

공학설계에서 협동 글쓰기 가르치기

권성규[†]
계명대학교 기계자동차공학과

Teaching Collaborative Writing in Engineering Design Courses

Sunggyu Kwon[†]
Professor, Department of Mechanical and Automotive Engineering, Keimyung University

ABSTRACT

This paper recommends to teach technical writing as a part of the curriculum of engineering design courses. Some features of both engineering design and keystone design course as well as capstone design course for engineering students are studied before the relationship of those features with written communication are investigated. After the characteristics of collaborative writing are reviewed, some aspects of integration of teaching technical writing into engineering design courses are evaluated. Technical writing for engineering students is best taught by collaborative writing approach in engineering design courses.

Keywords: technical writing, collaborative writing, engineering design, capstone design, team work

1. 서 론

공과대학에서 글쓰기 교육은 공학교육인증과 관련하여 시작하게 된 것이다. (사)한국공학교육인증원의 'KEC2005' 기준 2에 공대를 졸업하는 학생들이 성취해야 하는 12가지 학습성과가 열거되어 있는데, 그 중 '(7) 효과적으로 의사소통할 수 있는 능력'이 있다. 또, 기준 3에 의하면, 인증을 받으려는 공과대학 학과는 설계 교육과정을 포함하여 최소 54학점 이상의 전공 교과목을 학생들이 배우도록 해야 하고, 설계 교육과정에는 기초설계와 종합설계 등이 포함되어야 한다. 설계/프로젝트 교과목은 일련의 설계/프로젝트 구성 요소들과 다양한 현실적 제한 조건들도 다루며, open-ended problem, communication skill, teamwork을 모두 다루고 있음을 입증할 수 있게 편성되어야 한다.

이 요구를 충족하기 위해서 대부분의 공과대학들은 늦어도 2학년 1학기에는 기초설계¹⁾를 가르치고, 그 이후 다양한 전공 교과목들에서 설계 요소²⁾들에 대해 가르친 후, 4학년에는 종합

설계³⁾를 가르친다. 4) 학생들은 기초설계에서 설계가 무엇인지를 경험하고, 종합설계에서는 여러 교과목들에서 배운 요소 설계 지식들을 총체적으로 적용할 수 있는 능력을 드러내어야 한다. 과목 학습목표중 하나인 의사소통 기량 개발의 성취 정도는 보통 보고서와 발표에 의해 평가된다.

Paretti(2008)에 따르면, 어디를 가도 엔지니어들이 더욱 효과적으로 의사소통할 수 있기를 바라고, 공학 교육 연구 자료에는 글쓰기와 말하기를 전공 주제와 통합하는 수많은 과제와 과목들의 예가 있다. 그러나 그 자료들에서 공대생들이 의사소통 기량들을 어떻게 개발하고 그리고 그렇게 개발하는 것이 실제 수업에 어떻게 영향을 미치는지에 대해 자세히 점검한 것은 찾아보기 어렵다.

기초설계 교육을 개발하기 위해 노력하고 있으나, 설계와 관련한 글쓰기 능력 개발에 대한 것은 드물다. 설승기(2000)에는

제에는 반드시 보고서가 포함된다.

- 3) 이 과목의 이름도 다양한데, 이 논문에서는 '캡스톤디자인(capstone design)'으로 쓴다. 캡스톤디자인은 공학교육인증제가 도입되기 전에는 졸업 논문, 졸업 작품 혹은 졸업 프로젝트의 형태로 운영되던 과목이다. 캡스톤디자인은 공대를 졸업하는 '학생들이 무엇을 할 수 있는지'의 관점에서 학습성과를 측정하는 도구로 이용된다. 학생들이 몇 명씩 팀을 짜서 지도교수를 정한 후 설계 주제를 선정하는 형태와 팀들에게 모두 같은 설계 주제가 주어지는 형태가 있다(임동진, 2006, p. 59).
- 4) "공학설계 과목의 목표는 학생들이 과학, 공학 과학, 사회 및 인문학 과목들에서 배운 것들을 실제 엔지니어링 문제들의 해결에 적용하는 기량들을 개발하기 위한 것이다"(Dixon, 1966, p. 9).

Received 16 January, 2014; Revised 27 January, 2014

Accepted 28 January, 2014

[†] Corresponding Author: cmack@kmu.ac.kr

- 1) 각 대학 개별 학과마다 기초설계 과목(보통 3 학점) 이름이 다양하여, 예를 들어, '창의공학설계,' '창의공학설계입문' 등이 있고, 이 논문에서는 '공학설계입문(keystone design)'이라는 이름을 쓴다.
- 2) 학생들은 일부 전공 선택 과목들에서도 과목 주제와 관련한 설계 요소들을 배우고 그에 상응하는 (개별)설계 과제를 해야 한다. 과

서울대학교 전기공학부의 창의공학설계 과목의 강의 내용표가 제시되어 있으나, 의사소통 기술 개발을 위해서는 주로 조별 발표에 치중하고 있음을 알 수 있다. 김이형(2005)이 실험을 주요 주제로 하는 공학설계입문 과목을 개발하기 위해 제시한 교과목 내용에는 기술보고서 작성법과 구두발표 기법 등이 포함되어 있으나, 글쓰기 교육의 구체적인 내용은 언급되어 있지 않다. 또, 부산대학교 기계공학부 2학년 학생들이 수강하는 창의적 공학설계 과목의 초점은 CAD를 활용한 도면 작성과 로봇 경연대회이고, 3학년 학생들을 대상으로 하는 설계 및 제작 과제의 초점은 연구계획서, 조사보고서, 설계보고서 및 제품 개발 계획서 작성인데(이은화, 2007), 다양한 장르의 문서를 학생들이 작성해야 함에도 불구하고 글쓰기 관련 교과 내용은 보고되어 있지 않다.

종합설계 과목을 개발하기 위한 노력도, 주로 아이디어 생성, 제품 고안, 및 작품 제작 등에 관한 것인데 반해, 의사소통을 위한 설계 글쓰기 교육 개발을 위한 노력은 미미하다. 부산대학교 기계공학부 4학년 학생들은 문제 상황을 중심에 두고 협동 작업을 거쳐 문제를 해결하며 졸업설계 및 제작과제 과목을 이수하는데 연구계획서, 연구논문 작성 및 연구 발표를 한다(이은화 2007). 이태식(2009)은 캡스톤디자인 과목이 지식의 전달을 통한 프로젝트의 진행에만 초점을 맞추고 있고, 팀원 간의 토의나 수집한 자료에 대한 분석도 없이 교수나 조교의 추천에 의존하여 주제가 선정되는 등의 문제를 지적하고, 팀워크 역량 증대를 강조하며, 의사전달 방법의 교육 필요성 등을 제기하였다. 또 서울과학기술대 기계설계자동화공학부의 캡스톤디자인 교과목(4학년 1년간) 운영 개요(이희원, 2010)에서 발표자료 작성과 발표요령에 대한 교육내용은 있으나 설계보고서와 최종보고서에 대한 교육내용은 없고, 평가도 발표 위주로 되어 있는 것을 볼 수 있다. 동명대학교 컴퓨터공학과 4학년 학생들은 팀별 프로젝트로 1년간 수행하는 종합설계기반 두 과목(전공연구 I/II)에 대해 개별 설계팀은 ‘프로젝트 주제검토,’ ‘연구과제계획서,’ 및 ‘프로젝트수행 결과보고서’ 세 가지 문서를 반드시 제출해야 하는데, 그 과목들의 교육 내용에는, 개별 문서의 세부내용 목차는 제시되어 있으나(이동명, 2012), 그 문서 작성을 위한 교육 내용이 포함되어 않아 아쉽다.

또, 팀 활동을 강조하는 공학설계 수업 방식에 대한 관심은 나타나고 있으나, 팀워크에 바탕을 둔 글쓰기 의사소통 교육에 대한 관심은 적다. 주종남(2006)은 결과물을 만들어 내기 위한 팀 활동 과정을 언급하였으며, 신민희(2009)는 PBL(문제중심 학습법)⁵⁾이 설계 교과목이 요구하는 학습경험을 제공한다는 측

면에서 효과적인 교수-학습방법이 될 수 있다고 보고 PBL을 공학설계 수업의 방법적 틀로 제시하였다. 이희원(2010)은 학생의 자기주도 학습과 교수가 학생들을 충분히 관찰할 수 있는 과목의 특징을 들어 캡스톤디자인을 전형적인 PBL 체계의 과목으로 보았다. 김성봉(2010)은 공학도들의 창의적 문제해결 능력을 기르기 위해 설계교과에 문제중심학습(PBL)을 적용하였으나, 15주 설계교육 수업 시나리오를 보면, 예를 들어, ‘성공적인 대학 축제’와 같은 ‘문제’를 제시하는 등으로 주제가 공학설계에 관한 것이 아닌 아쉬움이 있다.

대부분의 대학들에서 가르치는 글쓰기 교육과정은 공대생들이 엔지니어로서 필요한 글쓰기 의사소통 능력⁶⁾을 기르기에겐 미흡하다. 교양 글쓰기와 전공 글쓰기의 연계성이 거의 없어서, 교양 작문강좌에서 학습한 내용은 전공 영역에 대한 글쓰기 과제를 하는데 거의 효과가 없다(최건아, 2012)⁷⁾. 신선경(2008)에 따르면, 공대생들을 위한 “과학기술의 연구 방법론에 기반한 학술적 글쓰기”와 “과학기술자의 직업 활동에 기초한 실용적 글쓰기”를 중심으로 하는 현행 글쓰기 “교과목의 목적과 내용이 공학교육의 목적과 내용을 모두 반영하지 못하고 있다.” 게다가 그런 글쓰기 교육은 “전공 지식에 대한 이해와 실제적 적용, 현실적 필요에 따라 창의적 설계를 돕는 구체적 의사소통 기술⁸⁾에 대한 내용을 적극적으로 담고 있지 못하다.” 또 실험에 대한 보고서를 쓰고 발표할 역량이 갖춰지지 않은 “공학계열 저학년 학생들에게 과학논문 작성법을 교수한다는 것은 갓난아기에게 밥을 먹이려는 것과 크게 다르지 않다.”(이인영, 2010). ‘전공글쓰기’에서 자기성찰이나 피상적이거나 가상적인 주제(예, PBL을 위한 ‘문제’)에 대한 글쓰기를 학습하는 것도 공학설계보고서를 쓰는 역량 개발에 별 도움이 되지 않기는 마찬가지이다(김혜경, 2010). 따라서 ‘주제 중심’ 글쓰기에서 학습한 명제적 쓰기 지식을 조사와 탐구를 병행하는 ‘관계망’식 쓰기를 통해 절

수업 모형이고,” “학습자들이 실제적이고 상황적인 문제를 가지고 소집단 내에서 문제해결을 위한 일련의 과정을 거치게 하는 수업 방법이다”(김성봉, 2010, p. 4311).

- 6) 연구 기술 개발 자료들을 의미 있는 방식으로 합성하고, 그래프와 표 등 시각자료를 이용해서 효과적으로 자료를 제시하며, 응집력과 설득력 있게 논증할 수 있는 능력(Yalvac, 2007, p. 119).
- 7) 그렇지만, “교양교육 경험을 전공 강좌 수강과 통합시킴으로써... (교양과 전공) 양쪽 분야의 ... 상호증진의 기회로 삼을 수 있다. 뿐만 아니라 교양과 전공의 연계교육을 통해 학습의 전이가 보다 수월해 질 수 있고, 교양교육에서 얻은 비판적 사고나 문제 해결 스킬들을 자신의 전공에도 활용할 수 있을 것이다.”(김순임, 2013, p. 49).
- 8) 엔지니어들은 다음 유형의 의사소통에 능숙해야 한다. 글쓰기(보고서, 제안서, 메모, E-메일, 지침서, 회의록), 구두 발표(회의, 설계 검토, 최종 발표), 시각 자료(스케치, 도면, 표, 그래프, 차트, 포스터, 슬라이드), 수학식(방정식, 통계 분석), 대인 관계(팀 회의, 고객 회의, 사용자 및 전문가 인터뷰)(Yarnoff, 2010, p. 159)

5) PBL은 “복잡한 실제 세계의 맥락에서 자주 발견되는 비구조화된 문제를 제시하고 이에 대한 유의미한 해결책을 찾아냄으로써 교과 지식과 기술뿐만 아니라 문제해결전략을 동시에 학습할 수 있는

차적 지식으로 전개하며 실습할 수 있는 과목의(김성숙, 2012) 개발이 필요하다.

필자가 일하는 학교에서는 학생들이 1학년 때 ‘교양세미나와 글쓰기’(3학점)에서 1학점만큼의 글쓰기를 배우고, 2학년 때 ‘기술보고서작성법’에서 기초글쓰기와 전공글쓰기를 통합해서 배운다⁹⁾. 그런데 2학년 ‘공학설계입문’이나 4학년 ‘캡스톤디자인’에서 학생들이 쓴 보고서를 보면, 글쓰기 과목들에서 뭘 배웠는지가 걱정되는 정도로, 그 형식과 내용이 엉성하다.

공학설계뿐만 아니라 전문 주제에 대한 팀 활동 글쓰기와 의사소통을 제대로 경험할 수 있도록 공학설계와 글쓰기를 통합해서 가르치는 것이 이상적이다. 1980년대 들어서, 미국 대학들의 공대 교수들은 신입생 실험보고서로부터 4학년 설계 과목에 이르기까지 공대 교과과정 여러 곳에 글쓰기 과제¹⁰⁾를 추가하기 시작했다(Hanson, 2008). 설계 과목들은 기술 의사소통 과목들이나 실험 실습 과목들과 함께, 학생들이 의사소통 기량을 개발할 수 있는 교과과정의 중요한 부분으로 여겨져 왔다(Paretti, 2008). 설계 과정의 매 단계에서 의사소통이 요구되기 때문에, 설계를 공부하는 동안 의사소통을 공부하는 것은 일리가 있다(Yarnoff, 2010)¹¹⁾. 그런데, 우리나라 거의 대부분의 대학들에서 읽기, 말하기, 글쓰기, 토론 등의 의사소통 과목들을 가르치고 있지만, 전공과 분리된 별도의 과목들로 개설되고, 연계나 협력력이 전혀 이루어지지 않고 있다(신선경, 2008).

이 논문에서는 공과대학 학생들에게 의사소통 글쓰기를 제대로 가르칠 수 있을 뿐만 아니라 공학설계의 학습목표를 성취하는데 기여할 수 있도록 공학설계 과목에 글쓰기를 통합해서 협동 글쓰기 방식으로 가르칠 것을 권한다. 2장에서는 공학설계가 무엇이고, 설계는 어떻게 어떤 과정으로 진행되는지, 그를 위해 대학에서 가르치는 공학설계입문과 캡스톤디자인은 어떤 과목인지, 3장에서는 공학설계의 의사소통 특성에 대해서, 4장에서는 협동 글쓰기를 소개한 뒤, 5장에서는 공학설계에 글쓰기를 통합하여 협동 글쓰기 방식으로 가르침으로써 전문 주제에 관한 의사소통 글쓰기 교육의 목표를 성취하는데 기여할 것을 기대하는 관점에서 토의하고, 결론을 짓는다.

9) 2014년부터는 1학년 1학기에 새로 ‘글쓰기 기초’(3 학점)를 배우고, 1학년 2학기에 ‘교양세미나와글쓰기’를 배운다.

10) 전공과목에 글쓰기를 추가해야 한다면, 공대 교수들은 대체로 보고서, 제안서, 혹은 메모 쓰기를 기존의 과목에 통합하는 것이 최선의 옵션이라고 믿는다(Hanson, 2008, p. 516).

11) 미국 Northwestern 공대 신입생들은 공학설계와 글쓰기를 통합한 과목을 공대 교수와 Writing Program 강사들에 의한 team-teaching으로 배우는데, 수업은 주로 강의가 아닌 coaching으로 진행된다(Grose, 2007, p. 45). Engineering Design and Communication, EDC. Northwestern University, Writing Program 홈페이지에서 확인. 2010년 Design Thinking and Communication으로 개명.

II. 공학설계

현재 글쓰기를 가르치는 대부분의 사람들이 공학설계에 대한 이해가 부족하다는 전제하에, 글쓰기를 공학설계와 연관하여 가르치는데 필요한 설계를 위한 문제 해결 방법과 설계 과정에 관한 기초 지식을 소개한다. 설계 과정은 주로 Dieter(2013)의 내용을 요약한 것이다.

설계 또는 design¹²⁾은 인간의 수요를 충족하기 위한 계획을 세우는 것, 새로운 제품을 생산하기 위한 계획을 세우기 위해 반복하는 의사 결정(Karsnitz, 2009), 혹은 새로운 것을 생성하거나 문제를 푸는데 사용되는 과정을 말하기도 한다. 설계한다는 것은 사회의 인지된 필요를 충족하기 위해서 새로운 어떤 것을 다시 합성하거나 새로운 방식으로 현존하는 사물들을 배열하는 것이다. 공학설계는 “추상적인 아이디어를 구체적인 제품으로 만들어가는 과정”이다(박강, 2010). 따라서 공학 관점에서 설계는 과학과 수학의 원리를 바탕으로 문제를 해결하는 기술(technology)을 개발하는 것이다. 설계는 기술적 성취 요구조건들을 충족하는 것을 넘어 널리 사회의 필요를 충족해야만 한다.

1. 설계 방법

설계 방법은 과학 탐구 방법과 매우 유사하다. 아래 Fig. 1은 5-단계 루프 과학 방법(a)과 설계 방법(b)의 비교를 보여준다.

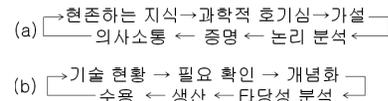


Fig. 1 (a) The scientific method and (b) the design method (Dieter, 2013)

설계 방법은 그 시점의 기술 현황 지식으로 시작한다. 그 지식에는 과학 지식을 포함하여 장비, 구성 요소, 재료, 제작 방법, 및 시장과 경제 조건들이 포함된다. 설계는, 과학적 호기심보다는, 보통 경제적 요인들에 의해 표현되는 사회적 필요에 의해 추진된다. 필요가 확인되면, 설계 과정은 어떤 종류의 모델로 개념화된다. 수학적이건 물리 모델이건 간에, 제품이 생산되거나 혹은 프로젝트가 포기되는 때까지, 모델의 성과물은 거의 항상 반복을 통한 타당성 분석을 거쳐야 한다. 생산 국면에 들어가면, 설계는 기술 세상에서 경쟁을 맞게 된다. 설계 방법의 루프는

12) 우리나라에서는, design은, 대체로, 미의 추구하고 관련된 때 ‘디자인’(예, ‘산업 디자인’)으로, 공학 과학의 원리들을 적용하는 때에는 ‘설계’라고 (예, ‘기계 설계’) 말한다. 혹은 ‘디자인’은 외형을 아름답게 꾸미는 미술과 연관된 분야로, ‘설계’는 공학의 한 분야로 느낀다(김관명, 2013, p. 61).

제품이 세상에서 인기를 얻는 때에 완성된다.

설계에 유용한 문제 해결 방법론은 다음 단계들로 구성된다:

① 문제 정의, ② 정보 수집, ③ 해결책들의 반복적인 생성, ④ 대안들의 평가와 의사 결정, ⑤ 결과에 대한 의사소통. 이 문제 해결 방법은, 제품을 개발하기 위한 착상이나 구성 요소의 설계에서나, 설계 과정의 아무 시점에서 이용될 수 있다.

첫째로 문제 정의 혹은 공식화는 문제 해결에서 가장 긴요한 단계이다. 문제 정의는 문제 진술문을 적는 것으로 시작한다. 이 진술은 문제가 무엇인지를 최대한 구체적으로 표현해야 한다. 그것은 목적과 목표, 일의 현재 상황과 요망되는 상태, 문제 해결이 당면하는 제약, 및 특별한 전문 용어들의 정의를 포함한다.

문제 정의는 필요(needs) 분석이라고 부르기도 한다. 설계 과정의 처음에 필요를 분명히 확인하는 것이 중요하지만, 대부분의 과제에 대해서 이 일은 쉽지가 않다. 설계 과정이 진행되어, 설계가 진전되는 중에 새로운 문제들이 수시로 발생하기 때문에, 늘 새로운 필요가 대두되는 것이 설계 과정의 본성이다. 이 관점에서, 설계는 문제 해결과 유사성이 덜하다고 할 수도 있다. 모든 필요와 대안들에 잠재하는 문제들이 밝혀지는 때에만 설계는 문제 해결이 된다.

둘째로 문제 해결에 필요한 정보를 수집한다. 설계 프로젝트를 착수하는 때에 겪는 가장 큰 어려움은 문제 관련 정보의 부족 혹은 과다이다. 상황이 어떠하건, 당장 필요한 정보를 확인하고 그 정보를 찾아내거나 개발해야 한다.

셋째로 해결책이나 설계 개념을 생성하기 위해서는 창의성-시뮬레이션 방법, 물리 법칙들과 정성적 추론의 응용 및 정보를 찾고 이용하는 능력이 요구된다. 물론, 이 일에 경험이 큰 도움이 되고, 양질의 대안들을 생성하는 능력은 설계의 성공에 요긴하다.

넷째로 대안들을 평가하기 위해서는 여러 개념들 중에서 가장 좋은 것을 고르기 위한 체계적인 방법들이 필요하다. 이때 공학 분석 절차들이 목표 성능 성취에 관한 의사를 결정하는 바탕이 된다. 그렇지만, 특히 설계가 거의 마무리 되는 때에, 설계 과정의 매 단계에서 점점이 중요하다. 엔지니어링-감각 점검(engineering-sense checking)은 답이 “올바른 것 같다”와 관련이 있다. 비록 직관의 신뢰성이 경험과 함께 향상된다하더라도, 서둘러 다음 계산으로 나아가기 전에, 잠시라도 답에 주목해야 한다. 설계의 직관적인 본성을 무시할 수는 없는 것이다. 환경 영향들을 견뎌내는 강인(強忍, robust)한 설계를 위한 최적화 기법들을 이용하면 거의 대부분의 핵심 설계 매개변수들의 가장 좋은 값들을 선정할 수 있다.

다섯째로, 마무리된 설계는 적절히 의사소통되어야 한다. 설계의 목적은 수요자들의 필요를 충족하는 것이므로, 의사소통이

원활하지 못하면 설계의 효과나 증대성이 약화된다. 조사에 의하면, 설계 엔지니어들은 그들이 일하는 시간의 60% 정도를 설계에 대해 논의하고 설계 관련 문서들을 준비하는데 쓰고, 시간의 40% 만을 설계를 분석하고 시험하는 등의 실제 설계에 쓴다¹³⁾고 한다. 의사소통을 위해 수요자들에게 건네주어야 할 것들은 상세 엔지니어링 도면, 컴퓨터 프로그램, 3-D 컴퓨터 모델, 및 실제 모델 등이다. 여기서 의사소통이 프로젝트의 끝에서 실행되는 일회성 사건이 아니라는 것을 알아야 한다. 설계를 진행하는 중에, 프로젝트 매니저와 수요자 고객 사이에 빈번한 입말과 글말 대화가 오고 가야 프로젝트가 제대로 수행되고 있는 것이다.

이런 문제 해결 방법론이 열거된 단계로 정연하게 나아가는 것은 아니다. 가장 먼저 문제를 정의하는 것이 중요하다 하더라도, 정보를 수집한 다음 해결책을 생성하고 대안들을 평가하는 단계로 나아감에 따라 설계 엔지니어들은 문제를 더 잘 이해하게 된다. 사실, 설계는, 부분적인 해결책들과 문제 정의 사이를 오고가는, 반복적인 본성을 가진다.

2. 설계 과정

설계 과정은 문제 해결 방법론을 설계에서 상세하게 구현하는 과정이다. 설계 과정은 논리적인 문제 해결 기법 그 이상도 그 이하도 아니다. 설계 과정은 “문제를 풀거나 사람의 필요나 결핍을 충족할 수 있는 많은 해결책들을 개발하고, 어떤 기준이나 제약 조건들을 적용하여 그 해결책들의 범위를 좁히는데 사용되는 체계적인 문제 해결 전략이다”(Karsnitz, 2009).

설계 과정은 적게는 5가지 많게는 무려 25가지 단계들로 나누기도 한다. 그러나 그 분할은 대체로 위에서 살핀 문제 해결 방법론에 바탕을 두고 있으며, 모든 설계 과정은 ‘계획, 순서, 반복’이라는 세 가지 중요 개념을 반영하고 있다(Karsnitz, 2009).

그림 2¹⁴⁾에는 설계의 세 국면(phase)¹⁵⁾(개념 설계(conceptual

13) “산업계에서 일하는 엔지니어들은 글쓰기와 다른 형태들의 의사소통에 그들이 쓰는 시간의 양에 대해 흔히 이런 저런 말들을 한다. 대부분의 비즈니스와 산업계 의사소통은 면대면 논의, 회의, 및 전화 대화 형태로 입말(verbal, 口頭式)에 의한 것이다. 그렇지만, 중요한 의사소통은 의미가 간결하게 진술될 수 있고 그리고 장래에 참고할 수 있는 기록이 확보되는 글말로 한다”(Yarnoff, 2010, p. 6).

14) Dieter(2013)의 그림 1.6과 그림 2.1를 조합한 것이다.

15) 설계 과정을 크게 두 국면, 개념 설계와 상세 설계로 분할하기도 한다. 개념 설계는 문제에 대한 일반적인 해결책을 개발하는 체계적인 과정이지만, 설계의 구현을 위해 필요한 구성 요소, 재료, 및 제조 과정들에 대한 계산과 평가는 하지 않는다. 그와 대조적으로 상세 설계에서는 설계를 구현하기 위해 구성 요소, 재료 및 제조 과정들을 평가하고 필요한 계산들을 수행한다(Yarnoff, 2010, p. 6).

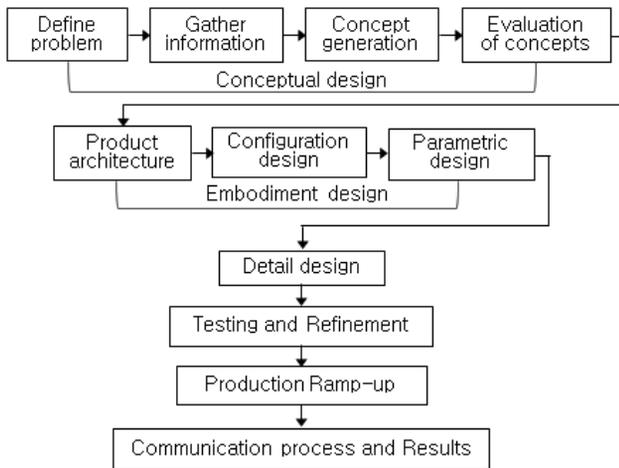


Fig. 2 Three phases of the engineering design process

design), 구체화 설계(embodiment design), 상세 설계(detail design)와 설계 이후 제품 개발과 생산을 거쳐 최종적으로 의사소통까지를 포함하는 단계들이 나열되어 있다.

개념 설계는 몇 가지 유망한 해결책들을 생성한 뒤, 그 중 최선의 개념을 선별하기까지의 과정이다. 개념이란 문제 해결의 가능성이 있는 방안을 말한다. 이 과정은 타당성 연구(feasibility study)라고 부르기도 한다. 개념 설계는 최대의 창의성이 요구되고, 최고의 불확실성이 연관되며, 비즈니스 조직의 많은 기능들 간의 조정이 요구되는 국면이다. 이 국면에서는, Fig. 2에서 보는 바처럼, 고객 필요의 확인, 문제 정의, 정보 수집, 개념 생성, 개념 선정, 제품 설계 명세(product design specification (明細, 사양), PDS)의 정교화, 설계 점검 등을 한다.

가장 먼저, 설계 팀은 고객의 필요를 완벽하게 이해해야 한다. 다음으로, 고객의 필요를 충족하기 위해 성취해야 하는 것들을 온전한 문장들로 적어야 한다. 문제 해결 방안을 선정한 뒤, 중국에는, 문제 해결에 연관되는 제약 사항, 해결책의 목표 성능, 및 제품의 요구 조건들이 명시되어야 한다.

구체화 설계에서는 개념 설계에서 선정된 최선의 개념이 구조화되어 전개된다. 이 국면에서, 제품의 주요 기능들이 확실히 구현될 수 있게, 설계 개념의 뼈대에 살점이 붙는다. 그렇게 되도록 이 국면에서 제품 전체와 부분들의 형태와 외양이 정해진다. 따라서 강도, 재료 선정, 크기, 모양, 및 공간 적합성 등이 결정된다. 이 설계 국면은 예비 설계라 부르기도 한다. 이 국면을 지난 다음에 설계를 변경하게 되면 매우 비싼 값을 치르게 된다. 구체화 설계는 제품 체계, 형상 설계, 및 매개변수 설계, 세 가지¹⁶⁾로 요약할 수 있다.

16) 제품 체계(architecture)는 전체 시스템을 하부 시스템들이나 모듈들로 분할하는데 대한 것으로, 이 단계에서 설계의 물리적 구성 요

제품 체계는 설계 시스템 전반을 여러 하부 시스템이나 모듈들로 분할하는 일과 관련되는 것이다. 형상 설계에서 부품들이나 구성 요소들은 구멍, 뼈대, 스플라인 및 곡선들과 같은 것들로 구성된다. 매개변수 설계에서는 부품들의 형상에 대한 정보로 시작해서 그것의 정확한 치수와 공차들을 확정한다. 또 이 설계에서 부품, 조립, 및 시스템에 대한 설계의 강인성¹⁷⁾이 점검되어야 한다.

상세 설계 국면에서 설계는 시험을 마쳐 생산될 수 있는 제품에 대해, 엔지니어링 관점에서, 온전하게 기술하는 단계로 보내진다. 배열, 형식, 제원, 공차, 표면 특성, 재료, 및 개별 부분의 제작 공정들에 필요한 정보가 추가된다. 결과적으로 특수 목적 부품들과 공급자들로부터 구매할 표준 부품들을 위한 명세가 작성된다.

상세 설계 국면에서는 제작을 위한 상세 엔지니어링 도면, 조립 도면과 조립 지시서가 완성되고, 프로토타입(Beta-prototype, 原型)¹⁸⁾에 대한 실증이 마무리되며, 상세 제품 명세가 준비되고, 개별 부품들의 수급 방법이 결정되어, 제품의 생산 단가가 산정된다. 이 국면에서 작성되는 문서들을 제품을 위한 통제 문서(control documentation)¹⁹⁾라 부른다. 설계가 최종적으로 점검된 후, 설계 정보가 제작 부서에 전달된다.

개념 설계, 구체화 설계 및 상세 설계가 끝나면 엔지니어링 도면들과 명세서들이 제작 부서로 넘어간다. 그러나 설계를 고객에게 전달하기 전에 해야 하는 다른 중요한 일들이 있다. 제품을 시장에서 유통하기 위한 계획과 제품이 수명을 다한 뒤 그것

소들이 설계의 기능적 임무들을 수행하도록 배열되고 조합된다. 어떤 부분의 형상(configuration)을 정한다는 것은 부분의 특징들과 그 특징들이 서로에 대해 공간에서 어떻게 배치되어야 하는지에 대해 결정하는 것을 의미한다. 매개변수 설계는 부분의 형상에 대한 정보로 시작해서 그것의 정확한 치수들과 공차들을 확립하는 것을 목표로 하며, 제작 가능성을 높이는 관점에서 고려된다(Dieter, 2013, p. 16).

17) 강인성(robustness)은 어떤 구성 요소가 사용 환경의 가변 조건들 하에서 얼마나 일관성 있게 기능하는지에 대한 것이다(Dieter, 2013, p. 16).

18) prototype은 기대하는 설계의 온전하거나 거의 온전한 형식, 적합성, 및 기능을 확보하기 위해, 또 실제 관찰과 필요한 조정을 통해 설계 개념을 시험하기 위해 만드는 설계의 진짜 규모의 실용 모델이다. 프로토타입은 보통 비용과 시간 측면에서 매우 비싸지만, 제품 생산은 차지하고, 설계를 실제 물건으로 만드는 일을 증명하기 위한 가장 경제적인 방식이다(Dieter, 2013, p. 370).

19) 통제 문서는 제품 조립과 각 부품 및 제작 공정을 위한 CAD 파일 형태들이다. 그 문서에는 또한 생산과 품질 보증을 위한 상세 계획 및 계약서들과 지적 재산권 보호를 위한 많은 법적 문서들도 포함된다(Dieter, 2013, p. 38). 설계 관련 특허들은 중요한 의사소통 매개물이기 때문에 세심하게 관리되어야 한다. 산업계에서 설계에 관한 최종 문서는 제품에 대한 종합적인 기술을 포함하는 정보의 수백 또는 수천 페이지로 구성되며, 대규모의 매우 광범위한 것일 수 있다(Karsnitz, 2009, p. 52).

을 친환경적으로 폐기하기 위한 상세 계획 등이 결정되어야 한다.

지금까지 기술한 설계 과정은 제품 개발 과정의 부분이다. 제품 개발 과정은 크게, ① 계획, ② 개념 개발, ③ 시스템-수준 설계, ④ 상세 설계, ⑤ 시험과 정교화, ⑥ 제품 생산의 6단계로 구분할 수 있다. 제품 개발 관점에서, ① 계획은 제품 개발에 관한 기술과 제작에 대해 신속하게 엔지니어링 검토를 하고 시장 조사 과정을 거친 후, 프로젝트에 대한 사업성을 검토하는 일일에 대한 것이다. 그리고 ②, ③ 및 ④ 단계들은 개념 설계, 구체화 설계 및 상세 설계에 해당한다.

상세 설계가 끝난 뒤, 시험과 정교화(preproduction prototype testing)는 양산을 대비한 시제품²⁰⁾을 시험하는 일일에 관한 것이다. 시험의 목적은 제품이 실제로 설계된 대로 작동하고 그래서 고객의 수요가 충족되는지를 결정하고 필요하다면 본격 제품 생산에 앞서 설계를 변경하기 위한 것이다. 이 단계의 끝에서는 설계가 양질의 방식으로 완수되었는지 그리고 개발된 제품이 원래 의도와 일치하는지가 결정된다.

생산 단계에서는 확립된 생산 시스템에 따라 제품이 생산된다. 이 단계에서, 경우에 따라서는, 미세한 품질 개선이 수반되기도 하지만, 결국은 문제가 해결되어 수요자의 필요가 충족된 제품이 본격적으로 생산된다.

제품 개발까지 이어지는 설계 과정의 최종 단계는 의사소통이다. 설계 의사소통 단계에는 최종 설계를 문서화하는 일 외에, 설계의 시장 개척, 배포, 및 판매에 관한 정보가 포함될 수 있다 (Karsnitz, 2009).

Fig. 3은 설계 과정의 반복적 특징을 강조한다. 이 그림에서는

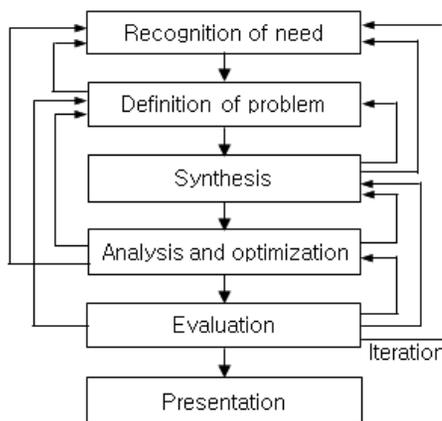


Fig. 3 The phases of design (Shigley, 1983)

20) 예를 들어, 일부 자동차 부품 기업들에서는, 제품을 설계한 후 2-3 개 정도의 샘플을 만들어서 기능과 성능 요구조건들이 충족되는지를 확인하고, 그 후, 대략 수백 개(혹은 수천 개(Dieter, 2013, p. 371)) 정도의 시제품을 만들어서 고객에게 보내어 본격적인 생산을 앞둔 최종 점검을 한다.

Fig. 2의 개념 설계-구체화 설계-상세 설계의 단계들이 synthesis (합성)과 analysis and optimization(분석과 최적화)라는 두 단계로 통합되어 있다. 그림 3에서 보는 바처럼, 최적의 문제 해결책을 합성해 내기 위해서는 분석과 최적화 둘 다가 필요한데, 설계 중인 시스템의 성능이 명세들과 합치하는 지를 결정하기 위해서는 분석해야 하기 때문이다. 시스템의 최적성 여부는 분석에 의해 판단된다. 만약 설계가 분석과 최적화, 둘 중 어느 하나에 대해서도 실패한다면, 합성 절차가 다시 시작되어야 한다 (Shigley, 1983). 이런 반복은 구체화 설계 단계에 주로 적용된다.

설계의 반복적 본성은 이전 성과의 바탕 위에서 설계를 개선하는 기회를 제공한다. 그것은, 다시 말해서, 최선의 가능한 기술적 조건, 예를 들어, 최소 무게(또는 비용)로 최대의 성능 발휘하는 등의 조건을 탐색할 수 있게 한다. 설계를 최적화하기 위한 많은 기법들이 이미 개발되어 있다. 설계 매개변수들은 통상적으로 여러 대안들 중에서 절충된다. 그렇지만 설계를 위해 선정된 매개변수들은 최적에 가까운 값들이다.

3. 공학설계입문과 캡스톤디자인

학생들이 제품 개발까지 이어지는 엔지니어링 설계를 배우도록 공과대학에서는 보통 ‘공학설계입문’과 ‘캡스톤디자인’을 가르친다. 이 과목들에서 학생들이 배우는 설계 교육의 내용은 대체로 다음과 같다.

‘공학설계입문’은 “아직 공학을 완전히 습득하지 못한 학생들이 정해진 재료를 가지고 지혜를 짜서 서투른 손으로 기구를 직접 만들고 ‘공학이란 무엇인가?’를 체험해²¹⁾ 볼 수 있게 하는” 과목이다(주중남, 2006). 이 과목에서 (보통 1학년 아니면 2학년(김용세, 2006))학생들은 처음으로 팀 활동으로 문제를 해결하기 위한 아이디어들을 개발하고 설계 과정을 경험하게 된다²²⁾. 저학년 학생들이 프로젝트를 상세 설계까지 모두 해 내기를 기대하지 않기 때문에, 대체로 개념설계에 치중하여(Yarnoff, 2010), 소비자를 이해하고, 팀을 이루어 문제를 해결하며, 시각적 추론 및 스케치하는 능력 등 설계기본소양을 교육한다(김관명, 2013). 학생들은 정기적으로 회의록을 제출하고, 중간보고서 제출과 발표를 하고, 학기말에, 설계 및 제작 발표를 하고 최

21) 설계 능력은 과학이기도 하고 기교(art)이기도 하다. 과학은 기법들과 방법들을 통해 배울 수 있지만, 기교는 설계를 함으로써 배울 수 있다. 그래서 설계 경험은 일부 현실성 있는 프로젝트 경험에 연관되어야 한다(Dieter, 2013, p. 1).

22) 그러나, 공학설계입문 과목에서도, 학생들이, 전공 주제를 배우기 이전부터, 단순히 과목을 가르치는 교수가 아니라 실제 의사소통 청중들 및 도출한 해결책을 고대하는 고객이 관련되는 실제 프로젝트를 경험하게 하는 것이 바람직하다(Yarnoff, 2010, p. 3).

종 보고서와 함께 결과물을 제출한다.

‘캡스톤디자인’은 공학계열의 학생이 학부 과정동안 배운 이론을 바탕으로 작품을 기획, 설계, 제작하는 전 과정을 경험²³⁾하는 종합설계과목이다(이태식, 2009). 이 과목에 대한 다양한 정의들을 종합해 보면, 캡스톤디자인의 과목 목표는 취업 후 재교육 없이 곧바로 현장에서 엔지니어링 일을 할 수 있는 인재를 양성하는 것으로 볼 수 있다. 이 과목에서는 공학 지식뿐만 아니라 기존 이론 과목들에서는 다루기 힘든 창의성, 효율성, 경제성 등에 대한 통합적 문제 해결 방법과 의사결정, 의사소통 방법 및 팀워크 개발에 대해 가르친다. 따라서 캡스톤디자인을 제대로 이수하자면, 학생들은 수학, 과학, 컴퓨터 등의 기본 지식이 탄탄해야 하고, 전공 관련 여러 주제에 대한 온전한 지식도 가져야 한다. 졸업을 앞둔 4학년 학생들은, 문제를 정의하고, 대안을 생성하며, 고객과 인터뷰도 하고, 보고서를 쓰며, 발표²⁴⁾도 할 줄 알아야 한다(Yarnoff, 2010). 따라서 이 과목에서는 상세설계까지를 경험하고 결과물도 제출해야 한다. 12 단계 설계과정을 마무리하기 위한, 결과물, 보고서 및 발표에서는 6가지 설계구성 요소(목표설정, 합성, 분석, 제작, 시험, 평가)와 6가지 제한조건(원가, 안전성, 신뢰성, 미학, 윤리성, 사회적 영향)들이 제대로 반영되었는지 평가된다(이희원, 2010). 캡스톤디자인 작품에 대해서는 교·내외의 여러 경진대회가 있어서, 학생들은 학기말에, 특히, 작품 제작(이태식, 2009)²⁵⁾과, 발표 및 최종 보고서 작성에 최선을 다한다.

III. 공학설계와 의사소통

1. 기술 의사소통

공학설계를 위한 텍스트들은 기술 의사소통(technical communication)²⁶⁾을 위한 것들이다. 기술 의사소통을 위한 문

23) 자연과학을 배우는 학생들이 전공을 충실히 배운 후 4학년에서 적절한 교양과목을 수강하게 하면 교양과 전공의 융합적 상승효과와 캡스톤 교과목으로서의 효과도 기대할 수 있다(강명구, 2012, p. 349).

24) 캡스톤디자인 수강생 21명 중 19명은 구두 발표가 가장 값진 것이라고 평가했다. 그들이 잘하지는 못하지만 가장 필요한 기량으로 간주하는 대중 발표 연습을 할 기회가 발표이고 또 그들은 구두 발표를 그들이 서로 프로젝트에 협력하여 일할 수 있게 하는 도구로 여긴다(Paretti, 2008, p. 497).

25) Dieter(2013, p. 118)에 의하면, 학생들은 이런 프로젝트 설계 과목들과 관련해서 시간이 너무 많이 든다고 최고로 불평한다.

26) 기술 의사소통은 비즈니스와 산업에 관한 또는 그를 위한 글말이나 입말 의사소통으로서, 정보를 찾고 이용하며 의미를 공유하는 과정이다(Markel, 2012, p. 6). 기술 의사소통은 제품과 (하드웨어적인 것에 한정되지 않는)서비스를 어떻게 제조하고, 판로를 개척하고, 관리하고, 배송하며, 이용할 것인지에 관해 초점을 맞추며,

서(technical document(기술문서)) 혹은 글(technical writing(기술문(권성규, 2013)))은 다음과 같은 여섯 가지 특성을 갖는다: ① 특정한 독자를 지향하고, ② 독자들의 문제 해결에 초점을 맞추며, ③ 조직의 목표와 문화를 반영하고, ④ 협동적으로 생산되며, ⑤ 가독성(readability)을 높이기 위해 디자인이 활용되며, ⑥ 낱말과 이미지 둘 다로 구성된다(Markel, 2012).

기술 의사소통 환경에서 일하는 사람들은 일을 완수하거나, 질문에 답하거나, 문제를 해결하거나, 혹은 의사를 결정하기 위해서 정보가 필요하고 그런 정보를 바탕으로 다른 사람들을 설득한다. 기술 의사소통은 그런 가지각색의 사람들의 필요에 부응하는 정보를 생산하고 전달한다. 설계 엔지니어를 포함하는 직업 전문가들은 기술 의사소통의 소비자 일뿐만 아니라 동시에 생산자이기도 하다(Lannon, 2008).

2. 팀 활동

공학설계는 팀이 하며 설계를 위한 글쓰기도 팀이 한다. 팀은 구체적인 목표를 성취하기 위해서 과제를 상호작용하고 조정하는 두 명 이상의 사람들의 그룹²⁷⁾이다(Beer, 2005). 학생들이 일반 학과목과 관련하여 에세이를 쓰거나 발표하고 보고하는 일은 보통 개인 일이다. 그러나 직장인들은 거의 대부분 팀으로 일한다. 팀원들은 서로 도우면서 서로에게서 배운다. 팀은 프로젝트를 성공적으로 완수하기 위해서 팀워크를 통해 의사소통 통로를 개발한다(Gerson, 2014). 전문 분야에서 일하는 사람들은 연구, 설계, 개발, 및 시험을 위해 팀으로 일하고, 그와 관련한 많은 기술 문서들도 팀으로 작성한다(Beer, 2005).

공학설계는 진정한 팀 스포츠이다. 보고서를 쓰고 발표를 할 때뿐만 아니라, 설계 과정의 각 단계에서 팀워크에 바탕을 둔 의사소통이 원활해야 한다. 설계 과제의 성공을 바라는 다른 부서의 사람들이나 고객도 중요한 팀 외부의 의사소통 상대이다. 팀원들과 의사소통 외에, 설계 팀원은 팀 입장에 바탕을 두어 팀 외부의 전문가들이나 고객들과도 의사소통해야 한다(Beer, 2005). 따라서 설계 엔지니어는 의사소통을 위한 강력한 대인 기량을 갖추어야 한다(Yarnoff, 2010).

3. 의사소통 맥락

공학설계 수업 과정은 실제 제품개발을 위한 엔지니어링 설계 관행과는 차이가 있지만, 실제 의사소통 맥락과 가장 흡사하

주로 부서장, 동료, 부하 직원, 판매자, 및 고객들을 위한 업무 환경에서 구성된다(Gerson, 2014, p. 4).

27) 팀을 집단과 구별하기도 하는데, 팀 기반 학습이 집단을 팀으로 변화시킨다(정진희, 2013, p. 148).

다²⁸⁾. 설계와 그에 수반되는 글쓰기를 위해서는 팀 동료와 협의해야 하고, 과목 교수와 프로젝트 진도에 대해서 상담도 해야 하며, 부품 구매나 제작을 위한 공작실 이용을 위해 행정 직원과도 협의해야 한다. 또 외부 제작을 위해서는 그래프, 도면 등 다양한 형태의 텍스트를 바탕으로 설계와 공작 전문가들의 도움도 받을 수 있어야 한다. 이런 다양한 일과 대인 관계를 통해 과제 추진을 위한 의사소통을 자연스럽게 경험할 수 있게 된다. 또한 다른 과목들에서 에세이나 대학 글쓰기와 관련하여 내용을 생성하여 글을 쓰던 것과는 완전히 다르게, 일을 하면서 자료와 정보를 생성하고, 기록하고 관리하는 등의, 특히 현장의 글 ‘쓰기 전’의 과정을 간접적으로 경험하게 된다.

4. 다양한 장르

공학설계 수업에서 학생들은 엔지니어링 설계를 뒷받침하는 다양한 장르의 글을 쓰게 된다. Table 1은 Yarnoff(2010)에 제시된 공학설계입문 과목에서 요구되는 글쓰기 과제들의 목록이다. 설계자들은 일상적으로 회의 내용과 설계 개념을 기록하고, 보고서를 쓰며, 설득력 있는 문서들을 준비하고, 서신을 주고받는다. 이 표에서, 에세이(Engineering Design and Communication) EDC 에세이)는 비록 설계 문서에 속하지는 않지만, 학생들이 주변 물건들의 설계(혹은 디자인)를 분석하고 비평하도록 하고, 그에 관한 글을 쓰는 동안 학생들은 설계에 대해 곰곰이 생각해 보게 된다.

개념 설계 단계에서, 문제 정의²⁹⁾, design brief³⁰⁾(김용세, 2006) 및 제품 설계 명세 등은 문제 해결에 대한 제약 사항, 해결책의 목표 성능, 및 제품의 요구 조건에 대해서 뜻이 분명한 문장들로 작성되어야 한다. 회의록에는 사실을 기록하고, 진도 보고서에는 문제 해결을 위한 개념 설계에 관한 내용뿐만 아니라 설계가 진행되는 데 대한 정보가 포함되어야 한다. 보고를 제

Table 1 EDC 과목에서 쓰는 글

텍스트	종류
보고서	진도보고서, 최종 프로젝트 보고서
프로젝트 문서	프로젝트 정의, 회의록, 프로젝트 노트북
발표	PowerPoint 발표, 포스터
서신	E-메일
에세이	분석, 설득

대로 하기 위해서는 개념을 설득하기 위한 수사적 지식도 필요하다. 이런 일을 하는 중에 학생들은 명확한 의미로 소통되는 문장을 쓰는 것이 쉬운 일이 아님을 깨닫는 경험을 하게 된다. 물론 이런 글을 쓰기 위해서는 팀 내부에서 팀원들 간의 대화와 원활해야 하고 또 그것이 바탕이 되어야 개념 설계가 원활히 진행될 수 있다. 이런 의사소통 맥락에서 팀은 글을 쓰기 위해 의미 협상을 해야 하고, 그런 협상을 통해 글쓰기의 수사적 상황과 담화 공동체의 속성을 경험한다.

상세 설계를 최종적으로 통제하는 문서에는 필요한 모든 차트, 그래프, 계산, CAD 도면, 모델링, 및 시뮬레이션 및 설계를 대표하는 문서들이 포함된다(Karsnitz, 2009). 수요자나 고객에 대한 보고서 제출과 발표는 필수적이다. 엔지니어가 해결책을 경영진 또는 부서장들에게 보고하고 발표한다는 것은 설계팀이 개발한 해결책이 효과적인 것임을 그들에게 알리고 증명하려는 것이다. 특히 결과 발표는 물건을 파는 일³¹⁾과 같다. 설계 엔지니어들이 새로운 아이디어를 적극적으로 알리는 때에, 그들은 또한 그 자신들을 납득시키는 것이기도 하다(Shigley, 1983).

5. 설계 과정과 글쓰기 과정

설계 과정이 글쓰기 과정과 유사하고, 설계와 의사소통을 위한 사고 과정도 유사하다. 예를 들어, 필자는 Table 2처럼, 설계 단계들과 유사한 단계들³²⁾을 따라 글을 쓴다. 그러다보니, 설계와 관련된 연구보고서, 진도보고서, 및 제안서들과 같은 복잡한 문서들의 개발 과정에는 설계 과정이 반영되지 않을 수 없

28) 과제, 과목 및 교과과정 설계와는 구별되는, 구체적인 강의실 학습 환경에 대해 세밀한 주의를 기울여야 한다. 최근 연구에 의하면, 의사소통 기량의 개발은 (학생들이 어떻게 의사소통하기를 배우는 지에 대한 이해를 위한 바탕을 제공하는)상황 학습(situated learning)에 매우 의존하고 있다는 것이 입증되고 있으며, 상황 학습에서 과제를 둘러싸고 있는 맥락은 과제 그 자체만큼이나 중요할 수 있다. 또, 정보 전달과 설득을 중재(mediating)하는 설계 의사소통 텍스트들의 기능에 비추어, 공학설계는 의사소통 목적 성취를 위한 글쓰기를 실습할 핵심적인 기회이다(Paretti, 2008, p. 493).

29) 문제를 정의하는 문장은 ① 간결하고, ② 일반적이며, ③ 어떤 해결책을 연상하게 하는 용어들에 의해 선입관이 생기지 않도록 작성되어야 한다. 그것은 아무 특별한 형태와 연관되기 보다는, 문제 해결책의 기능을 상상해 볼 수 있게 하는(functional visualization)말로 표현되어야 한다(Norton, 2004, p. 10).

30) 문제 정의와 설계에 관한 제약 사항 및 설계 결과물이 충족해야 하는 성능 명세 등을 적은 문서를 말한다(Karsnitz, 2009, p. 43).

31) “Now it is very common for engineers to have to sell their projects to managers through written reports or oral presentations” (Grose, 2007, p. 45).

32) (Sorby, 2006, p. 6)에도 6 단계의 글쓰기 과정과 설계 과정의 유사성을 기술하는 표가 있다. ① (글쓰기) 수요 확인과 문제 정의: (설계) 수요 확인과 문제 정의, ② 청중 분석: 제약 사항과 성공 판정 기준 제시 ③ 문서 계획(브레인스토밍, 공식 비공식 개요): 해결책 탐색(브레인스토밍)과 타당성 연구 시행 및 예비 설계 개발, ④ 초벌 작성(고쳐 쓰기 반복): (반복 과정에 의한)상세 설계 생성, ⑤ 적절한 인자에게 문서 제출: 의사소통과 해결책 구축, ⑥ 결과 평가: 해결책 입증과 평가. 이 비교들을 보면, 설계나 글쓰기 과정은 결국 2장에서 살핀 문제 해결 단계들이 그 바탕임을 알 수 있다.

Table 2 Comparing design and writing (Yarnoff, 2010)

단계	설계	글쓰기
1	정보 수집	의사소통에 필요한 정보 모으기
2	문제 정의	요점, 청중 및 목적 확인
3	대안 생성	정보를 조직하기 위한 다른 방식들의 윤곽 잡기
4	mockup 제작	초벌 쓰기
5	mockup 시험	동료들과 교수에게 피드백 받기
6	mockup 더 만들기	고쳐 쓰기
7	결과물 양도	보고서, 제안서, 및/혹은 구두 발표의 최종본 배포

다(Yarnoff, 2010).

학생들은 설계가 과정을 따라 진행되듯이 글쓰기도 과정을 따라 쓰지 않을 수 없음을 체험하게 된다. 특히, 정보 수집-문제 정의-대안 생성까지의, 개념 설계 과정은 글쓰기의 ‘쓰기 전’ 과정과 같다. 쓰기 전 과정에서는 필자는 독자가 누구인지 조사하고, 주어진 문제에 대해 파악하며, 텍스트를 생산하는데 관련되는 다양한 맥락에 대해 조사하며, 정보 전달이나 설득 등의 글 쓰는 목적, 독자가 글을 이용하는 목적과 문서의 이용 상황 등 전반적인 수사적 상황³³⁾에 대해 면밀히 연구해야 한다. 이는 개념 설계 국면에서 설계가 해결해야 하는 문제를 정의하고, 문제 해결과 관련된 제약 사항들을 파악하며, 해결책이 만족해야 하는 요구 성능 등을 명시하는 것과 유사하다.

IV. 협동 글쓰기

협동 글쓰기(collaborative writing)³⁴⁾는 문서를 생산하기 위해서 두 명 이상이 협동으로 글을 쓰는 것, 즉 두 명 이상이 글 쓰기 과정의 적어도 한 단계 이상에 참여하는 글쓰기(Markel,

33) 공학설계와 같은 엔지니어링은 지식에 관한 일이다. 즉, 비록 엔지니어링의 목표가 유용한 물건들을 만들어내기 위한 것이라 하더라도, 엔지니어들은 그것들을 손수 만들지는 않는다. 오히려 그들은 그 물건들을 만드는데 필요한 지식을 생성한다. 그런 지식 생성은, 수사학(rhetoric)의 기초가 되는 가정들 중의 하나에 의하면, 수사적 행동으로 간주된다. ‘수사적(rhetorical)’이라는 말은 아주 넓은 다양한 의미를 가지지만, 설득 잘하는 것이 지식 생성을 위한 한 요소일 수 있다. 또 그 말은 지식이 증거의 해석들과 관련된 사람들 사이의 협상(negotiation)에서 형성된다고 주장하는 때에 사용된다(Winsor, 1996, p. 5).

34) collaborative writing을 협동적 쓰기(이재기, 1997, p. 297), 협동 작문(오택환, 2007, p. 232), 협력적 작문(이상수, 2002, p. 197), 혹은 team writing(Beer, 2005, p. 38), writing in teams(Pfeiffer, 2010, p. 24)로 부르기도 한다. 성숙자(2003, p. 162)에 의하면, “작문과 쓰기는 구별되어 쓰이기도 하고, 혼용되어 쓰이기도 한다.” 그러나, 노명원(2010, p. 22)에 의하면 얼마 전까지만 해도 쓰기(writing)는 작문(composition)이라고 불렀는데, 이런 변화에는, 글 중심 사고에서 글을 쓰는 사람 중심 사고로 전환된 배경이 있다. 따라서 이 논문에서는 collaborative writing을 협동 글쓰기라 한다.

2012)이다. 이 방식으로 업무 담당자, 전문 필자, 편집자 및 문서 디자이너가 함께 공동체의 목적과 목표들을 충족하는 문서를 협동적으로 생산³⁵⁾한다(Pfeiffer, 2010).

1. 특징

글쓰기 학습의 관점에서, 협동 글쓰기는 협동학습³⁶⁾을 통해 문제를 해결하는 과정으로서 글쓰기를 해결하고자 하는 것이다(성숙자, 2003). 즉, 협동 글쓰기는 협동학습을 통해 학습자가 글쓰기의 본질과 원리를 이해하고, 글쓰기의 기능을 체계적으로 습득하여, 글쓰기 교육의 목표를 성취하고자 하는(오택환, 2007) 글쓰기 교육 방법이다. 따라서 협동 글쓰기에서 학생들은 목표 지향적 태도와 일련의 전략을 가지고 문제를 발견하고 해결할 수 있는 글쓰기를 배운다(박영목, 2002).

협동 글쓰기는 여러 유형으로 구별될 수 있다. Fig. 4는 (이재기, 1997)에 기술된 내용³⁷⁾을 도식적으로 정리한 것이다. 공학설계와 관련하여, 설계 과정에서 쓰는 글의 장르에 따라 그에

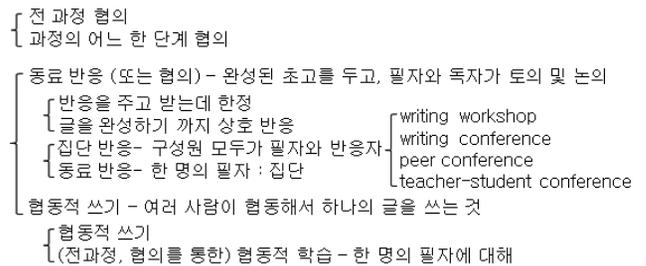


Fig. 4 The types of collaborative writing

35) 협동해서 글을 쓰는 이유는, 프로젝트의 주제(일부 주제는 한 사람 이상의 전문가를 필요), 결과적인 과정(다양한 관점과 피드백을 제공하는 협동 과정), 협동자들이 생성하는 결과물(매뉴얼이나 뉴스 기사들과 같은 것들은 협동해서 쓸 때 품질이 더 낫다), 대인 관계 장점(직업 전문가들은 개별 과제보다 협동 과제에 더 열의를 보인다) 등이다(Burnett, 2001, p. 131).

36) “협동학습은 학습자가 공동의 목표를 가지고 소집단을 이루어 함께 활동함으로써 학습내의 다른 구성원들과 상호의존성을 가지고 언어적 상호작용을 통하여 자신의 학습뿐 아니라 다른 구성원들의 학습효과까지 극대화할 수 있는 교수방법이다”(김은주, 2003, p. 31). 협동학습의 핵심적인 특징은 학생들 간의 “언어적 의사소통” 형태의 상호작용이다.

문제경(2000)은 소집단 협동학습을 통한 작문 활동을, ① 작문 협의(작문 과정의 어느 단계에서나 구성원들이 상호 지원하여 작문), ② 협동 작문(구성원 모두가 하나의 글을 완성), ③ 동료 평가(글이 완성된 뒤 이루어지는 동료 사이의 피드백), 셋으로 구분하였다.

37) 이재기(1997, p. 296)는 협동 작문과 작문에 대한 협동적 학습(collaborative learning about writing)을 구별하고, 작문에 대한 협동적 학습을 작문의 전 과정에 걸친 협의 활동(writing workshop, writing conference, peer conference, teacher-student conference)과 초고 혹은 완성된 작품을 가지고 필자와 독자가 작품에 대해 토의하고 반응하는 동료 반응(peer-response)활동으로 구분하였다.

적합한 협동 글쓰기 유형이 있다. 공학설계가 팀 활동이고 설계 과정의 각 단계에서 그리고 제품이 완성된 후 의사소통에 필요한 텍스트들이 팀 마다 완성되어야 한다. 따라서 이 논문에서 말하는 협동 글쓰기는 Fig. 4의 협동적 쓰기(“여러 사람이 협동을 통해서 하나의 작품이나 보고서, 성명서 등을 쓰는 것”)에 해당한다.

박영목(2002)에 의하면, 협동 글쓰기는 의미³⁸⁾ 구성 과정에서의 협상³⁹⁾ 활동을 중시하는, 사회문화적 맥락에 바탕을 둔 실제적 글쓰기 교육을 할 수 있는 도구이다. 글쓰기가 의미를 구성하는 행위라고 한다면, 필자는 의미를 구성하는 과정에 제약을 가하는 담화 공동체⁴⁰⁾의 일원으로서 글쓰기를 하는 것이다. 따라서 학생들은 의미를 구성하는 과정에서, 혼자서 가상 독자와 상황을 고려하여 내용을 생성하고 계획하는 전통적인 글쓰기 환경이 아닌, 친숙한 쓰기 집단 내에서 다른 능력을 가진 구성원들과 협상하고 그들의 도움을 받으며 의사를 결정하고 의미를 정교화할 수 있다(박영목, 2002). 따라서 협동 글쓰기는 의미 협상으로서의 담화와 사회적 상호작용으로서의 쓰기가 강조되는(오택환, 2007) 방식으로 학생들에게 글쓰기를 가르칠 수 있는 대안이다(박영목, 2002). 협동 글쓰기의 가장 큰 의의는 학생들이 쓰기 과정에서 서로 참여하고, 주제를 정하는 등 긍정적인 사회 환경을 조성하는데 있다(오택환, 2007).

소집단 글쓰기 활동에 참여하는 필자가 혼자 글을 쓰는 고립된 필자와 대조적으로 가지는 여러 이점들이 아래 Table 3에 열거되어(오택환, 2007) 있다. 집단 내 필자는, 필자이면서 독자이기도한, 팀 동료들과 글쓰기에 유용한 여러 유형의 상호작용을 할 수 있음을 알 수 있다. 팀 내의 개인 학생은 글쓰기가 의사소통의 한 방식이라는 것을 깨닫게 된다. 또 글을 쓴다는 것이 단순히 자신의 생각을 옮겨 적는 것이 아니라, 의사소통 당사자들과의 의미 협상을 통해 비로소 자신의 생각을 독자와 공

Table 3 Comparing a lone writer and a team writer (이재기, 1997)

	고립된 필자	집단 내 필자
1	계획한다	계획을 설명한다
2	과거 경험을 활용한다	과거 경험을 활용하고 설명한다
3	자신과 대화한다	집단 구성원과 대화한다
4	자신이 텍스트의 독자로서 기능한다	독자로서, 다른 독자의 청자로서 기능한다
5	반응을 투영한다	실제적인 반응을 얻는다
6	피드백을 상정한다	실제적인 피드백을 얻는다
7	정보를 제공한다	정보를 주고 받는다
8	사고와 속내말을 통해 텍스트를 확장한다	구두 담화를 통해 텍스트를 확장한다

유하게 된다는 것을 깨닫게 되면(이재기, 1997), 학생들이 글쓰기를 대하는 태도가 달라져서 글쓰기 학습효과도 증진될 것이다.

협동 글쓰기가 공대생들이 배우는 설계 과목들에서 설계 제안서, 진도보고서 및 최종 보고서와 같은 문서들을 생산하는데 인기를 얻고 있다. 편지, 메모, 및 간략한 보고서들과 같은 문서들은 개인이 작성한다. 그렇지만 더욱 복잡한 내용의 긴 문서를 개인 한 사람이 생산하는 것은 무리이다. 그리고 글을 쓰는 때에 일반적으로 어떤 형태로든지 남들의 도움을 받는다. 오늘날 대부분의 직장에서 작성하는 대형 문서들은 여러 사람이 협동한 결과물이다(Markel, 2012).

협동 글쓰기를 제대로 배울 수 있는 과목이 공학설계입문과 캡스톤디자인이다. 협동 글쓰기의 과제는 일상생활에서 학생들이 관심과 흥미를 가질 수 있는 것이 되어야 하는데(오택환, 2007), 영어 공용화론, 개발이나 환경이나, 인터넷 실명제 등⁴¹⁾이 예가 될 수 있다. 서론에서 본 바처럼, 일부 교수들은 공학설계 교육의 설계과정과 팀 활동 방식이 PBL 수업 방식과 일맥상통한다고 인식한다(김성봉, 2012). PBL 수업용 문제의 이런 특성⁴²⁾들과 협동 글쓰기의 특성들을 고려하면, 공학설계는 PBL

38) 의미는 필자의 머리나 텍스트에 있지 않고 필자와 독자의 의사소통 상황 속에 존재한다. 텍스트의 의미는 “텍스트에 ‘잠재되어’ 있는 것으로, 예를 들어, 독자에 의해 읽혀질 때 그것의 의미가 현실화된다”(이재기, 1997, p. 293).

39) 협상(協商)의 사전적 의미는 협의(協議)와 동일한데, 그 뜻은 ‘여럿이 모여 (어떤 일을 해결하기 위하여) 서로 의견을 주고받음’이다. 의미 구성은 필자와 독자의 협상 과정으로서, 이는 소집단 작문 활동에서 이루어지는 동료 협의, 동료 반응, 협동적 글쓰기 등을 통해 볼 수 있다(이재기, 1997, p. 293). 의미 구성 과정에서 필자는 여러 가지 제약, 목표 및 기대 사이의 조화를 이루기 위하여 협상을 한다. 이 협상은 수사학적 상황 읽기, 목표 설정, 계획, 내용 생성과 조직, 재고와 수정 등을 위한 전략적 사고 활동에 의존한다(박영목, 2002, p. 105).

40) “담화 공동체는 공통의 목표와 관심을 공유하는 사람들이 공통의 언어, 공동의 전제, 일련의 공유된 기대와 관습을 바탕으로 의사소통을 함으로써 형성되는 집단을 지칭하는 개념이다”(박영목, 2002, p. 120).

41) 김성봉(2012, p. 4315)은 다음 문제들을 예로 들었다. 1. 성공적인 대학축제, 2. 교내 주차문제 해결, 3. 인터넷 쇼핑몰 창업 및 운영 방안, 4. 이성진군 교체, 5. 대학생 투표율 증대 방안, 6. 선박충돌 사고 및 기름유출사고 방지 대책, 7. 인터넷 실명제와 유튜브의 본인 확인제 거부 논란, 8. 스프링 저울, 9. 과속방지시스템 보완, 10. 잠수함 위치 추적 시스템 구축 등.

42) PBL 수업용 문제는 크게 4가지 특성을 가진다. ① 수업에서 배우는 지식과 이론 등을 문제해결 과정에 접목할 수 있도록 유도하는 문제, ② 문제 분석, 문제 정의, 정보 추구, 재탐색, 검증 등과 같은 연구 활동을 거쳐 풀 수 있는 문제, ③ 공학교육용 PBL 문제는 전공 영역의 현장에서 실제 발생하였고 앞으로도 발생할 수 있는, 공학 실무능력을 훈련할 수 있는 문제, ④ 해결 과정이 다양하고 답이 여럿 있어서, 모든 팀원들이 협력하여야만 풀 수 있는 문제(신민희, 2009, p. 62).

문제가 될 수 있을 뿐만 아니라, 협동 글쓰기를 효과적으로 배울 수 있는 총체적인 과제이기도 하다.

2. 과정

협동 글쓰기 과정은 전통적인 글쓰기 과정⁴³⁾과 비슷하지만 (Pfeiffer, 2010), 각 단계에서 협동을 활성화하기 위해 일부 수정된다(Sorby, 2006). 예를 들어, 쓰기 전-쓰기 중-쓰기 후, 세 단계 과정 중, '쓰기 중' 단계를 세 가지 하부 단계들로 더 세분한 모두 다섯 단계((쓰기 전)계획하기-초고 쓰기-검토-고쳐 쓰기-(쓰기 후)발표)의 과정이 있다(오택환, 2007). 또 문제 해결의 관점에서 각 단계에서 구성원들의 협동 활성화를 강조하는, ① 문제에 관한 탐구와 계획, ② 아이디어 생성, ③ 아이디어 조직, ④ 글쓰기 및 문제 해결, ⑤ 평가와 피드백, 다섯 단계(김혜경, 2010) 과정도 있다.

협동 글쓰기 과정은 의미 구성의 과정이기도 하고 의미 협상의 과정이기도 하다. 문제 해결을 위한 글쓰기는 필자가 담합 공동체의 사회적·수사적 맥락과 교섭하면서 목표지향적인 사고 과정을 통해서 의미를 구성해 나가는 과정이다(김혜경, 2010). 따라서 협동 글쓰기 과정에서 의미 협상 전략이 중요하다. 이 전략은 작문 맥락의 독해 전략, 문제의 발견과 분석 전략, 계획을 위한 전략, 계획의 실행을 위한 전략, 평가와 검증을 위한 전략 등으로 구분된다(박영목, 2002).

협동 글쓰기에서 가장 중요한 것이 각 단계에서의 협의이다. 협의는 공동체 구성원들의 협력적 의사소통 행위이다. 협의 과정에서 필자는 공동체의 집단적 해석의 제약 하에서 글을 쓰고 평가받는 것을 경험하게 된다⁴⁴⁾. 필자는 의사소통 현장에서, 다른 필자이면서 비판적 독자인, 팀 동료와 서로의 글을 읽거나 듣고 비판하는 등 협동적으로 의논하면서 문제 해결책을 모색한다(정미현, 2003). 이 과정에서 필자는 팀 동료들의 반응을 보고 들으며, 실제로 청중이 알고 싶어 하는 바가 무엇인지 자각하여, 자신의 생각을 명료하게 다듬고, 내용을 효율적으로 전달하기 위해 여러 가지 언어적 표현 및 수사적 관습에 관심을

기울이게 된다(이재기, 1997).

협의를 통한 의미 구성 과정의 핵심은 협동적 계획하기 전략⁴⁵⁾이다. 협동적 계획하기는 필자 자신의 통제 하에 비교적 느슨하게 진행되는 구조화된 계획하기⁴⁶⁾이다. 즉 필자(계획자)가 팀 동료(지원자)에게 자신의 계획과 구상한 바를 설명하고, 동료는 필자의 설명을 경청하며, 서로 질문하고 답하는 중에, 필자는 관점을 수정하기도 하고, 내용 전개에 필요한 새로운 정보도 얻는 등으로 계획을 정교하게 다듬을 수 있다(박영목, 2002).

예를 들어, 팀이 글을 쓰는 때에, 계획하기 단계에서, 문서를 작성하기 전에 문서의 개요, 전반적인 문서 디자인, 폰트, 및 머리제목 스타일들과 같은 포맷 이슈에 관한 의견 차이를 해소하기 위해 협의하여야 한다. 그래야 팀은 의미를 구성하기 위한 협상에 집중할 수 있게 된다(Sorby, 2006). 그래서 '쓰기 전'과 '고쳐 쓰기' 단계에서 가장 많은 협동이 발생한다(Markel, 2012).

V. 토 의

1. 공학설계와 공학 글쓰기

공대생을 위한 글쓰기 교육⁴⁷⁾을 제대로 하기 위해서는 공학 설계 과목에서 글쓰기를 통합해서 가르치는 것이 좋다. 학생들이 의사소통 글쓰기를 배우야 하는 이유를 깨달아야 그들이 의사소통을 어떻게 하는 것인지에 대한 학습 동기가 생기는 것이다(Paretti, 2008). “말보다는 몸으로 학습하는(실험이나 실습을 포함하는)교과목”(신선경, 2008)에서 글쓰기를 통합해서 가르치는 것이 학생들의 학습 동기 유발과 의사소통 능력 개발에 도움이 된다. 또 현장과 흡사한 엔지니어링 맥락에서 글쓰기를 배우고 연습을 하게 해야 학생들이 글쓰기를 더 잘 배울 수 있다⁴⁸⁾. 또 의사소통 기량을 개발하는데 있어서 학생들이 의미 있

43) 보통 글쓰기 과정은 크게, 쓰기 전(prewriting)-쓰기(writing)-고쳐 쓰기(rewriting), 세 단계로 나눈다. 이 중 쓰기 전 단계는 글쓰기의 성패를 좌우하는 정도로 중요하다(성숙자, 2003, p. 168). 글쓰기를 의미 구성 과정으로 보는 관점에서 글쓰기 과정은, 크게, 필자가 텍스트의 의미를 형성하는 단계와 그 의미를 텍스트로 구성하는 단계, 둘로 나눈다(성숙자 2003, p. 168). Sorby는 글쓰기 과정을 ① Identify the need and define the problem, ② Perform an audience analysis, ③ Plan the document, ④ Write the document, ⑤ Submit the document, ⑥ Evaluate the results 의 여섯 단계로 구분한다.

44) 협의의 단계와 방법에 대해서는 (이재기, 1997, p. 304)의 표 4에 정리되어 있다.

45) 전략은, 첫째, 글의 목적, 요점, 예상 독자, 텍스트의 구조에 관해, 둘째, 쓰기와 관련한 여러 가지 목표들을 통합 정리하는데 대해, 셋째, 필자의 반성적인 사고와 관련된 것이다(박영목, 2002, p. 121)

46) 작문 이론가들은 계획하기 단계를 다양한 방식으로 구분한다. Flower와 Hayes(1986)는 계획 단계를, 행위 계획(필자의 요구, 독자, 목적 등을 충족하기 위한 텍스트의 형성에 관한 필자의 수사학적 문제를 해결하기 위한 계획)과 내용 계획(전달하고자 하는 정보와 연관되는 추상적인 내용 구조 문제를 해결하기 위한 계획)으로 구분하고, Carey 등(1989)은 수사학적 계획(구조, 장르, 예상 독자, 초점, 어조, 표현 양식 등 포함)과 내용 계획으로 구분하며, Hayes와 Nash(1996)는 과정 계획과 텍스트 계획으로 구분한다(박영목, 2002, p. 121).

47) 공대생들의 글쓰기에 대한 태도나 그들에게 글쓰기 능력의 중요성에 대해서는 여러 문헌들에 언급되어 있으나, Winsor(1996), Beer(2005) 1 장 및 Sorby(2006) 1 장은 좋은 참고자료이다.

48) 공대 고학년 학생들이 배우는 과목들에서 글쓰기를 가르치는데 대한 연구에서, “교수진은 그들의 수업에 글쓰기 과정을 통합하는

는 과제를 하고 제대로 평가받는 학습 환경이 중요하다. 즉 그 과제들은 과목 내용에 자연스럽게 통합되고(Grose, 2007). 과목 내에서 의미 있는(예를 들어, 설계 활동(design activity⁴⁹))을 뒷받침하는) 기능을 해야 하며, 그리고 그 과제 결과물들은 그것들이 옳고 그르고 보다는 의사소통의 성공에 기여하는지에 대해 평가되어야 한다(Paretti, 2008). 그러고 보면 학생들의 의사소통 기량을 개발하는데 있어서 과목 담당 교수의 강의 진행 방식⁵⁰도 중요한 인자이다.

이런 관점에서, 공학설계입문은 학생들이 문제를 해결하기 위해 궁리하고 토의하고 선배들에게 묻기도 하며 기존의 해법을 시험해 보는 등 몸으로 일을 해서 창의력을 기르며 무엇인가를 만들어 가는 동안, 글쓰기가 설계의 한 부분이며, 뜻이 통하는 글을 쓸 수 있어야 설계 과정이 순조롭게 진행될 수 있음(Grose, 2007) 경험하도록 가르치기에 적합한 과목이다. 또 캡스톤디자인은 문제 해결을 위한 대안을 강구하고, 고객과 인터뷰도 할 수 있고, 정보 전달이나 설득을 위한 보고서도 쓸 줄 알며 발표도 할 수 있는 4학년 학생⁵¹들에게 글쓰기 의사소통 교육을 가르치기에 적합한 과목이다. 더욱이 이 두 과목에는 “자기 주도적 문제 해결과 내용 생성 전략을 기르는데” 효율적인 협력적(collaborative) 탐구 보고서⁵²(김성숙, 2012) 유형의 글쓰기 과제들이 학습 내용에 포함되어 있기도 하다.

것 이상을 해야 하고” 그리고 학생들이 효과적인 의사소통 기량을 개발하도록 돕기 위해서 “학생들이 스스로가 직업 전문가 역할을 하는 듯이 느끼도록 도와야 한다.” 이런 관점에서 공학설계 과목들은 직업 전문가 분위기를 생성하는데 이상적이고, 그리고 학생들이 의미 있는 직업 전문가 관행에 엮여 들어가도록 하는 교수의 능력이 학생들의 학습에 긴요하다(Paretti, 2008, p. 491).

- 49) activity theory는 특정한 프로젝트에 대해 생산되는 다양한 문서들이 감당하는 기능들을 기술하는데; 그렇게 하는데 있어서, 활동 이론은 강의실 환경에서의 의사소통 관행들과 학교에서 배운 기량들을 실제 업무 현장으로 전이하는 때에 학생들이 맞게 되는 어려움들을 이해하기 위한 바탕을 제공한다(Paretti, 2008, p. 492)
- 50) 글쓰기를 단순히 전공 주제에 통합해서 가르치는 것만으로는 부족하다. 전문 주제에 관한 의사소통을 위한 글쓰기를 위해서는 학습자 중심 그리고 담화 공동체 중심의 방식, 예를 들어 coaching 방식으로 가르쳐야 한다. 학생들은 그들이 글을 제대로 쓸 수 있을 때까지는 글쓰기를 이해하지 못하고, 글을 쓴다는 것은 스타일, 어문 규정, 및 기술(technology)들에 능숙해지는 것만큼이나, 그 보다 더하지는 않다 하더라도, 청중, 목적, 맥락과 같은 중요 개념들을 이해하는 것과 밀접한 관계를 갖는다(Yalvac, 2007, p. 122).
- 51) 학생들은 고학년이 될수록 의사소통 능력 향상을 위한 교육의 필요성을 더 깊이 깨닫는다(신선경, 2008, p. 46)
- 52) 협력적 탐구 보고서를 쓰기 위해서 학생들은 다음과 같은 절차를 따른다. 수업을 위해 주어진 화제(예, ‘한류 현상’)에 대해 조원(組員)인 학생 개인이 관련 논문을 찾아오고, 그런 논문들 중에서 하나를 조를 대표하는 논문으로 정하고, 그런 조별 논문들 중에서 수업 반 전체가 사용할 씨앗 논문을 하나 선정한다. 그 논문에 관한 학생 개인별 관심 주제를 고려하여, 다시 조를 구성하여 조별로 탐구 보고서를 쓴다(김성숙, 2012, p. 51).

공학설계 과목에서 예를 들어 “진도보고서를 어떻게 쓰는지”를 가르치기보다는, 설계 관련 텍스트들의 기능에 비추어, 학생들이 엔지니어링 일과 주제들(교수, 학생, 엔지니어, 매니저) 사이에서 정보 전달과 설득을 가장 잘 지원할 수 있는 보고서, 설계 노트북, 및 다른 텍스트들을 어떻게 효과적으로 구성할 수 있는지를 배울 수 있게 가르쳐야 한다. 따라서 발표나 보고서 등은 이상적인 표준을 잘 따른 흡입을 데 없는 텍스트로서 보다는, 그것들이 설계 과정에서 정보를 교환하는 효과성의 정도에 따라 평가되어야 한다. 또 이런 관점에서 적절한 내용, 문서의 독자 지향 구성, 및 도식적 내용 제시뿐만 아니라 문법의 옳고 그름, 부드러운 전환, 및 정보의 접근성을 높이는 머리제목과 같은 표면적인 특징들이 평가되어야 한다(Paretti, 2008).

이와 같이, 전공 주제와 의사소통을 통합하여 가르치기에 적합한 과목이 바로 공학설계이다. 특히 전공 과목 수업에 의사소통 교육을 연계하는 것이 쉽지 않은 우리나라 공과대학들의 교육 여건에서, 전공 융합형⁵³ 의사소통 교육 모델(신선경, 2008)에 적합한 과목이 바로 공학설계이다. 이런 모델에 대해 미국의 여러 대학들의⁵⁴ 긍정적 성과가 보고되는 반면, 서론에서 살핀 바와 같이, 우리나라 대학들의 시행 성과는 미흡해 보인다.

글쓰기를 공학설계 과목 내에서 가르치기 어려운 경우에, 적용할 수 있는 여러 방법들⁵⁵이 있다. 예를 들어, 공학설계입문과 기초 글쓰기 과목을 또 캡스톤디자인과 전공 글쓰기 과목을 같은 학기에 개설하는 것이 한 방법이다. 이 경우에 글쓰기 과목은 필수여야 한다. 또 과목을 담당하는 두 교수는 설계를 따라 적절한 글말 의사소통 교육이 병행되도록 교과 내용과 수업 진행 방법을 협조하여야 한다. 이런 면에서, 한 교수가 두 과목을 동시에 맡는 것이 좋겠다.

2. 공학설계와 의사소통

의사소통이 설계에서 절대 필요한 요소이기 때문에, 의사소통을 위한 글쓰기를 배우는 것은 공학설계의 학습목표를 성취하

53) 성공적인 엔지니어가 되기 위해서 요구되는 융합 역량에는 비판적 사고력과 창의력, 의사소통 및 설득능력 및 다양한 학문분야에 대한 이해력이 포함된다(진성희, 2013, p. 32).

54) 미국 Northwestern University에서는 Engineering Design Communication(EDC)라는 과목을 공대 신입생들에게 가르치고 있으며(Yarnoff, 2010), Virginia Tech에서는 4 학년 학생들에게 2 학기 동안 진행되는 capstone design 과목에서 technical writing을 통합하여 가르친 예가 있다(Paretti, 2008, p. 495).

55) ① 전공 글쓰기와 의사소통 교육을 전공과목에 통합, ② 글쓰기 교수와 전공 교수가 전공과목에서 협동 강의(collaborative teaching), ③ 글쓰기과목과 전공과목을 연계 수강하도록 하고, 의사소통 교육을 위해 두 과목 수업 조정(linked courses), ④ 글쓰기 교수가 가르치는 전공 글쓰기 과목에 전공 교수진의 의견 반영(stand alone)(Leydens, 2009, p. 267)

는데도 도움이 된다⁵⁶⁾. 공학설계 능력을 평가하는 여섯 가지 영역⁵⁷⁾ 중 사회적 능력이 가장 중요한데, 그 능력은 의사소통과 팀워크, 두 가지 요소로 평가된다. 2장에서 본 바처럼, 설계 과정은 각 단계에서 의사소통을 요구한다(Yarnoff, 2010). 그런 단계들과 맞물려 진행되는 보고서 쓰기와 발표가 설계가 나아가도록 뒷받침한다는 것을 학생들이 이해하도록 가르쳐야 한다(Paretti, 2008).

개념 설계에서 뜻이 정확한 문장과 단락을 쓰고 주제가 분명한 글의 개요를 짜는 능력⁵⁸⁾은 수요 확인과 문제 정의 및 설계 사양을 규명하는데 요긴하다. 구체화 설계에서, 특히, 그래픽과 시각자료들을 글말 텍스트와 통합하는 능력은 제품 형태와 외양에 관한 아이디어를 스케치하고 그래프를 그리며 수식을 쓰는 등으로 제품 체계와 형상 설계 및 매개변수 설계에 중요하다. 상세 설계에서 정보 전달과 설득을 위한 문서를 작성하는데 장르의 여러 특성을 반영하는(권성규, 2013) 능력은 모델이나 시제품 제작 전문가들과 효과적으로 소통하고, 최종 발표와 보고서로 제품 생산까지의 과정을 효과적으로 의사소통하는데 필수적이다. 이런 글말 의사소통 능력은 공학설계 과정 중에 적절한 글쓰기 과정에 따라 팀워크에 바탕을 두고 개발된다. 따라서 공학설계에서 글말 의사소통 능력을 기르는 것은 공학설계 능력을 기르는 것과 일맥상통한다.

Paretti(2008)에 의하면, 설계 텍스트들은 설계 엔지니어들이 해결해야 하는 문제들을 살피는 일을 “중재하는 인공물”에 속하는 것들이다. 설계 텍스트들은 프로젝트를 추진하는 책임 엔지니어들과 매니저들(공학설계 과목에서 과목 담당 교수) 사이를 중재할 뿐만 아니라 개발 중인 설계가 고객이 요구하는 성능 기준을 충족하는지를 판단하기 위한 설계자들과 고객 사이의 관계도 중재한다. 예를 들어, 캡스톤디자인 과목에서 작성하는 진도보고서, 프로젝트 노트북, 구두 발표 및 최종 보고서와 같은, 글말이나 입말 텍스트들은 설계 팀원들 사이에 정보와 아이디어의 교환을 중재하는 도구들이다. 또 설계 과정 중에 설계 텍스트들을 회람하는 일은 설계 팀원 각 개인들이 후속하는 의사결정이나, 계산 또는 설계를 수정하는 때에 알고 있어야 하는 정보를 챙겨두도록 하기 위한 팀의 상호작용이다.

56) “글쓰기는 아무 과목에서나 학습과 어떻게 학습할지를 가르치기 위한 매개체로서 중심적인 역할을 한다”(Herrington, 1981, p. 387).

57) 공학설계 능력을 평가하는 여섯 가지 영역 중, 사회적 능력이 가장 중요하고 다음이 절차적 능력이다. 사회적 능력은 의사소통과 팀워크, 두 가지 요소로, 절차적 능력은, 문제 확인 및 정의, 계획 및 관리, 정보 수집, 아이디어 도출, 아이디어 평가, 다섯 가지 요소로 평가된다(김태훈, 2005, p. 55).

58) 설계 개념을 효과적으로 전달하고 설득하는 능력은 공학 설계자에게 중요한 것이다(김관평, 2013, p. 63).

3. 글말 의사소통을 위한 협동 글쓰기

공학설계 과목에서 글말 의사소통 교육을 위해서는 협동 글쓰기를 이용하는 것이 좋다. 이재기(1997)에 의하면, “질과 양의 차이가 있을 뿐 대부분의 글은 주위 사람들과의 협력과 협의를 통해 쓰여 진다.” 과학자, 엔지니어, 기자, 사업가들이 글쓰기를 할 때 협력하는 것과 같이, 학생들도 글쓰기를 할 때 협력하는 것이 필요하다고 생각한다면, 글쓰기의 모든 단계에서 협력할 수 있도록 학생들에게 학습 기회가 제공되어야 한다. “학생들이 앞으로 전문 직업 세계에서 일을 하며 성공적으로 의사소통하기 위해서는 문제를 분석하고, 문제 해결을 위해 필요한 것을 파악할 수 있어야 하는데, 이를 위해서는 대학교에서 협동 글쓰기의 경험을 충분히 쌓아 둘 필요가 있다(박영목, 2002).” 현장에서 “협동적으로 글을 쓸 때, 자신의 역할을 다하는 사회인을 기르는” 것이 협동적 글쓰기가 필요한 이유 중의 하나이기도 하다.

공학설계가 팀 활동이므로 과제 관련 글들도 팀이 협력하여 작성하는 것이 자연스럽기도 하다. 설계를 개발하는 과정에서, 학생 팀은 자주 서로, 그들의 지도교수와, 외부 전문가들과 의사소통해야 한다(Paretti, 2008). 학생들은 글쓰기에 필요한 공동체에서 요구하는 구체적인 지식을 소집단 작문 활동을 통해서 획득한다. 쓰기 능력은 말하기, 듣기, 읽기, 그리고 동료 반응 집단 내에서 일어나는 다른 경험들과 관련하여, 협동학습을 통해 글쓰기 구성 요소들을 총체적으로 배울 때 발달한다(이재기, 1997). 학생 혼자서는 어렵지만 동료들의 협조나 선생님의 적절한 안내를 받으면 할 수 있는 과제를 해결하는데 있어서, 과제를 둘러싸고 있는 사회적 상호작용에 학생들이 몰두할 수 있도록 도와주면 학생들의 글쓰기 능력이 신장된다(박영목, 2002).

공학설계와 관련한 글을 쓰는데 필요한 자료들을 생산하거나 관리하는 일은 한 개인이 하지 않고 팀이 한다. 그래서 자료를 요약하고 문서 작성에 필요한 제재들을 선정하는 등의 일을 팀이 협의해서 할 수밖에 없다. 글을 쓰는 목적도 개인의 정보 전달이나 설득이 아니라 문제를 해결하거나 사회의 필요를 충족하기 위한 새로운 것의 생성과 관련된다. 이런 맥락에서 학생들은 실제 의사소통 맥락에 가까운 환경에서 동료들과 협동하여 여러 장르의 글쓰기를 배울 수 있다.

공학설계에서 협동 글쓰기를 하는 중에, 학생들은 글을 쓰기 위해서 협동하는 전략뿐만 아니라 혼자서 글을 쓰는 전략도 기를 수 있어야 한다. 그런데 문제 해결을 위한 협의와 협동 글쓰기로 인해 학생들이 간접적 글쓰기 활동만 하고, 정작 학생 개인들의 글쓰기 능력의 신장에는 이르지 못한다면(성숙자, 2003) 문제가 된다. 협동 글쓰기의 목표는 학습자 개인의 글쓰기 능력 신장이지 결코 협동 그 자체가 아니다(성숙자, 2003). 그러므로

협동 글쓰기를 가르치는 때에 교수는 무임승차자, 독재자 또는 소외되는 학생이 나타나는 것을 방지해야 한다. 따라서 특정 텍스트에 적합한 협의 유형(Fig. 4 참조)을 택하여 협동 글쓰기를 지도해야 한다.

또 협동 글쓰기가 분업(여럿이 나누어 쓰기(오택환, 2007))으로 끝나서도 안 된다(정진희, 2013). ‘협동적 쓰기 활동’에서 전체 글을 몇 부분으로 나누어 팀원 각자가 쓴 것들을 합쳐서 하나의 글을 완성하는 것은 과제를 완수한다는 관점에서 좋기는 하나(이재기, 1997), 이것 역시 개인 학생의 글쓰기 능력 학습과는 거리가 있다. 이런 문제를 예방하기 위해서는 팀을 구성하는 단계에서, 팀 구성원의 강점에 따라 협동해서 글을 쓸 수 있도록, 예를 들어, 팀장, 자료 관리자, 시각자료 가공자, 초벌 작성자 등을 미리 정해 두는 것이 좋다(Beer, 2005).

4. 협동 글쓰기와 공대 교수

협동 글쓰기는 공대 교수들이 공학설계에서 글쓰기를 가르칠 수 있는 좋은 도구이다. 지금까지 토의 내용을 요약하면, 공학설계는 글쓰기를 가르치기 좋은 과목이고, 의사소통을 위한 글쓰기 교육이 공학설계의 학습목표를 성취하는데 도움이 되며, 그런 글쓰기는 협동 글쓰기 방식으로 가르치는 것이 좋다. 그런데, 공대 교수들은 글쓰기 가르치기를 꺼린다.

글쓰기를 가르치는데 익숙하지 않은 공대 교수 입장에서, 공학설계에서 협동 글쓰기를 가르치는 문제를 고려해보자. 기초 글쓰기에서 배웠을 문법, 단락, 글의 구성 등에 대해서는⁵⁹⁾ 팀 별로 첨삭 지도를 하는 것으로 충분하다. 글쓰기 과정은, 설계 과정과 같이 나아가기 때문에, 따로 가르치지 않아도 된다.

설계나 글쓰기 둘 다 팀워크에 바탕을 두어야 하기 때문에, 과목 담당자는 팀 개발에 관심을 기울여야 한다. 그런 의미에서 교수는 팀이 단계마다 협의를 제대로 하는지 지도하고 감독하며, 팀 감독자로서 학생 팀들의 협의와 협동을 활성화하는데 역할을 할 수 있어야 한다. 특히, 집단 내에서 글을 쓰는 때에 단어나 문장에 대해 즉각적인 반응⁶⁰⁾이 뒤 따르면 글쓰기가 진지해지고 집단의 신뢰성이 높아지는 등으로, 쓰기 집단 활동의 성패에 미치는 영향이 크므로(박영목, 2002), 팀 협이가 글쓰기 과정을 따라 적시에 진행되도록 감독하는 일이 중요하다.

공학설계 입문에서는 개념 설계에 치중하기 때문에 문제 해결을 위한 자료 수집과 아이디어 생성 및 글쓰기를 대비하여

그 아이디어들을 관리하는데 대한 협의를 강조한다. 또 글을 쓰는데 필요한 제재들의 선정과 글의 구성, 시각자료 등을 이용하는 데에도 팀 협이가 중요하다. 첨삭 지도에서는 문장 뜻의 정확성, 문장 부호, 오류 없는 내용 작성 및 간결성에 초점을 맞춰 협의하도록 한다. 특히 글쓰기 과제들이 실제로 설계 과정과 연결되어 진행될 수 있도록 환경(예, 설계 과정 적기에 재료 수급, 모형을 제작하고 시험할 수 있는 공간 확보 등)을 조성하고 유지하는 일은, 글쓰기를 포함하는, 과목 목표 성취에 영향을 미치는 중요한 요소이다.

캡스톤디자인에서는 상세 설계에 치중하므로, 문서의 디자인, 텍스트의 포괄성(내용을 이해하는데 필요한 정보가 텍스트에 모두 포함되어 있는지) 접근성(내용을 이해하는데 필요한 정보를 텍스트에서 쉽게 찾아 볼 수 있는지)에 초점을 두고 협의하게 한다. 또 통계 문서를 작성하는데 있어서는 시제품 시험이나 제작과 관련한 다양한 독자들을 대상으로 한 정보 전달이나 설득 및 문서의 사용 맥락을 고려하는 관점에서 협의하도록 유도한다.

공학설계 과목에서 이런 정도로 의사소통 글쓰기를 가르치기는 공대 교수로서 할 수 있는 일이다. 글쓰기가 엔지니어링 문제 해결을 위해 필요한 능력이고 의사소통 글쓰기가 엔지니어링 설계 과정을 따라 나아가게 뒷받침한다는 사실을 감안하면, 공학설계에서 글쓰기를 통합해서 가르치는 일을 숙고할 만하다. 서론에서도 언급하였지만, 대학에서 글쓰기 교육을 새로운 시각에서 바라보게 된 배경은 공학교육인증에 의한 공과대학 의사소통 글쓰기 교육이다. 따라서 공과대학 글쓰기 교육이 제자리를 잡기 위해서는 공대 교수들이 글쓰기 교육에 관심을 가져야 하고, 그런 관점에서, 공학설계 과목에서 글쓰기를 가르치기를 권하는 것이다.

공학설계에 글쓰기를 통합해서 가르치다 보면 교수진은 자신들이 가르치는 학생들의 글쓰기에 어떤 문제가 있는지를 알게 되어, ‘읽고 쓰기 능력이 부족하여 전반적인 학업 성취에 문제가 있는 것은 아닌가’라고 생각하게 된다. 따라서 다양한 학습 과정에 글쓰기를 반영하고 교양 글쓰기와 전공 글쓰기의 연계성을 강화하기 위한 필요성을 느끼게 된다. 공대 교수가 공학설계를 가르치는 중에, 협동 글쓰기 방식으로 전공 글쓰기를 가르치는 일은 어려운 일이 아니다. 팀 티칭 방식의 수업이라면, 글쓰기 교육 전문가가 설계 텍스트 생산을 위한 글쓰기를 협동 글쓰기 방식으로 이끌어 가는 것도 어려운 일이 아니다.

VI. 결 론

공대생들을 위한 글쓰기 의사소통은 공학설계에서 글쓰기와 통합해서 가르치는 것이 좋다. 공학설계 과목에서 글쓰기를 가르치기를 권하는 입장에서 공학설계에 대해 소개하고, 공학설

59) 다만 어휘력이 부족하고, 철자도 틀리게 쓰며, 문법도 잘 모르는 등, 글쓰기 기초 실력이 미약한 학생들에게 기술 의사소통을 위한 글쓰기를 가르치기가 힘든 것은 사실이다.

60) 글쓰기 과정은 학생들이 피드백을 받고, 그들의 학습에 대해 숙고한 뒤, 초벌을 개정할 시간 여유를 가질 수 있도록 진행되어야 한다(Yalvac, 2007, p. 123).

계의 의사소통 관련성을 살피고, 협동 글쓰기의 특성을 조사한 후, 공학설계에 의사소통 글쓰기를 통합해서 가르치는 특성과 장점에 대해 토의하였다. 공대생들에게 전공 글쓰기를 제대로 가르치기 위해서는 공학설계와 글쓰기를 통합해서 가르치는 것이 좋고, 의사소통 글쓰기 교육이 공학설계의 학습목표 성취에 도움이 되며, 그런 글쓰기는 협동 글쓰기 방식으로 가르치기를 권하고, 그런 방식으로 공대 교수들도 공학설계에서 글쓰기를 통합해서 가르치기를 권한다.

대부분의 공대 교수들에게 공학설계에서 글쓰기를 가르친다는 것은 생소한 문제이다. 그러나 공학설계입문이나 캡스톤디자인에서 설계 팀들이 정기적으로 회의록과 진도보고서를 그리고 학기말에는 최종보고서를 제출하는 것은 통상적이다. 설계 팀은 또 학기말에는 결과물을 제출하고 강의실에서 발표도 한다. 이런 면에서, 공학설계와 글말 및 입말 의사소통의 연관성과 설계 팀의 의사소통 능력 부족이 부실한 설계와 결과물로 귀결된다는 사실을 제고하면, 글쓰기 의사소통이 공학설계가 과정을 따라 나아가게 하고 그만큼 공학설계에서 글쓰기가 중요하다는 사실에 대한 주목은 오히려 새삼스럽다.

다만, 설계과정을 따라 개념을 전개하고 구체화하는 등으로 자료를 생산하고 관리하며 단계마다 필요한, 예를 들어, 진도보고서나 설계브리프를 작성하기 위해 설계 팀이 협의하는 과정을 지도하는 방식(예를 들어, 코칭)의 개발이 과제거리이다. 또 예를 들어, 진도보고서를 설계 팀이 협동 글쓰기 방식으로 쓸 수 있는 절차를 강의실에서 지도하는 방법도 개발할 필요가 있다. 부가적으로, 수업이나 설계 또는 제작과 관련한 공간, 시설, 물자 및 인력이 개별 팀의 설계 과정의 진척에 장애가 되지 않도록 적기에 지원되어야 한다. 그와 더불어, 설계팀이 적기에 의사소통을 하도록 지도해야 한다. 무엇보다도 공학설계에서 협동 글쓰기로 개인 학생의 글쓰기 능력과 팀의 문제 해결 능력이 발전하도록 교수가 팀 활동에 관심을 보여야 한다.

이 논문이 교양 글쓰기의 새로운 방안 모색과 공대 글쓰기 교육 발전에 도전하는 자료가 되기를 희망한다.

참고문헌

- 강명구·김지현(2010). 한국 대학의 학사구조 변화와 기초교양 교육의 정체성 확립의 과제, **아시아교육연구**, 11(2): 327-361.
- 권성규(2013). 의사소통과 기술문 쓰기, **교양교육연구**, 7(3), 한국교양교육학회: 305-330.
- 김판명(2013). 산업디자인-공학설계 융합 교육의 현황, **기계저널**, 53(3), 대한기계학회: 61-66.
- 김성봉·홍효정(2013). 공학설계수업에서의 PBL 모델 개발 및 효과 분석, **한국산학기술학회논문지**, 11(11): 4310-4319.
- 김성숙(2012). 컬럼비아대학교 글쓰기 교수법의 작용 사례, **대학작문**, 4: 35-65.
- 김순임·민춘기(2013). 교양과 전공 교육의 연계를 위한 교과과정 시론, **교양교육연구**, 7(3), 한국교양교육학회: 11-60.
- 김용세(2006). 창의적공학설계 교과목을 통한 설계기본소양 교육, **대한기계학회 2006년도 춘계학술대회 강연 및 논문 초록집**: 3209-3213.
- 김은주(2003). 반복적 소집단 활동이 참여자의 커뮤니케이션 기피성향에 주는 영향, **교육심리연구**, 한국교육심리학회: 1-22.
- 김이형·이병식(2005). 창의적 사고능력 증진을 위한 공학설계입문 교과목 및 사례 개발, **공학교육연구**, 8(3), 공학교육학회: 26-35.
- 김태훈(2005). 공학설계능력의 평가 요소 규명, **공학교육연구**, 8(3), 공학교육학회: 49-56.
- 김혜경(2010). 공학교육인증과 관련한 공학적 글쓰기 강의 모형 연구 - 충남대학교 <공학논문작성과 발표> 강의를 중심으로 -, **대학작문**, 창간호: 243-271.
- 노명완(2010). **대학작문**, 창간호, 대학작문학회: 11-39.
- 문혜경(2000). **협동학습을 통한 작문지도 방법 연구**, 서울대학교 석사학위논문.
- 박강 외(2010), **공학 문제 해결의 길라잡이 창의 공학**, 2판, 인피니티북스: 71.
- 박영목(2002). 協商을 통한 意味 構成과 協同 作文, **국어교육**, 107, 한국어교육학회: 101-133.
- 설승기(2000). 공학교육 사례: 창의공학설계 -서울대학교 전기공학부의 경험-, **공학교육**, 8(1), 한국공학교육학회: 9-13.
- 성숙자(2003). 협동 작문의 유형과 개선점, **우리말연구**, 13, 우리말학회: 161-182.
- 신민희(2009). 공학교육에서 PBL수업 모형과 교수전략, **공학교육**, 16(3), 공학교육학회: 61-65.
- 신선경(2008). 과학기술자를 위한 글쓰기 교육의 새로운 방향, **작문연구**, 7: 35-58.
- 오택환(2007). 협동 작문의 단계와 절차 탐색, **국어교육학연구**, 29: 229-253.
- 이동명(2012). 공학설계를 위한 전공연구 교수법 사례연구, **공학교육연구**, 15(3), 한국공학교육학회: 72-77.
- 이상수·박지영(2002). 전통적 학습환경과 웹기반 학습 환경에서의 개인학습과 협력학습이 영어작문에 미치는 영향, **교육공학연구**, 18(1), 한국교육공학학회: 193-214.
- 이은화·배원병(2007). 공학설계 교육과정의 설계방식 분석 - P대학 공학설계 교육과정을 중심으로 -, **공학교육연구**, 10(3), 공학교육학회: 5-20.
- 이인영(2010). 효과적인 과학글쓰기 교육을 위한 공학 실험 보고서 고찰, **현대문학의 연구**, 40, 한국문학연구회: 551-578.
- 이재기(1997). 소집단 협동적 작문활동에 관한 고찰, **청람어문학**, 17, 청람어문학회: 263-312.

26. 이태식 외(2009). 공과대학 캡스톤 디자인(창의적 공학 설계) 교육과정 운영실태 및 학습 만족도 조사, **공학교육연구**, 12(2), 한국공학교육학회: 36-50.
27. 이희원 외(2010). 캡스톤디자인 교과목 기반의 프로그램 학습 성과 평가 연구, **공학교육연구**, 13(6), 공학교육학회: 143-151.
28. 임동진(2006). 외국 대학의 캡스톤 디자인 교육, **전기의 세계**, 55(9), 대한전기학회: 58-61.
29. 정미현(2003). 협의 중심의 과정 중심 글쓰기의 효율성 - 설득하는 글을 중심으로 -, **국어교육**, 112, 한국어교육학회: 95-130.
30. 정진현(2012). 캡스톤 디자인(Capstone Design)에 기초한 초 등의 창의적 공학기술 교육 프로그램 개발과 적용 효과에 관한 연구, **한국실과교육학회지**, 25(4): 195-215.
31. 정진희(2013). 대학의 <학술적 글쓰기>를 위한 교수학습법 모색, **교양교육연구**, 7(5), 한국교양교육학회: 137-162.
32. 주종남·박민수(2006). 서울대학교 창의공학설계 교육 현황, **대한기계학회 2006년도 춘계학술대회 강연 및 논문 초록집**: 3214-3218.
33. 진성희·신수봉(2013). 공과대학 융합교육에 대한 사례조사 및 요구분석, **공학교육연구**, 16(6), 한국공학교육학회: 29-37.
34. 최건아(2012). 대학의 전공 쓰기 과제 분석, **새국어교육**, 90, 한국국어교육학회: 149-170.
35. Beer, David and McMurrey, David(2005). *A Guide to Writing as an Engineer*, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc.
36. Burghardt, M. David(1995). *Introduction to the Engineering Profession*, Second Edition, Harper Collins College Publishers.
37. Burnett, Rebecca E.(2001). *Technical Communication*, 5th Edition, Harcourt College Publishers.
38. Dieter, George E. and Schmidt, Linda C.(2013). *Engineering Design*, Fifth Edition, McGraw Hill.
39. Dixon, John R.(1966). *Design Engineering: Inventiveness, Analysis, and Decision Making*, McGraw-Hill Book Company.
40. Gerson, Sharon J. and Gerson, Steven M.(2014). *Technical Communication: Process and Product*, Eighth Edition, Pearson.
41. Grose, Thomas K.(2007). You Know It. Can You Write It? *ASEE Prism*, December: 42-45.
42. Hanson, James H. and Williams, Julia M.(2008). Using Writing Assignments to Improve Self-Assessment and Communication Skills in an Engineering Statics Course, *Journal of Engineering Education*, 97(4): 515-529.
43. Herrington, Anne J.(1981). Writing to Learn: Writing across the Disciplines *College English*, 43(4): 379-387.
44. Karsnitz, John R., O'Brien, Stephen and Hutchinson, John P.(2009). *Engineering Design: An Introduction*, Delmar Cengage Learning.
45. Lannon, John M.(2008). *Technical Communication*, 11th Edition, Pearson Longman.
46. Leydens, Jon A. and Schneider Jen(2009). Innovations in Composition Programs that Educate Engineers: Drivers, Opportunities, and Challenges, *Journal of Engineering Education*, 98(3): 255-271.
47. Markel, Mike(2012). *Technical Communication*, 10th Edition, Bedford/St. Martin's.
48. Norton, Robert L.(2004). *Design of Machinery*, Third Edition, McGraw Hill Higher Education.
49. Paretti, Marie C. (2008). Teaching Communication in Capstone Design: The Role of the Instructor in Situated Learning, *Journal of Engineering Education*, 97(4): 491-503.
50. Pfeiffer, William Sanborn and Adkins Kaye E.(2010). *Technical Communication: A practical Approach*, 7th Edition, Prentice Hall.
51. Sheehan, Richard J.(2010). *Technical Communication Today*, 3rd Edition, Pearson.
52. Shigley, Joseph Edward and Mitchell, Larry D.(1983). *Mechanical Engineering Design*, McGraw-Hill Book Company.
53. Sorby, Sheryl A. and Bulleit, William M.(2006). *An Engineer's Guide to Technical Communication*, Pearson Prentice Hall.
54. Weismann, Herman. M.(1974). *Basic Technical Writing*, Charles E. Merrill Publishing Company.
55. Winsor, Dorothy A.(1996). *Writing Like an Engineer: A Rhetorical Education*, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
56. Yalvac, B, et. al.(2007). Promoting Advanced Writing Skills in an Upper-Level Engineering Class, *Journal of Engineering Education*, 96(2): 117-128.
57. Yarnoff, Charles, et. al.(2010). *Engineering Design and Communication: Principles and Practice*, 2010 Edition, Northwestern University.



권성규(Sunggyu Kwon)

1980년: 연세대학교 기계공학과 학사 졸업

1990년: Louisiana 주립대학교 기계공학과 PhD.

1991년: 한국원자력연구소 선임연구원

1995년~현재: 계명대학교 기계자동차공학과 교수

관심분야: 로봇 지능제어, MSC 교육 개발, 공대 글쓰기

Phone: 053-580-5231, 010-3189-5231

Fax: 053-580-6725

E-mail: cmack@kmu.ac.kr