

공학설계입문 운영사례를 통한 설계과제 평가기준 탐색

유경현[†]
군산대학교 기계자동차공학부

A Study on Evaluation Criteria of Design Project through a Case Study of Introduction to Engineering Design Course

Kyung-hyun Ryu[†]
School of Mechanical & Automotive Engineering, Kunsan National University

ABSTRACT

This paper explores and proposes the evaluation criteria of design projects in the entry-level design course. In the entry-level engineering design course the students proceeds various design projects to understand the concept of engineering design process and to develop the creativity. The evaluation criteria of design projects is very important component because the outcome of students in the engineering design course are effected from the evaluation criteria that enforces the students to focus on doing their task. According to this case study the evaluation criteria can be good solution to evaluate the design projects. By the outcome standard of ABEEK on the entry-level engineering design course the evaluation criteria was selected with the results of design projects such as design plan, report, handicrafts, objectives.

Keywords: Engineering design, Evaluation criteria, Design project, Accreditation of engineering education

I. 서 론

지식 기반산업으로의 전환에 따라 산업사회에서는 기존 제품을 잘 모방하고 개선할 수 있는 수준의 인재에서 창의적인 아이디어로 가치를 창출하고 제품(상품)화시킬 수 있는 인재를 요구하고 있다.

한국공학교육인증원(ABEEK)에서는 이러한 산업사회에서 요구하는 공학분야 인재를 육성하기 위하여 기본적으로 공학교육 졸업생이 갖추어야할 요구사항을 제시하고, 성과중심(outcomes based) 교육을 바탕으로 지속적 자율개선구조를 통해 졸업생의 능력과 자질을 향상시키도록 요구하고 있다. 졸업생의 실무 적용력을 높이기 위하여 설계 관련 교과목을 체계적으로 편성하도록 요구하는 공학교육인증제를 국내 모든 대학에서 활발히 도입하면서 공학설계 교과목에 많은 관심을 갖게 되었다. 특히, 공학설계입문 교과목은 저학년에서 공학설계의 일반적인 개념에 대한 이해와 창의력을 기르기 위한 기초설계(또는 설계입문) 교과목으로, 공학분야 공통으로 요구하는 대표적인 설계위주의 교과목이다(한국공학교육인증원, 2011년 KEC2005 인증기준).

공학설계입문 교과목에서 학생들은 다양한 설계 과제를 경험하면서 설계에 대한 일반적인 개념을 이해하게 되고 창의력을 기르게 되는데, 이 과정에서 평가기준 및 지표의 선정에 따라서 관심 영역이 달라지고 이에 따라 배양되는 역량이 달라지기 때문에 설계프로젝트를 통한 교과목 학습성과를 달성하기 위해서는 평가기준을 잘 구성하고 제시할 필요가 있다. 국내에서 공학설계입문에 대한 교재들(정동명, 2008; 이광수 외, 2010; 이경우 외, 2006; 김용세, 2009; 장용철, 2010; 김진욱 외, 2009; 박강 외, 2009; 이창훈·김기수, 2007; 이강, 2009)은 다양하게 출간되어 창의성 함양 및 설계방법을 제시하고 있으나, 설계 위주의 실습에 대한 교재와 평가기법 등은 부족한 것이 현실이다.

따라서 본 논문에서는 기초 공학설계 능력을 배양하고 창의력을 기르기 위한 공학설계 입문 교과목에서 설계 주제에 대한 운영 사례를 통해 공학교육인증에서 요구하는 설계관련 핵심역량을 배양하기 위한 설계 과제의 평가 방안을 고찰해 보고자 한다.

II. 공학설계입문의 요건과 학습성과

한국공학교육인증원 KEC 2005기준에서는 공학설계 입문에서 공학설계에 대한 일반적인 개념에 대한 이해와 창의력을 기르기 위한 기초설계(또는 설계입문) 교과목을 이수하도록 요구

Received 20 August, 2011; Revised 17 September, 2011

Accepted 19 September, 2011

[†] Corresponding Author: khryu@kunsan.ac.kr

하고 있다. 또한, 일련의 설계 구성요소와 제한 조건이 골고루 다루어져야 한다고 명시하고 있다. 공학설계입문용 설계 과제가 갖추어야 할 구체적인 요건은 다음과 같다.

1. 설계과제에서 요구하는 요건

가. 설계 구성요소

설계과정을 구성하는 설계 요소에는 목표와 기준의 설정, 합성, 분석, 제작, 시험, 평가 그리고 결과 도출 등이 포함된다. 따라서 개별 설계 교과목에서는 다양한 방법(학생의 창의력 함양, 개방적 사고를 통한 문제 해결, 현대적인 설계 이론과 방법의 개발, 설계 문제의 공식화, 설계서 작성 방법, 다양한 방식의 문제해결 고찰, 기능성의 고찰, 구현 과정, 협업적 설계, 상세 시스템 명세작성 등)으로 설계요소를 선택적으로 교육시킬 수 있도록 설계 과제를 구성해야 한다.

나. 설계 제한조건

설계과정에서 요구하는 또 하나의 요소는 설계 제한 조건 설정이다. 설계과제를 진행하는데 있어서 발생할 수 있는 여러 가지 현실적인 제한 조건 즉, 경제, 환경, 사회, 윤리, 미학, 보건 및 안전, 생산성과 내구성, 산업표준 등에 대한 요소를 포함하도록 설계과제에 제한 조건을 설정해야 한다. 이러한 설계 제한 조건을 토대로 설계 과제의 목표에 부합하는 최적의 설계 결과를 도출할 수 있도록 유도할 필요가 있다.

다. 설계 노트

공학교육인증에서 설계 교과목은 체계적인 방법으로 설계를 계획하고 추진하도록 요구하고 있다. 공학설계과정은 일반적으로 5단계로 나누어 진행된다. 첫째, 주어진 설계 문제를 인식하고 목표를 파악하는 것이다. 둘째는 설계 문제를 해결하기 위한 다양한 아이디어를 창출하는 것이며, 셋째로 아이디어를 구현하기 위한 개념설계, 상세설계, 최적설계 과정을 다룬다. 넷째는 최적설계를 통해 나타난 설계 문제를 제작, 시험, 평가하는 것이며, 마지막으로 완성된 설계 과제(또는 작품)을 시연하고 발표하는 것이다.

이러한 일련의 설계 과정은 설계 노트를 통해 상세히 기록되어야 한다. 설계 노트에는 설계 계획서, 회의록, 설계 과정, 결과 등이 기록되어 향후 지적재산권 분쟁에서 승리할 수 있는 기초가 된다. 설계과제를 통해 이러한 설계노트를 작성하는 습관을 배양시키는 것이 필요하다.

2. 공학설계입문의 학습성과

가. 설계 능력

공학설계입문 교과는 저학년의 학생들이 수강하는 설계 기초 교과목으로서, 특별한 전공지식이나 과학적 지식을 요구하는 과정이 아닐지라도 다양한 설계 요소를 경험시킬 수 있도록 운영되기 때문에 설계능력을 측정하고 평가할 수 있어야 한다. 설계 구성요소와 현실적 제한 조건속에서 설계 능력을 평가하도록 설계 과제가 구성되어야 한다.

나. 문제해결 능력

설계 과제에서는 나타난 문제를 해결하기 위해 다양한 아이디어 창출 등의 창의적으로 사고하는 과정이 이루어진다. 이러한 문제해결능력들이 설계 과제를 통해 평가되어야 한다.

다. 공학 실무도구 능력

공학설계입문 교과와 설계과제는 필요에 따라 설계 결과를 시각적, 공간적으로 표현될 수 있어야 한다. 계획서 및 보고서 작성, 발표 자료 작성, 작품 제작, 시험 및 평가 등의 과정 중에 파워포인트 및 엑셀, UCC 동영상 만들기 등의 다양한 공학적 실무도구를 사용하게 되며, 다양한 실무 도구 능력을 배우게 된다.

라. 팀워크 능력

공학설계 과제는 대부분이 2인 이상의 팀으로 구성하여 운영되는 것이 일반적이다. 팀은 공동의 목적을 가진 집단으로서, 개인이 공동의 목적을 달성하기 위해 팀의 구성원으로서 주어진 책무를 수행하는 활동 과정 중에서 다른 사람과 소통하는 팀워크 능력을 기를 수 있다.

마. 의사소통능력

의사소통 능력은 공학도에게 매우 중요한 능력이다. 공학설계 과제를 수행하는 과정 중에 자신의 의사를 팀원들에게 전달하거나 설계 계획서 및 결과보고서 등을 발표함으로써 의사표현 능력을 기르고 이로 인해 자신감을 가질 수 있어야 한다.

III. 공학설계입문 프로젝트 평가 방안 사례

공학설계입문 교과에서 요구하는 학습성과를 달성하기 위한 설계프로젝트 운영사례를 통해 평가기법을 적용해 보고, 적절한 평가 방안을 고찰해 보고자 하였다. 본 과정은 2011학년도 1학기에 군산대학교 기계자동차공학부 1학년 학생을 대상으로 개설된 “기계공학설계입문” 교과목을 통해 이루어졌다.

1. 기계공학설계입문 교과 개요 및 강의계획

군산대학교 기계자동차공학부는 공학교육인증 기계공학심화

Table 1 Weekly schedule for the entry-level engineering design course

주	강의 내용	주	강의 내용
1	서론, 자기 소개, 공학설계란? - 자기소개 및 팀 편성, 팀장 선출	9	창의적 사고의 개발(발산적 기법) - 설계과제 [2] / 기계공학 전공(상세 설계)
2	문제 정의 및 공학설계	10	창의적 사고의 개발(수렴적 기법) - 설계과제 [2] / 기계공학 전공(최적 설계)
3	공학설계 절차 - 설계과제 [1] / 기계공학 전공(개념 설계)	11	설계과제 [2] 결과 발표 - 기계공학 전공(제품 구현 및 발표회)
4	문제해결 방법론(TRIZ 및 모순행렬) - 설계과제 [1] / 기계공학 전공(상세설계)	12	보고서 및 공학윤리 - 설계과제 [3] / 공통 주제(개념 설계)
5	문제해결 방법론(ARIZ, ASIT, CID) - 설계과제 [1] / 기계공학 전공(최적설계 및 제작)	13	설계과제 [3] 활동 - 공통 주제(상세 설계)
6	설계과제 [1] 결과 발표 - 기계공학 전공(제품 구현 및 발표회)	14	설계과제 [3] 활동 - 공통 주제(최적 설계)
7	팀워크 - 설계과제 [2] / 기계공학 전공(개념 설계)	15	설계과제 [3] 활동 - 공통주제(제품구현 및 발표회)
8	중간고사	16	기말고사

과정으로 운영되고 있으며, 공학설계입문 교과목으로 기계공학 설계입문을 운영하고 있다. 1주에 4시간씩 편성되어, 공학설계 과정, 공학문제 해결절차, 아이디어 창출, 팀워크 등의 이론과정과 설계 프로젝트를 병행하고 이론과 설계 실습을 연계하여 운영하였다. 자세한 주차별 강의계획은 Table 1과 같다.

2. 설계과제

본 교과에서는 설계 능력을 배양하기 위하여 전공 지식을 갖고 있지 않으면서도 흥미를 유발하고 설계과정을 체험할 수 있도록 설계 과제를 구성하였다. 다양한 설계 경험을 체험하기 위해 3개의 프로젝트를 기획하고 강의가 시작되기 전에 공지하였다. 구체적인 설계 과제는 다음과 같다.

가. 프로젝트 1 : 계란살리기

본 과제는 군산대학교 공대 2호관 옥상(지상 15m)에서 계란을 자유낙하시켰을 경우 계란이 깨지지 않고 빠르게 낙하하도록 안전장치를 설계하는 것이 목적이며, Table 2와 같이 구성 요소 및 제한 조건하에서 작품을 제작하고 평가한다.

1) 제한 규정

- 계란은 경진대회 당일 지급하는 생계란을 사용한다.
- 계란을 지급하고 10분 이내에 안전장치가 구비되어야 한다.

2) 설계 내용

- 주어진 설계 조건하에서 안전장치의 공학적 개념설계, 상세설계, 최적설계에 대한 연구 노트를 작성하라.

Table 2 Design elements and realistic constraints for design project 1

	항목	적용	내용
구성 요소	목표 설정 및 기준	○	장치 제작 및 성능
	합성		
	분석	○	계란의 충돌속도와 도달 시간 계산 및 분석
	제작	○	계란 보호장치 제작
	시험	○	작품 성능 시험
제한 조건	평가	○	성능 및 우수성 평가
	경제성	○	예산 비용 산출 및 원가 절감 방안 반영
	안전성	○	계란의 안전
	신뢰성		
	외관성		
	윤리성		
	사회적 영향		

- 설계를 토대로 계란 보호장치를 제작하라.
- 자유낙하시켰을 경우, 지상에 도달할 경우의 계란의 충돌 속도와 지상에 도달할 때까지 걸리는 시간을 계산하고 분석하라.
- 안전장치를 설계하기 위한 원가절감 방안을 고찰하라.

3) 과제 내용 및 평가

- 작품 제작 후 경진대회를 통해 작품의 성능을 입증하고 평가를 받아야 함.
- 주어진 설계과제에 대한 완료 보고서(연구노트 포함)를 작성하여 제출하여야 함.

- 설계 작품(안) 및 결과에 대한 PPT 발표(팀당 5분 발표)
- 평가 비율 : 설계계획서(아이디어 전개과정, 부품 조달, 조립 형상 등) 발표 25%, 제작된 안전장치 품평(외관, 구조) 25%, 경진대회 순위(낙하시간, 안전도 등) 30%, 완료보고서(제작 과정 및 작품 사진 포함) 20%

나. 프로젝트 2 : 모형자동차 만들기

본 과제는 생활 주변에서 구할 수 있는 재활용품을 이용하여 모형자동차를 설계 제작하는 것이 목적이며, Table 3과 같은 구성 요소 및 제한 조건하에서 작품을 제작하고 평가한다.

1) 제한 규정

- 생활 주변에서 구할 수 있는 재활용품을 이용한다.
- 구입 부품 수량은 전체 부품 수의 30%를 초과할 수 없다.
- 전체 질량은 6kg 이하로 제한한다.
- 전지, 연료 등과 같은 외부 에너지를 사용하지 않는다.
- 주행로는 보도블록(공대1호관 광장)으로 하고, fairway를 설정한다.
- 지정된 fairway에서 주행한 거리로 평가한다(fairway를 벗어나면 감점).
- 모형자동차는 몸체와 2개 이상의 축, 바퀴로 구성한다.

2) 설계 내용

- 주어진 설계 조건하에서 모형자동차의 공학적 개념설계, 상세 설계, 최적설계에 대한 연구 노트를 작성하라.

Table 3 Design elements and realistic constraints for design project 2

	항목	적용	내용
구성 요소	목표 설정 및 기준	○	장치 제작 및 성능
	합성	○	다양한 재활용품을 합성
	분석		
	제작	○	모형자동차 제작
	시험	○	작품 성능 시험
제한 조건	평가	○	성능 및 우수성 평가
	경제성	○	예산 비용 산출 및 원가 절감 방안 반영
	안전성		
	신뢰성		
	외관성	○	모형자동차로 재탄생한 재활용품의 심미성
제한 조건	윤리성		
	사회적 영향	○	폐기물의 재활용에 따른 영향 고찰

- 설계를 토대로 모형자동차를 제작하라.
- 모형자동차 제작에 소요된 재활용품 등의 원가를 분석하고 보고서에 제시하라.

3) 과제 내용 및 평가

- 작품 제작 후 경진대회를 통해 작품의 성능을 입증하고 평가를 받아야 함.
- 주어진 설계과제에 대한 완료 보고서(연구노트 포함)를 작성하여 제출하여야 함.
- 설계 작품(안) 및 결과에 대한 PPT 발표(팀당 5분 발표)
- 평가 비율 : 설계계획서(아이디어 전개과정, 부품 조달, 조립 형상 등) 발표 25%, 제작된 자동차 품평(외관, 구조) 25%, 경진대회 주행거리 순위(보도블록 위의 fairway) 30%, 완료보고서(제작과정 및 작품 사진 포함) 20%

다. 프로젝트 3 : 교량만들기

본 과제의 목적은 나무 이쑤시개(wooden tooth-picks)와 목공용 접착제(glue)만을 사용하여 가장 강한 다리를 설계하는 것이다. 학생들이 다리를 설계 및 제작하고 붕괴되는 과정 속에서 구조물의 힘을 학습하기 위한 것으로, Table 4와 같이 설계 구성요소와 제한 조건하에서 작품을 제작하고 평가한다.

1) 제한 규정

- 교량은 등근 나무 이쑤시개와 목공용 접착제만을 사용하여 제작되어야 한다.
- 교량의 총 중량은 100g을 초과해서는 안된다.

Table 4 Design elements and realistic constraints for design project 3

	항목	적용	내용
구성 요소	목표 설정 및 기준	○	장치 제작 및 성능
	합성		
	분석	○	트러스 구조의 역학 관계 계산 및 분석
	제작	○	트러스구조의 교량 제작
	시험	○	작품 성능 시험
제한 조건	평가	○	성능 및 우수성 평가
	경제성	○	예산 비용 산출 및 원가 절감 방안 반영
	안전성	○	교량 구조의 안전
	신뢰성		
	외관성	○	사회적 반영 가능성
제한 조건	윤리성		
	사회적 영향		

Table 5 Evaluation criteria for design projects

구분	평가 항목(점수)	평가 영역	평가 내용 및 기준	배점
설계 계획서 평가 (25)	계획서 내용 (11)	설계 계획서 내용	• 설계 목표(제목 및 방법 등)가 설정되어 있다.(상, 중, 하)	0~2
			• 문제해결을 위한 다양한 아이디어 창출 과정이 나타나있다.(상, 중, 하)	0~2
			• 개념 설계, 상세설계 및 최종설계가 되어 있다.(상, 중, 하)	0~3
			• 설계과제의 추진 일정 및 체계가 수립되어 있다.(상, 중, 하)	0~2
			• 팀원 간에 역할 분담이 되어 있다.(상, 중, 하)	0~2
	계획서 구성 (4)	계획서 자료 구성	• 다양한 도구를 사용하여 발표 자료를 준비하였다.(상, 중, 하)	0~2
	발표력 (5)	발표 능력	• 발표 자료를 체계적으로 구성되어 있다.(상, 중, 하)	0~2
			• 내용을 설득력있게 전달한다.(상, 중, 하)	0~2
			• 발표시간을 잘 지킨다.(상, 중, 하)	0~2
	팀 기여도 (5)	활동 수기	• 청중의 반응이 좋다.(상, 중, 하)	0~1
작품 외관 평가 (25)	창의성 (10)	문제해결 접근방법과 기술성	• 활동 수기에 대한 평가 점수(상, 중, 하)	0~5
			• 문제해결 접근방법이 창의적이고 우수 기술을 사용하였다.	10
			• 다른 것을 모방하였으나 기술을 개선시켰다.	7
	제작성 (8)	작품의 견고함과 구조적 안정	• 모방하는 수준이고 기술성도 결여되었다.	4
			• 견고하게 제작되었고, 구조적으로 매우 안정적이다.	8
			• 견고하지만 구조적으로 불안하다.	6
	심미성 (7)	작품의 완성도 및 외관성	• 제작은 하였지만 완전한 구조를 갖추지 못했다.	3
			• 작품의 완성도가 매우 높고, 누구나 갖고 싶도록 아름답게 제작하였다.	7
			• 작품의 완성도는 높으나 외관성이 조금 부족하다.	5
			• 완성도와 외관성이 부족하다.	3
목표 달성 평가 (30)	안전성* (20)	달걀의 안전한 낙하 여부	• 달걀이 깨지지 않고 지상에 도달하였다.	20
			• 달걀이 깨지지 않았지만 금이 생겼다.	5
			• 달걀이 깨졌다.	0
	낙하 속도* (10)	작품의 낙하속도 순위	• 달걀이 깨졌다.	0
			• 낙하속도 순위 1위	10
			• 낙하속도 순위 2위	8
			• 낙하속도 순위 3~4위	6
			• 낙하속도 순위 5~6위	4
	재활용율** (15)	재활용품 활용 비율	• 낙하속도 순위 7위 이하	2
			• 재활용품의 활용율이 100%이다.	15
• 재활용품의 활용율이 90% 이상이다.			13	
• 재활용품의 활용율이 80~90%이다.			10	
• 재활용품의 활용율이 70~80%이다.			8	
• 재활용품의 활용율이 70% 이하이다.			2	
주행거리*** (15)	작품의 주행거리 순위	• 재활용품의 활용율이 70% 이하이다.	2	
		• 주행 거리 순위 1위	15	
		• 주행 거리 순위 2위	13	
		• 주행 거리 순위 3~4위	11	
		• 주행 거리 순위 5~6위	9	
하중 측정**** (30)	작품의 하중 지지력	• 주행 거리 순위 7위 이하	7	
		• 지지 하중 순위 1위	30	
		• 지지 하중 순위 2위	25	
		• 지지 하중 순위 3~4위	20	
		• 지지 하중 순위 5~6위	15	
• 지지 하중 순위 7위 이하	10			

Table 5 Continued

구분	평가 항목(점수)	평가 영역	평가 내용 및 기준	배점
결과 보고서 평가 (20)	보고서 (10)	보고서 형식 및 내용	• 형식에 맞게 보고서를 잘 작성하고, 내용(설계 및 제작 과정 등)이 잘 표현되었다.	10
			• 형식에 맞게 보고서를 작성하였으나 내용이 미흡하다.	8
			• 형식에 맞게 보고서를 작성하였으나 내용이 미흡하고 기한내에 제출하지 못하였다.	5
			• 보고서 양식에 문제가 있으며 기한내에 제출하지 못하였다.	2
	설계노트 (5)	설계 노트 내용 및 정리	• 조직적이고 체계적으로 정리되어 설계 과정을 모두 파악할 수 있다.	5
			• 정리를 깔끔하게 되어 있으나 설계 과정의 기록이 약간 미흡하다.	4
			• 설계 과정의 기록이 많이 부족하다.	2
			• 설계 과정의 내용을 기록하지 않았다.	0
	팀원 상대 평가 (5)	팀원 상대 평가	• 팀원 상대평가 점수 및 순위	0~5

※, ※※, ※※※ : 각각 계란살리기, 모형자동차만들기, 교량만들기 프로젝트에 대한 목표달성 평가 항목임.

- 교량은 하중 측정 지지대의 폭 500mm에 걸릴 수 있도록 만들어야 한다.
- 교량 구조물의 중간에 무게추가 놓여진다. 교량은 적어도 10 초 동안 그 모양을 유지해야 한다.

2) 설계 내용

- 주어진 설계 조건하에서 교량의 공학적 개념설계, 상세설계, 최적설계에 대한 연구 노트를 작성하라.
- 설계를 토대로 트러스 구조의 교량을 제작하라.
- 제작된 트러스 구조의 중앙에 힘이 작용할 경우, 역학관계를 계산하고 분석하여 보고서에 제시하라.

3) 과제 내용 및 평가

- 작품 제작 후 경진대회를 통해 작품의 성능을 입증하고 평가를 받아야 함.
- 주어진 설계과제에 대한 완료 보고서(연구노트 포함)를 작성하여 제출하여야 함.
- 설계 작품(안) 및 결과에 대한 PPT 발표(팀당 5분 발표)
- 평가 비율 : 설계계획서(아이디어 전개과정, 부품 조달, 조립 형상 등) 발표 25%, 제작된 교량 품평(외관, 구조) 25%, 경진대회 순위(지지하중 등) 30%, 완료보고서(제작과정 및 작품 사진 포함) 20%

3. 설계과제 평가기준

공학설계입문 교과에서 갖추어야할 핵심 학습성과들을 배양할 수 있도록 평가영역 및 기준을 선정하는 것이 중요하다. 하지만 설계과제를 진행하면서 참여 학생들이 창출할 수 있는 결과물은 대표적으로 설계 계획서, 설계 작품, 결과보고서(보고서, UCC 등)이다. 따라서 설계과정 중에 나타난 이들 결과물들을

이용하여 평가영역 및 기준을 제시함으로써 학생들이 핵심 역량들을 갖추도록 해야 한다. Table 5는 앞에서 제시한 설계프로젝트를 통해 학생들을 평가하기 위한 평가 영역 및 기준을 정리하여 나타낸 것이다.

가. 설계 계획서 평가

설계 계획서에는 설계 문제를 인식하고 설계목표를 설정하며 설계 과제 전체를 진행하는 상황을 모니터링할 수 있는 중요한 척도이다. 설계 계획서를 통해서는 모든 학습성과(설계 능력, 문제해결 능력, 공학실무도구 능력, 팀워크 능력, 의사소통 능력)를 평가할 수 있으나 공학실무도구 능력, 팀워크 및 의사소통 능력에 평가의 주안점을 두었다.

이에 따라 주어진 구성요소와 제한조건들하에서 설계 문제를 해결하기 위한 아이디어 창출과정, 간단한 설계 과정(개념설계, 상세설계, 최적설계)의 여부, 설계과제 추진일정 및 체계, 팀원 간의 역할 분담 내용 등을 평가기준으로 선정하였다. 또한, 발표 능력을 제고할 필요성에 따라 설계계획서를 PPT 파일로 작성한 후 전체 학생들 앞에서 발표하도록 하였으며, 발표에는 발표 자료 준비성 및 구성, 발표능력(내용 전달, 청중의 반응, 발표시간 준수 등)을 평가기준으로 삼아 학생들에게 발표가 중요함을 인식하도록 하였다.

나. 작품 외관 평가

본 교과에서 제시한 설계프로젝트들은 모두 시각적으로 표현될 수 있는 것으로, 설계 작품이 나타나도록 하였다. 이에 따라 설계 결과에 따라 나타나는 작품의 외관을 평가함으로써 설계 능력 및 문제해결 능력의 학습성과를 평가하고자 하였다. 설계 문제를 해결하기 위한 창의성, 제작성, 심미성을 주요 평가 지표로 선정하였다.

다. 목표달성 평가

설계 프로젝트의 최종 평가가 이루어지는 것으로, 주어진 구성요소와 제한조건들하에서 각각의 설계 문제의 해결 정도를 평가하게 된다. 각각의 설계프로젝트 특성에 따라 설계 능력과 문제해결 능력을 측정하기 위한 목표달성 평가를 다르게 선정하였다. 계란살리기 프로젝트는 계란의 안전성과 낙하 속도를 평가지표로 선정하였으며, 재활용품을 이용한 모형자동차 프로젝트에서도 모형자동차를 만들기 위한 재활용품의 재활용율과 주행거리를 평가지표로 선정함으로써 평가지표간에 모순성을 갖도록 하였다.

이쑤시개를 이용한 교량만들기 프로젝트에서는 제한조건내에서 교량이 지지할 수 있는 하중을 측정함으로써 목표달성 평가를 측정하였다.

라. 결과보고서 평가

설계 과제의 모든 과정을 결과보고서를 통해 판단할 수 있음에 따라 설계 능력과 의사소통 능력을 주요 측정 지표로 삼았다. 따라서 설계 결과보고서에 나타난 보고서 형식 및 내용을 평가하였고, 설계 과정이 담겨있는 설계 노트의 내용 및 정리 상태 등을 평가하였다. 또한, 전체의 설계과정을 UCC로 제작하여 제출하도록 하였다.

IV. 적용 및 평가 결과

1. 설계 프로젝트 진행 및 평가기준 적용

본 교과목의 수강인원은 45명이었으며 팀당 5~6명의 팀원을 구성하여 전체 8팀을 운영하였다. 3개의 설계프로젝트를 같은 팀원끼리 진행하도록 하였으나 역할 분담을 위해 각 프로젝트마다 팀장을 변경하여 운영하였다.

Figs. 1~3은 각각 계란살리기, 모형자동차, 교량만들기 프로젝트의 완성 작품 샘플을 나타낸 것이다. 모든 팀들이 작품을 완성하고 경진대회를 통해 작품의 성능을 시연하였다.

2. 평가기준 적용 결과

설계 프로젝트에 대한 평가는 수강 학생들을 대상으로 군산대학교 공학교육인증지원시스템(<http://abeek.kunsan.ac.kr>)을 이용하여 마지막 주에 온라인으로 실시하였으며, 전체 45명의 학생 중 44명이 응답하였다.

가. 설계프로젝트 수업에 대한 만족도

Table 6은 설계프로젝트 수업에 만족도 조사 결과를 나타낸



Fig. 1 A Sample of egg protector

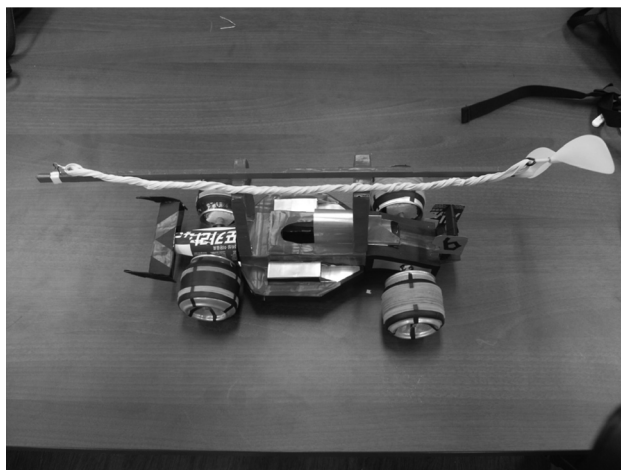


Fig. 2 A Sample of model vehicle made by using recyclable materials

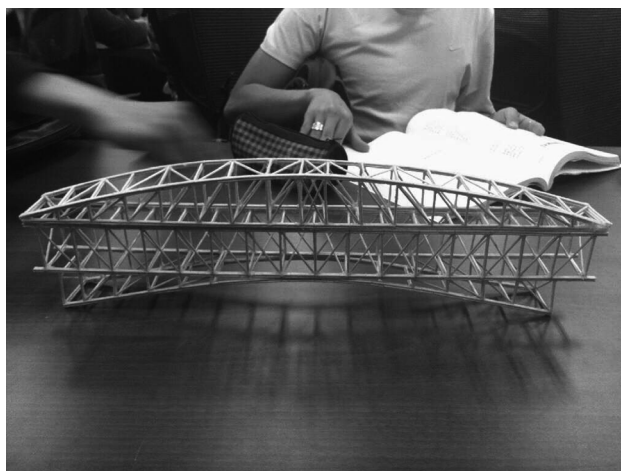


Fig. 3 A Sample of bridge made by using toothpicks

Table 6 Student satisfaction on design projects course

문항	응답(%)				
	매우 그렇다	그렇다	보통이다	그렇지 않다	매우 그렇지 않다
설계 프로젝트를 수행함으로 인해 공학설계 과정을 잘 이해하였다고 생각합니까?	11	34	45	7	2
설계프로젝트 진행시, 설계프로젝트에 대한 안내 및 설명은 잘 이루어졌습니까?	14	43	36	7	0
설계 프로젝트에 대한 과제(계획서, 작품, 결과보고서 등)는 학습내용을 보완하고 이해하는데 도움이 되었다.	16	40	37	7	0
설계프로젝트 수업은 해당 분야의 전문가로서 갖춰야할 지식을 습득하는데 도움이 된다고 생각한다.	9	35	47	9	0
설계프로젝트 수업은 과목특성에 맞게 잘 진행되었다고 생각한다.	11	48	39	2	0
전체적인 설계 프로젝트 수업에 대한 만족도는?	14	35	49	2	0

Table 7 Student survey on the design process of projects

문항	응답(%)							
	문제정의	아이디어 창출	개념설계	상세설계	최적설계	작품제작	작품평가	기타
설계 프로젝트 진행시 시간이 가장 많이 소요된 과정은 ?	0	14	0	2	2	74	2	5
설계 프로젝트 진행시 가장 어렵고 힘들었던 과정은 ?	0	28	0	5	7	51	0	9
설계 프로젝트 진행시 가장 즐겁고 흥미로웠던 과정은 ?	2	23	5	0	2	42	21	5
설계 프로젝트 진행시 중요하다고 생각하는 과정은 무엇입니까? (중복 선택 가능)	1	35	11	4	9	28	5	7

것으로, 질문에 대하여 5점 척도(매우그렇다, 그렇다, 보통이다, 그렇지 않다, 매우 그렇지 않다)로 실시하였다.

설계프로젝트를 수행함으로 인해 공학설계과정을 잘 이해하였다는 긍정적(매우 그렇다와 그렇다)인 응답(45%)이 부정적(그렇지 않다와 매우 그렇지 않다)인 응답(9%)보다 우세함에 따라 설계프로젝트가 공학설계과정을 이해시키는데 도움이 됨을 알 수 있었다.

또한, 설계프로젝트 수업이 해당 분야 전문가로서 갖춰야 할 지식을 습득하는데 도움이 되었는데 설문에 긍정적인 응답이 부정적인 응답보다 우세하게 나타났으며, 전반적으로 수업에 대한 만족도가 높게 나타났다.

나. 설계 과정에 대한 중요도 인식

Table 7은 설계프로젝트 진행 과정 중 학생들이 중요하다고 생각하는 설계과정을 설문 조사한 것이다.

학생들은 설계 프로젝트 진행시 작품 제작이 가장 많은 시간을 소요하면서 힘들었으면서도 가장 흥미로웠다고 응답하였고, 그 다음으로는 아이디어 창출이라고 응답하였다. 한편, 학생들이 생각하는 설계 프로젝트 진행시 중요하다고 생각하는 과정은 아이디어 창출이라고 응답하였고, 그 다음으로 작품 제작, 개념 설계, 최적설계 순으로 중요하다고 응답하였다. 따라서 설계 프로젝트시 작품 제작보다는 아이디어 창출에 평가의 비중치를 높이는 것이 바람직하다고 판단된다.

다. 설계프로젝트에 대한 학습성과 향상 만족도

Table 8은 설계프로젝트 진행을 통해 학생들의 학습성과 향상 정도를 파악하여 나타난 것이다.

설계 계획서를 작성하면서 계획서 및 PPT 작성 능력의 향상도를 살펴본 결과, 부정적인 응답은 전혀 없었으며 긍정적인 응답이 각각 44%와 51%로 나타나 관련 학습성과를 향상시키는데 효과적임을 알 수 있다.

한편, 발표를 통한 자신감 향상 정도는 58%의 학생이 향상되었다고 응답한 반면 23%의 학생이 아직도 발표에 두려움을 갖고 있다고 응답해 잦은 발표 기회를 통해 발표 능력을 배양시킬 필요가 있음을 알 수 있다.

또한, 설계 프로젝트를 통한 결과보고서 및 UCC 작성 능력은 긍정적인 응답이 각각 40%와 56%로 부정적인 응답 7%보다 우세하게 나타남을 알 수 있었다. 그러나 UCC의 경우 참여하지 않은 학생이 14% 정도로 높게 나타나 이에 대한 대책이 필요함을 알 수 있다.

팀워크를 통한 팀워크 능력의 향상 정도는 긍정적(57%)인 응답이 부정적(16%)인 응답보다 우세하게 나타났으며, 공학설계 능력의 향상 정도는 부정적(7%)이라는 응답보다 긍정적인 응답(71%)이 월등하게 높아 설계 프로젝트 수업이 설계 능력을 향상시키는데 도움이 되는 것으로 나타났다.

종합적으로 판단할 때, 발표를 통한 의사전달 능력과 팀워크 능력을 향상시킬 수 있는 방향으로의 설계과제가 주어지는 것

Table 8 Student satisfaction on the course outcome of design projects

문항	응답(%)					
	매우 그렇다	그렇다	보통이다	그렇지 않다	매우 그렇지 않다	참여하지 않아 모름
설계 프로젝트 과제로 작품 계획서를 PPT로 작성하였습니다. 이를 통해 설계계획서 작성(설계 목표, 아이디어 창출, 개념설계, 상세설계, 최적설계, 추진일정 및 체계 등) 능력이 향상되었다고 생각합니까?	2	42	51	0	0	5
설계 프로젝트 과제로 작품 계획서를 PPT로 작성하였습니다. 이를 통해 PPT 작성 능력이 향상되었다고 생각합니까?	14	37	40	0	0	9
설계 프로젝트 과제로 작품 계획서를 다른 사람들 앞에서 발표할 기회가 주어졌습니다. 이를 통해 발표하는데 자신감을 얻었다고 생각합니까?	30	28	9	7	16	0
설계 프로젝트 과제로 결과보고서를 작성하여 제출하고 평가를 받았습니다. 보고서 작성 능력이 향상되었다고 생각합니까?	7	33	47	7	0	7
설계 프로젝트 결과로 UCC를 제작하였습니다. UCC 제작 능력이 향상되었다고 생각합니까?	14	42	23	7	0	14
설계 프로젝트 수행시, 팀워크를 통해 팀워크 능력이 향상되었다고 생각합니까?	17	40	26	14	2	0
설계프로젝트 수업은 나의 공학설계 학습능력을 향상시키는데 도움이 되었다고 생각한다.	5	66	23	7	0	0

이 바람직하고 이는 평가지표도 그에 맞게 제시되어야만 할 것으로 사료된다.

라. 설계프로젝트 평가안에 대한 만족도 조사

설계프로젝트에 대한 평가 안에 대한 학생들의 만족도를 조사하였다. 현재의 설계 프로젝트를 설계계획서, 작품외관, 목표달성도, 최종보고서 평가의 공정성에 대한 질문에 35%의 학생은 긍정적이라고 답하였으며, 51%의 학생은 보통, 14%의 학생은 부정적이라고 답하여 대체적으로 양호함을 알 수 있었다.

한편, 설계 프로젝트에 대한 현재의 평가 비율(설계계획서 25%, 작품외관 25%, 목표달성도 30%, 최종보고서 20%)에 대한 적절성에 대한 질문에 학생들은 40%의 학생이 긍정적으로 답한 반면, 49%는 보통, 12%는 부정적으로 답변하였다. 이에 평가비율이 어느 정도가 적당한지는 질문에 제1순위로 26%의 학생이 설계계획서 10%, 작품 외관 30%, 목표달성도 40%, 최종보고서 20%로 적절하다고 응답하였으며, 23%(2순위)의 학생은 현재 제시한 비율이, 19%(3순위)의 학생은 설계계획서 30%, 작품 외관 20%, 목표달성도 30%, 최종보고서 20%로 적절하다고 응답하였다.

또한, 작품 계획서 평가시 적용한 상세 평가항목 인 계획서 내용(설계 목표, 아이디어 창출, 개념설계, 상세설계, 최적설계, 추진일정 및 체계 등), 발표 자료 작성 능력(PPT 활용성 등), 발표력(발표 자세 및 태도 등) 중에 가장 비중있게 평가되어야 하는 영역은 각각 47%, 33%, 21%로 응답하여 계획서 내용을 중요하다고 판단하였다. 작품 외관에 대한 평가시 창의성(작품의 기술 및 창의적 문제해결 능력 등), 제작성(구조적 안전성 등), 심미성(완성도 및 외관성 등) 중에 중요하게 평가되어야 하는 항목은 각각 70%, 23%, 7%로 응답하여 창의성이 가장 중요한 평

가항목임을 인지하게 되었다.

결과보고서 평가에 대한 중요 평가 항목은 보고서 형식 및 내용, 설계 노트가 각각 63%, 37%로 응답하여 1학년 학생들에게는 보고서 작성 능력에 대한 관심이 더 많음을 알 수 있다.

V. 결 론

본 연구를 통하여 공학설계입문 교과에서 요구되는 학습성과에 맞는 설계 프로젝트에서 활용가능한 평가기준을 제시하고 운영 결과를 살펴보았다. 평가기준에 대한 학생들의 자기만족도는 상당히 긍정적으로 나타났으나, 교과에서 요구하는 교과목 학습성과를 달성하기 위해서는 학생들의 관심 분야의 방향을 평가 기준을 통해 조절할 필요가 있음을 알게 되었다.

학생들은 설계과정에서 작품제작에 더 많은 흥미와 시간과 열정을 쏟고 있으나 문제해결을 위한 중요성은 학생들도 아이디어 창출에 있음을 인지하고 있기 때문에 평가 배점을 아이디어 창출에 가중치를 주는 것이 바람직하다고 판단된다.

설계 계획서 및 결과보고서, UCC 동영상 제작 등의 과제를 통한 평가 기준으로 인해 학생들이 공학실무도구 능력을 배양할 수 있음을 알 수 있으나, 과제에 대한 참여도가 떨어져 있는 학생들을 참여시키고 팀워크 능력을 향상시키기 위해서는 팀원 간의 상호 평가 가중치를 높일 필요가 있으며, 발표력 향상을 통한 의사소통 능력을 배양할 수 있도록 모든 학생들이 골고루 발표기회를 갖도록 평가 기준을 선정하는 것이 요구된다.

참고문헌

1. 정동명(2008). **창의적 발상기법 기반의 창의공학설계**, 생능출판사.

2. 이광수·이승기·윤희진·양순용·안동규(2010) **공역. 공학입문 창의적 공학설계**, 휴먼사이언스.
3. 이경우·김병재·이태희·황농문·한송엽(2006). **공학문제 해결입문**, 시그마프레스.
4. 김용세(2009). **창의적 설계입문**, 생능출판사.
5. 장용철(2010). **PBL기반 창의설계입문**, 도서출판 동화기술.
6. 김진옥·박근호·송태권·신병록·어윤·이수현·임형철·한중대(2009). **창의공학설계**, 도서출판 인터비전.
7. 박강·김병재·장혁수·김영옥·박용원(2009). **공학문제 해결의 길 라잡이 창의 공학**, 교보문고.
8. 이창훈·김기수(2007). **공학입문자를 위한 창의공학설계**, 한티미디어.
9. 이강(2009). LEGO MINDSTORM NXT를 이용한 공학설계입문 운영사례. **공학교육연구**, 12(2): 83-88.
10. 한국공학교육인증원(2011), **공학인증기준 설명서2005(KEC2005)**, 한국공학교육인증원.



유경현 (Kyung-hyun Ryu)

1997년: 전북대학교 기계공학과 공학석사

2003년: 전북대학교 기계공학과 공학박사

2005년~현재: 군산대학교 기계자동차공학부 교수

관심분야: 내연기관, 자동차공학, 친환경 대체에너지

Phone: 063-469-4871

Fax: 063-469-4727

E-mail: khryu@kunsan.ac.kr