世界における日本の油圧工業の役割

Role of the Japanese Hydraulics Industry in the World

小笠原文男*

Fumio OGASAWARA

Key Words: Hydraulics Industry

1. はじめに

日本の油圧工業は、昭和20年代の終わりのころから欧米よりの技術導入があいつぎ、30年代初めから本格的に発展した。日本油圧機器工業会（現在の社団法人日本油圧工業会）は、31年に13社によって設立されたが、当年の油圧機器生産額は18億円であったと推定されている。今年はちょうど工業会創立30周年にあたるが、60年の生産額は2500億円余で、それなりの発展をとげたと評価できよう。今年は更に日本空気圧工業会との合併が決まり、新たな発展への年となった。

さて日本の油圧工業は30年以降、あかつきの産業としてその成長は目ざましく、油圧を手がける企業も大幅に増えて39年には工業会加盟会社93社を数えるまでになった。この間、日本の経済は30年以來の神武景気、34年ころからの岩戸景気、41年からのいざなぎ景気、45年の大阪万博へと高度成長が続いた。更に油圧機器を装着する機械の比率も高まったので45年の油圧機器の生産額は1058億円に達し、1000億円産業の仲間入りを果たした。

しかるに、45年のニクソンショック、48年の石油ショックにより、経済環境が一変し、油圧工業も大きな転換期を迎えた。油圧機器生産額が2000億円を越えたのは55年であり、以後は更に成長率が鈍化して、2500億円を越えるのに5年

を要したことになる。また、60年秋以降の急激な円高による影響は、石油ショックにも匹敵するもので、61年は2500億円を下回るものと予想されている。

日本の油圧工業30年を迎えたいま、当面の展開は国際化とハイテク化への挑戦という大きな課題に直面しているといえる。油圧機器の直接輸出は生産額の約5%と低く、本格的な展開はこれからと期待されている。また、メカトロ化を中心とするハイテク化の推進が焦眉の急である。他産業からはサーボモータなどさまざまな新しいアクチュエータが出現しており、エレクトロニクスやコンピュータによる高度な制御技術によって、油圧が置き換えられる例も多く、異業種との競合が大きな問題となっている。

しかし、あらゆる産業で油圧が使われるようになったいま、エレクトロニクスやコンピュータ技術を利用することによって技術革新をはかり、油圧技術を高度化し、21世への明るい展望を開きたいものである。今年の空気圧工業会との合併は、海外市場動向、国際規格化への対応もスピーディに行えるようになるから、このような体制整備は国際社会においてもよい結果をもたらすものと考えられる。

以下、わが国の油圧技術をふり振り返りながら、今後何をなすべきかについて述べてみたい。

2. 低騒音化

わが国経済の高度成長とともに、油圧工業も質

* 正員、カヤバ工業(株)(〒105 東京都港区浜松町2-4-1, 世界貿易センタービル)。

量ともに大いに伸びたのであるが、40年代中ばになると、公害防止・安全など人間尊重が改めて問い直されることとなり、油圧機器についても低騒音化や油漏れ防止についていっそうの努力が必要となった。

45年に日本油圧工業会技術委員会は「油圧機器の騒音低下に関する試験研究計画」を策定し、機械振興協会技術研究所の協力を得て、油圧ポンプ17機種、油圧ユニット2セットの騒音テストを実施した。次いで48年には当学会に油圧工学研究会が設けられ、流れや騒音など広い課題について、次いで50年からは油圧機器研究会によって騒音の防止技術をはじめさまざまな技術問題についての研究が実施された。更に、流体機械の騒音測定方法調査研究分科会の活動などによって、油圧機器の低騒音化が促進された。

油圧機器の低騒音化実現のため、第1段階はポンプ吐出し脈動率の小さいポンプの開発や、ポンプ効率より低騒音を重視する設計が行われた。その例として内接形歯車ポンプが開発され、当初は70 kgf/cm²程度の圧力であったものが、50年ごろには側面すきま補償機構を備えたもの、あるいは多段化することによって、200～300 kgf/cm²もの高圧化が可能となった。

一方、電磁切換弁についても、ソレノイドのウェットアーマチュア化により、従来のドライ形に比べて切換騒音が大幅に低減した。しかもこの電磁切換弁は切換寿命も長く、切換時の衝撃が低いなど多くの面で優れた弁が開発され、今日ではほとんどの電磁切換弁のソレノイドがウェット化されている。

低騒音化の第2段階は、ポンプの効率を低下させずに低騒音化を実現するため、実験的な試行錯誤を繰返しながら次第に理論的研究へと進んだ。最近では、油圧ポンプのみならず、油圧装置の低騒音化のため実験的研究から理論的研究によるモデル化へと進展している。

3. 省資源・省エネルギー

48年の石油ショック以後、省資源・省エネルギーに関する技術革新が続いている。

省資源と作動油による災害防止の観点から油圧

を液圧、すなわち石油系作動油を使わないための研究が行われてきた。日本油圧工業会では、53年から難燃性作動油や高含水作動液を用いる液圧駆動システムに関する共同研究を実施してきた。

更に、当学会でも58年に油空圧システムの省エネルギー調査研究分科会が設置され、省エネルギーの評価基準や省エネルギーを考慮したシステム構成電気との省エネルギー面での対比など、幅広い調査活動が行われてきている。

機器の面でみると、50年にはソリュブルで使用可能な制御弁が市場に紹介されたほか、水・グリコール使用で175 kgf/cm²が可能なベーンポンプがみられた。54年には高含水作動液対応のピストンポンプが各社から販売され、今日では140 kgf/cm²の圧力まで可能となっている。

一方、省エネルギーの面でみると、油圧ポンプの部分負荷での効率が比較的低いことから、これらの点の改良もなされたが、機器単体での効率の向上には限界があり、配管抵抗の低減を含めた油圧システムとしての省エネルギー化が活発である。

50年代中ばにはロードセンシングシステムが導入され、各種の回路が考案され実施に移されてきた。また、これまではイニシャルコストが重視され、特別な場合を除き、ランニングコストが問題にされることが少なかった。しかし、省資源・省エネルギーの観点からはランニングコストを含めたライフサイクルコストといった総合コストの考え方に変わってきた。この中にはランニングコストやメンテナンスコストが含まれることは当然であり、イニシャルコストがいかに安くても、ランニングコストやメンテナンスコストの占める割合が大きいのが普通であるから、ロードセンシングシステムでは、制御のためのイニシャルコストは増加するものの、電力費や燃料費は大幅に低減できるのでライフサイクルコストとしては有利との判断がなされるようになった。

多くの場合、省エネルギーのために可変容量形のピストンポンプが使われるのが一般的であるが、果たして可変容量形ポンプの使用が有利なのか、固定容量形ポンプとアキュムレータの組合せがよいのか、または容量の異なる2連又は3連のポンプで種々の容量の組合せによるのがよいの

か、更には可変量形の油圧モータを使うのが有利かなど、負荷サイクルとの関連でまだまだ研究の余地のあるところであろう。

4. 多品種と標準化

低成長経済のもとでは、作れば売れる時代と異なり、競合品に対して特長のない製品は市場では取り残されることから、差別化が重要なテーマである。油圧機器においても各市場それぞれの要求に適合させるべく、容量のシリーズ化はもちろん、さまざまな構造の機器、機器の複合化、制御方法の多様化へと進展した。例えば、低速高トルク油圧モータでは、クランク形（星形）、マルチストローク形、ダブル斜板形ピンスンモータ、内接歯車形に差動機構をもたせた遊星歯車モータがある。そのほか、高速低トルクモータに歯車減速機を装着しパワーショベル走行専用のモータも開発された。

油圧の応用の拡大もまた盛んである。自動車では四輪操舵、車高調整を含む操縦性安定性向上のため油圧が使われ、本四架橋のつり橋のワイヤ架設には、ワイヤの張力を正確に一定に保ちながら架設するため高度な油圧装置が威力を発揮した。農業トラクタやコンバインハーベスタの走行に静油圧伝導装置を使う例が増え、トラクタの作業機の位置制御に高速電磁弁が使われている。射出成形機によって作られる製品の精度向上のため比例電磁弁や電気・油圧サーボ弁の応用が増えている。このように市場の広がりや製品の差別化に応じて油圧機器もますます多品種少量生産へと向かっている。

しかし一方で標準化への活動も活発である。

近來とくに国際取引が多角化し、これを円滑に行うためには、油圧工業においても国際標準にもとづく標準化を進めなければならない。わが国でも油圧工業会技術委員会が中心になり、41年には機種別部会を設けて推進してきた。しかし、最近の貿易摩擦は工業標準にまで及んでおり、一部のJISが非関税障壁であると指摘される例もみられる。油圧関係ではすでに油圧の基本である、JIS B 8316 油圧システム通則ほかISOに準拠した規格も制定されつつあるものの、いっ

そうの努力が望まれている。

5. 制御の高度化

油圧制御弁の性能の向上もさることながら、制御弁の集積化が50年ごろからみられるようになり、当時はマニホールドに結合する方式であったものが数年後には無配管化を目的としたモジュラ弁方式に替わった。モジュラ弁は異なった機能の弁であっても取付け寸法が同一で、内部に共通の供給・戻り通路をもつので、積み重ねることによって種々の回路構成が無配管ででき、回路変更も容易となる特長がある。今日では工作機械を中心として幅広く使用されている。

また、40年代の高度成長の中で各産業が自動化を指向し、油圧においても電気、油圧の結合が重要な課題となった。当時すでに電気、油圧サーボ弁はあったものの、航空機や高度な試験機などごく一部に使われているだけで一般産業機械に使われているとはいえなかった。比例電磁弁については、車両用バルブの手動をリモートでやれるように比例電磁弁を応用した例がある程度であった。50年の初めには、安定性・ヒステリシス及び分解能のかなりよい比例電磁弁が開発され、数年のうちには簡易なサーボ機構の構成を目的とするまでになった。中にはICアンプを組み込んだものの、圧力と流量の比例電磁弁を一体化したもの、ポンプ制御に応用したものなどが見られた。また、速度や圧力、位置制御のためステッピングモータでバルブスプールを駆動するデジタル弁がコンピュータと直接連動できるとして注目を集めた。ここ数年はフォースモータでスプールを直接駆動し、高応答でコンタミナントにも強いサーボ弁も開発されて、比例電磁弁やサーボ弁など電子技術につながる機器が非常に一般化してきた。加えて、比例制御やサーボ制御システムに必要なセンサやアンプ、データ表示器を内蔵した弁、ストロークセンサ付きシリンダも発表されており、油圧もいよいよ知能化の時代に向かって離陸しようとしているように思われる。

NC工作機械やロボットの分野で油圧が電気にとって替えられたという現実、早急にエレクトロニクスによる制御技術を取り込んで、油圧シス

テムとして省エネルギー化、操作性の改善、信頼性の向上のため、新しい油圧・電気技術の開発の必要を示唆したものであろう。

6. 日本の油圧工業の役割

6・1 先進技術開発の促進 戦後、わが国の油圧工業は、欧米からの技術導入によって発展してきた。その生産額も今日では、2500億円を上回る規模になっており、製品の品質も世界でトップクラスといわれている。

しかし現在は、無公害で、省エネルギー的であり、多品種で安価、コンパクト・軽量で高い信頼性のある製品と、これまでの技術では互いに相反すると思われるような多難な要求の解決を迫られている。これらの問題解決には、トータルシステムとして解決せねば困難であろう。また、油圧が基本的には動力伝達機構として優れた制御性と柔軟性をもっているが、これを十分に発揮するには、油圧技術のみでは困難であろう。

このため、センサやマイクロコンピュータ、デジタル制御技術及び新材料など幅広い知識を取り入れ、技術を融合して新しい油圧技術の構築が必要になるであろう。

更に、油圧が好まれない大きな理由として、メンテナンスフリーでないことがあげられる。特別の訓練なしで油圧を使いこなすことができるように故障診断の機械化も必要であろう。

また、極限作業ロボットの研究が国の大形プロジェクトとして行われており、現場立入り困難な状況でのプラントや機器の点検、保全、救援などの複雑な現場作業を人間に代わって実施できる知能ロボットシステムの開発中であるが、これらは、建設機械の究極の姿のようにも思える。

このような高度な先進技術開発は、わが国の油圧工業に与えられた大きな課題であり、この解決を通じ世界に貢献すべきときと考える。

6・2 共同研究体制 既に述べたように、当学会や日本油圧工業会において多くの共同研究がなされてきた。これまでの研究はどちらかといえば基礎的技術に関するもので、これによって基礎技術の向上に資するところ大なるものがあつた。

今後は当学会が行った「油空圧とエレクトロニクスの複合化調査分科会」の内容のように、メカトロ化・知能化に関する共同研究が多くなるであろう。現に、(社)日本油空圧学会では、油空圧に関する将来問題について共同研究を始めようとしているがメカトロ化が中心であろう。

これらの共同研究に参加する企業は、油空圧メーカーに偏りがちであるが、異業種企業の参加や、場合によっては外国企業の参加も認めてもよいのではないだろうか。筆者は過去に外国の大学が行っている共同研究に日本企業の参加を申し入れ、これを認めてもらった経験がある。わが国においても開かれた共同研究体制が考えられるならば、国際的な役割を果たす一つの事例になるものと思われる。

6・3 アジア諸国に対する技術援助 わが国の油圧工業の発展から考えて、わが国がアジア諸国に対し技術援助を行うことも大きな役割の一つと考えられる。すでに59年には、政府と油圧・空気圧両工業会の協力によって、シンガポールに油空圧技術センタが開設され、シンガポールはじめ近隣諸国の油空圧技術の教育研修が実施されるようになった。

また、油圧メーカーの中にはアジア諸国の企業と提携している例もあるが、本格的にはこれからであろう。わが国から製品を輸出するのみでなく、技術を輸出することによって発展途上国の育成、技術的自立を援助すべきときであろう。

7. おわりに

筆者は長年にわたり油圧にたずさわってきたものの、油圧のほんの一部についてであり、標題にあるように大局的な見解を持ち合わせている者ではない。むしろ各位の高邁なご意見を賜わりたいと思っている。

なお、本稿をまとめるに当たって、(社)日本油圧工業会発行の機関誌、「油圧」29-2、創立30周年記念特集号はじめ、これまで刊行された「油圧」誌を参考にさせて頂いた。ここに謝意を表すものである。

(原稿受付 昭和61年7月1日)