



## 油圧工学会報告\*

### 油圧工学会\*\*

#### 1. まえがき

油圧工学の分野には、流体工学のみならず制御工学や機械振動学の領域にまたがる多くの問題が未解決のまま残されている。各分野の研究者の協力を得て、組織的にこれらに関する調査研究を行なうことを目的とし、昭和44年6月に本研究会が設置された。昭和46年5月をもって第1期として2年の会期を終了したが、幸いさらに2年の会期延長が認められ、現在第2期として活発な調査研究が継続されている。

この報告は本研究会の第1期における活動状況をまとめたものであり、油圧工学会としての中間報告でもある。

油圧工学の分野において現在早急に解決を要望されている事項はほぼつぎの4項目に分類される。すなわち、(1) 油圧機器およびその組合せ回路の非正常特性、(2) 油圧油の特性、(3) 油圧技術の限界、および(4) 油圧機器の騒音である。この4項目を本研究会の調査研究事項と選定し、それぞれを小委員会が担当することとし、研究会内に非正常小委員会、油圧油小委員会、限界小委員会および騒音小委員会を設けた。ただし調査研究を活発に行なうためには、委員数の点で不十分であるため、委員のほかに関係者の参加を求めた。各小委員会における検討結果を本委員会(全体会議)に報告し、そこで全般的な調整を行なった。以下に各小委員会の調査研究結果の概要を報告する。

\* 原稿受付 昭和46年10月14日。

\*\* 主査 石原智男(2†, 東京大学), 幹事 山口 惇(2, 横浜国立大学), 委員 池辺 洋(3†, 東京工業大学), 井田富夫(4, 神奈川大学), 石原貞男(4, 小松製作所), 市川常雄(3, 静岡大学), 大島康次郎(1, 東京大学), 笠井浩爾(1, 上智大学), 川瀬健一郎(1, 3, 萱場工業会社), 喜多康雄(3, 島津製作所), 木村 誠(3, 機械技術研究所), 日下部 猛(4, 豊田工機会社), 斎藤真司(2, 東京計器製造所), 塩見一徳(4, 川崎重工業会社), 染谷常雄(2, 東京大学), 田中武雄(3, 油研工業会社), 竹中利夫(1†, 東京工業大学), 辻 茂(4†, 東京工業大学), 土屋喜一(3, 早稲田大学), 花房秀郎(1, 京都大学), 関係者 荒木敏次(1, 埼玉大学), 石井 信(4, 荏原製作所), 岩城健治(3, ダイキン工業会社), 加藤 孝(2, 東芝機械会社), 杉本正司(1, 豊興工業会社), 筒井 正(2, 油圧工業会), 久田丈夫(3, トキコ会社), ( )内の数字は所属小委員会の区分を, †印はその主査を示す。1: 非正常小委員会, 2: 油圧油小委員会, 3: 限界小委員会, 4: 騒音小委員会。

#### 2. 非正常小委員会の調査概要

油圧機器およびその組合せ回路の定常特性に関する問題は現在のところ一応解決済みと考えられる。非定常特性は油圧油の非正常流れや、回路を構成する機器の非正常運動などが相互に関係をおよぼしあって形作られており、未解決の問題が多い。すなわち、この種の非定常の問題には、非正常流れに関する流体力学上の問題、複雑な粘性、圧縮性を有する油圧油の流体力学上の問題、油圧油のキャビテーションやエアレーションに関連する問題、微小な入力で大きな動力を制御する各種油圧制御弁の不安定問題、負荷に関連して発生する非正常問題など、理論的にも実験的にも未解決の多くの問題が含まれている。そこで、当小委員会は、まずこの面の文献を整理し、その研究結果の体系化をはかることを考えた。調査はつぎのような分類に従って行なわれている。(1) サーボ弁およびそれを含む系における非正常問題。(2) 管路内の非正常流れに関する問題(計測法を含む)。(3) 油圧弁の振動および弁と管路の組合せの問題。(4) いわゆるショックの問題。(5) 液体特に油用の流体素子の非正常問題。(6) 固着(シルティング、ハイドロリックロックおよびスティックスリップ)の問題。(7) 油圧伝動装置における非正常問題。文献調査の範囲として、定期刊行物では、日本機械学会誌、同論文集、ASME Papers, Ölhydraulik und Pneumatik, IFAC Congress, NCFP など10数種を選んでみる。

#### 3. 油圧油小委員会の調査概要

油圧油に関する問題は、種々の物性値の測定方法、劣化、燃焼および火災の危険性、コンタミネーション、キャビテーション(エアレーション)あるいは軸受部の潤滑特性など広範囲にわたっている。当小委員会としては、この中からとりあえずコンタミネーションとキャビテーションを当面の調査研究項目とした。

油圧装置の信頼性向上のためには、機能的な回路設計だけでは不十分であって、油のコンタミネーションなどに関する考慮を加味することが必要とされてきて

いる。アメリカ航空機関係では、早くから油のコンタミネーションを定量的に測定することが規格化されている (NAS 1638, SAE-ARP 598 など)。また Oklahoma State Univ. の Fitch 教授が中心となってコンタミネーション許容度とフィルタ性能を同じ基準で判断できる方式を作成している。最近わが国でも、上記の規格を準用し、油圧装置の油のコンタミネーションを管理しようとする傾向にあるが、その裏づけとなる資料が不足している。そこで、この件に関し組織的な調査研究体制を作ることが急務とされよう。

油圧油のキャビテーション現象に関する研究の多くは実用的なものである。当研究会では、このため、水のキャビテーションと油圧油のキャビテーションの相違の有無およびその原因を確かめるための調査研究を行ってきた。すなわち、油圧油に含まれる気体の量とその成分、いわゆる空気分離圧で定義される実用的な規範の妥当性、圧力変化あるいはせん断流れとキャビテーションの関係、キャビテーション発生による油圧機器の性能変化などを研究項目としてきた。上記項目の中には、小委員会委員による実験も含まれている。たとえば、委員の一人による実験によって、油圧油に含まれる気体の成分は、ほとんどが空気であるが、それに加えて水蒸気が相当量含まれていることがわかった。空気分離圧がキャビテーション現象と結びつくか否かについては、測定法そのものの再検討が必要とされよう。圧力変化とキャビテーションとの関係については、水の場合と同様に、圧力低下時に比べ圧力上昇時にキャビティの不安定現象が現われることが確認された。

すべり軸受において、油膜厚さが軸の回転方向に広がる部分では油膜が切れ、その圧力はほぼ大気圧で一定となることが従来実験的に確かめられている。しかし、中央に円周給油みぞを設けて給油圧力を上昇させた実験で、油膜厚さの拡大部の圧力が大気圧より高い値で円周方向にほぼ一定となるような結果が委員の一人によって示された。

すべり軸受のように、油が非常に大きなせん断を受けしかも圧力が急激に低下する条件では、大気圧以上でも油から気泡が発生し、これが上記現象の原因と考えられる。

#### 4. 限界小委員会の調査概要

油圧技術の限界として、具体的には圧力、流量、寿命、信頼性の限界、応答周波数の限界、機械的動力の伝達手段としての油圧機器の (主として電気機器との比較において) 経済面よりみた伝達動力の限界などが

考えられるが、当面上記の中から、(1) 圧力の限界、(2) 伝達動力の限界の二点に調査の焦点をしぼることにした。

(1) に関する約 20 編の文献調査の結果、現状では実用最高圧力が約  $350 \text{ kg/cm}^2$  である。しかし、限界圧力に対する結論は得られなかった。そこで、圧力限界の見当をつけるため以下のような試算を行なった。ポンプ、モータなどのしゅう動面のすきま (一様なすきまを仮定) 部において、流体摩擦ともれによる動力損失の和が最小になるすきまの大きさは圧力が  $500 \text{ kg/cm}^2$  を越えてもほぼ  $10 \mu$  と加工可能な程度になる。一方この損失動力がすべてもれた油の温度上昇に変わると仮定すれば、圧力が  $500 \text{ kg/cm}^2$  を越すと上昇温度は  $100^\circ\text{C}$  を越すことになる。またポンプ (またはモータ) を厚肉円筒にモデル化すると 重量/圧力、容積/圧力の最小はいずれも  $500 \text{ kg/cm}^2$  以下の圧力で生じる。以上を総合して実用的な圧力の限界はここ当分  $500 \text{ kg/cm}^2$  を越さないものと予想されるにいたった。

(2) に関しては文献 (1961 年以降約 50 編) およびアンケート (国内製造会社 9 社の回答、技術提携によるものも含む) から、油圧伝動装置 (Hydrostatic Transmission, 略称 HST) の現状調査を行なった。調査の結果、外国では HST の最大伝達動力が 7 000 PS (文献) に達するものも存在するが、国内の現況 (主としてアンケート結果による) はつぎのようである。伝達動力: 10~450 PS. (入力) ポンプ軸最高回転速度: 4 000 (定格負荷)~5 000 (無負荷) rpm. 重量/馬力: 可変容量形ポンプ (PV) で 0.37~3.9 kg/PS, 定容量形モータ (MF) で 0.26~2.1 kg/PS. 最大 (出力) モータトルク: 187 kg-m (定格圧力時, アキシアルピストン形). 定格圧力:  $160\sim350 \text{ kg/cm}^2$  が大部分であるが瞬間最高圧力  $700 \text{ kg/cm}^2$  を許容するものがある。ポンプ、モータの組合せ: 大部分 PV と MF であり、ついで PV と MV である。以上を総合すると HST の分野でもわが国はもちろん世界的にみて歴史が浅く、国産の HST の 価格/馬力 の値ですら現在ではかなりのばらつきがみられ、経済面からみて電気方式と油圧方式の優劣が明白になるような伝達動力の限界を定めることは現在のところ困難であるということがはっきりした。

#### 5. 騒音小委員会の調査概要

油圧機器の騒音については、近年一般産業の公害問題が盛んに提起されるに及び、その実情調査と対策が強く要望されるにいたっている。このような現状から当小委員会においては次の四つの段階にわけてこの問

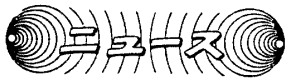
題に関する作業を進めることとした。(1) 各種機器の騒音調査や、整理を行なう資料の信頼度の向上をはかるため「油圧機器の騒音測定法」を作成する。(2) この測定法に基づき、各メーカー、ユーザ、研究者らにより各種油圧機器の騒音の測定を依頼し、その結果を集めてこれらを統計的に整理する。(3) 以上の騒音実験結果の整理法を研究し、その結果の評価法について検討する。また、これらから油圧機器の騒音に関する研究の方向性を見出す。(4) 以上の各種調査研究の結果として、油圧機器の騒音防止に関する問題の解決に向かって一歩前進するとともにその防止に関する現状調査を行なって関係者への認識の資料を提供する。以上の各段階に対して、当小委員会において種々検討した結果、第1年度において、(1)の項目である油圧機器の騒音測定法(案)を作成し、第2年度において、(2)の項目である各種油圧機器の騒音測定資料のアンケート方式による収集を行なうことを決定し、その作業を行なった。その結果、アンケートに対する回答のあった件数はわずかに5件で、その内訳として、ペーンポン

プ12台、歯車ポンプ3台、ピストンポンプ3台の計18台であって、当初予測した件数と相当の開きがあり、本調査研究問題のむずかしさを再確認するにいたった。したがって本件は、現在社会的な要求も強いことであり、さらに他の機関とも協力して、教育活動も含めた多角的な事業として、その推進をはかる必要があるものと考えられる。今後は機器の騒音測定資料の報告件数の増加をはかるためのいっそうの努力を行ない、当研究会において第3段階の作業に移行できることを念願するものである。

## 6. む す び

以上述べたように大部分の調査研究項目は今後の2年間の会期に引き継がれることになるが、最終報告として有意義な報告をしたいと考えている。終わりに種々の援助をいただいている日本油圧工業会に対し、またアンケートにご協力いただいた各位に厚く謝意を表す。

(文責 石原 智男)



## 科学技術庁 技術開発目標の体系化に乗出す

科学技術庁は2000年までのわが国の技術発展の方向を探るため、46年デルファイ法によって技術予測を行なったが、これをもとに技術開発目標の体系化に乗出すことになった。これは、技術予測によって示された都市廃棄物の完全処理技術、100万都市の総合交通制御システムなど1980年代に達成可能とみられる技術開発テーマを選び、それぞれのテーマごとに学識経験者からなる研究会を組織して、その技術開発に必要なチャート図を描き、ネックポイントを見つけて効率的な技術開発体制を築こうというものである。科学技術庁では、とりあえず10~15課題を選定して1年間チャート図を作成、キーポイントのシナリオ化を図りたいとしている。

科学技術庁は46年、今後30年間にどのような技術開発が必要かを模索するため、学者、技術者、研究者など4000人を対象にして未来技術予測を行なった。それによると、工業・資源情報、社会開発、医療保健、食糧・農業の5部門にわたって、620項目の技術開発の達成率が予測されている。

この技術開発テーマの中には絵にかいたものや、現在の技術水準ではとうてい開発が困難なものもあるが、技術開発の可能性の高いものも多く含まれている。

そこで、科学技術庁ではこの技術予測の第2段階として、予測テーマをどのように達成するかを模索して、技術開発の一助にする方向を打出したものである。

このため、技術予測テーマの中から1980年代に達成可能で、しかも国家的ニーズの高いものの体系化を図ることになったものである。

現在、同庁では技術開発目標のテーマ選定を急いでいるが、再生産サイクルが確立した都市廃棄物の完全処理技術(1989年に完成することが予想されている)、100万都市全域を包括する面制御、信号制御などを総合的に組合せた交通制御システム(1983年)、自然環境の監視、警報システム(1983年)、無公害農薬(1984年)、定期航空機の離着陸の全天候完全自動化(1979年)、防腐剤を使用しない食品の加工流通方法の確立(1980年)、変換効率が20%以上の太陽電池用材料の開発(1984年)、水深100mの海底で基礎掘削、コンクリート打ちができる土木技術(1982年)など20テーマがその候補である。

これらの中から10テーマないし、15テーマを選定して、それぞれに5名の学識経験者による研究会を組織してチャート図、キーポイントのシナリオを作成する。これまで、目標達成を10年以上も先に置いた技術開発のチャート図化は行なわれておらず、しかも不確定要素をかなり考慮しなければならないことから、科学技術庁ではどのようなチャート図が描けるか予測がつかないとしているものの、これができれば技術開発のキーポイントが掌握でき、集中的な研究開発ポイントがつかめ、開発テンポの効率化が図れることから、かなりの期待をかけている。

[服部 敏夫]