

油圧市場動向と今後の展望

Hydraulic Market Trend and Future View

キーワード

複合・コンパクト化、高圧化、メカトロニクス、油圧振動、アクティブ制御、シミュレータ、安全・無公害、低コスト

油圧製造所
森下 正

■ 摘要

日本での油圧技術の歴史は比較的浅く、1960年代によく国内生産が本格的に開始された。しかし、その後の工業化に伴う油圧技術の発展、油圧機器の普及はめざましく、1991年には出荷額で3500億円に達する勢いであったがバブル経済の崩壊とともに一時2500億円近くまで落ち込んだ。

その後技術、品質、価格面の対応によりようやく不況を脱したが、さらに発展するには、国内市場だけでなく広く世界市場を見た商品づくりが必要となり、海外商品との競合激化が予想される。

2000年には3000億円を目指す油圧市場の動向と技術の推移、将来動向を展望してみた。

■ Abstract

The history of Japanese hydraulic technology is not so long, just in 1960s the actual production started in Japan. But after this, according to the industrialization, the popularization of the hydraulic technology development and the hydraulic equipment were very quick. In 1991, the sales amount raised almost 350 billion yen, but with the collapse of the bubble economy it's amount was down to nearly 250 billion yen. After the collapse of the bubble economy, the depression was overcome with the technology, quality and cost countermeasures. For more growing, not only for the domestic market, the world wide products are necessary and the more competition with the foreign products is anticipated.

Aiming to 300 billion yen sales in 2000, this paper views the hydraulic market trend, technology transition and future trend.

1. はじめに

日本経済は1980年前半は円高不況により低迷していたが、1980年後半から急激に設備投資が増大し、いわゆるバブル経済で需要が大幅に伸びた。油圧市場では建設機械用が大きく伸び、金属加工機、産業車両、射出成形機用がこれに続いた。

しかし、1990年代に入り伸びは鈍化し1992年以降、バブル経済の崩壊とともに活発であった設備投資が大幅に減少し、油圧需要量も大幅に落ち込んだ。

その後、市場のニーズは品質、低コストに加え信頼性、安全、環境対応が加わり、需要量も回復傾向にある。この不況からの回復期に当たり、油圧市場の発展過程および油圧技術の推移を振り返り、今後の技術動向、需要分野を展望する。

2. 油圧技術の歩みと需要

油圧の国産化は1960年代によく開始され、この時期は主に米国、欧州メーカーの油圧機器を購入しスケッチすることから油圧技術の基礎を学び取り、油圧の持つ操作性、制御性を活かして産業機械は機械式から油圧式に転換されていった。

1960年代後半は重化学工業の発展がめざましく、高度成長期に入り機械の油圧化がさらに進み油圧産業は年20%を越える伸びを示し「暁の産業」とまで呼ばれるようになった。しかし、この期間の油圧技術は独自開発のゆとりがなく欧米の有力メーカーからの技術導入に依存し、高圧ポンプ・モータ、サーボバルブなどで先を争って盛んに技術提携が行われた。

1970年代になるとオイルショックにより高度成長に陰りが出て低成長期に入った。産業界では従来の重厚長大から

省エネルギー、省資源指向が進み、軽薄短小を求めて各社独自の開発が進んだ。

油圧機器においてはポンプ・モータの効率向上、低騒音化、バルブの省電力化、メカトロ化などの技術レベルアップにより、欧米に対して技術格差が縮まり、輸出できる水準までになり安定成長期に入った。また省資源から石油を使わない水を主体とした作動油HWBF(水分90~95%)の研究が盛んに行われた。

1980年代は、初め円高が進み不況色が強かったが、各社の企業努力により円高対応ができると、一転して産業界は内需拡大により景気が急速に回復し「平成景気」を迎えた。油圧技術も機器のコンパクト化、高効率化に加え電子制御技術を導入した電気油圧制御弁の開発が進み、建設機械、射出成形機、車輛用機器の需要が増加し年間出荷額が3000億円を超えた。

しかし1990年に入ると、いわゆるバブル崩壊により需要は一時30%近く減少したが、その後再び伸びを示しており、1999年には3000億円を予想している。

これら現在までの油圧機器の出荷額推移と景気動向を図1⁽¹⁾に示す。

3. 油圧機器の需要分野と輸出動向

油圧機器の需要分野は図2に示すように屋外で使用される建設機械と車輛で約50%をしめる。工作機械は従来15%近くしめてたが電動機化、空圧化などにより油圧装備率が

低下し10%を切っている。

これに対し輸出は図3、4に示すように年々増加し10%近くに達している。

輸出先は韓国、台湾、香港など東南アジア諸国が主であるが、欧米への輸出も増加しており日本の油圧技術がすでに世界的レベルに達している。

4. 油圧技術動向と対応

4.1 開発のキーワード

市場動向に対する商品開発のキーワードは、顧客要求の変化に対応して油圧本来の「力強さ」「確かさ」に加え、作業環境の改善、安全を考慮した「優しさ」が加わり、さらに海外品との競合に勝つため「より安く」が重要キーワードになっている。

商品開発の技術キーワードを図5に示す。

4.2 複合・コンパクト・低コスト化

油圧機器の使いやすさの追求から、別々の機能を持つアセンブリを複合・一体化し、コンパクトで取り付けスペースの縮小、配管工数の縮減に向けての開発が行われた。

図6は油圧バルブの配管の煩わしさを追放した積層型のモジュラーバルブで産業機械を中心に広く用いられ、このバルブを用いると配管工数の縮減、取り付けスペースの縮小に加え回路の変更、追加が簡単に行え、設計のしやすさで喜ばれている。

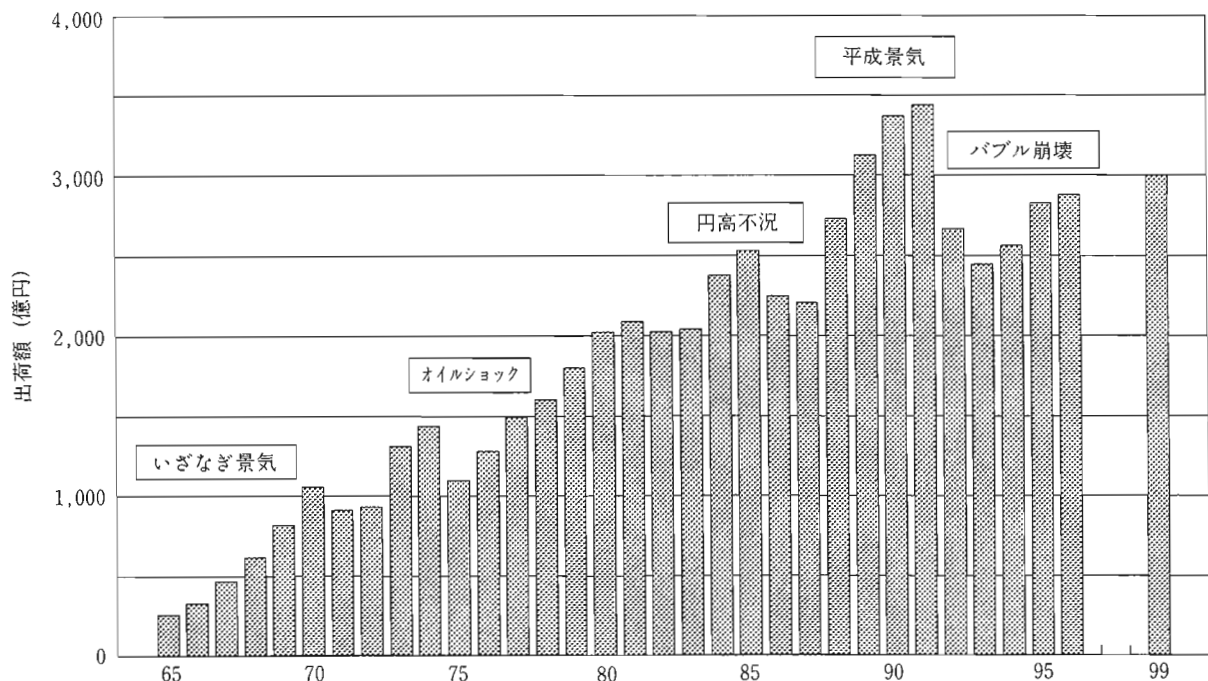


図1 国内の油圧機器出荷額推移と景気動向

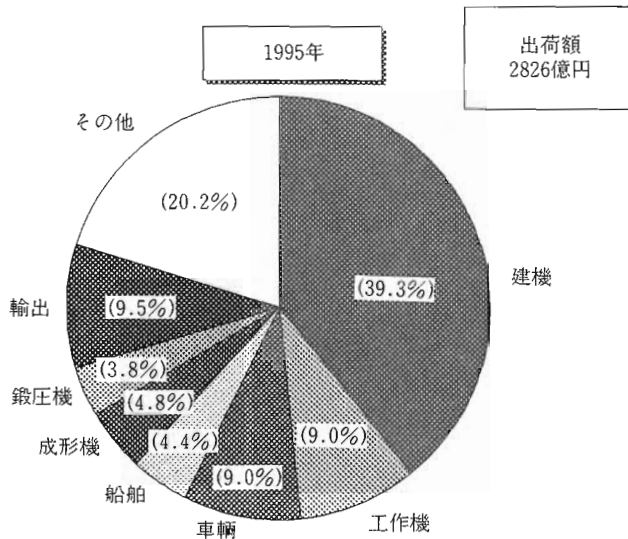


図2 油圧機器の需要分野

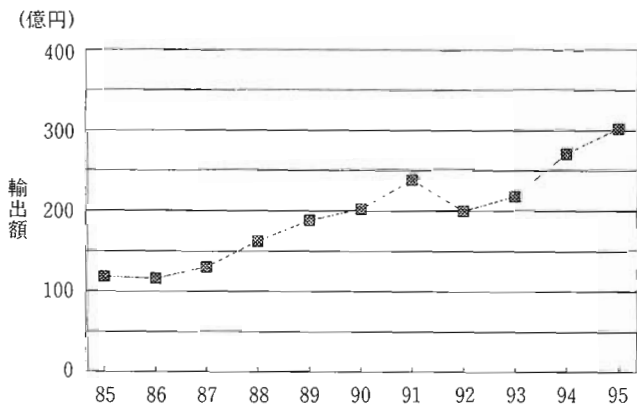


図3 油圧機器の輸出額推移

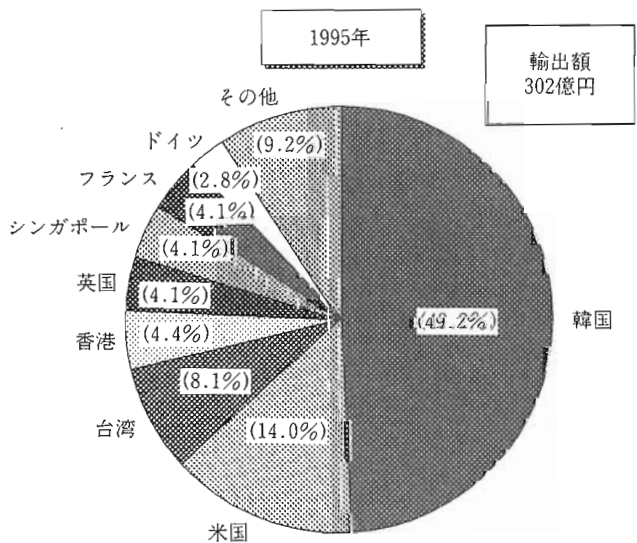


図4 油圧機器の輸出先

キーワード		
優しさ	人, 地球に優しい	低騒音 無公害 安全 自己診断
力強さ	パワフル, 高効率	高圧 省エネ 高効率
確かさ	正確な出力, 信頼性	高応答 メカトロニクス化 デジタル制御 インテリジェント化
より安く	コスト改命	小形, コンパクト 複合, 多機能化 ニアネット加工 最適調達

図5 開発のキーワード

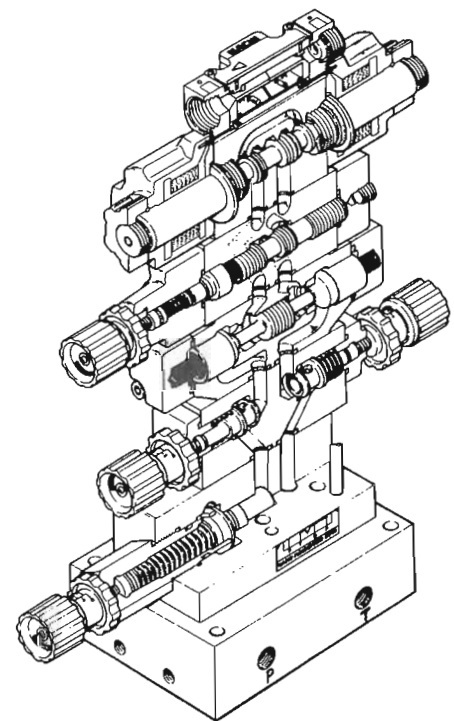


図6 モジュラーバルブ

図7は工作機械向けに開発したコンパクトユニット「ナチッコ」で電動機・ポンプ・タンク・クーラをコンパクトにまとめバルブの搭載も可能にし、設計のしやすさ、高能率化、そして低価格化といった要求に対して十分満足できる商品の一例である。

屋外で使用される建設機械においても、限られたスペースでできるだけ大きな出力を有効に出したい要求から、高圧、高効率化とともにコンパクト化に向けての開発が進んだ。特に都市部の土木工事で盛んに使用されているショベルでは、取り付けスペースが非常に制限され、油圧機器の複合・コンパクト化が急速に進んだ。

クローラを駆動する走行モータの場合、従来平歯車減速機

構部と油圧モータ部が分かれていたものを一体化し、さらにバルブ、ブレーキ機構などを内蔵しダイレクトでクローラを駆動できるようにし、最近では走行性の向上のため二速機構、ショックレスバルブなども内蔵させている。図8にシリーズ化した二速走行モータを示す。

油圧源のポンプはエンジン出力を有効に活用し、複数のアクチュエータの同時操作性向上のためエンジン馬力に応じた出力がでる定馬力制御可変ピストンポンプの多連化が進んでいる。しかし多連化にした場合どうしても軸方向に長くなり、エンジン室に入りきらない欠点があった。

軸方向の長さを短くするため、偶数のピストンを用いて交互に二つのポートから吐出させ、定馬力制御も可能にした図9に示す2流量可変ピストンポンプを開発し要求に

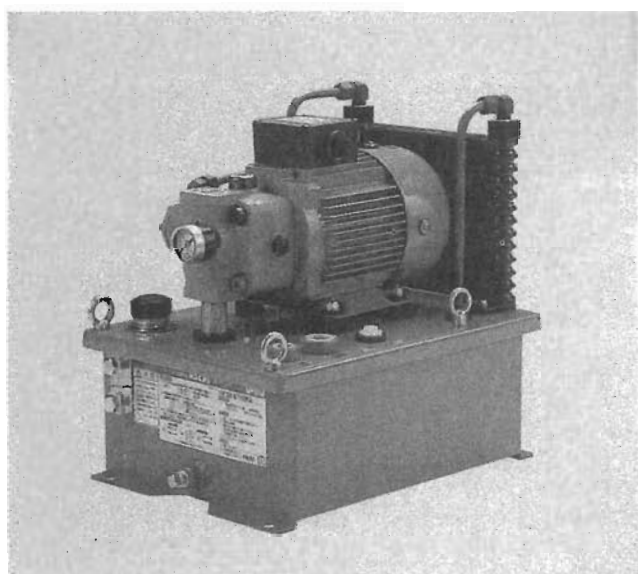


図7 コンパクトユニット「ナチッコ」



図8 2速走行モータ

4.3 出力エネルギーの向上・高圧化

油圧システムの長所にコンパクトで大出力があるが、さらに出力エネルギーを高めるために油圧システムの高圧化が進み、限られた設置スペースの建設機械で特にその傾向が強く現在では28~42MPaに達している。

表1に各需要分野における1970年代と現在の油圧システム圧力比較を、図10に35MPa用高圧バルブを示す。

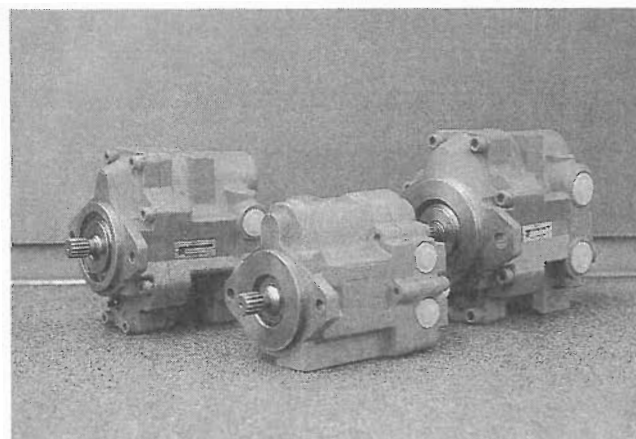


図9 2流量可変ピストンポンプ

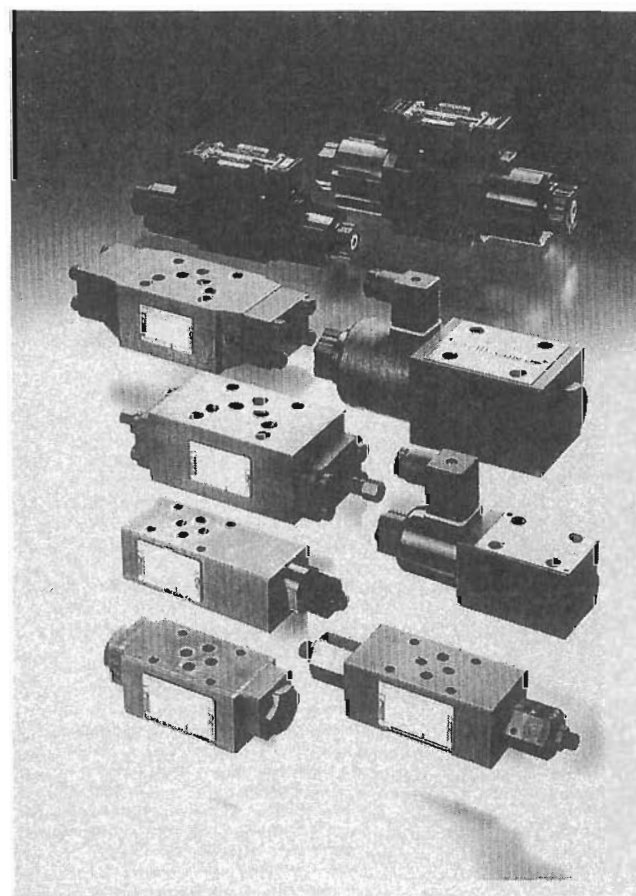


図10 高圧バルブ

表1 油圧システム圧力の推移 単位 MPa

	1970年代	現在
建設機械(ショベル)	17 ~ 21	28 ~ 42
(ミニショベル)	10 ~ 14	17 ~ 28
工作機械	2 ~ 7	3 ~ 14
射出成形機	7 ~ 14	17 ~ 25
プレス機械	14 ~ 21	21 ~ 35
船用機械	14 ~ 21	21 ~ 28

表2 高圧化の長所, 短所

長 所	短 所
<ul style="list-style-type: none"> 出力が大 取付けスペース小 機械効率が向上 応答性が向上 	<ul style="list-style-type: none"> 油中の異物の影響大 騒音が大 切替ショックが大 内部・外部油漏れし易い

しかし高圧化には表2に示すような長所, 短所があり油圧機器・配管の強度, シリンダロッドの座屈, 継手部のシール方法などメーカ, ユーザ双方の技術力向上が必要となる。

4.4 メカトロニクス化・電子制御との融合

1980年代からの電子制御技術の発展はめざましく油圧制御においても電子技術を取り入れ, コントローラを用いて電気信号により圧力・流量・方向を制御する図11に示すような各種電磁比例制御弁が開発された。さらに圧力・流量センサを内蔵し, より高度な制御を目指した油圧ポンプ, バルブの開発が進んでいる。

図12は電磁比例制御弁と圧力・流量センサを組み付けた可変ピストンポンプで, アンプからの指令信号により油圧アクチュエータへの圧力・流量をポンプで直接制御し, 無駄な出力をなくすとともに繰り返し精度・応答性を高めたもので, 射出成形機を初めとする高度な油圧制御機械に使用されている。

図13は数ミリ秒以下の切り替え応答を可能にした高速応答電磁弁で, PWM (パルス幅変調) 制御方式によりサーボ弁と同等の制御が行え, かつ高速でON-OFF作動するためゴミにも強く信頼性が高い。さらに従来のサーボ弁や電磁比例制御弁に比べ構造が簡単でON-OFF制御のためコンピュータなどデジタル機器とのマッチングがよく建設機械のマルチバルブ制御用, さらに図14に示す自動車用コントロールバルブ用として, 今後新しい用途拡大が期待できる。

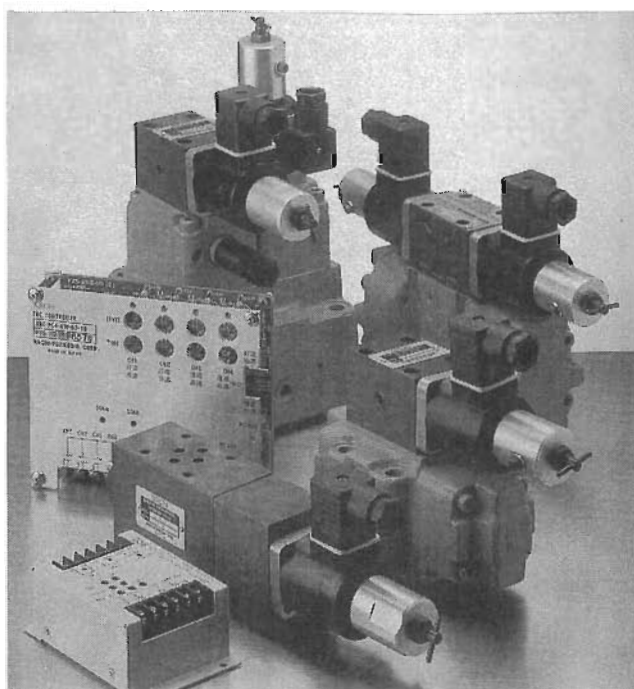


図11 電磁比例制御弁

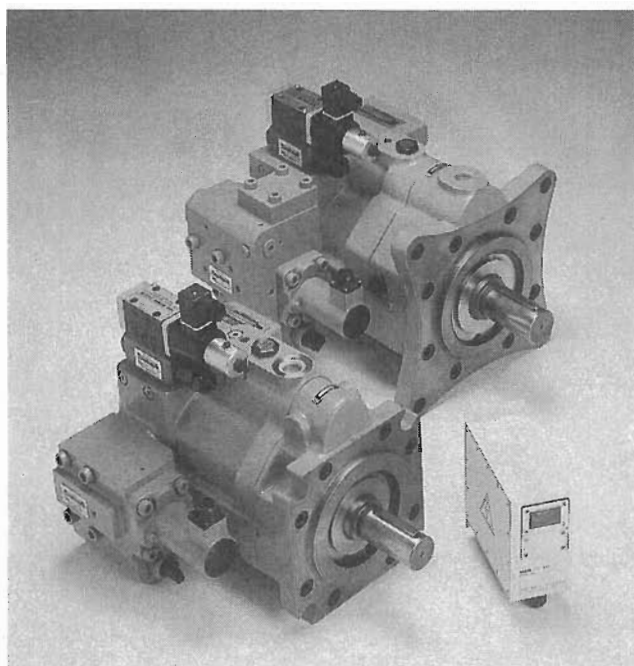


図12 電子制御可変ピストンポンプ

4.5 油圧振動の利用

従来の機械では精度・騒音・不快感から振動が嫌われ, 油圧では振動源となる油圧脈動をいかに小さくするか課題であった。しかし逆に振動を利用する技術を生み出した。最近の新材料の一つにプラスチック複合材があり, プリント基板, パネル板から構造材まで用途が拡大しているがドリル加工においては粉塵, 毛羽立ち, バリが発生, プ

レス加工では作業性は良いが割れるなど問題があった。これらの対策として振動を利用した加工法を開発した。この加工の原理はパンチに振動を与え局部的に発熱させ、プラスチックを半熔融状態にしてプレス打ち抜きを行うもので、図15に示すように任意の形状が割れることなく高精度で打ち抜きできる。

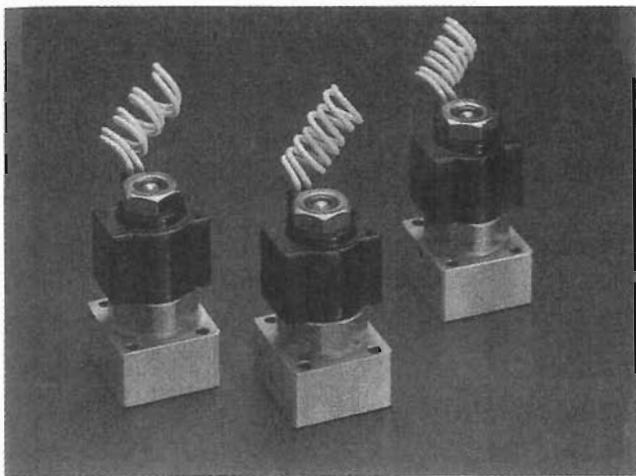


図13 高速応答電磁弁

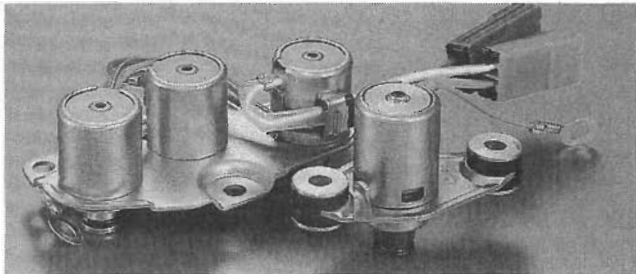


図14 自動車用コントロールバルブ

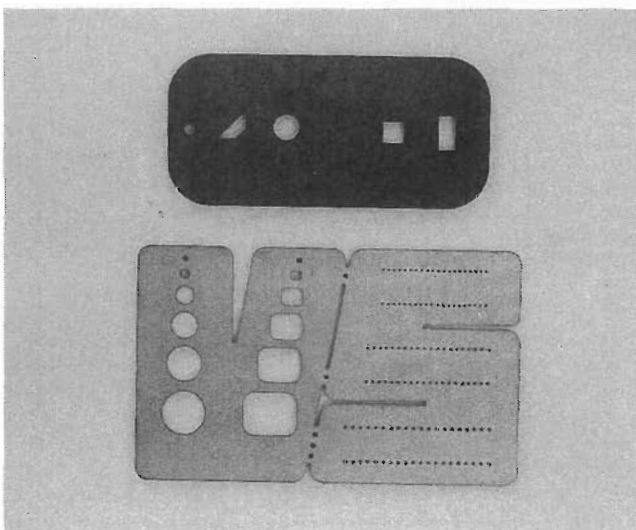


図15 振動プレス製品

さらに振動の与え方、ダイの送りによって、金属の塑性加工、液化現象を利用した粉体の成形などへの展開が期待できる。

5. 油圧技術の将来動向

5.1 アクティブ制御

物の動きをとらえ、次に生じる動きを予想し、その動きを積極的に抑制あるいは加勢して、人に優しい動きをさせようというものである。

動きを抑制する例としては、高層建造物あるいは船舶、車両の揺れ防止がある。図16⁽²⁾に示す高層建造物の揺れ抑制制御では、ビルの屋上に油圧制御装置を設置し建物の揺れをセンサで検知し、揺れの状況を把握し慣性体を左右に駆動して揺れが最小になるようにしたものである。

船舶、車両においても上下方向の揺れを検知し油圧シリンダで客室の傾きを制御し乗り心地を向上する開発が進められている。今後、機械振動の抑制、騒音の低減などへの応用も期待できる。

逆に動きを加勢する例としては、車両や列車のカーブでの傾き制御、左右車輪のトルク配分制御などがあり、さらにバルブへの入力ゲインを変化させ応答性を向上させることへも応用できる。

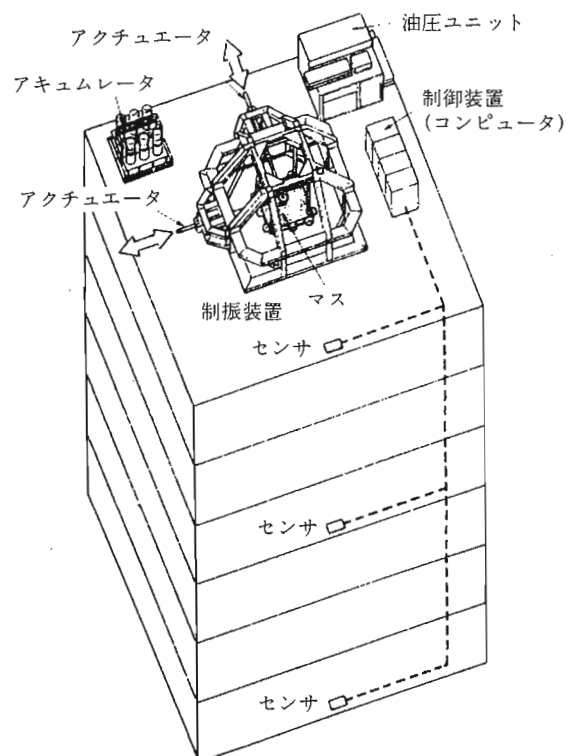


図16 高層建造物の揺れ抑制システム

このアクティブ制御においては、指令信号に対してアクチュエータの瞬時の動きが重要で油圧機器はより高い応答性が求められる。小型で安価、信頼性の高いセンサにより物の動きを的確に捉え、次の動きを予想した信号を与えることにより油圧システムの動きは安全で、人に優しいものになるであろう。

5.2 シミュレータ

飛行シミュレータはパイロットの運転訓練用に、テーマパーク、科学館では楽しさを求めて飛行、航海、ドライブ体験用シミュレータが広く普及してきている。

これらのシミュレータはスクリーン上の映像と音響に合わせ客席を複数のシリンダを用い揺動・振動させることにより加速度を体感でき、本物同様の臨場感を楽しむことができる。

このシミュレータをさらに発展させ、自動車、建設機械などの運転教習および安全訓練用への応用、あるいは図17に示すように、車体を走行パターンと同様に振らせ運転席の乗り心地改良、騒音低減対策などへの応用が広がるであろう。

5.3 建設ロボット

油圧機器の最大需要分野である建設機械では今後とも小

型で大出力の得られる油圧の使用が続き、高圧化への移行とともに作業環境の改善、操作性向上、労働力不足などからコンピュータ技術を導入したロボット化が進むであろう。

特に今後の大深度地下開発、海洋開発など厳しい環境での作業には遠隔制御、無線制御さらに自己判断機能を持つ建設ロボットが不可欠であり、そのためのセンサ、コンピュータと組み合わせたソフト技術、それに対応する油圧機器、油圧システムの開発が必要となるであろう。

5.4 安全・無公害

限られた地球上で今後も発展するには環境破壊があつてはならず、安全で無公害が大きな技術トレンドになる。油圧産業においても設計段階からの安全・無公害の取り組みが重要で、たとえば油漏れをしない構造に、たとえ不慮の事故により油漏れが生じても環境汚染を最小限にする取り組みが必要である。このためには生分解作動油の使用も考えねばならない。

また素材、梱包、塗料においてもその役目が終わり廃棄されたとき環境を汚染しない配慮が必要となる。さらに無駄なエネルギーを少なく、騒音を小さくするなどの技術も付加されるだろう。

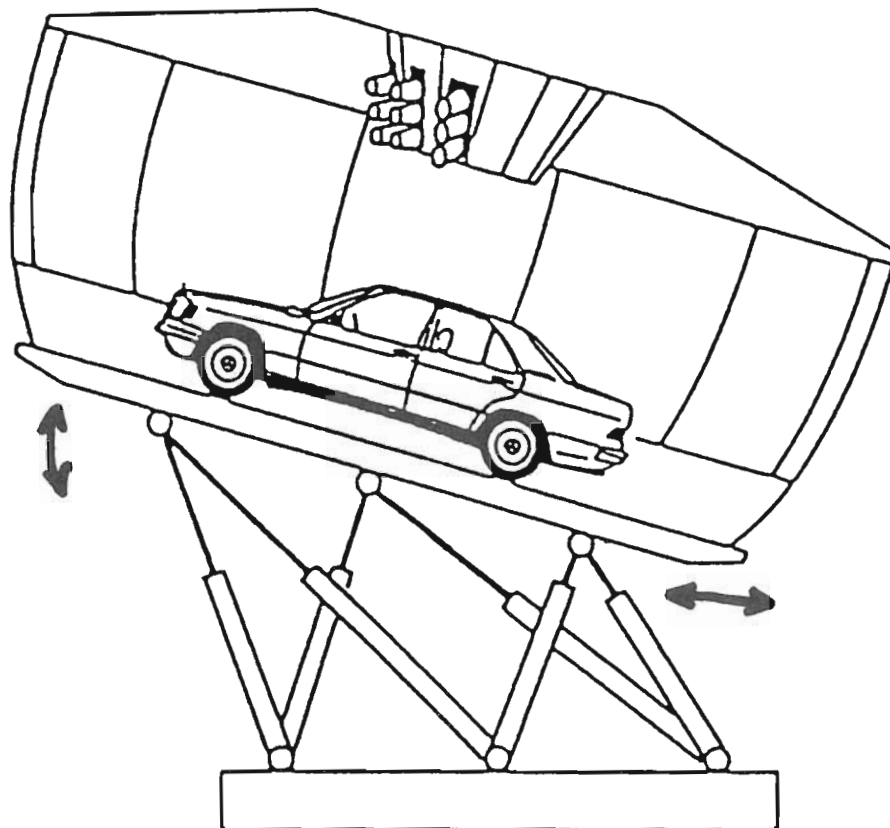


図17 ドライビングシミュレータ

6. おわりに

情報化社会になり電子産業が発達する中で、生活を豊かにするのは、やはり物を造る製造業の発展があってこそ成り立つと考える。この製造業の根幹をなす油圧システムにおいて、従来の建設機械、工作機械などの母機を核に、力強さに加えメカトロ化、インテリジェント化により賢さのつくり込みを進め、図18に示す新規分野での需要を期待したい。

油圧システムの役割は、作動油を用いポンプにより機械エネルギーを流体エネルギーに変換し、バルブでその大きさ、方

向を制御しアクチュエータで再び機械エネルギーに変換し、仕事をさせることであり、基本機能はエネルギーを正確に伝達することにある。

このため効率よく流体エネルギーを発生させ、伝達し、指令信号に従い、遅れることなく正確に出力させることを基本的に油圧システムの改良を続けたい。

文 献

- (1) 油空圧工業総覧 重化学工業通信社 (1996)
- (2) 山口伸夫：建物の振動制御（慣性反力方式）油圧と空気圧，22(7)，P52-56 (1991)

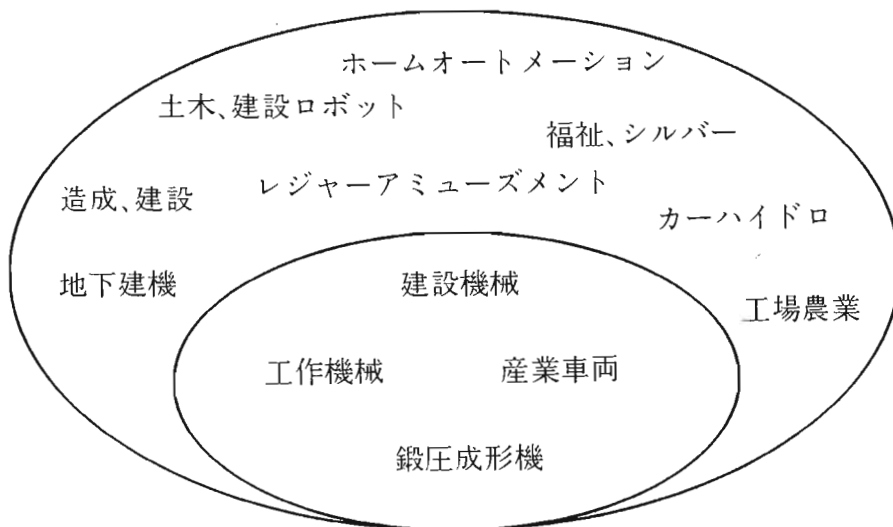


図18 油圧システム応用市場



森下 正

1971年㈱不二越に入社。
1976～77年OTTO ECKERL社（当時西ドイツ）に出向。
ポンプ、モータ、バルブの開発管理業務に従事する。