

## 605 回転斜板形アキシャルピストンポンプのしゅう動部の温度測定

## Temperature Measurement of Bearing/Seal Parts of a Rotating Swashplate Type Axial Piston Pump

○学 鶴野 正真 (室蘭工大) 正 風間 俊治

Tadamasa TSURUNO, Muroran Institute of Technology, 27-1, Mizumoto-cho, Muroran, Hokkaido

Toshiharu KAZAMA, Muroran Institute of Technology

**Keywords** : Tribology, Fluid power systems, Bearing/seal parts, Temperature, Axial piston pump

## 1. 緒言

近年、環境負荷低減の視点から、システムや機器の省エネルギー対策が急務となっている。流体の圧力エネルギーを利用するフルードパワー（油圧）システムに対しては、エネルギー変換要素となるポンプ・モータの高効率化への要請が強い。とりわけ、しゅう動部における摩擦損失や摩擦発熱への対応が要となる。これを推し進めるためには、しゅう動部の熱的な潤滑挙動を基礎まで踏み込んで把握する必要がある。

本研究では、ポンプ内部の過酷なしゅう動部における熱的挙動を把握するために、シリンダブロックのピストン用ボア近傍に熱電対を埋め込んだ固定シリンダブロック（回転斜板）形の斜板式アキシャル・ピストンポンプ<sup>1,2)</sup>を試作し、作動条件がしゅう動部温度に及ぼす影響を実験的に調べる。

## 2. 実験方法

図1に、試作したアキシャルピストンポンプ（理論押退け容積 10 ml/rev 相当）の模式図および熱電対の位置（A～E、DはBと同一円周上 120° の位置）を示す。なお、油圧回路ならびに装置の詳細<sup>3,4)</sup>については省略する。

実験は、はじめに、ポンプ入口の作動油温度  $t_0$  と軸回転速度  $N$  を設定した。吐出し圧力  $p_d$  を大気圧から最高 20 MPa まで 1 MPa 毎に上昇させた後、1 MPa 毎に下降させた。この際、クーラへの冷却水量を調整して  $t_0$  の変化を  $\pm 0.1$  °C

に保つとともに、インバータを用いて  $N$  の速度補償を行った。それぞれの  $p_d$  の設定条件下において、 $t_0$  と 5 つの熱電対の温度が安定したことを確認した後、軸トルク  $T$ 、吐出し流量  $Q_d$ 、漏れ流量  $Q_l$ 、熱電対の各温度を測定した。なお、供試油には、VG46 の石油系一般油圧作動油を用いた。

## 3. 結果と考察

図2は、ポンプ入口温度  $t_0 = 30$  °C、軸回転速度  $N = 16.7$  s<sup>-1</sup> に設定した場合の、シリンダブロック各点の温度測定結果である。吐出し圧力  $p_d$  が高くなると、しゅう動部の温度は上昇した。これは、基本的に、油圧機器のしゅう動部に作用する荷重が高圧側の圧力に比例することから、しゅう動面圧が高くなったためである。各熱電対で測定された温度に注目すると、ピストンの下死点位置に相当する A 点において最も高く、上死点位置に相当する C 点において最も低くなった。この主因は、A 点では、ピストンの片当りが生じ易く固体接触を伴う面圧の高い混合潤滑状態に基づくしゅう動発熱が大きかったこと、C 点では、作動油の流入出による冷却効果が働いたことによると考えられる。なお、 $p_d$  が高い程、A 点と C 点の温度差は大きくなった。

軸回転速度  $N = 25.0$  s<sup>-1</sup> での結果を図3に示す。図2と同様に、吐出し圧力  $p_d$  が高くなると、しゅう動部の温度は上昇した。ただし、この条件では E 点の温度が最も高かった。また、

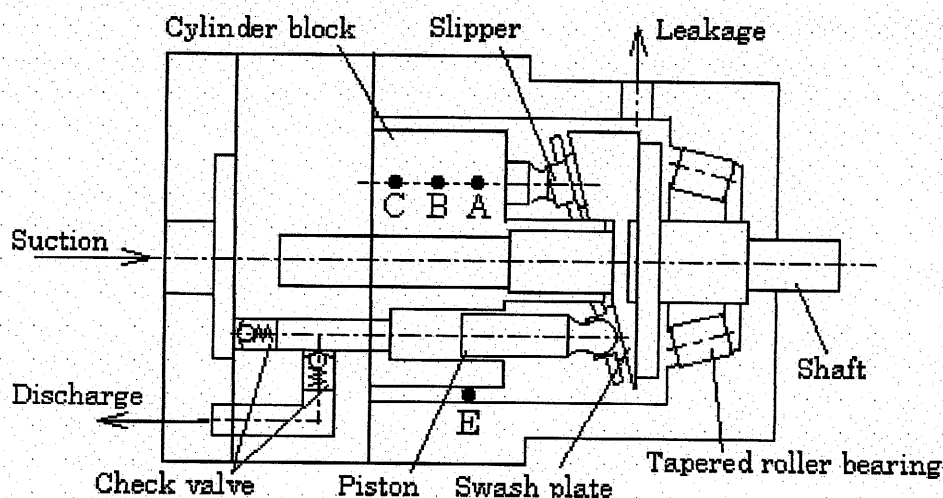


Fig.1 Schematic of rotating swashplate type axial piston pump

実験を行った  $p_d$  の全域にわたり、A点とC点との温度差は、ほぼ一定であり、 $p_d$  がしゅう動部の温度分布（軸方向温度勾配）に及ぼす影響は小さかった。なお、固定シリンダブロック形斜板式アキシャルピストンポンプは、構造上、吸込み（吐出し）ポートに逆止め弁を必要とする。これが、高速回転時の吸込み性能を低下させることを付記する。

図4には、軸回転速度  $N$  をパラメータとして行った実験結果を、5箇所の平均温度と入口温度  $t_0$  との差  $t_p$  で示す。 $p_d$  の増加に伴い、 $t_p$  はほぼ1次的に上昇した。ただし、 $p_d$  の高い条件で  $t_p$  に差異が見られた。そこで、 $p_d=5, 10, 15$  MPa での結果を抜き出して、 $N$  に対して図5に整理した。本実験では、 $N=16.7 \text{ s}^{-1}$  において  $t_p$  が最も高かった。

#### 4. 結言

ピストン用ボア近傍の固定シリンダブロックに熱電対を埋め込んで試作したアキシャルピストンポンプを用いて、吐出し圧力および回転速度をパラメータとして、ピストンしゅう動部近傍の温度計測を行った。結果として、

- 1) 吐出し圧力の増加とともに、シリンダブロックの温度はほぼ比例して上昇した。
- 2) ある回転速度において、上昇温度は最大値を示した。
- 3) シリンダボア近傍では、ピストン下死点位置に対応する温度が最も高く、上死点位置に対応する温度が最も低かった。

最後に、本装置の製作には、油研工業株式会社 研究開発部 橋本 登志雄 氏、河原 博 氏 をはじめ、関係各位のご尽力を賜った。本実験には、本学卒研究生 佐野 正幸 君の助力を得た。記して謝意を表す。

#### 参考文献

- 1) 石原：油圧工学，(1968)，68/75，朝倉書店。
- 2) 日本油空圧協会：油空圧便覧，(1986)，379/380，オーム社。
- 3) 風間・藤原・野澤・三本：機械学会年次大会講論 (II)，No.03-1 (2003)，369/370。
- 4) 風間：機械学会年次大会講論，(2005)，印刷中。
- 5) 油圧技術便覧編集委員会：油圧技術便覧，(1968)，208/209，日刊工業新聞社。

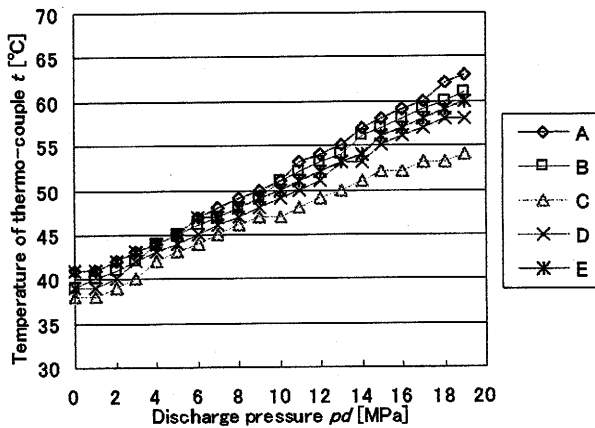


Fig.2 Temperatures  $t$  vs. discharge pressure  $p_d$   
( $N=16.7 \text{ s}^{-1}$ )

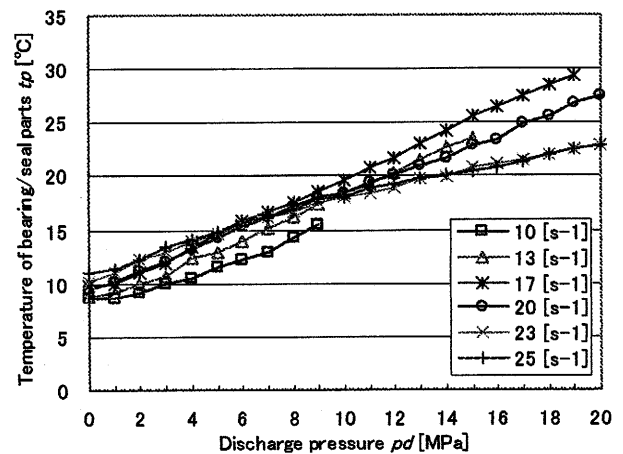


Fig.4 Effects of  $p_d$  and  $N$  on temperature  $t_p$

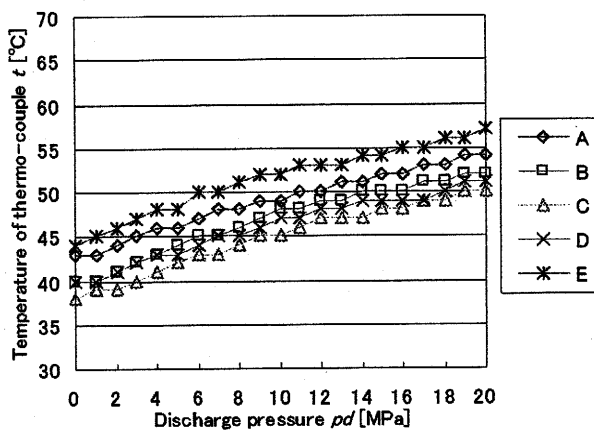


Fig.3 Temperatures  $t$  vs. discharge pressure  $p_d$   
( $N=25.0 \text{ s}^{-1}$ )

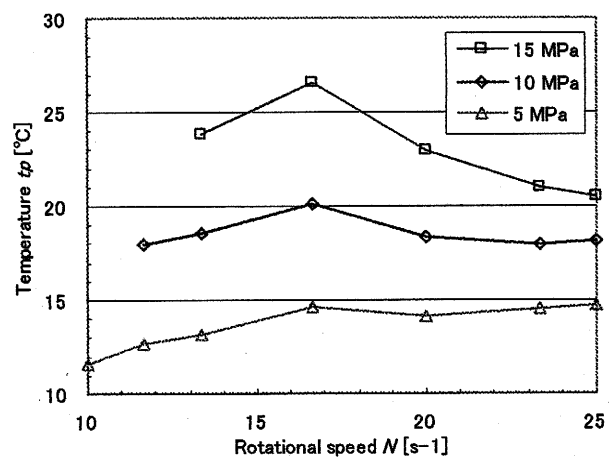


Fig.5 Relation of rotational speed  $N$  and temperature  $t_p$