

3161 アキシャルピストンポンプの斜板・シリンダブロック・弁板 しゅう動部の同時温度計測

Simultaneous Temperature Measurements of Swash-plate, Cylinder-block and Valve-plate of An Axial Piston Pump

正 風間俊治 (室蘭工大)

Toshiharu KAZAMA, Muroran Institute of Technology, 27-1, Mizumoto-cho, Muroran, Hokkaido

Temperature of three main tribological parts of a swashplate type axial piston pump was measured simultaneously. Five thermo-couples were embedded in the cylinder block, four thermo-couples were in the swash plate, four thermo-couples were in the valve plate and one thermistor was placed in the suction conduit. A hydraulic mineral oil with ISO VG22 was used as the test oil. The maximum discharge pressure was 20 MPa, the maximum rotational speed was 25 rps, and the inlet oil temperature was 20, 30, 40 °C. In conclusion, the temperature of the cylinder block near the bottom dead center of the pistons was high and the temperature near the top dead center was low; The temperature rise in the valve plate and the swash plate corresponding to the delivery port was large and the rise to the suction was small; The temperatures increased as the rotational speed became large; The cylinder-block temperature was less affected by the inlet oil temperature.

Keywords : Tribology, Fluid power systems, Temperature, Piston pump, Swash plate, Cylinder block, Valve plate

1. はじめに

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⁽¹⁾には、近年、安全や環境への関心の高まりから、特にエネルギー変換を司るポンプ・モータの信頼性と効率の向上に対する要請が増している。高精度な性能予測や要求仕様の厳しい設計には、実機作動条件下における機器しゅう動部の熱的挙動を詳細に把握する必要がある。

そこで著者は、回転シリンダブロック式ならびに回転斜板式の両タイプのアキシャルピストンポンプを試作して、圧力、回転速度、斜板角度、入口油温、ピストン径などをパラメータとして、シリンダブロック、斜板⁽²⁾、弁板⁽³⁾の各しゅう動部の温度を独立に測定した。本報では、これらのしゅう動部温度を同時に計測するシステムを組上げて実験を行ったので、その結果を報告する。

2. 実験装置ならびに方法

Fig. 1 は試作した回転シリンダブロック式アキシャルピストンポンプの熱電対の位置を示す模式図である。シリンダブロック (a, b, c, d, e の5点. b, d, e は同一円周上)、斜板 (A, B, D, E の4点) ならびに弁板 (α , β , γ , δ の4点) に熱電対を埋め込み、信号線(シリンダブロックからはスリッピングを介して) 外部に引き出した。油圧回路ならびに実験方法の詳細⁽²⁾については省略する。なお、供試油には ISO VG22 の鉱油系油圧作動油を使用した。

3. 実験結果ならびに考察

Figs. 2~4 は、それぞれ、シリンダブロック (CB), 斜板 (SP), 弁板 (VP) の各測定点の温度をポンプ入口油温 t_{in} との差 Δt で示す。実験条件は、 $t_{in}=30$ °C, 軸回転速度 $N=25$ s⁻¹, 吐出し流量 (設定値) $Q_d=0.27 \times 10^{-6}$ m³/s (斜板角

度最大) であった。図中の塗つぶしの記号は往路 (吐出し圧力 p_d の上昇過程) を、白抜きの記号は復路 (p_d の下降過程) を示す。 p_d が高くなると、 Δt_{CB} , Δt_{SP} , Δt_{VP} はいずれも上昇した。

シリンダブロックの温度は、ピストン下死点側の温度上昇 Δt_a が大きく、上死点側の温度上昇 Δt_c が小さかった。これは、ピストンの片当たり部の固体摩擦に基づく発熱ならびに吸込み (低温油) と吐出し (高温油) の動作に基づく冷却の現れといえる。なお、b, d, e 点の温度上昇の差異は小さかった。これは、ピストン長手方向の同位置に装着していたことから、妥当な結果といえる。

弁板では、 Δt_b が最高で Δt_f が最低であった。斜板では、 Δt_E が最高で Δt_B が最低であった (A 点は未計測)。すなわち、しゅう動部温度は、吐出しポート側で高く、吸込みポート側で低かった。これは、基本的に油圧機器しゅう動部に作用する荷重 (面圧) が高压側の圧力に比例するためと吸込みポートから低温の作動油が供給されたことで説明できる。

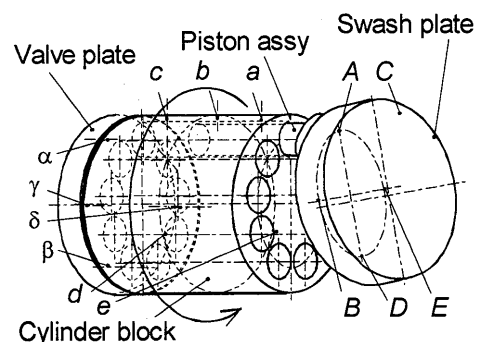


Fig. 1 Schematic of test pump and location of thermo-couples

Fig. 5 は回転速度 N が各しゅう動部の温度上昇 Δt に及ぼす影響を示す。 N の増加に伴い、 Δt はほぼ増加した。ただし、 Δt は必ずしも N に比例しなかった。これは、しゅう動速度の増加が、摩擦発熱への寄与のみならず、くさび膜作用による動圧負荷容量の付与や吸込み吐出し作用によるしゅう動部の冷却促進なども伴うためといえる。

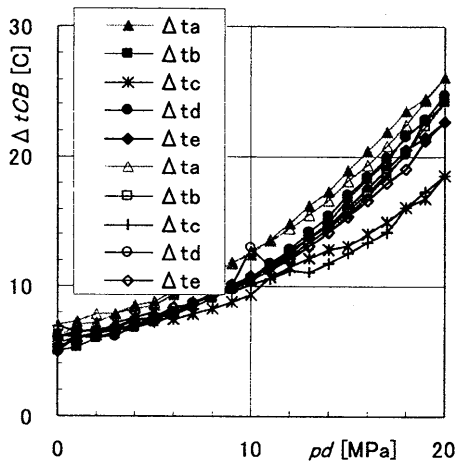


Fig. 2 Cylinder-block temperature rise Δt_{CB} vs. discharge pressure p_d ($N=25 \text{ s}^{-1}$, $t_{in}=30 \text{ }^\circ\text{C}$)

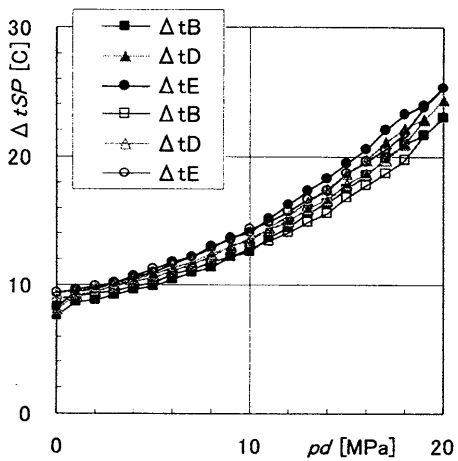


Fig. 3 Swash-plate temperature rise Δt_{SP} vs. discharge pressure p_d ($N=25 \text{ s}^{-1}$, $t_{in}=30 \text{ }^\circ\text{C}$)

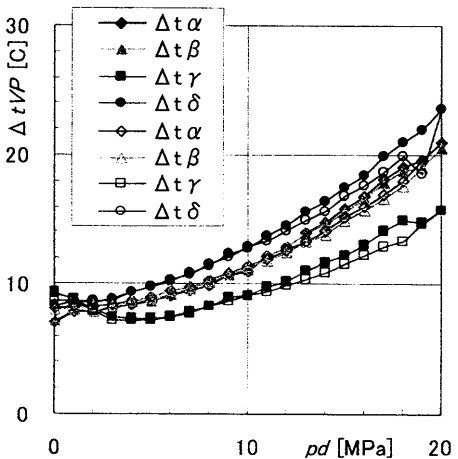


Fig. 4 Valve-plate temperature rise Δt_{VP} vs. discharge pressure p_d ($N=25 \text{ s}^{-1}$, $t_{in}=30 \text{ }^\circ\text{C}$)

Fig. 6 はポンプ入口油温 t_{in} の影響を示す。本実験では $t_{in}=30 \text{ }^\circ\text{C}$ で斜板と弁板の温度上昇 Δt が小さかった。一方、 t_{in} がシリンダブロックの Δt に及ぼす影響は小さかった。

4. むすび

回転斜板式アキシャルピストンポンプの熱潤滑特性を把握するために、実機作動条件下において各しゅう動部温度の同時計測を試みた。

本装置の製作には、油研工業(株)大場 孝一氏、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、本学学生 佐々木 隼人君、鈴木 大河君の助力を得た。本研究の一部には、(独) 科学技術振興機構 平成 19 年度シーズ発掘試験研究の助成を受けた。記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 山口・田中：油空圧工学, (1986), コロナ社.
- 2) 風間・鶴野：斜板式アキシャルピストンポンプの熱潤滑特性 (斜板ならびにシリンダブロックの温度測定), 機論 C, 74-738 (2008), 425/430.
- 3) 佐々木・風間：斜板式アキシャルピストンポンプのしゅう動部の温度測定 (弁板の温度ならびにピストン部すきまの影響), 機素潤滑設計講論, 08-12 (2008), 31/32.

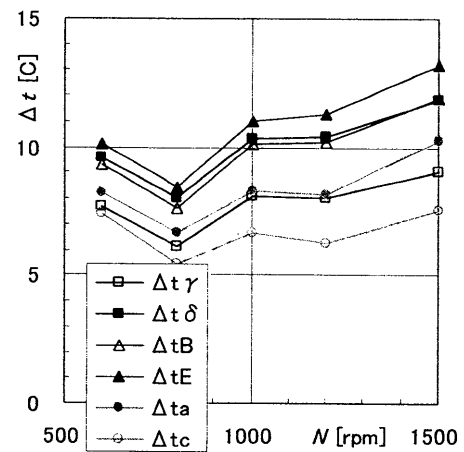


Fig. 5 Effect of rotational speed N ($p_d=8 \text{ MPa}$, $t_{in}=30 \text{ }^\circ\text{C}$)

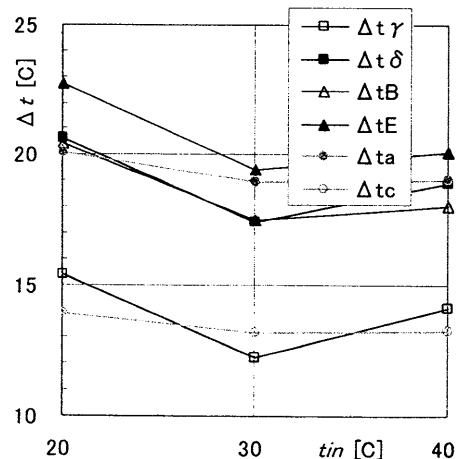


Fig. 6 Effect of inlet oil temperature t_{in} ($N=25 \text{ s}^{-1}$, $p_d=15 \text{ MPa}$)