

## 3250 アキシャルピストンポンプの斜板温度に及ぼす油圧作動油の影響

## Effects of Hydraulic Oils on Swash Plate Temperature of An Axial Piston Pump

○正 風間俊治 (室蘭工大)      正 藤原 満 (室蘭工大)  
三本信一 (新日本石油)

Toshiharu KAZAMA, Muroran Institute of Technology, 27-1, Mizumoto-cho, Muroran, Hokkaido  
Mitsuru FUJIWARA, Muroran Institute of Technology  
Shin'ichi MITSUMOTO, Nippon Oil Corporation

Temperature of a swash plate of an axial piston pump was measured and seven kinds of hydraulic oils were assessed. Five thermo-couples were embedded in the swash plate and one thermistor was placed in the suction conduit of the pump. The test oils were mineral and synthetic type oils with the viscosity grade of 32 to 46, adding friction modifiers. The maximum discharge pressure was 20 MPa, discharge flow rate was 16 l/min, and the inlet oil temperature was 30 °C. At the atmospheric to maximum discharge pressures, the temperatures, flow rates and the torque were measured, and then the swash plate temperature rises and the pump performance curve were obtained. In conclusion, i) A low viscous oil with the friction modifier gave a lower temperature rise; ii) As the discharge pressure increased, the temperature rises became larger, and iii) The types of the oils tested less influenced the performance curves.

**Keywords :** Tribology, Fluid power systems, Hydraulic oils, Temperature, Piston pump, Swash plate

## 1. はじめに

近年、環境負荷低減の視点から、省エネルギー対策への関心が高まっている。流体の圧力エネルギーを利用したフルードパワー（油圧）システムにおいては、システムの要となるポンプ・モータの高効率化、特にしゅう動部における損失動力の低減化、に対する要請が強い。しゅう動部における損失は、漏れと摩擦に基づく損失に大別される。とりわけ、後者は、しゅう動面の温度を上昇させる。

本研究では、ピストンポンプの主要なしゅう動部のひとつであるスリッパ=斜板間の熱的挙動に焦点を当てる。斜板の5箇所熱電対を埋め込んだ実機ピストンポンプを供試ポンプとして、粘度および添加剤の異なる7種類の油圧作動油を対象に、主に斜板の温度を測定することにより、作動油ならびにポンプ性能を評価する。

## 2. 実験装置ならびに方法

本実験装置は、供試ポンプとその駆動機械、計測機器（トルク計、流量計、圧力計、温度計）ならびに油圧補機（バルブ、クーラ、タンク等）で構成された（装置全体の油圧回路図は文献1参照）。これらを油圧スタンドとしてコンパクトに組み立てた。供試ポンプには、市販の斜板式アキシャルピストンポンプ（最高使用圧力 21 MPa, 理論押し退け容積 10 ml/rev）を用いた。ポンプは、入力軸トルク  $T^*$  を計測するためのひずみゲージ式トルク変換器（定格 20 N.m）を介して、3相電動機（7.5 kW）により一定回転速度  $N$  (24  $s^{-1}$ ) で駆動された。ポンプ吸込み管路にサーミスタ温度計を、吐出し管路およびドレン管路にオーバル流量計（最大流量は、それぞれ、4000, 2000 l/h）を設置し、ポンプ入口部油温  $T_{in}$ 、吐出し流量  $Q_d$  および漏れ流

量  $Q_l$  を測定した。

熱電対の取り付け位置 A~E を図1に示す。各熱電対の位置は、上下死点、吸込み・吐出しポートの各中央部に対応づけた。斜板裏面よりしゅう動面下約 1 mm まで穴加工を施し、その穴の底部に熱電対の先端を密着させた。参照用として、測定点 C を設置した。表示器の指示精度は 1 °C であった。

本実験に用いた供試油は、表1に示す7種の油圧作動油であった（便宜上、それぞれ、No. 0~6 と記す）。なお、供試油を入れ替える際には、フラッシングを2回行い、装置内に残留する供試油の混合を極力避けるよう努めた。また、ポンプ内しゅう動面における吸着膜等を安定化させるために、各供試油に対して、 $p_d=16$  MPa,  $T_{in}=60\pm 1$  °C に設定して、累積時間 20 h の連続（慣らし）運転を行った。

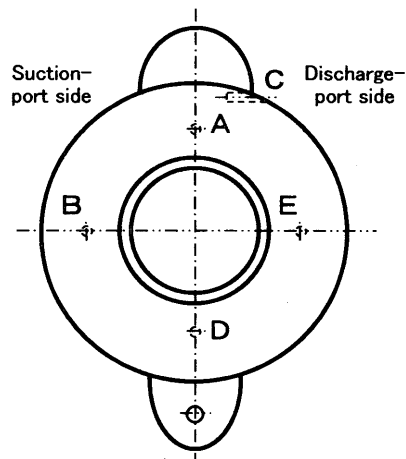


Fig.1 Location of thermo-couples on swash-plate

実験は、吐出し圧力  $p_d$  を大気圧から 20 MPa まで 1 MPa ずつ上昇させ、さらに逆方向に下降させ、それぞれの  $p_d$  の設定条件下において、温度  $T$ 、トルク  $T^*$ 、流量  $Q_d$ 、 $Q_1$  等を測定した。なお、各設定条件下での測定には、斜板各点の温度が安定するまで十分な時間を掛けた。

### 3. 実験結果ならびに考察

供試油 No. 6 を用いた場合の斜板 A~E 点の温度  $T$  を図 2 に、ポンプ性能曲線を図 3 に示す（ここに、 $L_t$ : 軸動力  $=2\pi NT^*$ 、 $\eta$ : 全効率  $=p_d Q_d/L_t$ 、 $\eta_v$ : 容積効率  $=Q_d/Q_{in}$ ）。吐出し圧力  $p_d$  の増加に伴い、 $T$  は、ほぼ比例して上昇した。一方、ポンプ性能曲線に対して、供試油毎の顕著な差異は見られなかった。

供試油 No. 0~6 に対する斜板温度  $T$  を、点 A~E の平均値で図 4 に示す。吐出し圧力  $p_d$  は 20 MPa であった。同図より、 $T$  は、供試油 No. 2 で最も低く、No. 6 で最も高かったことが分かる。その差は約 4 °C となった。

図 5 には、斜板の位置による温度  $T$  の差を調べるために、7 種類の供試油を用いて得られた測定点 A~E の  $T$  の平均値を示す ( $p_d=20$  MPa)。 $T$  は、吸込みポート部（測定点 B）および斜板しゅう動面から離れた位置（測定点 C）で低く、閉じ込み部（測定点 A, D）で高かった。

### 4. むすび

小型斜板式アキシアルピストンポンプの斜板の 5 箇所に熱電対を埋め込み、合成系および鉱物油系の計 7 種類の油圧作動油を用いて実験を行った。最高吐出し圧力 20 MPa、

Table 1 Test oils ( $\rho$ : density [kg/m<sup>3</sup>] at 15 °C,  $\nu$ : Kinematic viscosity [mm<sup>2</sup>/s] at 40 °C)

| Oil    | No.0 | No.1 | No.2 | No.3 | No.4 | No.5 | No.6 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|
| VG     | 46   | 46   | 32   | 46   | 46   | 46   | 46   |
| Base   | Min  | Min  | Min  | Min  | Min  | Syn  | Min  |
| FM     | Y    | Y    | Y    | N    | Y    | N    | N    |
| $\rho$ | 854  | 854  | 846  | 856  | 873  | 834  | 872  |
| $\nu$  | 43.4 | 44.6 | 32.4 | 44.6 | 46.3 | 43.9 | 45.8 |

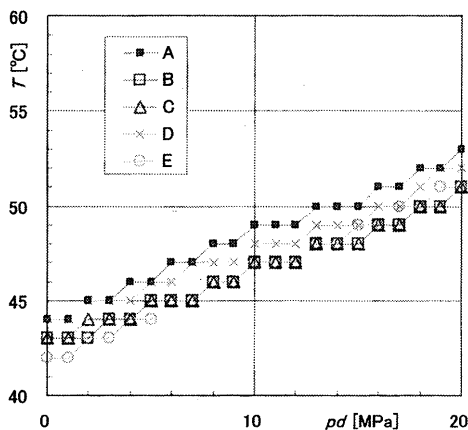


Fig. 2 Temperature at point A to E of swash plate (Oil: No. 6)

ポンプ入口油温 30 °C のもとで、斜板温度、軸トルク、流量などを測定し、作動油の差異が斜板温度ならびにポンプ性能に及ぼす影響を調べた。

主な結果として、吐出し圧力の上昇に伴って斜板温度も上昇したこと、その温度上昇は油圧作動油の種類によって大きな差が見られたこと、特に、摩擦調整剤を添加した低粘度作動油において温度上昇が小さかったこと、今回準備した供試油では、その粘度や添加剤の差異はポンプ性能にほとんど影響を及ぼさなかったことなどを得た。

本装置の改造には、株式会社トーア 関係各位のご尽力を賜った。本実験には、当時の本学卒研究生 中田 やよいさん、西田 龍史 君の助力を得た。記して謝意を表す。

### 参考文献

- 1) 風間・藤原・野澤・三本：ピストンポンプを用いた生分解性作動油の評価，機械学会年次大会講演(II)，No.03-1 (2003)，369/370.

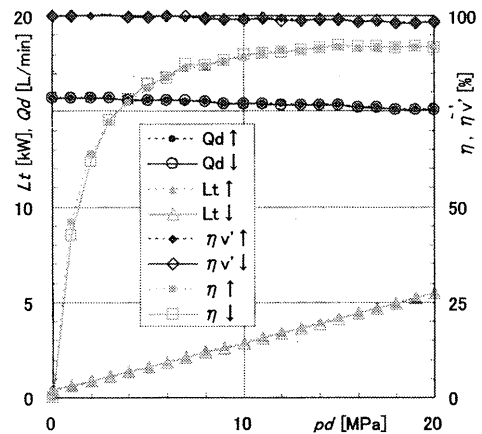


Fig. 3 Pump performance curve (Oil: No.6)

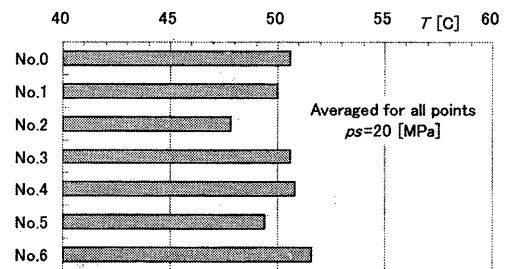


Fig. 4 Swash plate temperatures averaged with measuring points at A to E ( $p_d=20$  MPa)

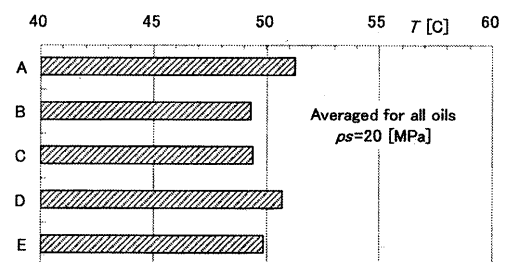


Fig. 5 Swash plate temperatures averaged with seven types of oil tested ( $p_d=20$  MPa)