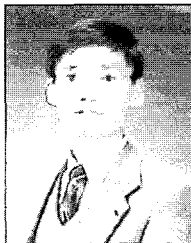


# 기계설계 교육의 내실화를 위한 졸업작품전의 도입



이 희 원

서울산업대학교 기계설계학과 교수



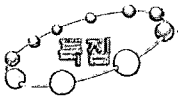
김 동 환

서울산업대학교 기계설계학과 조교수

졸업작품전은 오래전부터 대학의 미술계열이나 건축계열 학과에서 4년간의 학업을 종합하여 전문영역에서의 실무역량을 배양하는 교육 프로그램으로 자리잡고 있다.

기계분야의 공학도들에게도 건축이나 미술분야에 못지 않게 실무적 전문성이 요구됨에도 불구하고 종합적인 설계제작 프로젝트를 수행하여 발표하는 졸업작품전이 일반화되어 있지 못하다는 점은 우리나라의 기계산업이 국제적인 경쟁력을 갖추지 못하고 있는 현실과도 무관하지 않다고 생각한다. 아이디어의 창안을 위주로 하는 건축, 미술계열에 비해 많은 재료비와 가공문제 등이 수반되는 기계분야에서 졸업작품을 제작하는 것은 쉽지 않을 것이다. 그러나 국내 기계산업이 생산중심의 자본집약형에서 설계중심의 기술집약형으로 변화되어야 하는 현 시점에서 기계공학 교육이 실무적 설계능력을 배양하기 위해 졸업작품전 제도를 도입할 필요성은 매우 높다고 할 것이다. [1]

미국에서는 ABET [2] 인증 사업을 통해 모든 공과대학에서 설계 교육을 중시하며 졸업종합 설계 프로젝트를 도입하여 제품개발의 실무 과정을 경험하도록 하고 있다. 일명 Capstone Design [3]이라 불리는 이 제도는 산업체와 연



제하여 학생들에게 제품의 설계 및 제작 공정에 대한 지식과 경험을 전수하는 교육프로그램이다.

이 글에서는 1994년부터 서울산업대학교 기계설계학과에서 수행해 오고 있는 졸업작품전에 대해 소개하고자 한다. 매년 개최되는 졸업작품전을 준비하기 위해 학과에서 제공하는 다양한 교육 프로그램과 산학협력을 통한 재정적·기술적 지원등을 소개한다.

## 1. 졸업작품전 개요

### 1.1 연혁

서울산업대 기계설계학과에서는 1994년부터 졸업논문 대신에 졸업작품을 필수화하고 학생 스스로가 설계·제작하여 완성한 작품을 교내 외에 전시하는 제도를 시행하고 있다.

초기에는 작품의 수가 많지 않았고 예산도 적어 아이디어를 구현해 보는 습작 수준에 그쳤고 교내에서 전시회를 개최하는 형태로 진행하였으나 점차 작품의 수준이 높아짐에 따라 1998년부터는 COEX에서 개최되는 국제자동화전에 출품하게 되었다. 당연히 작품의 수준이나 외관디자인 등을 세심하게 준비하게 되었고 완전한 작품을 보장하기 위하여 여러번에 걸친 시험을 해야했다.

학생들도 자신이 개발한 작품에 대해 자부심을 가지게 되었고 주위의 다른 기업에서 출품한 제품과 비교하여도 크게 손색이 가지 않을 수준에까지 이르게 되었다. 그후 2000년까지 3년에 걸쳐 연속적으로 COEX에서 전시를 함으로써 작품의 수준과 아이디어가 보다 높아지고 다양해지게 되었다. 출품했던 작품들에 대한 상

세한 내용은 학과 홈페이지에 소개되어 있다 [4][5].

### 1.2 졸업작품의 추진체계

#### 1) 학과 커리큘럼의 구성

졸업작품을 학생 스스로가 완성시키기 위해서는 이를 뒷받침하는 교육과정이 제공되어야 한다.

본 학과에서는 1학년부터 4학년까지의 각 학년별 성취목표를 정하고 그에 따른 교과목을 구성하였다. 3학년부터는 상당수의 과목에서 term project를 의무화하여 교과목에서 이수한 내용을 실제로 응용하여 간단한 결과물을 형상화해 보도록 하였다. 이런 교육프로그램의 영향으로 4학년에 시작되는 졸업작품의 주제 설정 및 필요기술의 습득에 요하는 시간을 줄일 수 있게 된다. 표 1은 졸업작품과 관련된 학년별 교과목의 구성 체계를 보여준다.

#### 2) 팀 구성

졸업작품의 제작을 위하여 3-5명이 하나의 팀으로 구성되며 각자 자기가 맡을 분야를 정하고 작품이 완성되기까지 서로간의 정보를 교환하여 통합된 형태로 작품을 완성하게 된다. 특히 한 팀 내에서는 가능한 한 직장경력이 있는 학생을 배정하여 작품의 완성도를 높이도록 유도한다.

#### 3) 작품의 주제 선정

작품의 주제 선정시 학생의 아이디어를 최우선으로 하며 필요한 경우 교수가 의견을 주게 된다. 또한 산업체로부터 필요한 제품이나 아이디어를 구하여 작품을 구상하는 경우도 많다.

#### 4) 재정적 지원

졸업작품 전시회에 소요되는 비용은 대학에

학 년	교육 단계	주요교과 편성 방향	중점 교육 방향
1 학년	기계 구조 및 동작 원리 터득 과정	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 분해조립연습</li> <li>○ 모형기구작동</li> <li>○ 제품 레이아웃 도화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ 기초역학의 학습 이전에 기계 구조와 스케치 및 동작원리를 터득하도록 학습</li> <li>▷ 기초역학과 공학해석의 필요성을 인식케 하고 학습의욕을 고취</li> <li>▷ 공학적 동기부여와 흥미 증진</li> </ul>
2 학년	기계 과학 과정	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기초역학 과목의 통폐합과 실용위주 조정</li> <li>○ 해석능력 교과 강화</li> <li>○ 컴퓨터응용제도</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ 기초역학과 공학해석 능력의 집중교육에 역점</li> <li>▷ 필요성에 기반하여 실용제품 적용실례를 지향하여 교육</li> <li>▷ Teaching → Learning으로, Faculty → Self 중심형으로 전환</li> <li>▷ 실험·실습 위주 교육</li> </ul>
3 학년	설계 Tool 배양 과정	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 공학설계해석</li> <li>○ CAD/CAM</li> <li>○ 메카트로닉스 1, 2</li> <li>○ 유공압 Power 1, 2</li> <li>○ 응용역학계 과목</li> <li>○ 현장실습</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ 지능형 및 자동화 기계의 고급설계 Tool을 제공</li> <li>▷ 설계해석 결과를 실용적으로 CAD/CAM화, 메카트로닉스화, 동작 구현할 수 있는 설계 Tool 실무활용 테크닉을 강화</li> <li>▷ 하계 및 동계에 각각 현장연계 Term 프로젝트 수행</li> </ul>
4 학년	제품 설계 적용력 완성 과정	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 졸업작품1(설계)</li> <li>○ 졸업작품2(제작/성능실험/평가/완성)</li> <li>○ 졸업작품전 출품</li> <li>○ 전문 분야별 선택과목을 폭넓게 신설</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ 희망 진출분야의 협력업체와 연계된 졸업작품을 설계/제작</li> <li>▷ 실제제품 구현 과정을 통해 실무 응용 적용력을 완성</li> <li>▷ 산·학 연계형 설계 프로젝트 과목을 폭넓게 개설</li> <li>▷ 중점분야별 책임지도교수제와 현장 겸임교수와의 공동 지도</li> </ul>

표 1. 기계설계학과 교육과정 체계

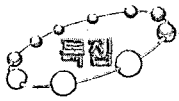
서 학과특성화 사업의 일환으로 예산을 지원 받았으며 이 지원금은 주로 재료비, 전시장 대여료 및 설치운송비 등에 사용된다. 졸업작품 제작경비의 40%는 산학협력 업체로부터 지원 받아 왔다. 산업체에서는 재료비를 부담해 주거나 부품이나 가공을 무상으로 지원해 주기도 한다. 그래도 부족한 부분은 학생들과 교수들이 일부 비용을 부담한다. 산업체로부터의 지원이 가능한 것은 학과와 산업체간의 꾸준한 연계와 신뢰가 구축되었기 때문이다. 기계설계학

과에서는 20여 개 업체와 산학협력 협정을 맺어 연구분야뿐 아니라 회사 인력을 재교육하거나 졸업생을 취업시키는 형태로 긴밀한 산학협력이 이루어지고 있다.

#### 5) 기술적 지원

본 학과에서는 졸업작품이 완성되기까지 여러 형태의 기술 지원프로그램을 운영하고 있다.

우선 전문가를 초빙하여 실무적인 문제의 해법에 대한 특강을 실시하고 이들로 하여금 작품의 심사에 참여하게 한다. 전문가 그룹은 산



업현장에서 기계설계분야의 경험이 많은 사람들로 구성되며 그들의 경험이 작품의 완성도를 한층 높이는데 기여한다. 학생들은 전문가의 조언을 통해 실무적 경험을 전수 받게 되어 학교교육의 부족함을 보완하게 된다.

### 6) 지도교수 및 산학협회의 평가

졸업작품의 진행 과정에서 12회의 평가회를 실시하여 지도교수 앞에서 자신들이 수행한 내용을 발표하고 문제점에 대한 해결방안을 교수로부터 직접 듣고 이를 수정하는 기회를 갖는다.

이와 같이 발표회를 여러 번 반복함으로써

학생들의 발표력을 높이고 자신이 하고 있는 일에 대한 자신감을 심어주게 된다. 그리고 산학협력 업체 인사를 초대하여 실시하는 산학협의회에서 자신의 작품에 대한 발표를 함으로써 현장의 다양한 의견을 취합한다. 그림 1은 졸업작품전에 대한 지원체계 및 효과를 제시해 주고 있다.

### 1.3 졸업작품 진행 일정

졸업작품 활동은 1년간 진행되며 정해진 일정계획에 따라 특강을 실시하고 전문가의 자문을 받게 하고 있다.

표 2의 일정에 따라 계획성 있게 작품이 제작되도록 지도교수는 수시로 작품제작 과정에서 발생하는 제반 문제를 점검하고 지도하며 이를 통하여 작품의 완성도를 높이게 한다.

다음 단계로 작품제작 초기에 산학협의회를 개최하여 산업체에서 보는 시각을 작품에 반영하도록 요구하고 학교는 산업체에 필요한 사항에 대하여 지원을 요청한다.

기계제품에 전자제어 기능을 접목하기 위하여 별도의 특강을 실시하며 강의 시간에 습득한 기초지식을 토대로 기본적인 전자회로를 학생 스스로가 제작하여 제품에 적용한다.

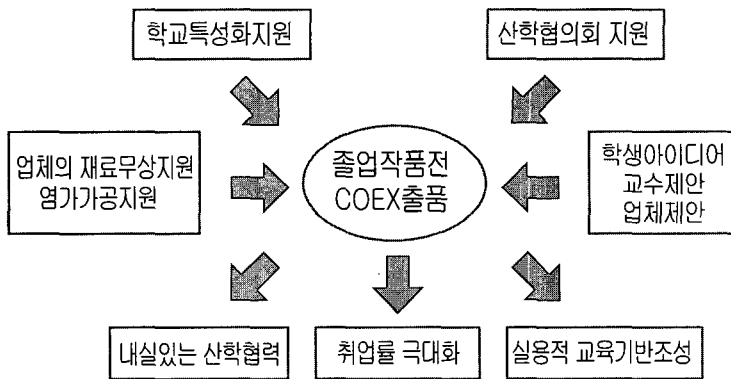


그림 1. 졸업작품전의 지원체계와 효과

시기	활동내용	지원 프로그램	특 강
1-2월	작품 아이디어 수합	산업체 의견 수렴	창의적 설계
3월	기본 설계	교수에 의한 평가	CAD/CAE
4월	상세 설계	외부 전문가의 검토	기계요소설계 실무
5월	부품 구매 및 부품 제작	산학 협의회 개최	공작기계 사용법
6월	조립 및 시운전	전자 제어회로 구성	메카트로닉스
7월	보완 및 성능개선	확장 및 보완	PLC, PIC 프로그래밍
8월	시운전 및 수정		
9월	전시회 점검 및 보완	반복 시운전	
10월	전시회 출품		특허제도

표 2 졸업작품 진행 일정

마지막으로 전시회를 1-2달 앞둔 시점부터는 최종 작품의 시운전을 여러 차례 반복하여 제품의 고장이나 문제가 발생할 소지를 최소화하여 작품의 완성도를 높이게 된다. 이 기간이 가장 중요한 시간이며 이 때 충분한 수정을 거친 작품은 실제 전시장에서 신뢰성 있게 작동된다.

## 2. 졸업작품전의 성과 및 애로사항

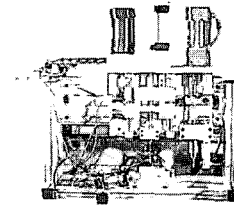
### 2.1 성과

지난 3년간 대외 전시회를 통하여 기계설계 학과의 졸업작품을 소개함으로써 여러 가지의 성과를 얻을 수 있었다.

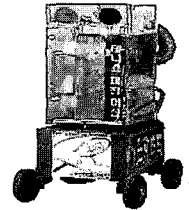
우선 학생들은 제품개발의 전과정을 직접 경험해 봄으로써 사회 진출에 자신감을 가지게 되었고 본 학과의 교육 프로그램이 전시회를 통해 외부에 널리 알려지면서 졸업생의 취업률이 획기적으로 증대되었다. 그리고 산학협력을 체결하는 업체가 늘어나고 업체의 애로기술 해결을 위한 산학 프로젝트가 활발하게 진행되고 있다. 산업체로부터 교육 및 연구용 기자재의 기증이 뒤따랐으며 서울산업대학의 교육프로그램에 대해 여러 분야에서 긍정적인 홍보효과를 거둘수 있었다.

일부 작품은 부분적인 수정만 가하면 바로 시장에 판매될 수 있을 정도로 완성도가 높아 구매의뢰를 받기도 하였고 (그림 2a, 2b) 졸업작품을 발전시켜 창업을 시도하는 경우도 생기고 있다. 98년도에 전시했던 페인팅 로봇은 창업이 되어 제품 개발을 거의 완료하였고 무선 원격 로봇(그림 2c)은 관련 업체와 대학이 공동으로 창업하여 상품화 개발을 진행하고 있다.

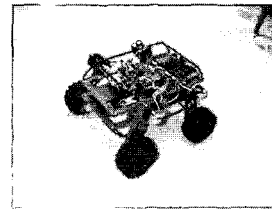
졸업작품을 통해 이제까지 6건의 특허 및 실용신안을 획득하였으나 학생들이 시간적 행정적 부담 때문에 특허 출원을 적극적으로 추진하지 않아 특허 획득 건수는 기대보다는 적은 수치이다.



a) 드릴태핑 머신



b) 테니스 연습기



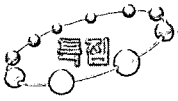
c) 4족 무선 원격조정 로봇

그림 2 졸업작품 사례

### 2.2 애로사항

제품이 대학에서 특히 학생들에 의해서 제작되므로 일반기업에서 수행되는 제품개발 과정과는 달리 여러 가지 어려움이 발생하게 된다. 우선 제품의 수준이 높아짐으로써 이에 따른 재료비의 증대가 커다란 부담으로 작용한다. 이 부분을 해결하기 위해 학과에서는 여러 채널을 통해 재료비를 지원받고 있으나 아직은 충분하지 못한 실정이다. 다음으로 많은 자료와 경험을 토대로 해야하는 제품의 설계과정에 대한 체계적인 교육이 어려운 점이다.

교수만으로 이를 지도하는 것은 불가능하고 외부의 설계전문가를 별도로 초빙하여 지원 받



지 않으면 안된다는 점이다. 또 다른 측면으로는 작품제작을 위한 공간 및 시설의 부족 역시 작품을 제작하는데 커다란 애로사항이다. 이 부분에 대해서는 외부업체의 도움이 절대로 필요하게 된다.

다음으로 30여 작품이 완성되기까지 학과 교수와 조교들의 시간적 행정적 부담이 너무 크다는 점이다. 그들은 방학기간의 대부분을 할애하여 작품 활동을 지도해야만 한다. 교수 입장에서는 연구활동의 제한을 받을 수 있으며 학생들은 취업과 관련한 영어와 자격증을 위해 공부할 시간을 제한 받게 된다. 여러 가지 유형의 인센티브가 그들에게 주어져야만 이 제도가 지속적으로 발전 될 수 있을 것이다.

### 3. 맺음말

서울산업대학교 기계설계학과에서는 기존의 기계공학 교육이 지니고 있는 문제에 대한 하나의 대안으로서 졸업작품전 제도를 채택하여 실천한 결과 여러 가지의 성과를 가질 수 있었다. 학생들이 산업체에 진출하기 전에 자신의 적성이나 특기를 조기에 발견하고 엔지니어로서의 가치와 역할을 인지하게 되며 자신감과 다양한 기술체험을 통한 경쟁력도 가지게 된다. 지금까지 이론에 치우쳐온 공학교육 특히 기계공학 분야에서 새로운 교육모델을 제시하여 실천함으로써 대학교육의 내실화를 기하고 산업체의 요구에 부응할 수 있었다. 기계설계학과에서는 이 프로그램을 산학협력 기반의 실용적 교육 모델로 만들어 가고자 한다. 이를 위해 산업체와의 협력을 더욱 공고히 하고 인터넷 기반의 기계설계 정보 시스템을 개발하여 졸업작

품의 진행을 지원하는 체제도 갖출 계획이다. 디자인, 전기전자, 정보 등 관련학과들과 연계하여 다학제간 팀에 의한 졸업작품의 추진도 고려해 볼만하다. 각 대학이 우리의 교육모델을 분석하고 각자의 특성에 맞게 교육프로그램을 개발해 나간다면 현재 우리 공학교육이 갖고 있는 실무 적응력 부족의 문제를 해소하고 가시적인 교육 성과를 빠른 시일 내에 얻을 수 있을 것으로 생각한다. 이러한 교육개선 작업은 학교의 노력만으로는 추진하기 어려우며 관련 산업체, 정부부처에서 관심을 갖고 지원해 주어야만 성공할 수 있을 것이다. 이를 위한 정책의 수립과 운영을 위한 국가적인 지원이 이루어지기를 기대한다.

#### 참고문헌

- [1] 장동영, 이희원, 김기범, 김동환 "설계 및 엔지니어링 기술의 인프라 확충전략 수립", 산업자원부 기획과제 최종보고서, 2000
- [2] ABET(Accreditation Board for Engineering and Technology) (1997). Criterion for Accrediting Programs in Engineering in the United States.
- [3] Dutson, A.J., Todd, R.H. Magleby, S.R. and Sorenson, C.D. (1997) A Review of Literature on Teaching Engineering Design Through Project-oriented Capstone Courses, Journal of Engineering Education, 86(1), 17.
- [4] <http://md.snut.ac.kr>, 서울산업대학교 기계설계학과
- [5] 서울산업대학교 2000년 COEX 출품 작품집 모음 CD ROM, 2000
- [6] 이병기, 김도연, 김태우, 이장무, 유영제, 김유신, "π(파이)형 교육체계," 공학교육연구논문집 (1998), 1권1호, pp. 5-20.