

공학대학 캡스톤 디자인(창의적 공학 설계) 교육과정 운영실태 및 학습 만족도 조사

이태식*, 전영준**†, 이동욱***, 장병철****
한양대학교 건설환경시스템공학과 교수*
한미파슨스(주) 건설전략연구소 연구원**
제주대학교 토목공학과·해양과환경연구소 조교수***
한양대학교 토목공학과 석사과정****

Present Situation and Student Satisfaction of Engineering Capstone Design Course in Engineering Colleges of Korea

Tai-sik Lee*, Young-joon Jun**†, Dong-wook Lee*** and Byung-chul Chang****

Professor, Dept. of Civil & Environmental System Eng., Hanyang University*

Research Engineer, Construction Strategy Research Institute, HanmiParsons Co., Ltd.**

Assistant Professor, Dept. of Civil Eng.(Marine and Env'tl Research Institute), Jeju Nat'l Univ.***

Master Course, Dept. of Civil Engineering, Hanyang University****

Abstract

The Capstone Design courses in the final academic year of undergraduate engineering education provide students with a realistic design experience in which they can integrate and capitalize on the basic disciplinary material they have learned during their engineering program to synthesize a new product, device or process. The objective of this study is to assess the student satisfaction of Capstone Design courses. This paper briefly describes the history, administration and implementation of the Capstone Design courses in engineering colleges of Korea. It highlights the weaknesses of the Capstone Design courses and suggests improvements. To investigate the student satisfaction questionnaire was surveyed.

Keywords: Capstone design, Creative engineering design, Engineering design

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

오늘날 현업에서 다루어지고 있는 대부분의 문제들은 어느 한 가지 전공지식만으로는 해결하기 어려

운 측면을 가지고 있다(이의수 외, 2006). 하지만 문제해결에 요구되는 전문지식의 다양성과 오늘날 전공중심의 학제적 교육체계가 가지는 한계로 인해, 현업에서 요구되는 다방면의 전공지식을 소유한 공학도를 배출한다는 것은 현실적으로 매우 어려운 일이다.

따라서 이러한 시대적 패러다임의 변화에 따라 사회의 요구에 걸맞은 엔지니어의 상은 급격히 변화하는 공학을 이해할 수 있도록 수학, 과학 등의 기초학문에 대한 폭 넓은 지식과 여러 분야의 지식을 종합하여 사고하는 능력(설승기, 2001)을 갖추어야 할

논문접수일 : 2009년 1월 22일

최종수정일 : 2009년 4월 12일

논문완료일 : 2009년 4월 18일

† 교신저자 : 전영준

본 논문은 교육과학기술부의 2단계 두뇌한국 21(BK21)사업으로 인해 수행된 논문임

것이다. 이에 따라 단편적인 공학지식으로는 충분하지 못하고 지식을 종합할 수 있는 창의적 설계 능력, 즉 분야별 학제간의 포털(portal) 시스템을 구축하고 설계할 수 있는 능력이 그 어느 때 보다 강조된다.

그러나 우리나라 기존 공학교육의 경우 여러 학자들이 언급한 바와 같이 이론 중심 교육에 치우쳐, 이수 학생들의 실무설계 및 도구 활용능력 부족, 문제 해결능력의 부족, 새로운 문제의 적응력 취약, 의사 전달 능력의 부족과 팀을 이루어 공동 작업을 할 수 있는 능력이 부족하다는 지적이 많다(송동주, 2003). 이러한 기존 공학교육의 한계점으로 인해 산업계에서는 별도의 실무능력 향상을 위한 사내교육 및 위탁교육에 막대한 비용을 지출하여 기업의 경쟁력 향상에 악영향을 미치고 있는 실정이다.

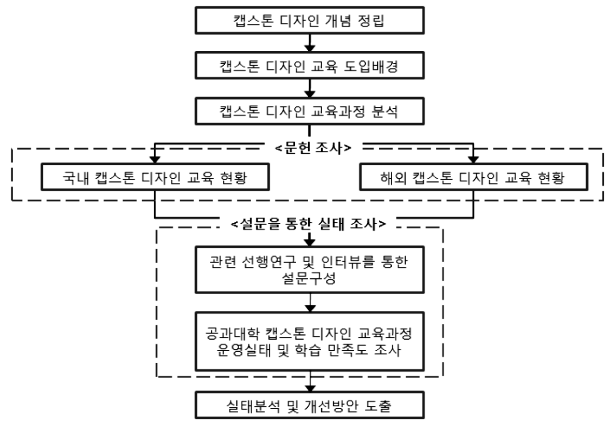
이에 최근 우리 공과대학은 이러한 기존 공학교육의 문제점을 인식·개선하고자 많은 대학에서 캡스톤 디자인(Capstone Design, 창의적 공학 설계, 종합설계) 교육을 개설·운영하고 있는 실정이다. 이러한 캡스톤 디자인 교육에 대한 관심과 활발한 움직임은 1999년 설립된 한국공학교육인증원(Accreditation Board for Engineering Education of Korea, ABEEK)에서 요구하고 있는 공학프로그램의 목표인 수요 지향적 교육과 그에 따른 종합설계 교과목의 이수 요구에 따라 논의 및 대학별 교과목 개설이 시작되었으며, 2002년 지식경제부(구 산업자원부)의 지원으로 한국산업기술재단에서 시작된 ‘창의적 공학교육 프로그램 개발 및 확산사업’을 통해 본격적으로 확대되었다.

그러나 이러한 캡스톤 디자인 교육을 뒷받침하기 위한 교육방법 및 평가방법 등에 대한 우리나라 실정에 적합한 가이드라인 제정 없이 무작정 서구 선진국의 방식을 도입하여 운영하고 있으며, 관련 분야에 대한 연구 역시 턱없이 부족한 실정이다.

따라서, 본 연구의 목적은 캡스톤 디자인 교육에 대한 현재 공과대학의 교육과정 운영 실태를 점검하고 학습 만족도를 조사·분석하여, 향후 효과적 캡스톤 디자인 교육 방법 개발 및 관련 연구 활성화를 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

2. 연구의 방법 및 범위

본 연구의 주요 연구 수행 내용 및 그에 따른 방법은 [그림 1]과 같이 정리할 수 있다. 먼저, 캡스톤 디자인 교과목에 대한 판단을 위해 공학설계 및 캡스톤 디자인의 개념과 정의를 살펴보았으며, 캡스톤



[그림 1] 연구진행 흐름도

[Fig. 1] Research Process Flow Diagram

디자인 교육의 필요성 및 도입배경을 분석·제시하였다. 이와 더불어 국내 및 해외 캡스톤 디자인 교육 현황을 조사·분석하였으며, 이러한 일련의 과정을 종합하여 공과대학 캡스톤 디자인 교육과정에 대한 운영실태 및 학습 만족도 조사를 위한 기초 설문지를 구성하고 인터뷰를 통해 설문을 확정하였다. 이를 기초로 최근 캡스톤 디자인을 이수하였거나, 이수 중인 공과대학 학생을 대상으로 설문을 실시하여 캡스톤 디자인 교육과정 실태분석 및 향후 개선방안을 도출하였다.

II. 공학설계 및 캡스톤 디자인의 개념

1. 공학설계 교육 및 창의적 공학 설계

공학설계(Engineering Design)에 대한 미국 공학교육인증원(Accreditation Board for Engineering and Technology, ABET)의 정의에 따르면, 공학설계란 필요한 것을 만들기 위해 시스템 및 구성요소, 성분을 고안하는 일련의 과정을 뜻한다. 즉, 필요한 것을 만들기 위해 종종 반복되는 의사결정 과정에서 기초과학, 수학, 그리고 공학적 지식을 활용하여 정해진 목적에 맞게 자원을 목표에 일치하도록 가공하는 것을 의미한다. 이에 따라 공학 설계 교육과정에서는 학생 창의력 개발, 개방적인 문제의식, 최신 설계 이론 및 방법론의 사용, 설계 문제 해법의 수치적 공식화, 문제 해결 대안 도출, 실행 가능성 고려, 생산 공정, 동시 공학적 설계, 구체적 시스템 묘사 등이 포함되어야 한다. 이와 더불어 경제적 요소, 안

전, 신뢰성, 미적가치, 윤리·사회적 영향 등의 현실적인 제약사항 역시 고려해야 하며, ABET 인정기준 안에서 공학적 문제 해결을 위해 조별활동을 권고하고 있다.

또한, 정동명(2008)은 공학설계 교육은 학생들이 주어진 문제나 과제의 본질을 파악하고 해결하는 능력을 갖추게 하기 위하여 스스로가 창의적인 발상을 하여 설계하고 기획하는 등 문제를 직접 해결해 보는 경험을 갖도록 하는 것으로 실험이나 실습과는 구별되는 설계교육의 중요성이 모든 학문 분야에 절실하게 요구되고 있다고 강조하고 있다.

이와 같이 공학설계 교육은 현재 상태보다 더 좋은, 더 나은 상태로 개선되는 아이디어와 그 아이디어를 실행하여 구체적인 결과를 얻는 일련의 과정(김병제 외, 2004)을 의미하는 창의성을 대변할 수 있을 것이다.

따라서, 창의적 공학 설계교육은 모방성이 짙은 기존 공학기술교육에서 벗어나 미래 산업의 변화에 대응할 수 있는 창의적인 사고와 독창적인 설계 능력을 갖춘 엔지니어 양성을 위한 교육으로 미국, 영국을 비롯한 대다수의 공학교육 선진국들은 보다 실질적이고 창의적인 교육을 위해 실제적인 문제를 교수, 학생 및 산업체가 팀을 구성하여 산학연의 연계성을 통해 문제를 해결하는 창의적이고 종합적인 공학설계교육을 캡스톤 디자인이란 새로운 교육 프로그램을 통해 운영하고 있으며, 우리나라 역시 최근 도입이 가속화되고 있는 실정이다.

2. 캡스톤 디자인의 개념과 정의

사전적 의미의 캡스톤(Capstone)은 돌기둥 벽 등의 관석, 갯돌, 절정, 정점을 뜻하는 의미로서 사전적 의미에 기초한 캡스톤 디자인 교육은 학부과정에

<표 1> 캡스톤 디자인의 정의

<Table 1> Definition of Capstone Design Course

출 처	캡스톤 디자인의 개념 및 정의
Wagenaar, T.C.* (1993)	캡스톤 디자인을 학생들이 각자의 전공에서 얻은 지식을 확장하고 비판하며 응용하는 방식으로 구체적인 연구에 통합하는 경험을 통해 절정감을 맛보도록 하는 과목
Murphy, P.D.* (2003)	학문의 지식 획득방식에 초점을 맞추어 그 학문의 질문유형과 주요 쟁점들을 다루는 과목으로서 다양한 코스들 간의 연관성에 대해 감을 갖도록 해주는 과목, 학생들로 하여금 교육에서 직업적 훈련으로 이행하게 해주는 전환점
Moore, P.D. et al.* (2004)	전공에서 공부한 내용을 여타의 과목에서 공부한 내용과 연계시키는 과목, 사회가 교육에 대해 가진 기대와 대학의 사명, 그리고 전공 교육프로그램의 사명을 연결시키고 통합시키는 과목
이재열 외 2인* (2005)	대학 4년 동안 습득한 학생들이 소양과 전공지식을 학습자인 학생이 비판적이고 종합적으로 활용하고 응용하여 학문연구나 직업 활동 등의 진로에 도움이 될 수 있도록 구체적으로 연구나 숙련 등에 적용 하고자 디자인 된 과목
지식경제부 (구 산업자원부) 보도자료 (2005)	공학계열의 학생이 실제현장에서 부딪히는 문제를 해결할 수 있는 능력을 갖도록 졸업시 졸업논문 대신 학부과정동안 배운 이론을 바탕으로 작품을 기획, 설계, 제작하는 전 과정을 경험토록 함으로써 산업현장의 수요에 적합한 창의적 기술인력을 양성하는 종합설계과목
한국산업기술재단 (2006)	공학계열의 학생이 현장에서 부딪히는 문제를 해결할 수 있는 능력을 갖출 수 있도록 마련된 제도로서 졸업논문 대신 학부교육 과정 중 배운 이론을 바탕으로 하나의 작품을 기획, 설계, 제작하도록 하여 그 전과정을 경험하게 함으로써 산업현장에서 요구하는 창의성, 효율성, 안전성, 경제성 등의 모든 측면을 고려할 수 있는 통합적 기술인력 양성을 위한 종합 설계 과목
이희원 (2006)	산업체가 요구하는 산업현장 적응역량을 갖춘 창의적 맞춤형 인력양성 교육을 수행하기 위해 학생, 교수 및 현장경험이 풍부한 산업체 전문가와 함께 하나의 작품을 기획, 설계, 제작하는 전 과정을 통하여 산업현장의 수요에 적합한 창의적 엔지니어를 양성하는 종합설계 교육 프로그램
한양대학교 산학협력중심대학 육성사업단 (2006)	학문 분야별로 습득한 전문지식을 바탕으로 하여 지역산업체에서 필요로 하는 작품 혹은 공학인으로서 제작 가치가 있는 작품들을 학생들 스스로 설계, 제작, 평가하여 봄으로써 창의성과 실무능력, 복합학제적 팀워크 능력, 리더의 역할을 수행할 수 있는 능력을 보유한 엔지니어 특성 교육 프로그램

* 류영호(2008), 공학설계교육을 위한 캡스톤 디자인 교수활동 지원 모형 개발, 부산대학교 박사학위논문, 일부발췌, 재구성

서 배웠던 모든 지식을 종합하여, 결과물을 제시함으로써 학부과정을 마무리하는 최종 교육단계를 의미한다고 할 수 있다.

캡스톤 디자인은 바로 이러한 목적을 달성하기 위한 프로그램으로서 캡스톤 디자인에 대한 개념은 학자들마다 매우 다양하게 정의되어지고 있다(표 1).

상기와 같이 여러 학자들에 의해 정의된 캡스톤 디자인 교육에 대한 정의를 종합하여 살펴보면, 캡스톤 디자인 교육의 궁극적 교육목표는 취업 후 재교육 필요 없이 곧바로 현장에서 일을 할 수 있는 유능한 인재를 양성하는 것이다. 하지만 이 프로그램의 가장 중요한 이점은 학생들의 학습동기 유발과 우수인재 유치일 것이다. 즉, 기업이 감동을 받는 교육프로그램은 공대졸업생들을 매력적으로 보이게 할 것이며, 학생들이 공학에 심취 하도록 도와주며, 공대 지망생들에게 희망을 줄 수 있을 것이다(조벽, 2004).

지금까지 여러 학자들이 정의내린 캡스톤 디자인 교육의 특성을 살펴보면 다음과 같은 공통점을 정의할 수 있다.

첫째, 캡스톤 디자인 교육은 기존 학부 졸업논문의 목적을 확장하여, 학생들이 학부과정에서 배운 지식을 종합하여 실제 현업에서 일어날 수 있는 사항을 체험하는 직업적 훈련과정이다.

둘째, 캡스톤 디자인 교육은 산업체가 요구하는 산업현장 적응역량을 갖춘 창의적 맞춤형 인력양성 교육을 위해 기존 이론식 수업에서 교육하지 않았던 다양한 문제해결 방법과 의사결정 및 의사전달 방법을 교육한다.

셋째, 캡스톤 디자인 교육은 공학적 지식 배양뿐만 아니라, 창의성, 효율성, 경제성 등에 대한 통합적 해결능력을 배양하여 산업체가 요구하는 실무역량을 향상시킨다.

넷째, 캡스톤 디자인 교육은 팀을 기반으로 학습을 수행하도록 함으로써 팀워크 역량을 증대시킨다.

Ⅲ. 캡스톤 디자인 교육

1. 캡스톤 디자인 교육의 필요성 및 도입배경

우수한 기술인력의 육성은 미래 지식산업시대를 이끌어 나갈 산업경쟁력이다. 그러나 앞서 언급하였듯이 우리나라의 경우 대학이 배출한 인력과 산업계가 요구하는 인력의 양적·질적 불균형이 지속되고 있

는 게 현실이다.

즉 우리나라의 경우 산업경쟁력 강화를 위해 우수한 기술 인력을 양성해야 하지만, 현실에서는 대졸 인력과 산업계가 요구하는 인력 간의 양적·질적 불균형이 지속되고 있는 실정이다. 특히 창의성과 경영 공학을 중심으로 한 심도 있는 창의적 공학교육이 부족해 산업현장과 괴리된 엔지니어가 양성되고 있으며, 이는 기존 공과대학의 교육이 차별성 없는 백화점식 학과운영과 이론 위주의 경직적인 교육시스템에 그 원인이 있다고 판단된다.

대학의 전공교과목은 지나치게 세분화되어 있고, 전문화되어 있다. 이에 따라 학생들은 선택을 통해 다양한 과목들을 이수하지만, 각각의 과목에서 습득한 내용을 연결하고 정리할 수 있는 기회를 갖지 못한 경우가 많다. 커리큘럼은 학생들을 기준으로 하여 볼 때 전체적으로 잘 연결되지 못하는 경우도 많다(류영호, 2008).

특히 국내 대다수의 공과대학의 경우 학사과정에서 일반적으로 130~145학점에 해당하는 과목들을 수강한다. 그러나 이러한 복합적인 목적을 달성하기 위해서는 세분화되고 분절된 과목들을 듣는 것만으로는 부족하고, 학생의 입장에서 전체를 통합하고 연결시킬 수 있는 경험을 갖추도록 하는 것이 매우 중요하다. 즉, 아무리 많은 과목을 듣는다 하더라도 상호 연관성을 파악하여 심층적인 학습으로 이어지지 못하면 안 된다는 데서 캡스톤 디자인 교육의 도입 필요성이 제기되는 것이다(이재열 외, 2005).

또한, 최근 자동차기계, 전자통신기기 등의 해당기업 기술 부문 관리자 등을 대상으로 실시된 대학교육 관련 조사에서 현장사례를 통한 교육 부족이 산업체에서 보는 대학교육의 가장 큰 문제로 지적되고 있다. 이와 같은 상황은 십여 년 전 미국 등의 선진국의 대학교육에서도 문제점으로 제기되었다(류영호, 2008). 즉, 미국의 경우 1980년대 제품개발 경쟁력 저하에 대한 반성에서 시작하여 2차 대전 이후 생겨난 엔지니어링 사이언스 위주의 공학 교육 연구에서 엔지니어링 디자인으로의 전환의 필요성이 대두되어 설계 기반의 공학 교육 및 연구 강화 노력이 산·학·관의 협력으로 진행되어 다양한 교육 프로그램을 개발·제시하였다. 그러나 그 중 산학 협력을 통한 대규모의 인턴쉽 프로그램의 경우 새로운 커리큘럼 개발에 따른 준비 미흡과 구성원 간의 인식부족으로 인해 대학, 기업 양측 모두 많은 문제점을 노출시켰다. 이는 미국의 공학교육 학제와 유사한 우리나라 역시 비슷한 문제점을 갖고 있는 상황이며, 이를 극

<표 2> 한국산업기술재단의 창의적 공학교육 프로그램 개발 및 확산 지원 사업 내용

<Table 2> Outline of Korea Industrial Technology Foundation's Project to Develop and Promote the Creative Engineering Education Program

사업내용	<ol style="list-style-type: none"> 1. 창의적 공학교육 과정의 정규교과목 화 및 운영 <ul style="list-style-type: none"> ◆ 서울산업대, 영남대, 한국기술교육대 등 3개 거점별 시범대학 지정 ◆ 06년 29개 참여대학 선정하여 동 교과과정을 정규교과목으로 운영 ◆ 제품개발에 필요한 기술의 교육을 위한 공동 커리큘럼 및 교재개발 ◆ 창의적 종합설계 과제 제작 ◆ e-learning 콘텐츠 제작 2. 설계정보화 시스템 구축 3. 설계 기술정보, 제품개발에 필요한 학습자료 등의 D/B구축을 통해 창의적 공학교육을 지원하는 정보기반형 공학교육 환경 구축 4. 창의적 종합설계 경진대회 개최 5. 창의적 공학교육 포럼 및 지역확산 워크샵 개최 6. 양자 기술협력 포럼 개최
------	---

* 한국산업기술재단 홈페이지 발췌

복하기 위한 대안으로서 대학 및 산업체는 캡스톤 디자인을 제시하고 있다.

또한, 미국의 경우 이와 유사한 시기에 공학교육 인증 프로그램이 생겨났으며, 이에 캡스톤 디자인 교육에 대해 더욱 구체적인 규정이 제정되어 확산되었다. 즉, 미국공학교육인증원(ABET)의 공학교육프로그램 인증기준인 EC2000에 따르면, 졸업생들이 실제 현업에서 엔지니어링 프로젝트를 성공적으로 수행하기에 충분한 교육프로그램을 제공할 것을 요구하고 있다. 이에 따라 대다수의 미국 공과대학에서는 공학설계(Engineering Design) 또는 캡스톤 디자인 과목을 개설·운영하고 있다.

우리나라 역시 1994년 서울산업대학교에서 처음으로 정규과목을 개설 한 이후 한국공학교육인증원(ABEEK)에서 미국공학교육인증원(ABET)과 같은 취지에 종합적인 설계교육을 강화하도록 요구하고 있어 공학인증제 확산을 기점으로 국내 공과대학 역시 캡스톤 디자인이 도입되기 시작하였다.

또한, 2001년부터 지식경제부(구 산업자원부)의 지원으로 한국산업기술재단의 핵심사업으로 ‘창의적 공학교육 프로그램 개발 및 확산 지원 사업’이 지정되고, 이를 통해 캡스톤 디자인 과목이 본격적으로 확산되었다(표 2).

2. 국내 캡스톤 디자인 교육 현황

앞서 언급한 바와 같이 우리나라 캡스톤 디자인 교육은 1994년 서울산업대학교에서 처음으로 실용 교육 강화를 위한 정규과목으로 개설되었으며, 2001

년 한국산업기술재단의 지원을 통해 본격적으로 확산되었다. 이에 따라 본 연구에서는 캡스톤 디자인을 최초로 도입하고 체계화되어 있는 국립대학인 서울산업대학교의 사례와 더불어 사립대학인 한양대학교 사례를 분석하였다. 또한 전국 10개 대학의 캡스톤 디자인 수업 강의계획서 분석을 통해 수업목표와 수업방식, 학습평가방법 등을 분석하였다.

먼저, 서울산업대의 경우 캡스톤 디자인 교과과정이 도입된 1994년 이후 매년 80개 이상의 캡스톤 디자인 성과물이 도출되고 있으며, 이 가운데 10개 작품 이상은 학교와 산업체와의 연계를 통한 과제를 개발하여 운영 중이다. 또한, 서울산업대의 경우 캡스톤 디자인 수행에 소요되는 재료비와 제작비를 현금, 또는 현물로 지원하며, 설계실무 특강과 과별 자문을 위해 교수 외에 산업체의 실무 경력자를 초빙하는 산학연계프로그램을 운영하고 있다 이와 더불어 자체 캡스톤 디자인 교육교재와 교수법을 수립하여 운영 중이다. 이 외에도 캡스톤 디자인 제작지원실을 별도로 설치하여 학생들에게 캡스톤 디자인 과제 제작을 위한 공간을 제공하고 있으며, 과제 수행과 관련된 20여개의 전문 교육장 역시 운영 중이다.

이와 더불어 지속적 캡스톤 디자인 교육의 DB화를 위해 캡스톤 디자인과 관련된 온라인 정보화 자료 및 테마강좌를 운영 중이며 관련 DB역시 웹상으로 제공하고 있다.

한양대학교의 경우 2004년도에 정부로부터 ‘산학협력중심대학육성사업단’으로 지정되어 2005년도부터 기존 학부졸업논문을 대체하는 창의적 공학설계(Capstone Design)와 졸업작품전이라는 교육모델을

개발하고, 전 공학대학 학부 3~4학년 학생들이 스스로 졸업작품을 기획, 설계, 제작, 시험평가하는 일련의 과정을 수행하고 체험하는 프로그램을 운영하고 있다(캡스톤 디자인 과목은 필수이수과목으로 총 3학기에 걸쳐 운영).

또한, 캡스톤 디자인 추진의 운영 관리 업무는 교내 산학협력중심 대학육성사업단, 공학대학, 각 전공학과에서 업무를 분장하여 운영하고 있다.

이와 더불어, 본 연구에서는 국내 캡스톤 디자인 교육에 대한 수업목표와, 수업방식, 학습평가방법 분석을 위해 전국 10개 대학의 캡스톤 디자인 강의계획서를 분석하였다. 그 결과 10개 학교 모두 ‘통합설계프로젝트’, ‘창의적공학설계’, ‘캡스톤 디자인’ 등의 다양한 명칭으로 교과목을 개설하였으나 모두 캡스톤 디자인을 전공필수수업으로 지정하여 모든 학생들이 이수하도록 하고 있으며, 주당 강의시간의 경우 4개 학교가 주당 4시간(3학점), 5개 학교가 주당 3시간(3학점), 1개 학교가 주당 4시간(2학점)으로 수업을 진행하고 있는 것으로 조사되었다. 이와 더불어 수업 목표의 경우 10개 학교 모두 팀별 수업을 기초로 하여 학생들이 배우는 각 전공들의 내용을 기반으로 한 공학설계를 통해 복합학제적 전공기술들을 통합하여 산업체가 요구하는 실무능력을 배양하는 것으로 조사되었다.

그러나 조사 대상인 10개 중 4개 학교만이 창의적 공학설계를 위한 강의와 조별 과제를 병행하여 진행하고 있는 것으로 조사되었고, 나머지 6개 학교의 경우 캡스톤 디자인 수업뿐만 아니라 다른 교과과정 역시 창의적 사고 방법, 문제해결 방법, 의사소통 및 대안 도출 방법 등에 대한 별도의 강의 없이 캡스톤 디자인 교과를 진행하고 있는 것으로 조사되어 학생들이 문제해결 과정의 습득을 통한 창의적 결과 도출에 있어 많은 제약을 안고 있는 것으로 판단된다.

또한, 3개 학교의 경우 수업 평가에 있어 출석, 과제, 발표, 수업참여도 이외에 지필고사를 치르는 것으로 조사되어 캡스톤 디자인의 취지를 고려하지 않은 교육이 진행되는 것을 알 수 있으며 이에 대한 개선이 시급하다고 판단된다.

3. 해외 캡스톤 디자인 교육 현황

앞서 언급하였듯이 창의적 공학개념이 우리나라보다 먼저 도입된 미국과 유럽, 일본 등에서는 캡스톤 디자인 교육이 이미 대다수 공과대학에서 활용되고 있다.

산학협동이 가장 활발히 이루어지고 있다는 핀란드의 경우 산학협력의 핵심 활동으로 캡스톤 디자인을 활용하고 있다. 즉, 캡스톤 디자인 모델의 구축을 통해 산학협력을 활성화하고, 이를 통해 얻어지는 특허 및 산학과제의 결과를 이용하고 있다. 이와 더불어 학생들의 창업과 취업에도 캡스톤 디자인 교육 과정을 통해 도움을 주고 있다. 일례로 헬싱키공과대학과 에브테크공과대학의 경우 산학실습학점을 필수화 하여, 산학간에 연구비와 프로젝트만 오가는 것이 아니라 실제 참여 인력들이 학교와 기업 사이를 활발히 교류하고 있다. 특히 인근 지역에 있는 기업을 활용하여 산학협력 차원에서 테스트 장비나 네트워크 장비를 학교 측에 제공하고 학교에서는 장소를 제공하는 방식이 활발히 이루어지고 있다.

미국의 경우 캡스톤 디자인을 통한 산학협력 시 기업들이 학생들의 연구성과를 실제 활용하는데 중점을 두어 운영하고 있다.

산학협력을 중점으로 한 미시건 공과대학 캡스톤 디자인(6학점)의 경우 학기 초에 기업체의 수요조사를 통해 캡스톤 디자인에 대한 전체적 소개와 더불어 기 도출된 프로젝트들에 대한 설명회를 개최하고 학생들이 이 가운데 원하는 프로젝트를 ‘입찰’을 통해 선택한다. 각 프로젝트는 5명이 팀을 이루며 1만 5천 달러를 지원받아 철저히 실제 기업이 필요한 부분을 연구하는 쪽에 포커스를 맞추고 있다. 특히 기업 담당자와의 수시 미팅을 통해 기업의 수요에 맞춘 교육을 수행하고 있으며, 팀원들은 완성 결과물에 대한 보고서와 발표를 통해 캡스톤 디자인 수업을 진행하고 있다.

일본의 경우 역시 미시건 공과대학과 유사한 캡스톤 디자인 교육과정을 통해 현업에 접목가능한 창의적이고 종합적인 공학설계교육과목이 확대되고 있는 추세이다.

특히, 일본 내 대표적 캡스톤 디자인 교육 활성화 대학인 가나자와공업대학의 경우 캡스톤 디자인 수업에 9학점을 배정하여 학년별 체계적인 교육과정을 운영하고 있으며, 전공 교수의 50% 이상을 기업 근무 경험이 있는 교수진으로 구성하여 실제 현업과의 접목을 통한 교육과정을 진행하고 있다. 특히, 기업에서 연구개발 프로젝트를 발주하면 학생들이 팀을 꾸린 후 경합을 거쳐 진행되는 기업 인턴십 제도를 운영하고 있으며, 캡스톤 디자인 수업 시 부족한 공학지식 보충을 위해 공학기초교육센터를 운영하고 있다. 이와 더불어 캡스톤 디자인 전용공간인 ‘유메코보(꿈의 공장)’를 대규모로 운영하여 연인원 9만

명 이상이 이용하고 있다.

지금까지 살펴본 해외 캡스톤 디자인의 경우 산학 협력에 초점을 둔 수업 운영을 통해 학생들의 실무적 능력 배양을 극대화 하고 있다. 특히 우리나라의 산학협력의 경우 형식적이거나 기업의 사회 공헌 쪽에 무게를 두는 경향이 있지만 해외 선진국의 캡스톤 디자인 교육의 경우 기업들이 학생들의 연구 성과를 실제 활용함으로써 캡스톤 디자인 교육의 효과를 극대화 하고 있는 것으로 판단된다.

이와 더불어 공학적 지식과 함께 창의적 문제해결 능력 및 의사결정 능력, 경제성 평가 방법 등 과제 수행을 위한 다양한 지식 역시 체계적이고 폭넓게 교육하고 있는 것을 알 수 있다.

IV. 캡스톤 디자인 교육과정 운영 실태 및 학습 만족도 조사

1. 캡스톤 디자인 교육과정 운영 실태 및 과목·학습성과 설문조사 개요

본 연구에서는 각 대학 공학교육혁신센터의 도움을 통해 2007년 이후 국내 공과대학에서 캡스톤 디자인 수업을 이수하였던 졸업생과 이수 중인 재학생을 대상으로 현 캡스톤 디자인 교육의 실태를 분석하고 이를 개선하기 위해 캡스톤 디자인 교육과정 운영 실태 및 과목·학습성과 설문조사를 실시하여 본

연구의 기본자료로 활용하였다.

- 조사기간 : 2009년 1월 9일~1월 18일(10일)
- 조사대상 : 2007년 이후 국내 공과대학 캡스톤 디자인 수업 이수자와 이수중인 학부생(7개 대학)
- 조사방법 : 방문 및 e-mail을 통한 설문조사
- 응답자수 : 242명¹⁾

이러한 설문지 구성에 있어 운영 실태 및 학습 만족도 조사를 위해, 운영 실태의 경우 실제 캡스톤 디자인 수업에 참여하고 있는 교수와 학생의 인터뷰를 통한 조사항목을 도출하였으며, 학습만족도 조사의 경우 기존 연구를 참조하여 본 연구의 목적에 맞게 수정·보완하였다.

또한, 설문조사에 의해 수집된 자료 처리는 SPSSWIN 12.0을 사용하였으며, 빈도분석과 백분율, 교차분석 및 신뢰도 측정을 적용하였다.

2. 측정도구의 신뢰성 분석

본 연구에서는 설문 분석에 앞서 설문의 캡스톤 디자인 운영실태 부분을 제외한 나머지 학습 만족도 조사에 대해 측정하는 요인들이 내적 일관성을 가지고 있는지를 나타내는 신뢰도를 검증하기 위해 문항 간의 내적 일치도를 보는 Cronbach's α 계수를 산출하였다. <표 4>에서 보는 바와 같이 전체 문항의 신뢰도는 0.9578로 분석되었다. 일반적으로 신뢰도의 척도인 Cronbach's α 계수가 0.70 이상이면 신뢰도가 있다고 보며 전체 항목을 하나의 척도로 종합하여 분석할 수 있다. 따라서 본 연구에서 사용한 척도

<표 3> 설문의 영역별 구성 내용

<Table 3> Details of the Questionnaire

범주	내용	문항수	비고
캡스톤 디자인 운영실태	성별, 졸업여부, 전공학과, 수강시기, 캡스톤 디자인 참여 형태, 조별 구성인원, 지도교수와의 정기적 미팅 주기, 조교의 배정유무 및 정기적 미팅 주기, 실제 캡스톤디자인 진행 기간, 발표 횟수, 보고서 작성여부, 경진대회 참석 여부, 예산 금액, 전용공간 제공여부, 기자재 제공여부, 주제선정 방법, 팀 구성방법, 캡스톤 디자인 수업시간 운영형식	19	명목척도, 등간척도, 주관식
캡스톤 디자인 수행과정에 대한 만족도	팀 내 역할 분담, 팀원 간 의사소통, 규칙적 팀 미팅시간, 본인 및 팀 인원의 기여도, 토론을 기초로 한 협동유무	9	Likert 5점 척도
캡스톤 디자인 수업방식에 대한 만족도	수업방식에 대한 만족, 이론식 수업과의 비교, 학업성취 도움 여부, 전공지식 이해 도움 여부, 전공흥미, 미래의 대한 시각	8	Likert 5점 척도
캡스톤 디자인 학습성과에 대한 만족도	분석적 사고능력 확대, 의사결정 방법, 팀웍 배양, 공학적 지식 적용능력 확대, 문제인식 여부, 실무적응능력, 발표능력, 시간관리 및 위기관리 능력	13	Likert 5점 척도

1) 실제 응답부수는 283부(응답율 21.3%) 였으나, 불성실한 응답자는 설문분석에서 배제하였다.

<표 4> 학습만족도 하위 구성요소별 신뢰도 분석

<Table 4> Reliability Analysis of each Subordinate Question under Student Satisfaction

척도	문항수	문항번호	신뢰도
캡스톤 디자인 수행과정에 대한 만족도	9	16.1~16.9	0.8515
캡스톤 디자인 수업방식에 대한 만족도	8	18.1~18.8	0.9216
캡스톤 디자인 학습성과에 대한 만족도	13	17.1~17.13	0.9413
전체	30	16.1~18.8	0.9578

들의 신뢰도는 캡스톤 디자인 학습 만족도를 분석하는데 문제가 없는 것으로 판단된다. 학습만족도의 각 하위 구성요소 신뢰도를 비교하면 다음과 같다.

3. 캡스톤 디자인 수강 운영실태 분석

캡스톤 디자인 수강 운영실태 분석을 위해 먼저 설문대상자들의 캡스톤 디자인 수강 형태에 대한 분석을 <표 5>과 같이 분석하였다. 그 결과 대다수의 (85.1%) 학생들이 연구소 및 기업과의 공동 프로젝트가 아닌 학교 내 자체 프로젝트를 통해 캡스톤 디자인 과제를 진행하고 있는 것으로 조사되었으며, 그 중 학과간의 통합 캡스톤 디자인 프로젝트 운영(다학제간 캡스톤 디자인)이 아닌 단일 학과 캡스톤 디자인 형태가 절반이 넘는 것(65.7%)으로 조사되어 캡스톤 디자인 교육의 취지에 부합하지 못하는 것으로 판단된다.

또한, 캡스톤 디자인 수강 형태와 예산 지원 금액에 대한 교차분석 결과 캡스톤 디자인 교육 방식이 기존 이론식 수업 및 학부졸업논문 형태에 비해 막대한 예산이 소요됨에도 불구하고, 예산 지원이 전무하다시피 한 단일 학과 캡스톤 디자인 프로젝트의 경우 산학협력 캡스톤 디자인 프로젝트 평균 예산 1,027만원에 비해 턱없이 부족한 89만원에 그치는 것으로 조사되어 이에 대한 대책이 시급한 실정이다.

이외에도 캡스톤 디자인 프로젝트 수행 시 프로젝트를 수행하기 위한 전용공간 제공 및 기자재 제공 여부는 필수적이라 할 수 있다. 그러나 이에 대한 조사결과의 경우 전용공간을 제공하는 경우가 전체의 38.0%에 그치는 실정이며, 기자재 제공여부 역시 57.9%에 그치는 것으로 조사되어 캡스톤 디자인을 수행하기 위한 지원이 매우 부족한 것으로 조사되었다.

또한, 캡스톤 디자인 주제선정 방식의 경우 캡스톤 디자인 교육의 목표와 일치하는 팀원 간의 토의 및 자료 수집을 통한 결정(53.9%)과 산업체의 요구 사항 분석을 통한 결정(5.0%)이 전체 58.9%를 차지하고 있어 긍정적으로 판단되나, 지도교수 및 조교

<표 5> 캡스톤 디자인 수강 형태

<Table 5> Capstone Design Course Type

캡스톤 디자인 수강 형태	빈도 (N)	퍼센트 (%)
일반적 학과 개설 캡스톤 디자인	159	65.7
다학제간 캡스톤 디자인 (공학교육혁신센터 지원사업)	47	19.4
수요자 위탁형 캡스톤 디자인 (공학교육혁신센터 지원사업)	4	1.7
산학협동 캡스톤 디자인 (산학협력중심대학 육성사업단)	21	8.7
누리사업 캡스톤 디자인 (지방대학 혁신역량 강화사업)	6	2.5
지방기업 주문형 캡스톤 디자인 (지방기업 주문형 인력양성 사업)	4	1.7

의 추천에 의한 결정 역시 37.3%를 차지하고 있는 것으로 조사되었다. 이와 더불어 3학기(9학점)에 걸친 캡스톤 디자인 교육이 이루어지고 있는 3개 학교 설문대상자를 대상으로 실제 캡스톤 프로젝트 참여 기간에 대한 질문의 경우 전체 수강학기(3학기)에 걸친 프로젝트의 운영 및 참여가 12.0%에 불과한 실정이며, 이 중 6개월(1학기) 이하의 실제 프로젝트 참여를 한 학생이 39.7%에 달하는 것으로 조사되어 많은 문제점을 안고 있음을 알 수 있다.

캡스톤 디자인 수업진행방식 역시 학기당 배정된 캡스톤 디자인 수업시간을 활용한 팀별 과제 진행(28.2%), 캡스톤 디자인 과제 진행을 위한 창의적 문제해결 방법 수업(29.0%)이 전체 57.2%를 차지하고 있으며, 별도의 이론식 수업 진행(10.4%)과 더불어 배정된 수업시간에 별도의 수업을 진행하지 않는 경우(32.4%) 역시 많은 비중을 차지하고 있어 이에 대한 캡스톤 디자인 교육과목에 대한 담당 교수의 인식전환이 필요하다고 판단된다.

학생들의 인식 역시 이와 유사한 상황이다. 팀원 배정 및 구성 방식에 대한 질문의 경우 팀원 간의 친분에 따른 지원 및 배정(53.3%)이 절반을 넘어서

<표 6> 캡스톤 디자인 수강 시의 주제선정 방식, 수업진행 방식, 팀원 배정 및 구성방식 조사결과

<Table 6> Questionnaire Results of Subject Selection, Course Progress, and Team Organization

항목	척도	빈도(N)	백분율(%)
주제선정 방식	지도교수 및 조교의 추천	90	37.3
	산업체의 요구사항 분석을 통한 결정	12	5.0
	팀원 간의 토의 및 자료수집을 통한 결정	130	53.9
	기타	9	3.7
수업진행 방식	배정된 캡스톤 디자인 수업시간을 활용하여 팀별 프로젝트 진행	68	28.2
	별도의 이론식 수업 진행	25	10.4
	캡스톤 디자인 과제 진행을 위한 창의적 문제해결 방법 수업	70	29.0
	수업 진행 없음	78	32.4
팀원 배정 및 구성방식	각 지도교수별 임의 배정	17	7.0
	각 지도교수 지원을 통한 배정	59	24.4
	학문분야 및 주제별 지원을 통한 배정	30	12.4
	주제 및 관심전공분야와 상관없이 팀원 간의 친분에 따른 지원 및 배정	129	53.3
	조교와의 친분에 따른 지원 및 배정	1	0.4
기타	6	2.5	

<표 7> 캡스톤 디자인 프로젝트 진행을 위한 지도교수와의 정기적 면담 주기

<Table 7> Period of Capstone Design Team Meeting with Their Advisor

구분	빈도(N)	퍼센트(%)
1주일에 1번 이상	64	26.4
한 달에 2번 이상	91	37.6
한 학기에 2번 이상	71	29.3
한 학기에 1번	8	3.3
없다	8	3.3

는 것으로 조사되었기에 학생들에게 캡스톤 디자인 교육 목표에 대한 명확한 소개가 필요하다.

그러나, 캡스톤 디자인 교육 시 프로젝트 진행을 위한 지도교수와의 정기적 면담 주기에 대한 질문의 경우 <표 7>과 같이 대다수의 학생들이 주기적으로 지도교수와의 면담을 통한 과제 진행을 수행하는 것으로 조사되어 긍정적인 것으로 조사되었다. 또한, 캡스톤 디자인 프로젝트 진행에 대한 세부 조언을 해 줄 수 있는 조교 배정 역시 전체의 70.2%로 조사되었으며, 조교와의 정기적 미팅 횟수 역시 2주에 1번 이상을 택한 응답이 전체의 61.2%로 조사되어 학생들이 프로젝트 진행에 필요한 조언을 지도교수 또는 조교로부터 정기적인 면담을 통해 얻는 것으로 조사되었다.

캡스톤 디자인 평가와 관련된 운영실태를 조사하기 위한 보고서 작성여부 및 발표와 관련된 질문의

<표 8> 캡스톤 디자인 수강 시 최종보고서 및 프리젠테이션 경험 여부

<Table 8> Practical Experience on Final Report and Presentation

항목	척도	빈도(N)	백분율(%)
최종보고서 작성여부	있다	215	89.5
	없다	25	10.5
캡스톤 디자인 프로젝트 진행 관련 발표 횟수	1회	34	14.0
	2회	71	29.3
	3회 (한학기에 1번)	53	21.9
	4회 이상	81	33.5
없다	3	1.2	

* 결측값 존재

경우 전반적으로 교육의 운영 목적에 맞게 체계적으로 이루어지고 있는 것으로 조사되었다(표 8).

먼저, 캡스톤 디자인 보고서 작성여부의 경우 전체의 89.5%가 캡스톤 디자인 보고서를 작성하는 것으로 조사되었으며, 캡스톤 디자인 프로젝트 진행 관련 발표(진도 및 중간보고, 최종발표 등) 횟수의 경우 전체의 98.8%가 발표 경험이 있는 것으로 조사되어 캡스톤 디자인 평가의 경우 체계적으로 진행되고 있다고 판단된다.

또한, 최근 정부를 비롯한 다양한 학협회 및 캡스톤 디자인 교육과정을 운영하고 있는 대학에서는 캡스톤 디자인 프로젝트 출품작을 중심으로 캡스톤 디자인 경진대회를 개최하고 있다. 이에 따른 캡스톤

디자인 경진대회 참가 경험에 대한 질의 결과 전체의 60.7%가 캡스톤 경진대회 참석 경험이 없었으며, 그 중 교외 대회 참석 자는 13.2%에 불과한 실정으로 조사되었다. 특히 교내외 대회 참석 경험을 가진 설문대상자 중 대다수(93.8%, 30명)는 일반적 학과 개설 캡스톤 디자인을 통한 경진대회 출품이 아닌 금액적으로 많은 지원을 받은 각종 산학협력 캡스톤 디자인을 수행하였던 것으로 교차분석 결과 조사되어 캡스톤 디자인 경진대회가 대다수의 학생이 경진대회 참석 기회를 얻지 못한 채 예산 지원 규모에 따라 편협적으로 운영되고 있는 것으로 판단된다.

4. 캡스톤 디자인 수행과정에 대한 만족도 조사

본 연구에서는 캡스톤 디자인 수행과정에 대한 만족도 조사를 위해 9가지 항목을 통해 설문자에게 Likert 5점 척도(매우 그렇다 =5, 그렇다=4, 보통이다=3, 그렇지 않다=2, 매우 그렇지 않다=1)를 통한 질의를 수행하였으며, 이에 따른 결과를 <표 9>와 같이 정리하였다.

먼저, 캡스톤 디자인 수행과정에 대한 만족도의 전체 질문에 대한 평균은 3.90으로 전반적으로 캡스톤 디자인 수행과정에 대한 만족도는 높은 것으로 조사되었다 이를 통해 학생들이 기존의 이론식 수업과는 다른 형태의 수업 진행인 캡스톤 디자인 교육진행과정에 보다 흥미를 느끼고 있다고 판단되며, 조별 활동을 통한 결과물 제작에 있어 체계적인 진행이 이루어지고 있다고 판단된다.

그러나, 기존의 졸업논문 수업 형태와 캡스톤 디자인 수업간의 비교 항목과 기존의 이론식 수업(일반강좌)과의 비교에 대한 질문 중 ‘그렇지 않다’와 ‘매우

그렇지 않다’를 선택한 10%의 설문응답자를 대상으로 그 이유에 대한 추가 설문을 실시한 결과 대다수의 응답자가 기존의 방식에 비해 수업에 대한 높은 부담감을 이유로 제시하고 있는 것으로 조사되었다.

이는 캡스톤 디자인 교육과정의 특성상 결과물 제작에 많은 시간이 소요되는데 반해, 캡스톤 디자인 수업이 학부 3~4학년을 중심으로 운영되고 있으며, 대부분 졸업학기인 4학년 2학기까지 운영되고 있기 때문에 졸업에 따른 취업 및 진학준비, 자격증 취득 등의 현 실태를 반영하지 못한 부담에서 비롯된 것으로 판단된다.

이에 따라 우리나라 현 실정을 감안하여 캡스톤 디자인 교육시기를 기존 대다수의 공과대학에서 채택하고 있는 3학년 2학기~4학년 2학기(3학기)에서 3학년 1학기~4학년 1학기(3학기)로의 변경 역시 고려 가능 할 것이다.

5. 캡스톤 디자인 수행방식에 대한 만족도 조사

또한, 본 연구에서는 설문응답자를 대상으로 캡스톤 디자인 수행방식에 대한 만족도 조사를 <표 10>과 같은 질문항목을 통해 실시하였다.

그 결과, 캡스톤 디자인 교육 수행방식에 따른 설문응답자의 만족도는 전체적으로 3.73으로 학생들이 느끼기에 현행 캡스톤 디자인 교육 방식이 기존 이론식 수업에 비해 졸업 후의 진로결정 및 우수 공학자 양성, 학업성취, 전공에 대한 흥미 등에 있어 만족스러운 것으로 판단된다.

6. 캡스톤 디자인 학습 성과에 대한 만족도 조사

현행 캡스톤 디자인 학습 성과에 대한 만족도 조

<표 9> 캡스톤 디자인 수행과정에 대한 만족도 조사

<Table 9> Student Satisfaction on Capstone Design Course carry out Process

구분	사례수	평균	Standard Deviation
팀 내 역할 분담이 잘 이루어졌습니까?	241	4.05	0.83
팀 미팅시간은 규칙적 이었습니까?	241	3.68	1.01
본인은 자신의 역할에 충실하였습니까?	241	4.13	0.72
다른 팀원의 팀 내 기여도에 만족하십니까?	241	3.96	0.85
팀원 간 의사소통은 원활하였습니까?	241	4.09	0.77
팀원 간 토론을 바탕으로 한 협동이 잘 이루어졌습니까?	241	4.04	0.74
기존의 졸업논문 수업 형태에 비해 도움이 됩니까?	241	3.70	0.98
기존의 이론식 수업(일반강좌)에 비해 흥미로웠습니까?	241	3.76	1.06
팀의 성과에 만족하십니까?	241	3.68	0.94
Valid N(listwise)	241	3.90	0.30

※ 결측값 존재

<표 10> 캡스톤 디자인 수행방식에 대한 만족도 조사

<Table 10> Student Satisfaction on Capstone Design Course

구분	사례수	평균	Standard Deviation
이러한 수업 방식에 대해 만족하십니까?	239	3.71	1.05
이러한 수업 방식이 향후 훌륭한 공학자를 양성하기 위해 효과적이라고 생각하십니까?	239	3.68	1.06
이러한 수업 방식이 졸업 후의 진로에 도움이 될 것을 생각하십니까?	239	3.79	1.02
기존 이론식 수업방식에 비하여 즐거웠습니까?	239	3.78	1.08
기존 학위논문 형식의 수업에 비하여 학업성취에 도움이 됩니까?	239	3.63	1.08
이러한 수업방식은 전공지식의 이해에 도움이 되었습니까?	239	3.77	0.97
캡스톤 디자인 수업을 통해 전공에 대한 흥미가 생겼습니까?	239	3.75	1.03
캡스톤 디자인 수업을 통해 자신의 미래에 대한 새로운 시각이 생겼습니까?	239	3.74	1.04
Valid N(listwise)	239	3.73	0.37

※ 결측값 존재

<표 11> 캡스톤 디자인 학습 성과에 대한 만족도 조사

<Table 11> Student Satisfaction on Improve of Their Ability through Capstone Design Course

구분	사례수	평균	Standard Deviation
수학, 기초과학, 공학적인 측면에서 문제를 파악하는 능력이 향상되었습니까?	240	2.65	1.05
수학, 기초과학, 공학적인 이론을 문제에 적용시키는 능력이 향상되었습니까?	240	3.02	0.92
자료를 이해하고 분석할 수 있는 능력 및 실험을 계획하고 수행할 수 있는 능력이 향상되었습니까?	240	3.90	0.87
문제해결을 위한 프로세스, 요소 및 시스템을 설계할 능력이 향상되었습니까?	240	3.17	0.88
복합학제적 팀의 구성원으로 역할을 할 능력이 향상되었습니까?	240	3.90	0.88
공학 문제들을 인식하여, 이를 해결할 수 있는 능력이 향상되었습니까?	240	2.90	0.87
효과적으로 의사소통 할 수 있는 능력이 배양되었습니까?	240	3.90	0.82
거시적 관점에서 공학적 해결 방안이 끼치는 영향을 이해할 수 있는 능력이 향상되었습니까?	240	3.58	0.91
사회적인 이슈들을 공학적인 측면에서 바라볼 수 있게 되었습니까?	240	2.72	1.01
문제해결을 위한 다양한 Tool의 사용을 숙지하게 되었습니까?	240	3.81	0.92
이론과 실무의 차이에 대해 이해하였습니까?	240	3.11	0.89
성과물의 필요성과 내용을 타인에게 이해시킬 수 있게 되었습니까?	240	3.94	0.83
프로젝트 진행 시 시간관리 및 위기관리 능력이 향상되었습니까?	240	3.85	0.86
Valid N(listwise)	240	3.42	0.25

※ 결측값 존재

사를 위해 설문응답자를 대상으로 13개 항목의 학습 성과 만족도 조사를 실시하였다.

이에 따른 캡스톤 디자인 학습 성과에 대한 질문 항목 구성은 캡스톤 디자인 수업이 학부 4년 동안 배운 공학적 지식을 종합하는 과목임을 고려하였을 때, 공학인증 프로그램 전체에 대한 학습 성과 평가가 가

능하다고 판단되어 한국공학교육인증원(ABEEK)의 KEC2005 인증기준 중 12가지 ‘프로그램 학습 성과 및 평가’를 기초로 하여 질문항목을 작성하였다. 이는 기존 보고된 관련 연구에서 역시 캡스톤 디자인 교육과정을 공학인증교육과목 학습성과 평가를 위한 대표적 평가도구로 사용하고 있는 것을 통해 본 설

문의 질문항목 설정이 타당함을 알 수 있다. 김명량(2005)은 캡스톤 디자인 교과목을 프로그램의 경우 KEC2005 학습성과 9, 10, 11을 제외하고 사용할 수 있다고 하였으며, 조벽(2005) 역시 KEC2005 프로그램 학습성과 9, 10을 제외하고 사용할 수 있다고 보고하고 있다.

이에 따라 캡스톤 디자인 학습 성과에 대한 만족도 조사 질문 항목의 경우 KEC2005 ‘프로그램 학습 성과 및 평가’ 중 학습 성과 9, 11을 제외한 나머지 학습 성과 항목을 기초로 13가지 질문 항목을 <표 11>과 같이 구성하였다.

그 결과, 전반적인 캡스톤 디자인 학습 성과에 대한 설문응답자의 만족도 결과는 3.42로 대체로 만족하고 있는 것으로 조사되었다.

그러나 ‘수학, 기초과학, 공학적인 측면에서 문제를 파악하는 능력’(2.65), ‘수학, 기초과학, 공학적인 이론을 문제에 적용시키는 능력’(3.02), ‘공학 문제들을 인식하여, 이를 해결할 수 있는 능력’(2.90), ‘사회적인 이슈들을 공학적인 측면으로의 판단 능력’(2.72)의 항목 등에서 전반적으로 타 학습 성과 평가 결과에 비해 낮은 만족도를 보이는 것으로 조사되었다.

이는 앞서 캡스톤 디자인 수강 운영실태 분석에서 살펴보았듯이 대부분의 캡스톤 디자인 수강 형태가 일반적 단일 학과 개설 캡스톤 디자인을 수강하고 있기 때문인 것으로 판단되며, 이와 더불어 상당수의 캡스톤 디자인 프로젝트 주제 선정 방식이 팀원 간의 토의 및 자료 수집을 통한 분석 없이 지도교수 및 조교의 추천에 의존하여 받아들이고 있는 데서 그 원인을 찾을 수 있다.

또한 팀원 배정 및 구성방식 역시 대다수의 학생들이 주제 및 관심전공분야와 상관없이 팀원 간의 친분에 따른 지원 및 배정을 선택하기에 주제에 대한 깊은 관심과 고민 없이 캡스톤 디자인 수업을 진행하고 있기 때문이며, 프로젝트 수행에 따라 발생하는 다양한 문제해결을 위한 창의적 의사결정 및 문제해결 방법론에 대한 체계적 교육 없이 캡스톤 디자인 프로젝트 진행에만 초점을 맞춘 교육이 진행되고 있기 때문으로 분석된다.

V. 결론 및 제언

지금까지 본 연구에서는 대다수의 국내 공과대학에서 학부교육으로 시행되고 있는 캡스톤 디자인 교

육에 대한 현재 공과대학의 교육과정 운영 실태를 점검하고 학습 만족도를 조사·분석하여, 향후 효과적 캡스톤 디자인 교육 방법 개발 및 관련 연구 활성화를 위한 기초자료로 활용하기 위해 공학설계 및 캡스톤 디자인의 개념과 정의를 살펴보았다. 또한, 캡스톤 디자인 교육의 도입배경 및 필요성을 분석·제시하였으며, 이러한 일련의 과정을 종합하여 공과대학 캡스톤 디자인 교육과정에 대한 운영실태 및 학습 만족도 조사를 위한 기초 설문지를 인터뷰를 통해 구성하여 최근 캡스톤 디자인을 이수하였거나, 이수중인 공과대학 학부 학생을 대상으로 설문을 실시하여 캡스톤 디자인 교육과정 실태분석을 실시하였다.

이에 따라 현재 공과대학에서 교육하고 있는 캡스톤 디자인 수업에 대한 문제점을 도출하였으며 이에 따른 개선방향을 다음과 같이 정리·도출하였다.

첫째, 복합학제적 캡스톤 디자인 운영으로의 전환이 필요하다. 현재 대다수의 캡스톤 디자인 운영 형태가 단일학과에서 이루어지고 있으며, 이는 캡스톤 디자인 교육 목적 중 기존 학부 졸업논문의 목적을 확장시키고 학생들이 학부과정에서 배운 지식을 종합한다는 취지에선 합당하다고 판단되나, 실제 현업의 경우 다양한 배경의 지식을 종합하여 의사결정을 하고 업무를 진행한다는 점에 있어 단일 학과 캡스톤 디자인 교육 형태는 다학제간 캡스톤 디자인 형태로 개선되어야 할 것이다.

또한, 실제 현업의 경우 다양한 전공 지식을 가진 인력의 협업을 통해 결과물을 도출하는 것이 일반적이기에 복합학제적 환경에서의 팀워크(Team Work)에 대한 직업적 훈련을 위해서는 다학제간 캡스톤 디자인 형태로의 운영을 통한 실제 현장에서 일어날 수 있는 상황에 대한 대처능력과 팀워크 역량을 증대시키는 데 주안점을 두어야 할 것이다.

둘째, 캡스톤 디자인의 목적을 창의적 인력양성에 주안점을 두어야 한다. 현재 국내 공과대학에서 이루어지고 있는 캡스톤 디자인 교육의 운영은 이러한 창의적 능력 배양이라는 취지가 무색하게 각 세부 전공 지식의 전달을 통한 캡스톤 디자인 프로젝트의 진행에만 초점을 맞추어 교육을 진행하고 있어 창의적 결과 도출에 있어 많은 제약을 안고 있는 실정이다.

이는 대부분의 캡스톤 디자인 수강 형태가 일반적 단일 학과 개설 캡스톤 디자인 수업을 수강하고 있기 때문이며, 상당수의 캡스톤 디자인 프로젝트 주제 선정 방식이 팀원 간의 토의 및 자료 수집을 통한 분석 없이 지도교수 및 조교의 추천에 의존하여

받아들이고 있는 데서 그 원인을 찾을 수 있다.

또한, 팀원 배정 및 구성방식 역시 대다수의 학생들이 주제 및 관심전공분야와 상관없이 팀원 간의 친분에 따른 지원 및 배정을 선택하기에 주제에 대한 깊은 관심과 고민 없이 캡스톤 디자인 수업을 진행하기 때문인 것으로 판단된다.

이에 따라 향후 캡스톤 디자인 교육은 산업체가 요구하는 산업현장 적응역량과 실무역량을 갖춘 창의적 맞춤형 인력양성 교육을 위해 기존 이론식 수업에서 교육하지 않았던 다양한 문제해결 방법과 의사결정 및 의사전달 방법을 교육함으로써 본 제약에서 자유로워져야 할 것이다. 나아가 각 대학에 설치되어 있는 공학교육혁신센터 및 공학대학 교수진을 중심으로 캡스톤 디자인 교육 이전 공학적 지식 외의 창의성, 효율성, 경제성, 의사결정 방법, 팀웍(Team Work) 극대화 방법 등에 대한 다양한 기초적 지식을 전달할 수 있는 가이드북(Guide Book)의 제정·보급이 전 공학대학 학부생을 대상으로 한 체계적 교육의 한 방안으로 적절할 것이다.

셋째, 산학협력을 통한 기업과 대학 모두의 Win-Win 전략을 강구해야 한다. 본 연구를 통해 분석된 현행 캡스톤 디자인 교육 운영실태 조사에서 나타난 현재 산학협력 캡스톤 디자인과 그 외 형태의 캡스톤 디자인의 약 1100%라는 비이상적인 평균 예산의 격차는 학교에 의존한 캡스톤 디자인의 예산 확보의 어려움을 간접적으로 보여주고 있다. 이는 산학협력을 통한 예산의 분담이 예산 부족에 따른 캡스톤 디자인 교육의 미비함을 해결할 수 있는 가장 최적의 대안임을 알 수 있으며, 학생들의 실무적 능력 배양의 측면에서 역시 긍정적인 효과를 가져 올 수 있음을 알 수 있다.

그러나 현재 우리나라 산학협력 캡스톤 디자인의 비중은 전체의 10.4%에 불과하다. 이는 대학과 기업 간 산학협력을 통한 상호보완적 관계 형성이 목적이 아닌 형식적이거나 기업의 사회 공헌 쪽에 무게를 두는 그릇된 인식이 팽배하기 때문으로 보인다. 이러한 인식이 캡스톤 디자인 수업이 기업의 이익과는 무관하다는 부정적인 시각을 형성하고 결국 기업의 캡스톤 디자인 수업 참여율을 저하시키는 원인으로 자리 잡고 있다.

이에 따라 일본과 미국의 사례처럼 적절한 캡스톤 디자인 수업 담당 교수의 확보와 설명회를 통한 기업의 수요조사, 다학제간 팀의 구성을 통한 기업의 실익에 관련된 부분을 개발해 주는 체계 등의 방안을 구축하고, 핀란드의 사례와 같이 캡스톤 디자인

수업의 예산과 기자재 및 부지의 분담 등 산학 간 실질적인 교류 체계를 구성해야 할 것이다.

이와 같이 한국형 산학협력 캡스톤 디자인 교육방법의 개발 및 도입을 통해 기업의 입장에서 기업의 요구기술을 보다 저렴한 금액을 통해 개발할 수 있을 것이고, 학생의 경우 현업에 초점을 맞춘 직업적 훈련과정을 통해 자연스러운 역량개발이 가능할 것이며, 취업 역시 보다 수월하게 이루어질 수 있을 것이다.

넷째, 대학 및 정부, 학협회의 적극적인 지원이 뒷받침 되어야 한다. 앞서 언급하였듯이 정부는 한국산업기술재단의 창의적 공학교육 프로그램 개발 및 확산 지원 사업을 통해 2001년부터 지금까지 캡스톤 디자인 교육에 대하여 다방면으로 지원을 실시하였으며, 이를 통해 캡스톤 디자인 교육이 확산되는 계기를 마련하였다. 그러나 2008년 이명박 정부 취임에 따른 정부조직개편을 통해 기존 산업자원부에서 시행하던 본 사업이 최근 종료되어 향후 캡스톤 디자인 수업에 대한 정책적·재정적 지원이 감소할 것은 불가피할 전망이다.

이에 따라 정부는 기획재정부 혹은 교육과학기술부가 주관이 되어 캡스톤 디자인 교육을 계속사업으로 지정·시행하여 지속적인 지원을 하여야 한다. 단, 기존 캡스톤 디자인 교육의 확대에 초점이 맞춰진 사업의 방향을 캡스톤 디자인 교육의 안정적인 정착이 가능하도록 수정되어야 할 것이다.

이와 더불어 대학에서는 실무적 능력을 갖춘 캡스톤 디자인 전담 교원을 확충하여 전용 공간 및 기자재 제공 등의 지원을 확대하기 위한 다양한 노력이 뒤따라야 할 것이다. 또한, 대학은 캡스톤 디자인 교육에 대한 명확한 목표 및 지향점을 참여 교수 및 학생에게 체계적으로 전달하기 위해 교내 설명회 등을 공학교육혁신센터 중심으로 진행하고, 이를 통해 기존 학부논문 및 강의와 캡스톤 디자인 교육과의 차별성에 대한 인식전환을 위해 노력해야 할 것이다.

한국공학교육학회 및 한국공학교육인증원을 비롯한 다양한 유관 학협회의 경우, 캡스톤 디자인 교육 목표에 부합하는 새로운 교수법 및 교재, 커리큘럼 등을 개발하여야 할 것이며, 전국규모 혹은 지역규모의 워크숍 및 포럼을 지속적으로 개최하여 캡스톤 디자인 교육의 전파에 노력을 기울여야 할 것이다.

이 외에도 현재 각종 관련 기관에서 별도로 시행하고 있는 캡스톤 디자인 경진대회의 통합 및 체계화를 통해 상금과 훈격 등을 상향 조정하고, 국제 경

진대회를 개최하여 해외 선진 출판작과의 비교를 통한 양적·질적 향상 역시 피하여야 할 것이다.

지금까지 본 연구는 캡스톤 디자인 교육과정 운영 실태 및 학습 만족도를 조사하여 이에 따른 문제점을 도출하였으며, 개선방안 역시 제안하였다. 그러나 본 연구는 7개 대학의 캡스톤 디자인 수강생을 대상으로 조사·분석하였기 때문에 일반화시키기에는 한계점 역시 내포하고 있다. 또한, 교육과정에 대한 문제점 도출을 단시간에 평가할 수 없는 것을 고려할 때, 앞으로 캡스톤 디자인 교육에 대한 다양한 연구가 진행되어 실제 수업 현장에 적용되어야 할 것이다.

국문요약

본 연구는 최근 공과대학에서 시행하고 있는 캡스톤 디자인 교육에 대한 현재 공과대학의 교육과정 운영 실태를 점검하고 학습 만족도를 조사·분석하여, 향후 효과적인 캡스톤 디자인 교육 방법 개발 및 관련 연구 활성화를 위한 기초자료로 활용하기 위해 공학 설계 및 캡스톤 디자인의 개념과 정의를 살펴보았다. 또한, 캡스톤 디자인 교육의 도입배경 및 필요성을 분석·제시하였으며, 이러한 일련의 과정을 통해 최근 캡스톤 디자인을 이수하였거나, 이수중인 공과대학 학부 학생을 대상으로 설문을 실시하여 캡스톤 디자인 교육과정에 대한 문제점을 도출하였으며, 이에 따른 개선방안을 제시하였다.

주제어: 캡스톤 디자인, 창의적 공학설계, 공학설계

참고문헌

김명량 외(2005), 프로그램학습성과 달성을 위한 평가도구 연구: Part 2 학생 포트폴리오, 공학교육연구, 7(4), 22-31
 김명량 외(2007), 프로그램학습성과 달성을 위한 평가도구 연구: Part 3 졸업논문, 공학교육연구, 10(1), 97-108
 김병제 외(2004), 공과대학생을 위한 창의설계입문, 인터뷰전, 1-11
 김진수 외(2007), 미국 버지니아텍 공대 신입생에 대한 '지속가능 에너지 설계' 프로젝트 수업의

효과, 공학교육연구, 10(1), 60-76
 대학정보분석과(2008), 2008년 고등교육기관 졸업자 취업통계조사, 교육과학기술부 보도자료
 류영호(2008), 공학설계교육 개선을 위한 캡스톤 디자인 교수활동 지원 모형 개발, 부산대학교 대학원 박사학위논문, 7-43
 박수홍 외(2008), 창의적 공학교육을 위한 캡스톤 디자인(Capstone Design) 교수활동지원모형 개발, 수산해양교육연구, 20(2), 184-200
 산업기계과(2004), 제2회 창의적 공학교육 전문포럼 개최, (구)산업자원부 보도자료
 산업기계과(2005), 서울대 등 7개대, '05년 창의적 설계인력양성사업 신규참여, (구)산업자원부 보도자료
 설승기(2001), 공학교육사례: 창의적 공학설계, 공학교육, 8, 9-13
 송동주(2003), 공학교육의 문제점과 개선 방향에 대하여, 공학교육과 기술, 10(2), 85-92
 유인근(2007), 공학교육인증 프로그램의 효과적인 운영방안에 관한 연구, 공학교육연구, 10(2), 62-72
 이의수 외(2006), 복합학제 설계 교과목 운영 사례와 학습효과 분석, 공학교육연구, 9(4), 10-18
 이재열 외(2005), 서울대학교 시니어 캡스톤 프로그램 연구보고서, 서울대학교 출판부
 이희원(2006), Capstone Design 교육의 교육목표와 수행과정, 지역특화산업연계 Capstone Design 교육과정 개발 보고서, 148-165
 정동명(2008), 창의적발상기법 기반의 창의공학설계, 생능출판사
 조벽(2004), A Sustainable Capstone Design Experience, 창의적 공학교육 전문포럼 자료
 조벽(2005), 캡스톤 디자인의 인증 학습 성과, 창의적 공학교육 전문포럼 자료
 한송엽, 서경덕(2002), 공학교육 성과 평가를 위한 졸업생 설문조사 사례연구, 공학교육연구, 5(1), 34-49
 허준영(2005), University of Bath의 창의공학 지도 방법 사례, 대한기계학회 2005년도 춘계학술대회 논문집, 1413-1418
 Moore P.D., Cupp, S., & Fortenberry, N.L.(2004), Linking student learning outcomes to instructional practices-Phase I, *American society for Engineering Education(ASEE) Annual Conference*

Wagenaar, T.C.(1993), *The capstone course, Teaching Sociology*, 21, 209-214

서울산업대학교 캡스톤 디자인 사업단(2006), 공학 자료실, [On-line] <http://www.capstonedesign.org>

전자신문(2007), [특집]창의적 공학교육이 국가미래다, [On-line] <http://www.etnews.co.kr>

통계청(2009), 2008년 12월 및 연간 고용동향, [On-line] <http://www.nso.go.kr>

한국공학교육인증원(2006), 공학인증기준2005, [On-line] <http://www.abek.or.kr>

한국공학교육인증원(2006), 공학인증기준2005 설명서, [On-line] <http://www.abek.or.kr>

한국산업기술재단(2005), 산학협력프로그램, [On-line] <http://www.hrdnet.or.kr>

한양대학교 산학협력중심대학, 캡스톤 디자인 소개, [On-line] <http://sanhak.hanyang.ac.kr>

한양대학교 캡스톤디자인 홈페이지, 캡스톤 디자인 규정, [On-line] <http://capstone.hanyang.ac.kr>

ABET(2001), ABET Engineering Criteria Program Educational Outcomes, [On-line] <http://www.abet.org>

Bjorklund S.A., Fortenberry N.L.(2005), Linking Student Learning Outcomes to Instructional Practices-PhaseIII, [On-line] http://www.asee.org/acPaper/2005-1433_Final.pdf

Murphy P.D.(2003), Capstone Experience, [On-line] <http://www.ndsu.nodak.edu>



전영준 (Jun, Young Joon)

2005년 한양대학교 토목환경공학과 졸업
 2007년 동 대학원 토목공학과 석사수료
 2008년 동 대학원 토목공학과 박사수료
 2009년~현재 한미파슨스(주) 건설전략연구소 연구원

관심분야: 건설관리, 건설교육, 공학교육정책, 공학인증
 Phone: 070-7118-1068
 Fax: 02-3429-6364
 E-mail: yjjun@hanmiparsons.com



이동욱 (Lee, Dong Wook)

1997년 중앙대학교 토목공학과 졸업
 1999년 중앙대학교 토목공학과 석사
 2004년 한양대학교 토목공학과 박사
 2007년~현재 제주대학교 토목공학과 조교수
 관심분야: 건설관리, 건설정보화, 공학인증

Phone: 064-754-3458
 Fax: 064-725-2519
 E-mail: dwlee@jejunu.ac.kr



장병철 (Chang, Byung Chul)

2007년 연세대학교 토목환경공학과 졸업
 2008년~현재 한양대학교 토목공학과 석사과정
 관심분야: 건설관리, 건설교육

Phone: 031-400-4108
 Fax: 031-418-2974
 E-mail: bcc@hanyang.ac.kr

저 자 소 개



이태식 (Lee, Tai Sik)

1978년 서울대학교 토목공학과 졸업
 1983년 Univ. of Wisconsin - Madison 토목공학과 석사
 1990년 Univ. of Wisconsin - Madison 토목공학과 박사

1994년~현재 한양대학교 건설환경시스템공학과 교수
 관심분야: 건설관리, 건설정책, 건설교육
 Phone: 031-400-5145
 Fax: 031-418-2974
 E-mail: cmtsl@hanyang.ac.kr