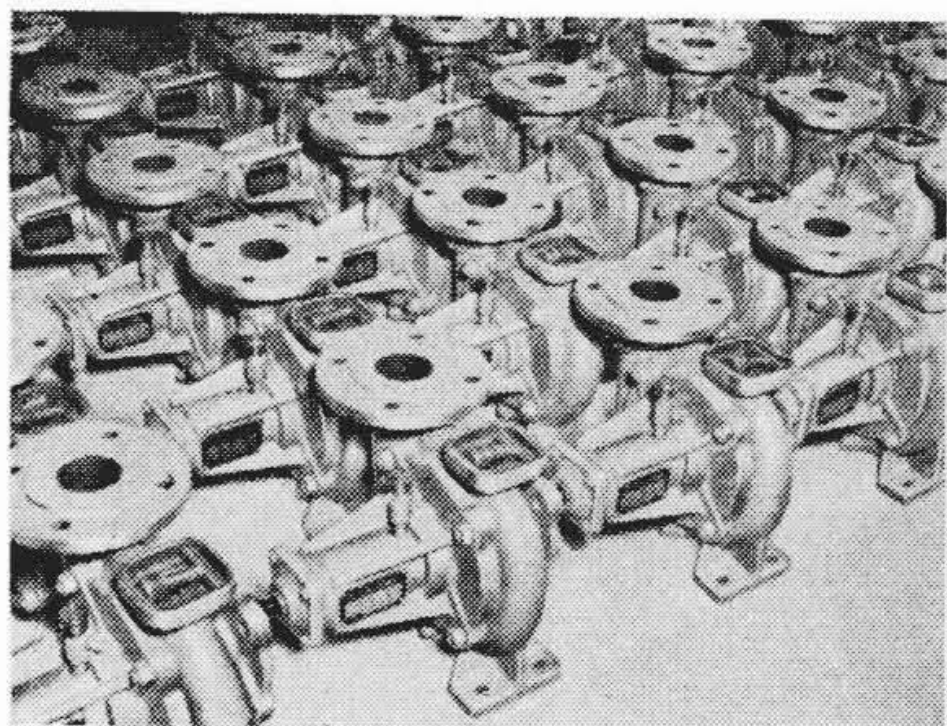
選炭場から排出される水洗ボタを約 1 km 水平輸送するのに、従来炭車運搬していたが、これをハイドロホイストに切り替えた例もある（中興鉱業納，輸送量 75 t/h）。このようにハイドロホイストの用途は非常に広く、しかも

- (1) 設備費、輸送費が低廉であること
- (2) 完全密閉形であるので運転が安全であること
- (3) 自動運転が容易に行えるので運転が合理化されること

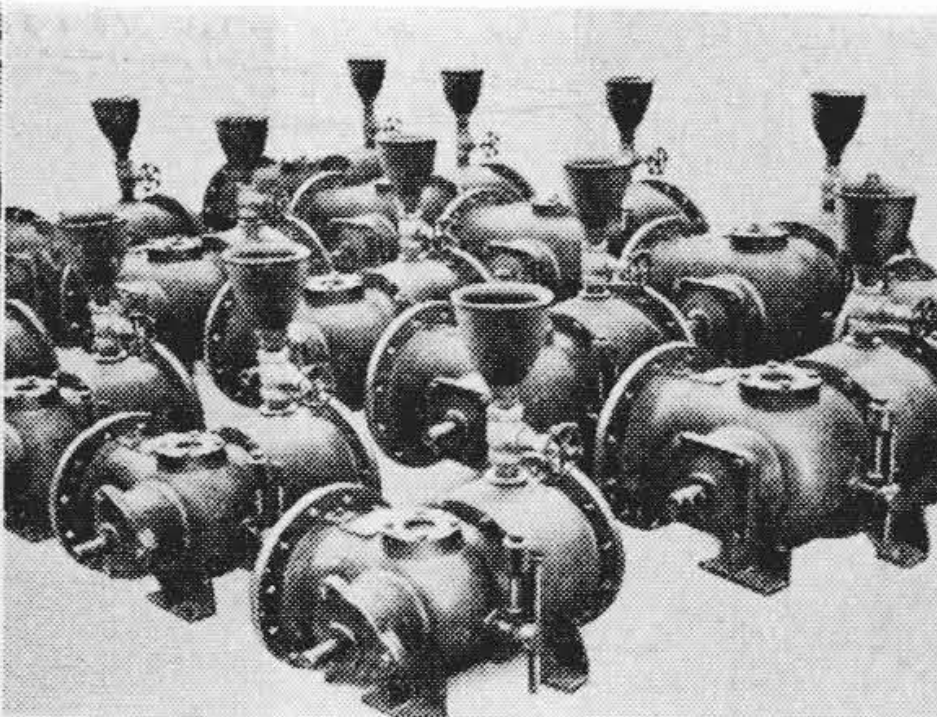
などの特長があるので、大きな発展性をもつ新しい輸送装置である。

13.3.11 汎用ポンプ

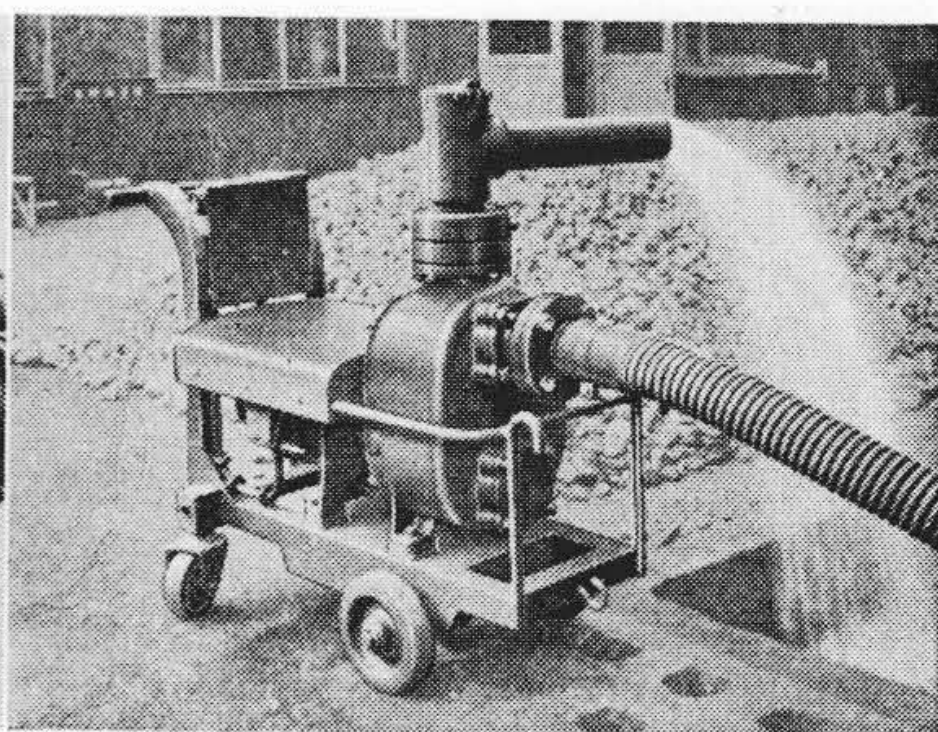
昭和 32 年から 33 年にかけて汎用ポンプは、在来ポンプの改良、数々の新製品の完成とともに、全国にわたる販売組織の確立によって大きな飛躍をみせた。



第26図 汎用ポリユートポンプ (OVC形)



第27図 汎用斜流ポンプ (SPC形)



第29図 可搬自吸式モートルポンプ



第28図 水中モートルポンプ (PMU形)

在来のOV形のほかに田畑灌漑を目的としてベルト掛専用の安価なOVC形片吸込ポリユートポンプが完成した。このポンプはグランドレスの構造によって従来のパッキングランドの調整の手数を省きゴムマウスリングを採用して土砂による摩耗を軽減した特長あるポンプである。また新しく生れた汎用DV形両吸込ポリユートポンプはスプリット形のケーシングをもち、軸受に玉軸受を使用した小形堅牢安価なポンプとして広い用途をもっている。

ビルディング用、簡易水道用などに好評を博したGMC形多段タービンポンプは新たに130mm 160mmを完成し、より広汎な用途に応ずることができるようになった。

低揚程の畑地灌漑あるいは排水用として高性能で経済的なSPC形斜流ポンプを完成した。OVC形同様グランドレス構造を採用、水中軸受を使用しない日立独特の設計になるポンプであり、回転数を変えて広範囲の仕様に適用できる。

水中モートルをもったPMU形ボアホールポンプは、長い試作期間を経て、軸受、モートルの満水方法、防砂装置、モートル保護装置に独特の特長をもったものとして完成し、在来の地上形ボアホールポンプに代りつつある。

13.3.12 自吸式モートルポンプ

新形モートルポンプの応用の一つとして可搬自吸式モートルポンプを数十台納入し好評を博した。これはポンプケーシングから吐出する水をインペラの吸込部にもどし、水の回流によって吸込管中の空気を排除させて揚水に至らせるもので、呼水の必要がなく、その上フート弁もいらず、スイッチを入れればほどなく自動的に揚水し

はじめる便利なモートルポンプである。

本機はモートルとポンプとを合理的に一体化したもので、小形・堅牢で効率が高く、自吸作用が確実で、しかもモートルとポンプのシャフトは一体のものでカップリングがないため芯出しの不完全や狂いによる不具合が解消され、長大な寿命を全うできるという幾多の特長をそなえており、今後ますます需要が増大するものと期待される。

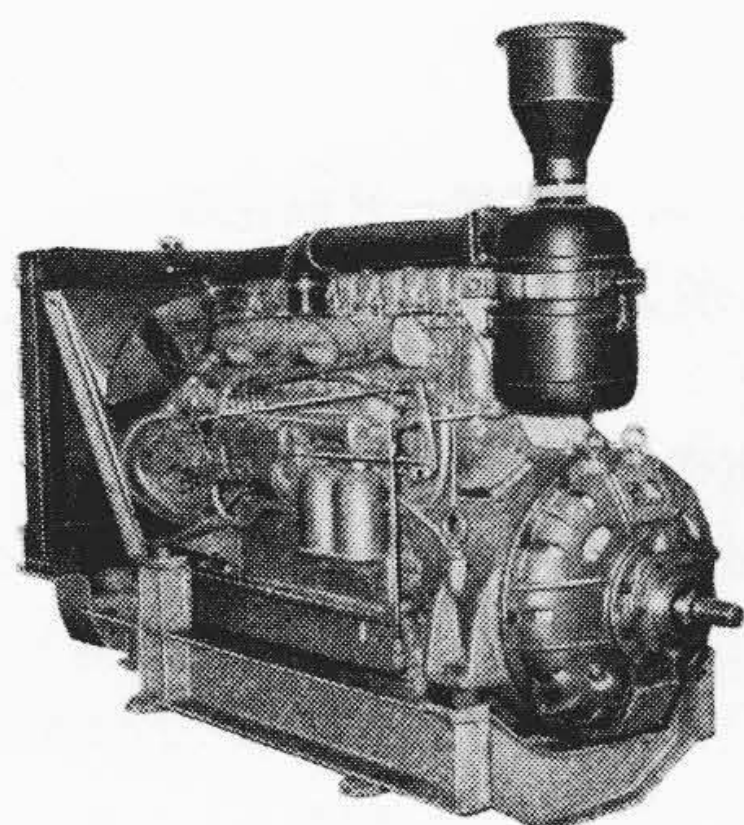
13.4 流体継手とトルクコンバータ

流体継手やトルクコンバータは油によって動力を伝える伝動機械で、振動衝撃を吸収して機械を保護するとともに、負荷変動に応じて自動的に作動状態が変り、伝動機構のほかの部分に無理をかけないという大きな特長をもっている。このように流体継手やトルクコンバータを装備することにより、使用機械の操作は簡単かつ安全となり、設備費および維持費の低減に卓効を示す。しかも近來工業界全般の傾向として一人制御やオートメーションが脚光を浴びているが、これには各機器の確実な作動はもちろん、異常状態に対する安全装置を備えることが必要であり、この意味において流体継手やトルクコンバータの活躍する分野がますます拡大されるものと期待される。以下33年度における主要製品について紹介する。

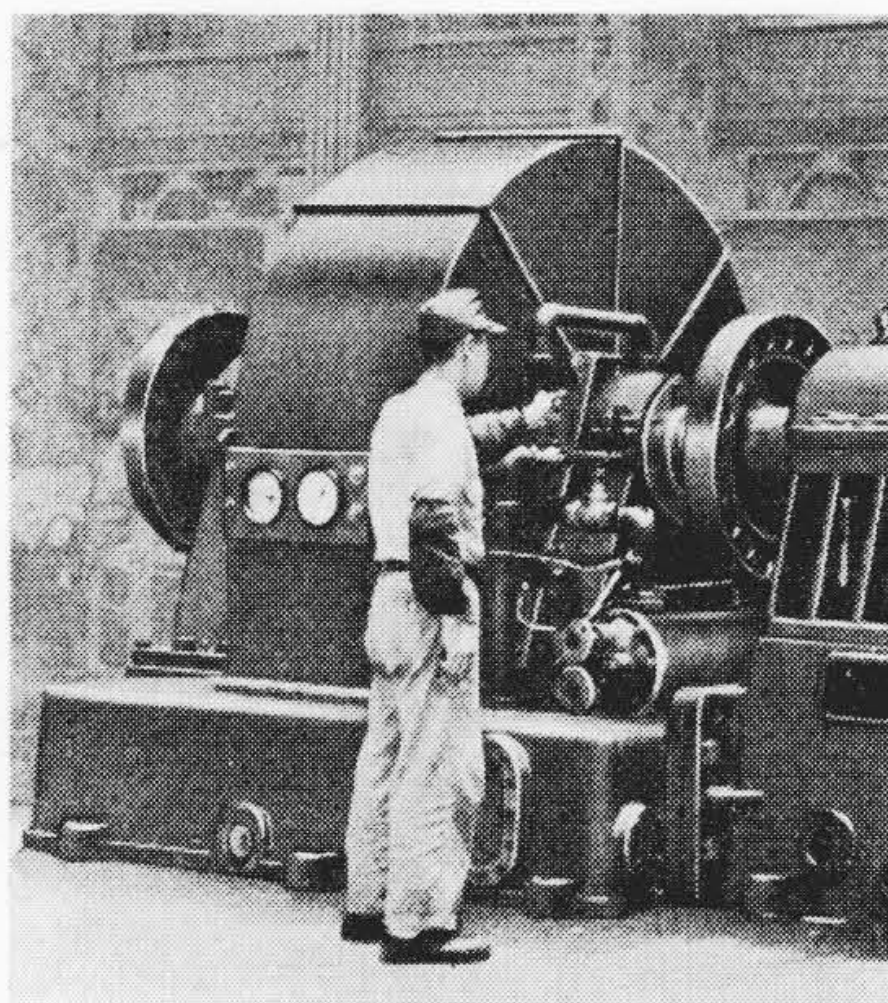
13.4.1 流体継手

日立U12パワーショベルは流体継手付を標準としており、すでに多くの実績をあげているが、あらたにU106およびU03ショベル用として1,300rpm 85HP、TH48-EHおよびTH37-EHの流体継手の製作が開始された。第30図はTH48-EH流体継手をエンジンに取り付けた状態を示す。本機出力軸および軸受には、チェーン掛けによる変動重荷重が直接作用するため、強度や潤滑法には細心の注意が払われているとともに、異常荷重や振動によって生じがちな偏心も相当程度許容できる構造となっている。かくのごとく本機は重作業用流体継手の代表例といえよう。

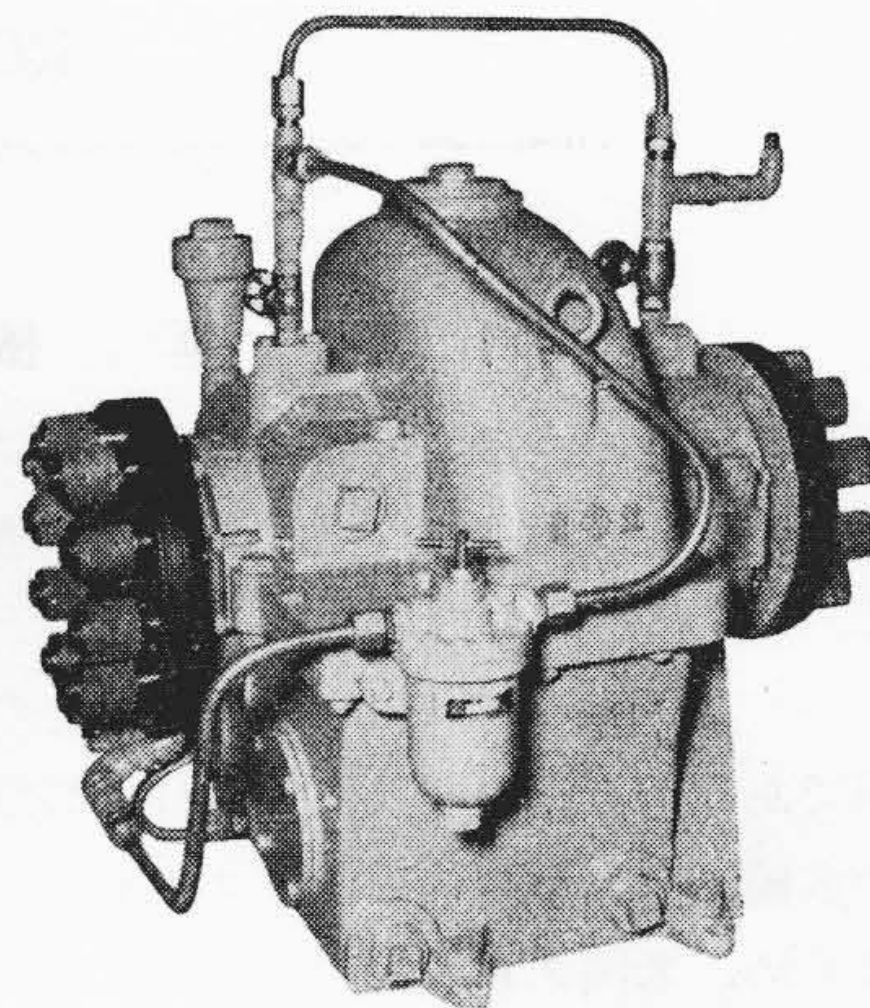
水底を掘削するドレッジポンプ船では送泥距離の変



第30図 日立 U 106 ショベル用 TH48-EH 流体継手
(エンジンと組合せた状態)



第31図 浦賀船渠株式会社納 TH150-CH 流体継手



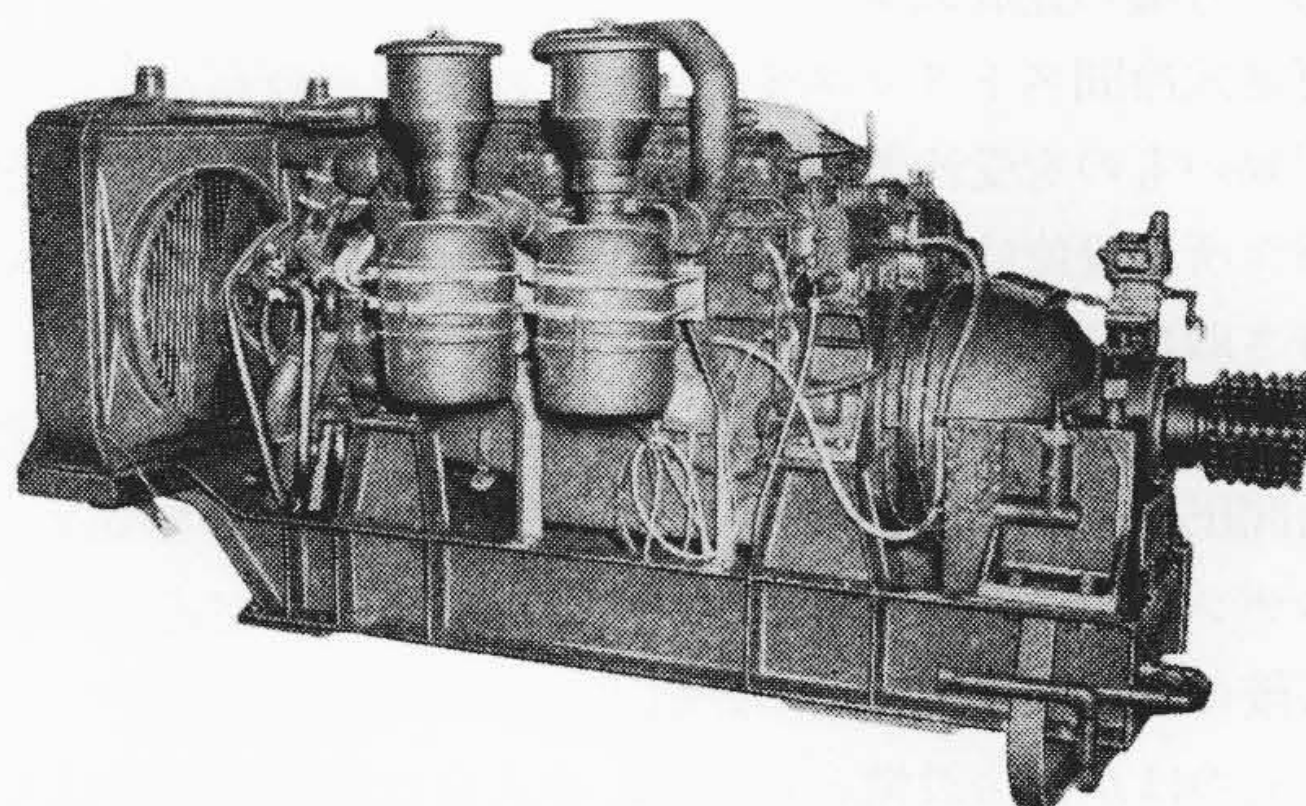
第32図 東京瓦斯株式会社納 TH42-CH 流体継手

化にしたがいポンプ回転数を変え動力消費を合理化するため、異物を噛み込んだ場合にポンプや原動機を保護するために、流体継手を備えるのはきわめて有効である。第31図は浦賀船渠株式会社納 TH 150-CH 流体継手で 430 rpm 600 HP, ランナ直径 1,500 mm という大形品である。本機の主目的は過負荷防止用で、作動室内油量を変え、ポンプ回転数制御ができる便利なもので今後の活躍が期待される。

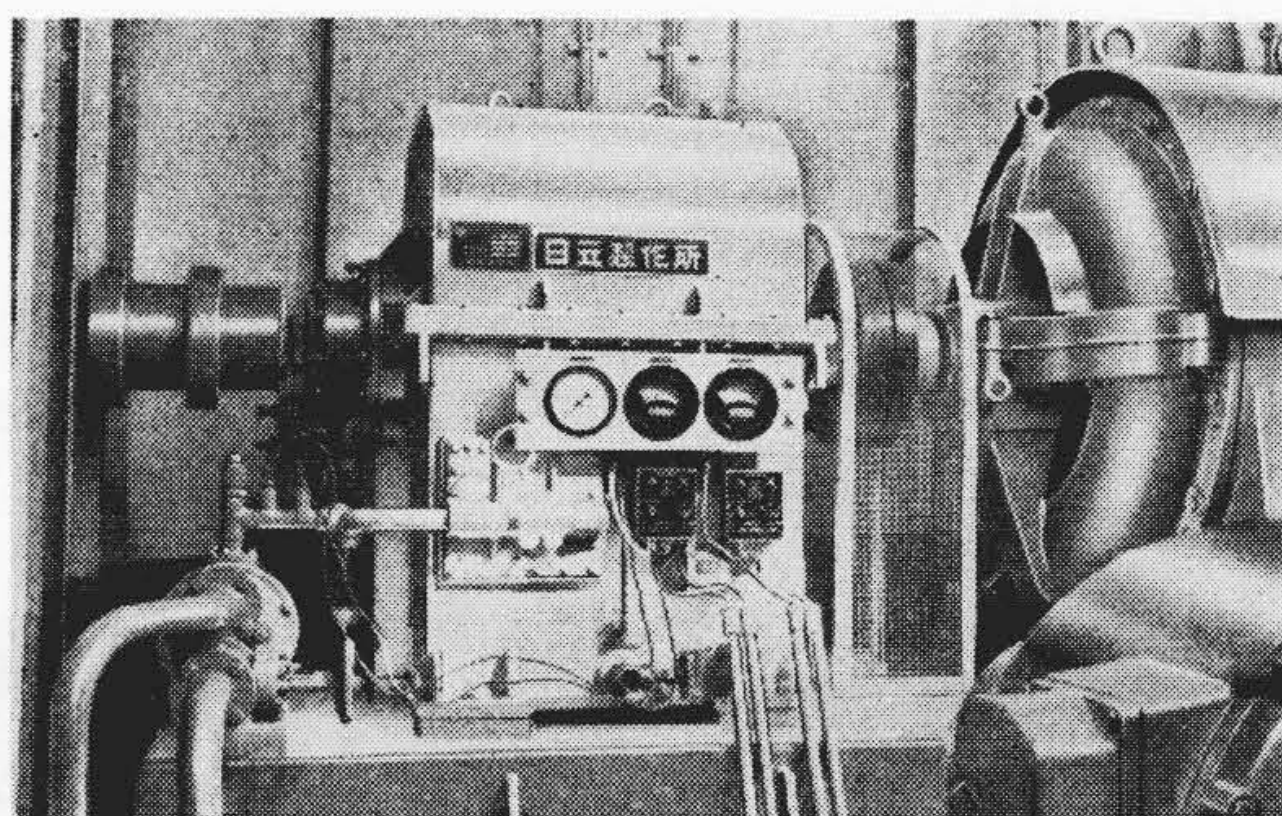
遠心ブロアはその慣性が大きいため、起動時電動機に無理がかかりがちである。これに流体継手を併用すれば起動が容易になり、安価な籠形誘導電動機が使用でき電気設備も簡単になる。第32図は東京瓦斯株式会社納 3,000 rpm 250 HP ガスブロア用 TH42-CH 流体継手で、給油ポンプによる強制給油方式を採用しているうえ、作動室には特殊な弁を設け、停止中に内部の油を急速に排除し、次の無負荷起動を確実にこなえる構造となっている。しかも運転中はこの弁が閉じ、2%程度の滑りで定格馬力を伝えうるという高性能のものである。

13.4.2 トルクコンバータ

日立 T 14 ブルドーザは TM 36 トルクコンバータを装備して優秀な性能を発揮しているが、新たに日立 U 23 ショベル用として 1,500 rpm 265 HP TM 47 トルクコンバータが製作された。本機はストールトルク比 3, コンバータ最高効率 86% であるが、特に重作業用として設計製作されたもので、第33図は TM47 トルクコンバータをエンジンに取り付けた状態を示す。カッタ式ドレッジャポンプ船においては、状況不明の水底を掘削するため、カッタ用電動機および軸系に過大負荷がかかりがちである。このためトルクコンバータを装備して、異常負荷に対して機械を保護し掘削能率を上げるのはきわめて賢明



第33図 日 U 23 ショベル用 TM47 トルク
コンバータ(エンジンと組合せた状態)



第34図 株式会社水野組納 TM95 トルクコンバータ

な策である。第34図は株式会社水野組 3,000 HP ドレッジャポンプ船安芸のカッタ駆動用として納入された 600 rpm 700HP TM95 トルクコンバータを示す。本機はストールトルク比 3.3, コンバータ最高効率 89% という高性能のもので、わが国最大の記録品であり、目下好調のうちに運転中である。