

氏名	中村 善也		
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2202号		
学位授与の日付	平成13年 3月25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	油圧機器・要素の特性評価モデルに関する研究		
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

油の流れは同じレイノルズ数の水の流れに比べて遥かに大きな運動エネルギーを持つため、水では現われない物理現象がしばしば顕著に現われる。それを踏まえて行なった本論文では、ポペット弁、リリーフ弁ならびに流量制御弁を対象に特性の測定とモデル化を試みた。その結果、水力学の知見をアプリアリに敷衍した従来の特性評価モデルの不完全さを明らかにし、特に絞りの特性に対しては壁面境界層における流量に比例した圧力損失も考慮した新しい評価式を提案した。

ポペット弁の周波数応答実験では、ポペット運動に大きな減衰が働くこと、ならびに絞りの動特性が静特性とは明らかに異なることも確認した。パイロット型リリーフ弁については、静特性モデルが温度補償機能も含めて実際の動作を正しく予測できた。特に温度補償については、今回提案のモデルによってはじめて予測が可能となった。流量制御弁については、その静特性および動特性モデルが静的、及び動的挙動をうまく予測できることを確認した。そして主としてフィードバック細管が速い変動に対する減衰特性を支配することを明確にした。

油圧システムの安定問題についても論じ、軌跡判定法と呼ぶ新しい複素特性根の計算法を導入することで、従来困難とされた管路を含む場合についても解析することに成功した。それによって油圧管路の長さや弁の構成、動作状態など任意のパラメータが特性根に及ぼす影響を調べることができるようになり、機器の性能改善や設計・開発で役立つ知見を得る道が開けた。

気泡含有ゴムを使った新しい脈動吸収フィルタを提案し、その特性について詳細に調べた。その結果、既存の脈動吸収フィルタと同程度以上の性能を持つことが分かった。また内部ガスを透過させにくく、機械的強度を上げたゴム材を開発し、耐久性の向上をはかることができた。

論文審査結果の要旨

油の流れは、同じレイノルズ数の水の流れに比べて遥かに大きな運動エネルギーを持つため、水では見られない現象がしばしば観察される。油と水にはこのような違いがあるにもかかわらず、これまで油圧機器・要素の特性モデルは専ら水力学の知識に依存してきた。本論文はそうした現状に対する批判を根底に、油圧機器設計にとって有効で精度の高いモデルの構築を目指して、新しいアプローチを提案したものである。そのために水力学の知識でなく、油の流れにおける機器・要素の詳細な測定に基づいたモデル化を目指している。

本論文の内容は、ポペット弁、リリーフ弁ならびに流量制御弁のモデル化、管路につないだ油圧弁の安定問題、そして気泡含有ゴムという新しい脈動抑制手段の提案から成っている。弁のモデル化においては、以下のような有益な成果を得ている。まず最初は、絞りの静特性モデルとして、従来使われてきた水力学のオリフィス実験式の問題点を明らかにし、それに代わる実用的で精度の高い評価式を提案している。その結果、これまで水力学的オリフィス実験式では説明できなかったパイロット型リリーフ弁の温度補償機能が、今回提案された特性式によってはじめて正しく予測出来るようになった。第2は、モデルの実験的検証に、これまで測定が困難とされてきた変動差圧と変動流量、そして殆ど測られていなかった弁変位、弁スラストについて、精度良い測定を実施した点である。その結果、ポペットの運動には大きな減衰が働いていること、並びに絞りの動特性は静特性と本質的に異なる部分を含むことを見い出している。

また従来解析が困難であった、分布定数系としての管路を含む油圧システムの安定問題では、軌跡判定法を導入して複素特性根の計算に成功し、管路長さや弁の構造、動作状態などのパラメータが安定性に及ぼす影響を明らかにしている。これは意義ある成果であり、機器の設計段階で安定性を予測する道を開いたことになる。さらに提案している気泡含有ゴムは、単純であるが高性能な脈動吸収手段であり、実用に向けて今後の発展が期待できる。

このように本論文は、油圧機器の開発設計に関わる有益な解析手法と測定手段、そして具体的成果を提出しており、博士(工学)の学位にふさわしいと認められる。