

展 望

平成 27 年度の油圧分野の研究活動の動向*

山田 宏尚**

* 平成 28 年 6 月 3 日原稿受付

** 岐阜大学 工学部, 〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1

1. はじめに

本稿では、平成 27 年度の油圧分野に関する主に国内の研究動向について代表的な学会誌に掲載された論文を調査した。2015 年 4 月から 2016 年 3 月までの本学会論文集、春季および秋季フルードパワーシステム講演会講演論文集、日本機械学会論文集等から、いくつかの和文論文を紹介する。なお、JFPS International Journal of Fluid Power System については、2015 年度の発行分は 2014 年に松江で開催された第 9 回日本フルードパワーシステム学会国際シンポジウムよりセレクトされた論文が掲載されている。その内容については学会誌の特集号¹⁾にまとめられており、またセレクトされた論文については、J-STAGE (<https://www.jstage.jst.go.jp/browse/jfpsij>) にて公開されているので、そちらをご覧ください。

2. 平成 27 年度の油圧分野の研究

平成 27 年度における油圧研究の主な分野では、日本フルードパワーシステム学会論文集では 3 編、春季フルードパワーシステム講演会では 6 編、秋季フルードパワーシステム講演会では 9 編、日本機械学会論文集では 4 編の論文が掲載されていた。これらを便宜上、(A) 油圧システム・制御、(B) 油圧要素・省エネ、(C) シミュレーション・解析の 3 つの分野に分類し主な研究について概要を示す。

(A) 油圧システム・制御

- ・ 眞田らは、DDVC 方式による燃料噴射装置の噴射量を推定するために噴射弁内の燃料の圧縮性の式に着目した理論式を用い、噴射量の推定精度をシミュレーションにより検討している²⁾。
- ・ 松本らは、1 自由度油圧アームのオンラインパラメータ同定法を提案し、実験によりその有効性を検証している³⁾。
- ・ 齋藤らは、油圧閉回路においてアクチュエータの駆動開始時にシャットオフ弁とポンプの動作タイミングを制御することでショックを抑制する制御方式を開発し、実験によりその有効性を示している⁴⁾。
- ・ 戸松らは、パワーショベル (図 1) の可動範囲の制約を考慮したモデル予測追従制御の有効性についてサーボシステムとの比較により実験的に検証している⁵⁾。
- ・ 山下らは、電力用遮断器用油圧操作装置の常時高圧安定回路方式に基づく油圧操作装置 (図 2) を対象に、弁の動作中に発生する油柱分離による気泡や空洞の発生を考慮した油圧回路内の流れや、弁同士の衝突などをモデル化して動作解析を行っている⁶⁾。また、開路動作においてピストンが開路位置に到達した後のラッチと係合するまでの期間における弁等の動作安定性や安定した動作となるための油圧回路定数の範囲についても検討している⁷⁾。

(B) 油圧要素・省エネ

- ・ 近藤らは、著者らが提案した永久磁石を用いず、基本構造を軸対称の円筒形とした 2 段磁極式電磁比例アクチュエータに対して、従来の比例ソレノイドと比較した場合について、を実験と解析 (図 3) の両面から性能比較している⁸⁾。
- ・ 糟谷らは、アキュムレータを用いたアイドリングストップ方式による油圧源のエンジン駆動の油圧源 (図 4) において間欠運転を行い、燃料消費率の点で優れていることを明らかにしている⁹⁾。

- ・ 末松らは、平衡型油圧ベーンポンプにおけるポンプ内圧や吐出圧，流量の特性について流量・吐出圧測定実験および CFD による数値流動解析（図 5）に基づき，キャビテーションモデルにおける蒸発係数と凝縮係数の影響を調べている¹⁰⁾。
- ・ 小曾戸らは、油圧作動油の省エネルギー効果を評価するために、圧力損失が実測値とほぼ一致する改良型逐次計算方法を開発している¹¹⁾。
- ・ 栗林らは、設置空間的にメリットの大きい図 6 に示すような扁平な容量部の上下壁面の弾性変形がサイレンサの減衰特性に及ぼす影響について分布定数系モデルを構築し検証を行っている¹²⁾¹³⁾。また、容量部が環状形状のサイレンサ設計についても数学モデルを構築し、一般的な圧力条件下で有効な可変共振機構を有する単段の油圧サイレンサを試作し、その効性を明らかにしている¹⁴⁾。
- ・ 伊藤らは、低粘度の作動流体を高圧で吐出できるシールブロック式ギヤポンプを改良し、高い効率で高圧吐出可能な樹脂部品を用いた小型 L 型ブロック式ギヤポンプを開発している¹⁵⁾。

(C) シミュレーション・解析

- ・ 柳田らは、電荷注入式静電フィルタ（図 7）の構造を 2 次元で近似したモデルにより粒子軌跡を数値解析し、捕捉状況を調べ粒子軌跡に及ぼす供給流速や油温の影響を調べている¹⁶⁾。
- ・ 坂間らは、気泡除去装置に流入する気泡の径の違いに注目し、気泡径の違いが装置の性能に及ぼす影響を明らかにしている¹⁷⁾。また、混入気泡の粒径に合わせた気泡除去装置の設計法についても検討している¹⁸⁾。同じく五嶋らは、キャビテーションによって析出する気泡の状態を把握し効率よく気泡除去を行うことを目的として、ハイスピードカメラによりキャビテーション噴流を撮影し詳細に分析している¹⁹⁾。
- ・ 中川らは、油圧管路内の圧力脈動の数学モデルに温度特性を含め、油温変化による圧力脈動の挙動について考察している²⁰⁾。
- ・ 眞田は、著者が提案した管路動特性の最適化有限要素モデルに対して低次元化を行うことで、実時間シミュレーションを実現している²¹⁾。
- ・ 清水らは、スプール型電磁弁を対象として、スプール＝スリーブ間のすきま流れを考慮した三次元数値流体解析を行うために必要な数値解析手法および計算精度について検討を行っている²²⁾。
- ・ 鶴らは、液体管路非定常層流圧力損失の計算において誤差を打ち消し合う新規の重み関数近似を用いることで計算誤差の低減をはかっている²³⁾。

3. おわりに

平成 27 年度における国内で発表された油圧関連の主な研究トピックの概要を示した。平成 27 年度秋季フルードパワーシステム講演会においては油圧関連のセッション以外にフルードパワーとシミュレーションと題した OS が 2 つ組まれており、その中に油圧関連の研究発表もいくつか見られた。上記の (C) シミュレーション・解析に分類した研究以外でも、シミュレーションや解析を行っている研究が多く見られ、企業を含めこの分野に高い関心があるものと考えられる。なお、これらの論文のアブストラクトや本文については、Web サイトからも閲覧可能なものも多く、必要に応じて検索等によりご覧いただければ幸いである。

参考文献

- 1) 特集「国際シンポジウム」、フルードパワーシステム, Vol.46, No.3, p.111-126(2015)
- 2) 眞田一志, 嘉藤 真英: DDVC 方式燃料噴射装置の噴射量推定, 平成 27 年度春季フルードパワーシステム講演会講演論文集, p.85-87(2015)
- 3) 松本優司, 坂井悟: 1 自由度油圧アームのオンラインパラメータ同定実験, 平成 27 年度秋季フルードパワーシステム講演会講演論文集, p.32-34, (2015)
- 4) 齋藤哲平, 清水自由理: 油圧閉回路におけるアクチュエータ駆動開始時のショック抑制制御, 平成 27 年度秋季フルードパワーシステム講演会講演論文集, p.35-37(2015)
- 5) 戸松匠, 野中謙一郎, 関口和真, 鈴木勝正: パワーショベルの可動範囲の制約を考慮したモデル予測追従制御の実験的検証, 平成 27 年度秋季フルードパワーシステム講演会講演論文集, p.41-43, (2015)

- 6) 山下透, 杉山勉, 平野良樹, 中嶋敦哉, 吉積 敏昭: 断器用油圧操作装置の動作時間安定に関する研究 (常時高圧保持による動作安定方式の動作解析と検討), 日本機械学会論文集, Vol.81, No.827 (2015), 15-00078
- 7) 山下透, 中嶋敦哉, 平野良樹, 杉山勉, 吉積敏昭, 遮断器用油圧操作装置の動作時間安定に関する研究 (常時高圧保持による動作安定方式の安定性) 日本機械学会論文集, Vol. 82, No. 834 (2016),15-00432
- 8) 近藤尚生, 竹内綾太, 若澤靖記: 円筒形 2 段磁極式電磁比例アクチュエータの研究, 日本フルードパワーシステム学会論文集, Vol.46,No.5, p.33-40 (2015) .
- 9) 糟谷修史, 杉村健, 野中謙一郎, 鈴木勝正: アキュムレータを用いたアイドリングストップ方式による油圧源の省エネルギー (第 3 報 ガソリンエンジン駆動油圧源における油圧アシストを用いた間欠運転), 日本フルードパワーシステム学会論文集, Vol.46,No.6, p.41-47 (2015) .
- 10) 末松潤一, 築地徹浩, 渡邊摩理子, 矢加部新司, 渡辺博仁, 中村善也, 鈴木一成: 油圧ベーンポンプ内の実験および数値流動解析, 平成 27 年度春季フルードパワーシステム講演会講演論文集, p.91-93, (2015)
- 11) 小曾戸博, 大塚正和, 岩井雄俊: 油圧作動油の省エネルギー効果の評価方法 (第 4 報) - 圧力損失の逐次計算法 -, 平成 27 年度春季フルードパワーシステム講演会講演論文集, p.100-102, (2015)
- 12) 栗林哲也, 一柳隆義, 西海孝夫: 扁平な容量部をもつヘルムホルツ型油圧サイレンサに関する研究 (容量部の上下壁面の弾性変形が減衰特性に及ぼす影響), 日本機械学会論文集, Vol.81, No.831 (2015), 14-00458
- 13) 栗林哲也, 一柳隆義, 西海孝夫: ヘルムホルツ型油圧サイレンサにおける扁平な容量部の弾性変形が減衰特性に与える影響, 平成 27 年度秋季フルードパワーシステム講演会講演論文集, p.38-40, (2015)
- 14) 栗林哲也, 一柳隆義, 西海孝夫: 可変共振機構を有するヘルムホルツ型油圧サイレンサに関する研究, 日本機械学会論文集, Vol.81, No.832 (2015), 14-00477
- 15) 伊藤貴廣, 小泉俊裕, 御簾納雅記, 樹脂部品を用いた高圧対応ギヤポンプ, 日本フルードパワーシステム学会論文集, Vol.47,No.2, p.7-13 (2016)
- 16) 柳田 秀記, 松浦 慎仁, 横山 智洋: 電荷注入式静電フィルタ内の粒子の軌跡解析, 平成 27 年度春季フルードパワーシステム講演会講演論文集, p.88-90, (2015)
- 17) 坂間清子, 鈴木隆司, 田中豊: 気泡除去装置の流れ解析 (気泡径の違いによる比較), 平成 27 年度春季フルードパワーシステム講演会講演論文集, p.94-96, (2015)
- 18) 坂間清子, 鈴木隆司, 田中豊: 混入気泡径の違いを考慮した気泡除去装置の設計法, 平成 27 年度秋季フルードパワーシステム講演会講演論文集, p.23-25, (2015)
- 19) 五嶋裕之, 船知亮祐, 坂間清子, 田中豊: ハイスピードカメラによるキャビテーション噴流の可視化, 平成 27 年度秋季フルードパワーシステム講演会講演論文集, p.98-100, (2015)
- 20) 中川修一, 一柳隆義, 西海孝夫: 油圧システムの温度変化による圧力脈動の挙動, 平成 27 年度春季フルードパワーシステム講演会講演論文集, p.97-99, (2015)
- 21) 眞田一志: 管路動特性の最適化有限要素モデルの低次元化, 平成 27 年度秋季フルードパワーシステム講演会講演論文集, p.20-22, (2015)
- 22) 清水文雄, 田中和博, 塚崎高弘, 堀高之, 安田智宏, 渡邊聖人: すきま流れを考慮したスプール型電磁弁の流体力特性解析, 平成 27 年度秋季フルードパワーシステム講演会講演論文集, p.59-61, (2015).
- 23) 鶴大地, 中尾光博, 香川利春: 誤差補償重み関数モデルによる液体管路非定常層流圧力損失の計算誤差低減, 平成 27 年度秋季フルードパワーシステム講演会講演論文集, p.68-70, (2015)

著者紹介



やまだ ひろなお

山田 宏尚君

1991 年名古屋大学大学院 博士課程修了, 名古屋大学工学部講師等を経て 2007 年より岐阜大学工学部 教授. 油圧制御, 人間支援システム, 画像処理工学などの研究に従事. 日本油圧学会, 日本機械学会, 日本ロボット学会等の会員. 工学博士.

E-mail:yamada@gifu-u.ac.jp

URL: <http://www1.gifu-u.ac.jp/~ymdlab/>

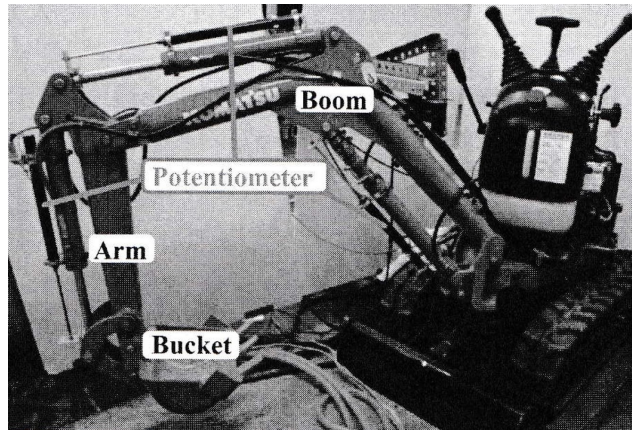


図 1 パワーショベルのモデル予測追従制御

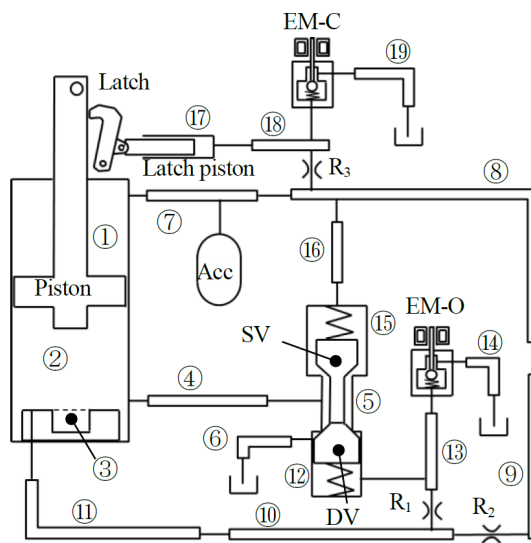


図 2 電力用遮断器の油圧操作装置の回路

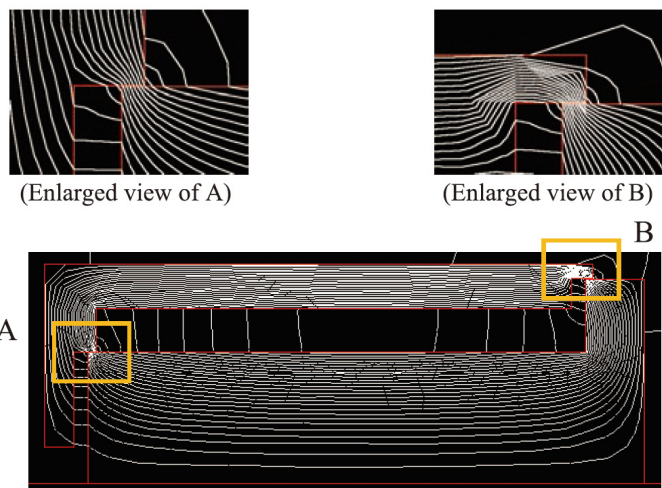


図 3 試作アクチュエータ内の磁束線図

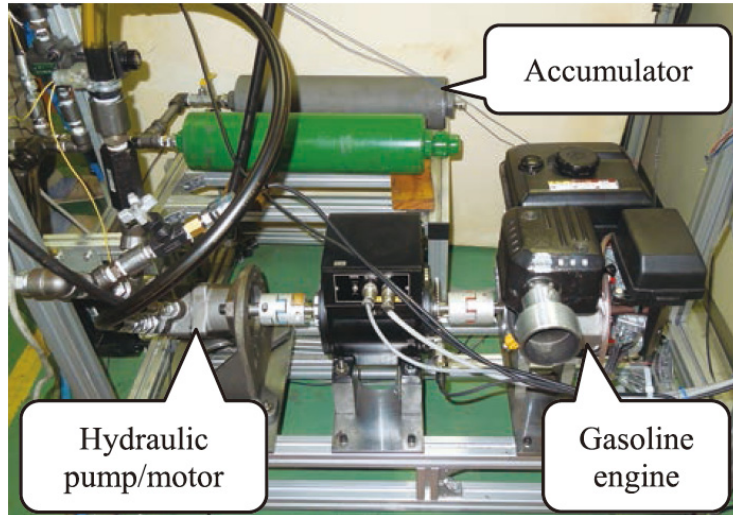


図 4 間欠運転方式油圧源の実験装置

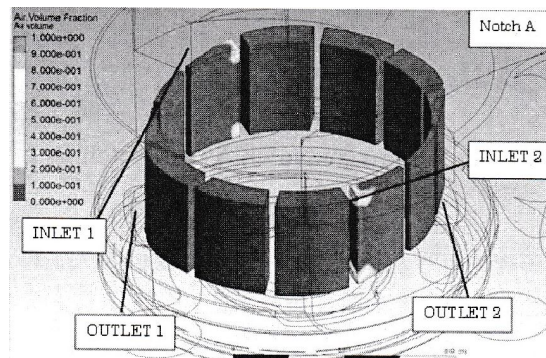


図 5 平衡型油圧ベーンポンプの CFD 解析

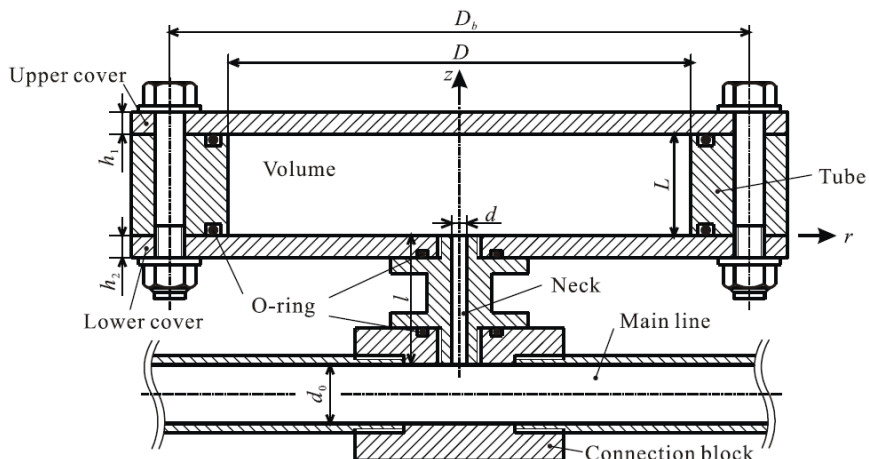


図 6 扁平な容量部をもつヘルムホルツ型油圧サイレンサ

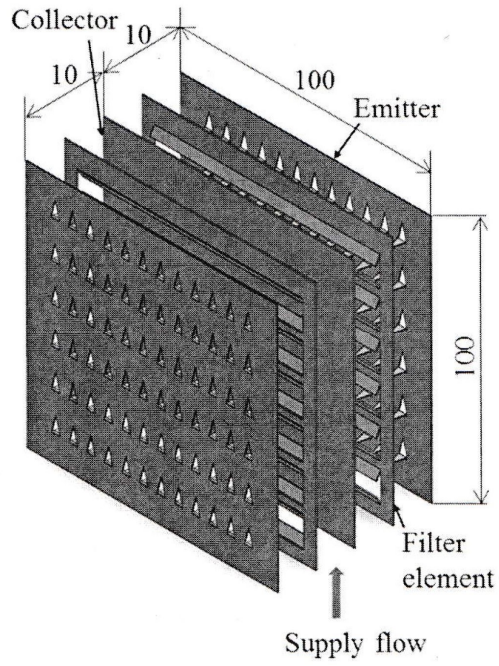


図 7 電荷注入式静電フィルタ