

Numerical Simulations and Pressure Measurements of the Flow of an Oily Control Valve for Decreasing its Operating Noise

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-12-11 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: Okajima, Atsushi メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24517/00049367

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.



1995

21

油圧制御弁の騒音低減化のための
弁内圧力変動測定と
流動数値シミュレーション

(研究課題番号 05650161)

平成 7 年度科学的研究費補助金(一般研究C)

研究成果報告書

平成 8 年 3 月

研究代表者 岡 島 厚

(金沢大学 大学院 自然科学研究科 教授)

平成 7 年度科学研究費補助金（一般研究（C）） 研究成果報告書

研究課題番号：05650161

研究課題：油圧制御弁の騒音低減化のための弁内圧力変動測定と
流動数値シミュレーション

はしがき

産業機械の自動化の普及と高速化にともなって、油圧装置、油圧機器の高圧化、高速化が急激に進み、その低騒音化が強く要求されている。本研究では、油圧装置の中でも代表的騒音発生源である油圧制御弁などの低騒音化を行うために、まず、ポペット弁、スプール弁などの油圧機器内の油の流動情況を数値シミュレーションおよび圧力変動と軸流体力の測定、可視化実験、騒音実験によって解明し、発生する騒音との相関性を明確化した。そして内部流動が極めて複雑で種類も多い油圧機器内の流路設計における低騒音化のための有益な資料を得た。

特に、スプール弁においては、軸流体力の低減が高速化・低騒音化に大きく影響し、最も効果的であるので、本研究では、軸力変動の発生機構を解明して、騒音低減化の方法を探った。そこで、まず、スプール弁などが開閉運動する場合を含め、各種の弁内部における油の流動を数値シミュレーションする方法を確立した。さらに、圧力変動と軸流体力の測定、可視化実験、騒音実験などの実験を行い、本数値シミュレーション法の検証を行い、また騒音と流れパターンとの強い相関性を見出した。

以上、本研究は、油圧制御弁の騒音低減化のための基礎的な研究を行ったものであり、平成 5、6、7 年度科学研究費補助金（一般研究 C）の援助を受けた。

研究組織

研究代表者：岡島 厚（金沢大学 大学院 自然科学研究科 教授）

研究分担者：上野 久儀（金沢大学 工学部 助教授）

木綿 隆弘（金沢大学 工学部 助手）



8000-45012-7

金沢大学附属図書館

研究経費

平成 5 年度	1,600 千円
平成 6 年度	600 千円
平成 7 年度	300 千円
計	2,500 千円

研究発表

(1) 学会誌など

- 1) Ueno,H., Okajima,A. and Muromiya,Y., "Visualization of cavitating flow and numerical simulation of flow in a poppet valve," Proceedings of the 2nd JHPS International Symposium on Fluid Power, (1993年9月), pp.385-390.
- 2) Okajima,A., Nishi,T. and Kannon,T., "Numerical and Experimental Studies on Flows Through an Expansion Valve and a Sudden-Expansion Pipe," Proceedings of the 3rd JSME-KSME Fluids Engineering Conference (1994年6月), pp.692-696.

(2) 口頭発表

- 1) 室宮康成、上野久儀、岡島 厚、「スプール弁内の流れと流体力」、日本機械学会 北陸信越支部第31期総会講演会講演論文集（1994年3月）（富山）
- 2) 上野久儀、大路芳弘、室宮康成、田中弘義、「スプール弁内の流れと流体力」、日本油空圧学会 平成6年秋季油空圧講演会講演論文集（1994年6月）（米沢）
- 3) 大路芳弘、上野久儀、岡島 厚、董 曜林、「スプール弁内流れの数値シミュレーション」、日本油空圧学会 平成7年秋季油空圧講演会講演論文集（1995年11月）（奈良）

研究成果

目 次

第1章 総括

第2章 ポペット弁内の流動数値シミュレーションと流れの可視化

第3章 ポペット型膨張弁内の流動数値シミュレーションと流れの可視化

第4章 スプール弁内流動数値シミュレーションと流体力

第1章 総 括

産業機械の自動化の普及と高速化にともなって、油圧装置、油圧機器の高圧化、高速化が急激に進み、その低騒音化が強く要求されている。本研究は、油圧装置の中でも代表的騒音発生源である油圧制御弁などの低騒音化を行うために、まず、ポペット弁、スプール弁などの油圧機器内の油の流動情況を数値シミュレーションおよび圧力変動測定、可視化実験、騒音実験によって解明し、発生する騒音との間の相関性を明確にする。すなわち、各種の油圧制御弁の低騒音化に対し、油の流動パターンから見た最適な弁設計のための指針を得ようとするものである。

まず、第2章では、ポペット形弁に関する数値シミュレーションおよび可視化観察結果そして騒音実験結果について報告する。4種類の弁形状についてレイノルズ数、約 10^3 で数値シミュレーション及び騒音試験を行い、流動パターンと騒音試験結果と良い一致を見出した。両者の結果から、騒音の主因はキャビテーションによって生じ、騒音強さはポペット及びスリープの形状に強く依存して変化することを明らかにした。また、大きい弁室形状はキャビテーション抑制に役立ち、さらに2段絞りは周期的な渦発生を抑制することによって圧力変動の減少に効果的であることを見出した。

ポペット型膨張弁の場合（第3章）、頂部が切り落とされたポペット弁によって縮流流れが形成される。この場合、種々な弁開度において、層流および乱流（ $k-\varepsilon$ 法）の場合につき、数値シミュレーションを行った。層流では、ポペット弁下流の中心軸に沿つて強い渦列の放出が見られ、圧力変動も大きくなる。一方、 $k-\varepsilon$ 法よれば、ポペット頂部から剥離したジェットは弁室壁に再付着する結果、ポペット直後に再循環領域が現れ、弁室圧力変動も小さくなる。これらの結果は可視化実験とも比較され、良い対応を得た。

次に、第4章において、スプール弁の場合について報告した。種々な弁形状における流れの数値流動シミュレーションを行い、各弁開度における静的な特性、そして弁が開閉運動する時の流れパターン、軸力およびジェットの流入出角度の変動などの動的な特性を明らかにした。静的な特性としては、弁の流入方向の正逆によって流動パターン（再循環領域の大きさ）が変化し、ジェット流入出角度が異なり、流体力の大きさが異なることを見いだした。さらに、弁ポートのラップ量管理のため一般に弁ポート端には中ぐり加工が施されているが、この加工深さの軸力や流れ挙動に及ぼす影響を明らかにした。さらに動的な特性として、弁体が開閉運動する際の非定常流動パターン、流体力変動を計算し、弁角部から生成する渦と高周波の流体力の変動成分との対応を明らかにした。実験では、実物弁と半割モデル弁模型を用い、数種の弁開度に対する軸力をロードセルで測定し、数値計算結果と比較した結果、良い一致を見た。半割モデルによる流れの可視化や騒音測定も行い、実験結果と比較して、シミュレーション結果は定量的にもかなり良い結果を得、数値シミュレーションは層流、軸対称流れを仮定しているが、

ポペット弁やスプール弁の弁開閉運動する場合の弁内の油の流動シミュレーションにも十分適用でき得る数値シミュレーション法を確立した。

以上、「油圧制御弁の騒音低減化のための弁内圧力変動測定と流動数値シミュレーションの研究」として、数値シミュレーション、可視化実験、圧力変動と軸流体力測定実験、さらに騒音実験を行った。そして、それらの実験結果と数値シミュレーション結果の比較、検討の結果、両者の良い一致を得たことにより、スプール弁などが開閉運動する場合の弁内部における油の流動を数値シミュレーションする方法を確立した。

次に、その数値シミュレーション結果、流れのパターンの可視化観察、そして圧力変動と軸流体力測定結果の良い一致、さらに騒音実験結果とが極めて良い対応を見出した。

これらの主な研究成果は、関連学会において5編の発表論文として報告した。