

# 獨逸 油壓工業의 研究發展 動向

李 教

서울대학교 工科大学

油空壓시스템의 利用은 近年에 들어서 매우 급격히 발전하고 있다. 다음도표는 독일 기계공업의 중추인 공작기계부와 油空壓부문의 판매량증가추세를 보여준다. 여러 응용범위의 요구조건을 충족시키기 위하여 要素, 장치, 회로 등은 많은 진보를 가져왔으며 그 응용 범위를 점차 넓혀가고 있다.

독일 유압공학의 최근 동향을 알아보기 위하여 연구기관인 Aachen 工大 油壓研究所의 특성과 연구활동을 살펴보고 油壓工學에 관한 제3차 아헨 油壓工學會議 (Aachen Fluidfehnisches Kolloquium) 에서 논의된 내용을 간단히 살펴보고자 한다.

## 1. Aachen 工大 油壓研究所

西獨의 수도 Bonn에서 서쪽으로 100km 지점에 위치한 인구 17만의 도시 Aachen은 서독·홀랜드·벨지움 3국이 서로 인접한 곳의 도시로 Karl 대제 (742~814)의 도읍지로 그리고 Europe에서 규모가 제일 큰 공과대학의 도시로 유명하다. 지난 세기 동안 독일 Ruhr지방의 기술인력을 공급하여 왔으며 현재는 의과대학까지 갖춘 학생수 20,000명이 넘는 공과대학 중심의 종합대학교이다. 1870년 설립당시 최초의 명칭 Technische Hochschule는 독일 공과대학의 명칭이 되었으며 그후 Technische Universität로 다른 대학들이 개명했음에도 Aachen 공과대학은 Hochschule를 고집하고 있다.

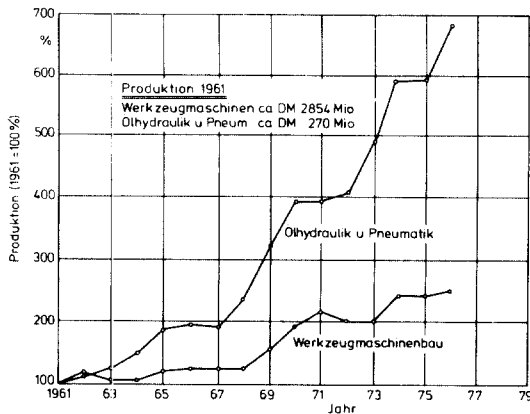


그림 1. 油壓 空壓 部門과 工作機械부문의 생산량 증가추세 (VDMA의 통계년보)

이 대학의 기계공학부에 설치(1968년)된 油壓 研究所는 정식명칭이 Institut für Hydraulische und pneumatische Antriebe und Steuerungen 이라는 긴 이름이며 油壓工學의 기초와 그 응용을 목표로 세워졌다. 설립후 두 차례의 이전을 거쳐 1976년 8월부터 자리잡고 있는 건물은 Aachen공과대학 20년 이전계획으로 세워지고 있는 서부개발지역에 위치하고 있으며 연관 전공분야를 고려한 안배로 공작기계연구소, 자동제어연구소, 기계설계연구소와 인접하여 있다.

1978년말 현재로 21명의 연구원과 16명의 직원, 35명의 학생조수가 일하고 있으며 연구소장은 설립초기부터 근무하고 있는 Backé 교수이다.

이 연구소에서는 油壓工學, 油壓制御, 油壓回路, 유허및압력전달매체에 관한 강의 및 실험 외에 다음과 같은 분야에서 독일연구기금(DFG),州政府지원금, 산학협동 등의 자금지원으로 연구하고 있다.

- 油壓 { 에너지 변형장치
- { 밸브 및 그들의 제어
- { 제어시스템
- { 압력유체
- 空壓 { 요소
- { 시스템

각 분야별 연구내용은 다음과 같다.

가. 에너지 변형장치

이 분야에서 취급하는 내용으로는 可變容積 펌프의 制御, 油壓모터의 初期起動 特性, 低速에서의 모터特性, 大容量變速裝置의 전산기원용설계, 油壓式감쇄회로설계가 있으며 주로 시스템의 정적 동적 특성을 개선하는 데 주력하고 있다.

다음의 예는 내용량의 유압변속장치에서 시스템의 고유진동수가 낮은 경우에 유압식감쇄회로를 사용하여 시스템의 특성을 개선한 간단한 예이다.

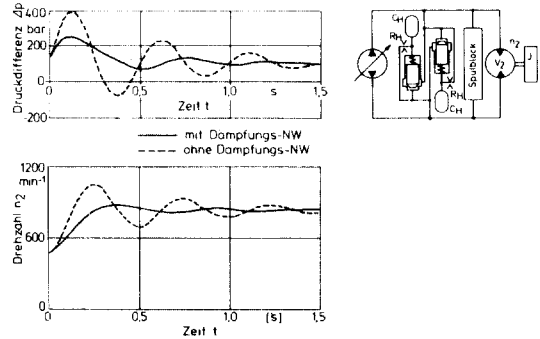


그림 2. 油壓變速장치의 동적漏油감쇄

그림은 RC- 회로(저항+용량)에 의하여 조작되는 油壓變速장치의 bypass밸브의 구조와 작동원리를 보여주고 있다. 빠른 압력변화는 bypass 밸브에 작용하여 누유를 가능케 하며 서서히 변화하는 압력에는 bypass 밸브가 닫힌 상태로 지속되므로 시스템의 우수한 정적 특성은 이 밸브에 의하여 영향을 받지 않는다.

나. 밸브 및 그들의 제어

2 단식 압력밸브의 정적, 동적, 특성 cartridge 要素에 의한 각종 밸브회로망설계, 유량조절밸브에 관한 연구 및 공작기계내의 油壓回路전산기원용 설계를 취급하는 이 분야에서는 개개의 流体抵抗을 독립적으로 조절해 줄으로써 전체 시스템의 특성을 개선하고자 cartridge 요소의 해석에 주력하여 power 部와 signal 部와 분리하여 signal 部에서 software 의 다양한 변화에 따른 시스템의 최적설계를 시도하고 있다.

그림 3에서와 같이 cartridge 요소에 여러가지 pilot stage 를 결합시킴으로써 압력조절, 유량조절, 방향조절 등의 다양한 밸브 특성이 가능하며 간단한 hardware 의 시스템 전체의 특성 계수파악을 전제로 한 software 의 설계는 conception 개발에 있어서 체계적인 방식과 설계 초기단계의 전산기에 의한 모델연구를 강조하게 된다.

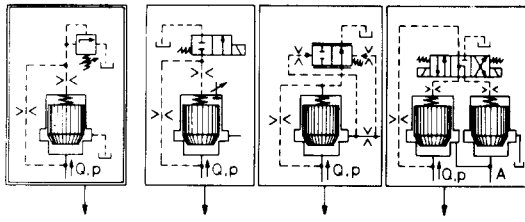


그림 3. cartridge 要素와 pilot stage 의 結合例

즉 power 部를 조절해 주는 간단한 cartridge 요소와 signal 部를 형성하는 복잡한 pilot stage 는 좀더 고급의 설계기술을 요구하게 되며 시스템 전체와의 상호연관성이 강조되므로 이의 활발한 연구가 진행되고 있다.

다. 제어시스템

이 분야에서는 proportional valve, 서보밸브-모터의 부하특성, 구조물의 鋼性이 제어 시스템의 安定性에 미치는 영향, 부하의 시뮬레이션, 가변용량펌프에 의한 제어시스템의 특성개선책에 관한 연구를 하고 있다. cartridge 요소와 proportional magnet의 결합에 따른 여러가지 밸브의 특성을 조사하기 위하여 屬樣式 에너지변형단계에 있어서 갖추어야 될 요구조건을 규명하며 이들이 pilot stage로 사용될 때 정적 동적을 연구하여 밸브 전체에 미치는 영향을 조사하고 있다. 서보밸브의 유량특성이 비선형이며 시스템 각 부재의 탄성으로 각각의 부하에 따른 특성을 설계단계에서 예측하기 어려운 경우가 많으므로 이들의 시뮬레이션과 선형화모델의 비교가 행해지며 에너지손실이 많은 밸브제어에서 효율이 높은 펌프제어방식에서의 전환 및 그 비교가 조사되고 있다.

라. 압력유체

압력전달의 매개체인 압력유체는 유압회로의 중요한 구성요소의 하나이다. 주로 석유화학계통의 기름이 많이 사용되고 있으나 근래에 와서 難燃性유체의 사용이 화재방지, 환경보호의 견지에서 늘어나고 있다.

이 난연성압력유체가 油壓要素에 미치는 영향, 회로내의 캐비테이션에 의한 재료파괴 및 소음에 관한 연구가 행해지고 있다. 유압요소 of 마모는 해당 요소의 작동불능뿐만 아니라 시스템 전체의 파괴를 가져오기 때문에 이들 현상을 규명 방지하기 위하여 작업조건, 기하학적변수, 재질에 따른 영향을 조사하여 설계상의 기준을 마련하고자 한다.

難燃性유체를 사용함으로써 오는 마모는 펌프와 모터에서 더욱 심하기 때문에 작업조건에 따른 펌프의 마모현상을 장기실험을 통하여 조사하고 있다.

마. 空壓裝置의 要素와 시스템

이 분야에서는 요소설계 이외에 인공심장개발 계획의 일환으로 혈액펌프 및 그 구동장치를 개발하였다. 구동장치는 전기제어에 의한 油空壓式 시스템과 소형 電氣空壓式 제어시스템의 2종을 개발하여 의과대학과 함께 동물시험을 실시하고 있다. 이때 구동장치와 혈액펌프는 여러가지 상태의 순환계통에 적응할 수 있어야 한다. 이를 위하여 소형 서보밸브도 개발되었다.

自動組立line을 형성하기 위한 시스템개발을 목적으로 空壓에 의한 驅動裝置 및 그 제어시스템을 연구하며 組立시스템의 Module化 및 임의로 programming할 수 있는 Microcomputer system을 시험중이다. 이러한 계획은 공작기계 연구소와의 공동연구 계획으로 진행되고 있다.

2. Aachen 油壓工學회의(Aachener Fluidtechnischer Kolloquium)

1974년 이래 2년 간격으로 Aachen에서 개최되는 이 회의는 아헨工大 유압연구소, 독일 기계제조업자협회(VDMA)의 油壓分委의 지원으로 개최되었으며 1978년 3월 14-16일에 전향된 제 3차 회의에는 480명의 독일 국내외 참가자들이 모였다. 그중 44%가 제조업자, 36%가 그 이용자, 20%가 학술전문지, 학회, 대학교 등의 분포를 보여 주어 그 특색을 잘 나타내고 있다.

제조업자와 응용례는 알아 볼 수 있는 기회가 되며 연구 개발에 종사하는 사람에게는 실제 현장의 문제점과 연구의 필요성을 느끼게 하고 있다. 꾸준히 발전해 가고 있는 유압요소, 시스템에 관하여 환경보호라는 관점이 매우 중요시되었고, 경제성과 발전추세에 관한 논의도 있었다.

본회의는 7개 부문으로 다음과 같이 나누어져 진행된 바 유압에 관한 부문에 대하여 간단히 서술하고자 한다.

1. 油壓驅動, 電氣的 驅動的 性能 및 經濟性 比較.
2. mobile Hydraulics 에 있어서의 제어문제
3. 難燃性 유체 HF-A 使用時 구동 및 제어
4. stationary Hydraulics 에서의 새로운 回路設計 기술
5. 油壓工學에서의 소음방지
6. 空壓에 의한 제속 및 제어
7. 空壓장치와 환경문제

油壓구동장치와 전기적 구동장치 부문의 급속한 발전과 Innovation은 이두 영역의 구획을 점점 더 복잡하게 하였으며 그 응용범위를 일목요연하게 구분하기는 힘들어졌다. 따라서 시스템의 설계에서 유압식, 전기식, 혹은 기계식 구동장치를 사용할 것인가 하는 각부분해의 결정에는 체계적인 설계방식과 전산기의 도움을 필요로 하게 되었으며 이들 각부분해의 조합에는 그 필요성이 더욱더 커졌다.

이와같은 과정을 거쳐 설계 제작된 시스템도 실제 작업에서 여러가지 장단점을 나타내게 되며 그러한 실례로써 여러가지 기종의 자동용접장치의 성능비교가 발표되었다. 자동차 몸전체용접에 필요한 자동용접장치의 선정기준을 마련하기 위하여 여러가지 구동시스템이 사용되고 있는 8종의 기종을 비교한 바 작업행정 300mm이내는 전기기계식이, 행정 1,000mm까지는 전기유압식이 유리한 것으로 판정되었으나 정비 및 초기투자를 고려할 때 기계유압식이 원가절감을 도모할 수 있음을 보여 주었다.

공작기계에서 직선왕복을 위한 서보밸브에 의

한 실린더구동장치는 그 정확도, 신뢰도, 원가면에서 전기구동장치의 강력한 경쟁자이며 그 응용례도 매우 많다. 이번 회의중 다룬 직동방식 및 경제성의 비교는 장차 유압장치가 경쟁력을 계속 유지하기 위한 발전방향을 제시하는 것이기도 하다.

운반 및 작업차량의 油壓을 다루는 mobile Hydraulics에서의 제어문제는 동력의 효율적 사용 즉 내연기관, 유압전동장치의 특성을 고려하여 운전상의 최고효율을 이룩하기 위한 것으로서 각각의 작업점에 따른 유압전동장치의 동력손실을 최소화하였다.

또한 전기유압제어에서 필수적이던 서보밸브는 가격의 저렴한 proportional 밸브로 대체한 예가 무게 50ton의 특수차량제어에서 보여졌다.

難燃性 HF-A 流体 (95% - water Emulsion) 使用에 따른 경험과 발전추세의 문제는 經濟的 生態學的 견지에서 매우 진지한 것이다. 특히 단조공장의 프레스, 로봇 등 화재의 위험이 따르는 곳에서 작업장의 안전을 위하여 難燃性 유체를 사용하는 것이 점차 필수적이 되고 있다. 주위를 오염시키지 않으며 폐기시에 공해가 없고 難燃性인 HF-A 유체의 사용은 캐비테이션 부식, 실링과 피 등의 많은 문제를 내포하고 있어서 고도의 정밀을 요하는 제어시스템에는 아직 사용하지 못하고 있다.

그러나 석탄채광에서 300~400기압의 압력으로 동력을 전달할 경우 피스톤형 펌프로 성공적으로 시험운전을 한 경우가 알려지고, 140기압으로 1,600시간에 걸쳐 HF-A 流体를 사용한 펌프가 소개되었다. 유량제어용 펌프, 제어밸브 등은 아직도 300기압용으로 사용되기에는 많은 어려움이 따르며 압력유체의 조건이 매우 힘들다.

공작기계, 생산시설 등의 적용되는 stationary hydraulics 의 油壓回路發展과 그 추세가 논의된 바 최근의 새로운 回路設計上의 기술이 소개되었다. 70년대 초반까지 별로 새로움이 없었고 다만 Block설계방식으로 각 부품의 組合容易性, 제어·조작임부의 합리화, 배관임부의 단순화 등

이 이루어졌다. 최근에 와서는 油壓回路設計에 있어서 새로운 추세가 나타나 pilot stage에 의하여 조작되는 2-way valve, 즉 cartridge 요소의 사용이 지금까지 통용되는 설계방식을 변혁시켰다. 또한 proportional 밸브의 발전을 多目的 밸브의 출현을 가져오고 있다. 즉 油壓面路의 설계는 현재 각 분야에서 새로운 방식의 도입과 그 적용성 여부를 검토하는 발전단계에 놓여있다고 하겠다.

油壓工學에서 소음문제는 다른 동력이나 시그널 전달방법보다 불리한 입장에 있으며 단점으로 지적되고 있다. 펌프내의 압력, 유량변화 및 밸브, 펌프내의 급격한 압력강하에 따른 캐비테이션이 소음발생의 주요 원인이 되고 있어서 펌프 설계에도 소음방지의 견지에서 재질, 두께 등이 선정되어야 하며 압력과 유량의 변화를 유리하게 유도하기 위한 설계변경 등의 대책이 필요하다.

밸브내의 소음을 방지하기 위하여 급격한 압력강하를 피하고자 직렬로 연결되는 유체저항의 사용이 소개되었으며 유량조절밸브에 응용된 이 소음방지책을 또한 성능면에서도 개선을 가져왔다.

### 3. 結語

아헨공대 유압연구소와 유압공학회의에서 논의된 주제들을 살펴봄으로써 독일 유압공학의 단면을 소개하였다. 각각의 대학마다 또 연구소에서 여러가지 관점에서 새로운 연구를 시도하며 기름오염물의 영향, NC-제어시스템의 유압구동 등 많은 분야에서 발전을 보고 있다.

그러나 중요한 경향이라면 환경보호의 입장에서 유공압장치의 개선책, 새로운 유압요소에 의한 설계, 급속한 전기·전자공학의 발전에 따른 구동장치의 경쟁 및 서로의 보완관계를 들 수 있겠다.

## 大韓機械學會 論文集 投稿 案内

1. 論文集에 投稿하고자 하는 자는 大韓機械學會會員을 原則으로 한다. 단 本會의 編輯委員會에서 特히 認定한 者는 例外로 한다.
2. 原稿는 原·寫本 各 1部를 編輯理事 앞으로 보낸다.
3. 原稿의 採擇 與否는 論文審査規定에 따라 定한다.
4. 論文은 他雜誌에 發表되지 않은 것으로서 機械工學的 및 技術的 寄與가 있는 것으로 獨創性과 信賴性이 있는 것으로 한다.
5. 技術論文은 他雜誌에 發表되지 않은 것으로서 論文에 準하나 그 意義가 낮은 것으로 한다.
6. 討論은 이미 發表된 論文 및 技術論文에 대한 質疑應答의 抄錄으로 한다.
7. 論文集에는 原則的으로 本會 學術講演會에서 發表된 것을 掲載한다.
8. 論文 및 技術論文의 体裁는 다음에 따름을 原則으로 한다.
  - (1) 抄錄, (2) 序論, (3) 本文 (理論解析, 實驗方法, 結果, 結果의 解釋, 考察), (4) 結論, (5) 引用文獻, (6) 附錄, 其他.