

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 29 年 7 月 4 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

本研究委員会は、平成 27 年 4 月に設置され、油圧機器のトライボロジーなど基盤技術を研究対象とし 2 年間の活動をしてきた。年に 3 回ほどの会議をもち、その中で話題提供や工場見学などを実施しながら、若手とベテランの油圧技術者の交流を図っている。

2. 研究委員会の活動状況

本委員会は、表 1 に示すとおり 26 名の委員で構成されている。平成 28 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：2016 年 7 月 15 日（金）13：30～16：30、場所：大生工業(株)宇都宮工場、出席者：16 名

(a) 工場見学 大生工業(株)宇都宮工場（写真 1）

- ・ 工場見学に先立ち、飯野工場長から大生工業の会社概要や宇都宮工場で製造している製品の紹介があり、同工場における TPS（トヨタ生産方式）の検討内容や成果について説明があった。また、大木営業部長からは、オイルフィルタやオイルクーラの構造や分類機能、性能評価などの技術に関する説明があった。工場見学では、2つのグループに分かれて、製造現場と R&D センターを見学した。製造現場では、オイルフィルタやオイルクーラの組立作業や溶接作業を見学した。組立作業は、手作業と機械を用いた自動化が融合されていた。R&D センターの見学では、油圧ベンチスタンドやマルチパステスト、オイル分析の試験装置を見学し、評価方法や試験の意義について説明を受けた。また、同社で開発したファインバブル発生器の紹介もあった。

(b) 話題提供者：中瀬拓也氏（KYB(株)）

- ・ 題目：プラズマ電解酸化処理(PEO)によるアルミニウム
- ・ 概要：合金の耐摩耗性向上について話題提供があった。環境対応型油圧機器の開発する上で、軽量化および環境にやさしい作動油を用いることが考えられるが、軽量のアルミニウム合金摺動部材を環境対応型作動油で潤滑させると腐食摩耗等の問題が起こる可能性がある。そこで、同氏の研究ではアルミニウム合金表面処理の一つであるプラズマ電解酸化（PEO）処理に着目し、耐摩耗性の向上を狙った。まずアルミニウム合金母材の影響により PEO 皮膜特性が変わることが考えられるため、3種類の Al-Si 合金（1%Si, 12%Si, 15%Si）に成膜した PEO 皮膜のポリ α オレフィン（PAO）潤滑下の摩擦摩耗特性を調べた結果、今回の条件においては 12%Si にて最も低摩擦・低摩耗が得られた。さらに、生分解性および低毒性を達成することでエコラベルを付与できるポテンシャルを持つ環境対応型作動油基油中の PEO 皮膜の摩擦摩耗特性について調査した結果、ポリグリコールやエステルは PAO より優れたトライボロジー特性が得られた。

(2) 第 2 回研究委員会

- ・ 日時：2016 年 11 月 18 日（金）14：00～17：00、場所：JX エネルギー(株)JX ビル 319 室、出席者：15 名

(a) 話題提供者：中川修一氏（ヤンマー(株)）

- ・ 題目：定常運転時に経時変化する管路内圧力脈動の特性
- ・ 概要：作業用車両の流体システムから生じる騒音について話題提供があった。とくに、油圧管路を介して車両の広範囲で騒音源となり得る圧力脈動が運転時間とともに変化する現象について種々の考察をもとに解説された。圧力脈動を決定する要因としては、作動油の物性値と油中の音速が知られているが、まず、油圧システムの運転状態と油中音速の関係性について調べた結果が示された。ついで、定常運転時における運転状態の変化を考慮した圧力脈動の数学モデルの説明があり、このモデルをもとに油温変化時の圧力脈動の挙動について考察した結果が述べられた。

(b) 話題提供者：青木慎治委員（出光興産㈱）

- ・ 題目：高剛性作動油の特性
- ・ 概要：高い体積弾性係数を有し、圧縮エネルギー損失の低減が期待される高剛性油圧作動油について話題提供があった。高剛性作動油は、分子間の隙間を小さくし、油の体積収縮余地を狭めるよう分子設計されている。高剛性作動油の圧力応答性を評価した結果、鉱物油系作動油に比べて時定数で18%速い応答性が確認された。また、The Center for Compact and Efficient Fluid Power (CCEFP)のプロジェクトで効率評価したところ、鉱物油系作動油に比べて約20%漏れ流量の低減が確認され、容積効率向上に貢献できると考えられる。高剛性作動油のその他の特長として、ガス溶解度が小さいことや、油温上昇が小さいことが挙げられ、ポンプ試験による酸化安定性や耐摩耗性については鉱物油系作動油同等以上の性能を示した。

(3) 第3回研究委員会

- ・ 日時：2017年3月3日（金）14：00～17：00，場所：機械振興会館 6-62 室，出席者：18 名

(a) 話題提供者：熊谷賢人氏（日立建機㈱）

- ・ 題目：建設機械におけるキャビテーションの諸問題
- ・ 概要：大流量高圧力の厳しい流れ条件で稼働する油圧式建設機械は、油圧機器内部の絞りで生じるキャビテーションによって様々な問題が生じる。ここでは、キャビテーションに起因する問題を10種に大別し、そのうち、エロージョン、振動、流量損失増加に関して具体的な事例を取り上げ、その傾向、対策、予測方法などについて報告があった。すなわち、①エロージョン：絞りで生じたキャビテーション噴流が衝突する部位で生じるエロージョンに対して、噴流衝突部近傍形状および噴流発生部近傍の形状を工夫することでエロージョンの低減を図ることが可能である。さらに、それらの形状を組合せることで各形状効果の掛け合わせでエロージョン低減効果を得ることができる。②振動：ポペット式の圧力制御弁の振動特性がキャビテーションの有無によって大きく変化し、その特性は作動油の気泡体積混入率を考慮することによって1次元数値シミュレーションで再現できる。③流量損失増加：スプール弁のノッチ部の流れにおいて、同圧力差条件であってもキャビテーションの有無によって流量が流れ難くなる現象を実験的に計測し、CFDシミュレーションで気泡モデルを考慮することによって解析でも流量損失の増加現象を再現することができる。

(b) 話題提供者：森下亨氏（ボッシュ・レックスロス㈱）

- ・ 題目：油圧機械式無段変速機

油圧機械式無段変速機（Hydro-mechanical Variable Transmission :HVT）は、機械式変速機と静油圧式無段変速機（HST: Hydro-Static Transmission）の特長を兼ね合わせたテクノロジーである。低車速域ではHSTの特長である高い牽引力と高い応答性を発揮し、車速が上がると機械式変速がメインとなってエンジン出力を伝達させて、牽引力を無段階に生み出しスムーズな加速が可能となる。最高速域では全体の動力伝達が機械式変速となり高い効率を生み出す。これらの特長は後進時にも適用される。アプリケーションとしてはホイールローダ、グレーダー、フォークリフトなど様々な建設機械に適用可能である。以上のことからHVTの利点としては、①燃料消費量の削減、②必要に応じた牽引力、加速、最高速による生産性の向上、③油圧ブレーキや後進切替によってブレーキの摩耗が減少し、サービスコストの低減が可能となる。以上によりHVTシステムは、高い生産性を生み出すと共に環境

に考慮した省エネシステムを建設機械に提供可能である旨の説明があった。

3. おわりに

本委員会は、昨年度末で終了予定であったが、更なる技術課題に対して議論や知見を深めるため、委員全員での合議のもと学会に1年間の延長を申請した。今年度も委員諸氏にとって有益な委員会となることを祈っている。

最後に、話題提供のために委員会での講演や概要執筆にご協力頂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大生工業(株)の関係各位にこの場をお借りして御礼申し上げます。



写真1 大生工業(株)宇都宮工場での見学風景

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 機械システム工学科 教授
幹事	一柳 隆義	防衛大学校 機械システム工学科 准教授
幹事	置塩 直史	JXTG エネルギー(株) 中央技術研究所 潤滑油研究所 工業用潤滑油グループ
委員	井上 翔太	出光興産(株) 営業研究所 設備油グループ
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) ポンプモータ技術部 ポンプモータ 1 課
委員	風間 俊治	室蘭工業大学大学院 もの創造系領域 教授
委員	黒川 道夫	イートン(株)技術部 グループリーダー
委員	小曾戸 博	コソド油圧ポンプ設計事務所 所長
委員	伊藤 宙	川崎重工業(株) 精密機械カンパニー
委員	小川 睦	K Y B(株) 技術本部 基盤技術研究所 要素技術研究室
委員	鈴木 隆司	(株)オーパスシステム 気泡除去技術研究所 所長
委員	竹内 英雄	三菱電線工業(株) シール事業本部 副本部長 兼 営業部長
委員	田中 嘉津彦	福井工業高等専門学校 機械工学科 教授
委員	田中 真二	東京工業大学大学院 理工学研究科 機械物理工学専攻 機械システム学講座 特任准教授
委員	高辻 和正	(株)タカコ 開発部
委員	富松 幸亮	日本ルーブリゾール(株) 工業油潤滑油添加剤 テクニカルサービスマネージャー
委員	桜井 茂行	日立建機(株) 研究・開発本部 先行開発センタ 主任技師
委員	林 明宏	油研工業(株) 研究開発部
委員	平山 朋子	同志社大学 理工学部エネルギー機械工学科 教授
委員	鈴木 健太	(株)日立製作所 研究開発グループ 信頼性科学研究部 機械 S 2 ユニット
委員	諸橋 博	東京計器(株) 第 2 制御事業部 油空圧事業 油空圧技術部 課長
委員	西山 遼	住友精密工業(株) 航空宇宙油機事業室 技術グループ
委員	菊池 雅夫	東京工業大学大学院理工学研究科 機械物理工学専攻 機械システム学講座 特任教授 (コマツ開発部所属)
委員	小村 隆輔	(株)コマツ 開発本部 材料技術センタ 主任研究員

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, 日本機械学会の会員, 博士(工学)

E-mail: nishiumi@nda.ac.jp