

氏名	南 蓮
授与した学位	博 士
専攻分野の名称	工 学
学位授与番号	博甲第 2 2 0 3 号
学位授与の日付	平成 1 3 年 3 月 2 5 日
学位授与の要件	自然科学研究科生産開発科学専攻 (学位規則第 4 条第 1 項該当)
学位論文の題目	油に生じる温度分布と流れに対するその影響の研究
論文審査委員	教授 鷲尾誠一 教授 山本恭二 教授 富田栄二

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

油は高い粘性を持つ流体であり、その粘度は温度によって大きく変化する。従って油の流れは内部の温度分布に大きく影響される。一方温度分布は実際の油圧システムの流れにおいて不可避のものである。本論文ではこれまで正面から検討されていなかったこの問題を取り上げて、はじめに油の熱物性値の測定を行い、次いで油中の温度分布およびそれが流れにおよぼす影響の理論的、実験的検討を行った。

まず、油の温度分布を支配する熱物性値、すなわち熱伝導率と比熱を非定常細線加熱法を用いて測定した。とくに非定常細線法の理論計算にラプラス変換の数値逆変換法を用いることで、これまで計算できなかった発熱量の変化や、加熱直後の現象もはじめて正確に把握することができるようになり、熱伝導率、比熱の同時測定も可能となった。さらにその方法が液体だけでなく、気体のような対流の起こりやすい物質の熱物性の測定にも効果があることがわかった。

次に、油中の温度分布をレーザー光の曲がり量によって測定する方法を試み、理論計算と実験を行った。また、作動油中に存在する気泡の急激な圧縮による局所的な温度上昇をともなう挙動を観察し、気泡周辺の温度上昇について理論と実験から検討した。

さらに油の温度分布が機器内の流れ、ひいては性能へおよぼす影響について、これまできちんとした評価がなされてこなかった。そのため本論文では、温度の異なる 2 つの平行平板間の流れを対象に、粘度および密度を温度の関数として与え、Navier-Stokes 方程式とエネルギー式を連立させて数値計算を行い、流速・温度分布、熱移動を求め、実験結果と比較した。その結果数値計算と測定値は良く一致しており、温度勾配が油の流れにおよぼす影響を予測できることが確かめられた。さらに上下壁面とも油の流入温度より低くした遅い流れでは、自然対流が発生することを実験により確認した。油の冷却装置では温度境界層が発達するにつれて熱伝達の効率が悪くなるため、効率を上げるには温度境界層を乱すなどの手段が必要となる。

論文審査結果の要旨

油圧装置においては、各種の絞り、弁、アクチュエータでもたらされるエネルギー損失が熱に変わり、またその熱を取り去るためにはオイルクーラーを必要とするため、油は常に局部的、不均一な熱の輸送にさらされ、油圧システム内の流れは不可避免的に温度分布を伴う。さらに油は高粘性流体であり、その粘度は温度によって大きく変化するため、内部の温度分布は実際の流れに大きな影響を及ぼす。本論文は、油圧工学の中でこれまできちんとした検討が為されていなかったこの問題を取り上げた研究であり、熱物性値の測定とレーザービームを使った温度分布測定技術開発を試み、さらに理論計算と実験によって温度分布が流れに及ぼす影響を検討を行っている。

まずこの研究にとって欠くことの出来ない物性値である油の熱伝導率と比熱を、非定常細線加熱法により測定している。そこでは測定値のフィッティング計算にラプラス変換の数値逆変換法を用いることで、これまで困難であった理論計算を可能にし、油の熱伝導率と比熱の同時測定を行っている。これによって、対流の起こりやすい気体でも細線法をより良い精度で適用できる道が開けた。次に、屈折率分布のある媒質を通る光が曲がることを利用して、油に通したレーザー光の曲がりから温度分布を測定する方法を試み、加熱細線まわりおよび温度差のある平行平板間で実験と理論的予測を比較し、その実用性を確かめている。さらに急激に圧縮される油中気泡の発熱と温度上昇についても、実験と理論解析を行っている。

最後に、温度の異なる2つの平行平板間の流れを対象に、粘度と密度を温度の関数としてNavier-Stokes方程式とエネルギー式を連立させて数値計算を行い、流速・温度分布、熱移動を求め、実験結果と比較して数値計算が測定と良く一致することを確認している。この結果は、温度勾配のある油の流れを予測する手段を与えた点で、オイルクーラーを始めとする油圧機器の設計にとって有益である。

以上のように本論文は、油圧工学の分野で重要でありながらこれまで取り上げられていなかった、油の中の温度勾配とそれが流れに及ぼす影響について幾つかの意義ある成果を提出しており、博士（工学）の学位に値すると認められる。