해외사례 분석을 통한 복합학제 설계교육의 활성화 방안

조성구^{*}, 이의수^{**}, 이용한^{*}, 이명천^{**}, 염세경^{*} 동국대학교 산업시스템공학과^{*}, 동국대학교 생명화학공학과^{**}

Activation Strategy of Engineering Interdisciplinary Design through Abroad Case

Sung-Ku Cho*, Eue-Su Lee**, Yong-Han Lee*, Myoung-Chun Lee**, Se-Kyoung Youm*

Department of Industrial and System Engineering, Dongguk University*

Department of Chemical Engineering, Dongguk University**

Abstract

Today it is critical for all engineers to have the capability of interacting in teams with members of different background and to meet the challenges that they will encounters in their careers. To satisfy such needs multidisciplinary engineering—design courses are attracting more attentions than ever in the engineering education community. In this paper we analyze abroad cases of engineering interdisciplinary design. And we suggest an activation strategy of engineering interdisciplinary design

Keywords: Engineering interdisciplinary design, Abroad case, Activation strategy

I . 서론

현실에서의 공학적인 문제들은 특정 분야에 한정 된 제한된 설계 요소의 단순 집합이라기 보다는, 정 량화하기 어렵고 최종적인 해에 도달하기 전에 항상 절충을 해야 하는 보다 광범위한 기술적, 경제적, 사 회적 제약요인 들이 혼재된 형태로 존재하고 있다 (Thompson, 1998). 이에 기업들은 서로 다른 전공 분야의 지식을 가진 사람들로 팀을 구성하여 이러한 다차원적인 문제를 해결하고 있다. 예를 들면 마이 크로프로세서 제조는 복합물질, 공정, 제품 생산 목 표를 달성하기 위하여 동시에 최적화 되어야 할 종 합적인 문제들을 해결하기 위하여 공학과 과학의 여 러 분야의 전문 지식을 필요로 한다. 도로에 포장할 새로운 물질을 개발하기 위해서는 토목, 기계, 재료 공학 등을 전공한 공학자들의 공동 노력이 필요로 한다. 또한 생명공학의 발전은 공학자, 화학자, 생물 학자의 공동 노력에 의해 이루어졌다. 즉, 오늘날의 공학설계 문제의 특성 자체가 복합학제적인 설계를 요구하고 있는 것이다.

따라서 대부분의 기업 근무 환경에서는 마케팅 담 당자, 개발 엔지니어, 생산 담당자 등 제품을 중심으 로 팀을 구성하여 함께 일을 하고 있으며 업무 성과 급 또한 팀 기준으로 지급되기도 한다. 이와 같이 학 생들은 직장생활을 시작함과 동시에 이와 같은 복합 학제적인 팀에서 활동하게 된다. 그러나 현장에서 동일한 문제를 놓고 다른 전공에 대한 인식 부족과 이해력 부족으로 팀 동료 간에 의사소통이 원활하게 이루지지 않는 경우가 많으며 신입사원의 경우 이러 한 문제로 인해 입사 직 후 직장을 옮기는 경우도 있다고 한다. 따라서 기업에서 요구하는 미래의 엔 지니어는 보다 넓은 시야를 가지고 복합학제적으로 구성된 팀에서 일할 수 있는 능력을 요구받고 있다. 따라서 본 연구에서는 미국 주요 대학들의 복합학 제운영 사례 조사 및 분석하였다. 또한 조사내용을 바탕으로 동국대학교 공과대학교 복합학제 설계과목 을 운영하였으며 이러한 국내외 사례들을 통해 복합 학제 설계과제 도출 및 바람직한 복합학제 설계교육 의 운영 방안을 제시하였다. 이는 복합학제 설계 교 육을 준비하고 있거나 시행하고 있는 학교들이 참고 할 주요 가이드라인으로 활용할 수 있을 것이다.

Ⅱ. 해외 복합학제 운영사례

복합학제 설계교육은 『서로 다른 학제에서 다루는 다양한 전공분야지식의 종합적 적용이 요구되는 설 계 문제를 효과적으로 해결할 수 있는 능력을 갖추 도록 하는 교육』이라고 정의할 수 있다. 본 절에서는 다양한 국내외 복합학제 운영 사례를 조사 분석하였 다.

사례1. Kettering University, Flint, Michigan

- 1. 운영방식 및 형태: 한 학기 3학점으로 운영되며 산업공학과의 Manufacturing Engineering 과목 과 기계공학과의 "Design of Mechanical Component" 과목을 결합하여 서로 다른 학과의 두 강좌에서 서로 한 팀을 이루어 프로젝트를 수행 하는 형태이다.
- 2. 내용: 프로젝트 내용은 성형기로부터 사출성형된 부품을 집어 올리는 로봇트를 디자인, 분석, 조립, 설치, 가동 및 시험을 하는 것이다. 각 팀은 \$200 의 예산을 지원받으며 학생들은 공동 실험실에서 만나 서로 공동 연구 수행한다.
- 3. 평가방법 : 평가기준은 디자인 효율, 조립공정, 부 품의 정밀성, 기능성, 종합발표 등이며 학생들은 최종 보고서를 제출하고 구두발표를 하게 된다. 최종 보고서에는 내용과 포함된 지식이 구두발표 때는 발표 자료의 시각효과 등이 중요시 된다.
- 4. 효과 : 학생들은 제함된 예산, 시간 그리고 다른 전공자와의 협력을 통해 엔지니어로서의 성취를 이루도록 하다.

사례2. Virginia Commonwealth University

- 1. 운영방식 및 형태: 한 학기 3학점이며 3개 학과 의 실험과목을 통합하여 운영된다. 즉 화학공학과 의 "Unit operation lab.", 기계공학과의 "Engineering synthesis lab." 그리고 전자공학과의 "Automatic controls lab." 세 강좌를 처음 11주까지는 공동 강의를 진행하고, 12-16까지는 전자 공학과/기계공학과가 공동강의를 하며, 화학공학과는 이 때 별도 강의를 한다. 각 전공별로 정해진 실험을 실시하되 타 학과의 실험실을 이용할수 있도록 하였다.
- 2. 내용 : 화학공학과, 기계공학과, 전자공학과에서 공동으로 배우는 dynamic systems and control 강의를 하나로 묶어서 강의하되 각 학과의 특징

- 을 살린 실험을 별도로 실시하도록 한다.
- 3. 효과 : 수업의 효율을 높이며 학생들은 복합학제 형태의 dynamic system and control 강의를 들 을 수 있으며 실습을 할 수 있다.

사례3. Texas Christian University

- 1. 운영방식 및 형태 : 총 3 학기동안 운영되며 첫 학기는 강의만 이루어지면 두 번째와 세 번째 학 기 동안 은 실험을 주로 하게 된다. 3학년 2학기 부터 첫 학기가 시작된다.
- 2. 내용: 기계공학과와 전자공학과의 두 학과가 팀을 만들어 복합학제 프로젝트를 수행하는데 주제는 다음과 같다.
 - -Design and evaluation of a hand-held, measurement device
 - -Measurement enhancement of blast data
 - -Laser assisted tool calibration universal fixture
- 3. 특징 : 산업계로부터 지원금을 받아 프로젝트를 수행하는 것이다.
- 4. 평가방법: 평가방법은 마지막 학기에 경연대회를 통하여 평가를 하게 되며 이때 작업의 성취도, 작 업 스케줄 그리고 제작비용 등이 평가대상이다.

사례4. University of Missouri-Rolla and St. Louis Community college

- 1. 운영방식 및 형태 : 두 학기에 걸쳐 운영이 되며 기계공학과, 공학경영학과(Engineering Management), 제조공학과(Manufacturing Engineering) 의 세 학과가 팀을 이루어 프로젝트를 수행한다. 첫 학기에는 시장의 요구사항과 constraint에 대해 조사 분석 한 후 그래픽 디자인까지 마치며 두 번째 학기에는 직접 제작에 들어간다.
- 2. 내용: 회사에서 요구하는 상품을 선택하여 그 상품을 만드는 프로젝트를 수행하는 형태로서 해당 회사로부터 지원금을 받아 일을 수행한다. 상품디 자인과 제조 그리고 마케팅 계획과 제조를 연결지어 수행하여야 한다.
- 3. 평가방법: 산업계 자문위원단으로부터 결과를 평가 받는다.

사례5. San Jose State University

운영방식 및 형태: 한 학기 3학점 형태로 운영되며 16주 동안 주별 2시간 강의와 3시간 실험으로 구성 된다. 모두 5개 학과에서 학생들이 공통으로 수업

3 학교육연구

<표 1>	> 5개	학과	학과명	및	선수	라목	요구사항
<table< td=""><td>e 1></td><td>requ</td><td>iremen</td><td>ts f</td><td>or pa</td><td>artic</td><td>ipation</td></table<>	e 1>	requ	iremen	ts f	or pa	artic	ipation

전공	선수과목	그 외 요구사항		
화공	Intro. to Material	4학년		
전기	and Magnetic	Semicondustor Device Physics		
재료공학	Properties of Solids Intro. to Materials	Electronic, Optical and Magnetic Properties of Solids		
산업공학	Intro. to Materials	4학년		
물리/화학	교수의 평가	4학년		

듣기와 팀을 편성하여 프로젝트를 수행한다. 5개학과의 학과명과 선수과목 요구사항 그리고 수강신청자격들은 <표 1>과 같다.

- 2. 내용 : 전체 주제는 반도체 가공에 관련된 것이 며, magnetic thin film recording, packaging, environmental, health, safety, process integration 등에 관한 외부초청 강연을 듣기도 하며 반도체 가공과 관련하여 자유 주제로 프로젝트를 수행하게 된다.
- 특징: 프로젝트 수행시 학생들은 주 단위로 역할을 변경하여 flow manager, material manager, quality insurance manager, process flow recorder, safety manager, processor engineer의 역할을 경험하게 된다.
- 4. 평가방법: 개인별 평가는 60%로서 개인별 보고 서, 숙제, 퀴즈, 기말시험으로 구성되고 팀 평가 는 40%인데 팀 발표 내용과 포스터로서 평가받 게 된다.

사례6. Clemson University

- 1. 운영방식 및 형태: Clemson대학의 기계공학과 4학년 학생들이 총 5개 타 대학 6개 전공의 학생 들과 팀을 이루어 복합학제적 종합설계 과목을 운영하는 형태이다. 학생들은 마음대로 팀 구성 을 할 수 있지만 다음과 같은 우선순위를 정하고 있다.
- (1) 한 대학 내에서 서로 다른 전공의 학생들로서 팀을 구성한 경우
- (2) 서로 다른 대학과 서로 다른 전공의 학생들로 팀을 구성한 경우
- (3) 서로 다른 대학이지만 같은 전공의 학생들로 팀을 구성한 경우

- (4) 한 대학 내에서 같은 전공의 학생들로 팀을 구 성한 경우
- 2. 내용: 프로젝트 주제는 종합설계 형태이고 교수 들이 정하여 주지만 산업계의 지원을 받으며 이 들의 자문을 받도록 되어있다.
- 3. 평가방법 : 학생들은 보고서와 구두 발표로서 평가를 받는다.
- 4. 효과 : 엔지니어로 하여금 다른 전공의 학생들과 같이 팀을 이루어 같이 교류하며 문제를 해결하 는 능력을 배양한다.

사례7. Western Kentucky University

- 운영방식 및 형태 : 총 네 학기에 걸쳐 운영되는 시스템으로서 산업자동화 분야에 기계공학 프로 그램과 전자공학과 프로그램 사이에 연결고리를 만들고자 시도되고 있다.
- 2. 내용: 두 전공의 학생들에게 multiple laboratory experiences, design courses, 그리고 프로젝트 과목을 혼합하여 교과과정에 넣음으로써 연습위 주의 경험을 하도록 하고 있다. 두 전공의 학생들에게는 공통적으로 컴퓨터언어(C 언어)를 듣도록 요구하고 있으며 전자공학과 학생들에게는 digital circuits와 circuits/networks를 기계공학과 학생들에게는 fundamentals of electrical engineering covering DC and AC circuits, digital logic, 그리고 basic electronics를 듣도록 요구하고 있다. 강의는 두 프로그램의 교수진에 의해 이루어지며 처음 3주는 digital system에 대한 리뷰, 다음 7주는 programmable logic controller 그리고 다음 6주는 Atmel microcontroller에 대한 내용을 다룬다.
- 3. 목표 : 산업자동화 분야에 기계공학과 전자공학 두 전공의 학생들에게 공통의 언어를 제공함으로 써 이 분야에 복합학제적 종합 그리고 전문가적 인 프로젝트를 쉽게 해결하기 위함이다.

사례8. University of Virginia

- 1. 운영방식 및 형태 : University of Virginia의 School of Engineering and Applied Science에서 3학년 봄 학기부터 시작하여 4학년까지 3학기에 걸쳐 운영되는 프로그램이며 여기에 속한모든 전공의 학생들이 팀을 이루어 복합학제적 capstone engineering 프로젝트를 수행한다.
- 2. 내용 : 복합학제적 프로젝트를 통해 엔지니어링 학생으로 하여금 economic, political, social, 그

리고 ethical 지식을 심어주고자 한다. ENGR 302 에서는 학생들로 하여금 제안서를 작성하고, 프로젝트를 디자인하고 팀을 구성하는 능력을 배양시킨다. "Multidisciplinary Team Design and Development I and II"라는 제목의 두 강좌 ENGR 401/402 에서는 School of Engineering and Applied Science에 속해 있는 모든 전공이학생들이 모여 팀을 구성한 다음 1년에 걸쳐 복합학제적 capstone engineering 프로젝트를 수행한다. 학생들은 4-6명 정도의 팀을 구성하여정기적으로 모여 프로젝트를 수행한다.

3. 목표: 엔지니어링을 전공하는 학생들이 복합학제 적 작업능력과 공동프로젝트 수행능력이 떨어져 이를 보완하려는 것이 목적이다.

사례9. University of Florida

- 1. 운영방식 및 형태: 대학에서 Integrated Technology Ventures (ITV) program을 제공하고 여기에 엔지니어링 전공 학생들과 MBA 과정 학생들을 받아 팀을 이루어 회사에서 대학 측에 제시한 프로젝트를 수행하게 한다. 학점은 3학점을 인정해 준다.
- 2. 내용 : 과제들은 대부분 상업화가 준비된 것들을 대학 측에서 제시해 주며 이것을 이용해 상품의 prototype을 만들고, 사업화계획을 세우고 새로 운 벤처사업을 출발시키는 것이다.
- 3. 목표: 학생들은 이 프로그램에 참여함으로써 기 초적인 engineering science가 상품과 프로세스 디자인과의 관련성을 익히고 디자인은 단지 상품 의 기능 뿐 아니라 생산성, 가격, 스케줄, 신뢰성, 소비자 선호도, 사용주기 등의 문제들도 포함한 다는 것을 습득한다. 또한 주어진 시간과 예산으 로 과제를 완성하는 방법과 공학은 복합학제적 노력이라는 사실을 인식할 수 있도록 한다.

사례10. Technische Universiteit Eindhoven

1. 운영방식 및 형태: 응용물리전공 석사과정에 120 ECTS credit으로 개설되었으며 학부에서 물리학을 성공적으로 마친 학생들이 선택할 수 있다. 석사과정에 'Physics of Transport in Fluids' 전공의 경우 1st year(60 ECTS), 2nd year (60 ECTS), 11 Optional courses (3 ECTS each), Graduation project (60 ECTS), Interdisciplinary project (8 ECTS), External project (19

ECTS) 구성되어 있다.

- 2. 특징 : 코스, 복합학제 프로젝트, 그리고 외부 프로젝트는 순서에 상관없이 수행할 수 있으나 모두 졸업 프로젝트 시작 이전에 끝마쳐야 한다. 단, 코스의 경우 완전히 다 마칠 필요는 없으나 대부분 다 마쳐야 한다. 또한 프로젝트는 4-6명의 학생들이 팀을 구성하여 수행한다. 복합학제적인 일을 어떻게 수행하는지를 배우기 위해 두 명의 학생들은 전공이 달라야 한다. (예, Mechanical Engineering, Chemical Engineering, Applied Mathematics, Biomedical Technology). 대학내의 JM Burgers Centre 소속 그룹 학생들과의 공동 작업수행을 특별히 권장한다.
- 3. 내용: Interdisciplinary project (8 ECTS)의 경우 학생들에게 단기적인 실제적 연구프로젝트를 수행할 수 있는 기회를 준다. 이 프로젝트의 목표는 졸업프로젝트를 준비하도록 함과 동시에 이론적, 실험적 그리고 계산적 연구프로젝트에 특정지식을 적용하는 실습을 할 수 있도록 한다.

Ⅲ. 복합학제 설계과제 도출 방안

복합학제 설계 교육을 제대로 실시하기 위해서는 필수적으로 학생들이 복합학제적 팀을 이루어 스스로 답을 찾아가도록 하는 설계과제가 마련되어야 한다. 특히 학생들의 흥미를 유발하고 교육적 효과를 극대화할 수 있는 좋은 과제를 찾아내는 것이 필요하다. 설계과제가 얼마나 학생들의 창의성을 자극하고, 현장에서의 문제해결 과정을 잘 이해할 수 있도록 만들어졌는가가 설계교육의 성공여부를 결정짓는 가장 중요한 요소의 하나이기 때문이다. 복합학제설계과제의 유형은 대체로 다음과 같은 세 가지 형태로 나눠지며 그 특징은 다음과 같다.

유형1: 강좌 담당교수들이 적절한 과제를 만들어 학 생들에게 부과하는 경우

설계교과목을 수강하는 학생들의 전공분야를 고려하여 과제를 수행할 팀들을 적절히 구성한 다음, 각팀의 성격에 맞는 설계과제를 담당교수들이 만들어부과하는 경우로, 설계과제는 강의목표와 달성하고자 하는 학습 성과, 주어진 시간과 예산에 맞추어 현장 문제들을 단순화시킨 것이거나 간단한 설계와 제작이 필요한 소형과제들로 이루어지는 것이 대부분

3 학교육연구

이다. 부록 A와 B의 복합학제 운영사례에서 볼 수 있듯이, 소액의 예산을 주고 기계공학, 산업공학, 전 자공학, 컴퓨터공학 등을 전공하는 학생들을 대상으로 한 학기동안 간단한 기능의 로봇을 제작하게 한다거나, 공학과 사회과학 전공학생들의 복합 팀을 구성한 후 담당교수들이 제공하는 공학적 아이디어나 상품화방안을 제시하고 이를 바탕으로 제품의 설계, 사업계획 등을 수립하면서 기술적 측면과 아울러 사회적, 경제적, 문화적 요소들을 고려하는 경험을 갖게 하는 등의 사례들이 이에 속한다.

이 유형에서는 모든 팀에게 공통의 설계과제를 부 과할 수도 있고 복수의 설계과제를 팀들 간에 나누 어 배정해 주거나 각 팀이 선택하게 할 수도 있다. 전자의 경우에는 하나의 설계과제만이 사용되므로 미리 잘 짜인 평가기준을 마련하여 모든 팀을 공평 하게 평가할 수 있고 과목의 운영을 과제 진행에 맞 추어 효과적으로 할 수 있는 이점이 있는 반면에, 같 은 과제를 여러 해에 걸쳐 부과하면 곧 식상해지고 창의성이 떨어지는 문제가 발생되기 때문에 최소한 2-3년 운영한 후에는 전혀 새로운 설계과제로 바꾸 어가야 한다. 후자의 경우에는 이와 같은 문제가 상 대적으로 덜하지만, 서로 다른 과제를 수행한 팀들 의 평가가 공평하게 이루어지게 하기 위해 문제의 난이도를 조정하고 공통의 평가요소가 적용될 수 있 도록 설계과제를 만들어야 한다. 또한 모든 팀들이 같은 과제를 수행하는 것이 아니기 때문에 다른 팀 의 아이디어를 쉽게 차용하기 어려워 더 독창적이고 독립적인 과제수행이 이루어질 수 있는 장점이 있 다. 설계수업의 수준으로 볼 때, 입문 설계 수준에서 는 아직 학생들이 각자의 전공분야에 대한 깊은 지 식과 이해가 없으므로 간단한 몇 개의 설계과제를 교수들이 직접 만들어 제공하는 유형1이 적절하다. 그러나 대부분의 복합학제 설계교육은 종합설계 (capstone design) 수준에서 이루어지기 때문에 다 음에 설명할 유형2가 더 적절한 경우가 많다.

유형2: 산업현장의 실제 과제를 학생들에게 부과하 는 경우

학생들이 졸업 후 산업현장에서 직접 부닥치게 될다양한 문제들을 미리 경험할 수 있도록 기업의 실제 과제들이나 사회에서 해결이 요구되는 과제들을 선별하여 학생들에게 해결해 보도록 하는 경우로, 구체적인 설계과제의 도출과정은 매우 다양할 수 있다. University of Missouri-Rolla나 University of Florida는 학교와 협력관계에 있는 회사가 요구하는

상품의 설계와 시제품 제작 및 사업화계획 등을 학 생들이 직접 해보게 하는 경우가 대표적인 예다. 이 때 소요되는 비용의 일부는 보조금 형식으로 회사의 지원을 받는 것이 보통이다. 물론 상업적 목적의 회 사 과제만이 설계과제의 대상이 되는 것은 아니다. 수질 문제, 하수처리 문제, 효율적인 쓰레기 수거방 법, 교통 신호체계 개선방안 등 다양한 지역사회의 문제나 대출도서 관리방법 개선, 학교식당의 배식이 나 음식쓰레기 처리 방법 개선과 같은 학내 문제들 을 과제로 부과하여 학생들의 동기를 유발시키도록 할 수도 있다. 특정 수업의 형태로 이루어지는 것은 아니지만, 미국 Pennsylvania State University의 경우에는 지역사회에서 활동하는 다양한 기업들로부 터 해마다 각 기업이 해결을 원하는 과제와 함께 연 구비를 지원받아 이를 학생들이 직접 해결해 보도록 하는 흥미로운 설계교육방법을 택하고 있다. 여러 기업들이 제시한 다양한 연구과제와 해당 연구비를 모든 공과대학 학생들이 볼 수 있도록 공시하면, 이 중 해결해 보고 싶은 과제가 있는 학생들은 직접 과 제수행에 적절하다고 판단되는 팀을 만들어 과제수 행계획서를 제출하고 심사를 받게 된다. 선발된 팀 들에게는 연구비와 함께 지도교수를 배정하여 과제 를 수행하도록 하고, 해마다 심사과정을 거쳐 우수 한 사례들을 시상하고 있으며, 학생들이 과제수행을 하며 활용할 수 있도록 작업실, 공작실, 회의실 등의 "Learning Factory"를 운영하는 등 여러 형태의 지 원을 하고 있다.

이러한 유형의 설계과제들은 현장의 문제를 학생 들이 있는 그대로 체험해 봄으로써 졸업 후의 현장 적응능력을 높일 수 있을 뿐만 아니라, 복합학제적 팀의 일원으로 과제를 수행해 가는데 필요한 팀워 크. 의사소통 능력, 갈등해소능력 등의 학습 성과를 효과적으로 달성할 수 있게 된다는 이점이 있다. 또 한 우수한 산업인재양성을 위해 대학과 기업이 협력 하는 바람직한 산학협력관계의 형성에도 큰 도움이 될 수 있다. 그러나 현장에서 직접 하는 교육과 실험 실 환경에서의 교육이 대부분 그렇듯이, 현장에서 바로 가져 온 설계과제를 학생들에게 부과하는 경 우, 과제의 난이도가 학생들의 문제해결 능력에 비 해 적절한지, 과제해결에 요구되는 지식이나 기술이 참여하는 학생들의 전공영역을 벗어나지는 않는지, 또는 과제해결에 소요되는 시간이나 예산이 과다하 지는 않은지 하는 문제들을 효과적으로 통제하기 어 려운 단점이 있다. 현장경험이 많은 전문가나 대학 원생 등을 멘터로 활용하고 외국대학의 예처럼 기업

이 학생수준에 맞는 설계과제와 예산을 제공하도록 하는 방안이 이런 문제들을 극복하는 효과적인 수단 이 될 수 있을 것이다.

유형3: 학생들이 스스로 자신의 설계과제를 도출하 는 경우

미국 University of Virginia의 경우에는 학생들이 스스로 자신들이 해결할 과제를 도출하여 과제제 안서를 내고 담당교수의 승인을 얻어 프로젝트를 수행하는 방식도 가능하다. 설계 강좌의 목적에 따라서는 과제를 100% 학생들의 자율에 맡기어 자유롭게 도출하게 할 수도 있고, 일정한 과제의 유형이나문제 상황만을 제시해 준 후 구체적 과제도출은 학생들이 마무리 하도록 하는 방안도 가능하다. 특히후자는 전자에 비해 다소 학생들의 자발성을 제약하는 단점이 있으나, 강좌의 통제나 평가가 전자보다용이하다는 이점이 있어 고려해 볼 만하다.

이 유형에서는 문제의 발견부터 해결까지 전 과정 을 학생들 스스로 독립적으로 수행하고 교수나 멘터 는 프로젝트의 관리와 기술적 문제들에 대한 자문의 역할만 함으로써 학생들의 창의성 발휘를 극대화할 수 있고 활발한 동기부여가 가능하다. 그러나 실제 로 이런 유형의 과제도출방식을 교실에 적용해보면 교수의 당초 의도와는 달리 학생들이 제안하는 과제 가 너무 평이하거나 혹은 지나치게 의욕적이어서 강 좌의 의도와 맞지 않아 설계과제 도출에 많은 어려 움을 겪는 경우가 많다. 특히 여러 학기에 걸쳐 설계 강좌가 진행되는 경우가 아니라면, 과제수행시간 중 많은 시간을 설계과제 도출에 할애하는 것은 바람직 하지 않을 수 있음을 염두에 두어야 한다. 또한 이 유형에서는 학생들이 가져오는 문제들의 성격이 다 양할 경우 효과적인 멘토링이 이루어지기 어려울 수 도 있다.

Ⅳ. 복합학제 설계과제 운영사례

동국대학교 생명화학공학분야 및 산업공학과에서는 복합학제 설계교육을 위해 두개의 분야에서 빈번히 발생하는 주요 의사결정 문제들을 가정하였다(이의수 외 4인, 2006). 수업 시간에 배운 지식을 바탕으로 이를 해결하는 방안을 모색하고 타당한 결과를 도출하여 보고서로 제출하고 학기말에 발표를 하는방식으로 진행하였다.

(1) 산업공학과 "프로젝트 관리" 및 생명화학공학 과 "플랜트 산업 경제성공학"과목의 개요

프로젝트 관리는 각종의 프로젝트를 효율적으로 관리하기 위하여 프로젝트의 정의 및 계획수립, 일정 및 코스트 관리, 자원관리, 팀의 구성 및 운영, 위험관리와 의사결정, 관련 소프트웨어 및 인터넷 활용 등 프로젝트 관리의 다양한 측면을 효율적으로수행할 수 있는 최신의 기법과 원칙을 학습한다. 플랜트 산업 경제성공학 과목은 생명화학공장의 설계와 관련하여, 공장입지의 선정, 기계장치의 선정, 공장건설 비용을 비롯한 제반 비용의 종류와 산출방법, 최적설계 전략에 이르기까지 전반적 사항에 대하여 기본 개념과 그의 응용을 다룬다. 또한 신규 사업 담당자를 외부에서 초빙, 이들 개념이 실 사회에다루어지고 있는 예를 살펴본다.

(2) 조 편성

조 편성은 총 6개의 문제에 대하여 각 전공으로 구성된 단일팀과, 복합팀으로 구성하였다. 각 팀은 4~5명이며 복합팀은 산업공학전공 및 생명화학공학 전공학생을 4~5인내에서 다양하게 구성하였다. 생명화학공학과 단일팀 6개, 복합팀 10개를 구성, 총 22개의 팀으로 운영하였다.

(3) 프로젝트 주제

복합학제 기말 프로젝트에서는 생명화학공학과와 산업공학과와 연관된 6가지 주제를 제시하였다. <표 2>는 복합학제 기말 프로젝트 주제이다.

(4) 평가방법

복합학제 설계 과목의 평가는 다양한 형태로 진행 된다. 일반적으로 보고서와 발표 내용을 평가하여 점수를 부여한다. 이 경우 같은 팀 구성원들은 동일 한 점수를 부여받게 되는데 실제 프로젝트에 참여한 구성원들은 프로젝트 완수에 대한 기여도가 모두 다 르기 때문에 그 기여도를 인정한 평가방법의 개발이 필요하다.

학생평가는 팀내 학생들간 서로의 프로젝트에 대한 기여도를 평가하게 하는 방법으로 각 구성원이자신을 포함한 팀원들의 기여도 점수를 부과한다. 이러한 팀원들간의 기여도를 평가하는 방법은 <표 3>과 같다. 팀내 학생들간 평가의 방법은 다양하다.

122 공학교육연구

<표 2> 6가지 프로젝트 주제

<Table 2> subjects of main projects

	주제	해결과제	검토사항
1	석탄화학 공업 플랜트 입지 선정	공장입지 선정에 따른 분석 및 최적 입지 지역 선정	원료 및 제품들의 물성치 조사 및 수요예측공장제조공정조사, 사용량 추정입지지역특성 및 장단점 분석
2	폐타이어 재활용 공정 타당성 분석	국내 환경에 적합한 폐타이어 열분해 plant 건설의 타당성 분석	 타이어 구성과 성분조사, 페타이어 발생현황 조사 연료에 따른 경제성 분석 페타이어 열분해 플랜트 건설시 입지 선정 및 운전규모에 따른 경제성 분석 민감도 분석
3	PVC 생산계획	PVC공급량을 맞추기 위한 해결방안 모색	 PVC제조공정 및 수급현황, 수출/수입 가격 조사 건설경기에 따른 PVC제품의 종류와 량을 추정 최적의 대안 도출
4	제철소 대기 오염 방지 방안	오염 물질을 요구 수준이하로 줄일 수 있는 경제적인 법을 모색	대기오염의 방지 방안에 대한 일반적인 방법을 조사오염 규제치 조사
5	기름유출 사고 대비 계획 수립	기름유출 가능성에 대한 계획수립	 여천항을 통해 연간 처리되는 유류의 종류와 양 여천항의 지형적 특성과 날씨 등에 대한 검토 과거 통계자료를 통한 각 유출사고의 유형과 발생확률 유출사고 발생 시 각 대처방안과 상대적 효과
6	시베리아산 천연가스의 도입을 위한 타당성 검토	시베리아산 천연가 스를 한국까지 수송하는 방법 결정	천연가스의 일반특성 및 물성조사천연가스 사용량과 도입가격 조사반입가격의 원가 분석배관망 설치에 따른 제반 요소검토

<표 3> 프로젝트 기여도 평가 방법

<Table 3> items of evaluation for the contribution

조원 항목	1	2	3	4	총점
1. 일반 참여도 (30%)					100
2. 문제해결에 대한 기여도(30%)					100
3. 자료조사 기여도 (10%)					100
4. 최종 보고서 작성 기여도(20%)					100
5. 발표 준비 및 발표 기여도(10%)					100

- 1. 일반 참여도 : 프로젝트를 전체적으로 수행하는데 참여한 비율을 평가하는 항목입니다.
- 2. 문제해결에 대한 기여도 : 문제의 해결을 위한 효과적인 접근 방법의 제시 및 결론 도출을 위한 아이디어를 제시하는데 기여한 정도를 평가하는 항목입니다.
- 3. 자료조사 기여도 : 프로젝트를 위한 가격 동향 및 물성 자료 그리고 이론 자료와 각종 참고자료를 수집하고 정리하는데 있어 기여한 정도를 평가하는 항목입니다.
- 4. 최종 보고서 작성 기여도 : 최종 보고서(워드나 한글 작성 제출)를 작성하는데에 기여한 정도를 평가하는 항목입니다.
- 5. 발표 준비 및 발표 기여도 : 프로젝트를 대중 앞에서 발표할 때까지 발표자료(파워포인트)의 작성 및 최종 발표에 대한 기여도를 평가하는 항목입니다.

팀원들은 자신을 포함한 구성원들의 각 항목에 대한 평가를 실시한다. 다음은 복합학제 설계과목의 평가지 사례를 보여주고 있다. 학생들의 점수 평가뿐만 아니라 학생들의 서술평가를 취합하여 조교가 평가한 점수도 반영하였다.

또한 보고서 제출과 발표를 통한 평가는 학생들이 제출한 과제와 발표내용을 평가하며 주로 교수가 평가를 수행한다. 보고서 내용과 발표 내용의 비율은 과제에 따라 다르게 산정한다. <표 4>는 보고서 평가항목과 발표내용 평가항목을 나타내고 있다.

<표 4> 보고서 및 발표평가 항목

<Table 4> items of evaluation for the reprot and presentation

	보고서 평가	발표내용 및 태도 평가
평 가 항 목	• 직실안 눈세해결 방안 제시	 발표 자료의 충실정도 발표태도 준비성 내용의 전달성 질문에 대한 응답 청중의 반응

V. 결론: 복합학제 설계교육 운영에 관한 제언

본 논문에서는 미국 대학의 복합학제 사례 운영사례 분석과 국내 D 대학의 2년간에 걸친 복합학제 운영사례의 운영을 통해 바람직한 복합학제 설계과제도출 및 운영 방안에 대하여 제시하였다. 바람직한복합학제 설계교육을 실행하기 위해서는 문제의 영역, 교수진, 학생의 혼합(mix)이 요구된다. 2년간 복합학제 설계교육의 운영을 통해 복합학제 설계교육의 구현에는 다음과 같은 몇 가지 어려움이 발생하였으며 마지막으로 이에 대한 제언을 하고자 한다.

학사행정상의 문제 국내 대학의 학사운영 시스템 하에서 학생과 교수진이 혼합된 형태의 복합학제 설 계 교과목을 개설하는데는 여러 가지 학사행정상의 문제가 발생할 수 있다. 먼저 단일 전공교과목에 대 해서 한 개의 학수번호가 부여되기 때문에 복합학제 교과목의 전공분류가 어렵다. 이러한 문제는 해당 과목을 어느 한 학과의 전공으로 인정해야 하는 어 려움이 있고, 이를 수강하는 학생들의 경우 전공인 정의 어려움을 겪을 가능성도 있고, 한편으로는 학 과별로 제한되는 전공개설 최대 허용 학점수의 제약 을 받을 수도 있다. 아울러, 복합학제적 전공교과목 에 교수진으로 참여하는 교수들의 경우, 소요되는 노력에 비하여 낮은 수준의 강의시수 인정비율을 감 수해야 하며, 이는 복합학제 설계교육에 대한 교수 들의 참여의욕을 저해하는 요소가 될 수 있다. 이러 한 문제의 해결 방안으로는 다수의 프로그램에 소속 되어 있는 관심 교수들 간의 개별 전공교과목을 서 로 연계하여 설계부분을 복합학제적으로 진행하는 방안이 있다. 이에 대한 상세한 내용은 동국대학교 의 사례를 통해서 살펴볼 수 있다. 보다 바람직한 해결 방안은 공과대학 내에 공통 교과목화하는 방안으로서, 이를 위해서는 학사행정 부서의 지원이 필요하다.

학습 성과 평가의 어려움 복합학제 설계교과목의 성격상 필답고사에 의한 평가는 바람직하지 않기 때 문에, 팀별 설계 프로젝트의 수행내용 및 결과로서 개별 학생의 학습 성과를 평가해야만 한다. 그러나 전공지식의 배경이 서로 다르고 설계 수행 과정에서 의 역할도 다른 개별 학생들을 공정하게 평가한다는 것은 쉽지 않은 일이다. 다만, 복합학제 설계교육이 지향하는 교육목표를 염두에 둔다면, 개별 학생의 평가는 팀별 프로젝트 결과에 의해서 평가되는 것이 바람직하며, 이 부분에 대해서는 학기 초에 학생들 에게 명확하게 인식시킴으로써 학기말에 평가와 관 련된 불필요한 혼선을 방지할 수 있다. 다만, 팀원들 간에 기여도가 현격하게 불균형이 감지되는 경우에 는, 개별 팀원들에게 타 팀원의 기여도를 평가하게 하는 상호평가(peer review)를 실시함으로써 보정 을 가하는 방법도 활용할 수 있다.

커리큘럼 내용 구성의 어려움 종합 설계교육 특히 복합학제적 설계교육의 커리큘럼은 오랜 기간 동안 체계를 갖추어온 일반 전공과목과는 달리 체계화된 커리큘럼이 부재한 상황이다. 특히, 수강생들의 전공분야들과 최소한의 연관성을 가지는 복합학제 설계과제를 만드는 작업은 상당한 노력을 필요로 하므로 많은 수의 문제 풀(pool)을 구성하기가 용이하지 않다. 또한 강의, 실습, 팀 활동, 발표 및 토의 등 다양한 교육 기법들이 효과적으로 배치되어야 하기 때문에 세심한 일정계획이 요구된다.

시설 및 재원 복합학제 설계과제를 수행하기 위해서는 현장조사를 위한 여비, 프로토타입 제작을 위한 경비 등의 프로젝트 수행비용이 수반된다. 따라서 설계팀별 지급할 과제수행 비용을 충당하는 문제가 발생할 수 있다. 아울러, 팀별 활동을 진행하기위해서는 개별 학과의 실험 실습실 및 회의실 등을할당하기에 어려움이 발생한다. 이러한 문제를 해결하기위해서는 복합학제 설계교육을 위한 별도의 팀활동 공간을 확보하는 것이 바람직하다. 프로젝트수행 경비의 마련을 위한 가장 이상적인 방안은 팀별 설계과제를 기업체로부터 제공 받고, 이를 해결

124 공학교육연구

하는데 소요되는 소정의 경비를 함께 지원받는 방안이라고 할 수 있다. 이 경우 기업체는 평소 여력이 없어 풀지 못해오던 설계문제를 해결할 수 있으며,학생들은 현실적인 설계문제에 접할 수 있는 기회를제공받는 바람직한 산학협력의 모델이 될 수 있다.이러한 방안이 여의치 않을 때는 참여 학과의 실험실습 예산 또는 공과대학 단위의 재원마련 등으로해결해야 할 것이다.

국문요약

현실에서의 공학적인 문제들은 특정 분야에 한정된 제한된 설계 요소의 단순 집합이라기 보다는, 정량화하기 어렵고 최종적인 해에 도달하기 전에 항상절충을 해야 하는 보다 광범위한 기술적, 경제적, 사회적 제약요인 들이 혼재된 형태로 존재하고 있다. 이에 기업들은 서로 다른 전공 분야의 지식을 가진사람들로 팀을 구성하여 이러한 다차원적인 문제를해결하고 있으며 이러한 교육을 충실히 받은 인재를필요로 한다. 즉, 오늘날의 공학설계 문제의 특성 자체가 복합학제적인 설계를 요구하고 있는 것이다.이에 본 논문에서는 미국 대학들의 복합학제 운영사례를 통해 복합학제 설계과제 도출 및 바람직한 복합적제 설계교육의 운영 방안을 제시하였다.

주제어: 복합학제 설계 교육, 해외 복합학제 운영 사례, 복합학제 설계과제 도출 및 운영방안

참고문헌

이의수, 조성구, 이용한, 이명천, 염세경(2006), 복합학제 설계 교과목 운영사례와 학습효과 분석, 공학교육연구, 제9권 제4호.

Bhavnani, S.H. and Aldridge, M.D.(2000), "Teamwork across Disciplinary Borders: A Bridge between College and the Work Place,"

Journal of Engineering Education, pp.13–16.

Thompson, B.S.(1998), Creative Engineering Design, Fourth Edition, Okemos Press.

교신저자: 염세경