

〔XII〕 圧縮機，送風機およびポンプ COMPRESSORS, BLOWERS AND PUMPS

圧 縮 機

1956 年の成果と将来

1956 年における我国諸工業の進展はまことに驚異的であり，圧縮機は各工業の基幹設備として，各方面，とくに化学工業，鋳業，土建工業関係よりの需要がきわめて活発であつた。化学工業では高圧大容量型から特殊ガス用の中小型まで各種圧縮機が要望された。

近年圧縮機は技術の進歩にともない漸次高速軽量化に進み，このため一般に気筒数を増しこれを合理的に配置した構造のものに改められつつある。すなわち先年日立製作所が紹介したバランス型圧縮機は，スペースが小さくて設備費がやすく，また振動も少く，運転保守の簡易な特長が実証され，とくに大容量用にはその特長が一層効果的に発揮されるので，200 HP 以上の用途にはほとんどこの型が採用されるにいたつた。後述する 3,200 HP および 2,500 HP のものはいずれもバランス型の記録製品である。また一層大容量のものが要望されるにつれて，ターボ圧縮機と往復動圧縮機とを併用して所期の圧力に圧縮するという方式が採用されてきた。これはターボおよび往復動型圧縮機の総合技術の成果であつて，今後のガス圧縮設備用としてその発展が期待されるものである。

100 HP 以下の汎用機も同様に高速化された堅型のものとなり，新しい標準型製品として多数完成した。

ごく小型のものには 200 W および 350 W のスーパーベビコンが電動機と一体化された高速小型のものとして

広く進出した。

吐出空気中に油分を含みぬオイルレスコンプレッサの需要もいちじるしく増し，これらはカーボンリング式のものが多いが，特殊ガス用などにはカーボンを嫌うものがあり，ピストンと気筒とが全然接触しないラビリンス式のものも製作しはじめた。これは従来のオイルレスコンプレッサより高速化されていて，大容量用としても今後大いに期待されるものである。

回転型圧縮機においては，合成樹脂製ブレードを採用した油冷式のもの完成され，高速軽量化など種々の特長が生かされて，可搬式圧縮機として往復動型に代つて進出してきた。またルーツブロワは低圧用として需要多く多数完成した。

化学工場用圧縮機の状況

(1) バランス型圧縮機の高圧大容量への進出

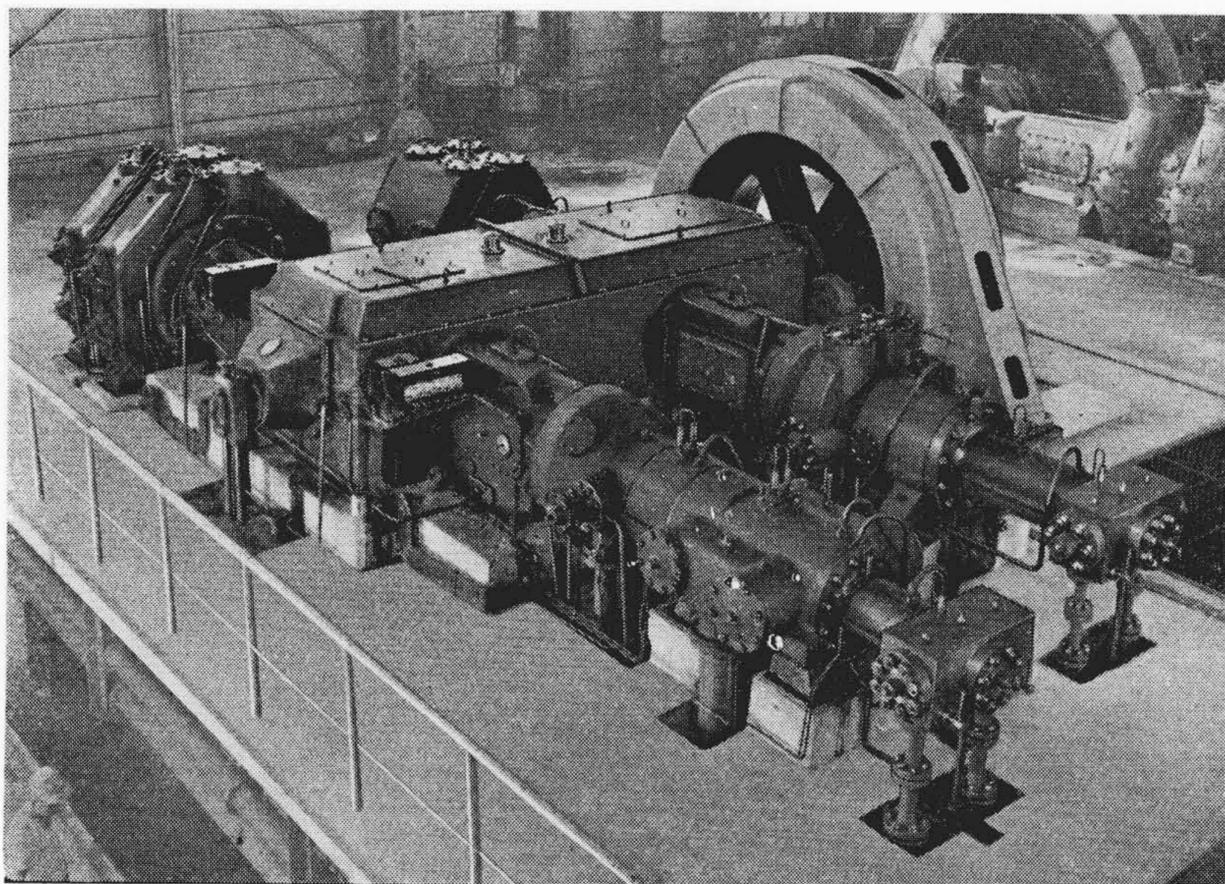
振動が小さければ，大容量，大馬力の圧縮機も回転を高めて使うことができる。このためには往復動慣性力を打消せばよいのであつて，これにはバランス型がもつとも理想的なわけである。バランス型では直径 1 m 以上もあるピストンを従来の約 2 倍の 200~300 rpm で往復動させても，基礎の最大振幅を 3/100 mm 以下にすることができる。しかも基礎重量は従来の横串型の半分にすぎない。また電動機の形体は小さくなり，GD² を小さくしても電流の脈動は約 10% あまりにすぎない。

構造は従来の横串型とまったく同様で，取扱やすく付属保安機器の完備により管理も便利になつている。この

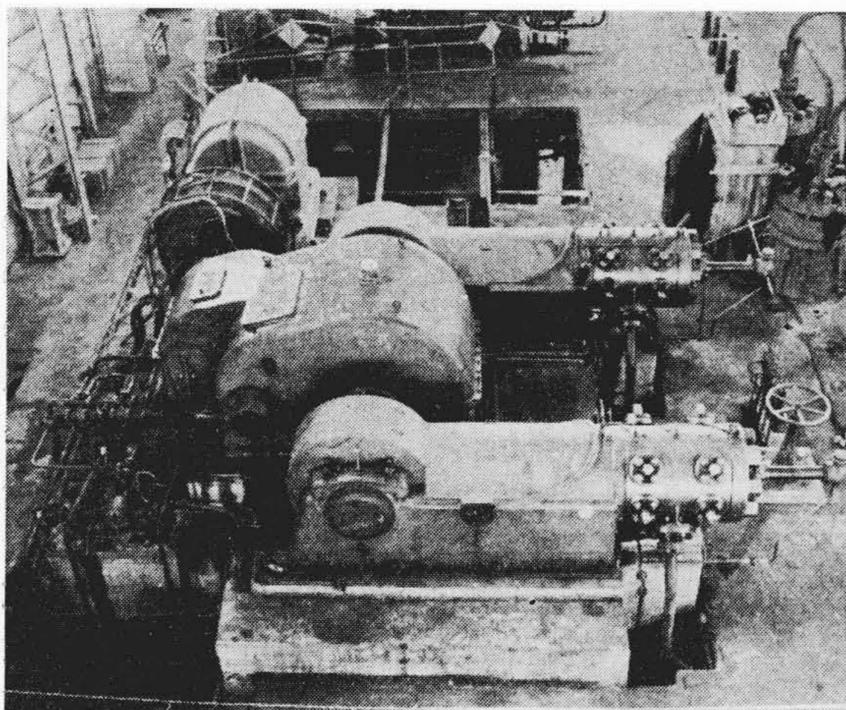
ようにして大容量，大馬力の圧縮機は小型軽量となり，その設備費は大いに節減されるに至つた。別府化学工業株式会社納 3,200 HP 高圧ガス圧縮機はバランス型高圧圧縮機の前年の記録品 1,100 HP 炭酸ガス圧縮機を飛躍的に更新したもので，10,000 m³/h のガスを処理して 7 段で 310 kg/cm² に圧縮するもので，アンモニアの合成用に使われている。第 1 図にみるごとく，電動機をクランク軸端に配置した構造も新形式である。

(2) 大型低速循環ポンプの完成

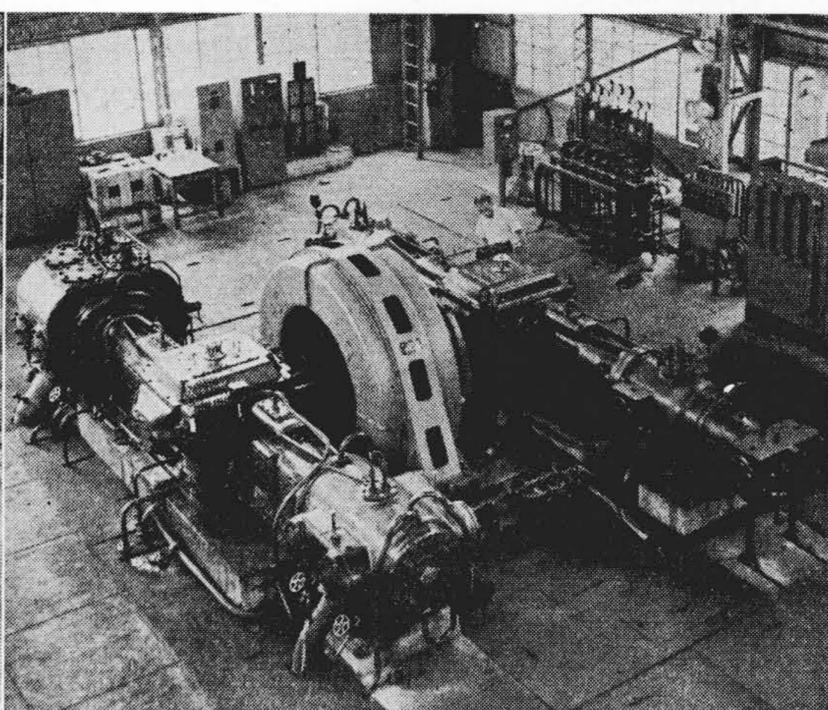
循環ポンプの記録品が完成



第 1 図 記録的高圧大容量の 3,200 HP バランス型高圧ガス圧縮機



第2図 日本記録の650 HP 循環ポンプ



第3図 廃蒸気回収用の300 HP 蒸気圧縮機

された。これは昭和電工株式会社に納入したもので、容量 $250\text{m}^3/\text{h}$ 、差圧 $40\text{kg}/\text{cm}^2$ 、圧力 $320\text{kg}/\text{cm}^2$ で、650 HP の電動機よりシンクレア流体接手、ダブルヘリカル二段減速歯車装置を介して運転される低速型循環ポンプである。気筒は二連とし、減速歯車装置をその中間に配置し、クランク軸と歯車軸を共通にした構造である。本機の特長はグランドパッキングに軟質パッキングを使用し、ピストンロッドの表面硬化、超仕上の施行とあいまって軸封の完璧を期し、減速歯車には長期の連続運転に耐えるようにとくに精密工作を施したことである。機械の潤滑は別個に設けられた電動ギヤーポンプによつて行われる。差圧は将来のことを考慮され従来一般より高い $40\text{kg}/\text{cm}^2$ である。

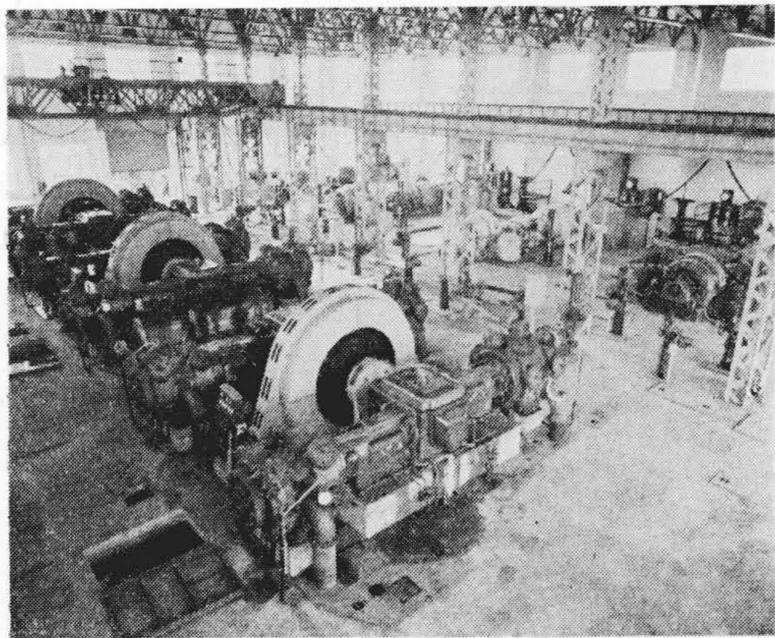
(3) 廃蒸気回収用蒸気圧縮機の完成

硫安製造工場へ行くと大量の蒸気が排出されているの

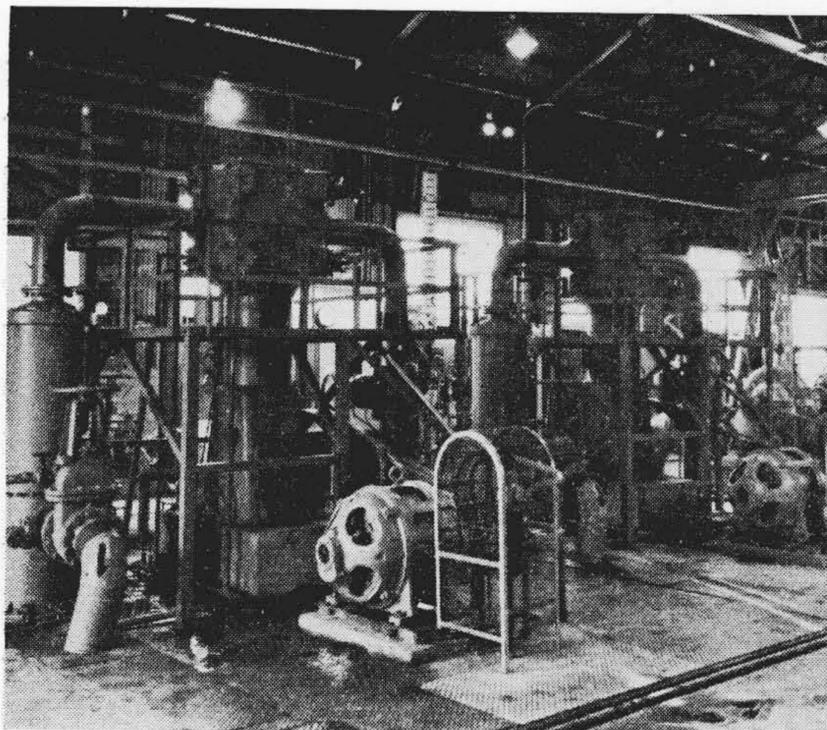
をみかけるが、これは実に不経済なことで、この回収が望まれていた。しかしこの回収はなかなか困難である。純粹の蒸気だけなら比較的簡単であるが、飽和槽より種々の腐蝕性成分のものが少量ながら誘引されてくるからである。いま熱ポンプを利用してこの蒸気を回収し、これに必要な熱量を与えて再使用できれば、従来使われた新しい生蒸気が不要となりプラントとして効率のよい操作を行うことができる。第3図は種々の実験によつてえた資料に基づいて完成した昭和電工株式会社納 300 HP 蒸気圧縮機である。これには特殊材質構造の分離器、予熱器、清水噴出装置、油分離器などが付属している。圧縮機は縦型4気筒で、温度、腐蝕を十分考慮した構造となつている。廃蒸気回収の新方式の機器として将来を期待されるものである。

(4) 都市ガス圧送機の完成

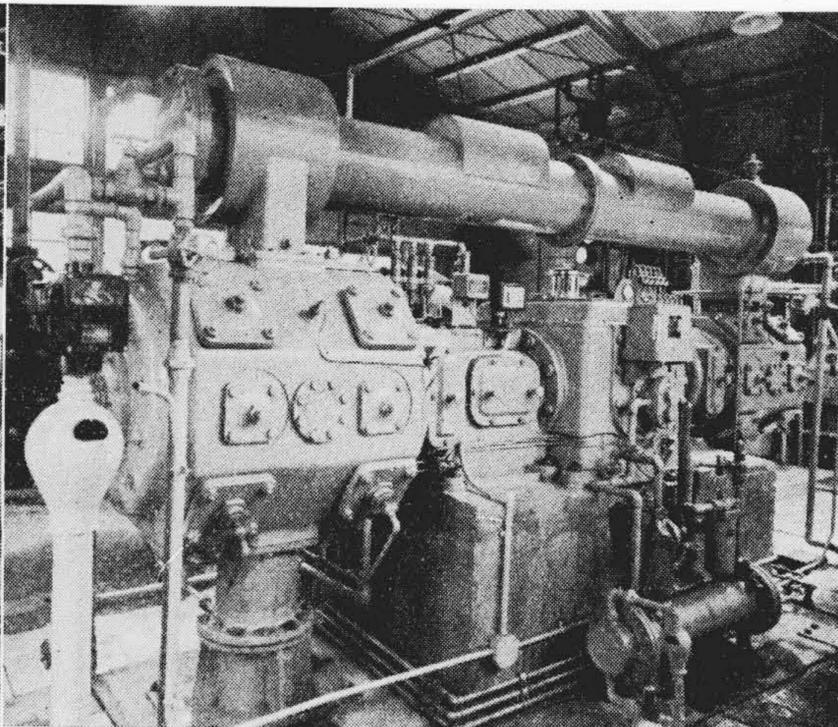
最近都市ガスの需要増加ともなつて、ガス圧送も次第に効率のよい高圧式となり、したがつてガス圧送用に従来よりも高圧大容量の圧縮機が多く用いられるようになってきた。特記すべきものは東京ガス株式会社豊洲工場納のガス圧送装置用 2,500 HP バランス型圧縮機である。本装置は容量がきわめて大きいので、まずターボ圧縮機でガスを $1.8\text{kg}/\text{cm}^2$ まで昇圧し、ついで往復動型の本圧縮機によりさらに $9.5\text{kg}/\text{cm}^2$ まで圧縮するもので、大容量処理の新方式である。従来まで低圧大容量を処理する場合、往復動型圧縮機はその不均合慣性力のために回転数の上昇には限度がありしたがつて老大な基礎と基礎工事費を要し、また気筒直径も大きく取扱も熟練を要した。しかるにバランス型圧縮機は気筒数を増すことが容易であり、不均合慣性力の平衡、基礎の減少、回転数の適当な撰定による部品の小型軽量化などにより、一基の処理量が一層大容量となり、しかも取扱いはその



第4図 都市ガス圧送用 2,500 HP バランス型ガス圧縮機



第5図 尿素製造用 60 HP オイルレス真空ポンプ



第6図 汎用標準型の 200 HP バランス型空気圧縮機

割にやさしい。さらに本機は圧力, 温度, 弁類などすべて遠隔指示, および遠隔操作ができるように設計されており, 圧縮機の自動運転への一步を踏みだしたものである。

(5) オイルレスコンプレッサの需要増加

潤滑油を使わないオイルレスコンプレッサが出現してからは, 完全に油分を含まない空気やガスがさかんに使われるようになった。31年度に製作したものを列記してみると,

精密自動制御装置用	5~120 HP 空気圧縮機
尿素製造用	60 HP 炭酸ガス真空ポンプ
空気分離装置付属	120 HP 空気圧縮機, 7½HP 窒素ガス圧縮機
ナイロン圧送用	50 HP 空気圧縮機
食品工業用	50 HP 空気圧縮機
真空管製造用	20 HP 空気圧縮機

など, 用途は非常に広く製作数も二十数台におよんでいる。以上はカーボン式であるが, 特殊ガス用オイルレスコンプレッサとしてラビリンス式も製作中である。

汎用圧縮機の状況

(1) 汎用バランス型圧縮機の標準化完成

バランス型圧縮機の優秀性はすでに各界の認めるところであり, 特殊大容量の数千馬力級から, 汎用の 200 HP 級に至るまで多数製作され, 今日までの馬力総計はすでに 3 万馬力あまりに達している。

さらに31年度は 200 HP から 600 HP までの主として汎用空気圧縮機を標準化し続々生産実績を挙げた。

標準バランス型圧縮機は 200 HP から 300 HP までは誘導電動機をカップリングで直結し 2 気筒の対向 1 列型, 400 HP から 600 HP までは同期電動機をクランク軸端へオーバハングさせた 4 気筒の対向 2 列型で, 回転

数はいずれも 600 rpm である。

標準バランス型圧縮機は既製作のバランス型圧縮機の設計製作を基礎にしてさらに数段の改良を施したものであり, 高低圧両ピストンなどの往復動部分の軽量化と正確な平衡を図り, 振動もはなはだ少く, 小型軽量化とともに保守取扱いはきわめてやさしい。

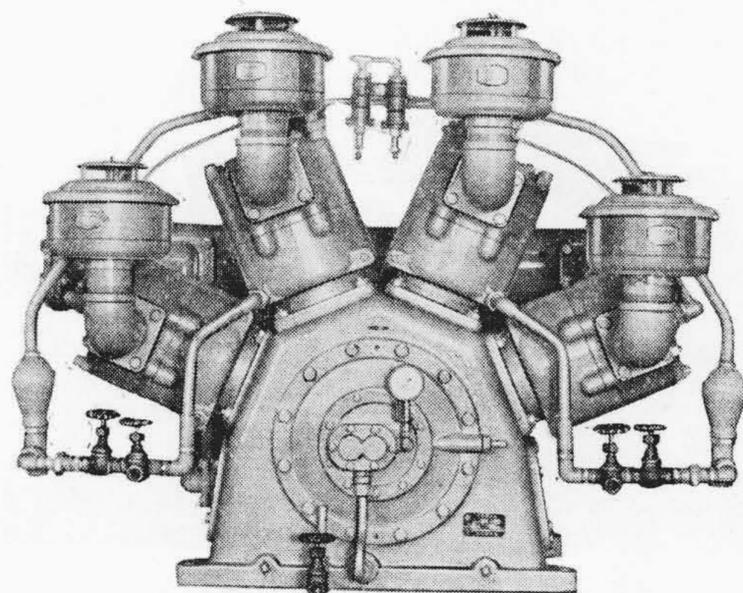
またエアクッションバルブの活用, 軸受部分の適切な設計材料の厳選, 工作精度の向上, など設計製作も万全を期してあるので連続運転に対する信頼度も大きい。

さらに油圧リレー, 断水リレーなどの付属により日常の運転管理もはなはだ便利である。

(2) 新機種高速堅型圧縮機

10 HP より 100 HP までの標準型汎用空気圧縮機においては, 高速軽量化の要望にこたえて高速堅型圧縮機を完成しすでに百数十台を納入した。

本機種は従来機種の回転数が 300 rpm ~ 600 rpm であつたのにたいし約 1,000 rpm に高速化し, また堅型単働式であるのでいちじるしく小型軽量になつている。



第7図 高速軽量化された 100 HP 堅型空気圧縮機

高速において信頼性の高い運転を行うために気筒配列部品の構造にはとくに考慮を払っている。

気筒配列は 90 度 V 型, 60 度 W 型, 45 度 X 型, の 3 種類とし適切なバランスウェイトをクランクシャフトにつけピストンには軽合金を使用しているので高速にもかかわらず振動の少ない運転を行うことができる。空気弁は寿命の長い日立独得のエアクッション式とし吸入弁, 吐出弁の大きさを変えてもつともよい効率をえられるように考慮してある。また主軸受にはテーパローラベアリングを使用し, 小馬力のものを除いては各軸受に強制給油を行い安全確実な運転を行うことができる。

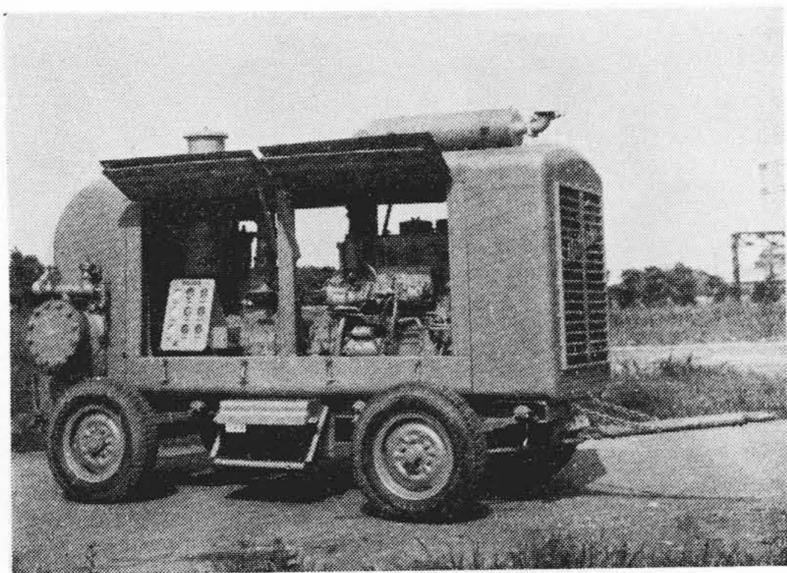
本機の使用上の長所は小型軽量であるため据付面積が小さく従来機の約 60 % 程度であり, 据付面積のせまい場所にも据付けることができること, 部品も小型軽量となり分解時に取扱う最大重量は従来機より大幅に減少し保守取扱が容易になったこと, 振動がないので従来機より基礎重量も軽く据付費用が少なくすむようになったこと, などが挙げられる。

(3) 可搬式圧縮機の動向

従来可搬式圧縮機としては往復動型圧縮機が一般に使用されていたが, 31 年度には往復動型に比し幾多のすぐれた長所をもつ油冷式回転圧縮機を完成した。

これは主要仕様が, 圧力 7 kg/cm^2 , 容量 $9.4 \text{ m}^3/\text{min}$, 回転数 $1,800 \text{ rpm}$, エンジン出力定格 90 HP であつて, 4 輪ニューマチックタイヤ付台車に, 圧縮機, エンジン, 放熱器, 空気槽を搭載したものである。このほか日立標準として $7.1 \text{ m}^3/\text{min}$, $14.2 \text{ m}^3/\text{min}$ がある。第 8 図は $9.4 \text{ m}^3/\text{min}$ 可搬式回転圧縮機の外観である。

本機は従来の回転圧縮機とことなり, ブレードは日立独自の合成樹脂で製作し, シリンダ内に多量の潤滑油を噴射してブレードの潤滑と, 摺動面からの空気の漏洩防止, および空気の冷却を行わせる方式のものである。ブレードは軽くかつ摺動抵抗が少ないので高速回転が容易



第 8 図 油冷式回転圧縮機を使用した $9.4 \text{ m}^3/\text{min}$ 可搬式圧縮機

であり, また内部油冷のためシリンダジャケットが不要である。したがつて非常に小型軽量であるから, 回転型で振動の少ない長所とあいまつて, 可搬式として絶好である。吐出空気とともに噴霧状で吐出された潤滑油は空気槽内の特殊油分離器で分離され, ギャーポンプに吸引されて循環使用される。さらに起動回転力が小さいのでエンジンとの直結にクラッチを必要とせず, 100% から 0% までの無段階容量調整装置を備え, また安全運転のための自動停止装置が設けてあるなど, 実に好ましい長所をもっている。

このように可搬式圧縮機として回転型は往復動型に比べ小型軽量, 運転保守の簡易が一段とすぐれているので, 往復動型を凌駕して進出してきた。これは新しい動向として特筆すべきことである。

小型圧縮機の状況

ベビコンの新機種

ベビコン (小型可搬式空気圧縮機) は噴霧塗装・タイヤ空気充填をはじめとして, 各方面からの需要が非常に多い。一方取扱の簡便な小型軽量のものが要望され 29 年度に画期的な 200 W スーパーベビコンを市場にだしたが 350 W スーパーベビコンはこの要望をさらに広範囲にみたした新機種である。 200 W スーパーベビコンと

同じように圧縮機とモーターが一体の構造で小型かつ軽量, 移動が容易であり, また扁平型空気槽はスペースファクターも良好である。気筒は 2 個あるが 90 度 V 型配列のため, $1,800 \text{ rpm}$ でも振動はない。全体の高さは 540 mm , 長さ 470 mm , 幅 350 mm , 全重量 50 kg である。電動機はとくに設計された出力 350 W



第 9 図 新型 350 W スーパーベビコン

のもので起動力の大きいコンデンサ起動式となつている。圧力は 8 kg/cm^2 で連続運転が可能であるから小型トラックや一般乗用車のタイヤの充気はもちろん塗装用としても好適である。100 V 電灯線に接続して手軽に運転できるので非常に便利である。さらに新型高速の 2 HP , ベビコンが完成された。かくてベビコンの種類はますます拡充された。

送 風 機

1956 年における送風機の成果と見通し

本年度は各種産業とも活況を呈し企業の合理化による新営増設が活潑となり, これにともなつて送風機の新ら

しい使用面も生じ送風機の生産台数は各機種ともいちじるしく増加した。一方需要の増大とともに産業のオートメーション化によるプラント効率の向上への努力は必然的に送風機に対しても性能ならびに耐久度の向上保守取扱を簡単にする要求がますます強くなってきた。

日立製作所はこの要望にこたえ国内におけるもつとも古いメーカーとしての豊富な経験に加え充実した研究設備と陣容による活潑な研究, ならびに生産設備の新鋭化により, 従来のものより一段とすぐれた新製品を生だすとともに各機種に対し着々と改良を行ってきた。

最近の流体力学のいちじるしい進展と材料, 工作技術の発達は急速な送風機の性能向上をもたらすとともに新分野を開拓し, かくてその需要は急速に伸びつつある。

送風機の需要の状況

送風機の需要は広く各産業にわたっているが, 本年度は鉄鋼, 化学, セメント工業, 発電, 換気および都市ガス関係の製品がとくに多かつた。

鉄鋼関係は世界的な鉄鋼需要の増大に応じて各製鉄所では増設ならびに設備の新鋭化へ積極的な動きをはじめたので, 日立製作所でも 5,500 HP 高炉ブロワ, 700 HP 平炉用ブロワをはじめ各種送風機を製作した。今後ともこの方面の需要はますます活潑になるものと思われる。

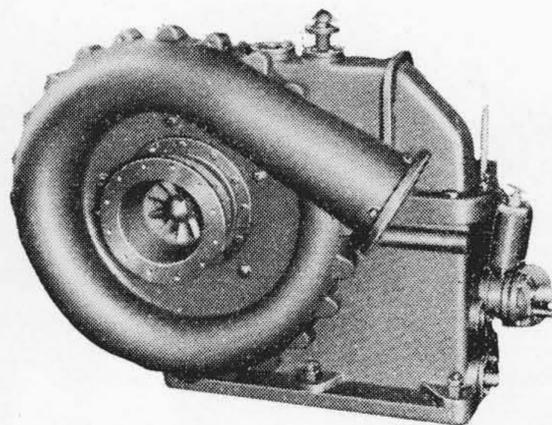
化学, セメント関係も同様に送風機の需要はもつとも多く, 各方面に納入した。すなわち亜硫酸ガス用, 水性ガス用, 炉吹込空気用, クエンチングクーラ用, キルン用, および酸素分離装置用など多種多様であり, これらはそれぞれの用途に対してもつとも適した構造がとられている。

火力発電設備は着々増強されているが, 日立製作所も東京電力, 東北電力などの発電プラントの生産を行っており, これらに用いられる送風機は大容量であることはもちろん, 効率そのほかの点においても従来のものより一段とすぐれたものである。

ビル, 車輛, 船舶, 工場などの換気用送風機の需要は急上昇しているが, とくに本年度は関門国道換気用のプロペラファンならびにダンパが相次いで完成しつつあり, これはあらゆる点で記録的製品である。

都市人口の増大と生活向上とともに都市ガスの需要はますます多くなり, これにともなつて都市ガス圧送用送風機は大容量, 高圧化に向っている。本年度も引き続き東京ガス株式会社, 東邦ガス株式会社に大型送風機を納入したほか, 大阪ガス株式会社からも大型化への第 1 号機を受注した。

以上のほか, 鉱山関係では換気用や撰炭機ブロワなどの需要が増えつつあり, 港湾荷揚げなどに用いられる空気輸送機用ブロワも納入され威力を発揮している。



第 10 図 17,000 rpm 高速ターボブロワ

送風機高速化の努力

機械を高速小型化することはどの機械でもたどる進歩への道である。送風機においては風量が小さく圧力比が大きい仕様で, しかも効率をよくするためには必然的に高速回転が要求される。たとえば回転数 3,000 ~ 6,300 rpm, 風量 50 ~ 500 m³/min のときにえられる一段当りの圧力比はおよそ 1.1 ~ 1.3 程度であるが, これを 4,000 ~ 20,000 rpm とすれば圧力比は 1.3 ~ 2.2 にも達することからもこの事情が理解できるであろう。

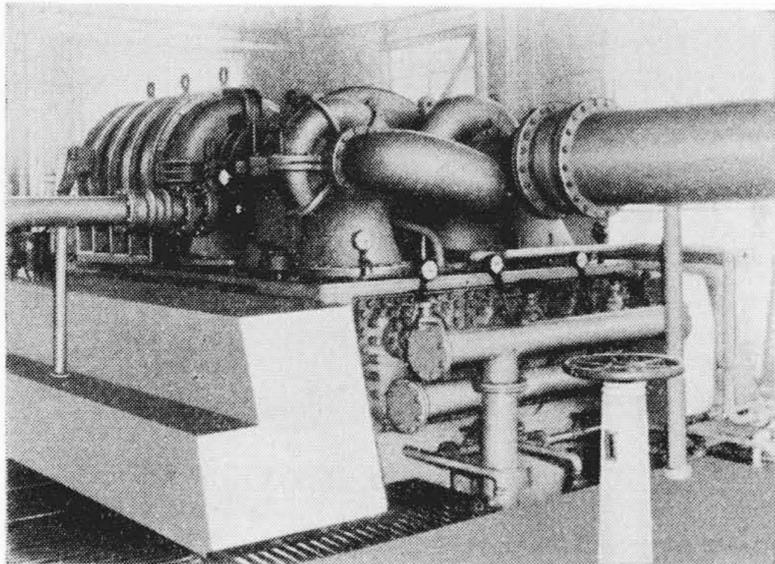
しかし高速化した場合には回転部とくにランナの構造材質はもとより流体通路の設計工作には特別の考慮を払う必要があり, また送風機を電動機で駆動する場合には増速歯車が必要となってくるが, 大馬力で高回転速度, したがって高増速比の増速装置を製作することは技術的に非常に困難な問題がある。しかし日立製作所の技術陣のたゆまぬ努力の結果は空気力学的研究とあいまつて 20,000 rpm に達する高回転速度で, しかも効率がよく, 静粛で運転確実な送風機が製作されるようになった。第 10 図は仕様点で 17,000 rpm, 増速比 9, 圧力比 2, 内部効率は輻流圧縮機としては最高に近い 90% に達した一段高速ターボブロワである。本機の完成は従来の往復型圧縮機またはルーツブロワなどの分野にターボブロワの使用を可能にした。

化学工業送風機の状況

化学工業用送風機は空気のほか各種腐蝕性ガス, 有毒ガス, 爆発性ガスやダストを含むガスなど取扱うガスが種々あるため, 構造, 材質も多様である。湿性亜硫酸ガス用の全ステライト羽根車や, 塩素ガスなどに用いる塩化ビニール製ファンは従来の欠点を除く新製品である。

(1) 低圧空気分離装置の利用

酸素を効率よく大量に分離する空気分離装置が, 操業の高能率化, 品質向上などのため化学工業はもとより製鋼, 銅精錬などにも広く用いられるようになった。とくに日立製作所の低圧分離装置は多くの利点を有し最優秀の成績を挙げているが, 本装置の動力源であるターボコンプレッサは約 5kg/cm²g まで空気を圧縮するもので, 高い効率と運転の確実をねらつた新しい構造のものを製



第 11 図 1,400 HP 高速ダブル H 型ターボ圧縮機

作した。第11図は本機の外観を示す。本機は低速のギヤの両側に2個のピニオンをおき、それぞれのピニオン軸端に羽根車をオーバーハングさせた国内に類を見ない特殊構造である。ピニオン軸は1,400 HPの4極の電動機より増速しそれぞれ11,250 rpm, 14,550 rpmの高速で回転し、わずか4段で吐出圧 $5 \text{ kg/cm}^2\text{g}$ を満足している。かかる構造としたため理想的な流体の通路がえられるほかに、中間冷却器、油タンクなどが一体にまとまり、高効率であるばかりでなく、保守も容易で非常に小型になっている。

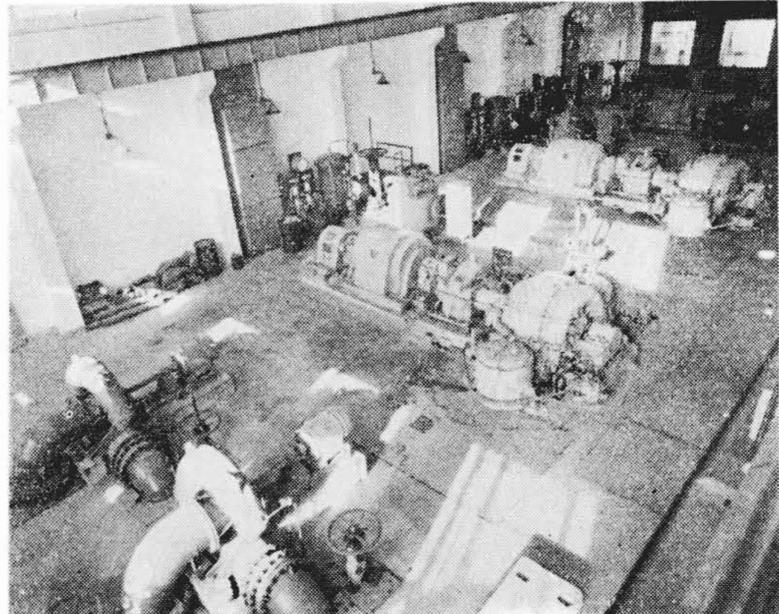
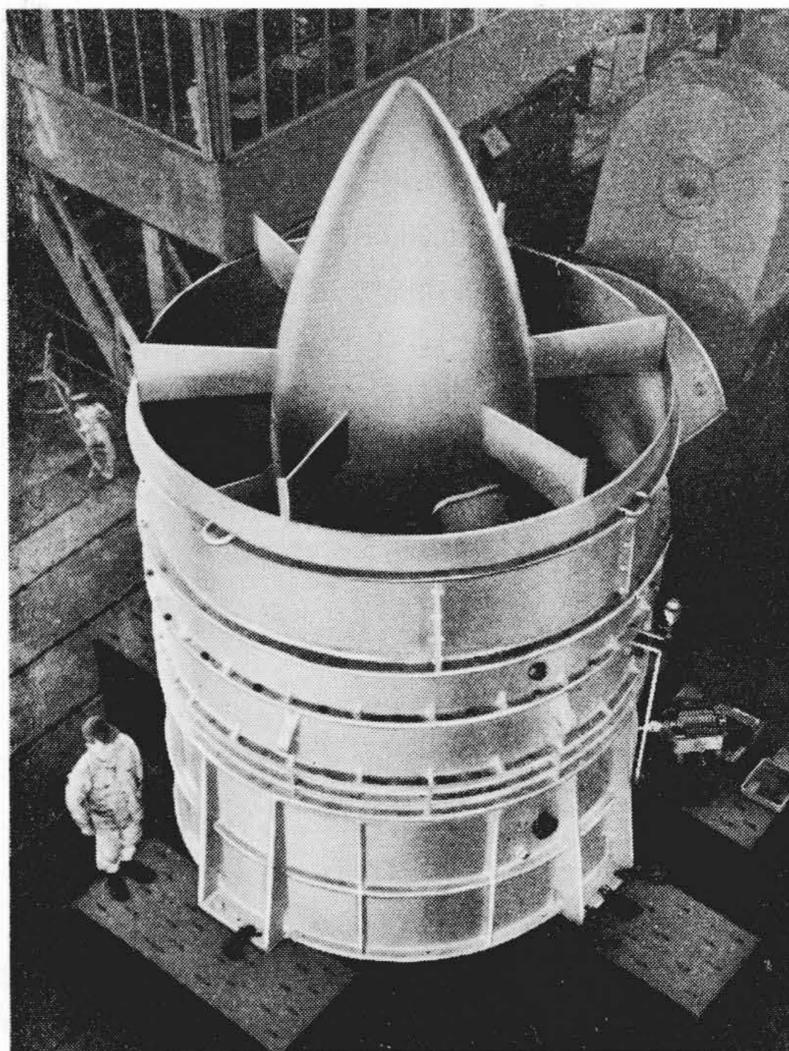
(2) 都市ガス圧送機の完成

従来2,500 HP程度までの都市ガス圧送用ブロワを多数製作してきたが、これらは $2 \text{ kg/cm}^2\text{g}$ 前後の圧力で圧送されるものであつた。ところが大東京の膨脹によつてこの程度の圧力では末端へのガス供給が困難になつた。これがため発生炉からのガスをまずターボコンプレッサで圧縮し、さらに次の往復動型圧縮機で吐出圧を $10 \text{ kg/cm}^2\text{g}$ 程度にあげて圧送する新しい方法が東京ガス株式会社において計画され豊州工場に建設中である。本装置によるとプラント全体としての設備費は安く、しかも効率がよくなる。なおガスの圧送量の変化に対しても特殊の自動制御が用いられ効率よく行われるようになつている。第12図は運転中の本機を示す。

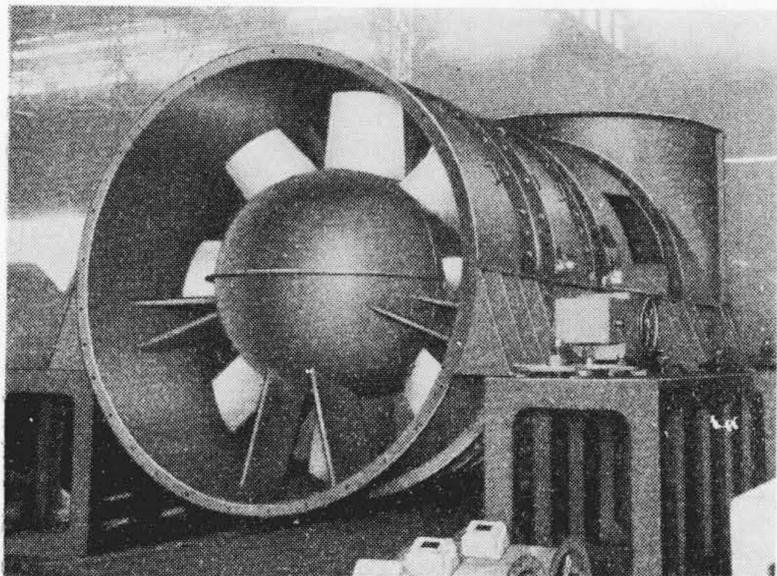
換気用送風機の状況

(1) トンネルおよび鉱山の換気用大型ファン

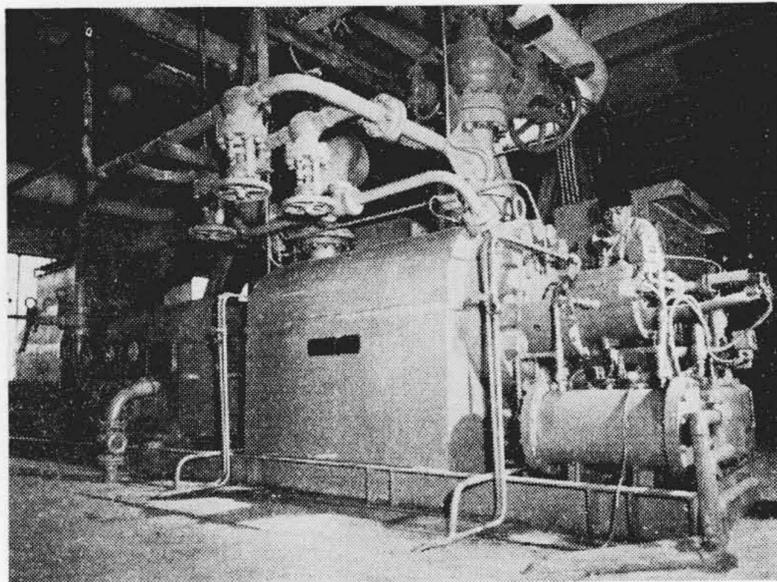
トンネル換気用として多数のプロペラファンを製作してきた。これらは鉄道トンネルの排煙用で、鉄道の電化とともに、漸減の傾向にあり、これに代つて、自動車用トンネルの換気ファンが随所に計画されている。関門国道トンネル換気用ファンはその第一号機であり、日立製作所では、昭和29年の試作機に引続き量産を続行中である。このトンネルは自動車用として全長約4 kmにおよぶ世界的な海底トンネルで、4個所の堅坑に送排各3台ずつ合計24台の軸流送風機を装備して、自動車から

第 12 図 都市ガス圧送用 600/400 mm
5 段ターボ圧縮機第 13 図 関門トンネル換気用 3,000 mm
プロペラファン

排出される有毒なCOガスを排除するものである。この換気装置の特長とするところは自動車の通過台数の変化によつておこる、空気中のCOガスの濃度をCO検出器によつて検出し、その濃度が一定濃度を超ないように、経済的に送風機の容量を自動制御する点である。風量調節の方法は電動機の極数変換と動翼の可変ピッチの2段構えとし、これと台数の切替えとを上手に組合せて、最大風量からその約 $\frac{1}{5}$ の風量にまで広い範囲にわたつてきわめて効率の高い運転を行うもので、これらの操作はいず



第14図 2,100 mm 2段プロペラファン



第15図 新東京発電所に据付けられた
高圧ボイラ給水ポンプ

れも運転中に自由自在に行うことができ、その機構は画期的なものである。この送風機の外観を第13図に示す。なおこの送風機の台数切替に必要なダンパも製作中で、その構造は翼列式ダンパで通気の流れを効率よくみちびき、この開閉は送風機と同様自動制御される仕組となっている。

炭鉱の主通風機もまた重要な換気ファンである。これらは翼の可変ピッチ方式または電動機の交換により風量を調整するようになっており、いずれも性能はきわめて優秀で、全圧機械効率は87%程度になっている。本年度常磐炭鉱や明治鉱業に納入したものでは騒音も相当に小さくなっている。第14図は常磐炭鉱に納入したものを示す。

(2) 今後の傾向

ビルディングの換気にはなお多翼送風機が多く用いられているが、換気送風機はしばしば最初の計画と違った点で使用されることがあり、この場合多翼送風機は風量の増大とともに軸馬力が増加してゆく特性をもつ関係上過負荷になることがあるほか、効率が悪い欠点をもっている。最近騒音が低くかつ効率の高いことが要求されるようになってきており、これには日立低圧型ターボファンが最適である。本機は効率が遙かによい上に、軸馬力も一定値を超えない特性をもっており、据付面積もほとんど変わらないので、今後は本機が主として使用されるようになるものと思われる。一方鉱山、トンネルなどは効率のよいこと、調整が容易なことなどからプロペラファンが全面的に用いられ、ターボファンは減少するものと思われる。プロペラ型は音が高い欠点をもち嫌われていたが、最近着々騒音減少の成果を挙げているので、なんといつても効率が断然よいこと、据置場所が小さい点から、船舶、車輛など従来からプロペラ型が用いられていた分野以外にも漸時ターボ型を圧して今後ますます伸びるものと思われる。

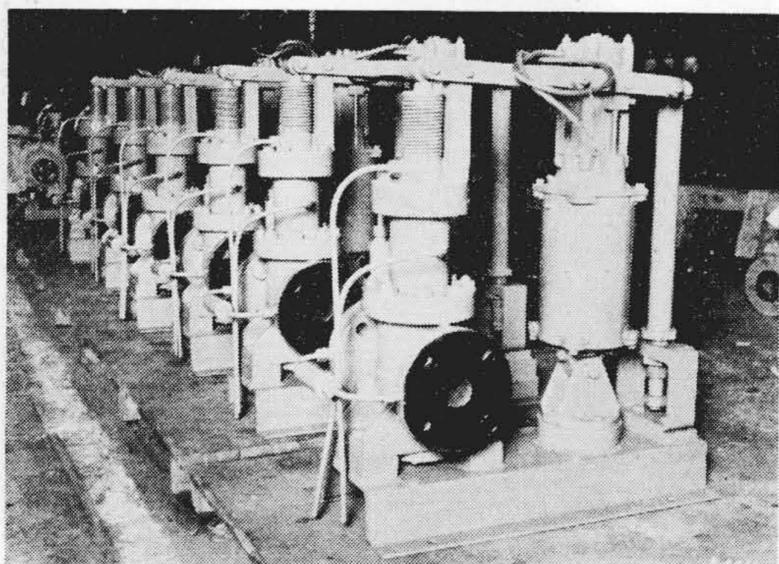
ポ ン プ

ボイラ給水ポンプ

最近におけるポンプ業界の花形の一つはなんといつても近代的大容量火力発電所のボイラ給水ポンプであろう。

日立製作所では一昨年東京電力新東京発電所のボイラ給水ポンプとして、当時国産機として最初の吐出圧力125 kg/cm²のもの製作に成功したが、本機はそれ以来好調に稼働をつづけ、外国製品になんら劣らない好成績を挙げておりこの級のボイラ給水ポンプが国産で十分であることを裏書した。その後引続いて新東京発電所第二期用国鉄川崎発電所用および東北電力八戸発電所用としてほぼ同仕様、同構造のもの計17台を製作中である。

これらのポンプはすでに本誌上で紹介された通り将来さらに圧力や温度が上昇した場合のことも考慮に入れて、もつとも合理的な形式として日立製作所が選定したものであるが、この種ポンプの発展の裏付として前後数年にわたる研究を基とした日立製作所の原料部門の技術の進歩を挙げなければならない。高温高压を受ける外ケーシング、水力学的に高い性能を保持する特殊鋼の羽根車や内ケーシング、耐蝕性を有すると同時に加工中あるいは使用中に有害な歪を起さない軸、高温高压の水の噴出により潰蝕を受けることなくしかもかじりつきを起さない近接した固定部と回転部、高速で摺動しかつ高い圧力を受けるパッキンの相手となるスリーブの性能の高い表面被覆など、これらはすべて原料部門の製鋼、鍛造、鋳造、熱処理、熔接など一貫したすぐれた技術に依存している。また接近した回転部と固定部の間隙を正確に保ち、もれを最少限に保つてかつ接触を起さぬためには部分品の加工精度は最高のものであらねばならない。かかる材料ならびに機械加工上のあらゆる問題は絶えざる研究により今や完全に克服され、120 kg/cm²級のポンプは



第16図 デスケーリングポンプ用ノズル遮断弁

すでに過去の実績の一つになろうとしている。

デスケーリングポンプおよびその設備

ボイラ給水ポンプに類似した性能と機能を要求されるものに製鋼用のデスケーリングポンプがある。数年前までこのポンプの圧力はほぼ 70 kg/cm^2 が標準であつたが最近剥錆効果をさらに高めるため 100 kg/cm^2 を超すものがしばしば要求される。最近東都製鋼東京製鋼所に納入したポンプは全揚程 120 kg/cm^2 におよびこの種ポンプの最高圧力を記録した。

このポンプは二連式となつており、鋼材の種類によっては二段目ポンプのみを切離して運転して約 90 kg/cm^2 の圧力をうることもできるようになつている。

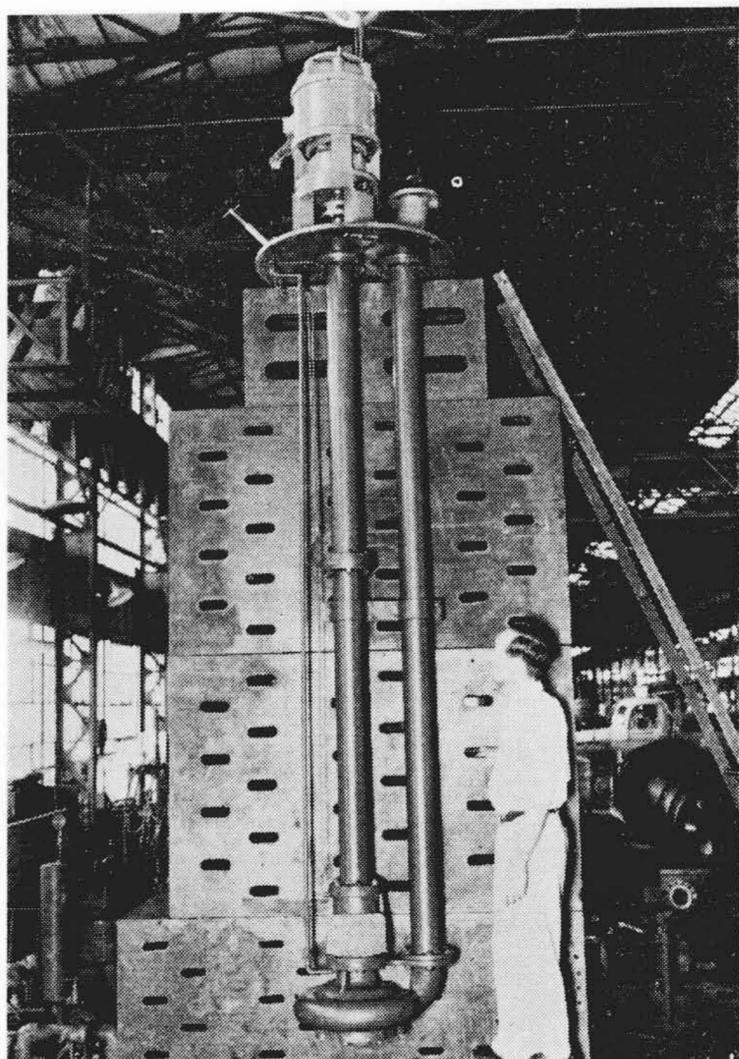
八幡製鉄戸畑ストリップ工場および富士製鉄広畑製鉄所のデスケーリングポンプ設備では、ノズルから噴出する圧力をほぼ一定に保つためにアキュムレータのほかさらに圧力調節装置が追加された。これは系統の圧力変化を基にして作動する圧力調整弁と還流する水の圧力をこらすためのオリフィスを有するバイパス管からなる。このバイパスを通過する水量は相当に多くかつ 100 kg/cm^2 以上のエネルギーを一度に消失させるため、初期の中ははげしい潰蝕に悩まされたが種々苦心の末成功をみることができた。

デスケーリング装置のなかで同様の重要度をもつ機器にノズル遮断弁がある。これは遠方からの操作でノズルの開閉を司るものであるが、これも非常に高い圧力のもとに急激な遮断開放を時間遅れなく正確に行う必要がある、しかもその頻度はきわめて高いために、開閉の際の水撃がなるべく小さく、かつ潰蝕に対して十分な耐久度をもつておらねばならない。

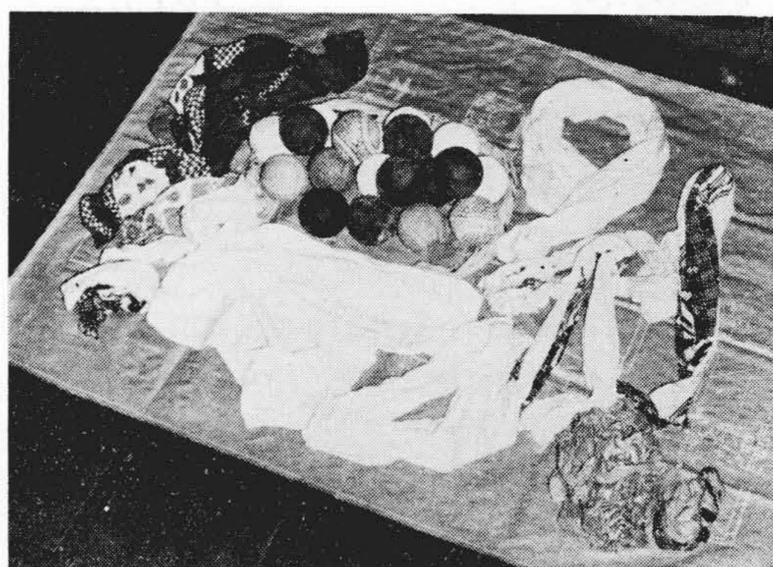
これに対してはサーボリフターにより所内の圧縮空気またはポンプ自体の圧力を利用して開閉するきわめて信頼度の高い操作弁を完成した。

夾雑物を含む水の輸送に画期的性能をもつポンプ

最近われわれはブレードレスポンプと名付ける特殊の



第17図 縦軸ブレードレスポンプ



第18図 ブレードレスポンプを通過した夾雑物

ポンプの製作に成功した。これはポンプの吸込口に等しい通路がそのまま渦巻状に羽根車となつて回転するようなポンプで、従来のポンプにある羽根という観念がなくなつているのが特長である。

このため従来処理不可能となされた夾雑物を含む水の送出にきわめて好適であり、しかもその効率は従来のポンプに比してまさるともおとらず、締切圧力は正常揚程の150%に及びかつこの時の所要動力が最少であるから閉塞が起りそうになつた時自分の圧力でこれを押し出すことができる。従来の夾雑物を処理するポンプはいずれもそれに適するような特殊な工夫が施されているが、それでも特定の異物に対しては羽根車の中で閉塞が起りこ

れが一つの悩の種であつた。日立ブレードレスポンプは実験によれば 100 mm の口径のポンプにおいて、石炭の水力輸送用として重量濃度 46%, 最大の粒子 40 mm の塊を含む石炭混合水の送金が容易であり、泥炭地の客土用として重量濃度 40 % におよぶ粘度を含む水に対して性能の低下なく、皮革工場における残滓としての骨や皮、臓物や筋などを多量に含む水、あるいは建築設備の汚物処理としてボロや紙の塊、さらに財布や小型の下着の類まですくなくともポンプの吸込口を通過しうるものでさえあれば容易に送りだすことが証明された。

このポンプの出現により従来ほとんどあきらめられていた高濃度のドレヅジャポンプ、サンドポンプ、汚物ポンプの分野に大きい期待がもたれよう。

斜流ポンプの使用ますます広がる

斜流ポンプは最近両吸込ポリュートポンプおよび軸流ポンプの分野にそれぞれ侵入してますます多く使用され

る傾向にあり、31年度に製作した台数は大小含めて約30台に達した。最近の大容量火力発電所の復水器冷却用の循環水ポンプは堅型の斜流ポンプに相場がきまつたというべく、東京電力新東京発電所の第二期、常磐共同火力発電所、国鉄川崎発電所などの冷却水ポンプはいずれもこれである。また農地の排水用、都市の下水用などとして農林省手賀排水機場の 1,700 mm、名古屋市役所の 1,400 mm および 1,000 mm、愛知県孫宝排水場の 1,200 mm をはじめとして多くの横軸斜流ポンプが用いられた。

斜流ポンプの持つ特色として揚程の変化に対応する巾がきわめて広く、いかなる運転状態でも過負荷や、騒音振動を起さず、水量の調節が自在で、キャビテーションに対する性能が良好で、しかも据付面積が小さいという数多の利点は低揚程ポンプの具備すべき必要条件をすべて備えているといつても過言でない。

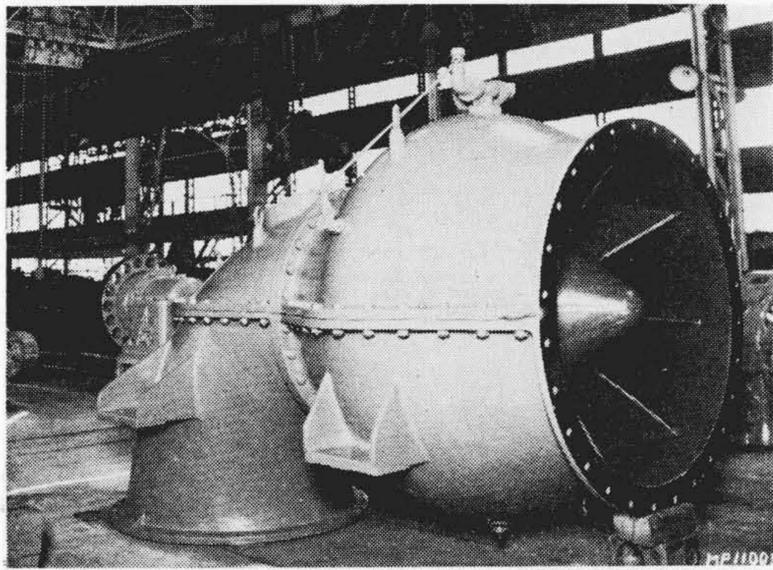
ポンプの自動運転

ポンプの運転を自動化して、運転要員を減し運転員の労を軽減し操作の確実を期そうという試みはますます増加しつつある。ポンプの自動化の方式としては大別して次の通りになる。

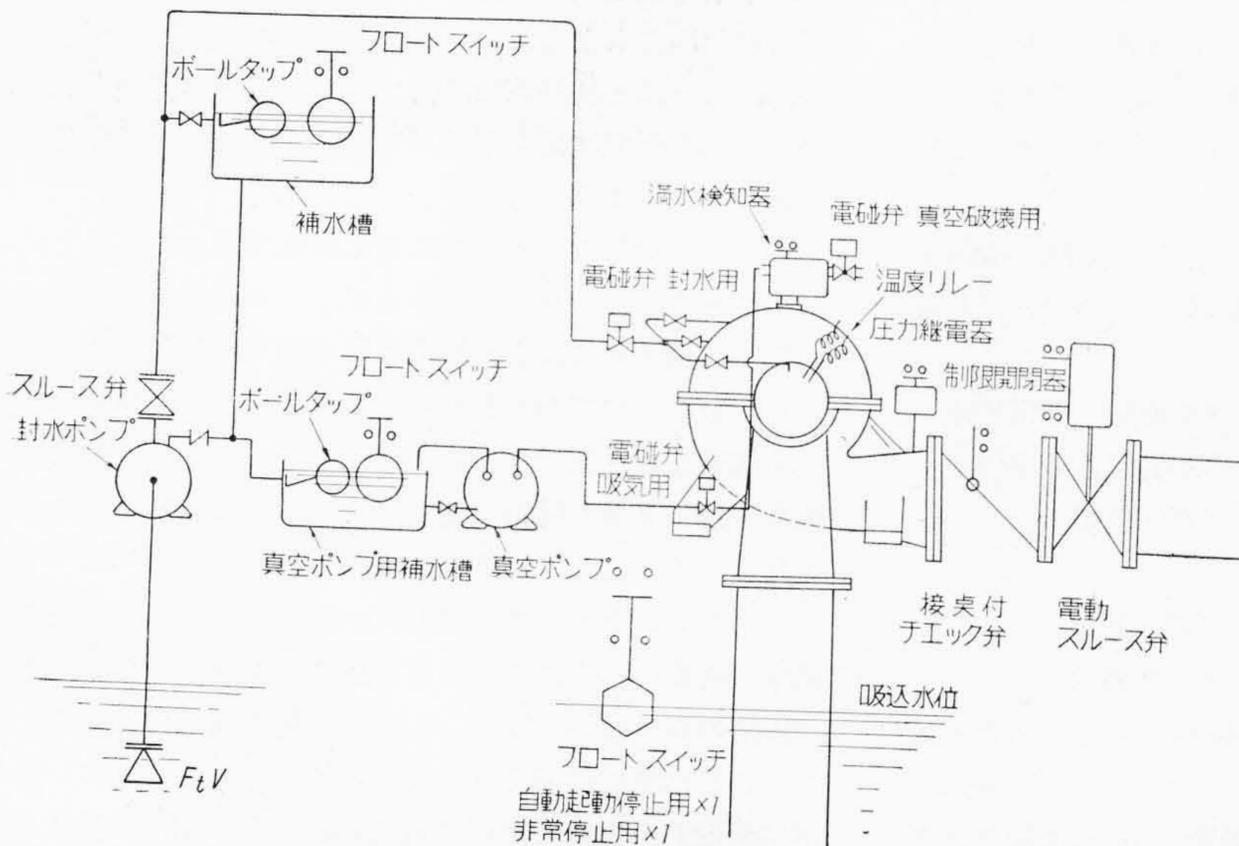
常時監視員の居住しているところから遠く離れたところに無人ポンプ場を設置しポンプ自身に条件を捉えさせて自動的に起動停止を行わせ、あるいは離れた監視所から遠隔操作によりポンプを運転する方法、ポンプ場に常時運転員を配備してあるが運転員は起動停止の時期および条件を判定し常時の保守を行うのみで、運転操作は単に操作盤上で開閉器のハンドル1回の操作のみで、補助ポンプの起動停止、主電動機の起動停止、主弁および補

助弁の開閉および切換等複雑な操作をいながらにして間違なく、順序正しく行わしめる方法、および運転中のポンプの水量または負荷の制御を自動的に行わしめる方法などになる。これらの自動運転にはかならず保護装置があつて、条件がみたされぬ時や事故の場合警報を発し、あるいはポンプを自動的に停止させるなどの方策が講ぜられる。

中規模の揚水ポンプの自動運転方式の一例として旭化成工業中島川ポンプ場の例を紹介しよう。ポンプは両吸込ポリュートポンプで口径 500 mm、揚程 29m、電動機



第 19 図 下水用 1,400 mm 斜流ポンプ



第 20 図 旭化成工業自動運転ポンプ説明図

出力 280 HP のものである。このポンプは次の三通りの方法により自動運転が行われる。

- (1) ポンプの吸水位の変化に応ずる自動起動停止
- (2) ポンプ室内の操作盤における一人制御
- (3) ポンプ室より約 800 m 離れた発電所からの遠隔操作

なお (2) の場合はポンプ室操作盤において操作開閉器により電動スルース弁の開度調整ができる。

(1) の場合に吸水位がある規定状態に達するか、(2) の場合に操作開閉器を「運転」にすると下記一連の動作が順次進行してポンプは自動起動する。

- (1) 封水ポンプ起動 (補水槽に給水)
- (2) 主ポンプ封水用電磁弁開 (主ポンプの封水)
- (3) 真空ポンプ起動
- (4) 主ポンプ吸気用電磁弁開 (主ポンプの満水)
- (5) 主ポンプ満水完了により満水検知器閉
- (6) 油入遮断器閉 (主ポンプ起動)
- (7) 主ポンプ吐出圧力が規定値に達すると圧力開閉器閉
- (8) 電動スルース弁全開
- (9) 揚水が始まると接点付チェック弁の接点开
- (10) 吸気用電磁弁閉, 真空ポンプ停止
封水用電磁弁閉, 封水ポンプ停止

ポンプ吸水位が上限または下限に達するか、操作開閉器を「停止」にすると下記一連の動作が進行してポンプは自動停止する。

- (1) 電動スルース弁全閉
- (2) 電動スルース弁の制限開閉器により主ポンプ停止

ポンプ停止後真空破壊用操作開閉器を手動操作することにより真空破壊電磁弁が開きポンプは水が落ちる。

運転中重大な事故を生じ非常停止継電器が動作した時、または非常停止用開閉器を手動操作すればポンプはただちに停止する。

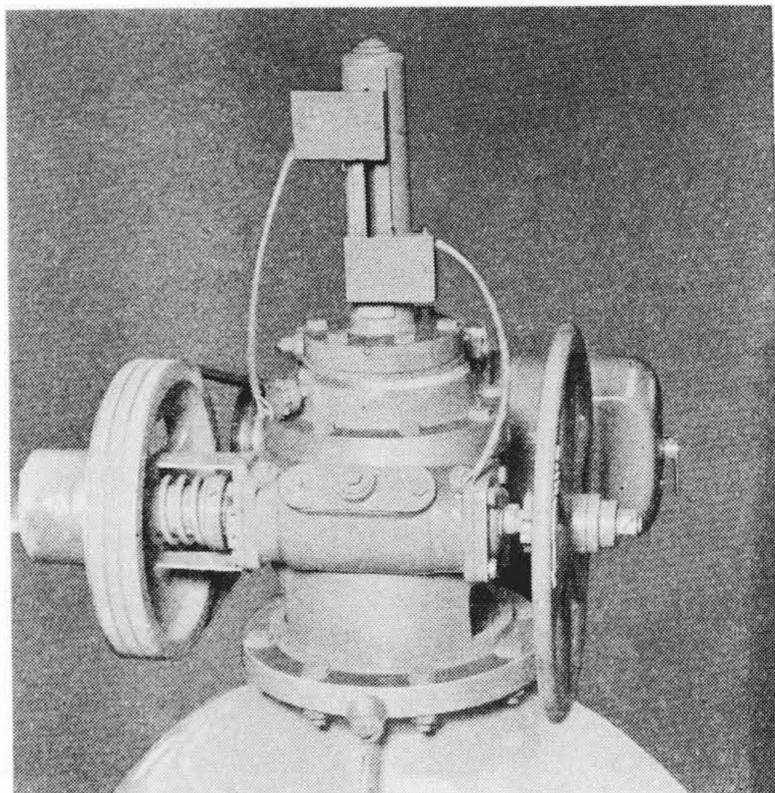
ポンプ運転中に次の異常事故が起ると警報、故障表示、もしくはポンプ停止が自動的に行われる (ただし電気的原因によるものを省略)。

主電動機過負荷.....ベル警報, 非常停止
吸水位異常低下.....ベル警報, 非常停止
揚 水 不 能.....ブザー警報
主電動機または主ポンプ

軸受温度異常上昇.....ブザー警報

補水槽水位異常低下.....ランプ表示

このような自動運転あるいは遠隔操作に用いられる電動スルース弁は確実な開閉を行い、万が一スルース弁に異物を噛込み、あるいは締切位置の調整が狂った場合過剰な締切を行って弁体にムリを加えないような安全装置が



第 21 図 過負荷防止装置を備えた電動スルース弁の操作部分

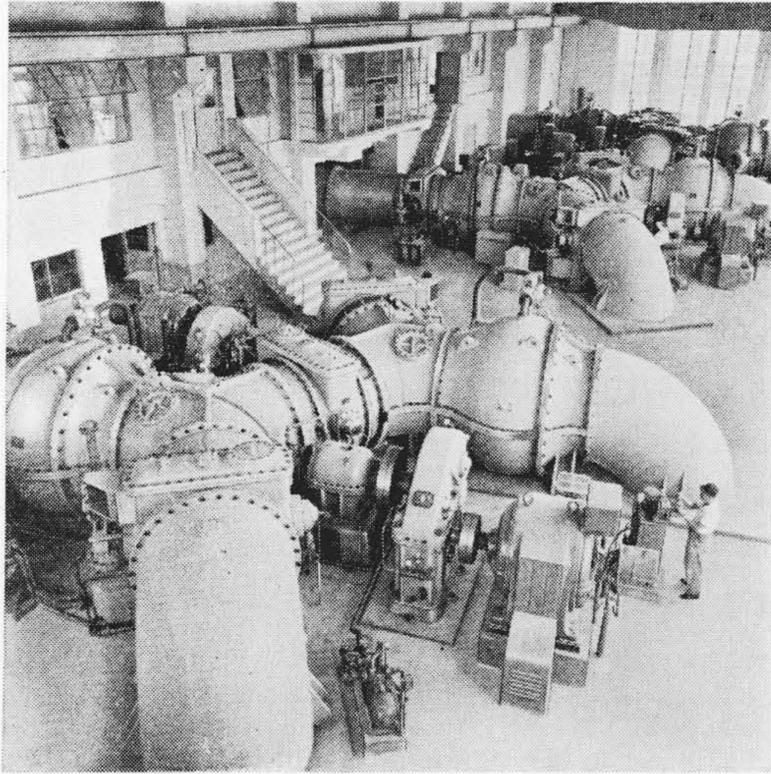
必要である。われわれはいわゆるリミトルク機構によって一定以上の過剰トルクが伝導機構に加わった場合は自動的にクラッチがすべり、かつそれにより電動機を停止せしめる確実で耐久力ある方式を完成した。この電動スルース弁はすでに二十数台を製作し良好な成績で使用されている。

ポンプ用の新しい材料

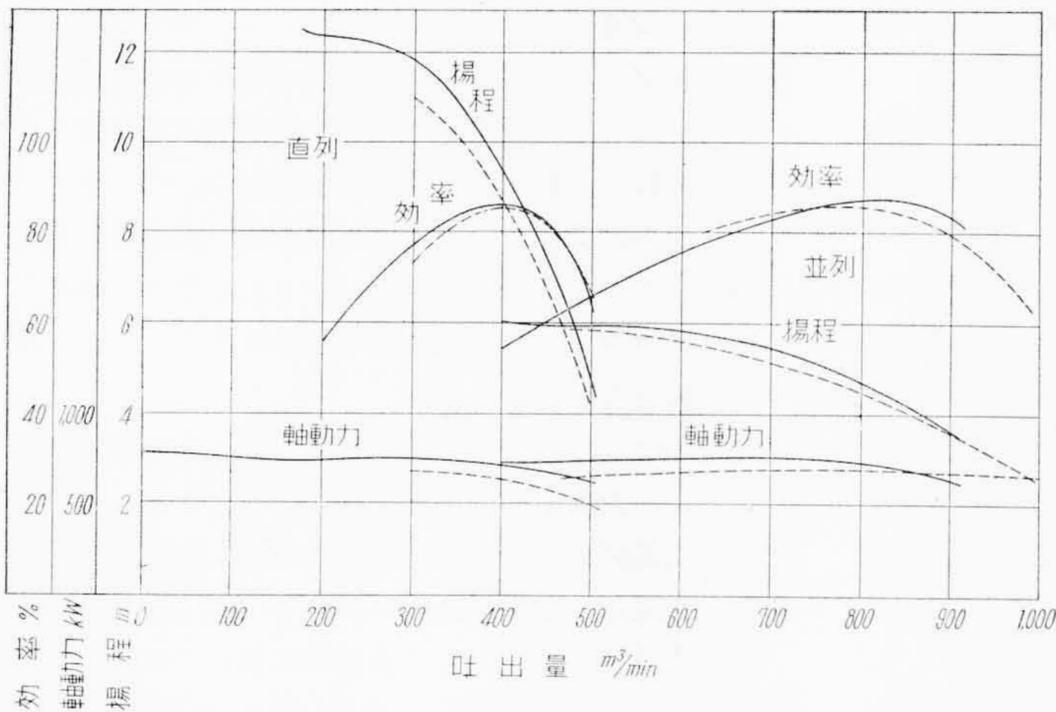
渦巻ポンプはしばしば腐蝕性の強い水質に使用される。炭砒の坑内排水ポンプの処理する水は一般に非常に複雑な内容物を含有しており、しかも湧出後の時間により化学成分に変化を起し腐蝕性も千変万化する場合があります、単なる水の一部を資料とした分析結果だけでは判定不可能な場合も少なくない。また海水を扱かうポンプの中には、ことにそれが都市の河口に近く海水が汚染されているような所では従来原因不明な異常腐蝕や潰蝕を起した例がしばしばみられた。

これらに対しては人為的な電気防蝕法がいちじるしい効果があることが判明しているが、この方法はすべての場合に適用するにはまだ解決されぬ種々の問題を含んでおり、したがって当面われわれは腐蝕の防止を材料によって解決しなければならぬ状態にある。もちろん特別高級な不銹鋼系統の材料を使えばよいことは当然であるがこれはいちじるしく価格の増大をきたす。

この目的のために数年来われわれの行ってきた研究の結果、従来の砲金に数倍まさる耐久力を有ししかもあまり価格の高くないアルミニウム青銅の実用化に成功した。これはすでに各方面に用いられて好成績をえているが常磐炭砒の磐城砒業所に納入した 1,200 HP の排水ポンプはその好例の一つである。このポンプの羽根車や案



第 23 図 手賀排水機場用 1,700 mm 斜流ポンプ



第 24 図 手賀排水機場用 1,700 mm 斜流ポンプ実物とモデルとの性能の比較

..... モデルポンプの性能から換算した実物性能
 — 実物の実測性能

内羽根は初め燐青銅で作られたが約 3,000 時間の運転で羽根車の各部にいちじるしい腐蝕が起り、場所により数耗薄くなつた所もあるが、その後に納入した同様のポンプでアルミニウム青銅を用いたものでは約 2,800 時間の運転で腐蝕は燐青銅に比していちじるしく少く、高速流が吹き抜けるマウスリングの部分などにおいてもその潰蝕はほとんど問題とするほどでなかつた。

鋳鉄系統ではその高い抗張力と耐磨耗性を注目されて次第に応用範囲の拡大されてきたダクタイル鋳鉄はポンプ用の材料としてもすぐれていることがあきらかになり、これも数年来の研究で現在では十分実用化の域に達した。これらの材料の使用により特に高価な特殊鋼は使用したくないが普通材料ではややむりだというような

場合に対して明るい希望がもてるであろう。

農林省手賀排水機場の 1,700 mm 斜流ポンプ

農林省印旛沼手賀沼干拓建設事業所手賀排水機場のポンプ設備は最近完成した農地用ポンプとして異色あるものである。このポンプは印旛沼の水を利根川に排水するものであるが利根川の水位の変動がいちじるしいためにポンプの実揚程は最小 0 から最大 9 m の間変化する。このため最少の電力で最大の排水能力をうるために 2 台宛 1 組合計 6 台 3 組の直並列切換式の設備が採用されることになつたが、大容量のポンプをこの目的にそつてなるべく小さい建屋面積の中におさめるため特殊の配置になつている。吸込揚程が相当に高く羽根車の頂点で最大 5.4 m に達するためと、直並列切換に伴う弁の開閉の際操作を簡単にするため、弁が締切状態にあつても過負荷のおそれのない斜流ポンプが採用された。ポンプの仕様は、口径 1,700 mm, 正常揚程 4.2 m で 400 kW の電動機から歯車掛で運転される。

主弁は仕切弁として気密遮断ができると同時に停電の時は逆流により自動的に閉鎖することのできる特殊の油圧反転式蝶型弁が用いられている。この弁は最高部がポンプ胴体とほとんど同一高さにあるので機場内の見通しがよく、油圧スルース弁のように分解のために特にクレーンの位置を高く設置する必要がない。

運転要員の数を減らし、起動停止、弁の開閉、ならびに直並列切換などの煩雑な操作を簡単化して運転員の労をばぶき、かつ操作の確実を図るために操作盤における操作開閉器の一回の操作だけですべてが行われるような一人制御の自動方式がとりいれられている。

実物ポンプの製作に先立ちモデルを製作し単独、直列の場合各性能およびキャビテーション性能を確認した。直列試験では 1 段目のポンプ入口から 2 段目ポンプ出口までを実物と相似形に作り特に直列にした場合の性能を測定した。キャビテーション試験では羽根車の周囲を透明樹脂で製作し、直接羽根に生ずる泡を観測することにより羽根型の修整を行い、最終的には運転範囲の全領域にわたつてほとんど泡の発生をみないよう改良され、またこれに伴つて効率は約 3% の上昇をみた。

実物は工場において単独および直列の各性能を測定したがその結果単独の場合の効率約 88%, 直列の場合同じく約 87% の好成績を示し、モデル試験の結果から推定した実物の性能と実際の結果とはほぼ合致した。

このポンプ設備は昨年6月末に1組目が完成してすでに排水を開始し、全設備の引渡しは10月の始めに好首尾で終了した。

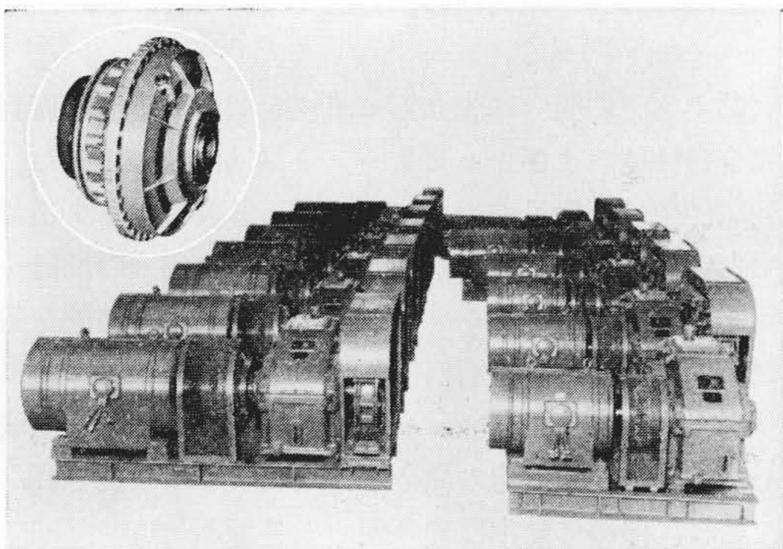
流体接手の本格生産開始

流体接手は古くから知られた機械であるがその用途は比較的せまい範囲にかぎられていたが最近この機械のもつ有効な性能に着目され漸次その応用範囲が広がってきた。

日立製作所でも数年来の試作研究の結果いよいよ生産態勢もとのい、チェンコンベア、ショベル、ブローなど自社製品に応用してすでに数十台の実績をもつて良好な成績で使用されるにいたつた。

流体接手とはいうまでもなくポンプと水車を一組にしたような装置によつて油を媒体として動力を伝えるものであるが、媒体が油であるため機械的に直結された場合に比し種々面白い性質がある。この油を常に一定量充填したまゝのものゝと外部からこの油の量を加減できるものにわかれる。前者を一定充填式といいTH型で表わし後者を可変充填式といいSH型であらわしている。

TH型の特長はたとえば次の通りである。負荷の変動のきわめてはげしいチェンコンベアの場合仮に電動機と直結したままだと負荷が急に増えた場合チェンや歯車には大きなむりがかかり、電動機はいちじるしい過負荷を起しついに停止するに至るが、接手がはいつていると滑りが起つてチェンにも電動機にも大きなむりがかからない。また電動機が規定回転数近くなると規定回転力を伝えない性質があるから負荷がかかつたまま楽に起動がお行われる。また衝撃的負荷に対しても接手の間でならされるために伝導部分の損傷を防ぎ寿命が長くなる。このようにTH型は負荷の変動の激しい機械に応用して機械の破損や電動機の焼損を防ぎ寿命を長くし、起動を滑かにし動力消費の合理化を計ることができる。



第25図 ベルトコンベヤの駆動部分に応用したTH型流体接手

SH型の方は調速を行うのが主眼であつて、これを一般の変速機ないし調速機に比べると無段階に、より広い範囲の調速が可能であり、大馬力でも製作可能であり完全な無負荷起動ができるから同期電動機による起動もきわめて容易である。また機械的損耗部分がないから保守も簡単である。ボイラファンの風量調節に使用すればダンパによるよりも消費電力が少なくてすみ、電動機によるよりも広い範囲の調速が可能である。

これらの機械の特長ある性質を応用すべき未開拓の分野もまだ大いにあると思われるので各方面の利用を望む次第である。

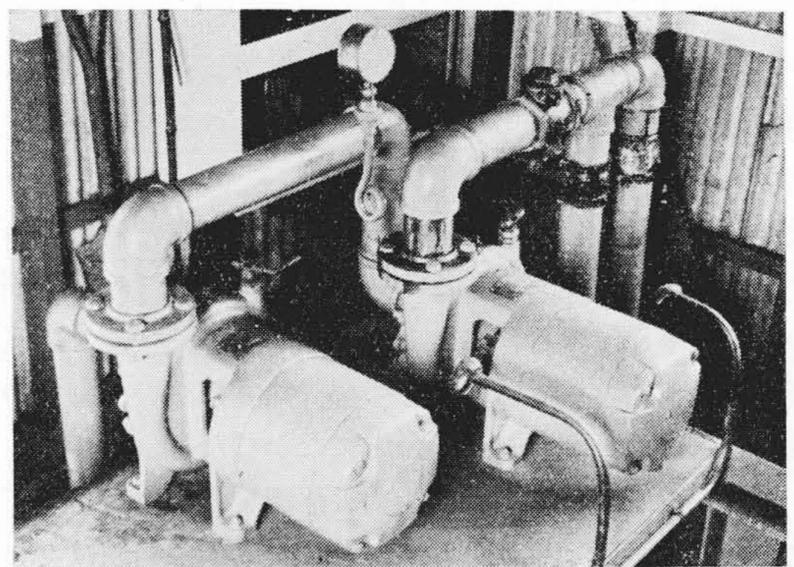
新型モートルポンプの量産

日立モートルポンプは高性能の日立モートルと日立ポンプとを手際よく簡潔な一体構造としたもので、小型の点、取扱いの至便な点、総合効率の高い点などで好評を博していたが、さらに多くの改良を加えて、新型モートルポンプを発表した。

改良の要点は次の通りである。

- (1) 従来モートルにポンプをオーバーハングさせて固定脚がモートル側にあつたが、新型では固定脚をポンプ側に移して根本的に構造を強化した。
- (2) 従来は2極モートルであつたが、汎用性のある4極モートルを採用して取扱いやすくした。
- (3) スタッフボックス部の余裕を多くしてパッキンの入替えをしやすくした。

上記のような改良によつて小型でしかも一層堅牢なものとし、また取扱いも一層便利なものとした。その結果用途は広範囲に拡張され、農業用、土木工事用、建築用、一般鋳工業用、船用またはアパート、寮、旅館、病院などの自家水道用などあらゆる用途に対して好適かつ経済的なポンプとなつた。



第26図 新型モートルポンプ