

# フルードパワーサイエンス

○風間 俊治\*

## Fluid Power Science

Toshiharu KAZAMA\*

Mechanical Systems Design Laboratory at Muroran Institute of Technology is a research laboratory in Hokkaido, Japan, involved in fluid power systems and components. To improve further reliability and performance of the systems, there is a need to overcome the complex problems and to understand the fundamental phenomena. We, therefore, name 'Fluid Power Science' and tackle on doing the science, especially relating to tribology of hydraulic pumps, motors, cylinders, and valves, optimal design of bearings, and mechanism of erosion caused by cavitating jets for oil- and water-hydraulics.

**Key Words :** Tribology, Oil/Water-hydraulics, Cavitation erosion, Bearing/Sealing parts, Equipment

### 1. はじめに

北海道内でフルードパワーを専門とする唯一の教育研究機関として、フルードパワーシステムおよびコンポーネントの信頼性や性能を強く支配する「トライボロジー」と「キャビテーション」について、「水道水」と「作動油」の両者から焦点を当てたテーマに取り組んでいる。

### 2. 「フルードパワーサイエンス」

フルードパワーは、動力の伝達に流体を用いる工学・技術分野であることは論を俟たない。油圧の特長は、動力密度が高く、応答速度が高く、無段変速域が広いことにある。空気圧の特長は、自動化への容易な適用、防爆性、緩衝性などである。更なる信頼性や性能の向上には、トライボロジーやキャビテーションなどに係わる課題を克服する必要がある。現象の本質を科学し、その結果を統合し、新たなフルードパワーシステムを創出する学問分野を「フルードパワーサイエンス（油空圧科学）」と名づけ、液体物性や表面性状などにも注目して、それらに関する基盤的研究を推し進めている。

### 3. 熱混合潤滑モデル

「高品位化」「高動力密度化」「高効率化」「低騒音化」「水圧対応」等を図るためには、「トライボロジー」がキーテクノロジーとなる。表面粗さの干渉や接触、

作動液体の物性値変化、摺動部の発熱、部材の弾性変形の考察や影響の評価などをはじめ、従来の取扱いを超えたモデルの構築を手掛けている。

### 4. 油圧ポンプ性能試験

液圧ポンプ・モータには、一層の環境負荷の低減や安全性の向上が求められている。高品位ポンプ・モータの開発に資する最適設計指針を提示することを目指して、ピストンポンプ、ベーンポンプ、歯車ポンプの摺動部温度や諸性能を計測して、実験的なアプローチを行っている。

### 5. ピストンポンプ・モータ用スリッパ

斜板式油圧ピストンポンプ・モータの一層の高品位化ならびに高付加価値化を目指して、スリッパ・斜板間に着目して、数理モデリングならびに数値解析に取り組んでいる。また、そのトライボロジー特性を実機作動条件にて把握できる試験機を試作し、スリッパの姿勢や温度分布の高精度計測に挑んでいる。

### 6. 噴流キャビテーション壊食

キャビテーションおよびキャビテーション壊食は、液圧機器の信頼性や性能を著しく低下させる。とりわけ、高圧化や水圧化では、最重要課題のひとつとなる。液圧機器内部に生じる壊食は、キャビテーション噴流の衝突に基づく。そこで、噴流衝突式試験装置を用いた実験や簡易的な可視化計測を通して、液体の種類にも着目しつつ、現象の解明と抑制法の提案を目指している。

---

\* 室蘭工業大学大学院 もの創造系領域  
(〒050 - 8585 北海道室蘭市水元町 27-1)  
(E-mail: kazama@mmm.muroran-it.ac.jp)  
\* Muroran Institute of Technology

## 最近の主な論文（抜粋）

- 1) 風間, 鈴木, 鈴木, 成田, 桜井: 斜板式アキシアルピストンモータに用いられるスリッパのしゅう動部温度とすきま形状の同時計測, 日本フルードパワーシステム学会論文集, **45-2**, 22/28 (2014)
- 2) 風間: 油圧ベーンポンプの熱潤滑実験に関する一考察, C28, 第 13 回「運動と振動の制御」シンポジウム USB 論文集, No.13-18 (2013)
- 3) 風間: 感圧フィルムを利用した噴流キャビテーション壊食の簡易予測手法の検討, 日本設計工学会北海道支部 2012 年度研究発表講演会講演論文集, 3/4 (2013)
- 4) 風間, 齋藤, 成田, 花島: 粘度制御式ジャーナル軸受の開発 (検証実験と数値計算との比較), トライボロジー会議 2013 春 東京 USB 予稿集, D11 (2013)
- 5) 風間, 秋山, 熊谷, 成田: 噴流衝突式によるキャビテーション壊食に関する研究 (噴流衝突面のねじ形状ならびに傾斜角度の影響), 平成 25 年春季フルードパワーシステム講演会講演論文集, 34/36 (2013)

---

## What's FPSci?

Fluid power is a term describing engineering and technology by using a fluid (liquid or gas) to transmit power. To improve further reliability and performance, there is a need to overcome the problems relating to tribology and cavitation and to understand the fundamental phenomena. We, therefore, name 'Fluid Power Science' and tackle on doing the science, unifying the results, and creating novel fluid power systems.

## Mixed THL

Tribology is the key technology of the next generation pumps and motors in terms of high quality, high efficiency, high power density, noise reduction, and tap-water use. A modified lubrication model has been developed, which includes effects of roughness interaction, surface contact, lubricant properties, heat generation, and elastic deformation.

## Pump Test

According to salient issues included in the Kyoto Protocol, reduction in the environmental burden imposed

by fluid power components has become very important. To construct the optimum design, thermal effects on lubrication have been investigated experimentally by measuring tribological parts' temperatures and pump performance of piston, vane, and gear types.

## Piston Slipper

To improve reliability and performance of swashplate axial piston pumps and motors, bearing/sealing parts between the a slipper and a swashplate have been studied. Theoretical modeling and numerical calculation have been pursued. An in-house test rig was built. The slipper attitude and temperature distributions are tried to be measured under actual operating conditions.

## Jet Cavitation

Cavitating jets in hydraulic components, especially for high pressurization and with tap-water, cause serious problems such as erosion. Based on jet cavitation erosion test and simple visualization technique, the mechanisms of erosion have been investigated and the methods to reduce erosion have been proposed, including the effects of liquid types.

## Recent Papers (Selected)

- 1) Kazama, T., Kumagai, K., Osafune, Y., Narita, Y., and Ryu, S.: Effects of Oblique Surfaces with Grooves on Erosion by Cavitating Oil Jet, Proc. FLUCOME2013, OS1-03-4, USB (2013)
- 2) Kazama, T. and Narita, Y.: Numerical Simulation of a Slipper Model for Swash Plate Type Axial Piston Pumps and Motors: Effects of Concave and Convex Surface Geometry, International Journal of Automation Technology, **6-4**, 434/439 (2012)
- 3) Kazama, T., Kumagai, K., and Narita, Y.: Effect of Nozzle Outlet Geometry and Impinged Surface Geometry on Erosion Caused by Cavitating Jets for Hydraulic Equipment, Chiang Mai University Journal of Natural Sciences, **10-1**, 91/101 (2011)
- 4) Kazama, T., Sasaki, H., and Narita, Y.: Simultaneous Temperature Measurements of Bearing and Seal Parts of A Swash Plate Type Axial Piston Pump — Effects of Piston Clearance and Fluid Property, Journal of Mechanical Science and Technology, **24**, 203/206 (2010)