

資 料

油圧機器のトライボロジーなど基盤技術に関する研究委員会*

西海 孝夫**

* 平成 28 年 5 月 11 日原稿受付

** 防衛大学校システム工学群機械システム工学科，〒239-8686 横須賀市走水 1-10-20

1. はじめに

トライボロジーは、機器要素の性能向上を図るため欠かすことができない研究分野である。本学会では 1988 年に油空圧に関するトライボロジー研究委員会が設立され、数度の会期延長を経ながら、多くの研究・技術者にとって有意義な意見交換がなされてきた。今年度より、過去のトライボロジー研究委員会の流れを大切にしつつ、とくに油圧機器や油圧作動油関連に特化し深く掘り下げた内容を議論するために新たな委員会を設立した。油圧機器（ポンプ、バルブ、アクチュエータなど）には、たとえば圧力脈動やキャビテーションの問題など低騒音・低振動化への課題が多く残されている状況である。以上を鑑み、委員会名称を「油圧機器のトライボロジーなど基盤技術に関する研究委員会」と改名した。本委員会は、とくに油圧関連企業での若手技術者の相互交流を盛んにさせ、話題提供や工場見学などを実施しながらトライボロジーなど油圧の基盤技術を伝承および進展するための場を提供したい。

2. 研究委員会の活動状況

本研究委員会は、表 1 に示すとおり 25 名の委員で構成されている。昨年度の活動状況は以下のとおりである。

(1) 第 1 回研究委員会

日時：2015 年 7 月 10 日（金）13：40～17：00，場所：三菱電線工業㈱箕島製作所，出席者：13 名

(a) 工場見学 三菱電線工業㈱箕島製作所（写真 1）

- 工場見学に先立ち箕島製作所の概要説明が竹内英雄委員よりあった。本製作所ではシールの製造を行っており、油圧機器で使用される O-リングのようなゴム製シールのみならずメタル製や樹脂製など用途に応じたシールが生産されている。製作所の説明に引き続き、実物のシールの展示物を用いて油空圧用、航空・宇宙用、自動車関連用、半導体関連用など多種多様なシール製品の説明があり、製品を手にしながらか活発な質疑応答があった。その後、2つのグループに分かれ箕島製作所の工場見学を実施した。ゴムベースと補強材の配合では、ミキシングロールと呼ばれる金属の丸棒にゴムを巻付け、伸ばしながら捩じりも加えて材料を練り合わせる事が特徴とのことであった。O-リングの製造では色々なサイズのプレス機械が揃っており、特に直径が 1m を超える巨大なサイズのプレスが目を引いた。仕上げではすべてのシールを検査員が丹念に品質をチェックしており、O-リング 1 個でも非常に丁寧に生産されていることを実感した。

(b) 話題提供者：池原潤一郎氏，東吉夫氏（三菱電線工業）

- 題目：シールの構成材料と設計
- 概要：まず、ゴムの基礎についての説明があった。もともと塑性変形しにくい生ゴムに加硫と呼ばれる変化工程を行うことで、シール機能に必要な弾性変形を有するゴムになる過程について説明があった。これらゴムの特性は化合物の配合によって変わり、ここでは代表的な 6 種類のゴムについてそれぞれの特徴や用途が解説された。また、ゴム材料に要求される特性を評価するための試験方法についての紹介があった。つぎに、シールの設計に関して以下の 5 項目に関する基礎的な解説がなされた。
 1. シールの歴史，
 2. 油圧と空気圧のシールの特性の違い，
 3. 油圧・空気圧シリンダーパッキンの紹介，
 4. 設計に重要なシールの特性（溝，表面粗さと漏れ，つぶし，はみ出し，引き伸ばしなど），

5. 金型の概略設計.

(2) 第2回研究委員会

- ・ 日時：2015年11月6日（金）13：30～17：00，場所：JX 日鉱日石エネルギー(株)本社ビル，出席者：15名

(a) 話題提供：平山朋子委員（同志社大学）

- ・ 題目：表面テクスチャおよび境界潤滑層の形成による摺動摩擦の低減
- ・ 概要：表面テクスチャおよび境界潤滑層の形成に着目し，それらによる摩擦低減メカニズムに関する発表がなされた．表面テクスチャに関しては，とくに，ナノテクスチャリングの形成が流体潤滑下および弾性流体潤滑下における油膜形成に及ぼす影響に焦点を当て，負荷容量の増大およびさらなる厚膜化を招く最適テクスチャリング形状やその創成法，メカニズムについて紹介がなされた．境界潤滑層の形成に関しては，特に添加剤による表面吸着層の形成に焦点を当て，近年の分析技術の発展とその応用による固液界面の直接観察事例をいくつか挙げるとともに，表面吸着層の形成が境界潤滑下および流体潤滑下における摺動特性に及ぼす影響について，近年の研究動向も交えての概説があった．

(b) 話題提供者：鈴木健太委員（日立製作所）

- ・ 題目：斜板式ピストンポンプ・モータのスリッパにおける機構と油膜の連成解析
- ・ 概要：油圧を用いた回転駆動システムは，比較的小型の機器で大きな力を発揮でき，力，速度，位置などを正確かつ高い応答速度で制御可能である．この特徴から，機械装置の高出力化や小型化等が期待できるため，建設機械や工作機械，自動車などに広く用いられている．この話題提供では，主に建設機械等に広く使用される斜板式油圧ピストンポンプ・モータを対象として紹介がなされた．複数あるしゅう動部の中で特に高負荷を受けるスリッパは，信頼性確保のため静圧軸受とするのが一般的である．この挙動の予測は，機器の高効率化や信頼性向上の観点から重要であるが，その機構のみならず，スリッパが接する斜板との間の油膜を考慮する必要がある．そこで，別途実施したスリッパの要素試験を模擬した機構解析を実施し，斜板との間の油膜反力を考慮することで，運転中のスリッパと斜板の隙間が試験結果とよく一致するとの解説があった．

(3) 第3回研究委員会

- ・ 日時：2016年3月16日（水）14：00～17：00，場所：機械振興会館 B3-3，出席者：19名

(a) 話題提供者：田中嘉津彦委員（福井工業高等専門学校）

- ・ 題目：斜板式ピストンポンプの球面弁板における混合潤滑解析
- ・ 概要：航空機や産業機械等の圧力源として用いられている斜板式ピストンポンプにおけるロータと，作動油の切替え要素である弁板間における潤滑特性は，機器の効率や寿命にも大きな影響を及ぼす．ここでは，吸込み性や耐コンタミナント性に対して優位であるといわれている球面弁板を対象にして，機器の運転条件，球面半径と球面半径すきまに注目し，ロータの運動挙動と連成させたロータと球面弁板間摺動部の混合潤滑解析結果を示し，球面弁板の設計仕様による潤滑特性への影響を紹介した．すなわち，(1)潤滑特性を評価するための新しいパラメータを提案し，(2)ロータと球面弁板間の潤滑特性は，同摺動部における摩擦トルクが支配的であることを示すとともに，(3)ポンプの高圧化・高速化に際しては，球面半径と球面半径すきまが大きい方が有利であることを示した．さらに補足として，球面と平面の各弁板における潤滑特性の比較例が説明された．

(b) 話題提供者：古賀和矢氏（東京計器）

- ・ 題目：油圧モータの定速制御
- ・ 概要：概要：航空機の非常用油圧駆動発電機の駆動源である可変容量型油圧モータの定速制御を例に，状態方程式を使った Excel による簡易シミュレーションを紹介した．Easy5，MATLAB/Simulink 等，高度なシミュレーションツールがあるが，とくに若いエンジニアが自身で運動方程式を構築し，特性解析を行うことで，理論を容易に理解できるシミュレーション法である．この簡易シミュレーション

の特徴は、運動方程式を状態方程式に変換してシミュレーションを行うことで、各状態変数の時間的挙動を把握でき、特性に問題がある場合には設計諸元の見直しにフィードバックできることにある。また、油圧系に必ず存在するオリフィス流れの非線形性を状態方程式から切り離し、線形化近似せずに直接平方根を計算できるように工夫している旨の解説があった。

3. おわりに

今後の研究委員会活動を活性化するために、会員・非会員を問わず油圧技術の将来を担う若手の技術・研究者の積極的な参加をお願いしたい。本年度も3~4回の委員会を開催し、最前線で活躍する委員・講師の方々からの豊富な話題提供や油圧関連技術の工場見学を予定している。本研究委員会にご興味のある方は筆者までお気軽にメールにてお問合せいただければ幸いである。

最後に、話題提供のために委員会での講演や概要の原稿執筆にご協力いただいた委員および講師の方々、またご多用のところ快く工場見学をお引受頂いた三菱電線工業㈱の関係各位にこの場をお借りして御礼申し上げます。

著者紹介



にしうみ たかお
西海 孝夫君

1976年青山学院大学工学部機械工学科卒業，1979年成蹊大学大学院工学研究科博士前期課程機械工学専攻修了，1983年成蹊大学助手，1992年防衛大学校助手などを経て，現在同教授，油圧に関する研究に従事，日本フルードパワーシステム学会，日本機械学会，計測自動制御学会の会員，博士（工学）

E-mail:nishiumi@nda.ac.jp



写真1 三菱電線工業㈱箕島製作所での工場見学風景

表1 油圧機器のトライボロジーなど基盤技術に関する研究委員会（順不同）

	氏 名	所 属
委員長	西海 孝夫	防衛大学校
幹事	一柳 隆義	防衛大学校
幹事	置塩 直史	JX 日鉱日石エネルギー(株)
委員	青木 慎治	出光興産(株)
委員	大塚 正和	潤滑油協会
委員	大橋 彰	日本フルードパワー工業会
委員	押見 真宏	ボッシュ・レックスロス(株)
委員	風間 俊治	室蘭工業大学
委員	黒川 道夫	イートン(株)技術部
委員	小曾戸 博	コソド油圧ポンプ設計事務所
委員	後藤 正宏	川崎重工業(株)
委員	鈴木 一成	KYB(株)
委員	鈴木 隆司	(株)オーパスシステム
委員	竹内 英雄	三菱電線工業(株)
委員	田中 嘉津彦	福井工業高等専門学校
委員	田中 真二	東京工業大学
委員	高辻 和正	(株)タカコ
委員	櫻井 茂行	日立建機(株)
委員	林 明宏	油研工業(株)

委員	平山 朋子	同志社大学
委員	鈴木 健太	(株)日立製作所
委員	諸橋 博	東京計器 (株)
委員	西山 遼	住友精密工業(株)
委員	菊池 雅夫	東京工業大学
委員	小村 隆輔	(株)コマツ