

オイルレス圧縮機

Oilless Compressor

細野辰熊*
Tatukuma Hosono

内容梗概

従来の往復動圧縮機から吐出される圧縮気体には、必ず運転中シリンダに供給する潤滑油が含まれており、その用途によつては非常に不都合でありオイルセパレータを数多く設けても吐出気体中に含まれる潤滑油の分離除去は完全を期することができない。オイルレス圧縮機は吸入状態と同じ純度で、潤滑剤により汚染されない清浄な高圧圧縮気体を吐出するもので、カーボンリング式あるいはラビリンス機構の採用により、シリンダへの潤滑剤を必要としない圧縮機である。オイルレス圧縮機はまだ歴史は浅いが、特殊用途として各種産業の広い分野にわたつて使用され、その効果が期待されるものである。

〔I〕 緒 言

従来の往復動圧縮機はピストンリングによつて漏洩を防ぎながら気体を圧縮するのが常識であり、シリンダとピストンリングの摩擦を減らすために潤滑を必要とするので圧縮された気体は潤滑剤によつて汚染されている。吐出気体の用途によつては種々のオイルセパレータによつて潤滑剤の分離と除去を図つてはいるが、完全に清浄な圧縮気体をうることはできない。

近年ようやくカーボンリングの自己潤滑性、あるいはラビリンス機構の採用によつて油などの潤滑剤を使用せずに気体の圧縮を行い、完全に清浄な高圧気体を吐出するオイルレス圧縮機が完成された。本機は特殊用途または特殊気体の圧縮に用いられて、各種産業に広く応用される圧縮機であつて将来の発展が期待される。以下その概要を述べる。

〔II〕 オイルレス圧縮機の種類

無給油の目的を達するには種々の機構および方式が考えられるが、オイルレス圧縮機は下記のように分類することができる。

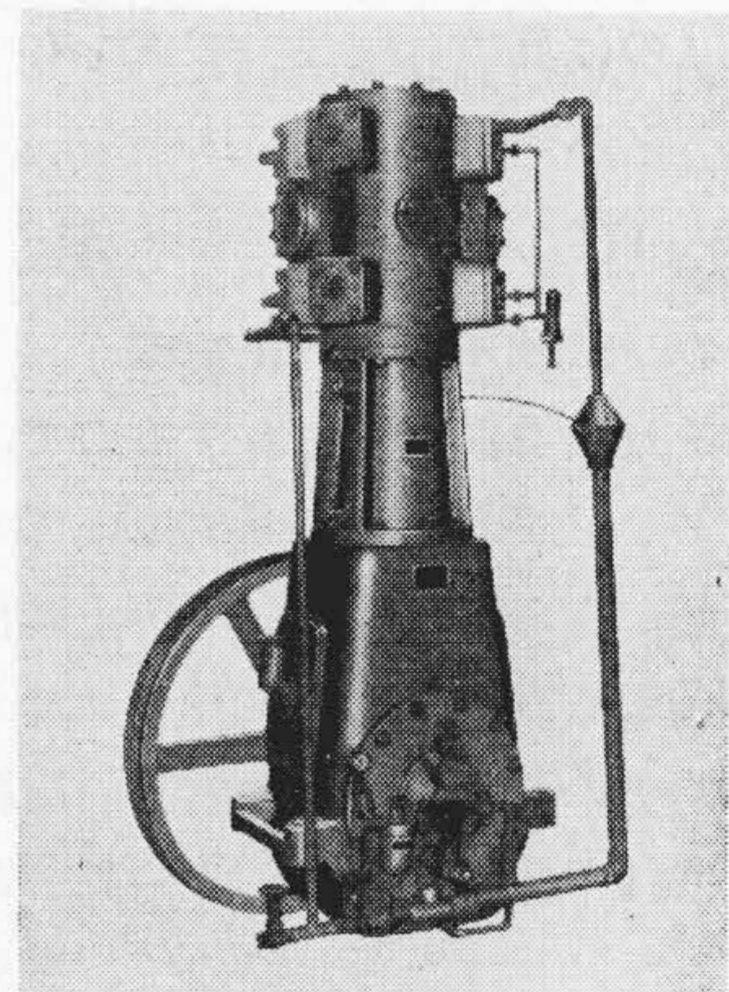
(1) シリンダ潤滑に油以外の液体潤滑剤を用いるもの。

この方式は使用する潤滑剤の潤滑性能に限度があり、色々の難点をもちながらも禁油という条件によつて、古くから採用されてきた。ファイバまたはベークライト製ピストンリングに水潤滑を行う酸素圧縮機、硫酸潤滑を行う塩素圧縮機などがある。

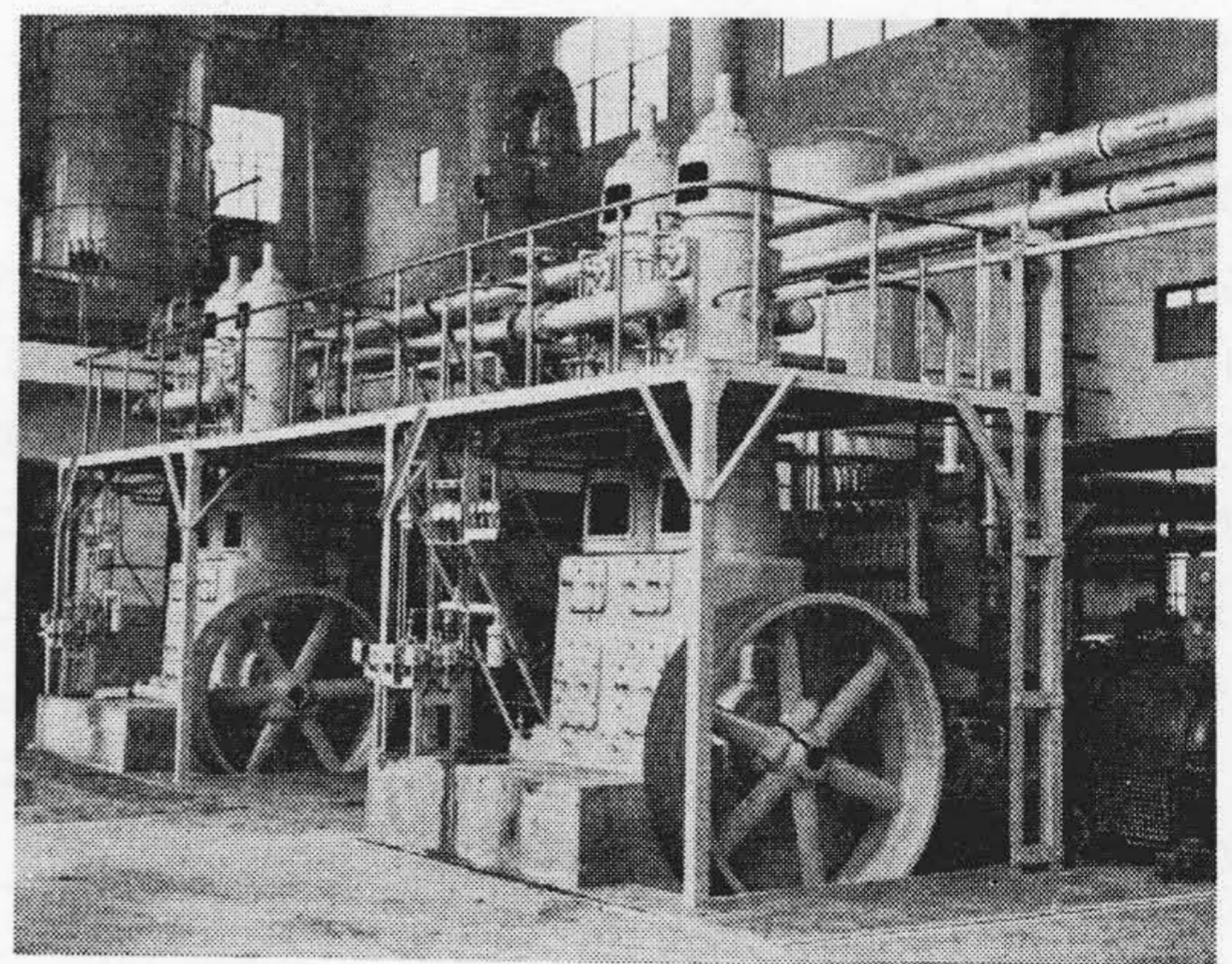
(2) シリンダ潤滑に液体潤滑剤を使用せず、ピストン摺動部分に自己潤滑性のある特殊材料を用いるもの。

特殊材料としては普通カーボンを用いピストンおよびグラウンド部の摺動と気密の目的を達するもので、カーボ

* 日立製作所川崎工場



第1図 カーボン式オイルレス圧縮機



第2図 ラビリンス式オイルレス圧縮機

ン式オイルレス圧縮機と称するものである。第1図は50 HP カーボン式オイルレス圧縮機である。

(3) シリンダとピストンが直接摺動を行わぬもの。

ピストンおよびピストンロッドが直接シリンダあるいはグラウンド部と摺動しないようにし、その隙間をラビリンス機構として気密を保持するもので、ラビリンス式オ

オイルレス圧縮機と称する。第2図は130HPラビリンス式オイルレス圧縮機である。

(4) 弾性ある隔膜によつて圧縮室とピストン室を分けたもの。

油潤滑のピストン上部にダイヤフラムを隔てて圧縮室を設けておき、ピストンとともに往復動するダイヤフラムの変位によつて圧縮を行うものである。ダイヤフラム式オイルレス圧縮機と称する。

このうち水潤滑式は特殊気体の圧縮を行うことはできても、吐出気体は吸入状態と同一純度の状態を保持することは困難であり、またダイヤフラム式は容量の点から小型低速とならざるをえない。したがつて、近年特に注目を集めてきたのは真に無給油の特質を有するカーボン式およびラビリンス式オイルレス圧縮機であり、本稿ではこの2種類について詳述する。

〔III〕 構造

(1) カーボン式オイルレス圧縮機

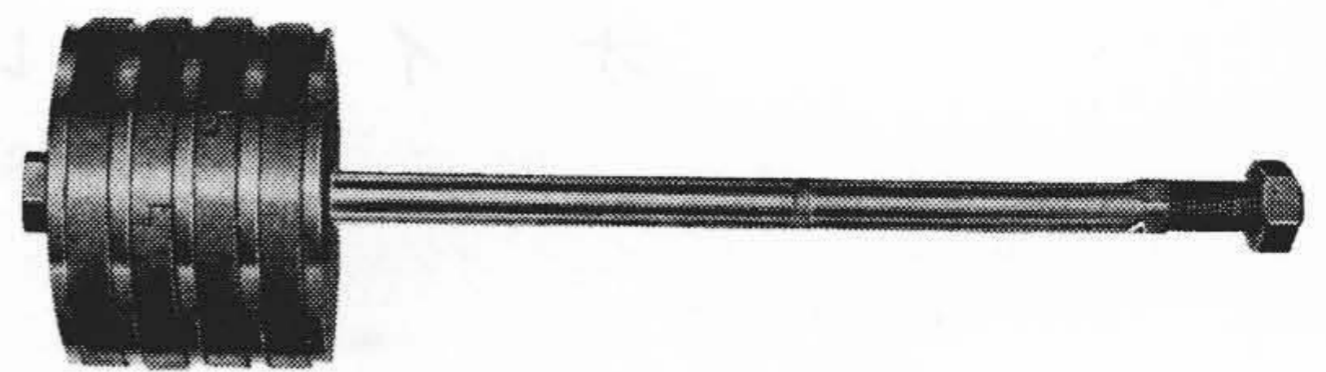
カーボンはそれ自身潤滑性を有するので、ピストンの摺動部およびグランドパッキン部に用いてピストンの往復運動を保持し、さらに気体の漏洩防止に役立つ。カーボンは古くから電気刷子、水車、タービンなどに広く用いられているが、その要求する点は異なる。圧縮機のピストンリングとしては、往復運動による摺動と高圧力にたえて気密を保持しなければならないので、機械的強度が高く、耐磨耗性が高く、しかも耐圧耐熱性にすぐれていることが必要である。日立製作所では、種々の気体に対してきわめて耐磨耗性の優秀な純カーボンを製作している。

第3図はピストンにカーボン製ピストンリングおよびライダリングを組立てたところを示す。両側はピストンを支持するライダリング、中央は数片に分けられたピストンリングである。カーボンは弾性がきわめて小さいからピストンリングの内側に鋼製の張りリングを入れて張力を与える。シリンダは鋳鉄製で、摺動面は特に平滑に仕上げることによつてリングの耐磨耗性を著しく高めている。

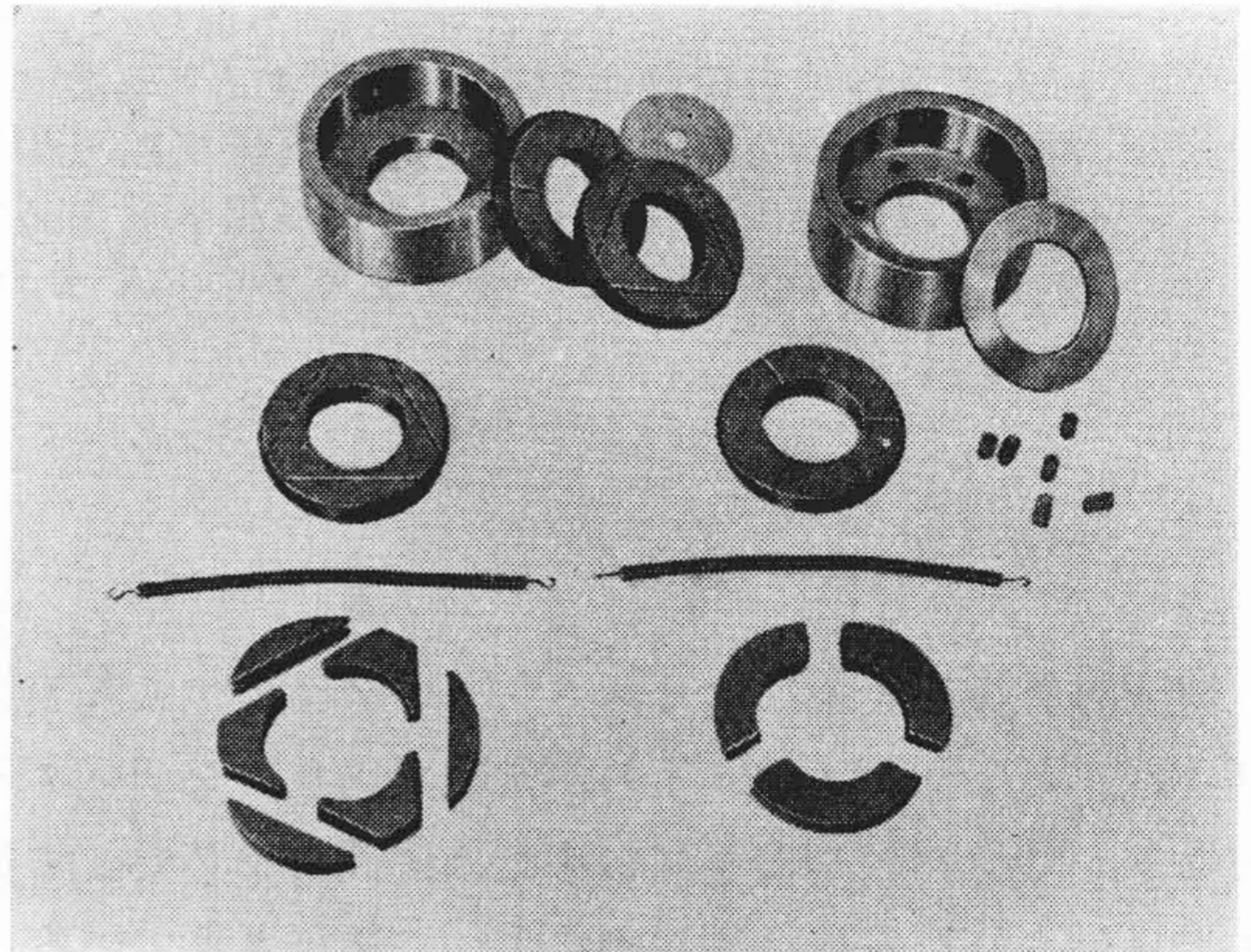
吸入吐出弁は油のない乾燥状態で作動するので、特に入念な摺合せと材質的考慮を払つてある。

グランドパッキンは第4図に示すように数片に分れたカーボンリングで、それぞれの合せ面は十分摺合せを行つてあり、バネにより一様にピストンロッドに押しつけられている。パッキンは2個一組としてケース内に収め、パッキン側面より小さなバネにより軸方向に押しつけて、運転中パッキンを良好な位置に保持する。

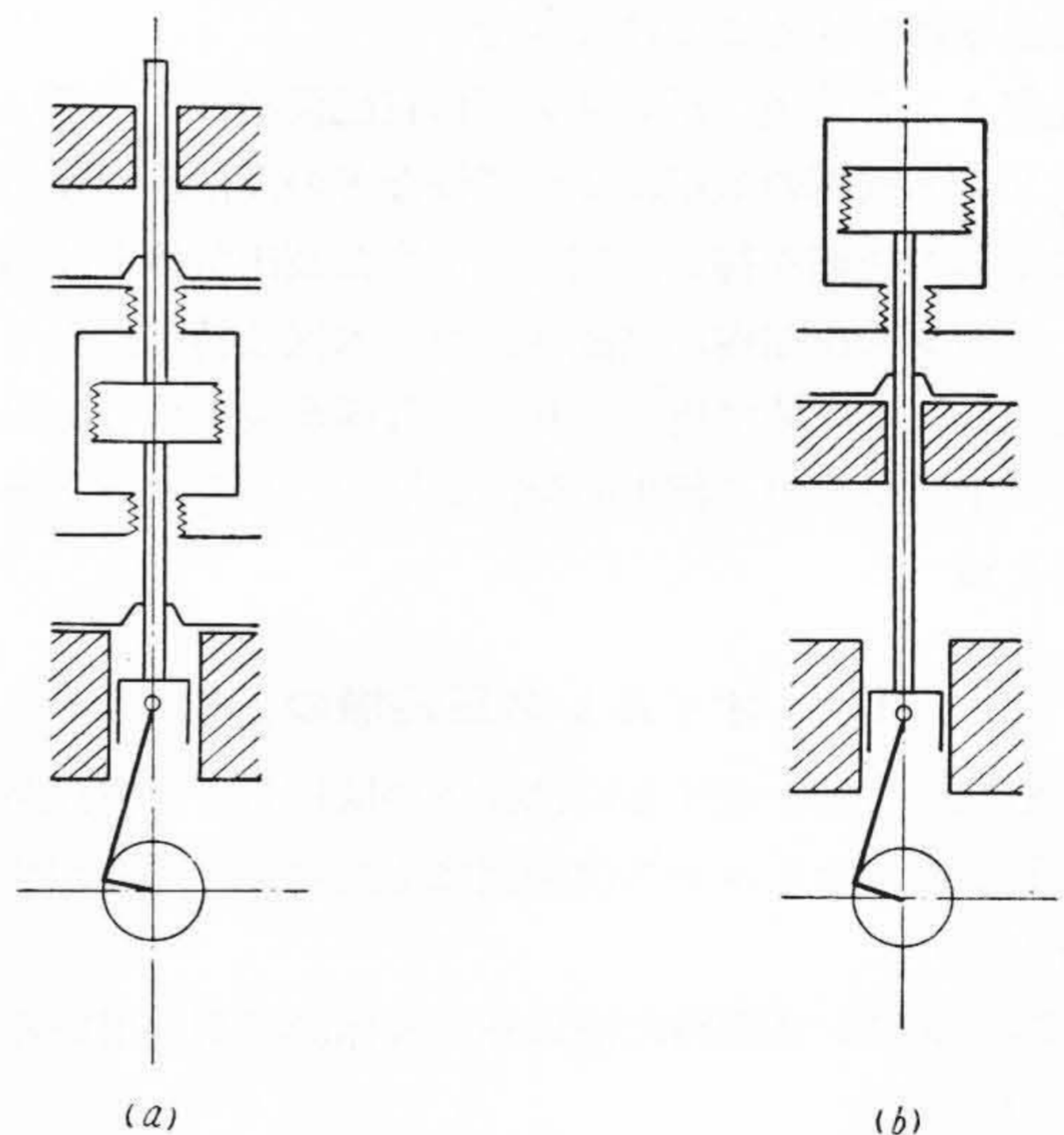
フレーム内の外部潤滑油がピストンロッドを伝わり、シリンダ内に浸入しないように油切りをピストンロッドに固定してある。



第3図 カーボンピストン



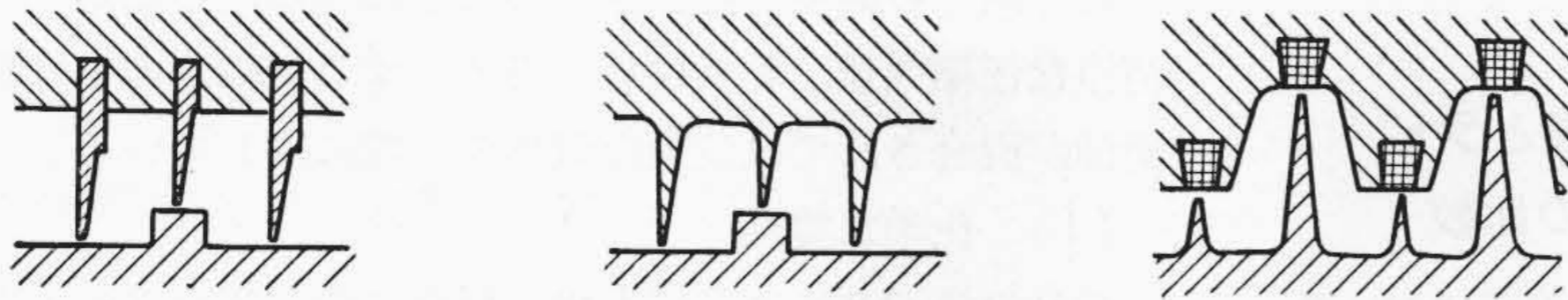
第4図 カーボン製グランドパッキン



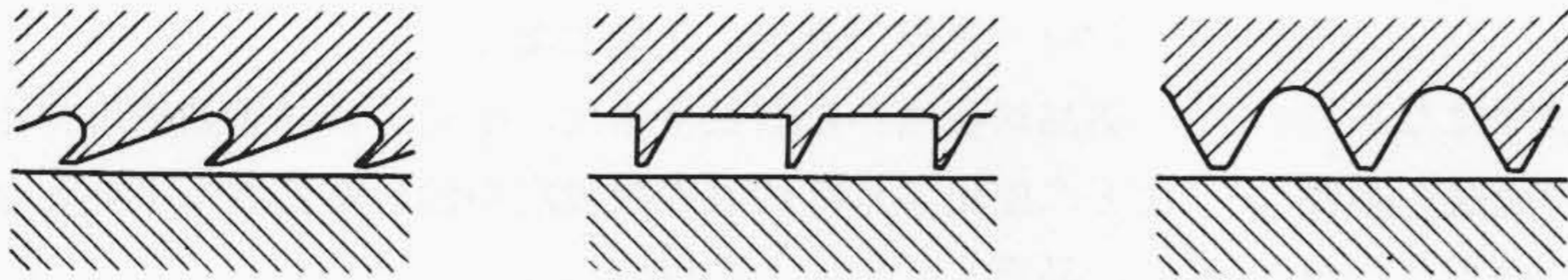
第5図 ラビリンス式圧縮機の機構

(2) ラビリンス式オイルレス圧縮機

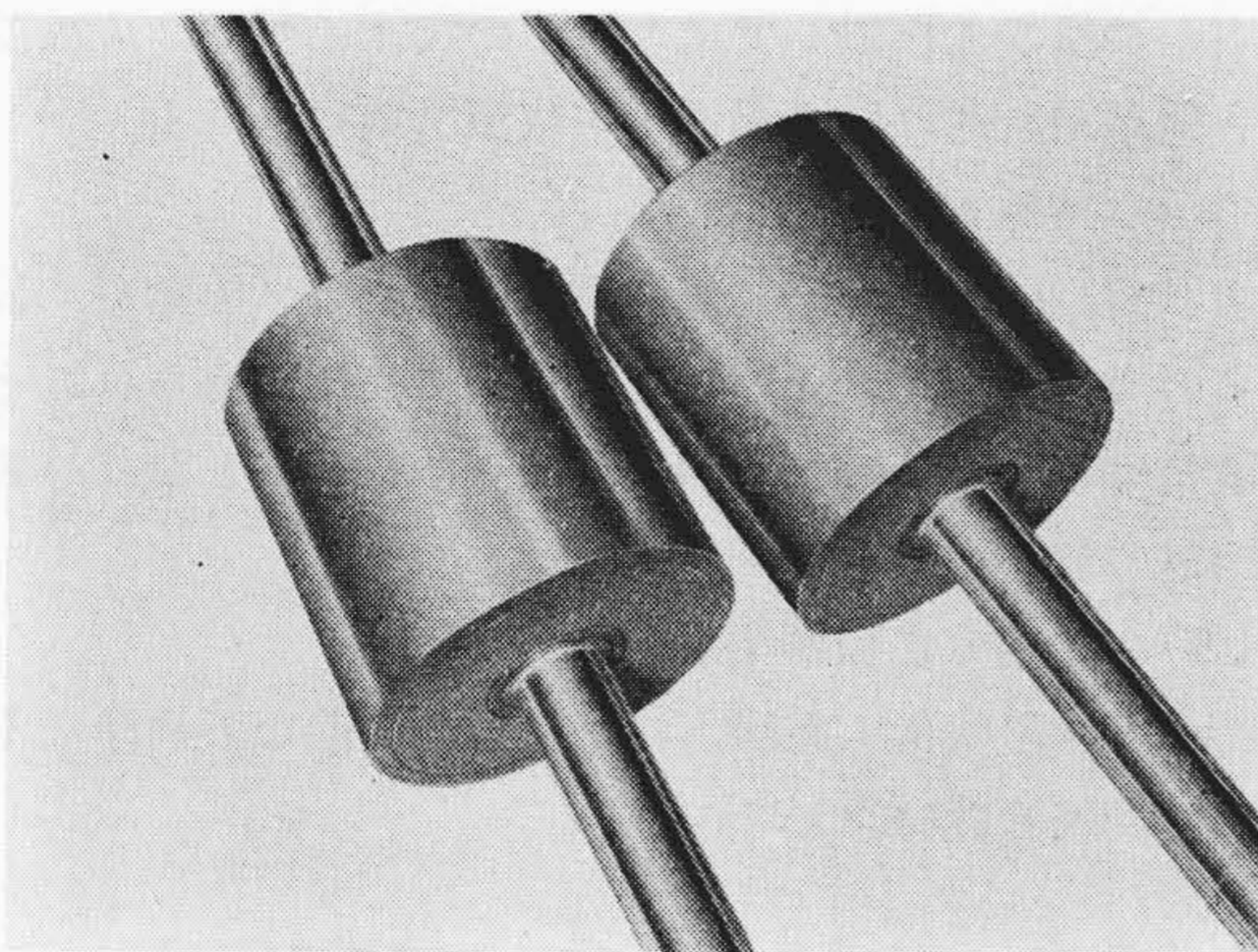
ラビリンス式オイルレス圧縮機の基本的な機構は、ピストンとシリンダの間、およびピストンロッドとグランド部間にラビリンス溝を設け、相互の面は接触することなく気密効果をあげることである。隙間のあるラビリンス溝により気密が保たれるので直接摺動する部分がなく潤滑剤なしで運転できるものである。しかしこのラビリンス面の隙間を維持しながら、往復運動させる運動機構には普通の潤滑系統を備えている。第5図はその機構



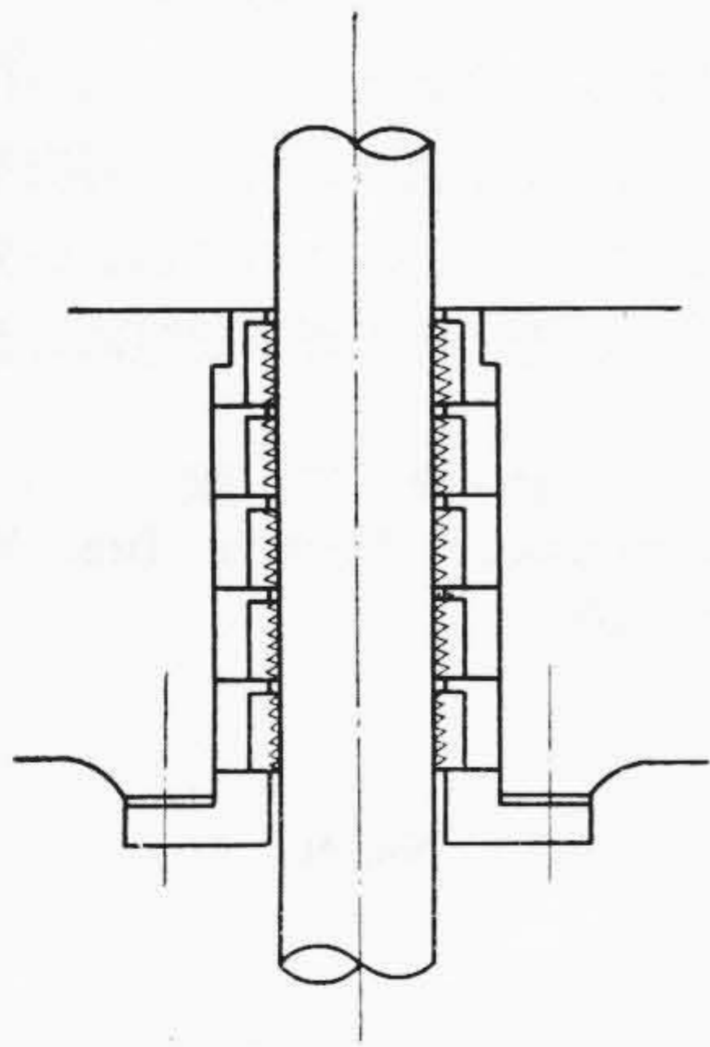
第6図 回転型ラビリンス



第7図 往復動型ラビリンス



第8図 ラビリンスピストン



第9図 ラビリンス式グランドパッキン

を説明したものである。ラビリンス面の隙間量は運転中の高温状態において最小隙間を保持することが望ましい。第5図(a)の保持機構はピストンロッドの上下に案内部分を設け、かつ圧縮機を縦型としてピストンロッドの撓みを防止するものである。案内部分には外部潤滑を行うので、ピストンロッドを伝つてシリンダ内へ油が浸

入するのを防止しなければならない。このためグランド部の上下に油切りが取付けられている。第5図(b)は外部潤滑油がシリンダ内部に浸入するのを確実に防止できるが、ラビリンスの隙間保持からはあまり好ましくない。

従来回転型機械に広く利用されているラビリンスは第6図のごときのものであるが、往復動型圧縮機では第7図に示すごときラビリンスを用いる。すなわちピストン外周には第8図のように細かいラビリンス溝を設

け、グランド部は第9図のように内面にラビリンス溝のあるブッシュを数個挿入する。ラビリンス部の材質は各種合金またはカーボンを使用する。

シリンダおよび吸入吐出弁については、カーボン式とまったく同一の考慮を必要とする。

[IV] 性能

オイルレス圧縮機の性能を従来の油潤滑圧縮機と比較すれば、ピストンおよびグランド部の漏洩機構に差異があるので、その傾向は当然異なってくる。

カーボン式オイルレス圧縮機にあつてはカーボン製ピストンリングの摺動面に油膜がなく、かつリングのサイドギャップならびにリングの割れ目も比較的大なるため、圧縮気体の漏洩は圧縮比の上昇とともに増加し、容積効率は減少する。圧縮比が高くなるとこの傾向が著しくなりカーボンリングの摺動抵抗損失も、圧力とともに増加する。しかし耐磨耗性のすぐれたカーボンを使用し構造を適切にすることによつて、横型圧縮機では油潤滑とほぼ同一の回転数とすることができ、また縦型圧縮機ではピストン支持力が不要となつて摺動抵抗が減少するので、高速回転が可能である。高速回転とすれば漏洩の性能に及ぼす影響が少くなるので機械効率の低下は少くなる。

ラビリンス式オイルレス圧縮機はラビリンス部に隙間があるので、ピストン両側の差圧に基く漏洩を生じて、損失馬力は増加する。ラビリンスからの漏洩はその隙間、形状、長さ、差圧、圧縮機の回転数などに関係するが、同一差圧に対しては隙間の影響が最も大きい⁽¹⁾。しかし油潤滑圧縮機におけるごとくピストン、ピストンリングおよびグランドの摺動抵抗が全然ないので、損失馬力は漏洩および吸入吐出弁の作働のみに左右され、摺動損失による効率低下は生じない。したがつて圧縮比の小さい場合には、漏洩が少いので機械効率の低下は少数パーセントにすぎない。圧縮比の大きい場合には損失

馬力は大きくなる。

〔V〕 カーボン式オイルレス圧縮機とラビリンス式オイルレス圧縮機の比較

上述したようにカーボン式オイルレス圧縮機においてはシリンダとピストンは摺動するがラビリンス式オイルレス圧縮機においては摺動せず、この点から両者には根本的な構造上の差異がある。

(1) カーボン式ではカーボンの磨耗がはなはだしくなれば、良好な運転状態を維持するためその交換を必要とする。他方ラビリンス式は磨耗部分がないので、このための分解組立を要しない。

(2) カーボン式ではカーボンの磨耗粉が吐出気体中に含まれるが、ラビリンス式では吐出気体は清浄である。しかし実用上吐出気体中に含まれるカーボン量はごく微量で、用途によつては全然問題とならない場合が多い。

(3) カーボン式は耐圧、耐磨耗の点で、高速回転の高圧大容量圧縮機には不向きであるが、ラビリンス式は適当な圧縮比の選定によつて高圧領域も可能である。しかしラビリンスグランド部の漏洩は増大するので構造が複雑となる。

(4) ラビリンス式は運転中ピストンおよびグランドの隙間を最小に保持するため、案内部のメタル調整、運転中の圧縮気体ならびに冷却水の温度管理を厳守しなければならず、かつ高速回転でも振動のきわめて少ない釣合のよい構造とすることが肝要である。

(5) カーボン式ではピストンをみづから支持できるので、横型にも採用できる。

以上のように、両者にはそれぞれの特長があるので、優劣を比較することは困難であるが、圧力、容量、保守条件および用途の上からいずれかの型式が選定される。

〔VI〕 用 途

オイルレス圧縮機の特長は、圧縮気体が吸入状態とま

つたく同一の純度で吐出されることにある。したがつて清浄な圧縮気体、乾燥状態を必要とする気体あるいは潤滑油が混合されては危険な気体の圧縮に適している。

(1) 化学工業用

微量の潤滑剤によつても化学反応に悪影響を与えるものには広く採用できる。液体攪拌用、反応精製ガス圧送用、反応槽気体の吸引圧送用などに使用される。

(2) 薬品, 食品, 化学工業

薬品培養槽への空気供給用、醸造、食品製造槽攪拌用などに使用すれば従来の数段階の油分離装置も不要となり、品質や純度向上に役立つ。

(3) 自動制御装置用

自動制御装置は完全清浄な空気によつて長期にわたる確実かつ微妙な作働が要求されるのでオイルレス圧縮機は各種精密計器の自動操作用空気源に使用される。

(4) 特殊気体圧縮用

水潤滑の酸素圧縮機、硫酸潤滑の塩素ガス圧縮機に代るもので、塩素ガス圧縮機では容易に高圧がえられ、その液化は水冷で行いするので冷凍機器は不要となり、装置全体の簡易化が期待できる。

(5) 工場の各種作業用

特殊ガスの吹付、乾燥、精密機器の掃除など清浄なる空気の利用範囲はきわめて広い。

〔VII〕 結 言

以上カーボン式およびラビリンス式オイルレス圧縮機を中心としてオイルレス圧縮機の概略を述べたが、オイルレス圧縮機の出現がいままでの油潤滑の往復動圧縮機では困難であつた用途や新しい用途に解決を与えてきたのは喜ばしいことであるが、さらに新しい分野に進出できるように研究改良を行つて斯界の要望にこたえたい。

参 考 文 献

- (1) K. Trutnousky: Forsch. Ing. Wes. Bd 8, 1937, S. 133

Vol. 39

日 立 評 論

No. 9

- ◎日本鉄板株式会社大阪工場四重スキンパス圧延設備
- ◎磁気増幅器を使用した高性能冷間鋼帯圧延用電気設備
- ◎日立 RMU-5 型質量分析計
- ◎日立水電導度計
- ◎ローラーレベラーの矯正理論
- ◎斜坑スキップ設備
- ◎モビルクレーン

- ◎クロスバー交換機の保守について
- ◎平衡型回路網の四端子マトリクス
- ◎150 MC 帯における 40 kc 間隔周波数割当の諸問題
- ◎ビルマ鉄道納一等寝台車について
- ◎高電圧ケーブルの導体構造
- ◎各種耐薬品塗料の特性試験
- ◎塩基性キュポラによるダクタイル鋳鉄の製造

発行所 日立評論社 東京都千代田区丸の内1丁目4番地 振替口座東京 71824 番
取次店 株式会社オーム社書店 東京都千代田区神田錦町3丁目1番地 振替口座東京 20018 番