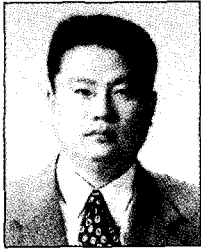


# 효과적인 공학 설계교육에 대하여



최병학<sup>1)</sup>/ 정병길/이경우

강릉대학교 금속재료공학과 교수  
cbh@kangnung.ac.kr

약력<sup>2)</sup>: 서울대학교 금속공학과 학사  
서울대학교 금속공학과 석사  
서울대학교 금속공학과 박사  
전 한국기계연구원 내열재료 그룹 선임연구원  
전 미국 MTU visiting scholar

## 1. 서론

최근에 고조되는 “공학교육”에 대한 비판과 관심은 기존에 안일하게 수행되었던 교육방법에 대한 반전일 것이다. 이것에 대한 개선을 위하여 미국 등의 선진국에서는 이미 “공학설계”를 공학 교육 중심에 적용하고 있으며 산업체와 연계한 프로젝트를 팀 활동 기술로 수행하고 있다 [1,2] 국내에서는 2000년 들어서 “창의 설계”, “입문 공학” 또는 “캡스톤 디자인” 등 다양한 시도로 공학설계에 대한 붐을 조성하고 있으며 공학교육의 혁신을 꾀하고 있다 [3] 공학설계의 기본적인 목적은 공학교육에 설계 개념을 도입하여 공학이론의 기초 위에 현장에서 적용될 실제 기술을 학습하는 것에 있다. 그리고 무엇보다도 공학 기술에 대한 흥미를 이끌어 내는 것을 우선으로 하여 학생들로 하여금 재미있고 창의적인 아이디어를 도출시키는 것은 “공학설계교육”을 운용하는 궁극적인 목적이 될 수 있다.

본 글은 “금속공학”을 전공하는 교육자 입장

으로 경험에 기인한 공학교육 방법을 제시한 것으로, “공학설계교육”을 통한 효과적인 공학교육의 흥미와 가치 창출을 언급하고자 한 것이다. 모든 교육에서 마찬가지로 공학교육에서는 특히 현장에서 적용되는 설계개념이 중요하다. 여기에서 설계란 창의적인 아이디어와 더불어 그것을 도면으로 설계할 수 있는 능력, 그리고 작동시키고 오류를 보완하는 종합적인 사고와 실습 체계를 일컫는다. 본론에서 언급하고자 하는 것은 10년의 강의 기간동안 지역 국립대학 (강릉대 금속재료공학)에서 강의한 경험을 바탕으로 가까운 미래에 시도하고 싶은 공학교육의 모델을 주관적인 입장에서 제시한 것이다. 공학 중에서도 금속공학을 전공한 공학도가 공학교육의 전반적 상황을 통찰하는 것은 쉽지 않다. 다만 어떤 전공학부에 소속하면서 이와 관련한 공학도로서 갖추어야 할 기본적인 커리큘럼과 실험 실습의 흐름을 어떻게 엮어야 할 것인가에 대한 개인적인 고민과 일시적인 대책을 제시하고자 하였다. 특정한 분야이긴 하지만 공학교육에 대한 현실

적인 감각의 대안과 개선 방안을 글의 줄거리로 구성하였다. 이를 통하여 현 대학 상황에서 실행할 수 있는 “공학설계교육”의 간단한 모델을 파악해보고 이것을 공학교육 현장에 응용해 주기를 바란다.

## II. 공학설계 교육

### 1. 종합적인 흐름 체계

가장 이상적인 대학 혹은 공학교육의 체계는 학생들이 특성화된 전공분야를 효율적으로 마스터하기 위해 전체 교육 체계 구성이 개별 교수와 학과목의 목표 설정을 적절하게 포함하여 궁극적 교육 목적으로 향하게 하는 것이다. 그러나 일반적인 얘기겠지만 실질적으로 교육 목적에 다가서는 노력은 개별 교수들의 노력이 전체 교육 구성에 미치는 영향이 절대적인 현실이다. 따라서 담당 교수와 학과목은 전체 구성된 전공분야에 생명력을 곳곳에서 이어주는 흐름체계를 포함해야 한다. 특히 학부 4학년 교육과정과 졸업 후 취업을 전제로 하는 공학교육에서는 기초 공학과 더불어 입문 공학, 전공과목에 이어지는 각 학과목에서 징검다리과 같은 공학 설계 개념을 흐름체계에 두어 엔지니어의 가능성을 학습하고 시험해야 한다.

### 2. 공학설계 예시

보통의 대학에서 교수별로 한 학기 당 3과목을 강의하는 것을 가정하면 평균적으로 한 교수는 한 학기에 전공 각 학년을 맡게 된다. 이러한 강의 부담을 전제로 공학 교육을 개선할 만한 설

계 체계를 예시하였다. 예시된 내용은 금속공학을 전공하면서 기계공학과 완성된 제품이나 생산 시스템에 관심이 많은 본인의 교육 성향을 담은 것이다. 다른 전공과 관심에 비추어 보면 적합하지 않은 것이 있겠지만, 교육개선을 위해 현 상태를 극복하고자 하는 노력을 고려하길 바란다. 교육체계는 다를지 몰라도 공학교육에서 요구하는 현장 감각과 설계 능력의 중요성을 감안하면 다른 전공 분야의 교수와 학과목에 대한 개선 방안도 예시를 통해 어느 정도 유추할 수 있는 것으로 보여 진다.

#### 입문 공학

입문 공학이란 모집단위로 입학한 공대생들에게 공학의 개념을 설명하고 전공에 대한 흥미를 일깨울 수 있는 아이디어 창출과 설계 및 가시적 효과의 실험 실습 교육을 일컫는다. 이것은 전공에 관련한 심화과정이 아니고 폭 넓게 전공을 탐색하는 과목으로써, 전공 학습 이전에 간단한 소재, 구조 및 동역학, 전자 회로 그리고 이것을 종합하는 단순한 모듈 설계를 포함한다. 입문 공학 혹은 창의적 설계 공학의 내용들은 최근 여러 대학에서 연구 추진되고 있다.[3] 이에 대한 모든 노력은 결국 학생들이 전공할 공학에 대한 흥미와 창의적인 도전을 불러일으키에 있다.

· 2004년 2학기 교과목으로 그동안 준비해온 “입문설계공학”을 본 대학의 금속공학과에서 개설하였다. 대상은 주교 공대 1년생을 겨냥하였으며 표 1에 교육내용을 제시하였다. 학생들의 큰 호응아래 구조물과 금속재료 설계 교육 일정이 8주 동안 수행되었다. 4명이 한 조가 되어 주로 팀 활동으로 이루어진 교육은, 구조물(나무 교량, 사진 1 참조) 제작활동에서 구조물의 설계와

하중 해석 측면을 특별히 강조하였다. 이를 통해 공대 1학년생들이 고학년이 되었을 때 학습하게 될 CAD와 해석프로그램 운용에 대한 흥미를 유도하고자 하였다.

표 1. 입문공학 교과과정

공학기술 기본 개념 제시 → 공학설계 실습 → 신소재 기술 소개		
공학구조물 설계	나무다리 설계와 제작	금속 소재 소개 컴퓨터 해석 (CAD, ANSYS)
구동시스템 설계	유압식 Actuator 실습 (인장, 피로 시험기)	피조-일렉트릭 Actuator 소개
신소재 설계	전기도금, BB탄 규칙배열, 탁구공 격자배열	미세조직 분석 소개
추진체 설계	풍선비행기 설계와 제작	항공기용 소재와 공정 소개
전자부품 소재 설계	브레드 보드 이용 제품 설계와 제작	전자부품 소재와 기술 소개
나노공학 기술 설계	나노공학 기술 (Biosensor 실습)	나노 소재와 공정 소개

설계과목

입문 공학과 전공기초를 이수한 학생들은 비로써 각 담당 교수가 계획한 공학 설계 체계로 진입한다. 다음은 금속공학 또는 기계공학을 전공하는 학생들에게 제시할 수 있는 공학 설계의 한 예이다.

2, 3차원 CAD (도면이해) → 열/응력해석 (컴퓨터모사) → 센서설계/작동 (DAQ)

위의 흐름에서 CAD와 해석 프로그램, DAQ/Lab View 등의 운용은 실제로 서로 관련성이 부족하고 너무 광범위하여 한 교수가 담당하는 것이 적절치 못하다. 하지만 학생들의 공학

에 대한 흥미를 꾸준히 이어가고 상승시키기 위해서는 산업체 현장에서 요구되는 필요한 공학 기술을 설계 교육 체계에 포함하여야 하는데, 공학 기술 중에서 CAD와 해석 프로그램 및 DAQ 기술 등은 현장 관련성과 교육가치가 크다.

CAD→컴퓨터 모사→DAQ, 이와 같은 공학설계 흐름을 효율적으로 수행하기 위해서는 각 종목에 대한 단편적이고 기술적인 집착보다는 담당교수가 설정한 교육가치에 의해서 일관된 교육 내용과 연속성을 흐름체계에 적용하는 것이 중요하다. 다시 말해서 공학 설계 흐름에서 각 학과목의 적극적인 기능 교육은 불필요하다. 오히려 전공의 기능성은 대학 교육 가치에 적합한 기구 정도로 이용하는 것이 효과적이다. 즉 담당 교수는 CAD, 컴퓨터 모사, DAQ에 대한 기능적 집중보다는 이것을 이용하여 학습하고자 하는 교육내용에 대한 새로운 가치를 창출하는 것이 중요하다. 물론 각 학과목은 이러한 교육 내용과 가치에 적합하도록 연결된 흐름 체계에서 운용되어야 한다.

3. 설계 흐름의 연계성

CAD (Auto CAD, PRO/E, CATIA, Solid Work 등)는 기계 설계, 건축, 토목, 부품 제조 공정 등 공학교육의 기초 분야로써 공과 대학 혹은 전문 학원에서 그 기능 교육을 중요하게 다루고 있는 부분이기도 하다. 앞에서 언급한 바와 같이 공학 설계 흐름 체계에서는 CAD의 전문 기능 기술을 적극 강조할 필요는 없다. 담당 교수는 간단한 CAD를 이용하여 CAD 다음 체계에 존재하는 컴퓨터 모사나 센서 설계의 연관을 통해 CAD의 사용 의미를 강조하는 것이 더욱 중요하다.

가령 금속공학에서 응고론이나 손상진단 학과  
 목에 CAD 공학 설계 실습을 포함한다면 CAD의  
 활용 의미를 학생들이 체감할 수 있는 효과적인  
 교육 방법이 된다. 응고론은 열과 응력을 해석하  
 여 주조 방안과 응고 조직을 예측하는 부분이 있  
 고 손상 진단에는 부품의 손상 원인을 예측하기  
 위한 컴퓨터 모사 분야를 포함 한다 (ANSYS,

Deform, Abacus, Pro Cast, Magma 등). 주조  
 방안과 부품 손상 진단을 위해서는 우선적으로  
 금형, 몰드나 부품의 모습을 그려내는 것이 필요  
 하다. 주조 응고의 몰드와 부품 도면이 산업 기술  
 에 직접적으로 적용되는 것을 학생들에게 제시하  
 여 학습 의욕을 높인다. 컴퓨터 모사는 열과 응력  
 해석이 기초인데 부품 모습을 도면화 하는 CAD

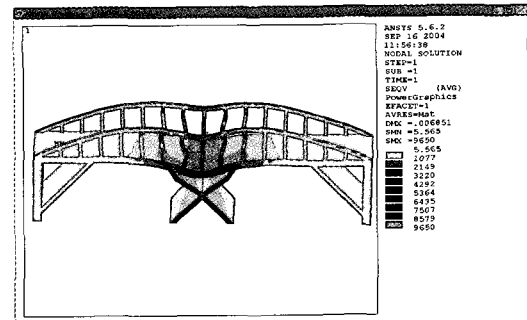
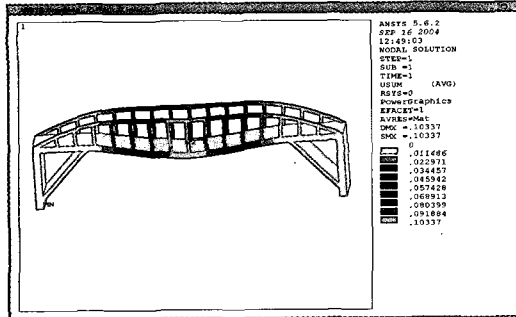
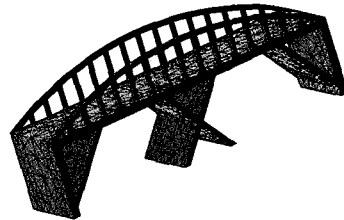
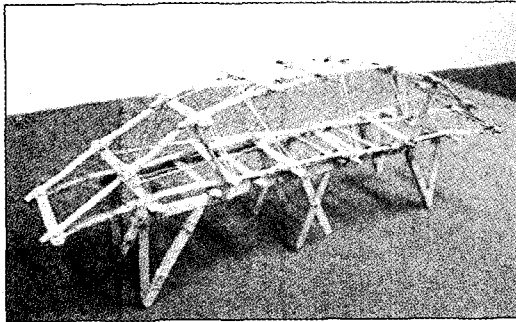
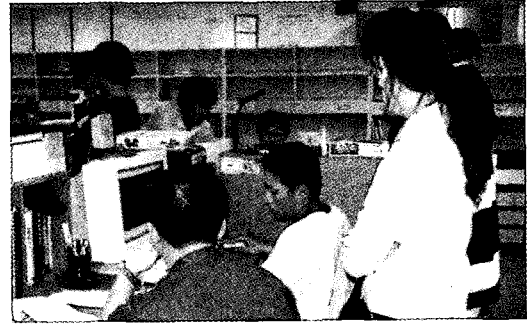
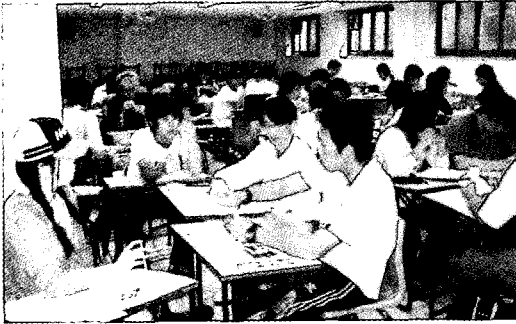


사진 1. 입문공학의 나무다리 제작과 CAD 설계 및 ANSYS 하중 해석

를 이용한다. 이것은 응고론의 구조 방안과 부품의 손상 원인 분석에 유용하며 공학적인 현장 감각과 기술 적용성이 뛰어나 학생들에게 극적인 학습효과를 피할 수 있다. 열과 응력의 컴퓨터 해석은 컬러 그래픽과 애니메이션의 가시적 효과도 뛰어나 공학 설계에 효과적인 실습이다.

앞의 "입문설계공학"과 관련된 CAD와 컴퓨터 모사 수업시간에 수행하여 보았다. 공대 1학년생들이 직접 팀 활동을 통해 제작한 나무다리를 3, 4학년 CAD와 응고론(컴퓨터 모사) 수업시간에 3차원 CAD와 그리게 하고 ANSYS 프로그램으로 해석하도록 하였다.(사진 1. 참조) 이것을 다시 1학년 "입문설계공학"수업에 제시하여 공학설계, CAD와 컴퓨터 해석의 설계 교육흐름성에 대한 공통의 흥미 유발 효과를 얻었다.

이와 같이 CAD와 열/응력 컴퓨터 모사를 응고론과 부품 손상진단 과목에서 설계 실습으로 운용한다면 학과목에 대한 흥미 유발 효과도 크게 된다. 단순한 이론식 강의로부터 벗어나 그 과목과 연계하여 현장에 유용한 기술 능력이 설계 실습으로 병행됨으로써 교육 효과가 높아진다. 컴퓨터 사용 능력이 큰 학생들에게 컴퓨터로 수행되는 CAD와 해석 프로그램 운용은 큰 관심과 흥미를 이끌 수 있고 새로운 공학 기술에 대한 접근을 피하게 할 것이다. 학과목과 CAD 및 해석 프로그램 운용방법은 매 과목마다 두 종류 실습을 병행해도 좋다. 즉 응고론 수업에서 2차원 CAD와 열 해석 프로그램 운용 그리고 손상진단 수업에서 3차원 CAD와 이를 바탕으로 한 열/응력 해석 프로그램을 운용한다면 효과적인 것으로 보여 진다.

공학 설계 마지막에 설치된 센서 설계와 작동은 매우 개인적인 공학 설계 유형이라고 할 수 있다. 이것은 앞의 CAD나 해석 프로그램과 같이

공학 설계에 관련한 보편적인 전문 기술은 아니지만, 제품을 설계하고 구동시키며 그 데이터를 받아들이고 해석하는 종합적인 모듈 체계로 구성되는 한 모델이다.

이와 같이 종합적인 공학 설계과목으로 제시하는 센서설계는 공학설계에 필요한 대부분의 기술력을 요구한다. 제품 설계를 위한 CAD와 센서 운용에서 대류, 열 영향성 평가의 열 해석 프로그램은 이미 이전 학기 흐름체계에서 학생들에게 학습된 것이다. 시그널 생성기는 quartz에 연결된 전극과 저항과 콘덴서, 다이오드 등으로 구성된 간단한 전자회로로 만들어진다. 이를 통해 기기에 사용되는 회로의 간단한 구성과 원리를 이해하게 된다. 시그널 카운터와 컴퓨터는 RS 232로 연결되며 Lab View와 같은 자료 입.출력 프로그램 운용을 통해 일반적으로 구동 기기를 구성하는 원리와 일반적인 DAQ 이해가 가능하다.

공학교육의 개선과 설계교육 도입을 위하여 특정한 공학 분야에서 제시할 수 있는 협소한 의미의 예시이지만, 센서 설계 및 작동은 소재, 기계설계, 전자회로 및 DAQ 모두를 포함하는 공학설계의 종합 모듈의 한 모델이 된다. 또한 CAD와 컴퓨터 모사 프로그램을 적용시킬 수 있는 모듈이므로, 학생들은 이를 통하여 간단하나마 소재와 기계 및 전자회로 기술에 대한 종합적인 제품 설계를 맞볼 수 있고 졸업 후 현장에서 실용적으로 사용할 수 있는 공학기술을 학습할 것이다. 무엇보다도 제품 생산기술이 어느 한 전공에만 머물지 않고 주변 전공 기술력이 절대적으로 필요한 것을 고려하고 학생 스스로가 창안한 아이디어를 제품으로 구상하고자 한다면, 예시된 센서설계와 같은 종합 모듈 설계를 학습해야 할 것으로 판단된다.

#### 4. 타 교과목 또는 학제간의 연계성

다양한 전문성이 복합된 공학설계교육의 경우 다른 교수 교과목이나 타 학과 학제간의 연계와 교류 학습이 이루어져야 효율적이라고 여기는 것은 당연하다. 그러나 결론적으로 다른 교과목과의 연계성을 모색하는 것보다는 우선적으로 교수 개인이 공학설계의 흐름체계를 꿰뚫고 인지해야 함을 강조한다. 단순히 교과목 커리큘럼에 맞추어서 CAD는 A과목 컴퓨터 모사는 B과목 DAQ는 C과목으로 나누어 운용하는 것은 오히려 학습의 목표를 산만하게 할 수 있기 때문이다.

가령 CAD의 전문적 지식은 기계공학과 개설과목을 통해 깊이를 더할 수 있고, DAQ는 컴퓨터공학과 등을 통해 다양한 접목이 가능하다. 하지만 한 가지 목적으로 관통하는 “공학설계” 흐름 체계를 갖추고자 하는 교수는 여러 학기에 걸쳐 수행되는 각 학과목에 대해 학습 의미에 대한 책임을 져야 하며 따라서 필수적인 사항을 자기 교과목에서 직접 운용해야 하는 것이다. 타 교과목과의 연계는 이것이 완성된 다음에 부가적으로 학습의 폭과 깊이를 더하는 수준에서 소개되고 학습자 스스로 운용되도록 해야 할 것으로 보여 진다.

#### III. 요약

입문 공학 → 전공 기초 → CAD → 해석 프로그램 → 센서 설계로 구성되는 흐름도로부터 각 전공 능력은 전문 기능보다는 공학의 가치를 부여하는 창의적 설계 역량에 중점을 두어야 함을 보였다.

- ▶ 결국 담당 교수나 흐름 체계를 구성하는 학제는 일반적이고 보편적인 공학 설계 기술

을 포함하는 고유하고 창의적인 새로운 교육체계를 스스로 계획해야 한다.

- ▶ 담당 교수가 피하는 교육은 학부 모든 학년을 관통하는 일관성을 가지고 이론과 설계 실습을 병행한 형태로 수행되어야 한다.
- ▶ 공학 교육에서 현장성을 배제하면 큰 실효가 없으므로 제품과 생산성에 대한 설계 또한 중요하다. 공학도들은 일반적인 공학 설계와 더불어 다양한 전공이 종합된 몇몇 설계 모듈을 제작하고 작동시키며 오류를 보완하는 설계 실습을 수행해야 한다.
- ▶ 이것은 산업체 현장 적응성을 키우는 교육 목적에도 부합하지만, 학생 스스로 창의적 아이디어를 도출하고 이것을 제품으로 만들어내는 역량을 도모하는 것에 더 큰 의미를 두는 것이 바람직하다.

현대 공학기술이 빠르게 발전하는 것을 고려한다면 담당교수와 교육흐름 체계는 항상 변화를 추구해야 한다. 이것이 공학 교육을 통한 공학 설계 창의성 개발의 성공을 이룰 수 있는 기반인 것으로 판단된다.

#### [참고문헌]

1. Marshall, Lih, 미국 NSF 창의적 교수학습법 Workshop, 2004. 8, 연세대, pp1-28.
2. 최정임, 창의력향상을 위한 교수법, 강릉대 교수법 세미나, 2004. 9, 강릉대.
3. 민동준 외 4인, 문제학습을 위한 problem, syllabus, teaching tips 모음집, 2004. 5, 연세대, pp1-161.

기획 : 이경우 편집위원 yikw@snu.ac.kr