

展 望

平成 26 年度の油圧分野の研究活動の動向*

桜井 康雄**

* 平成 27 年 5 月 21 日原稿受付

**足利工業大学工学部，〒326-8558 栃木県足利市大前町 268-1

1. はじめに

本稿では，平成 26 年度の油圧分野における国内の研究動向について，2014 年 4 月から 2015 年 3 月に刊行された国内の学術誌「日本フルードパワーシステム学会論文集」，「日本フルードパワーシステム学会春季講演論文集」，「日本機械学会論文集」を調べ報告する．なお，平成 26 年度は第 9 回国際シンポジウムが松江で開催された年である．ここでは多くの油圧に関連する講演が行われた．この内容については学会誌の特集号¹⁾をご覧ください．また，本国際シンポジウムが行われた関係上，2014 年日本フルードパワーシステム秋季講演会は開催されていない．

2. 研究内容概要

2. 1 日本フルードパワーシステム学会論文集

2014 年度の標記論文集には 14 編の論文が掲載されており，油圧関連の論文は 8 編であった．芦ら²⁾は N 圧ハイブリッドシステム油圧源のコンパクト化を目的とした図 1 に示したアクティブチャージャキュムレータを提案しその油圧源を弁制御サーボシステムに適用した結果について示した．風間ら³⁾はピストンモータの性能向上を目標として試作したスリッパ・斜板間のトライボロジー特性評価試験機を用いて，実機と同レベルの定常作動条件下において，しゅう動部のすきまとパッド部の温度の同時測定を実施した結果を報告した．Ali ら⁴⁾は振動式粘度計において，粘度計測部の測定対象液体の不均一な温度分布が測定された液体の粘度に対する影響について実験とシミュレーションにより明らかにした結果を報告している．桑野⁵⁾は図 2 に示した熱延ダウンコイラのラッパーロールに状態量フィードバックを適用した際の対象とした機器固有の問題を明らかにするとともに，それを解決する制御手法を提案しその有効性を確認した結果を報告している．INAGUMA⁶⁾はベーンポンプのベーンの摩擦特性を種々の条件下で実験的に調べた結果を示すとともに摩擦特性がシミュレート可能な数学モデルを提案している．桑野は⁷⁾第 2 報⁵⁾で提案した新 Posicast 法を実装するために必要となるサンプリング周波数とゲインの決定方法を提案しその有効性をシミュレーションと実機で検証した結果について報告している．坂間ら⁸⁾は作動油中の気泡を提案した気泡除去装置（図 3 参照）により効率よく除去するため，流れの可視化実験と数値解析により，気泡除去装置の流出口径と放気口径の両者の関係が気泡除去性能におよぼす影響を明らかにするとともにそれらの簡便な決定手法を提案しその妥当性を検証した結果を報告している．熊谷ら⁹⁾は流体力や配管の影響を考慮に入れるのみでは予測困難であったポペット弁の振動現象について，可視化実験とキャビテーションの影響を考慮した数値シミュレーションにより検討した結果について述べている．

2. 2 平成 26 年春季フルードパワーシステム講演会講演論文集

春季フルードパワーシステム講演会においては 17 件の講演が行われており，17 件中 8 件がシステム関連，9 件が要素技術関連の研究である．なお，油圧技術関連研究の中には 3 件のトライボロジー関連の研究が含まれている．山崎ら¹⁰⁾はピストン本数 9 本のピストンポンプと単一管路で構成される油圧システムの統計的エネルギー解析法を適用し騒音の寄与度を算出しその手法の妥当性を示している．酒井¹¹⁾は 1 自由度の油圧シリンダ系の応答を向上させる高速計算法を提案しその有効性を数値シミュレーションで検証した結果を示している．岸ら¹²⁾は自動変速機の変速ショックを改善するためトルクオブザーバ利用した制御法を提案しその有効性を数値シミュレーションで確認している．糟谷ら¹³⁾は油圧システムの省エネルギーに寄与するためアキ

ムレータを用いた間欠運転方式を提案し電動機の過大な始動電力を抑制できることを実験的に示している。瀬戸ら¹⁴⁾は高圧変電設備の送電ラインに異常な高電流が流れた際に瞬時に回路を遮断して機器を保護する油圧操作器を用いたガス遮断器（図 4 参照）の動特性が予測可能な数学モデルを提案しその妥当性を実験結果とシミュレーション結果の比較により明らかにしている。玄ら¹⁵⁾は空気圧を利用して高圧の液圧駆動を可能とするエアハイドロアクチュエータの空気圧のピストンをサーボ弁で駆動・制御するシステムを提案しその有効性を数値シミュレーションで検証するとともにサーボプレスに応用した結果¹⁶⁾を示している。米田ら¹⁷⁾は片ロッド油圧シリンダに圧力補償付力フィードバック制御を適用することの有効性をシミュレーションと実験により明らかにしている。栗林ら¹⁸⁾は容量部が半球形状のヘルムホルツ型サイレンサの分布定数系モデルを提案し減衰特性をシミュレーション結果と実験結果の比較検討によりその有効性を明らかにした。伊藤ら¹⁹⁾は高効率で低粘度流体の高圧吐出を目標とした樹脂部品を用いた L 型ブロック式小型ギヤポンプを提案し実験によりその性能を明らかとした。柴田ら²⁰⁾はプラントのプロセス制御等に使用される穴を有する壁に衝突する噴流を対象とした高精度の 3D-CFD を用いた解析手法を確立した。林ら²¹⁾は動特性のシミュレーションで壁面変形に影響を大きく及ぼす粘弾性特性を考慮する必要のある高圧ゴムホースの粘弾性モデルパラメータを簡単な試験装置で同定する手法を提案しその有効性を示した。坂間ら²²⁾は作動油に混入している気泡の径が気泡除去装置の設計パラメータに及ぼす影響に数値解析により検討した結果を報告している。さらに、坂間ら²³⁾は気泡除去装置を用いて油圧システムの動特性を向上させることを目的として油中の気泡が作動油の体積弾性係数に与える影響について実験的に調べている。風間²⁴⁾は斜板式アキシャルピストンポンプ・モータのスリッパモデルにリテーナの影響を数値計算により明らかにしている。柳田ら²⁵⁾は油圧シリンダの動特性のシミュレーションに動的な摩擦モデルが及ぼす影響について実験とシミュレーションにより検討した結果を報告している。大塚ら²⁶⁾は試作したベンポンプと 75m の 1/4 インチ配管から構成される油圧作動油の省エネルギー効果装置を用いて 3 種類の異なる粘度グレードの作動油の省エネルギー効果を評価した結果を報告している。

2. 3 日本機械学会論文集

リニューアルされた日本機械学会論文集は機械工学の全分野をカバーすべく 12 に集積したカテゴリー（「材料力学，機械材料，材料加工」，「流体工学，流体機械」，「熱工学，内燃機関，動力エネルギーシステム」，「機械力学，計測，自動制御，ロボティクス，メカトロニクス」，「マイクロ・ナノ工学」，「計算力学」，「設計，システム，製造」，「生体工学，医工学，スポーツ工学，人間工学」，「環境工学，産業・化学機械，システム安全」，「交通・物流」，「宇宙工学」，「法工学，技術史，工学教育，経営工学など」）で構成されている。このリニューアルは多様化・多層化する社会的ニーズに応えることを目的としている。日本機械学会論文集は総合学術電子ジャーナルサイト「J-STAGE（<https://www.jstage.jst.go.jp/browse/transjsme/-char/ja>）」上で公開されている。栗林ら²⁷⁾はヘルムホルツ型油圧サイレンサ（図 5，図 6 参照）の形状が減衰特性に及ぼす影響を明らかにするために、3 種類の数学モデルを用いて検討を行った結果について報告している。鈴木ら²⁸⁾は斜板式ピストンポンプ・モータの構成要素であるスリッパに着目し、その挙動を推定する物理モデル構築を目的として、準静的な条件下におけるスリッパの挙動評価を実施した結果および実験を模擬した解析（図 7 参照）を実施し実測値と比較した結果を報告している。田中ら²⁹⁾は斜板式ピストンポンプの高圧化・高速化を達成するためにロータの運動挙動の数値計算をロータと球面弁板間しゅう動部の混合潤滑解析と連成させて行った結果を報告している。

3. おわりに

ここでは平成 26 年度に国内で発表された油圧関連の研究を概観した。省エネルギーに関連する研究が目立った昨今の傾向とは異なり要素およびシステムの特性解析・性能向上を目的とした研究が増えたこと、企業の技術者からの情報発信が増えたのが本年度の特徴である。本稿が何らかの参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) 藤田：第 9 回フルードパワー国際シンポジウムに観るフルードパワー研究動向，日本フルードパワーシステム，Vol.46, No.3, p.115-121.
以下，日本フルードパワーシステム学会論文集 Vol.45
- 2) 芦他 5 名：出力圧力が高速で変更可能なアキュムレータの開発とその応用，No.1, p.1-7.
- 3) 風間他 4 名：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，No.2, p.22-28.
- 4) Ali 他 3 名：A Study on Vibrational Viscometers Considering Temperature Distribution Effect, No.3, p.29-36.
- 5) 桑野：熱延ダウンコイラへの電気油圧サーボシステムの適用（第 2 報）入力操作に基づいた過渡特性の改善—新 Posicast 法の開発—，No.3, p.42-49.
- 6) INAGUMA：Friction Characteristics of Vane for a Balanced Vane Pump, No.4, p.58-65.
- 7) 桑野：熱延ダウンコイラへの電気油圧サーボシステムの適用（第 3 報）実機への新 Posicast 法の適用，No.4, p.66-72.
- 8) 坂間他 2 名：気泡除去装置の設計と評価に関する研究（第 2 報 スパイラル係数を用いた放気口径と流出口径の選定），No.5, p.79-84.
- 9) 熊谷他 4 名：油圧回路におけるポペット弁の振動現象（弁振動とキャビテーション現象の関連性），No.6, p.94-100.
以下，平成 26 年春季フルードパワーシステム講演会講演論文集
- 10) 山崎他 4 名：統計的エネルギー解析（SEA）法を用いた油圧システムの騒音・振動解析（第 2 報，騒音・振動の寄与度解析），p.1-3.
- 11) 酒井：カシミール関数に基づく油圧アームの数値計算，p.4-6.
- 12) 岸他 3 名：トルクオブザーバを用いた自動変速機の変速制御，p.7-9.
- 13) 糟谷他 3 名：アキュムレータを用いた間欠運転方式油圧源における始動電力の抑制，p.13-15.
- 14) 瀬戸他 3 名：ガス遮断器の統合動作解析，p.16-18.
- 15) 玄他 3 名：エアハイドロサーボ（第 1 報：原理とシミュレーション），p.28-30.
- 16) 玄他 3 名：エアハイドロサーボ（第 2 報：サーボプレスへの適用），p.31-33.
- 17) 米田他 1 名：圧力補償による油圧シリンダの力制御，p.34-36.
- 18) 栗林他 2 名：容量部が半球形状のヘルムホルツ型油圧サイレンサの減衰特性，p.10-12.
- 19) 伊藤他 2 名：樹脂部品を用いた高圧対応ギヤポンプ，p.19-21.
- 20) 柴田他 2 名：穴を持つ壁に衝突する噴流の渦流れ，p.22-24.
- 21) 林他 1 名：簡便な油圧ホース粘弾性特性の同定方法 p.25-27.
- 22) 坂間 2 名：気泡除去装置の形状パラメータの最適化（気泡径の違いによる比較），p.37-39.
- 23) 坂間他 3 名：油中気泡の除去が油の体積弾性係数におよぼす影響，p.40-42.
- 24) 風間：斜板式アキシアルピストンポンプ・モータのスリッパモデルの数値シミュレーション（リテーナの影響），p.112-114.
- 25) 柳田他 3 名：油圧シリンダ挙動のシミュレーション精度に及ぼす摩擦モデルの影響，p.115-117.
- 26) 大塚他 1 名：油圧作動油の省エネルギー効果の評価方法（第 3 報）—異なる粘度の作動油への適用—，p.118-120.
- 27) 栗林他 2 名：ヘルムホルツ型油圧サイレンサの減衰特性に関する研究（容量およびネックの寸法形状が減衰特性に及ぼす影響），日本機械学会論文集，Vol.80, No. 814，FE0150.
- 28) 鈴木他 4 名：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，日本機械学会論文集，Vol.80, No.816, FE0224.
- 29) 田中他 1 名：斜板式ピストンポンプにおけるロータと球面弁板間摺動部の混合潤滑解析，日本機械学会論文集，Vol. 81, No. 821, 14-00453.

著者紹介



さくらい やすお

桜井 康雄君

1986 年上智大学大学院博士前期課程修了。富士重工業（株），上智大学助手等を経て 2000 年足利工業大学講師，2001 年同大学助教授，2007 年同大准教授，2009 年同大教授，現在に至る。油空圧システムの動特性解析，ECF を利用したシステムの開発に従事。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: ysakurai@ashitech.ac.jp

URL: <http://www2.ashitech.ac.jp/mech/sakurai/>

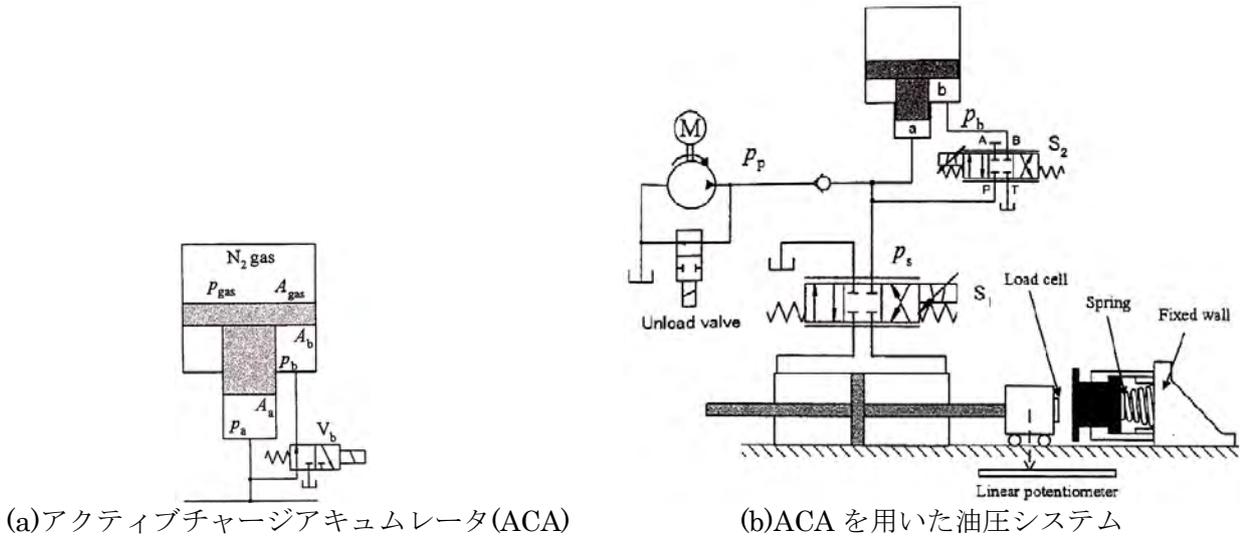


図 1 アクティブチャージアキュムレータ(ACA)と ACA を用いた油圧システム²⁾

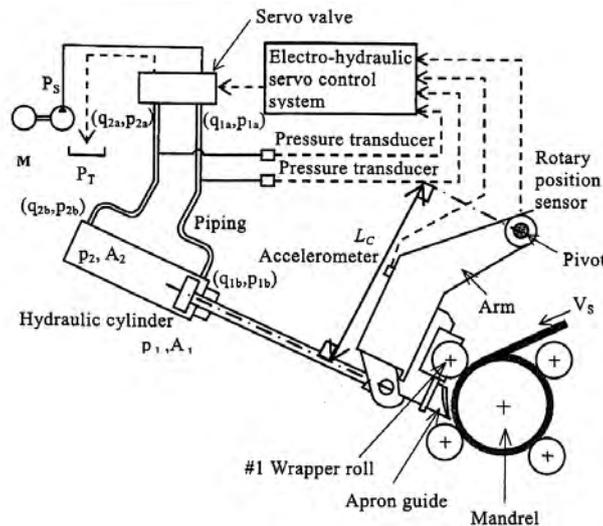


図 2 油圧式ダウンコイラのシステム構成例⁵⁾

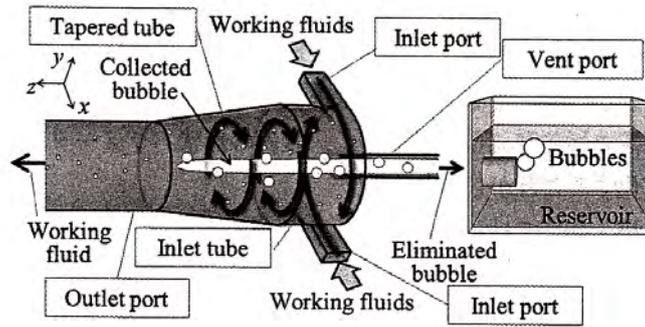


図 3 気泡除去装置の構造と原理⁸⁾

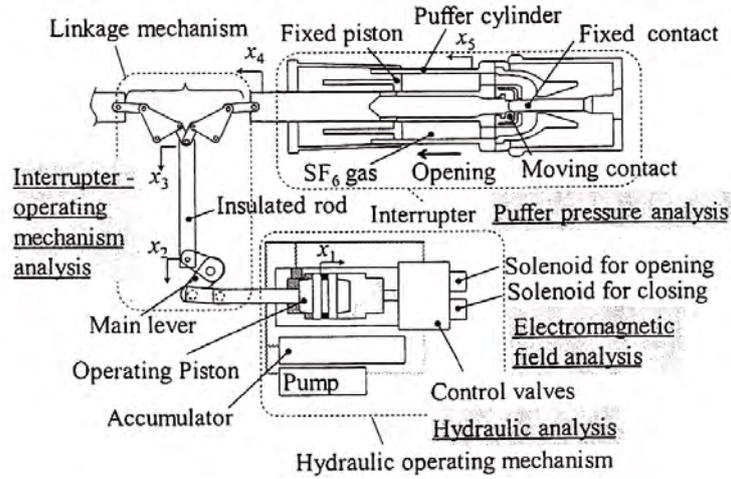


図 4 油圧操作器を用いたガス遮断器の構成¹⁴⁾

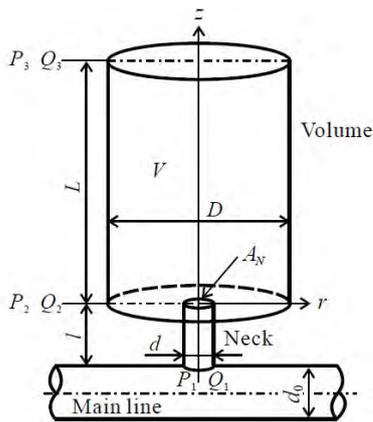


図 5 ヘルムホルツ型サイレンサ²⁷⁾



図 6 容量部の形状が扁平なヘルムホルツ型サイレンサ²⁷⁾

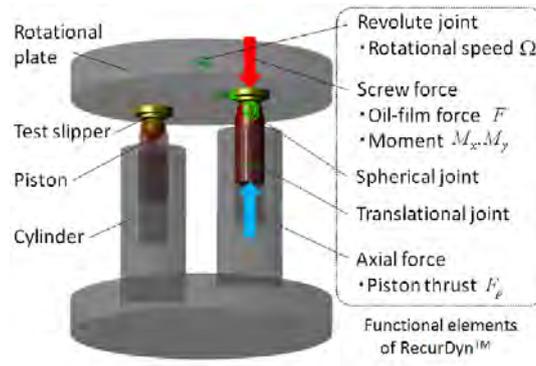


図 7 解析モデル²⁸⁾