

アキシャル・プランジャ形ポンプ，同モータの性能

On Characteristics of an Axial-Plunger Pump and Motor

石原研究室・油圧研究グループ¹⁾

1. 緒言

油圧伝動の研究をおこなうためには，その主な構成要素であるアキシャル・プランジャ形ポンプ，同モータの性能を正確に把握しておく必要がある。容積形のポンプ，モータの効率は，体積効率とトルク効率に分けられ，その積で示される。アキシャル・プランジャ形は一般に効率がいため，体積効率に影響する漏れ損失や，トルク効率に影響する機械損失の値について，信頼できる実験結果はあまり発表されていない。本研究はこれらの損失におよぼす諸因子の影響を詳細に調べることを目的としており，その第1段階としての実験結果が求められたので，ここに報告する。

2. 記号および表式

- D = ポンプ作用容積(m³/rev)
- D' = モータ作用容積(m³/rev)
- D_{max} = ポンプ最大作用容積(m³/rev)
- D'_{max} = モータ最大作用容積(m³/rev)
- D/D_{max} = ポンプ作用容積比
- D'/D'_{max} = モータ作用容積比
- n = ポンプ回転速度(rpm)
- n' = モータ回転速度(rpm)
- Δp = ポンプ作用圧力(kg/cm²)
- $\Delta p'$ = モータ作用圧力(kg/cm²)
- Q = ポンプ流量(m³/sec)
- Q' = モータ流量(m³/sec)
- T = ポンプトルク(m-kg)
- T' = モータトルク(m-kg)
- ΔQ = ポンプ漏れ流量(m³/sec)
- $\Delta Q'$ = モータ漏れ流量(m³/sec)
- ΔT = ポンプ機械損失(m-kg)
- $\Delta T'$ = モータ機械損失(m-kg)

ポンプ体積効率 $\eta_{PV} = 60 Q/nD = 1 - 60 \Delta Q/nD$

モータ体積効率

$\eta_{MV} = n'D'/60 Q' = 1/(1 + 60 \Delta Q'/n'D')$

ポンプトルク効率

$\eta_{PT} = \Delta p D \times 10^4 / 2 \pi T = 1/(1 + 2 \pi \Delta T' / \Delta p D \times 10^4)$

モータトルク効率

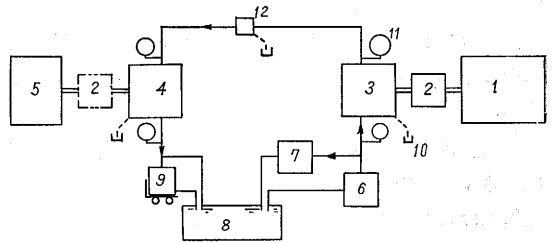
$\eta_{MT} = 2 \pi T' / \Delta p' D' \times 10^4 = 1 - 2 \pi \Delta T' / \Delta p' D' \times 10^4$

ポンプ効率 $\eta_P = \eta_{PV} \eta_{PT}$

モータ効率 $\eta_M = \eta_{MV} \eta_{MT}$

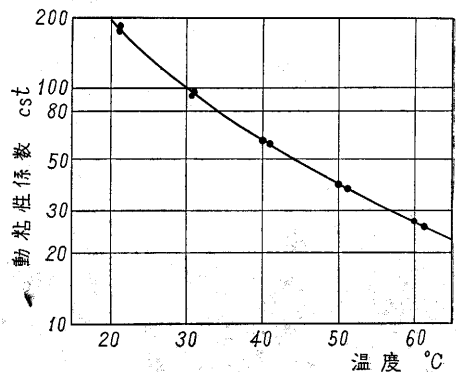
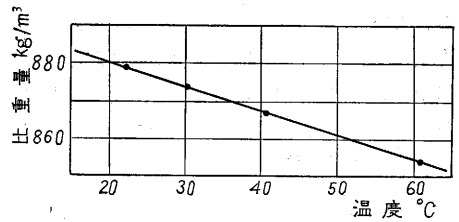
3. 実験装置および方法

実験装置の概略を第1図に示す。供試ポンプ，モータは Vickers 社製の可変容積形で，最大作用容積はいずれも約 $16 \times 10^{-6} \text{m}^3/\text{rev}$ となっている。使用油は Sonic

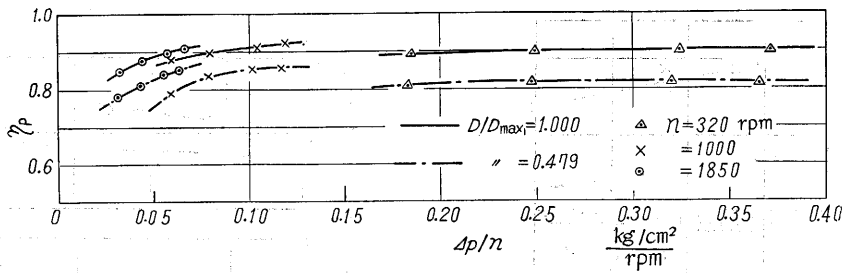


- 1. 電動機 2. 抵抗線式トルクメータ 3. 供試ポンプ
- 4. 供試モータ 5. 水動力計 6. 歯車ポンプ
- 7. 油温調節器 8. 油タンク 9. 流量測定用タンク
- 10. 外部漏れ測定用メスシリンダ 11. 圧力計 12. リリーフ弁

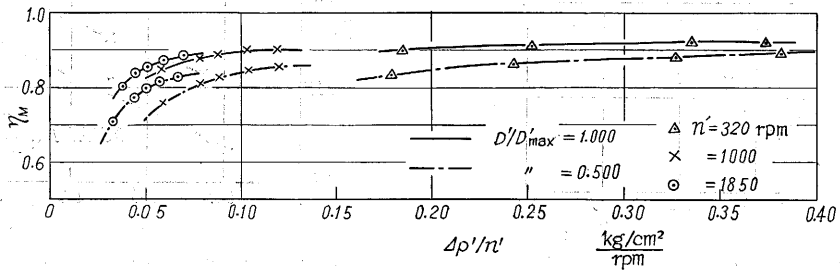
第1図 実験装置



第2図 使用油の特性



第 3 図 ポンプ効率 (入口油温 30°C, 入口圧力 1.0 kg/cm²)



第 4 図 モータ効率 (入口油温 30°C, 出口圧力 0.5 kg/cm²)

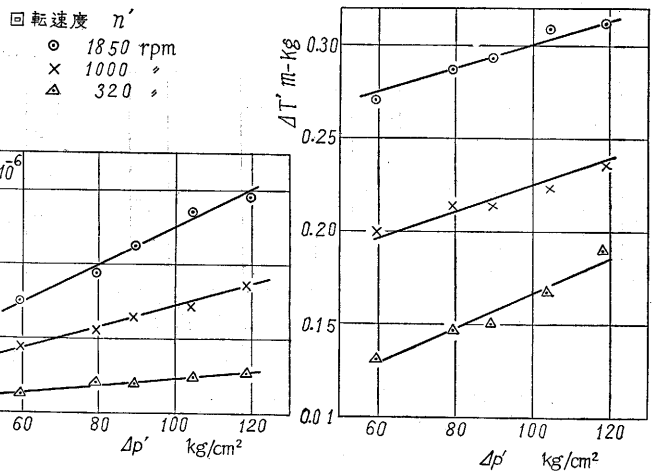
VT, No. L-320 で, その比重量, 動粘性係数と温度との関係を第 2 図に示す。

測定精度の向上をはかるため, 回転数の測定には積算回転計とデジタル回転計を併用し, 流量測定は重量法によった。トルクの測定はポンプでは抵抗線式トルクメータを用い, モータではさらに水動力計を併用した。圧力の測定は標準圧力計によって常時校正されたブルドン管形拡大指示圧力計によった。なお油温はポンプ, モータ出入口に設けた熱電対により測定した。

実験範囲は $n(n')=320\sim 1850$ rpm, 高圧側 (ポンプでは出口, モータでは入口) 圧力 = 60~120 kg/cm², 油温 = 30~50°C である。なお作用容積の値は無負荷時の流量より求めた。

4. 実験結果

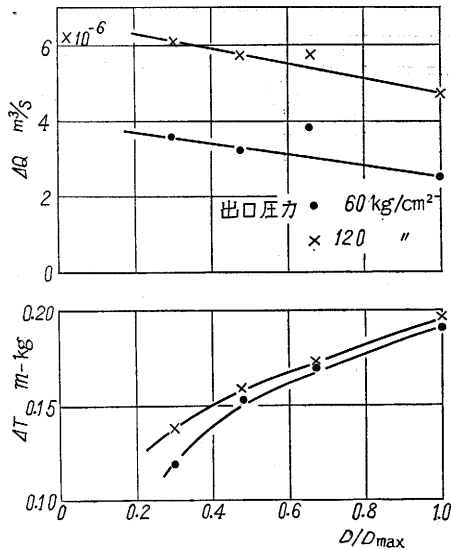
第 3, 4 図に作用容積と回転数をパラメータとしたポンプ, モータの効率を示す。入口油温は 30°C であり, 同一作用容積の場合でも, 効率を $\Delta p/\mu n$ (μ = 油の粘性係数) のみで整理する Wilson の方式²⁾が不十分であることを示している。第 5 図にモータの漏れ損失と機械損失を示す。この図では損失は圧力と回転数に対し直線関係で表わされているが, 損失と回転数の関係は作用容積が減ると直線関係から多少ずれ, 回転数の増加につれ漏れ損失は増し, 機械損失は減少する傾向となる。ポン



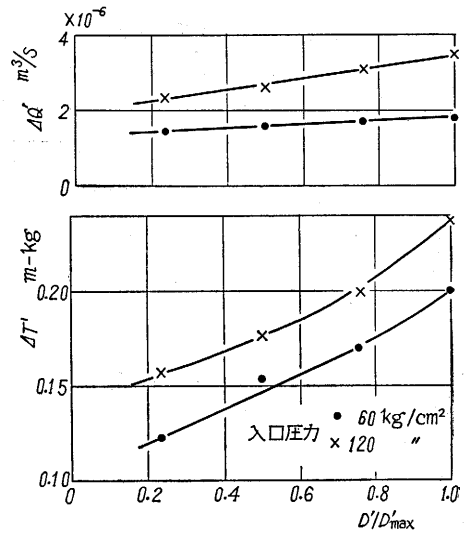
第 5 図 モータ作用圧力 $\Delta p'$ と漏れ損失 $\Delta Q'$, 機械損失 $\Delta T'$ の関係 ($D'=14.67 \times 10^{-6}$ m³/rev, 入口油温 30°C, 出口圧力 0.5 kg/cm²)

プではモータより大きなずれが測定されている。これを説明するには熱くさび効果³⁾を導入することが必要となる。容作用積比と損失の関係を第 6, 7 図に示す。ポンプ, モータはほぼ同じ構造でありながら, 傾向に差があるのは興味深い。作用容積比が約 0.5 以上では, ポンプの機械損失の作用圧力による差は実験誤差内にある。

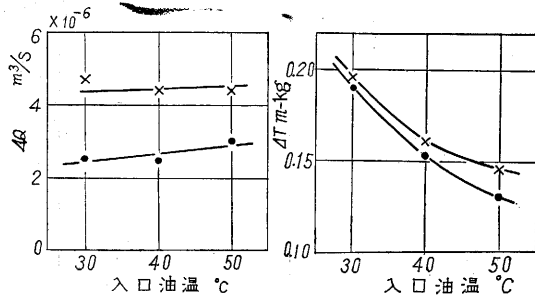
第 8, 9 図に油温の影響を示す。油温は入口で $\pm 1^\circ\text{C}$ の範囲で調節している。図で出入口の温度差は 2°C 以下である。ポンプとモータの傾向はほとんど同じで, 高温になると機械損失の減少分だけ効率がよくなっている。



第6図 作用容積比と漏れ損失 ΔQ 、機械損失 ΔT の関係 (ポンプ, 入口油温 30°C , 入口圧力 1.0 kg/cm^2 , $n=1000\text{ rpm}$)

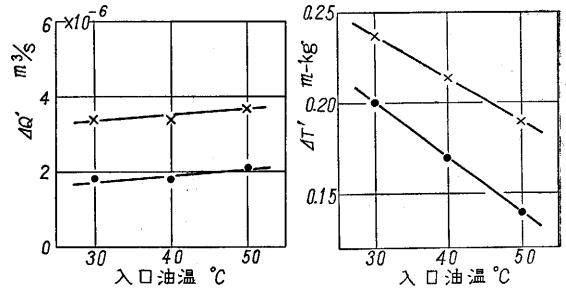


第7図 作用容積比と漏れ損失 $\Delta Q'$ 、機械損失 $\Delta T'$ の関係 (モータ, 入口油温 30°C , 出口圧力 0.5 kg/cm^2 , $n'=1000\text{ rpm}$)



第8図 油温の影響

(ポンプ, $D=15.97 \times 10^{-6}\text{ m}^3/\text{rev}$, $n=1000\text{ rpm}$, 入口圧力 1.0 kg/cm^2 , 出口圧力 $60\text{ kg/cm}^2 \times 120\text{ kg/cm}^2$)



第9図 油温の影響

(モータ, $D'=14.67 \times 10^{-6}\text{ m}^3/\text{rev}$, $n'=1000\text{ rpm}$, 入口圧力 $60\text{ kg/cm}^2 \times 120\text{ kg/cm}^2$, 出口圧力 0.5 kg/cm^2)

5. 結 語

本実験により、アキシャル・プランジャ形ポンプ、同モータの損失と諸因子との関係を求めることができた。その結果には Wilson の理論ではもちろん、熱くさび効果を導入しても説明できない点があると思われる。

本実験にあたり、古屋七郎、植野剛快両氏の助力を受けた。ここに感謝の意を表す。(1962年7月28日受理)

- 1) 石原智男, 山口 惇, 高尾尚補, 吉沢 茂, 松本 彰
- 2) W. E. Wilson; Positive-Displacement Pumps and Fluid Motors: Pitman Publishing Corp., 1950

3) J. F. Blackburn and others; Fluid Power Control, Chap. 4; John Wiley, 1960

正 誤 表 (9月号)

ページ	段	行	種別	正	誤
12	下6	左	本文	継電器を	継電を
26	12	右	"	dより外の	dよりほかの