

기계공학 분야 실험교육 현황과 향상방안

원윤재[†]

한국기술교육대학교 메카트로닉스공학부

A Study on Experimental Education in Mechanical Engineering

Yun-Jae Won[†]

School of Mechatronics Engineering, Korea University of Technology and Education

ABSTRACT

In this paper, the present state of the experiments in the mechanical engineering education is analyzed and the improving methods of the experimental education are presented. Data at twelve universities are collected. In spite of the general understanding of the importance of the experiments, the portion of the experiments is less than 10%. It shows the need to increase the experiments. Experiments for basic mechanics are fairly well performed, but experiments for applied subjects would be strengthened. Several improving methods such as systematic support for experiments, use of the exclusive assistants for experiments, and so on are discussed.

Keywords: Mechanical Engineering, Experimental Education, Experiments for Basic Mechanics, Experiments for Applied Subjects, Exclusive Assistants for Experiments

I. 서 론

실험실습은 이론과 더불어 공학교육의 성과를 결정짓는 중요한 요소이다. 실험실습교육의 미진함은 이론에 대한 불충분한 이해와 이론의 실제 응용력 부족으로 나타나 현업에서 제대로의 공학자로서 활동하기 위해서는 추가적인 경험과 교육이 필요하게 된다. 90년대 중반 이후 국가 산업화 수준의 향상에 맞춰 국내 공학교육을 세계적 수준으로 향상시키기 위한 여러 개선방안 중의 하나로써 실험실습교육 확대 및 내실화 개선이 강조(이규정, 1996; 이만형, 1997; 이시복·백인환, 1999; 이시복·황상문, 2000; 김경천, 2000)되어 왔다. 당시, 기계특성화 대학의 전통을 가진 부산대학교 경우, 실험실습이 전공과목 중 학점 대비 18.1%에서 30.6%로 강화되었다고 보고된 바 있다(이시복·황상문, 2000).

이러한 추세에 맞추어 국내 대학들이 실험실습교육 향상에 많은 노력을 기울여 왔다. 10여년이 경과한 현 시점에서 그간의 실험실습교육의 변화 양상과 현 실태를 점검해 보고 이에 따라 보다 효율적인 실험실습교육의 향상을 도모할 필요가 있다. 또한, 여러 대학 간의 실험실습교육 관련 장점을 파악하여 상호

보완하는 것이 바람직하다.

본 연구에서는 그 중 실험교육에 대해 기계분야를 중심으로 국내 대학들의 실험교육의 변천과 현 실태 자료를 수집하여, 그간의 추이와 현황을 점검해 본다. 이후, 각 대학의 실험교육을 비교해서 장단점을 추출하여 보다 효율적인 실험교육 방안을 모색해 본다. 연구에 사용된 자료는 2010년 현재 기준으로 대한기계학회 교육위원회 위원들로부터 주로 수집되었다.

II. 기계공학 분야 실험교육 현황

1. 실험, 실습 분류

실험실습교육에 대해 명확히 실험 또는 실습과목으로 구분하기는 어려운 점이 있다. 쉽게는 과목 명칭에 '실험' 또는 '실습'이라는 용어가 붙어있으면 그대로 구분할 수 있지만, 이런 용어 없이 실험실습이 부과된 과목이 있을 수 있고, 명칭과 내용에서 실험, 실습이 다르게 실행되거나 섞여 있을 수도 있다. 사실 과목 담당교수 외에는 이러한 내용적인 측면까지 고려하기는 어렵기 때문에, 여기에서는 아래의 기준에 따라 분류하였다.

- 실험: 과목 명칭에 '실험'이 들어간 경우, 명칭이 명확치 않을 때는 공학이론(역학 등) 중심 과목인 경우
 - 반복된 결과의 데이터를 모으거나 조건이나 환경의 변화에 의하여 결과가 변경되는 경우

Received May 4, 2011; Revised June 24, 2011

Accepted July 1, 2011

[†] Corresponding Author: wyjem@kut.ac.kr

- 실습: 과목 명칭에 ‘실습’이 들어간 경우, 명칭이 명확치 않을 때는 공학도구(하드웨어, 소프트웨어) 중심 과목인 경우 - 1회성 작업으로 결과물이 발생되거나 숙련을 요하는 경우

구성상, 연세대, 포항공대, 서울과기대, 한기대 등 실험교육 학점이 큰 대학들은 이론-실험 병행 교과지만, 실험 학점이 작은 대학들은 순수 실험 교과로 운영되기 때문이다.

2. 국내 대학 실험교육 현황

학부교육에 충실한 것으로 평판이 있거나 또는 선도적인 역할을 하는 국내 여러 대학의 실험교육현황을 해당 학교소속 교육위원 또는 학부의 웹사이트를 통해 조사하였다. 공학인증과 관련한 MSC 영역에는 물리학과 같은 과거 교양과정 해당 과목과 전산프로그램과 같은 전공 성격의 과목이 혼재되어 있는데, 과거 교양과정 해당과목(예, 물리학, 화학 등)은 제외 하고 산정된 것이다. 종합설계 역시 실습 성격이 강하고 학점과 투입시간 관계가 여타 과목과 상이하므로 제외하였다. 조사된 대학들의 실험 과목의 수/학점 등이 Table 1에 종합적으로 요약되었다.

Table 1에 따르면 실험학점이 보통 10학점 이하(강릉원주대, 고려대, 부산대, 서울대, 성균관대, 숭실대, 영남대, 창원대)가 대부분이고, 일부는 10학점대(서울과기대, 한기대)이며 다른 일부가 20학점을 상회(연세대, 포항공대)하는 등 편차가 큰 편이다. 그렇지만, 실험 시간으로 볼 때는 주당 최소 4시간부터 최대 18시간까지로 편차가 크게 줄어든다. 이는 실험과목의

Table 1 Experimental courses (가나다 순)

학교	실험			특기사항	졸업학점: 전공(총)
	과목수	학점	시간 (주당)		
강릉원주대	1	2	4	기계자동차공학부 정밀기계공학	97(140)
고려대	2	2	6	기계공학부	110(130)
부산대	3	7	10	기계공학부	114(140)
서울대	2	4	4	기계항공공학부	97(130)
서울과기대	4	12	8	기계설계자동화	122(140)
성균관대	3	3	6	기계공학부	105(130)
숭실대	5	5	10	기계공학과 -5개 중 3개 이상 이수	104(133)
연세대	9	27	18	기계공학부	121(140)
영남대	2	2	4	기계공학부 기계설계전공	111(130)
창원대	7	7	14	기계설계	122(140)
포항공대	7	26	11	기계공학부	97(126)
한기대	6	16	12	메카트로닉스공학, 제어시스템	106(150)

Table 2 Weighting of the experimental courses

학교	과목 수/학점 수/시간 수	실험 과목	비중(실험학점/전공학점, %)
		과목명 (학점-강의시간-실험시간)	
강릉원주대	1/2/4	기계공학실험(2-0-4)	2.1
고려대	2/2/6	기계공학실험I, 기계공학실험II(각 1-0-3) * 과목에 실험을 병행하는 과목 다수(열전달 등 13여 과목)	1.8
부산대	3/7/10	전기전자기초실험(3-2-2), 기계공학기초실험(2-0-4), 기계공학응용실험(2-0-4) * 내부적으로 실험을 일부 실시하지만 외형은 이론과목으로 전환	6.1
서울대	2/4/4	기계항공공학실험1, 기계항공공학실험2(각 2-0-4)	4.1
서울과기대	8/24/16	디지털공학, 제어공학, 회로설계 및 제작, 기계공학실험, 디지털이미지프로세싱, 로봇공학, 컴퓨터비전, 공업광학(각3-2-2)	19.6
성균관대	3/3/6	고체역학실험, 열유체공학실험, 진동 및 동적시스템실험(각1-0-2)	2.9
숭실대	5/5/10	고체역학실험, 유체공학실험, 열공학실험, 진동실험, 기전공학실험(각 1-0-2)	4.8
연세대	9/27/18	고체역학 및 실험(1), 고체역학 및 실험(2), 유체역학 및 실험, 동역학 및 응용, 응용열역학 및 실험, 응용유체역학, 열전달 및 실험, 기계진동 및 실험, 창의설계 프로젝트(2)(각3-2-2)	22.3
영남대	2/2/4	기계공학실험(1), 기계공학실험(2)(각1-0-2)	1.8
창원대	7/7/14	전기전자응용실험, 마이크로프로세서응용실험, 제어응용실험, 자동화응용실험, 계측 및 센서응용실험, CAD/CAM실험, 기계설계공학실험(각 1-0-2)	5.7
포항공대	7/26/11	기계구조역학, 열유체공학, 시스템제어, 열유체공학III(이상 각4-4-1), 기계전자공학(4-3-2), 센서 및 측정(3-2-3), 로보틱스개론(3-3-2)	26.8
한기대	6/16/12	응용역학 및 실험, 센서 및 액츄에이터 실험(이상 각 2-1-2), 계측공학 및 실험, 제어시스템설계 및 실험, 실시간제어 및 실험, 진동제어 및 실험(이상 각 3-2-2)	15.1

보다 구체적인 검토를 위해 실험 과목을 나열하고 또한 전공 졸업학점과에 대한 실험 학점 비율을 산정한 것이 Table 2에 나와 있다.

Table 2에서 보면 실험교육 학점 비중 역시, 전공졸업 학점들이 100학점 내외이므로, 학점 수에서와 비슷하게 학교 별로 1.8%에서 26.8%까지 널리 분포하였다. 실제로는 이론 병행 여부에 따른 실험과목 구성 차이점의 영향을 배제한 순수 실험 시간을 더 가치있는 자료로 볼 수 있다. 그렇지만, 학점 비중 역시 실험교육에 대한 중요성 인식의 척도로서의 가치가 있다. 그간 실험실습교육의 중요성이 강조되어 왔지만, 실험 시간이 10시간 이하인 경우가 반수를 차지하는 것을 생각하면 전반적으로 실험교육이 많이 이루어진다고 보기는 어렵다. 일부 학교의 경우(고려대, 부산대)에는 정식으로 실험교육의 형식(실험용어 사용, 실험 시간 배정)을 갖추지는 않았지만 내용적으로 실험을 부분적으로 실시하고 있다한다. 이 경우, 실제의 실험 교육 비중은 Table 2에 나오는 수치보다는 높겠지만, 기존 형식과의 차이점 및 학점, 실험시간 산정의 복잡성 등으로 포함시키지 않았다.

III. 실험교육 실태 분석 및 향상방안

1. 실험교육 실태

실험과목의 운영형태에 따라 세 가지 형태로 분류할 수 있다.

- 형태 1: 이론-실험 병행형
과목이 강의와 실험으로 구성되어 있어서, 이론 부분 강의에 이어 해당 실험을 실시하는 형태이다. 가장 일반적인 실험과목 운영형태로서 대부분의 과목에 적용된다. 이론과 실험 연계가 잘 이루어지는 장점이 있지만, 정해진 강의-실험 시간 할당으로 인한 강의와 실험 소요시간의 불일치를 없애기 위한 세밀한 실험 설계나 탄력적 운영을 요하기도 한다. 동일한 실험장비가 충분히 갖춰졌을 경우나 수강생이 적은 경우에 적합하다.
- 형태 2: 실험 전담형
기본 역학들을 이론으로 먼저 배운 후 다음 학기에 종합적으로 실험만을 실시하는 형태로서 기초 역학 실험에 주로 적용된다. 여러 역학 이론에 대한 종합적인 사고와 연계성을 잘 배울 수 있는 반면, 이론과의 연계성을 위해서는 학생의 별도의 노력이 필요하게 된다.(특히, 군 입대 등 휴학, 복학의 경우) 대량의 수강생들에 대해 동일한 실험장비가 충족치 못할 경우, 수강생 혹은 팀별 순환사용 방식으로 수행되는 것이 일반적이다.
- 형태 3: 이론중심-실험내재형

기본적으로는 이론 과목으로 책정되어 있고, 강의 시간도 이에 맞도록 배정되지만 필요한 부분에서는 부분적으로 실험을 실시하는 형태이다. 실험은 기존 강의 시간을 활용하거나 별도의 시간을 추가로 지정할 수도 있다. 몇몇 대학에서 시행되는 최신 형태이다. 3,4학년의 전문화된 과목에서 비교적 소수의 수강생에 대해 전용 실험실습실이 아닌 전용 연구실 체제에 적합한 방식이다. 연구 중심 대학이며 대학원생의 원활한 수급이 이런 형태가 가능하도록 해 준다.

실험 내용면에서 볼 때, 크게 기본 역학 관련 실험과 응용 과목에 대한 실험으로 나눌 수 있는데, 기본적인 역학 실험(기계공학실험, OO역학실험)은 모든 대학에서 충실히 수행되고 있다. 실험 교육 비중이 많은 곳은 개별 응용과목의 실험이 많다는 것을 의미한다.

Table 1, 2를 볼 때 실험교육이 중요하다고 강조되는 가운데 실제로는 그렇게 많이 다루이지 못한다는 사실이 주목된다. 이 요인으로 첫 번째는 실험을 뒷받침해주는 시설, 장비, 재료, 지원인력 등의 미비점이 지적될 수 있다. 이를 초래한 원인의 하나로 전통적으로 공학계 장비가 고가인 특성과 함께 연구를 보다 중요시 하는 대학 주변 사회 특성 상 그간의 장비 투자가 연구 중심으로 투자되었으리라고 유추할 수 있다. 또한, 전담 실험전담원이 없이 대학원생을 이용하는 경우에는 이공계 기피, 지방 기피 현상에 따라 실험 지원인력이 부족해 실험을 줄일 수밖에 없는 요인으로 작용하고 있다. 더불어, 실험을 중요하게 평가해주지 않는 분위기 아래 실제 내부적으로는 필요성에 따라 실험을 실시하지만 과목 자체는 아예 이론 과목으로 편성하는 경우도 발생하고 있다.

2. 실험교육 향상 방안

현재의 실험교육은 기본적으로 비중이 작기 때문에(전공학점 대비 10% 이하가 다수임) 기본적으로 실험교육의 비중을 높이는 것과, 동시에 좋은 실험 내용과 운영방식으로 이루어지는 것이 향상방안의 요체이다. 기본 역학 실험에 대해서는 지속적인 실험 내용이나 운영 면에서의 향상이 이루어지고, 개별 응용과목에서는 실험교육 자체 비중을 강화하는 것이 필요하다.

가. 실험교육의 중요성 인식 제고

실험교육의 중요성 및 필요성에 대한 인식에서는 개별 교수 입장에서는 비교적 제대로 인식하고는 있다. 그렇지만, 교육을 위한 지원인력, 장비 등 제반 여건의 미비함, 실험교육에 치중하기 어려운 교수 부과업무 등의 문제점과 실험교육에 대한 행정적인 경시 처리의 문제점들이 극복되어야 한다. 장비, 지원

인력에 대한 내용은 아래에 별도로 기술한다. 실험교육에 대한 행정적인 뒷받침을 위해서는 실험 시간에 대한 시수 산정 강화와 같은 교수평가시 실험교육 역할 인정 조치가 필요하다.

나. 운영 인력 측면

실험교육이 충실하게 이루어질 수 있는 요인 중 하나가 교수 외에 실험 중 밀착 지도할 수 있는 전담인원 존재와 활동이다. 일부의 학교(부산대; 8명의 전담조교 및 직원, 서울과기대; 기계계열 공동 11명의 전문실습관, 한기대; 기계계열 총 8명의 기술연구원)에서는 이러한 전담인원을 두고 있지만 많은 경우에는 전담인원 없이 대학원 학생들을 실험조교로 활용하고 있다. 특히, 기초 역학 실험과 같이 대량의 수강생과 전용 실험실이 있는 경우에는 학생 지도나 시설, 장비 관리 면에서 전담인원 활용이 필요하며 이를 운용한 학교들에서 이의 효과를 입증하고 있다. 기초 역학 실험들은 모든 학교에서 시행되므로 전담인원 미활용 학교는 전담인원 활용을 적극 추진함이 바람직하다. 수강생이 소수이고 실험량이 많지 않으며 특정 교수연구실 장비가 사용되는 경우에는 해당 연구실 소속 대학원생이 맡는 것이 바람직할 수도 있다. 그렇지만, 교육 중심, 지방 소재 등의 여건에 따라 대학원생의 수급이 충실치 못한 경우에는 역시 전담인원의 활용을 추진해야 할 것이다. 전담인원 활용의 경우, 적정 인원 유지와 실험교육에 전념할 수 있는 시스템이 필요하다. 학부와 운영상 발생하는 각종 행정 업무, 개별 교수의 연구지원, 각종 정부지원사업 수행상 발생하는 추가 업무 소요 등이 해당 인력의 실험교육 지원이라는 본연의 업무에 지장을 초래해서는 안 된다. 또한, 최신 실험교육 관련 기술의 습득, 유지를 위해 신규 및 보수교육도 필요하다. 외국에서는 은퇴 교수의 활용 또는 실험전담 강사의 활용도 이루어지고 있는데, 이런 점은 참고할 만하다.

전담인원의 활동이 원활하여도 역시 실험교육을 설계, 운영, 지도, 모니터링하면서 향상시키는 것은 교수의 몫이다. 해당 교수의 책임감있는 적극적인 활동과 함께 이런 활동을 원활하게 해주는 지원 조치(예, 시수 인정 강화, 실험교재의 개발사업 등)의 뒷받침이 필요하다.

다. 시설, 장비 측면

그간의 여러 정부 지원 사업 또는 자체 재단 노력에 의해 어느 정도 시설, 장비는 갖춰진 것으로 나타나지만, 일부 부족을 느끼는 부분도 있다고 한다. 부족하다고 판단되는 경우에는 시설, 장비 투자 관련 주체들에 실험을 위한 장비 확보 중요성을 인식시켜 확충해 나가야 한다.

시설, 장비 투자는 연구만이 아닌 실험교육에도 맞도록 이루

어져야 하며, 노후장비 대체를 위한 투자와 아울러, 매학기 실험 재료, 부품들의 확보 방안도 준비되어야 한다. 하나의 가격이 지나치게 고가인 장비는 실험 운영 상 순회 실험실시 등 운영의 묘를 살리거나 해당 장비를 저가로 직접 개발하는 해결방안(외국의 경우, 실험시간에 실시하는 경우도 있음)을 모색할 수도 있다. 실험 장비 자체 개발에 대해서는 몇 대학에서 실제 자체 사업으로 실시하고 있다. 경우에 따라서는 전산 시뮬레이션 등 현실적으로 가능한 실험 항목개발도 필요하다. 여러 학부과에 걸쳐있는 유사장비, 중복 공간들에 대해서는 공통 공간 지정 활용, 장비 공유 등의 효율적인 사용이 가능하도록 협의 운영하여 현실화하면 더욱 더 효율성을 높일 것으로 본다.

라. 교과 운영 측면

교과목 운영을 위한 3주체 중 2가지, 즉 교수와 전담조교(기술연구원)에 대해서는 앞에서 언급되었지만, 교육자 못지않게 피교육자의 태도와 마음가짐이 학습효과에 매우 중요하다. 일반적으로 필수가 아닌 경우, 학생들이 시간과 노력이 많이 소요되는 실험과목을 회피한다는 지적이 여러 대학에서 공통적으로 발생한다. 시간이 들고 힘들지만 공학자로서 활동하기 위해서는 실험과목들이 대단히 중요하고 유익하다는 것을 인식해 수강하고 적극적인 자세로 수업에 임해야 한다. 다행히, 최근의 공학인증제 덕분에 어느 정도까지는 실험과목을 수강할 수밖에 없도록 된 것은 바람직하다.

성공적인 교과 운영을 위해 수강생이 지속적인 흥미와 보람을 느끼도록 하는 수강생의 입장에서 선호되는 사항들을 추출해 아래에 정리해 보았다.

- 교수의 적극적인 지도 및 친밀감 유지
- 실험 내용에 대한 사전 적절한 설명
 - 복잡하지 않으면서도 실험에 적합한 내용
- 실험 결과에 대한 토의 및 피드백
 - 실험 전 지난번 실험 결과 토의, 구두 테스트
 - 수강생이 어려워 하는 부분, 많이 틀린 부분 교정
- 이론 강의 내용과 실험 내용의 매칭
 - 이론 내용과 실험 내용의 차이가 크면 혼란됨
 - 실험 관련 이론의 선행 학습(진도 문제): 장비 대수가 한정되어 순회식 운영 때는 어쩔 수 없음

사실 위와 같이 제대로 운영하려면 이론 강의보다 더 교수에게 시간과 노력을 요구하게 될 것이다. 따라서, 실험량을 많이 잡는 것 보다는 위와 같은 상호작용이 가능하도록 여유있게 설정하는 것도 한 방법이 될 수 있다.

IV. 결 론

국내 대학들에서의 실험교육 현황 점검에 따른 분석과 향상 방안 연구 결과, 아래와 같은 결론을 얻었다.

가. 여러 대학들이 그간 실험교육 내실화 및 향상에 노력을 기울였지만, 조사된 학교 중 반수가 학점비중이나 시간 면에서 10% 수준으로 절대량이 미흡한 실정이다.

나. 기초 역학 관련 실험은 비교적 충실하게 이루어지지만, 전공 응용과목에서의 실험을 부족한 경우가 많다. 따라서, 기초 역학 관련 실험의 지속적 향상과 함께 개별 응용과목의 실험을 확충하여야 한다.

다. 실험교육의 향상과 내실화를 위해서는 어떤 여건보다도 실험교육에 대한 중요성의 행정적 인식 및 이에 따른 지원조치가 필요하다.

- 교수 평가시 실험교육의 평가 비중 상향
- 실험실습교재 개정 사업과 같은 지원 확대

라. 실험 장비 면에서는 어느 정도 갖춰진 것으로 나타나지만 실험교육 확대에 맞춘 지속적인 교육용 실험장비 확충과 함께, 노후장비 대체, 실험 재료, 소모품들의 유지 관리에도 만전을 기해야 한다.

마. 담당 교수의 적극적인 실험교육 실행과 함께, 실험 전담 인원의 확보, 활용하며 지속적 실험지도 능력 유지 지원체제(실험교육 지도 전담 환경, 신규 및 보수교육)를 갖춰야 한다.

바. 학생들의 실험교육의 중요성 인식 제고와 학습 효과가 높아질 수 있는 교수법 활용이 바람직하다.

- 교수의 적극적인 지도 및 친밀감 유지
- 실험 내용에 대한 사전 적절한 설명
- 실험 결과에 대한 토의 및 피드백
- 이론 강의 내용과 실험 내용의 매칭

본 연구를 진행하는데 있어서 적극적으로 유용한 자료를 제공해 준 대한기계학회 박찬일 교육위원장 및 교육위원들께 감사드립니다.

참고문헌

1. 이규정(1996). 기계공학실험 실습현황. 공학기술(한국공학기술학회), 24-29.
2. 이만형(1997.11). CASE 기술특집: 21세기를 위한 제어, 자동화, 시스템 공학교육(2) 기계공학 실험실습 교육 개선. ICASE, 30-38.
3. 이시복·백인환(1999.5). 기계공학 실험실습교육 강화 모델. **대한기계학회 기계저널**, 39(5): 48-51.
4. 이시복·황상문(2000). 기계공학 실험실습교육강화-부산대 기계공학부. **공학교육연구(한국공학기술학회)**, 3(1): 73-83.
5. 김경천(2000.7). 실험실습 강화를 위한 기계공학교육모델. **대한기계학회 기계저널**, 40(7): 68-70.



원운재 (Won, Yun Jae)

1993년: 한국과학기술원 정밀공학과 박사

1995년~현재: 한국기술교육대학교 메카트로닉스공학부 교수

관심분야: 공학인증, 공학실험실습교육

Phone: 041-650-1148

Fax: 041-560-1253

E-mail: wyjem@kut.ac.kr