

IFPE2014 in LasVegas



会場入り口にて



日立建機の大型ショベル



コマツブースにて



油研ブースにて



会議報告

IFPE2014におけるフルードパワー技術研究動向

著者紹介



たなか ゆたか
田中 豊

法政大学デザイン工学部
〒102-8160 東京都千代田区富士見 2-17-1
E-mail : y_tanaka@hosei.ac.jp

1985年東京工業大学大学院総合理工学研究科修士課程修了、その後、東工大精密工学研究所助手を経て、1991年法政大学講師、1992年同助教授、2002年同教授、現在に至る。工学博士（1991年 東京工業大学）。

1. はじめに

動力伝動に関する国際展示会（International Exposition for Power Transmission; IFPE2014）が2014年3月4日～8日、米国ネバダ州のラスベガス国際展示場で開催された。この展示会は、フルードパワーやモーションコントロールに関する企業展示会と技術講演会から構成されており、3年に1回開催される北米最大の建設機械の展示会（CONEXPO-CON/AGG 2014）に併設する形で開催されている。展示会にはフルードパワー関連企業490社が出展しており、主催者側の発表では5日間の展示会に約3万1千人の有料登録者があり、全米をはじめ世界170の国から関係者が集まる非常に大きな規模の国際展示会と国際会議であった。

IFPE2014の技術講演会は建設機械展示会の教育プログラムの一環を兼ね、無料セミナーなどとともに会場内の会議場（写真1および写真2）において開催され、3日間で2つの基調講演と28の技術セッションで8か国から68件の技術講演が行われた。68件のうち大学研究者は20件、企業技術者が48件と3分の2が企業の技術発表であった。技術講演や論文の質は、必ずしも最新のものととは限らず、基礎的な技術紹介や解説なども含まれ、かなり幅があった。旺盛な米国フルードパワー企業からの現場寄りの技術講演が多くみられた。

2. 技術講演の動向

ここでは2つの基調講演と、68件の技術講演の中から注目を集めた興味ある技術論文をいくつか紹介する。

最初の基調講演では、オークリッジ国立研究所¹⁾（Oak Ridge National Laboratory : ORNL）の Lonnie Love が「フルードパワーのエネルギー消費（移動機械のフルードパワー応用における省エネ効果とその可能性）」と題して、米国のエネルギー消費量の2～3%はフルードパワーシステムのエネルギー消費であり、フルードパワーシステムの平均のエネルギー変換効率は21%であることを指摘した。また図1に示すチタン積層造形法を用いて配管を構造体内部に内蔵した油圧駆動ロボットハンドや小形デジタル弁、30W小形ポンプなどがORNLで開発されつつあることを紹介した。このORNLで開発中のロボットアームは2014年2月25日、米国のモノづくり技術政策を強化する方針のオバマ大統領の演説²⁾でデモ用として使われたとのことである。3Dプリンタを用いた積層造形法は、今後の高性能な小形ロボットの開発に欠かせないことが示された。

もう一つの基調講演では、キャタピラ社の Ken



写真1 IFPE技術講演会会場入り口



写真2 IFPE技術講演会の様子

Gray が「油圧ハイブリッドショベル（顧客、その多様性が革新を生む）」と題して、2013年に発売された同社の油圧ハイブリッドショベルについて、その開発過程やシステム構成、省エネ性などについて紹介した。2009年から開発が始まったこのハイブリッドショベル（Cat 336EH）は図2に示すようなシステム構成³⁾で、旋回運動の制動エネルギーを容量32Lの2本の油圧ピストンアキュムレータに回収し、次の旋回運動に再利用している。これにより15~35%の消費燃料の削減が実現されたことが報告された。

ミネソタ大のStrohmaierら⁴⁾は、エネルギー密度の大きい油圧フライホイール形アキュムレータの粘性損失について、図3に示す実験装置を用いて、回転する油を含むフライホイールアキュムレータの過渡的特性を検討した。

Digital Hydraulic社⁵⁾のElton Bishopは、図4に示す斬新なデジタル油圧変換器（DHT）を紹介している⁶⁾。この変換器は、マトリックス状に配置された30個のオンオフ弁と異なる受圧面積を

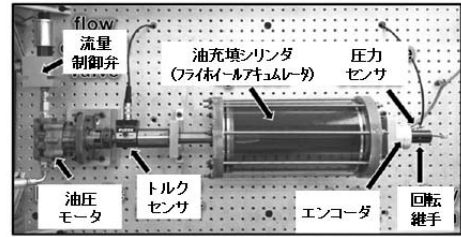


図3 油圧フライホイールアキュムレータ実験装置

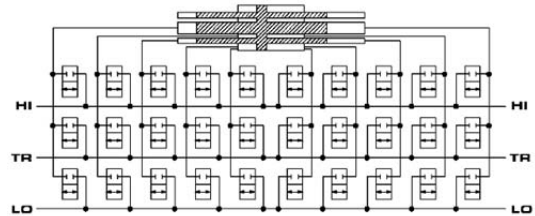
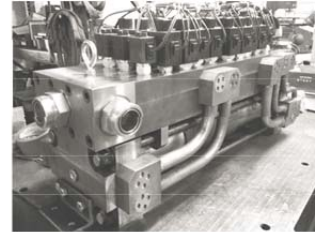


図4 デジタル油圧トランスフォーマの回路図と写真



図1 油圧駆動小形ロボットハンド

持つ同軸構造のピストン・シリンダにより構成され、圧力と流量を段階的に制御する構造である。このDHTは高応答と省エネルギー性に優れ、90%近い変換効率を有しており、建設機械や重機械への利用が期待されると述べられている。

ミネソタ大のWilhelmら⁷⁾は、図5に示す可変リンクとカムリング機構およびピストンとチェック弁から成る新しい構造の容積形ポンプを3つ並べた新しい構造の3連形可変容量ポンプの構造と設計について検討し、8.5kW出力で最大90%の効率を持つことを紹介している。

パデュー大のAgarwalら⁸⁾は、油圧ラジアルピストンポンプ/モータ内の流れの数値シミュレーションモデルを構築し、その計算結果と実験結果との比較について紹介している。

ミルウォーキー工科大のCook⁹⁾は、フルードパワーのロボット応用技術における熱と効率の検討と題し、熱や排気エネルギーを有効に活用した空気圧駆動歩行ロボット用アクチュエータの構想を提案した。

法政大のSakamaら¹⁰⁾は、油中の気泡を分離除去する高性能なシステムを用いて、油の酸化劣化や機器のキャビテーション壊食、油の剛性など油圧システムの特性を大幅に改善できることを紹介している。

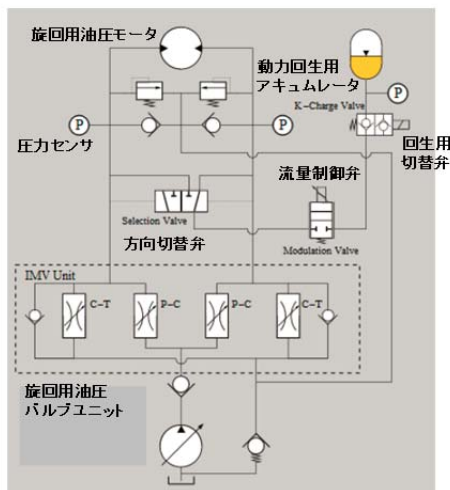


図2 ショベルの旋回エネルギーの動力回収と再利用のための油圧ハイブリッドシステム

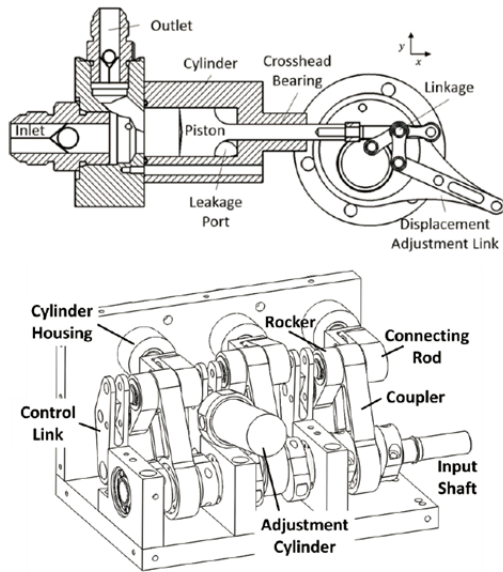


図5 3連形可変容量ポンプ

北京工大の Zhou ら¹¹⁾は、外接歯車ポンプにおける吐出流量変動の油のエアレーションの影響について、気泡の溶解と析出現象を組み込んだ数値解析モデルを用いて数値解析を行い、解析結果と実験結果を比較している。

パデュー大の Devendran ら¹²⁾は、非対称歯形の外接歯車ポンプ/モータについて、容量 11.2 cm³/rev の歯車モータを試作し、その容積効率、圧力脈動や騒音などの諸特性を検討している。

3. おわりに

IFPE2014 の技術講演会の研究動向について、その一部を紹介した。この他に会議開催中には、メンテナンスや省エネルギー、電子制御などフルードパワーに関する 10 テーマの有料教育セミナーや基礎的な事項を解説する無料セミナーが数多く開催されていた。また写真 3 や写真 4 に示すように、会場のラスベガスコンベンションセンターの屋内外 235 万平方フィート（約 23 万平米）の広大な展示スペースには、企業のような建設機械がところ狭しと並べられており、屋外では各所で実機による動作デモが行われるなど、その様子は圧巻であった。次回の IFPE は 3 年後の 2017 年 3 月 7 日～11 日に、同じラスベガスで開催される予定である。

参考文献

- 1) <http://web.ornl.gov/sci/manufacturing/mdf/>
- 2) <http://www.whitehouse.gov/blog/2014/02/25/manufacturing-innovation-institutes-putting-america-forefront-21st-century-manufactu>
- 3) J. Zhang, Hydraulic Hybrid System for Swing Energy Recover and Reuse, Proc. IFPE2014 Technical Conference,



写真 3 屋外展示の様子



写真 4 屋内展示の様子

- No.19-2.
- 4) K. G. Strohmaier, P. M. Cronk, A. L. Knutson, J. D. Van de Ven, Experimental Studies of Viscous Loss in a Hydraulic Flywheel Accumulator Experimental Studies of Viscous Loss in a Hydraulic Flywheel Accumulator, Proc. IFPE2014 Technical Conference, No.6-1.
- 5) <http://digitalhydraulic.com/technology.html>
- 6) Elton Bishop, DHTM475: The Evolution of Flow, Proc. IFPE2014 Technical Conference, No.7-3.
- 7) S. Wilhelm, J. D. Van de Ven, Design of a Variable Displacement Triplex Pump, Proc. IFPE2014 Technical Conference, No.9-3.
- 8) P. Agarwal, A. Vacca, K. S. Kim, T. Kim, A Numerical Model for the Simulation of Flow in Radial Piston Machines, IFPE2014 Technical Conference, No.14-1.
- 9) D. L. Cook, Heat and Efficiency Considerations in Fluid-Powered Co-Robotics Applications, Proc. IFPE2014 Technical Conference, No.26-2.
- 10) S. Sakama, Y. Tanaka, H. Higashi, H.Goto, R. Suzuki, Air Bubble Separation and Elimination from Working Fluids for Performance Improvement of Hydraulic Systems, Proc. IFPE2014 Technical Conference, No.27-1.
- 11) J. Zhou, A. Vacca, P. Casoli, A. Lettini, Investigation of the Impact of Oil Aeration on Outlet Flow Oscillations in External Gear Pumps, Proc. IFPE2014 Technical Conference, No.27-2.
- 12) R. Sudarsan Devendran, A. Vacca, Experimental Characterization of External Gear Machines with Asymmetric Teeth Profile, Proc. IFPE2014 Technical Conference, No.30-1.

(原稿受付：2014年4月14日)