

# 한양대학교 유공압·자동화 연구실

## 송 창 섭

### 1. 서 언

한양대학교는 1939년 공업기술인의 양성을 목표로 동아공과대학으로 출범하여 1948년에 우리나라 최초의 4년제 공과대학으로 승격되어 기계공학과가 설립되었다. 유공압·자동화 연구실은 기계공학부로 통합된 정밀기계공학과에 1980년도에 설치되어 9명의 박사과 학생과 5명의 석사과정 학생들이 유공압 및 자동화 분야의 연구를 수행하고 있다.

### 2. 연구 및 교육 시설

본 연구실에서는 유공압시스템 제어 및 자동화분야의 연구 및 교육을 수행하기 위한 실험실을 갖추고 있다. 본 실험실에는 전기식 서보 실험장치, 유압 서보 실험장치, 프로세스 제어용 시뮬레이션 장치, PLC 실험장치 등의 각종 제어 실험장치를 위시하여 각종 동력공급장치, 신호발생장치, 센서류 및 측정장비 등이 구비되어 있어 학부생의 실험실습 및 대학원생들의 연구에 활용하고 있으며, MATLAB, EASY5, AMESIM, LABVIEW 등의 각종 시스템의 해석 및 설계용 tool을 보유하여 대학원생들의 연구 활동을 지원하고 있다.

### 3. 교 육

본 연구실에서는 유공압공학, 유공압제어 분야의 이론 및 실무에 관한 교육만이 아니고, 자동화 및 제어시스템을 해석하고 설계할 수 있는 능력을 함양시키기 위한 최적 설계, 제어시스템 설계 등의 교육프로그램을 운영하고 있다.

### 4. 연 구

#### 4.1 연구의 개요

본 연구실은 현재 유압을 이용한 유압 제어 분야와 자동화 시스템분야를 연구 중이다. 유압 제어 분야의 주요 연구로는 스피드업 밸브 개발, 유압 브레이크 분석 및 성능향상을 위한 연구, 클러치 맥동 저감에 관한 연구, 자동차의 수동 변속기를 자동으로 제어하는 유압 액추에이터 시스템 개발 자동차 변속기 밸브바디 내에 있는 유로를 분석 및 해석하여 최적의 특성 해석 및 맥동 저감에 관한 연구 중이다.

또한 자동화 시스템 분야의 주요 연구로는 차량 동적 제어 시스템, 전기로 온도 제어에 관한 연구, RFID(Radio Frequency Identification) R2R(Roll to Roll) 제조 시스템 개발을 위해 필요한 각 요소 공정 제어기 설계 기법 개발에 관해 연구 중이다.

#### 4.2 주요 연구 과제 소개

##### (1) 과거 수행되었던 주요 연구 소개

가) 유압 브레이크 분석 및 성능향상에 관한 연구  
유압 브레이크의 성능은 대체로 타격에너지(*Blow energy / stroke*)와 1분 동안의 타격수(*Blows / min*)로 평가가 되었는데, 이에 영향을 미치는 인자로서는 가스실 초기 충전압력, 펌프 토출 유량, 각 램피스톤과 방향전환 밸브의 크기등이 영향을 미치는 것으로 예측되며, 따라서 상기의 인자들이 성능지수에 미치는 영향을 규명하고, 상기의 인자들을 이용하여 보다 나은 성능의 유압 브레이크를 설계하는데 이용할 수 있도록 연구가 수행되었다.

##### (나) 클러치 맥동 저감에 관한 연구

본 연구에서는 엔진 및 구동계에서 발생한 진동이 클러치 유압시스템을 통해 압력 맥동의 형태로 클러치 페달을 진동시키기에 이러한 맥동을 저감시키고자 하였다. 맥동 저감의 핵심 방안으로 오일 댐퍼를 제시하였고, 오일 댐퍼를 포함한 클러치 유압 시스템을 해석하였다. 클러치 유압시스템은 마스터 실린더, 유압 라인, 오일 댐퍼, 릴리스 실린더로 구성하였고, 각각 요소들간의 유량방정식, 연속방정식으로부

연락 책임자 : 교수 송창섭, 조교 김규태  
소 속 : 한양대학교 공과대학 기계공학부  
주 소 : 133-791 서울특별시 성동구 행당동  
전 화 : 02-2220-0433  
E-mail : cssong@hanyang.ac.kr  
Homepage : http://fpahanyang.ac.kr

터 운동방정식의 해를 구하여 시스템의 동특성을 해석하였으며, 효율적인 클러치 맥동 저감 해법 제시를 위해 수행되었다.

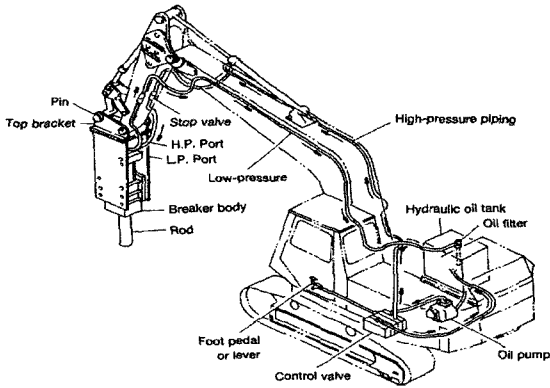


그림 1 굴삭기에 장착된 유압브레이크 시스템

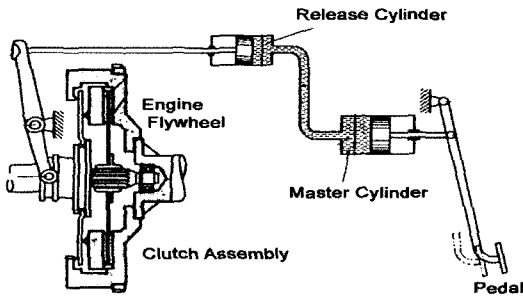


그림 2 유압 클러치 시스템의 개략도

(다) 스피드업 밸브 개발

공사 현장에서 파쇄 작업을 하는데 쓰이는 유압식 크러셔의 작업 속도 향상을 위해 스피드업 밸브 개발을 수행하여, 기존 파쇄작업 속도를 20%향상시키는 방안을 제시하였다.

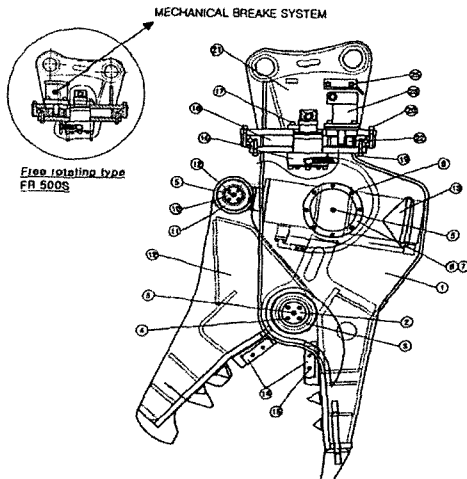


그림 3 유압식 크러셔의 개략도

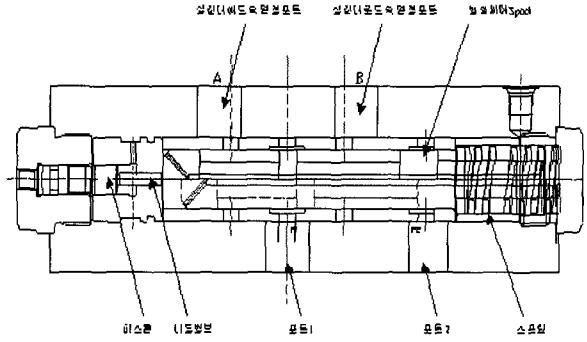
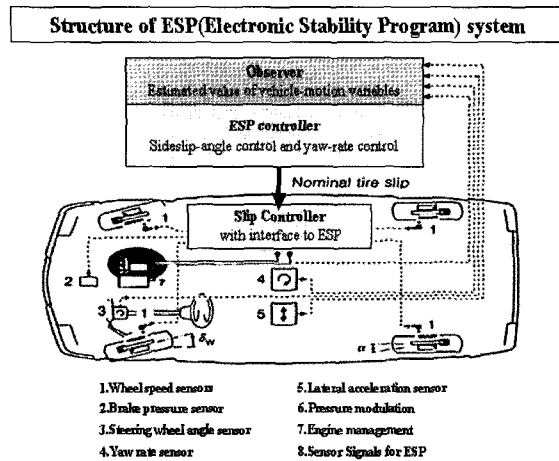


그림 4 스피드업 밸브의 개략도

(라) 차량 동적 제어 시스템

본 연구에서는 ABS(Anti-lock Brake System), TCS(Traction Control System), VSC(Vehicle Stability Control) 작동을 위해 기존에 사용되었던 NO, NC 솔레노이드 밸브를 이용한 유압 모듈레이터의 PWM 제어 방법과 비례 솔레노이드 밸브를 이용한 유압 모듈레이터의 비례 제어 방법을 비교 분석하고 휠 압력의 응답성을 향상시키기 위한 방법을 제시를 위하여 수행되었다.



Circuit of Hydraulic Modulator

- ABS
  - TC
  - NO/NC
- ESP
  - ESV
  - NO/NC

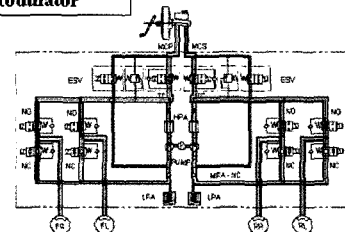


그림 5 VSC용 모듈레이터의 유압 회로도

(마) 전기로 온도 제어에 관한 연구

본 연구는 발열체의 열을 방사 대류를 이용하여 물체를 가열하는, 간접식 저항로로 세라믹 공정에 사

용되는 전기로를 연구 대상으로 하여 시스템의 계수와 응답 특성이 시간에 따라 변하는 특성을 가진 전기로 시스템을 모델링하여 적응제어의 대표적인 기법인 MRAS(model reference adaptivesystem)와 STR(self tuning regulator)를 제시하였고, 현장에서 많이 쓰이고 있는 온-오프 제어와의 비교를 통하여 성능을 검증하였다. MRAS에서는 리아프노프 이론을 이용하여 시스템이 안정한 범위에서 중요 인자인 적응게인을 적절하게 변경하고 시스템의 특성에 맞게 설계하여, 시스템이 이상적인 결과를 따르는 모델을 빠른 시간내에 따라갈 수 있음을 보았다. STR에서는 핵심부인 계수 추정부 (parameter estimator)를 추정하여, 가열 시스템의 특성에 맞게 설계하여, 시스템의 특성이 고정되어 있지 않고 시간에 따라 변하는 특성의 시스템을 효과적으로 제어할 수 있음을 보았다.

6면 발열 방식인 전기로를 사용하였고, LabVIEW 프로그램을 이용하여 간단하게 조작이 가능한 GUI를 구현하여, 각 인자 및 제어 조건을 평이하게 조절할 수 있도록 수행 되었다.

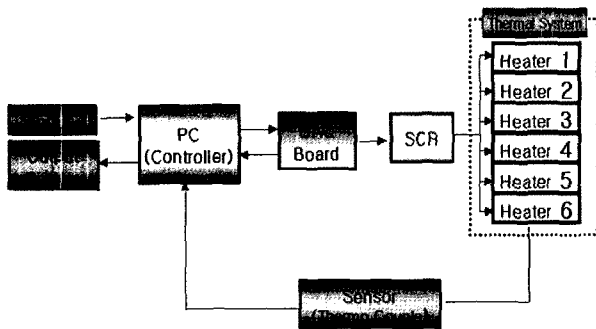


그림 6 온도제어시스템의 개략도

(2) 현재 수행중인 주요 연구 소개

(가) 자동화 수동변속기

독일 VOLKSWAGEN사의 LUPO 차량에 적용되고 있는 자동화 수동변속기(AMT:Automated Manual Transmission)를 자동차부품연구원과 산학협동하여 독자적인 AMT 유압 액추에이터를 개발 중이다. 동력 전달계를 AMESim 상용프로그램을 이용하여 모델링 및 변속 제어 알고리즘을 설계하였다. 이것을 바탕으로 시뮬레이션하여 결과를 예측하고, 중요 입력 파라미터를 변화시켜 시스템에 미치는 영향을 고찰하고, 시스템의 문제점을 분석하여 최적의 변속 작동제어를 위해 연구중이다. 현재 AMT 유압 액추에이터 시스템 개발을 완료하였으며, 특허 신청 및 실

차 적용 완성단계에 있다.

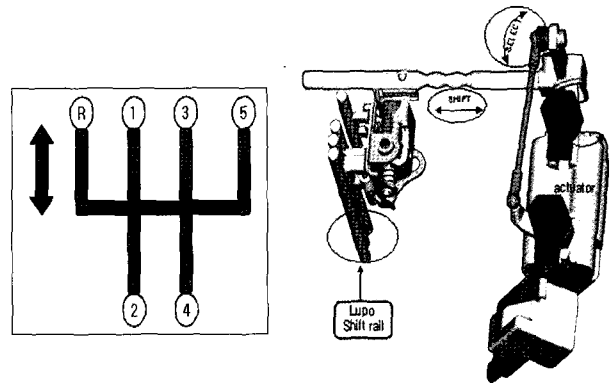


그림 7 AMT용 유압 액추에이터

(나) AT line pressure 맥동 저감에 관한 연구

자동변속기 전문회사인 현대파워텍과 산학 협동하여 자동변속기(AT:Automatic Transmission) 밸브 바디 내에 있는 Torque convertor control valve, Regulator valve, VFS, Manual valve, Reducing valve를 AMESim 상용프로그램을 이용하여 모델링 및 해석하고, 각 Parameter의 Line pressure 맥동영향을 분석하여 최적의 맥동저감 시스템을 얻기 위해 연구중이다.

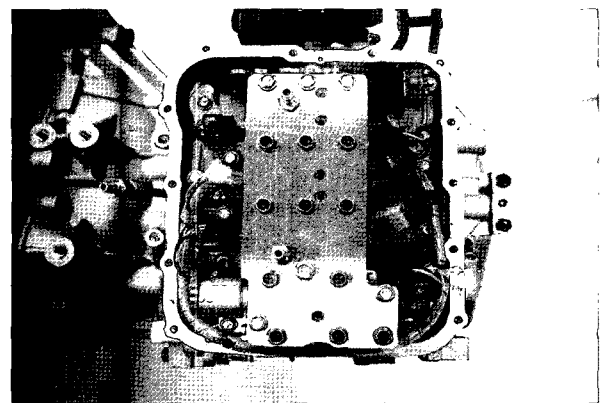


그림 8 시뮬레이션 프로그램 검증용 테스트 장치

(다) RFID R2R 생산 시스템 장력제어에 관한 연구  
기계산업의 25.7%를 차지하는 인쇄산업분야는 핵심 기술 및 부품을 해외 기술에 의존하고 있다. 따라서 본 연구실은 인쇄산업과 기계산업의 통합적인 기술 발전에 이바지하기위해 RFID R2R 생산 시스템 장력 및 레지스터 제어에 관해 연구중이다.

그림 9에서 보여지는 그림과 같이 정밀한 장력 제어가 이루어지지 않으면 다양한 형태의 구김현상으로 인해 불량품의 제품이 만들어진다.

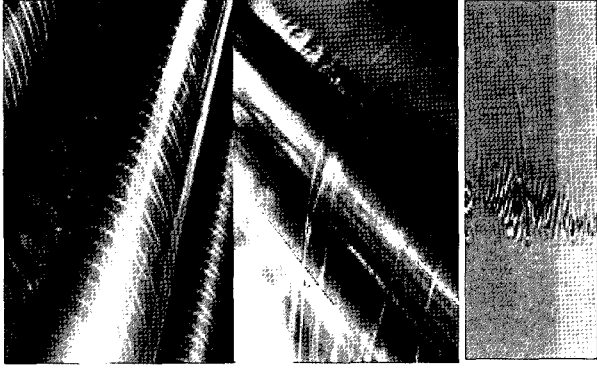


그림 9 장력제어 오차에 의한 구김현상

이러한 문제점을 해결하기 위해 RFID 제작 시스템 각 모듈의 수학적 모델을 도출하고, 그 수학적 모델을 바탕으로 시뮬레이션하여, 그 결과를 바탕으로 최적의 설계스펙을 얻기 위해 연구중이다.

본 연구에 대한 주요 예상 성과로는 R2R 생산 시스템에서 각 부분공정들(코팅, 인쇄, 냉각, 건조 등)을 고려한 장력제어 기법을 구축함으로써 소재 변형을 최소화 하며, 다양한 부분공정들을 수행하기 위해 저장력, 저속에서 이송률과 소재간의 미끄럼을 방지하기위한 장력제어 기법도 구축할 수 있다.

또한 정밀 인쇄 및 작업을 위해서  $\pm 100\mu\text{m}$ 이내의 고정밀 레지스터 제어기법을 구축할 수 있으며, 초정

밀 장력 및 레지스터 제어기 국산화를 실현화 시켜 소재 구김 최소화를 통한 e-Printing 제품 품질 향상 및 국가 주력 산업인 반도체 및 RFID, Flexible display 등에 광범위하게 사용되는 R2R 생산 시스템에 대한 부품설계기술력, 생산성, 국가 경쟁력을 확보할 수 있으며, R2R 생산라인 설계 능력을 갖춘 고급 기술 인력 배양 및 첨단 기술축적을 할 수 있을 것으로 예상된다.

## 5. 결 언

본 연구실은 1980년대 설치한 이래 현재 재학생을 포함하여 약 100여명의 유공압제어 및 자동화 분야의 인재를 배출하였다. 연구실 출신 졸업생들은 학교, 정부 출연연구소, 중공업 및 전자회사 등에서 유공압 제어 및 자동화 시스템이 필요한 산업 전 분야에 걸쳐 전문 인력으로 활동하고 있으며, 뛰어난 성과를 창출해 내고 있다. 본 연구실에서 박사 및 석사 과정 학생들이 불철주야로 유공압 및 자동화 분야에 대해서 연구에 매진하고 있으며, 졸업 후 산업 전반에 걸쳐 산업 일꾼으로 경제 발전에 이바지 할 것으로 예상된다.