

第24回フルードパワー国際見本市



油圧の魅力とその可能性に迫る！

(一社) 日本フルードパワーシステム学会
セミナー配布資料



2014年9月19日(金)

13:00~16:00

お台場・東京ビッグサイト

IFPEX 会場内特設会場

目次とプログラム

13 : 00-13 : 35

演題 : 油圧の特長と最新事例の紹介

1 頁

講師 : 田中 豊

所属 : 法政大学デザイン工学部 教授

概要 : 油圧動力伝達の特長は、小形で大きな動力密度が得られることである。油圧と電動や空気圧などのアクチュエータの性能比較を通して油圧の魅力を紹介し、油圧要素とシステムの最新事例を通して、その動向や新たな可能性について考える。

13 : 35-14 : 20

演題 : 油圧の潤滑の奥義

3 頁

講師 : 風間 俊治

所属 : 室蘭工業大学大学院工学研究科 もの創造系領域 教授

概要 : 油圧機器の高動力密度は他の動力伝達システムを凌駕する。これを支える基盤技術はトライボロジーであり、克服すべき一物理現象はキャビテーションにあるともいえる。この視点で油圧の魅力、動向、奥義の一端に触れる。

————— 14 : 20-14 : 30 休憩 —————

14 : 30-15 : 15

演題 : 油圧ポンプ／モータの最新技術動向

4 頁

講師 : 大見 康生

所属 : 大見技術士事務所 代表

概要 : 油圧システムは、コンパクトでありながら、大きな出力を容易に制御できるため、各種分野で活用されている。ここでは、システムの中心にあって重要機器である油圧ポンプ／モータの技術動向について解説する。

15 : 15-16 : 00

演題 : 油圧作動油の最新動向

5 頁

講師 : 藤浪 行敏

所属 : 出光興産株式会社 営業研究所 主任研究員

概要 : 油圧作動油は、油圧動力を伝える流体としての機能に加え、省エネ・生分解・難燃性など様々な特性が付与された製品が登場している。ここでは、油圧作動油の技術動向やその選定について解説する。

<http://www.jfps.jp/ifpex2014/seminar.html>



油圧の特長と最新事例の紹介



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。2014年4月より法政大学情報メディア教育研究センター所長、工学博士（1991年 東京工業大学）

1. はじめに

油圧動力伝達の特長は、小形で大きな動力密度が得られることである。本稿の前半では、油圧と電動や空気圧などのアクチュエータの性能比較を通して油圧の魅力を紹介し、後半では、油圧要素とシステムの最新事例を通して、その動向や新たな可能性について考える。

2. 油圧の特長

油圧動力伝達の特長には以下の点が挙げられる。

- 大きな出力密度が得られること。
- 高精度・高応答・高剛性が得られること。
- 直線駆動と回転駆動が実現できること。
- 動力伝達要素の配置に柔軟性があること。

これらの特長を活かすためには、小形高効率で高出力な油圧アクチュエータの開発が重要となる。またより一層の高圧化は大きなメリットがある。

3. アクチュエータの性能比較

3.1 パワー密度

市販の油圧（11社474機種）・空気圧（6社477機種）・水圧（2社6機種）のフルードパワー駆動モータとAC（6社756機種）・DC（3社259機種）の電動駆動モータの性能データを調査した¹⁾。図1はこれらのモータの自重とパワー密度の最新の調査結果²⁾である。油圧や水圧の液圧モータのパワー密度は、電動や空気圧モータに比べ桁大きい。今後、図の点線領域に相当する自重が100gでパワー密度が5W/g程度の液圧モータが実現されれば、大出力小形ロボットなどへの応用が期待できる。

3.2 パワーレート密度

図2は同様の各種モータの自重とパワーレート密度の調査結果である。パワーレートはモータの速応性の尺度である。液圧モータは電動に比べ二桁大きく、両者が重なり合うことはない。また速応性の観点から、空気圧モータも高い性能を有している。

以上のように、フルードパワーアクチュエータは電動と競合することなく、大きなパワー密度と高応答性を有しており、より一層の小形化が、大きな可能性と新しい分野への展開を期待させる。

4. 最新事例紹介と今後の動向

材料と加工工作技術の進歩は油圧システムにも大きな影響を与えるだろう。米国のオークリッジ国立研究所（Oak Ridge National Laboratory : ORNL）では、チタン積層造形

法を用いて、図3に示す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小形ポンプなどを開発している。ORNLで開発中のこのロボットアームのプロトタイプは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³⁾の中でデモ用として使われた。3Dプリンタ技術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など、大きな可能性を秘めている。

高圧で高効率な油圧ポンプ/モータや制御弁とエネルギー蓄積用アキュムレータ、デジタル制御技術を巧みに組み合わせることによる建機のエネルギー回生・省エネルギー化が注目されている。米国・キャタピラ社の油圧ハイブリッドショベル（Cat 336EH）は、図4に示すようなシステム構成⁴⁾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

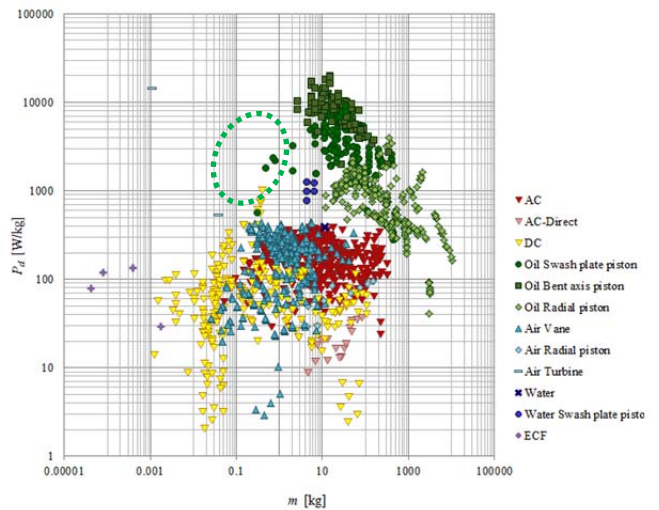


図1 各種アクチュエータのパワー密度の比較

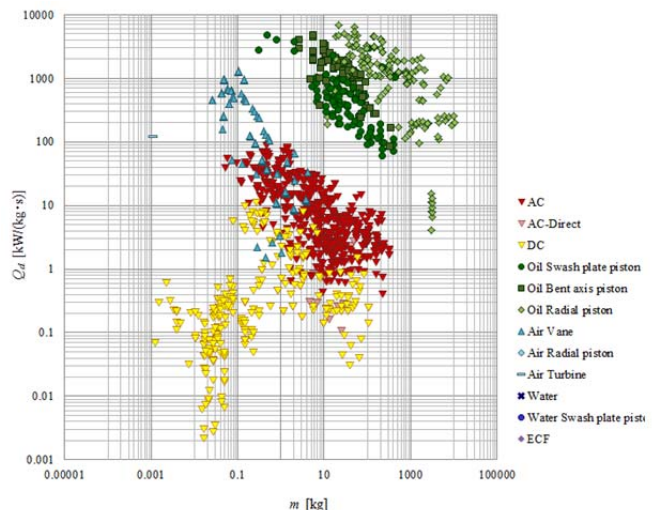


図2 各種アクチュエータのパワーレート密度の比較

が実現されている。すべてを油圧回路と標準油圧要素で構成することにより、価格を低く抑えている点にも特徴がある。

油圧動力蓄積要素ではアキュムレータとフライホイールの性能を兼ね備えた油圧フライホイールアキュムレータの研究⁵⁾が進められている。図5はフライホイールアキュムレータの原理と実験装置である。油圧アキュムレータはパワー密度が高く、フライホイールはエネルギー密度が高い。両者の特性を備えた新しい要素の開発に注目したい。

Digital Hydraulic 社⁶⁾は、斬新なデジタル油圧変換器(DHT)を紹介している。この変換器はマトリ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。

以上の最新事例はいずれも、高性能な制御弁の開発によるところが大きい。こうしたデジタル制御弁の技術が、高品位で高効率な油圧の新らたな展開を促すことになろう。

5. おわりに ～Atlasの衝撃と日本の取り組み～

昨年の夏(2013年7月)、米国DARPAは災害救助用ロボットコンテストであるRobotics Challengeの実施を発表した。その中でロボットのテストベンチとして米国Boston Dynamics社の全油圧駆動ロボットAtlasが紹介された⁷⁾。これは著者も含めた多くの油圧研究者に大きな衝撃を与えた。27個の油圧アクチュエータで駆動される人型油圧ロボットが動作する画像は圧巻であった。

その後、国内外で油圧ロボットに関するセミナーやシンポジウムが開かれている。特に総合科学技術・イノベーション会議の革新的研究開発プログラム(ImPACT)の公募テーマの中に「タフ・ロボティクス・チャレンジ」が選ばれ、2014年7月から始動している⁸⁾。プログラムマネージャーはレスキューロボットで有名な東北大学の田所諭教授である。ここで開発を目指すフィールド遠隔自律作業ロボットの小形高出力アクチュエータは油圧駆動と電動駆動の巧みな組み合わせが大きな可能性を秘めている。

本稿では、油圧動力伝達の特長を整理して述べ、油圧や電動の競合や融合と新技術への展開の可能性を探りながら最新の事例を紹介した。今後の油圧研究者や技術者のより一層の交流と油圧関連企業や研究機関の新しい挑戦に期待したい。

参考文献

- 1) Tanaka, Y., Sakama, S., Nakano, K., Kosodo, H., Comparative Study on Dynamic Characteristics of Hydraulic, Pneumatic, and Electric Motors, Proc. ASME/BATH 2013 Symposium on Fluid Power & Motion Control, FPMC2013-4459 (2013).
- 2) Tanaka, Y., Sakama, S., Yokota, S., Nakano, K., Comparative Study on Performance of Fluid Power and Electric Actuators, Proc. 3rd China-Japan Joint Workshop on Fluid Power, pp.53-57(2014).
- 3) <http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2014/02/25/president-obama-announces-two-new-public-private-manufacturing-innovatio>
- 4) J. Zhang, Hydraulic Hybrid System for Swing Energy Recover and Reuse, Proc. IFPE2014 Technical Conference, No.19-2 (2014).
- 5) 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 (2014).
- 6) <http://digitalhydraulic.com/technology.html>
- 7) https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=w40e1u0T1yg
- 8) <http://www.jst.go.jp/impact/program07.html>

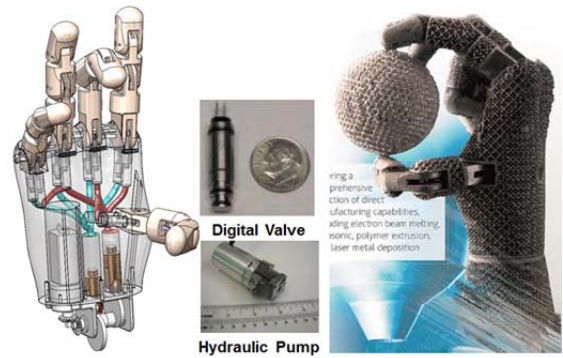


図3 油圧駆動小形ロボットハンド

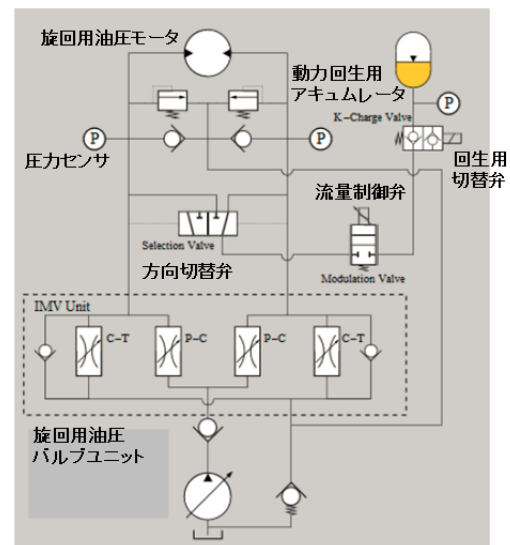
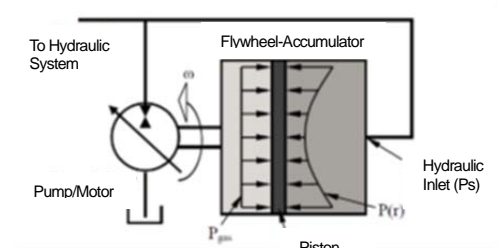
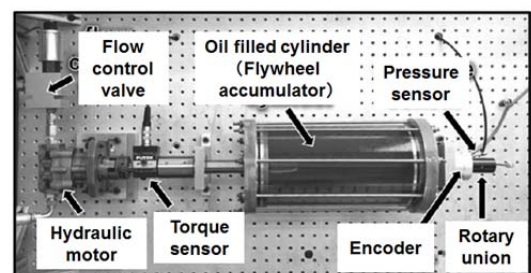


図4 ショベルの旋回エネルギーの動力回収と再利用のための油圧ハイブリッドシステム



(a) 原理図



(b) 実験装置

図5 油圧フライホイールアキュムレータ



油圧の潤滑の奥義



風間 俊治

室蘭工業大学大学院
〒050-8585 北海道室蘭市水元町 27-1
E-mail : kazama@mmm.muroran-it.ac.jp

1988年 横浜国立大学大学院修了。2005年 室蘭工業大学教授、現在に至る。主に、トライボロジー、キャビテーション、設計工学などの教育研究に従事。日本フルードパワーシステム学会、日本トライボロジー学会、日本機械学会等の会員。博士（工学）

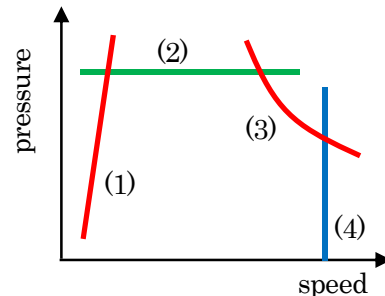


図1 油圧ポンプの安定作動域¹⁾

1. はじめに

油圧機器の第一の特徴は高動力密度であり、他の動力伝達システムを凌駕する。これを支える基盤技術はトライボロジー¹⁾であり、克服すべき物理現象のひとつはキャビテーション²⁾にあるとも云える。この観点に立脚して、油圧の魅力、奥義、動向の一端に触れる。

2. 油圧の魅力

油圧システムは圧力を高めることにより、小形ながら力やトルクの大きな増幅率を容易に実現する³⁾。基本原理は、シリンダモデルで考えれば、油圧は面積比、つまり、直径（長さ）の2乗で効く（流体槌子）。配管による取り回しの自由度も高い。他方、一般の槌子は、支点からの力点と作用点の距離の比が倍率であり、力の方向は限定的である。

3. 油圧の奥義

3.1 油圧ポンプの運転限界因子

機械的エネルギーと流体の圧力エネルギーとの変換には、容積式ポンプ・アクチュエータが採用される。油圧ポンプの作動域を図1に示す。図中の限界線は、(1) 流体膜形成、(2) 強度や変形、(3) 発熱や熱平衡、(4) キャビテーションである。容積の可変には壁面の移動を伴う。よって、摺動部が構成され、トライボロジーが要となる。一方、圧力エネルギーの伝達媒体に液体を用いることから相変化が不可避であり、キャビテーションの壁が立ちほだかる。

3.2 静圧軸受機構採用の利点

機器の主作用要素は、摺動する圧力隔壁で構成される。これは、作動圧力に比例する荷重が摺動部に作用することを意味する。広い無段変速域に基づき、摺動速度範囲も大きい。故に、摺動面の潤滑機構として、動圧効果の使用は不利である。他方、摺動部の片側に高圧源があることから、この圧油を導く静圧軸受機構の採用が理に適う。

3.3 キャビテーションと壊食

油圧機器内部には、絞り状流路が各所に形成される。その絞り部の高圧側から低圧側へ液体が流動するとき、流れは壁面から剥れ、渦を生じ、気泡が析出し、主流に随伴して噴出する。つまり、キャビテーション噴流が生成される。

高圧力場において、成長した気泡は瞬時に崩壊し、衝撃波を生じる。壁面近傍における気泡の多量の崩壊と長時間の曝露は、表面に局所的な繰返し疲労損傷を誘発させ、部材に壊食を引き起こす。気泡の発生低減、成長抑制、壁面での崩壊阻止が、流れ場の視点からの壊食防止策となる。

4. 油圧の研究動向

4.1 潤滑理論の現状と展望

PCモデルとGW (GT) モデルに基づく混合潤滑モデルは、方程式群の取扱いがやや複雑であり、厳しい条件下に対する適用の課題は残るものの、実験的にも妥当性が検証されており、実用性は高い。

機器内部の滑り面の端部や片当りする摺動部は、見掛け上、線や点で接触しつつ滑りや転がりを伴う潤滑状態におかれる。大規模計算となるが、EHL理論の援用が期待される。発熱、変形、接触などのモデル構築や連成モデルによるシミュレーション開発なども進められている。

シールの理論解析は、従来のレイノルズ方程式の逆解法に代わり、近來の計算機性能の大幅な向上を背景に、より現実的な数値モデルの多元連立方程式の直接解法が多い。

材料としてはDLCが、表面加工としては微細テクスチャが、作動油としては低粘度化などが、軌近の環境トレンドとも連動して注目されている。

4.2 関連する研究論文

近年の動向⁴⁻⁵⁾として、多くはないが、油圧の潤滑を主題とした理論的⁶⁾、実験的⁷⁾な研究成果が発表されている。

5. むすび

油圧機器と、トライボロジーや潤滑ならびにキャビテーションや壊食との関連について、基礎を整理するとともに学理を追及する視座で、幾つかの要点を纏めた。

参考文献

- 1) 山口惇: 油圧機器の潤滑, 潤滑, Vol.31, No.10, p.658-690 (1986)
- 2) 加藤洋治: キャビテーション, 槇書店 (2000)
- 3) 山口惇, 田中裕久: 油空圧工学, コロナ社 (1986)
- 4) 風間俊治: フルードパワー機器のトライボロジーに関する理論の現状と研究の動向, フルードパワーシステム, Vol.40, No.4, p.193-196 (2009)
- 5) 風間俊治: 平成25年度の油圧分野の研究活動の動向, 日本フルードパワーシステム学会誌, Vol.45, No.E1, p.E5-9 (2014)
- 6) Pelosi, M., Ivantysynova, M.: The Impact of Axial Piston Machines Mechanical Parts Constraint Conditions on the Thermo-Elastohydrodynamic Lubrication Analysis of the Fluid Film Interfaces, International Journal of Fluid Power, Vol.14 (2013)
- 7) Kazama, T.: On Thermal Lubrication Characteristics of Hydraulic Pumps (Comparison among Piston, Vane, and Gear Types), Proceedings of MOVIC2014, 2D31, No.14-202 (2014)

油圧ポンプ／モータの最新技術動向



大見 康生

大見技術士事務所 代表
〒654-0121 神戸市須磨区妙法寺ぬめり石6-4-912
E-mail : omiyasu@ybb.ne.jp

1977年 大阪大学工学研究科精密工学修士課程修了。
その後、川崎重工業(株) 現 精密機械㈱にて、油
圧ポンプ／モータの製品開発、関連する要素技術の研究に
従事、2012年定年退職後、大見技術士事務所開設。同志
社大学理工学部非常勤講師、前職新人教育研修講師也

1. はじめに

油圧は、高い出力を容易に伝達、制御できることが最大の特長であり、建設機械や大型産業機械などでの実績は、他の代替技術の追随を許さない。

一方、油圧技術の歴史は古く、研究され尽くした感もあるが、最近開発された新製品には着目すべきものもあり、そのいくつかを技術的観点から紹介する。

2. ポンプ／モータの形式分類と特徴

油圧ポンプ／モータ（以降 P/M）には、種々の様式があるが、建設機械や産業機械などで使用される大型で高圧仕様の P/M は、ラジアル形、斜軸形、斜板形のいずれかに分類される。かつては、建設機械の旋回系や走行系にラジアル形や斜軸形が使用された時代もあったが、その制御性、コンパクト性や信頼性などの改良が進み、今日では斜板形 P/M が大勢を占めている。

図1は、各様式の油圧 P/M と AC モータの出力・質量の関係を示している（油圧 P/M は、筆者が在籍していた油機メーカーの製品を中心にプロット）。当図から、電動モータより油圧 P/M が、また、ラジアル形より斜軸形と斜板形が、より高い出力密度を有する事がわかる。

3. 高出力密度化・高効率化・低騒音化

油圧の特長をさらに活かすため、高出力密度化（高圧化・高傾角化・高速化・軽量化）、高効率化、低騒音化の研究、改良が継続されてきた。1970年当時の製品に比べ、出力密度は3.5倍以上¹⁾、斜板形ポンプの最高効率は93%に達しており、騒音も音質の改善を含め、大きく低騒音化²⁾が実現している。これは、高度な計測技術や解析技術の進歩に負うところが大きい。

4. 新製品と技術動向

前述の各改良の成果として、最近開発された注目すべき新製品を以下に示す（図1. の (A) ~ (D) に対応）。

(A) 小型アキシアルピストンポンプ<小型化>

従来、図1の10kg以下の領域には油圧 P/M が見られず、その出現を期待する論文³⁾もあったが、最近、0.3~2.3kgの小型アキシアルピストンポンプ⁴⁾が製品化された。今後、介護機器や医療機器、ロボットなどへの適用拡大が期待されている。

(B) 斜板形高速モータ<高速化>

従来、高速仕様には斜軸形モータが有利とされてきたが、新規ロータリーの開発と遠心力や放熱に配慮した設計により、従来製品比、1.6倍の高速化を実現した斜板モータが開発された。クレーン巻上げ系や産業車両走行系への適用を進行中。

(C) 大型斜板ポンプ<大型化>

大型の鍛造プレス⁵⁾や産業機械向け圧源ポンプとして大型の斜板ポンプ(500cm³)が開発された。従来この領域では斜軸ポンプが使用されてきたが、コンパクトさやタンデム化が可能な事などから、適用範囲の拡大が期待される。

(D) 超大型ラジアル P/M<大型化>

風力発電の増速機方式に代わる油圧ドライブ方式を実現するため、超大型のラジアル P/M が開発され、7MW級の風車への適用が進められつつある⁶⁾。当 P/M の特徴は、各シリンダへの作動油の分配を、各シリンダに設けられた2個の吸排用バルブで行なう点である（Digital Displacement P/M）。この構造により、超大型にもかかわらず、高い性能と信頼性の実現が可能となっている。

5. おわりに

ラジアル形、斜軸形、斜板形 P/M の特徴と改良の要点、最近の新製品に見られる技術動向を紹介した。

今日の高度な計測技術と解析技術により油圧技術の本質を掘り下げ、他の技術とのハイブリッド化を行えば、更に大きな付加価値の創造が期待できる。

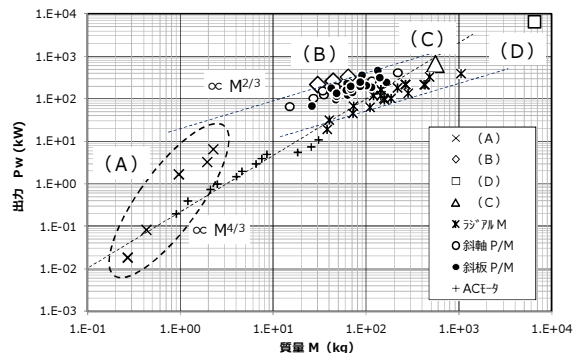


図1 油圧 P/M の出力と質量

参考文献

- 1) 大見康生, 「建設機械用油圧ポンプの高出力密度化」, 油圧技, Vol.47, No.7, (2008)
- 2) 大西正貴他, 「建機用油圧ポンプ K7V シリーズの開発」, 川崎重工技報, 168号, 2009年2月
- 3) 田中豊, 「フルードパワー機器の小形, 高効率, 省エネ, 環境に関する動向」, フルードパワーシステム, 39巻, 5号, (2008)
- 4) 小曾戸博, 「超小形ポンプ・モータ」, 油空圧技術, Vol.50, No.12
- 5) 桑野博明, 超大型鍛造プレス油圧システムの概要, JFPS ウィンターセミナー, 2014年2月
- 6) NEDO 資料, 「洋上風力発電技術研究開発に係る NEDO の取り組み」, 2013年1月



油圧作動油の最新動向



藤浪 行敏

出光興産株式会社 営業研究所
〒299-0107 千葉県市原市姉崎海岸 24-4
E-mail : yukitoshi.fujinami@idemitsu.cm

1966年生まれ。1991年東京工業大学工学部化学工学卒業。同年出光興産(株)に入社。以来、油圧作動油、グリス、圧縮機油、風力発電用潤滑油、軸受油、エンジン油などの開発に従事。現在、潤滑油部営業研究所主任研究員。日本トライボロジー学会に所属。

1. はじめに

油圧システムの進歩と時代の要求により、新しいコンセプトの油圧作動油が多く開発されている。ここでは、油圧作動油の最新動向を紹介する。

2. 油圧作動油の動向

2.1 非亜鉛系耐摩耗型(極圧型)油圧作動油

油圧作動油の主流である耐摩耗型作動油では、1960年代から亜鉛系の極圧添加剤(ジアルキルジチオリン酸亜鉛: ZnDTP)が耐摩耗剤として配合され、海外を中心に現在でも多く使用されている。油圧システムの高圧化・コンパクト化などにより潤滑油の使用環境が過酷になる中、ZnDTPを原因とするスラッジや、銅合金の腐食が問題視されるようになってきた。ZnDTPに清浄分散剤を併用することにより、ある程度の改善が図られている。

この課題を本格的に解決する方法として、ZnDTPに代わる極圧添加剤の選定・組合せ技術が研究され、スラッジの発生が非常に少ない非亜鉛系の耐摩耗型油圧作動油が開発された。現在、日本の作動油市場では非亜鉛系作動油の比率が増えつつある。今後、世界でも使用が拡大していくことが予想される。

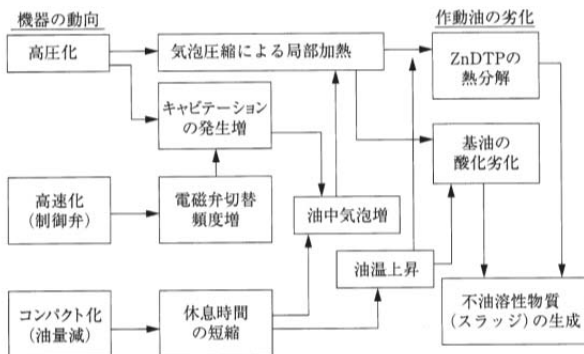


図1 亜鉛系作動油のスラッジ生成に対する影響因子¹⁾

2.2 省エネルギー型油圧作動油

省エネルギー型油圧作動油は、粘度-温度特性(粘度指数)を改良して低温での粘度増加を抑え始動時のエネルギーロス(ウォーミングアップロス)を低減する粘度指数向上剤や、ベーンポンプのベーンとカムリング間など、しゅう動部での摩擦係数を低減させる添加剤(摩擦低減剤)などが配合されている。低粘度・低密度であることも効果的である。オイル交換するだけでエネルギーを低減できるため、市場が拡大しつつある。

更には、省エネ型の工作機械油として、油圧システム部分での省エネルギー性と、工作機械の案内面(しゅう動面)部分での省エネルギー性、工作機械油特有の要求性能を兼ね備えた油圧・しゅう動面兼用潤滑油も登場している。

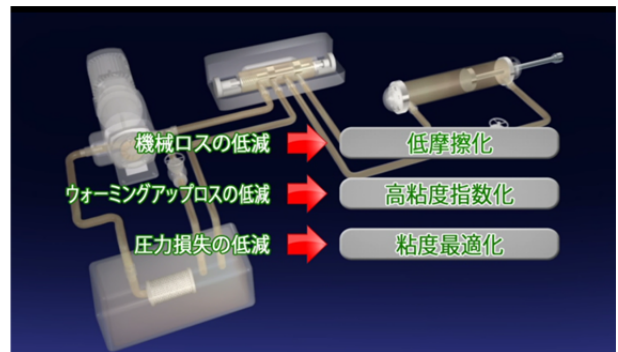


図2 省エネルギー油圧作動油の基本的な考え方²⁾

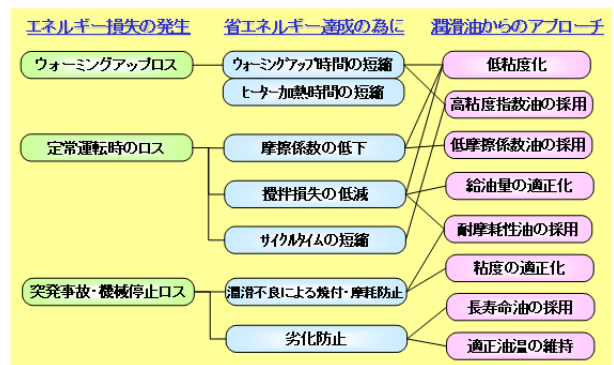


図3 油圧作動油による省エネルギーのポイント³⁾

2.3 高引火点型油圧作動油

2002年の消防法改正により、250℃以上の引火点を有する潤滑油は、危険物(第4類第四石油類)から除外され、指定可燃物(可燃性液体類)として各市町村条例での規制となり、貯蔵や取扱いが容易になった。粘度が低い潤滑油は引火点が低くなる傾向にあり、一般的な鉱物油を可燃性

液体類とするには、粘度グレードを ISO VG68 以上とする必要がある。

高引火点型油圧作動油は、ベースオイル中に含まれる引火点が低い成分（低沸点成分）を蒸留により除去したり、最新のプロセスで製造された引火点が高い化学構造を有する特殊な鉱物油を使用することにより、ISO VG46 やVG32 の粘度グレードと高引火点の両立が可能となった。近年では、更に省エネ特性を付与した「高引火点・省エネ型油圧作動油」も上市されている。

表1 危険物(第4類第四石油類)と指定可燃物の違い

消防法による分類	可燃性液体類		第4類第四石油類	
	2,000L未満	2,000L以上	1,200L以上 6,000L未満	6,000L以上
取扱数量	指定可燃物対象外	指定可燃物	少量危険物	危険物
適用	—	指定可燃物貯蔵取扱所	少量危険物貯蔵取扱所	危険物の製造所、貯蔵所及び取扱所
届出・許可申請	—	—	—	—
貯蔵及び取扱いの技術上の基準	—	市町村条例	市町村条例	政令

2.4 生分解性油圧作動油

生分解性潤滑油は、バクテリアにより分解されやすい特性があり、不慮の事態により潤滑油が漏洩した場合にも、自然界に与える影響が小さい潤滑油である。ベースオイルは合成油系と植物油系に大別され、前者は主にエステル系合成油が、後者は大豆油、菜種油、ヒマシ油、パーム油などが使用される。生分解性潤滑油は、現状、建設機械や港湾設備などで使用される場合が多い。尚、生分解性潤滑油は同じ粘度の鉱物油より引火点が高い傾向にあり、可燃性液体類に分類されるものも多い。

表2 エコマーク認定基準概要 (生分解性潤滑油 Version2.6)

生分解性	OECD 301B, 301C, 301F, ASTM D5864, D6731 いずれかにより測定される生分解度が28日以内に60%以上
生態影響	魚類による急性毒性試験 OECD 203 or JIS K0102, K0420-71シリーズ 96時間LC50値が100mg/L以上
生態系への影響(当面適用を免除)	ミジンコ類急性遊泳阻害試験 OECD 202part I or JIS K0229 48時間EC50が100mg/L以上
ラベル表示	環境中への排出や漏洩はできるだけ少なくなるよう注意。適正な廃棄処理が必要。
容器・包装用プラスチック材料	ハロゲン系元素で構成される樹脂、および有機ハロゲン系添加剤を配合していない
化学物質の適正管理	1. 関連法規の遵守 2. EDTA及び、C5-C9のアルキルフェノールエトキシレートの不使用 3. 塩素系添加剤の不使用 4. 化学法第一種指定化学物質の報告 5. 鉱油中の多環芳香族 3%未満 6. 基油に鉱油を使用している場合は発ガン性と分類されないこと。

2.5 油圧作動油の商品例

前項までに述べた技術を適応し、開発された油圧作動油の商品例を表3に示す。

表3 油圧作動油の商品例

非亜鉛系耐摩耗型(極圧型)	ダフニースーパーハイドロ A
省エネルギー型	ダフニースーパーハイドロ ST
省エネルギー型工作機械油(しゅう動面・油圧兼用)	ダフニースーパーマルチオイル ST
高引火点型	ダフニースーパーハイドロ HF
省エネルギー・高引火点型	ダフニースーパーハイドロ HF-ST
生分解性・高引火点型	ダフニービオスハイドロ SE
	ダフニーファージスト ES
	ダフニーファージスト EN

(いずれも出光興産(株)製)

2.6 次世代油圧作動油

油圧作動流体に「油」が使われる理由は、その非圧縮性にある。新しい化学構造のベースオイルにより、この特性を更に向上させた「高剛性油」⁴⁾の提案がされており、油圧システムでの応答性の高さが確認されている⁵⁾。

3. 油圧作動油の規格

一定レベルの油圧作動油を規定する規格として、ISO 11158, DIN 51524, ASTM D6158 などが存在する。これらの試験では、ピッカース社製ベーンポンプ(V104C)を13.7MPaで運転し、作動油の耐摩耗性を評価している。建設機械においては、産業用の油圧システムより、油圧、油温が高い状況で運転されるため、日本建設機械化協会により建設機械用油圧作動油の規格(JCMAS P041)が設定された。ここでは、ベーンポンプ試験に加え、34.3MPaの高圧ピストンポンプ試験も規定されている。その他、航空機用に低温特性を考慮したMIL-H-5606E、建設機械用生分解性作動油(JCMAS P042)などが存在する。

4. おわりに

油圧システムの使用現場の改善や、優れた油圧機器の開発に、これらの油圧作動油の特性を活用いただければ、潤滑油メーカーにとって本望である。

参考文献

- 1) 松山雄一: 油圧作動油からのランニングコスト低減, 出光トライボレビュー, No.27, p.12 (2004)
- 2) 出光興産(株)販売資料
- 3) 白神善隆: 油圧作動油による省エネルギー, 出光トライボレビュー, No.27, p.12 (2007)
- 4) 坪内俊之, 上村秀人, 篠田実男: 高剛性油圧作動油の開発研究, 平成19年秋季フルードパワーシステム講演会講演論文集, p.167 (2007)
- 5) 北川 能: 高効率によって持続発展的な社会との調和を目指す油圧サーボシステムの新しい試み, 平成23年春季フルードパワーシステム講演会講演論文集, p.3 (2011)