

효율적인 유압 실험실습교육을 위한 비주얼 유압 시스템 개발

노형운, 김재수, 김욱*, 이희상**

조선대학교 공과대학 항공조선학부·기술표준원*·인천시립전문대 기계과**

(2001. 8. 20. 접수)

Development of a Visual Hydraulic Oil System for the Efficient Hydraulic Oil Experiment Education

Hyung-Woon Roh, Jae-Soo Kim, Wook Kim*, Hee-Sang Lee**

*School of Aerospace, Naval Architecture & Ocean Engineering,
Chosun University*

**Agency for Technology and Standards*

***Department of Mechanical Engineering, Incheon City College*

(received August. 20. 2001)

국문요약

기존의 유압실험장치는 단순히 유압회로도만을 구성하도록 되어 있기 때문에 수업시 학생들의 흥미를 유발시키지 못하면서 강의 효과를 떨어뜨리고 있는 실정이다. 따라서, 본 논문에서는 기계공학실험중 유압실험에 관한 공학교육의 효과를 높이기 위해 학생들이 눈으로 쉽게 유동을 파악할 수 있는 유압시스템을 개발하였다. 이를 위하여 유압구성품은 아크릴로 정밀가공을 하여 투명성을 유지시켜 주었고, 기존의 불투명한 관은 투명하면서 유연한 관으로 교체하였다. 유체의 흐름을 눈으로 확인할 수 있도록 적색의 오일을 사용하였다. 더 나아가 제작된 유압장치를 이용하여 이론수업시 OHP와 함께 사용하면 밸브의 구조를 명확히 이해할 수 있는 장점을 가지고 있다.

개발된 비주얼 유압 시스템을 이용한다면 유압 분야의 기본 이론이나 원리를 쉽게 이해시킬 수 있어 학생들의 학습증진에 기여할 수 있고 교과목의 목적을 충분히 구현할 수 있어 그 교육 효과가 매우 클 것으로 기대된다.

Abstract

Current educational hydraulic oil systems consist of the composites for the hydraulic circuits. These systems not only could attract students' interests, but also increase the teaching efficiency during the lectures. Thus, the visual hydraulic oil system has been

developed to enhance educational efficiency and to improve learning methods. With this new system, the students can easily examine the oil flow for hydraulic oil parts in mechanical engineering experiments.

In order to develop the new system, the hydraulic constitute was made of acrylic resin, and previous pipes were replaced by transparent and flexible tubes. Red colored oil was also used to visualize the oil flow. Furthermore, if OHP (Over Head Projector) was used for a theoretical lectures, the visual units can be used to classify the differences of the valve structure or the circuits.

If lecturers use the developed visual hydraulic system, students can make an effective experiment on the basic theories and principles. Therefore, we can promote the students' interests and materialize the objectives of the subject. The results of this paper can be widely used to improve the efficiency of the mechanical engineering education.

1. 머리말

수요자 중심의 교육서비스를 위해 수요자가 교과과정의 변화를 추구하려는 교과과정 개편작업이 국내 각 대학으로 확산되고 있다. 또한, 대부분 학교내에서 학부제를 선택하고 있기 때문에 모든 교과목이 통폐합되고 있고, 배우기 어려운 과목이나 학점을 취득하기 어려운 과목은 점점 수강인원의 부족으로 폐강이 되곤 한다. 기계공학실험도 이런 성향을 띄는 대표적인 과목중의 하나이다. 따라서, 일부대학에서는 유압공학에 관한 수업이 이미 폐강이 되었거나 폐강을 할 계획으로 있다.

그러나, 유압장치는 항공기, 조선 그리고 자동차 등의 매우 정밀한 기계장치 또는 아주 큰 힘을 요구하는 기계장치에서 사용되기 때문에 그 이론과 원리의 습득은 매우 중요하다. 교육수요자에게 유압공학과 관련된 양질의 교육과 다양한 교육기회를 제공할 수 없을 때에는 현대의 고도산업화 사회에서 점점 치열해지고 있는 국가간의 경쟁에서 뒤떨어지고, 기업이나 산업체로 취업하였을 때 재교육을 해야하는 문제를 초래할 것이다.

따라서, 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하고, 미래지향적 공학교육의 일환으로 기본이론의

철저한 습득과 다양한 실험교육을 통해 창의성을 함양시키고, 실제사회와 연계된 실용성에 중점을 두고자 교과서적 중심의 교육과 단순 실험방법에 의존하는 기존방법을 지양하고 영상시대의 학생들에게 보여줄 수 있는 수업을 추구하고자 가시화된 유압시스템을 개발하였다.

이를 위하여 개발된 유압구성품은 아크릴 재질을 이용하였고 이를 정밀가공을 하여 투명성을 유지시켜 주었다. 그리고, 기존의 불투명한 관은 투명하면서 유연한 관으로 교체하였다. 유체의 흐름을 눈으로 확인할 수 있도록 오토미션오일을 사용하였다. 특히 본 연구에서 개발된 비주얼 유압시스템은 선진국의 상용제품보다 성능이 월등히 우수하며 가격이 1/10의 정도로 저렴하게 제작할 수 있으므로 교육기관에서 저가로 최대의 교육효과를 누릴 수 있을 것으로 판단된다.

더 나아가 제작된 유압장치들을 가지고 이론수업시 OHP와 함께 이용한다면 밸브의 구조를 명확히 구분할 수 있는 장점을 가지고 있다. 개발된 비주얼 유압 시스템을 이용한다면 유압 분야의 기본 이론이나 원리를 쉽게 이해시킬 수 있어 학생들의 학습증진에 기여할 수 있고 교과목의 목적을 충분히 구현할 수 있어 그 교육 효과가 매우 클 것으로 기대된다.

2. 유압관련 기계공학실험

가. 교육 패러다임의 변화

21세기에 들어와 기계공학관련 수업은 대부분이 공급자 중심의 교육에서 수요자 중심의 교육으로 바뀌고 있다. 최근 영남대나 부산대, 서울대 등이 5년전부터 기존의 교육실정의 문제점을 파악하고, 이런 기존의 틀을 벗어나 우수한 인력을 생산하고자 공학교육인증 평가를 추구하고 있는 것이 한 예이다. 따라서, 대한민국에서도 이러한 추세에 따라 미국의 ABET(Accreditation Board for Engineering and Technology)를 모방하여 ABEEK(Accreditation Board for Engineering Education in Korea)의 조직하게 되었다. 이는 대학의 공학 및 관련교육을 위한 교육프로그램 기준과 지침을 제시하고, 이를 통해 인증 및 자문을 시행함으로써 공학교육의 발전을 촉진하고 경쟁력 있고 실력을 갖춘 공학기술인력을 양성하여 산업계에 배출함으로써 국가발전에 기여하고자하는 것이 목적이다. 이런 추세로 보았을 때 특히 유압관련 뿐만 아니라 모든 기계공학실험의 교육 패러다임을 살펴보면 그림 1과 같이 공급자와 수요자 쌍방의 긴밀한 상호 교환적인 형태로 변화되고 있다^(1,2).

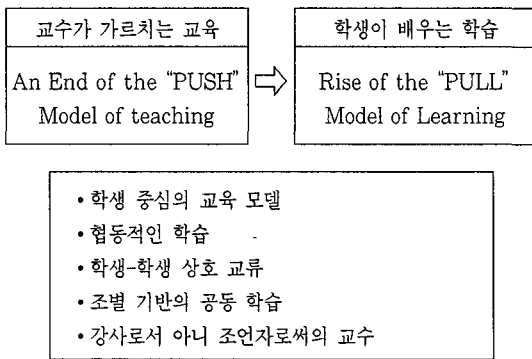


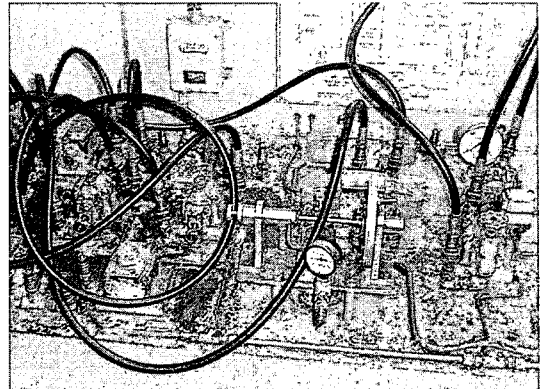
그림 1. 교육 패러다임의 변화

나. 유압실험

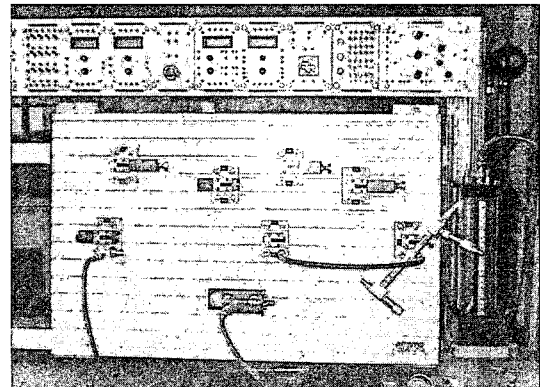
현재의 유압공학실험은 이론시간에 배운 여러 가지 유압구성품의 작동을 확인하기 위하여 그림

2와 같은 실험장치의 구성품에 배관을 연결하여 단순히 회로도를 구성하고 이로부터 발생되는 압력으로부터 실린더를 움직여 구성된 회로도의 구성이 올바른지를 확인하는 수준에 지나지 않는다.

그러나, 이러한 기존의 유압시스템으로는 그림 1과 같은 교육 패러다임의 변화를 충족시키기는 어렵다. 따라서, 새로운 패러다임의 변화를 부흥하기에는 유압시스템을 새로 구입하거나, 기존의 유압시스템을 보완하여야 하지만, 패러다임 변화에 따른 수요자 중심의 교육체계를 지원하기 위해서는 예산 부족 및 인식부족 등으로 많은 어려움이 발생되고 있는 것이 현실이다. 따라서, 강사나 학생들의 욕구를 충분히 충족시킬 수 있는 효율이면서 저가의 적절한 실험장치나 강습기술이 도입되어야 한다.



(가) 기존 실험장치



(나) F사의 상용화된 제품

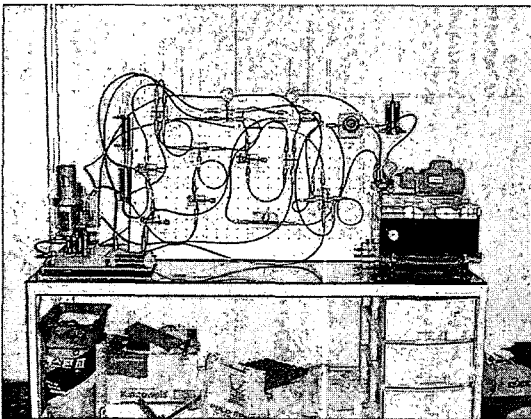
그림 2. 기존 유압실험장치

3. 비주얼 유압실험장치

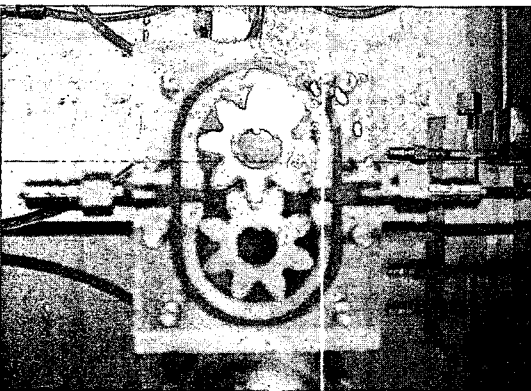
가. 비주얼 유압실험장치의 특징

본 연구에서는 그림 3과 같이 비주얼 유압시스템을 개발하여 전통적 교실수업 방식뿐만 아니라 실험실에서도 학생들이 직접 각 밸브의 기능을 파악하고 유압유의 흐름을 이해할 수 있도록 하였다.

또한, 새롭게 개발된 비주얼 유압실험장치와 그림 2 (나)와 같이 F사에서 조립된 동일한 가격조건을 기준으로 하여 동일한 성능의 시스템을 비교하였다. 개발된 비주얼 유압실험장치는 동일한 가격기준의 시스템을 기준으로 기본세트 70세트 이상즉, 기존 F사의 제품보다 2배 이상의 구성품으로 구성되어 있으므로 좀 더 다양한 실험을 할 수



(가) 전체 실험장치



(나) 유압구성품의 예

그림 3: 새롭게 개발된 비주얼 유압실험장치

있다. 또한, 기존 제품은 구성품 재질이 주로 아크릴로 구성되어 있기는 하나 알루미늄 bracket이 부착되어 있어 투명성을 보장하기 어렵지만, 개발된 비주얼 유압실험장치는 모두 아크릴로 구성되어 있어 구성품 내·외부가 투명하여 유체의 흐름을 직접 확인 할 수 있을 뿐더러 이론 수업시 OHP에 올려놓고 구성품의 구조 및 특징의 차이점을 뚜렷이 구분할 수 있는 특징이 있다. 특이한 점은 최고압력이 30bar(기존제품 10bar)까지 가능하도록 설계하였으므로 고압의 여러 가지 회로도 구성 가능하여 상용제품보다는 저가로 최대의 효과를 높일 수 있다.

나. 구성품

그림 3과 같은 전체실험장치는 압력제어밸브, 유량제어밸브와 방향제어밸브 등과 같은 구성품으로 구성되어 있다. 또한, 본 실험장치의 회로도도 기본적으로 그림 4와 같다. 그림 4의 회로도에서 동력원으로는 기어펌프를 이용하였고, 구성품에 배관을 연결하여 기본 회로도를 구성하므로 원하는 출력을 얻도록 하였다. 이론시간에 배웠던 밸

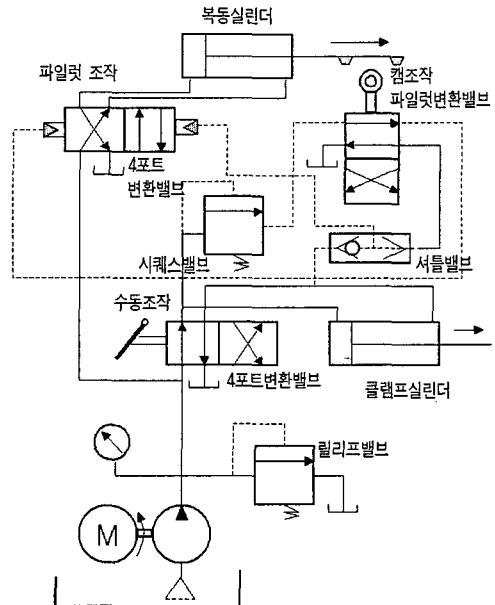


그림 4: 새롭게 개발된 비주얼 유압실험장치의 기본 회로도

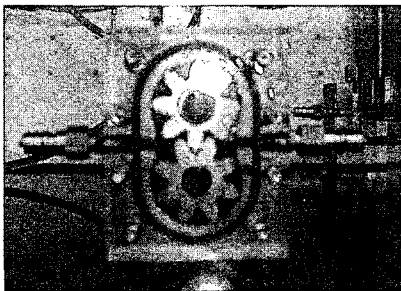
브의 구조를 이해하고, 기본적인 유압회로를 습득하고, 이에 대한 성숙도를 높이기 위하여 유압구성품의 배관을 변경하여 다른 회로도룰 구성할 수 있도록 하였다. 본 논문에서 구성품에 관한 기술적 내용은 언급하지 않겠다.

본 연구에서 개발된 구성품들은 모두 아크릴을 이용하여 제작하였다. 이를 제작하는 데 가장 중요한 것은 투명성을 유지하고, 고압을 다루어야 하므로 최고의 정밀성을 요구하여야만 한다. 따라서, 많은 시행착오를 걸친 후 정밀한 선반 및 밀링작업을 통하여 투명성을 유지시켜 주었고, 정확

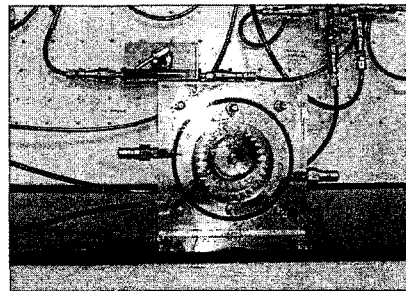
한 드릴링 작업으로 정밀성을 충족시켜 주었다. 그림 3과 같이 개발된 구성품들은 아래의 설명과 같이 유압액추에이터, 압력제어밸브, 유량제어밸브, 방향제어밸브와 기어펌프, 축압기 등으로 나눌 수 있다.

1) 유압 액추에이터

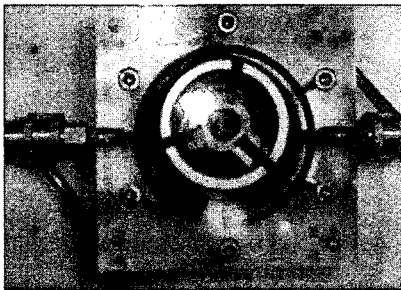
유압 액추에이터란 그림 5와 같이 유체에너지를 기계에너지로 변화시켜주는 요소이다⁽³⁻⁵⁾. 보통 유체에너지를 회전운동(유압모터)과 직선운동(유압실린더)을 이용하여 바꾸어 준다. 본 논문에서



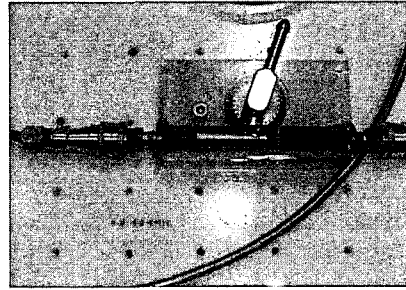
(가) 외접기어모터



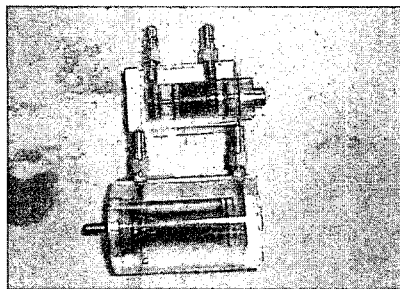
(나) 내접기어모터



(다) 배인모터



(라) 요동액추에이터



(마) 복동실린더

그림 5. 개발된 유압 액추에이터

는 가시화를 위하여 유압 기기류를 그림 5와 같이 아크릴로 제작하였다. 유압모터는 그림 5의 (가)~(다)와 같이 유압을 가하면 회전력을 얻는 장치로 기어모터, 베인모터 등이 있다. 이러한 장치는 비교적 소형, 경량으로 큰 출력을 낼 수 있으며 기동, 정지, 역회전 속도제어가 간단한 것이 특징이다. 또한, 그림 5의 (라)와 같이 요동액추에이터는 왕복 및 요동 등의 출력을 얻을 때 사용된다. 그리고 그림 5의 (마)와 같이 실린더는 유압 동력을 직선운동으로 변환하는 것으로 유압과 유량을 변환시켜 추력과 속도를 제어한다.

그림 6과 같이 실험시간에 학생들은 유압액추에이터의 가동을 확인할 수 있다. 그림 6은 베인모터의 가동을 나타내었고 유압회로도가 가동될 때 베인이 움직임을 확인할 수 있도록 하였다.

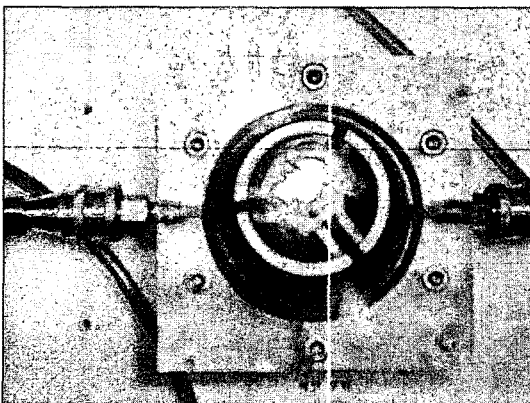
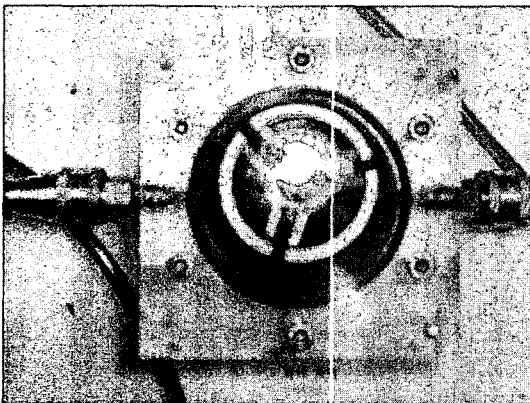


그림 6. 베인모터가 움직이는 모습

2) 압력제어밸브

압력제어밸브는 유압회로내에 압력을 일정하게 유지하거나, 회로 전체의 안전보호를 목적으로 하는 것으로서 릴리프 밸브, 시퀀스 밸브, 언로드 밸브, 감압 밸브, 카운터 밸런스 밸브 등이 있다⁽³⁻⁵⁾. 이러한 밸브는 회로내의 압력이 설정치에 도달하면, 회로압력의 전환을 행하여 각 밸브의 기능을 수행한다. 본 논문에서는 그림 7과 같이 릴리프 밸브, 시퀀스 밸브, 언로드 밸브, 감압 밸브, 카운터 밸런스 밸브를 설치하여 액추에이터에 배압을 유지시켜주거나 감압을 시켜주거나 언로드 기능을 갖게 하였다.

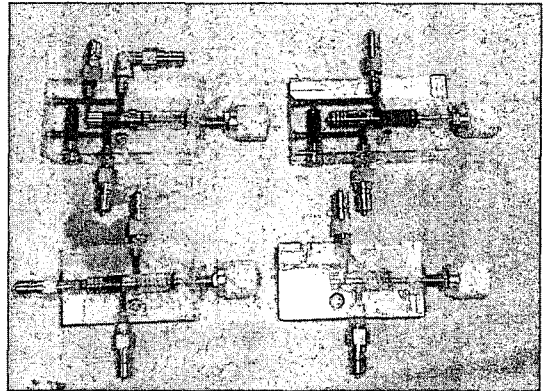


그림 7. 개발된 압력제어밸브

3) 유량제어밸브

관로의 일부에 교축저항을 주어 유압회로의 유량을 제어하는 밸브를 의미하며 액추에이터의 속

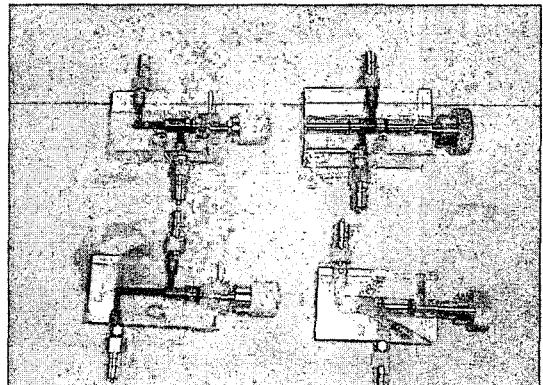


그림 8. 개발된 유량제어밸브

도를 제어하므로 속도제어밸브라고도 한다^(3~5). 액추에이터의 속도를 변화시키는데 가변용량형 펌프를 사용하는 방법과 유량제어 밸브에 의한 방법이 있다. 일반적으로, 가변용량형 펌프에 의한 경우는, 구조적으로 복잡하고 정밀한 속도제어도 어려워, 대부분 유량제어밸브를 사용하는데 대표적으로 본 논문에서는 그림 8과 같이 유량제어밸브를 제작하였고, 이를 도시하였다.

4) 방향제어밸브

방향제어밸브는 관로 내의 기름의 개폐 작용 및 역류 저지 작용을 하는 것으로, 다음과 같은 기능이 있다^(3~5).

- (1) 단일 관로 내의 흐름을 정지시킨다. 흐름을 반대로 한다. 역류를 저지한다.
- (2) 복수 관로 간의 결합, 분리 및 선택을 한다.
- (3) 액추에이터를 조작(기동, 정지)한다.
- (4) 언로드기능을 한다.

이들은 그 기능에 따라서 그림 9와 같이 각각 방향 제어 밸브, 체크 밸브, 셔틀 밸브, 감속밸브

등으로 구분할 수 있다. 방향 전환 밸브는 그 외부 조작 방법에 따라, 수동 전환 밸브, 캠 전환 밸브, 전자 조작 밸브, 유압 파일럿 전환 밸브 등으로 구분된다. 이와 같이, 방향 제어 밸브는 흐름의 방향을 제어하는 밸브의 총칭이다.

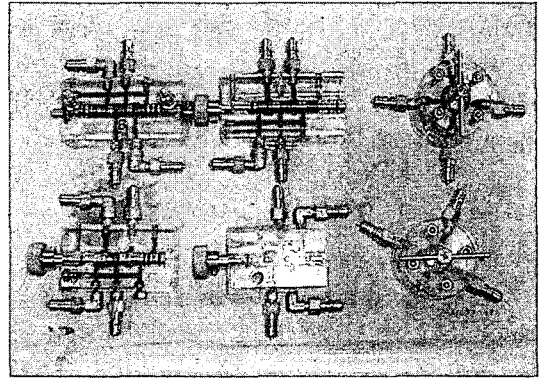
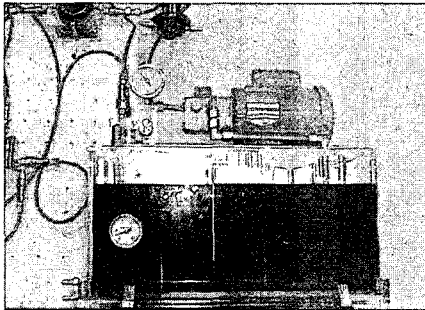


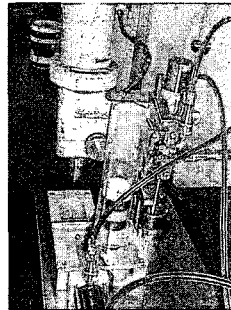
그림 9. 개발된 방향제어밸브

5) 기어펌프와 축압기

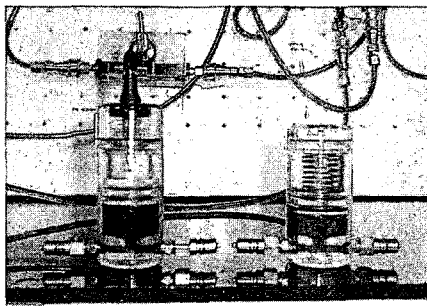
본 연구에서는 유압펌프로써 그림 10의 (가)와



(가) 기어 펌프, 유압유 탱크



(다) 드릴링 장치



(나) 축압기

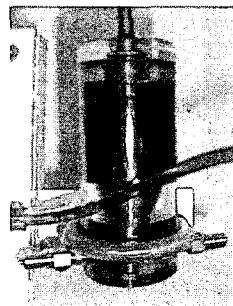


그림 10. 개발 적용된 기어모터, 축압기 및 드릴링 장치

같이 기어펌프(1/4 Hp, 최고발생압력 30 kg/cm²)를 적용하였으며 유압유의 기포발생을 제거하는 과정을 가시화하기 위하여 유압유 탱크를 아크릴로 구성하였고, 스트레이너를 구성하여 유압시스템에 기포가 들어가지 않도록 하였다. 또한, 그림 10의 (나)와 같이 스프링방식, 중력방식, 가스방식의 축압기를 구성하였고, 그림 10의 (다)와 같이 최종적으로 제어된 유압을 이용하여 본 시스템에서는 자동적으로 플라스틱 시편에 드릴링 작업을 할 수 있도록 구성하였다.

4. 유압실험 강의 방법

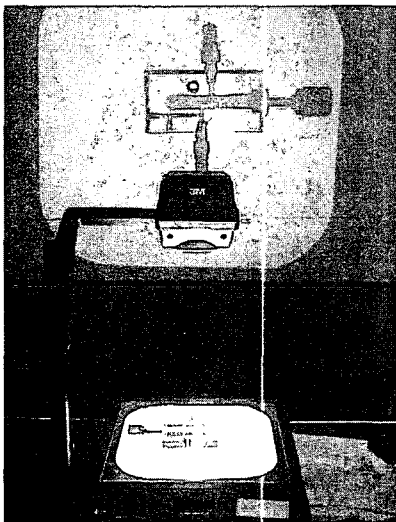
일반적으로 유압실험은 기계공학실험의 일환으로 수행되고 한 학기에 1시간정도 실험을 하게 된다. 물론 대부분의 이론적인 강의는 4학년 수업이나 전문대인 경우 2학년때 유압공학을 통하여 1주일에 2, 3시간 정도 이루어진다. 본 논문에서는 유압관련 수업시간에 학습의 효과를 높이기 위하여 비주얼 유압시스템을 개발하였고 이에 대한 이론강의 방법과 실험관련 강의방법을 아래와 같이 요약하였다

가. 이론강의

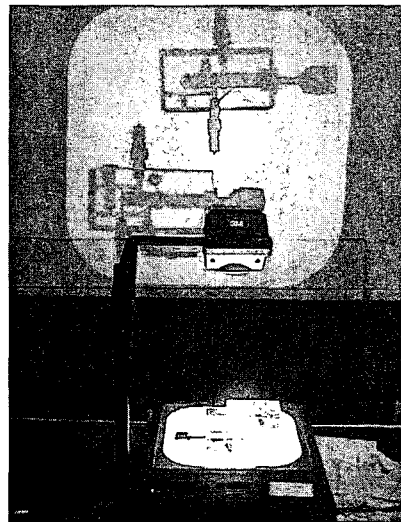
일반적으로 유압관련 수업에서는 아래와 같은 항목을 가르친다.

1. 유압의 기초
2. 유압펌프
3. 유압모터
4. 유압밸브
5. 유압 액츄에이터
6. 유압회로

그러나, 유압의 기초를 제외하고는 대부분 실제에 사용되는 유압장비이기 때문에 실물을 보면서 강의하는 것이 바람직하다. 그러나, 기존의 제품들은 고압을 요구하고 누유때문에 밀봉처리가 완벽히 된 하나의 구성품으로 제작되어 있어 그 내부구조를 확인하기가 어렵고, 유동의 흐름을 파악하기는 더욱 어렵다. 따라서 기존의 이론강의 시간에는 부품의 기능과 회로도만을 강의하여 학습의 효과를 떨어뜨리고 있다. 그러나, 본 연구에서 개발된 구성품들을 그림 11과 같이 OHP를 이용하여 강의한다면 밸브의 구조 및 기능을 이해하는데 큰 도움이 되고 학습의 효과 및 학생들의 흥미를 높일 수 있다. 그림 11의 방법은 개발된 구성



(가) 한 개의 구성품



(나) 두 개의 구성품 비교

그림 11. 이론강의시 개발된 비주얼 유압시스템의 응용

품을 OHP에 올려놓으면 구조를 쉽게 파악할 수 있을뿐더러 그림 11의 (나)와 같이 상호 비교되는 밸브를 같이 올려놓으면 유사한 밸브의 차이점을 쉽게 이해할 수 있다.

나. 실험

실험시 이론강의시간에 배웠던 유압기기류의 구조를 이해시키고 각종 유압구성품을 이용하여 그림 4와 같은 기본 회로부터 다양한 유압회로를 구성한 후 각각 밸브의 작동원리를 이해시키는 데 목적이 있다.

따라서, 학생들은 비주얼 유압시스템을 이용하여 다양한 유압구성품들을 직접 조작함으로써 이론 강의시간에 배웠지만 완전히 이해하지 못했던 부분을 보완하고 다음 수업시간에 진행할 부분에 대하여 예습이 가능해지고, 강사 및 교수들은 이 시스템을 통하여 학생들이 무엇을 이해하지 못하였는가를 파악하고, 다음시간에 이를 보완할 수 있다.

본 시스템은 기본세트가 70세트의 유압구성품으로 구성되어 있다. 즉, 동일한 회로이지만, 구조가 약간씩 다른 구성품을 여러 가지 준비해 놓았기 때문에 학생들과 강사들이 수업시 유압구성품들의 차이를 명확히 구분할 수 있다.

더 나아가 유압부품의 선정 및 유압시스템에 사용되는 각종 센서로부터의 신호를 처리하여 다양한 기술을 터득하는데 있다. 따라서, 본 연구에서 개발된 비주얼 유압시스템을 이용한다면 손쉽게 교육의 효과를 높일 수 있을 것이다.

서론에서 언급하였지만 본 연구에서 개발된 비주얼 유압시스템은 선진국의 상용제품보다 성능이 월등히 우수하면서 가격이 1/10 정도로 저렴하게 제작할 수 있으므로 교육기관에서 저가로 최대의 교육효과를 누릴 수 있을 것으로 판단된다.

5. 맺음말

본 논문에서는 기계공학실험중 유압실험에 관한 공학교육의 효과를 높이기 위하여 학생들이 눈으로 쉽게 유동의 흐름을 파악할 수 있는 유압시스

템을 개발하였다. 이를 위하여 유압구성품은 아크릴로 정밀가공을 하여 투명성을 유지시켜 주었고, 기존의 불투명한 관은 투명하면서 유연한 관으로 교체하였다. 유체의 흐름을 눈으로 확인할 수 있도록 오토미션오일을 사용하였다. 더 나아가 제작된 유압장치들을 이론수업시 OHP와 함께 이용한다면 밸브와 회로도의 차이점을 명확히 구분할 수 있는 장점을 가지고 있다.

개발된 비주얼 유압 시스템을 이용한다면 유압분야의 기본 이론이나 원리를 쉽게 이해시킬 수 있어 학생들의 학습증진에 기여할 수 있고 교과목의 목적을 충분히 구현할 수 있어 그 교육 효과가 매우 클 것으로 판단된다. 또한, 본 개발품은 기존제품보다 성능이 우수하고 뛰어나며 그 가격도 기존 선진국제품보다 1/10정도 저렴하여 유공압 실험을 수행하는데 있어서 매우 효과가 크다고 판단된다.

[참고문헌]

- [1] 강인애(1997), "High Tech, High Touch, 그 역설적 결합의 교육적 가능성", Online Eduka Korea 국제 컨퍼런스 자료집
- [2] 서상호, 노형운, 조민태, 양수봉(2000), "LOD 시스템 개발과 공학실험과목의 콘텐츠 제작", 한국공학기술학회, pp. 63
- [3] 하재현, 손병진(1993), 유체기계, 보문당, pp. 281
- [4] 김진욱, 김도태, 김순경, 김현우, 모창기, 신현승, 정영석, 최석창(1999), 유공압시스템, 사이텍미디어
- [5] 서상호, 기계공학실험 지침서, 숭실대학교 기계공학과 편

후 기

이 논문은 2001년도 두뇌한국 21사업에 의하여 지원되었음