大気圧から高真空まで真空引き可能な ドライポンプ*

大谷 祐治**・曾我美 晋**・岡村 知明**
竹下 興二***・吉田 善一***

(受付1989年11月29日, 掲載決定1990年2月3日)

Dry Pump Capable of Pumping Down from Atmospheric Pressure to High Vacuum

Yuji OHTANI**, Susumu SOGAMI**, Tomoaki OKAMURA**,
Koji TAKESHITA*** and Zenichi YOSHIDA***

** (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd., Hiroshima Machinery Works, 4-6-22,
Kan-on-shinmachi, Nishi-ku, Hiroshima)

*** (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd., Takasago Research & Development Center,
2-1-1, Shinham, Arai-Cho, Takasago)

(Received November 29, 1989, Accepted February 3, 1990)

1. はじめに

近年, 真空排気系のクリーン化が求められ, 高真空はもとより低真空域においてもドライ化が進められている。

この要求に応えるべく各種のドライポンプが市場に投入されているが, 大きさ, 使用圧力領域, 信頼性, 価格等の面で必ずしもユーザーニーズを満足しているとはいえない。

当社は, これらのニーズを実現できる可能性が最も高いターボ形構造を選び, 単機で大気圧から高真空 (10^{-4} Pa 台) まで排気できるコンパクトなドライポンプ (DT シリーズ機) を開発したので, DT-1500H を例に概要を報告する。

2. DT-1500H の構造・仕様および特長

本ポンプは特殊スパイラル溝を有するターボ形真空ボ

ンプであり, 各段の溝仕様を最適化することにより, 単機で大気圧から高真空まで一気に排気することを可能とした。本ポンプの構造を Fig. 1 に, 特殊スパイラル溝の一例を Fig. 2 に, 仕様を Table 1 に, 主な特長を次

Fig. 1 Sectional View of DT-series.

* 平成元年10月25日 第30回真空に関する連合講演会において講演 (25Aa-9)

** 三菱重工業株式会社 広島製作所 (広島市西区観音新町4-6-22)

*** 三菱重工業株式会社 高砂研究所 (高砂市荒井町新浜2-1-1)

Fig. 2 Example of Groove Shape.

Fig. 3 N₂ Pumping Speed.

Fig. 4 Experimental Results of Ultimate Pressure.

に示す。

- (1) 主要部分をAl合金とし、構造を極力簡素化して軽量化・コンパクト化を図った。
- (2) ロータは、Al動翼とSUS軸との組合せとし、Al静翼と共に翼列を形成している。

翼列各段で溝仕様及びギャップを最適化することにより、画期的な排気特性を得た。

- (3) ロータ支持系は、当社独自のボールベアリング支持要素及び強制潤滑方式を用い、定格36,000 rpmという高速回転を実現した。
- (4) ポンプ室とモータ・軸受室を、当社独自のガスシ

Table 1 Specifications of DT-1500H

Item	Type	DT-1500H
Pump	Pumping Speed (N ₂)	1,300 l/min
	Ultimate Pressure (N ₂)	7×10^{-4} Pa
	Outlet Pressure	Atmospheric Pressure
	Rotation Speed	36,000 rpm
	Bearing Type	Ball Bearing
	Cooling Method	Water
	Seal Gas Flowrate	10N l/min
	Water Flowrate	10 l/min
	Start-up Time	ca. 3 min
	Stopping Time	ca. 2 min
Power Supply	Lubricating Oil	Gas Turbine Oil (ISO VG 32)
	Inlet Flange	VG100
	Forline Flange	NW25
	Weight of Pump Unit	140 kg
	Voltage	200/220 Vac
	Frequency	50/60 Hz
	Phase	3φ
	Power Consumption	6 kVA
	Weight	50 kg

ール構造により完全分離し、潤滑油のバックストリーミングのないドライな排気系を達成した。

3. 排気性能試験結果

3.1 排気速度

DT-1500HのN₂ガスについての排気速度と吸気口圧力との関係をPNEUROP規格に準じて計測し、Fig. 3に示す。吸気口圧力が $40 \sim 5 \times 10^{-2}$ Paの間で、ほぼ一定の約1300 l/minが得られる。なお、連続運転可能な吸気口圧力は 2×10^3 Paである。

3.2 到達圧力

DT-1500Hの吸気口に容積1.5 lのテストドームを取り付け、連続真空引きすることにより到達圧力を計測した。ポンプ起動後の経過時間とテストドーム圧力との関係を、Fig. 4に示す。本試験はベークイングなしの条件で行ったが、21時間の真空引きで 3.5×10^{-4} Paという低い到達圧力が得られた。

3.3 真空引き特性

110 lの真空チャンバを用いてDT-1500Hと排気速度1420 l/minの油回転ポンプとの真空引き特性を比較した結果を、Fig. 5に示す。起動直後においては起動時間及び排気特性の差で油回転ポンプが勝っているが、起動6

Fig. 5 Relation between Pump Down Time and Pressure.

分後、1 Pa 近傍からは DT-1500H の能力が油回転ポンプを追い越し、その高性能を発揮するのがよく分かる。

3.4 残留ガス分析

吸気口側の残留ガス分析結果の例を、Fig. 6 に示す。これは、実使用時の悪条件下でも吸気口側への潤滑油のバックストリーミングがないことを検証するために、軸受室のシールガスを 7N l/min (仕様：10N l/min) に絞り、起動停止を 5 回繰返した後 2 時間連続真空引きし、さらに起動停止を 5 回繰返した後 1 時間真空引きして計測したものである。Fig. 6 から潤滑油のバックストリーミングは検出されず、ドライなポンプであることが分かる。

4. おわりに

単機で大気圧から高真空まで真空引き可能なドライポ

Fig. 6 Mass Spectra of Pump Inlet.

ンプの完成により、従来複数の真空ポンプが必要であった高真空までの排気が 1 台の真空ポンプで可能になった。

これにより単体での使用は無論、ターボ分子ポンプとの組合せ使用等による新しい用途の拡大が期待できる。

なお、さらに排気速度の大きい機種もシリーズ機として計画中であり、ユーザ各位の御指導を得て一層優れた真空ポンプを製品化してゆく所存である。