

氏名	顧 亜 雄
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2391号
学位授与の日付	平成14年 3月25日
学位授与の要件	自然科学研究科エネルギー転換科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	油に対する気体の溶解・拡散現象のレーザ応用計測
論文審査委員	教授 鷺尾 誠一 教授 山本 恭二 教授 富田 栄二

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

近年、油圧、潤滑システムではより高圧下で高速、高精度な制御が求められており、装置に生じる振動・騒音の抑制が重要な課題となっている。油の流れで発生するサージ・脈動を吸収するアキュムレータは、通常ゴム袋に気体を封入したブラダタイプが広く用いられている。しかしブラダにはシステムの常用圧力に近い圧力で気体が封入されているため、長時間使用すると内部の気体が減少し、サージ・脈動吸収能力が低下する。またアキュムレータ以外に、微小気泡を多数含有したゴム材も開発されており、低圧では脈動抑制に有効であることが確認されている。しかしこの素材においても含有気体の析出による能力低下は避けられず、より気体析出の少ない材料の開発が急がれている。

こうした状況における工学的課題は、油に対する気体の拡散、および一面に油他面に気体が存在するゴム膜の気体透過について、正確な測定に基づいた有効な理論的予測手法を見出すことである。油に対する気体の拡散係数については、密閉容器内に入れた油と気体の間の拡散による圧力変化を利用した測定方法が提案されているが、二酸化炭素を使った測定において測定値が拡散理論による予測と大きくずれ、その原因として拡散係数の圧力依存性が指摘されている。

本論文は、上記工学的課題の解明に取り組んだものであり、油に対する気体の溶解・拡散現象における圧力依存性の有無、および気体-ゴム-油系における気体の透過特性について、圧力一定の下での微小な気体拡散量を、U字管とレーザヘテロダイン干渉法を組み合わせる測定する装置を新たに開発して詳細な検討を行っている。その結果、油-気密閉容器による圧力変化の測定で拡散係数の圧力依存性に見えた理論予測との相違が、実は気体溶解に伴う対流発生が原因であることを見出している。またゴムの気体透過が油に対する気体の溶解と同様な拡散現象として説明できることを確認し、併せてゴム自身の飽和溶解量、拡散係数の測定にも成功している。さらに脈動吸収用の気泡含有ゴムが油の中で加圧された場合の気体消失を、半導体レーザと PSD を組み合わせた液面計によって測定し、気泡含有ゴムの耐久性能評価方法を確立している。

論文審査結果の要旨

近年、油圧、潤滑システムではより高圧で高速、高精度な制御が求められており、装置に生じる振動・騒音の抑制が重要な課題となっている。そのためには油の流れで不可避免的に発生するサージ・脈動を抑制することが重要であり、その目的に通常ゴム袋に気体を封入したアキュムレータが用いられる。しかしゴム袋は気体を透過させ、しかも気体の封入圧力はシステムに応じて高圧となるため、使用している間に内部の気体が減少し、サージ・脈動吸収能力が低下する。一方アキュムレータに代わるものとして、微小気泡を多数含有したゴム材が開発され、それが自動車のような比較的低压の油圧システムでは脈動・サージの抑制に有効であることが確認されている。しかしこの素材も含有気体の析出による能力低下というアキュムレータと同様の欠点を持ち、実用化にはより気体析出の少ない材料の開発が急務となっている。

本論文は、このような状況に対応する工学的問題、すなわち油に対する気体の拡散現象、および油-ゴム-気体三層系の拡散問題を取り上げ、それらに対応する正確な測定技術、並びに測定に基づく有効な理論的予測手法の提案を試みたものである。油に対する気体の拡散係数の測定では、従来密閉容器内に入れた油と気体の間の拡散による圧力変化を利用した測定方法が提案されているが、二酸化炭素を使った測定において測定値が拡散理論による予測と大きくずれ、その原因として拡散係数の圧力依存の可能性が指摘されている。それに対して本論文では、マッハツエンダー可視化法により気体の溶解が対流を発生させることを見出した後、圧力一定の下で気体が油に溶け込むときの微小な気体量変化を、U字管とレーザヘテロダイン干渉法を組み合わせる装置を新たに開発し、二酸化炭素についても精度の高い拡散係数の測定を行っている。また同じ装置を使って、ゴムに対する気体の飽和溶解度、拡散を測定し、ゴムの気体透過が油に対する気体の溶解と同様な拡散理論に従うことを明らかにするとともに、気体-ゴムの拡散係数を求めることに成功している。さらに脈動吸収用の気泡含有ゴムが油の中で加圧された場合の気体消失を、半導体レーザとPSDを組み合わせた液面計によって測定し、気泡含有ゴムの耐久性能評価方法を確立している。

以上のように本論文は、油圧工学の分野で基礎的かつ重要な、油と気体、油とゴムと気体の間の拡散問題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。