

随 筆

F P S 技術の将来（油圧は、生きられるか？）*

落合正巳**

* 平成 18 年 6 月 15 日原稿受付

** 日立建機（株）技術開発センタ，〒300-0013 茨城県土浦市神立町 650

1. はじめに

近年の省エネ化，クリーン化，安全性といった，環境重視の社会情勢，急速に発達した電気，電子，制御工学．一方，油圧の領域において，電気，空圧が，その勢力地図を塗り替えようとしている今日．これらの社会変化，技術革新とどのように関わって油圧が，発展していくのか，生き残っていけるのか．冒頭に，取り留めのない文脈となることをお断りし，思うがままに F P S 技術の現状と将来を筆者が携わっている建設機械を中心に述べてみる．

2. 対環境に屈せず（対環境と油圧）

油圧の対環境といえば，省エネ化，低騒音・低振動化，クリーン化が挙げられる．省エネルギー化については，それぞれの産業分野で地道な努力がなされてきているが，昨今の京都議定書に基づく目標を達成するためには，更なる努力を積み重ねなければならない．各産業の油圧システムにおいても機器単体の高効率化，電磁弁の省電力化¹⁾，油圧システム制御による省エネ，電動機制御による省エネ化，更には，ハイブリッド形油圧システム²⁾，等，により，省エネ化を図ってきている．

建設機械についての C O₂ 排出量は，日本国内全産業分野における総排出量の 1 ～ 1.2 % にすぎない．しかしながら，京都議定書の目標を達成するためには，あらゆる産業分野で，C O₂ 削減値を積み上げていかなければならないだろう．建設機械の C O₂ 削減（省エネルギー化）に対しては，直噴エンジンの採用や油圧機器単体の効率アップをはじめ，負荷に見合ってエンジンを最も効率の良いところで作動させるエンジン－ポンプ最適制御，無操作時，自動的にエンジン回転数を低下させるオートアイドル制御，等，³⁾ システム効率の向上を狙って，各社，様々な改良を加え努力してきている．また，油圧で駆動する機械にとっては，高圧化も省エネルギー化の一方策である．しかしながら，建設機械における油圧システムの損失は，まだまだ大きく（図 1），純油圧システムの見直し，あるいは，昨今，急速に発達した高効率電動デバイス，電子制御技術の力を借りたシステムの改良が急務である．

騒音に関しては，油圧特有の課題でもある．一時，自動車分野において，ステアリングや A B S 等，に油圧システムの取り組みが盛んに行われていたが，電動化に移行している一つの原因は，騒音と言えるかもしれない．建設機械においても都市土木関連工事の増大によるユーザの低騒音化ニーズ，販売規制を伴う E U (European Union) の騒音規制(2006 年以降)等，ますます，厳しくなっている．図 2 は，油圧ショベルのキャブ内騒音の変遷である．すでに，建設機械にも自動車並の低騒音化が求められてきている．エンジン，ファン，マフラ等，各部品についての着実な低騒音化が図られてきているが，今後は，油圧ポンプ，油圧絞り音，等を含む油圧システム全体の低騒音化に取り組まなければならない．一部部品（図 3）に見られるように，騒音低減策を施した機器単体の供給も必須となると予想される．

作動油に関しても，油が飛散したり，漏洩しても土壌や水資源を汚染させない生分解性作動油が製品化されてきているが，最近では，難燃性機能を付加した生分解性作動油が出現してきている．また，摩擦を低減して省エネルギー化を図ろうとする低粘度作動油が，新たに開発されてきている．⁴⁾ これらは，油圧の弱点を補い，油圧の良さを残そうとする企業の努力といえるかもしれない．

3. 大型機械で生き残る（油圧と電動）

昨今、電動か、油圧かとよく問われる。邪道である。それぞれの良さを生かすべきである。環境、インフラ、コストを含めトータル的に考慮し、構成すればよい。高速度、高出力の油圧シリンダに優る直線運動アクチュエータが、他に存在するであろうか。kPa の空圧、水圧で、MPa の油圧駆動の機械をどのように纏めれば良いのであろうか。昨今、発電機、電動機の技術開発も急速に進み、永久磁石を用いて高速回転により小型化をはかり、高密度出力を達成してきている。しかしながら、トルク慣性比の違いは、いまだ歴然としている。船舶、航空機、圧延機、建設機械（写真1）といった大型機械のシステムにとっては、数十年後においても油圧を避けられない状況下におかれるであろう。大型機械が油圧を避けられない大きな理由の一つは、シリンダの存在である。圧延機やトンネル掘進機の押圧装置、建設機械のシリンダ等、何れを見てもこれだけの効率と推力を持ち合わせて小型化できるアクチュエータは、他の分野には見当たらない。油圧の長所を活かせる大型機械に数十年後を託したい。歴史をたどれば、油圧は水圧から始まったものである。環境を破壊する戦争により、更に大きな出力、効率を求め油圧を使用してきたものである。この油圧が、現在において、対環境の問題から、水圧に戻っていくことは、なんとも皮肉なことではあるまいか。‘自然に帰る’からいえば、油圧も水圧に帰るかもしれないが、油圧技術者の知恵で、油圧の弱点をカバーし、更に発展させたいものである。

4. 油圧技術の発展への提言

建設機械の油圧機器は、高圧化・小型化へと進み、摺動部、等、各部分の負荷状態は厳しい条件下にさらされている。非常に、クリティカルな状態にあり、通常では問題ない部分でも負荷条件の少しの変化でも不安定領域に入っているのではないだろうか。昨今のシミュレーション技術の進歩により、クリアにならないものだろうか。成熟したと言われる油圧についても、まだまだ未知の課題は多く残されていると思っている。また、空圧や制御シミュレーションは、発展してきているが、最近、欧州に見られるような（図4）⁵⁾ 新しい油圧のハードが開発されてきていないと思うのは私だけであろうか。油圧が飛躍できる新しいハードの出現に期待する。

5. おわりに

電動、空圧に押され気味の油圧であり、日本の大学においても油圧の研究室が少なくなっているという。寂しい限りである。中国を含めた東南アジア諸国、北欧諸国における大学に勢いを感じざるを得ない。残された油圧の課題に、産学共同体で取り組むことにより、まだまだ発展の余地はあると確信している。

参考文献

- 1) 木原：省エネルギー油圧電磁切換弁，フルードパワーシステム，Vol. 37, No. 3, (2006),173/177
- 2) 山本：ハイブリッド形油圧システム，フルードパワーシステム，Vol. 37, No. 3,(2006),160/164
- 3) 落合：建設機械の技術動向と開発課題，建設機械，Vol38 No.1,(2002),20/40
- 4) 小西：油圧作動油の省エネルギー化，フルードパワーシステム，Vol. 37, No. 3,(2006),187/190
- 5) 一柳：油圧駆動の長所と短所，油空圧技術，Vol.41 No.9,(2002),5/8

著者紹介



おちあい まさみ

落合正巳君

1950 年 1 月 9 日生まれ。

1970 年幾徳高専（現神奈川工科大）卒。油圧機器，油圧システムの研究開発に従事。日本フルードパワーシステム学会々員。日本フルードパワーシステム学会理事・企画委員。
E-mail:ochiai70@hitachi-kenki.co.jp

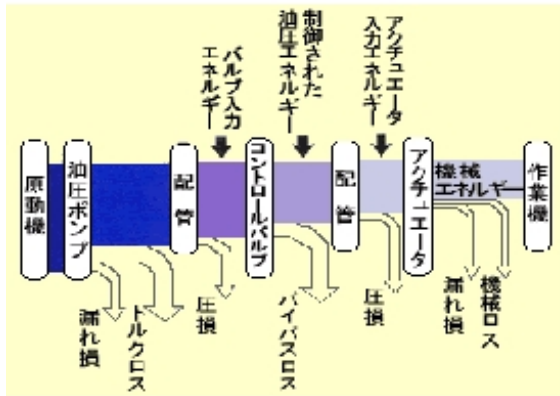


図1 油圧システムのエネルギー伝達モデル

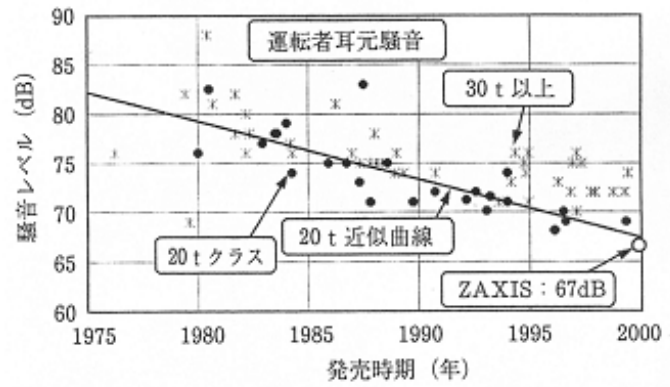


図2 油圧ショベルキャップ内騒音変遷

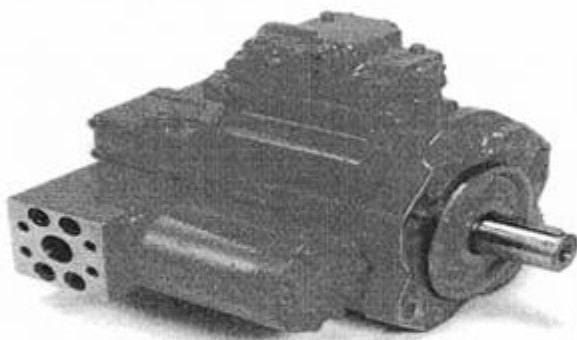


図3 圧力脈動吸収付き斜板ポンプ
(出典：KPM型録)



写真1 超大型ショベル
(自重：800t：日立建機)

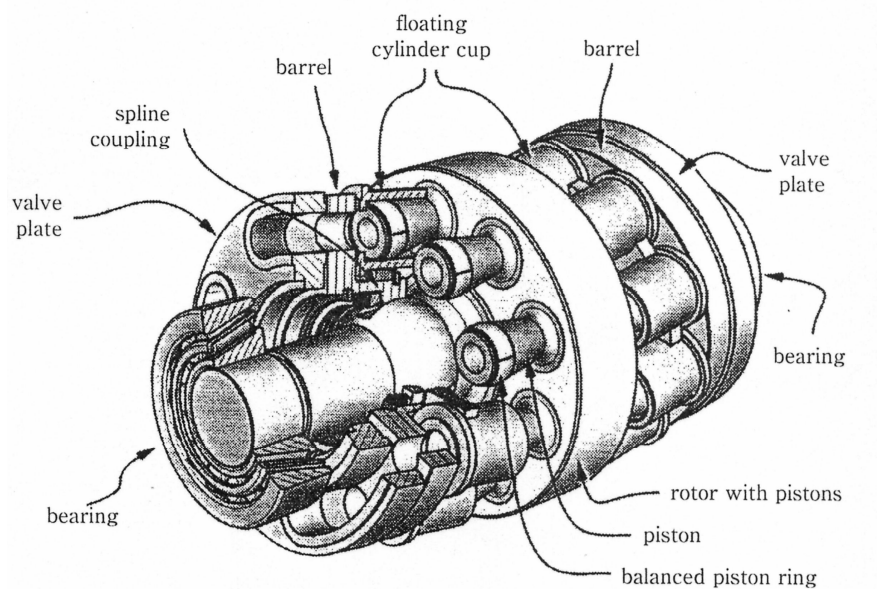


図4 トランスフォーマ(INNAS)