

계명대학 유공압설계 및 제어연구실의 연구 및 교육 내용 소개

이 재 천
J. C. Lee

1. 서 언

계명대학교는 1954년 미국 북장로교회 선교사에 의해 창설된 기독교 대학으로서, 의과대학(동산병원) 포함 3개의 캠퍼스를 갖고 있으며, 특히 1990년대 성서캠퍼스를 구축하면서 비약적으로 발전하여 23개 단과대학에 24,000천여 명의 학생 수로는 전국 10위권 대학으로 성장하였다. 공과대학은 11개 전공에 70여명의 교수가 재직 중이다. 계명대 공대의 특성화 분야는 자동차로서 기계자동차공학부는 타전공과 달리 독립된 학부를 유지하여 왔으며, 그동안 RRC, BK21, RIC사업 등의 국책사업에 참여하여 왔다. 특히 2003년 현대기아자동차그룹에서 현금 50억원의 장학금을 수혜 받았고, 매년 2명의 학생이 전액장학생으로 졸업 후 현대기아자동차에 취업되고 있으며, 올해부터는 지역의 유력 자동차부품업체인 평화산업과 평화트랙 장학협정에 의해 매년 10여명의 학생이 전액장학금을 지원받고 있다.

유공압 설계 및 제어연구실은 기계자동차공학부 소속으로서 학부생 실험실습을 위한 유공압실습실, 메카트로닉스실험실과 대학원 연구 활동을 위한 유공압 설계실과 제어실험실의 4개 실험실로 구성된다. 연구실 인원은 현재 책임 교수 외에 1명의 박사급 선임연구원과 대학원생 3명(박사과정 1명, 석사과정 2명), 학부생 4명으로 이루어져 있다.

2. 연구 및 교육 시설

본 연구실은 유공압트레이너, 전기유압서보트레이너, 체적탄성계수측정장치 등 기초 유공압교육장비 외에, 전동식조향장치(EPS)의 타이어반력모사 유압서보부하장치, 클러치유압제어장치 등 각종 연구결과

물을 교육 및 연구에 활용하고 있다. 주요 장비는 그림 1~5와 같다.

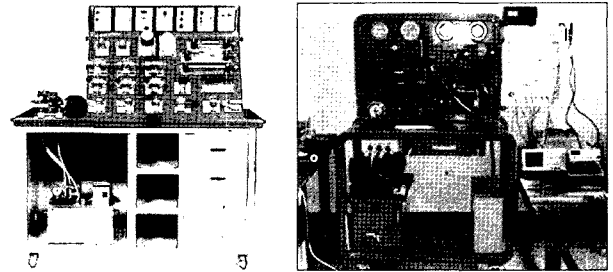


그림 1 유압 및 서보 교육장비

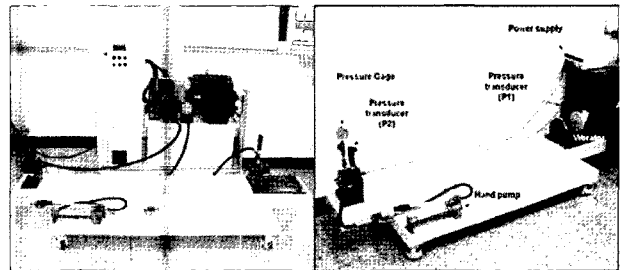


그림 2 체적탄성계수 계측 장치

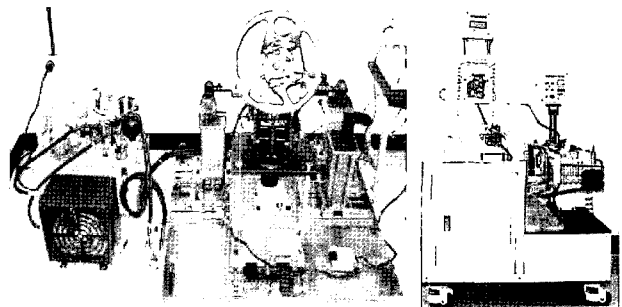


그림 3 조향 및 클러치 제어장치

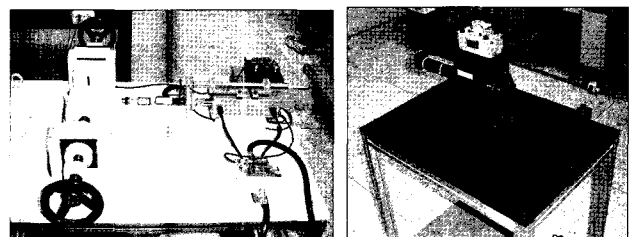


그림 4 마찰부하를 갖는 전기유압 서보장치 및 전기유압 서보밸브 동특성 계측장치

연락 책임자 : 교수 이재천, 조교 이동명
 소 속 : 계명대학교 공과대학 기계자동차공학부
 주 소 : 704-701 대구시 달서구 신당동 1000
 전 화 : 053-580-5921
 E-mail : ljcds@kmu.ac.kr/noble26@kmu.ac.kr
 Homepage: <http://www.hylab.pe.kr>

4. 연 구

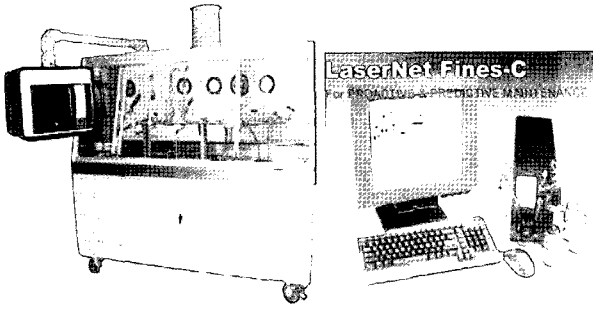


그림 5 다순환여과시험기 및 오염농도분석기

특히 유압시스템의 고장 원인의 70-80%는 외부의 이물질, 공기, 수분, 과도한 에너지와 같은 오염에 의한 것임을 고려할 때, 오염관리와 여과기술은 산업체에 매우 중요한 기술임에도 국내 연구현황은 매우 빈약하다. 이에 본 연구실에서는 국내에서 몇 안되는 ISO규격의 다순환여과시험기(multi-pass filtration test equipment)와 오염농도분석기를 갖추고 있다.

한편, S/W로는 HyPneu, AmeSim의 유공압 해석 프로그램과 Adams, RecurDyne의 다물체동역학(multi-body dynamics) 프로그램, MatLab RT를 연계하여 통합동역학해석체계를 구축하였으며, CarSim을 이용한 차량동역학과의 연계를 추진 중이다.

그리고 유공압과 연계된 메카트로닉스 실험장비로는 Labview, IMAQ PCI-1409, NI-IMAQ, NI PCI-6024 board, DSP Kit, PIC micro-controller study center를 갖추고 있으며, 타겟 보드로서 RCP(Rapid Controller Prototyping)를 위한 dSPACE 장비를 구매 중이다.

3. 교 육

유공압과 관련된 학부 교과목으로는 HyPneu를 이용한 “전산유공압설계 및 실험”과 공기압주행/라인 트레이싱로봇을 팀-프로젝트로 제시하는 “메카트로닉스입문”을 격년제로 개설하고 있으며, 대학원 교과목으로 “유압시스템전산설계”, “고급유공압”, “전기유압서보설계”, “플루-메카트로닉스(Flu-Mechatronics)”, “퓨전유·수·공압응용”, “통합시스템동역학” 등 다양한 과목을 제공하고 있다. 특히 10여명의 학부생들이 중심이 된 플루트로닉스(Flutronics)는 Labview 계측과 유공압전기응용실습을 주 목적으로 왕성히 활동하고 있다.

4.1 연구의 개요

본 연구실의 연구 분야는 유공압의 제어뿐 아니라 설계 및 고장관리의 전 분야이며 특히 자동차, 건설 장비 및 트랙터 등의 야지(off-load) 차량의 적용에 초점을 맞추고 있다.

4.2 주요 연구 과제 소개

(1) 공기현가시스템 설계

본 연구실은 A사의 지원으로 2005~2006 기간동안 공기현가시스템에 대한 연구를 진행하고 있다. 최종목적인 공기현가시스템(Air Suspension System)의 공기압회로를 독자 설계, 개발하는 것이다. 2005년에는 독일 W사의 2-코너 모듈의 독자모델을 개발하였으며, 국내외 특허 출원 중이다.

연구 방법으로는 우선 그림 6과 같은 공기스프링에 대한 동역학 모델을 바탕으로 해석 식을 구하고 Matlab/Simulink로 시뮬레이션하였으며, 실험과 비교하여 신뢰성을 입증하였다. 또한 설계주요변수인, 스트로크 변화에 따른 공기스프링 로브(lobe)의 유효 단면적을 그림 7과 같이 측정하였다.

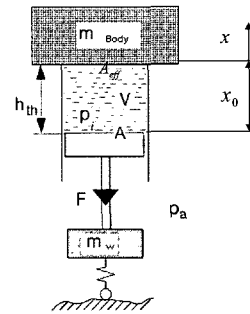


그림 6 공기스프링 모델

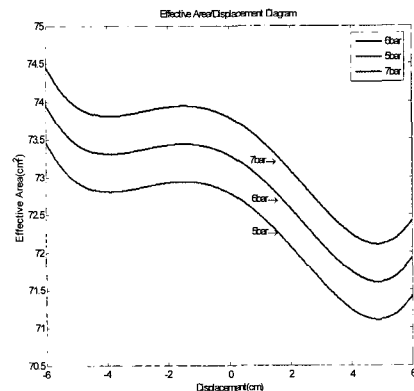


그림 7 공기스프링의 유효단면적 변화

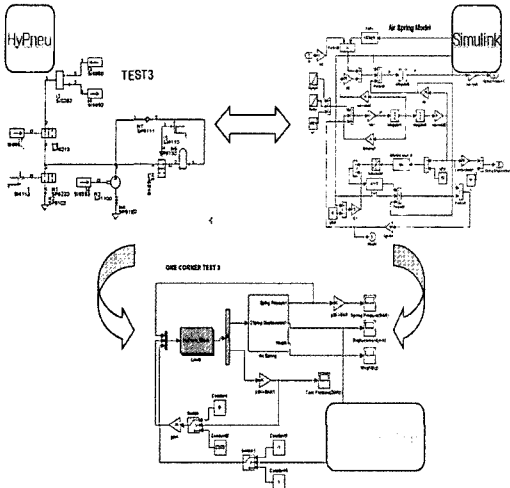


그림 8 공기-스프링 시스템 통합 시뮬레이션

공기스프링의 Simulink 모델은, 그림 8에서 보듯이 HyPneu에 의한 공기압회로 모델과 통합되어 시뮬레이션(co-simulation)되었다. 그림 9는 실험과 시뮬레이션 결과의 비교이다. 그림에서 보듯이 실험과 시뮬레이션 결과는 매우 유사하여 본 연구에서 제시된 공기스프링 모델과 통합시뮬레이션 코드의 타당성을 보여준다.

한편 2006년에는 독일 C사의 4-코너모듈에 대한 독자모델을 개발 중이다. 특히 공기스프링의 강성을 결정하는데 중요한 특성인 히스테리시스의 원인을 열역학적 관점에서 분석 증명하였다. 이 결과 가진 주파수의 변동에 따른 히스테리시스를 예측할 수 있었다. 그림 10과 11은 결과의 일부를 보여준다.

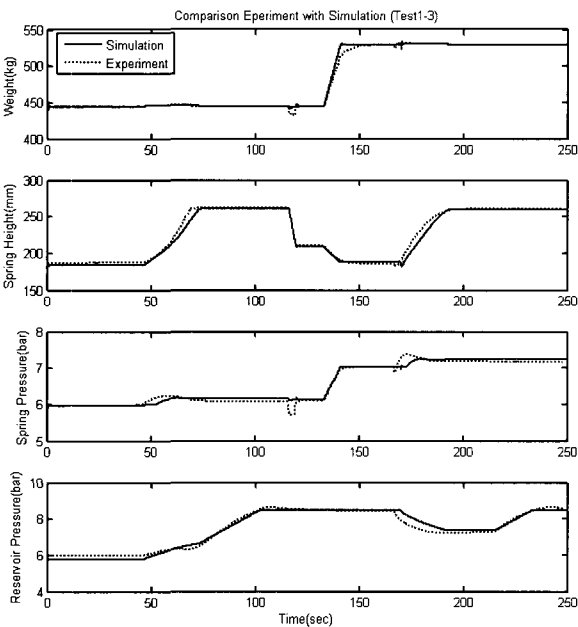


그림 9 실험과 시뮬레이션 결과의 비교

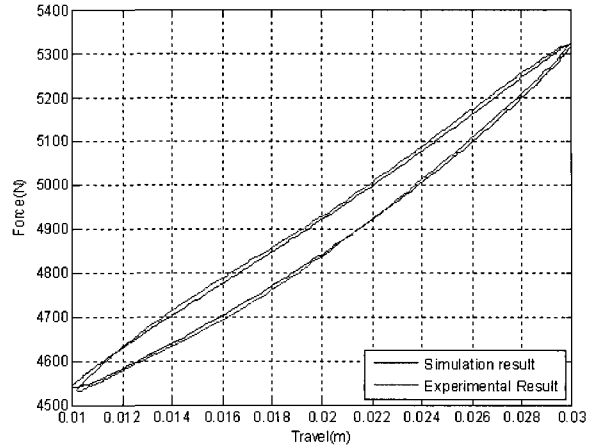


그림 10 공기스프링의 히스테리시스

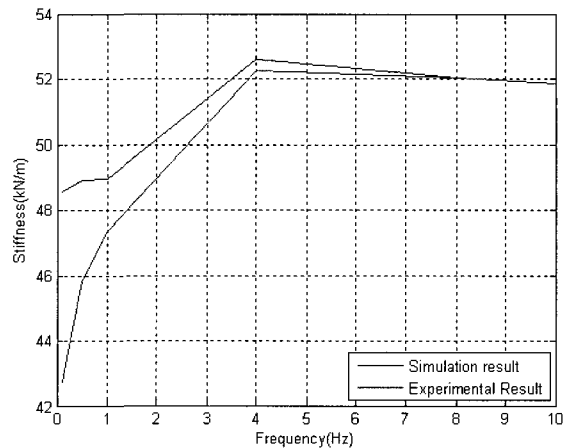


그림 11 공기스프링의 강성

(2) 차량 유압맥동 연구

본 연구실은 그 동안 차량의 각종 유압시스템의 맥동에 대한 연구로써, 미국 F사 능동현가시스템의 유압감쇠기, H사 자동차 조향계의 시미댐퍼(shimmy damper), P사 클러치유압제어시스템의 오일댐퍼 및 메탈댐퍼, S사의 각종 유압유의 체적탄성계수측정과 H사 굴삭기 피스톤펌프의 전 차수 해석모델에 대한 연구를 진행해왔으며, 2006년에는 H사의 튜너 내장 조향호스에 대한 연구를 부경대 유공압 연구실과 함께 진행 중이다. 연구의 목적은 나선형 튜브(spiral tube)의 튜너를 내장한 자동차조향호스의 해석 모델을 개발하는 것으로써, 500Hz까지 10% 오차를 목표 하고 있다.

본 연구를 위해 그림 12와 같은 실험장치를 구성 하였다. 노이즈를 억제하기 위해, DC모터와 동압력 센서, 실드케이블을 사용하였다. 캐비테이션을 피하기 위해 저유기(reservoir)를 펌프흡입구보다 높이 위치시켰으며, 토출된 유량은 호스를 거쳐 실험장치 밑

에 위치한 별도의 저유기에 모아진 후 리턴펌프에 의해 상단의 저유기로 이동한다. 또한 일정한 유온유지를 위한 온도제어시스템을 갖추었다.

실험은 펌프회전속도를 20초에 걸쳐 3,000rpm(맥동주파수 500Hz)에서 0Hz까지 서서히 줄이면서 압력센서의 출력을 측정하는 방식으로 진행하였다. 샘플링 주기는 0.1ms이었으며, 20초에 걸친 측정 데이터는 FFT로 변환하였다. 그림 12의 우측그림은 Labview로 구상한 계측 창을 보여준다.

해석 모델은, 튜너내장 고압호스를 그림 13와 같이 튜너와 호스 그리고 이중벽분기관으로 간주하여 모델 식을 유도하였다.

그림 14는 튜너내장 조향호스의 맥동감쇠특성을 보여주는 한 결과이다. 그림에서 보듯이 본 연구에서 개발된 해석모델의 시뮬레이션 결과는 실험결과와 유사하였다. 특히 자동차 아이들속도(idling speed)인 150Hz 부근에서의 감쇠특성은 NVH측면에서 중요한 바 본 연구 결과는 자동차 조향시스템설계에 유용하게 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

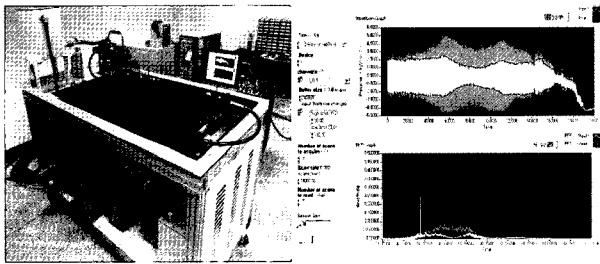


그림 12 조향호스 시험장치 및 Labview로 구상한 계측 창

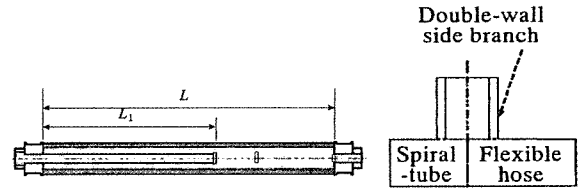


그림 13 튜너내장 고압호스 해석모델

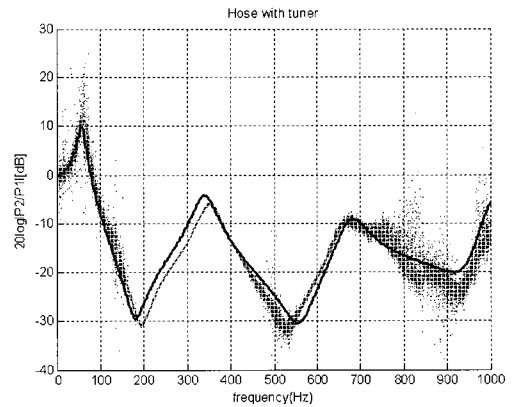


그림 14 튜너내장 조향호스의 맥동감쇠특성에 대한 실험 및 시뮬레이션 결과(실선: 시뮬레이션)

5. 결 언

계명대 유공압 설계 및 제어연구실은 올해 유치한 RIC사업(전자화자동차부품지역혁신센터, 2006~2016, 총예산 약200억)과 연계하여 차량 유공압시스템과 전자, 통신기술의 융합기술 연구에 노력할 예정이다.

그리고 긴밀한 유대관계를 유지하고 있는 중국 화중과기대(HUST) 우수압연구실, FESTO 연구 센터와의 학생 인턴쉽 교환과 공동연구를 더욱 활성화해 나갈 계획이다.