

공과대학 교수학습의 질적 향상을 위한 공학 교수자의 교수지향 탐색

장지영*·이현주**†

*성균관대학교 공학교육혁신센터

**이화여자대학교 과학교육과

Exploration of Engineering Professors' Teaching Orientations toward Engineering Courses

Jang, Jiyong*·Lee, Hyunju**†

*Innovation Center for Engineering Education, Sungkyunkwan University

**Department of Science Education, Ewha Womans University

ABSTRACT

Teaching orientations represent teachers' general way of conceptualizing their teaching. The orientations are regarded as a very important factor in developing teachers' pedagogical content knowledge because they often guide their instructional decisions such as the selection of contents and teaching strategies, the use of curricula materials, and the evaluation of learning. Thus, understanding teachers' orientations can provide meaningful suggestions to understand their instructional approaches and furthermore to enhance the quality of engineering education in college. The research question for this present study was what kinds of teaching orientations engineering professors possessed in teaching engineering courses and how the orientations were represented in their teaching. Six engineering professors, particularly interested in instructional approaches, participated in the research. The data sources included in-depth interviews with individual professors, classroom observations with field notes, and related documents. In results, four teaching orientations toward engineering courses were identified: 1) expert knowledge in engineering, 2) engineering practice, 3) social practice, and 4) interdisciplinary design. Individual professors had between one to three different teaching orientations. Even though the professors had similar orientations but their instructional strategies somewhat varied based on the disciplines.

Keywords: Engineering education, Engineering professors, Teaching orientation, Instructional practice, Pedagogical content knowledge

1. 서 론

교수자는 본인이 갖고 있는 내용지식을 바탕으로 교과 내용을 이해하고 해석한 후, 학습자가 이해할 수 있는 수업 내용과 형식으로 변환하여 전달한다. 즉, 교수자는 전공 영역의 내용 지식 뿐만 아니라 그 내용을 전달하는 방법론적 지식도 갖추어야 함을 의미한다(박현숙·허은, 2009). 이러한 이유로 사범대학(또는 교육대학)에서는 유치원과 초·중등 예비 교사를 위해 교과 내용학과 교육학, 교과교육학을 중심으로 교육과정을 운영하고 있으며, 이를 이수할 경우 교사자격증을 취득할 수 있도록 하고 있다. 그러나 대학의 경우, 전공분야의 학위 취득만으

로 교수자로서의 자격을 갖추게 되는 경우가 많다(Griffin & Hukill, 1983). 이로 인해 대학에 처음 임용된 교수자가 학습자들의 성취 능력에 눈높이를 맞추어 수업을 구성하고 진행하는데 어려움을 느낀다는 연구 결과들도 보고되고 있다(조벽, 1995; Borich, 2010). 또한 새로운 교수전략에 익숙지 않아 급격히 변하는 교육 현실에 잘 대응하지 못하는 경우도 있다. 특히 공과대학의 경우, 지식과 기술의 변화가 상대적으로 빠르기 때문에 공학 교수자는 교수 역량을 강화하기 위해 더 많은 노력을 기울일 필요가 있다. 그럼에도 불구하고, 이들은 여러 가지 시대적·환경적 여건으로 인해 교육보다는 연구에 훨씬 더 많은 시간을 투자할 수밖에 없는 안타까운 실정에 놓여 있다(김진수 외, 2008). 따라서, 공과대학의 특성에 맞는 효과적인 공학 교수가 진행되기 위해서는 공학 교수자에 대한 체계적

Received April 27, 2016; Revised May 19, 2016

Accepted May 25, 2016

† Corresponding Author: hlee25@ewha.ac.kr

인 지원이 필요하다.

이러한 맥락에서 본 연구자는 공학교육에 관심이 많고 관련 연구업적이나 교육성과를 지닌 공학 교수자 6명을 섭외하여, 이들의 공학교육에 대한 교수지향(teaching orientation)을 살펴보고자 하였다. 물론, 6명의 공학 교수자만을 대상으로 사례 연구(case study)를 진행하였기 때문에, 공대 교수들의 일반적인 공학 교수지향이라고 일반화시키기에는 제한이 있다. 그러나, 대학에서 오랜 시간 가르치면서 공학 교육에 대한 신념과 철학을 형성해온 공과대학 교수자들의 교수지향을 심도 있게 탐색해보므로써 공과대학 교수·학습의 변화에 중요한 시사점을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

이에, 본 연구자는 “공학교육을 담당하는 공학 교수자들은 어떠한 교수지향을 갖고 있으며, 그 특징은 무엇인가?”라는 질문을 연구문제로 설정하였다. 다시 말해서, 공학 교수자가 공학교육이라는 특수한 교수·학습 맥락에서 ‘왜’, ‘무엇을 위하여’, 그리고 ‘어떠한 방식’으로 수업을 전개하는지에 초점을 맞추어 탐색해보고자 하였다.

II. 이론적 배경

일반적으로 교수지향은 교수자의 교수전략의 선택이나 교수 내용의 조직, 학생들과의 관계 형성 등에 매우 큰 영향을 미치기 때문에, 교수자의 교수지향에 대한 이해는 매우 중요하다(Friedrichsen & Dana, 2005). 교수지향은 학생, 학습, 교실 활동, 가르칠 학습내용에 대한 교수자의 암묵적이고 내면화된 내적 이해구조로, 일부 연구자들은 이를 교수자 개인의 교육적 성향이라고 보기도 한다(Kagan, 1992; Pajares, 1992). 선행 연구들에 따르면, 교수자의 신념(teachers' belief), 교수자의 개념화(teachers' conception), 교수자의 사고(teachers' thinking), 교수자의 관점(teachers' perspective) 등이 교수자의 교수지향과 유사한 용어로 사용되기도 한다(Pajares, 1992; Thompson, 1984; Cornett, 1990; Goodman, 1988; Porter & Freeman, 1986).

Grossman(1990)은 교수지향을 교과내용의 교육목적에 대한 신념으로 정의한 반면, Anderson과 Smith(1987)는 “교수학습과 관련된 사고와 행동의 일반적인 패턴”(p. 99)으로 정의하면서 교수지향에 교수자의 행동까지 포함하였다. Magnusson et al.(1999)은 교수지향이 수업 계획부터 수업에 대한 반성까지 교수학습의 핵심적인 역할을 한다고 보았다. 이를 통해 교수자가 갖고 있는 교수지향에 따라 수업에서 사용하는 교수방법이 달라짐을 설명하였다. 그리고, 교수자의 교수지향을 파악하기 위해서는 교수자가 사용하는 특정 활동이나 전략에 초점을 두

기 보다는, 전략이 과목을 가르치는 목표 및 목적과 부합하는지에 주목해야함을 강조하였다(Grossman, 1990; Magnusson et al., 1999). 따라서 교수지향을 살펴볼 때에는 수업에서 사용되는 교수전략 자체보다도 그러한 전략이 어떠한 목적을 위해 사용되었는지를 살펴보는 것이 바람직하다. 이는 서로 다른 교수지향을 가진 교수자라도 동일한 교수전략을 사용할 수 있으며, 특정 교수전략은 하나 이상의 교수지향의 특징이 될 수 있기 때문이다.

교수자는 일반적으로 하나의 교수지향만을 선택적으로 갖고 있기보다는 여러 교수지향을 동시에 갖고 있는 경우가 많다(Friedrichsen & Dana, 2005; Magnusson et al., 1999; Tsur, 2000; White, 1982). White(1982)는 교수자가 2개 이상의 교수지향을 동시에 갖고 있음을 밝혔으며, Tsur(2000) 역시 Magnusson et al.(1999)의 틀을 사용하여 교수자가 2-5개의 교수지향을 동시에 가지고 있음을 보고하였다. 이는 Friedrichsen과 Dana(2005)의 연구에서도 유사하게 나타났다. 동시에 Friedrichsen과 Dana(2005)는 Magnusson et al.(1999)이 제시한 9가지 과학 교수지향(Process, Academic Rigor, Didactic, Conceptual Change, Activity-driven, Discovery, Project-based Science, Inquiry, Guided Inquiry)이 교수자의 교수지향을 분석하는 도구로서 개발된 것이 아니라, 교수지향의 유형을 다양하게 제시하는 데 목적이 있기 때문에 교사의 교수지향을 설명하는데 한계가 있다고 지적하였다. 또한 이들은 교수지향을 실제로 구분한 실증적 연구가 많지 않음을 지적하면서, 교수지향을 총체적으로 파악하기 위해서는 면담 뿐 만 아니라 교수자의 실제 수업 방법이나 자료들이 반드시 고려되어야한다고 제안하였다(Friedrichsen et al., 2011).

교수지향은 교수자의 교육적 경험과 연령, 성별, 근무년수에 따라 다르고 그에 따른 교수전략에도 유의미한 차이가 있다는 연구가 있다(장인옥, 2004; 조현철, 2005; 최미숙, 2004; 최혜영·이은혜, 2005). 또한 일부 연구에서는 교수자의 교수지향과 교수전략 간에 불일치가 보일 수 있음을 보고하고 있다(Schraw, 2001; Southerland et al., 2001). 이들 연구에 따르면, 교수자의 교수지향이 교수전략에 영향을 주지만 실제 교수 활동이나 교육과정의 실행까지는 전이되지 않는다는 것이다. 그러나 교수지향은 교수자의 신념과 가치가 반영된 총체이기 때문에 자연스럽게 교수활동과 연관되게 된다. 다만, 교수자가 처한 교육적 상황(예: 교육과정, 교과서, 입시 또는 취업 준비를 위한 교육 환경, 교수환경, 학생 등)으로 인해 교수자의 교수지향이 명확히 드러나지 못할 수도 있다.

교수자의 교수지향에 대한 중요성이 강조되어 온 것에 비해

지금까지 수행된 연구는 설문지를 이용하여 교수자의 인식을 조사한 것이 대부분이다(송건섭, 2002; 이순덕 외, 2009; Rohaan et al., 2010). 각 교수자의 교수지향을 깊이 탐색한 연구나 실제 수업을 관찰을 통해 교수지향이 어떻게 수업에 드러나는지에 대한 사례연구는 아직까지 매우 드물다. 특히, Magnusson et al.(1999)이 제시한 9가지 과학 교수지향은 공학교육에 적용하기 힘든 점이 있다. 공학은 과학과 학문적으로 엄연히 다른 고유의 독자적인 지식체계를 갖추고 있다(김기수 외, 2013; 홍성욱, 1994; Gardner, 1992; Layton, 1993). 공학의 특성은 다음과 같이 세 가지로 나누어 볼 수 있다. 첫째, 공학은 과학적 지식이나 기술적 수단을 총동원하여 인간이 직면하고 있는 현실적인 문제를 실제로 풀어 나가는 학문으로서, 지식과 실천이 분리하기 어려운 형태로 결합되어 있다(한경희, 2010). 둘째, 공학은 과학기술을 현실에 적용하는 과정에서 인간의 정신이나 자세에 따라 좌우되기 때문에 인간적 요소(human factor)에 영향을 미치게 된다(김유태, 1995; Kroes, 2012). 셋째, 현대적인 공학은 설계(design), 생산(making), 사용과 평가(using and assessing)라는 세 가지 성분을 포함하고 있다(De Vries, 2005). 따라서 공학은 인조물이 만들어지는 계획부터 변환되는 과정, 인조물의 사용까지 모두 다루는 학문이다.

이에 본 연구에서는 공학 교육에 특별히 많은 관심을 갖고 있는 공학 교수자가 어떠한 교수 신념과 목적(공학 교수지향)을 갖고 교수에 임하는지, 그리고 그 교수지향에 따라 어떠한 교수전략을 사용하고 있는지 사례연구를 통해 탐색해보고자 하였다. 특히, 공학 교수자들의 교수지향에 대한 탐색은 우수한 공학인재 양성을 책임지고 있는 공과대학의 교육프로그램이나 교육과정을 설계하고, 공학교육의 질적 개선을 위한 교수 지원 방안을 마련하는 데에도 많은 시사점을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

III. 연구 방법

1. 연구 참여자

연구 참여자 선정은 공학교육의 교수법 관련 논문 실적이 있는 공학 교수자를 탐색하는 것으로부터 시작하였다. 본 연구자는 교수법과 관련된 논문 실적이 있는 공학 교수자의 소속과 전자우편을 확인한 후, 본 연구의 목적과 소개, 대략적인 면담 질문, 참여방법을 전자우편을 통해 알렸다. 그러나 연구 대상에 해당하는 공학 교수자의 수가 10명 안팎으로 너무 적고 전자우편을 보낸 교수자의 응답이 낮아, 지인들로부터 추가적으로 소개 받아 섭외하였다. 섭외 시 연구자는 다음과 같이 세 가

지 기준을 세워 참여자의 적합성을 판단하였다. 첫째, 공학 교수자로서의 교육 경험은 충분한가? 둘째, 교수법과 관련한 특강이나 세미나에 자주 참석하는가? 그렇지 않더라도 수업에 대해서 많은 고민을 하고 있다고 생각하는가? 셋째, 수업 경험을 통하여 본인만의 수업 방법을 구축해왔고, 또 그것이 발전되어 왔음을 느끼는가? 연구자는 기준을 만족하는 공학 교수자들에게 연구 목적을 전달하였고, 이 중 6명이 참여 의사를 밝혔다. 이후 각 연구 대상으로 선정된 교수자와 전자메일로 면담 일정을 잡았다. 연구 참여자들의 정보는 다음 Table 1과 같다. 연구 참여자의 성별은 남성이 5명, 여성이 1명이며, 이들의 전공은 토목, 전기전자, 환경, 기계공학 등으로 다양하다. 또한 공학의 교육 경험은 10년부터 29년으로 모두 중견 교수자이다.

Table 1 List of participants

연구 참여자	성별	소속 학과	교육경력
교수자A	남	토목환경공학	15년
교수자B	남	전기전자공학	21년
교수자C	여	환경공학	21년
교수자D	남	전기전자공학	29년
교수자E	남	사회환경시스템공학	18년
교수자F	남	기계공학	10년

2. 자료 수집

특정 공과대학 전공에서 교수법에 대한 관심을 갖고 노력하는 각 교수자의 교수지향과 교수전략에 대해 심도 있게 이해하고 기술하고자 심층면담 및 서면 대화, 수업관찰, 문헌자료(예: 수업자료, 발표 논문 등)의 세 가지 방법으로 자료를 수집하였다.

우선, 심층면담은 연구 참여자의 교수지향을 확인하고 교수전략을 이해하는 가장 중요한 자료라 할 수 있다. 면담은 연구자가 해당 교수자의 근무학교를 찾아가 연구실을 방문하거나, 근무학교 인근의 조용한 카페 등에서 만나 방해 받지 않고 편안하게 이야기 할 수 있는 장소에서 진행되었다. 면담 시 연구의 목적을 다시 한 번 알려주어 연구 동의를 구하였으며, 연구 동의서 작성 등의 행정적인 절차도 이루어졌다. 심층 면담에서는 연구 참여자와의 라포(rapport)를 형성하기 위해 일상적인 학교생활에 관한 이야기를 주고받으며 면담을 진행하였고, 이후 연구주제와 관련된 반 구조화된 질문을 바탕으로 좀 더 심층적인 면담이 진행되었다. 심층 면담에서 사용한 질문은 Table 2와 같다. 면담시간은 평균 90분 내외로 이루어졌다. 심층 면담내용의 전사를 마친 후 자료를 분석하는 과정에서 추가 질문이 있거나 확인이 필요한 사항이 있으면 서면대화를 이용하여 확인하였다.

Table 2 Interview protocol

영역	주요 면담 질문
기초 질문	- 공학 수업 경력은 어떻게 되시나요? - 주로 담당하는 교과목은 무엇인가요? - 수업 방법 및 수업 전략 등 수업진행방법에 대한 정보는 어디서, 어떻게 얻으시나요?
공학 교육에 대한 인식	- 공학은 어떤 학문이라고 생각하십니까? - 공학(수업)의 교육 목표는 무엇입니까? - 공학인으로서 학생들이 갖추어야 할 역량은 무엇이라고 생각하십니까?
수업 전략	- 수업을 계획하실 때 가장 고려하시는 점은 무엇인가요? - 교수자의 지도 관점은 무엇이고, 왜 그렇게 생각하시나요? - 수업에서 가장 핵심적인 교수활동은 무엇이라고 생각하시나요? 그 이유는 무엇입니까? - 수업에서 중요하다고 생각되는 학생들의 활동은 무엇입니까? 이를 지도하기 위해 교수자가 준비해야 할 사항 혹은 지도를 하기 위한 자세는 무엇입니까?
수업에 대한 의견	- 수업을 하는데 가장 어려운 점은 무엇입니까? 왜 그렇게 생각하시나요? - 이 수업을 지속적으로 실시하면 학생들에게 어떤 이점을 줄 수 있을 것으로 생각하십니까?

교수자와의 면담에서 드러난 교수지향 및 교수전략에 대한 이해를 높이기 위하여 심층 면담 이후에 수업관찰을 실시하였다. 수업관찰을 원하지 않은 교수자의 경우나 연구 진행시점에 안식년이었던 교수자는 부득이하게 수업관찰을 할 수 없었다. 수업관찰은 비디오 녹화 없이 연구자가 관찰한 내용을 기록하는 형태로 진행되었으며(각 교수자 당 3-4회), 연구자는 주로 해당 교수자의 교수법이 지닌 전반적인 특성 및 교수의 강조점 등을 파악하는데 초점을 두었다. 또한 연구 참여자들이 수업 중에 사용한 수업 자료나 활동지, 수업과 관련된 학회 발표나 특강 동영상, 학회지 발표 논문, 교수자의 의견을 반영한 칼럼 자료 등의 각종 문헌 자료(김영옥, 2009; 김장호 외, 2010; 김재영 외, 2011; 박지호 외, 2012; 윤태웅, 2010; 윤태웅, 2013; 윤태웅, 2014; 이상원, 2010; 조운성·조경숙, 2006)도 수집하여 분석하였다. 이와 같은 문헌들은 교수자의 교수법에 대한 이해나 철학을 이해하는데 큰 도움을 주었다.

3. 자료 분석

자료의 분석은 전사, 코딩, 주제의 발견 순서로 진행되었다. 전사단계에서는 면담과 서면대화, 수업 관찰에서 기록한 자료들을 후속적인 분석을 위하여 모든 수집된 내용을 컴퓨터 파일에 입력하여 저장하였다. 코딩은 세부적으로 세그멘팅, 초기 코딩, 심층코딩으로 진행되었다. 세그멘팅에서는 수집된 자료들에서 교수지향과 교수전략의 의미나 요지가 잘 드러나 있는 문장을 추후 코딩을 위하여 밑줄을 긋는 작업을 하였다. 초기

코딩에서는 세그멘팅이 끝난 자료를 일련의 반복되는 내용이나 주제에 따라 귀납적으로 코드를 부여하였다. 초기 코드들은 연구 참여자들이 제공한 표현들이나 용어들(예: 논리적 사고, 실무경험, 전공내 융합, 설계 능력 등)을 사용하였다. 심층 코딩에서는 초기 코드 중에서 반복적으로 나타나는 코드들을 중심으로 새로운 포섭적 코드를 만들었다. 이 단계에서는 초기 코딩보다 보다 핵심적이고 통합적인 주제어로 재조직하였으며, 주제어 사이에 위계나 연결 관계, 패턴 등이 있는지를 찾아 해당 주제들을 범주화시켰다. 이를 통해 공과대학 교수자들에게서 드러나는 교수지향을 유형화하였다(IV. 연구결과의 Table 3 참조). 마지막으로, 본 연구자는 분석 결과를 연구 참여자들에게 검토받는 과정(member checking)을 통해 연구결과의 신뢰성을 확보하고자 노력하였다(Lincoln & Guba, 1985).

IV. 연구 결과

본 연구에 참여한 6명 공학 교수자의 교수지향은 Table 3과 같이 공학 전문지식, 공학적 실천, 사회적 실천, 융합 디자인의 네 개의 유형으로 분류되었다. 선행연구와 마찬가지로 공학교수자들은 교수지향을 1-3개 정도 동시에 갖고 있는 경우가 많았다. 각 교수지향 유형의 의미와 특성은 다음과 같다.

1. ‘공학 전문지식’ 중심의 교수지향

공학은 과학·기술과 밀접한 관련이 있지만 독립적으로 보면 고유의 독자적인 지식체계를 갖고 있다. 공학은 과학과 달리 현실적인 문제를 실제로 풀어 나가는 학문으로 지식과 실천이 결합되어 있다. 이러한 점에서 본 연구에 참여한 교수자들은 공통적으로 공학을 응용학문으로 인식하고 있었다. 그리고 학생들이 공학의 설계 및 문제해결 과정에서 필요로 하는 개념을 습득하는 것이 매우 중요한 공대교육의 기반이라고 여겼다.

자연과학의 기본 원리를 이용해서 인간의 삶을 조금 더 풍요롭게 하고 좋게 하기 위해서, 어떻게 그걸 활용할 수 있는지에 대한 응용 학문이 공학인 거 같아요. ... 일단은 그 교과목의 전공적인 지식을 학생들한테 학생들이 잘 공부할 수 있도록 하는 거가 가장 중요한 거 같아요. 그래서 전공내용이 학생들한테 잘 전달 될 수 있도록 하는 거가 가장 크고, 또 그걸 통해서 학생들이 그와 관련된 문제해결을 할 수 있는 역량들이 좀 개발이 됐으면 하는 쪽에 포커스를 많이 맞춰서 수업을 하죠. (교수자C)

공학은 약간 실용성으로 가기 위한 어떤 기초지식을 배우는 과

정이다? 왜냐하면 순수한 과학은 아니거든요, 공학이. 그래서 뭔가 가서 적용하고 응용하고 하는 그런 것들을 준비하기 위해서 필요한 지식들을 가르치는 과정으로 볼 수 있는 거죠. 준비과정이죠. 기본 개념이나 이론을 쌓아가는 준비과정이라고 생각하면 되죠. (교수자D)

교수자C와 교수자D 모두 공학 분야에서 요구하는 역량(예: 공학적 문제해결, 설계, 제작 등)의 함양을 위한 기본 바탕으로 공학 전문지식 습득의 중요성을 설명하고 있다. 교수자C의 공학교육에 대한 신념은 그가 가르치고 있는 환경미생물학 및 실험 수업에서도 잘 드러난다. 이 수업에서는 폐수·폐기물·인공 합성 오염물질 및 무기 오염물질 등의 처리에 미생물을 활용하는 기술을 이해하기 위하여 환경미생물의 기본적인 특성과 함께 오염과 환경미생물의 관계 및 역할에 대해 학습한다. 또한, 실험을 통하여 환경미생물의 취급법 및 응용방법을 습득한다. 이 수업에 대해 교수자C는 “환경미생물학 시간에 배웠던 그 내용을 참고로 하면 그 문제를 해결할 수 있지 않을까? ... 그런 어떤 가이드라인이 되었으면”이라고 말하면서, 수업시간에 배운 공학 전문지식이 실무현장에서의 문제해결을 위한 실마리를 제공할 수 있을 것이라는 믿음을 표현하였다. 교수자D 또한 공학 전문지식을 “맡겨름”으로 표현하며, 다른 것을 공부하거나 새로운 것을 배울 때 이를 활용하길 바라고 있었다. 이러한 목적에서 교수자D는 디지털시스템 과목에서 학생들이 디지털 회로를 설계하는 능력을 함양하는데 기본이 되는 디지털/논리회로의 기초와 그 설계의 기본 기법을 가르친다.

Table 3 Category of engineering professors' teaching orientations

교수지향 유형		예시
(1) 공학 전문지식		- 문제해결 및 기술개발을 위한 전공 지식 습득(교수자C) - 적용을 위한 전공 지식 습득(교수자D)
(2) 공학적 실천	사고	- 문제해결을 위한 사고 습관(교수자A) - 문제해결과정으로서의 논리적, 비판적 사고(교수자B)
	실행	- 현장과 연계되는 실무 경험과 적용(교수자E) - 제작을 위한 시행착오 경험(교수자F)
(3) 사회적 실천	사회적 관계	- 공동의 목표 달성을 위한 팀워크(교수자A) - 의사소통능력(교수자B)
	사회적 역할	- 전공에 대한 정체성 확립(교수자A) - 인간중심 설계를 위한 인간에 대한 고찰(교수자F)
(4) 융합 디자인		- 종합설계를 위한 전공 내 융합(교수자E) - 종합설계를 위한 학제 간 융합(교수자F)

교수자C와 교수자D 외에 다른 교수자에게도 공학 전문지식에 대한 강조는 암묵적으로 드러나는 경우가 많았다. 한 예로, 교수자F는 인간중심 설계를 위한 인간에 대한 고찰이나 종합 설계를 위한 학제 간 융합 등의 교수지향을 더욱 명백하게 나타냈으나, 융합적인 공학 문제를 해결하기 위한 기본 바탕으로 공학 내용 전문지식의 습득에 대한 중요성도 언급하였다. 특히 저학년에서 전문지식을 다져야 한다는 생각을 갖고 있었다.

융합한다고 해서 동역학, 고체역학, 아니면 재료역학 이런 거 가르치지 말라는 의미가 아니에요. 그것도 잘 배워야 해요. ... 너 무 저학년 때의 융합은 조금 저는 지양해야 할 필요가 있지 않을까 생각을 합니다. 무조건 다 1학년 때부터 융합 이거보다는 뭔가 어느 정도 자신의 T의 세로(공학 전문 지식)를 좀 만들고 그 다음에 해야지 안 그러면 이게 뿌리 채 흔들리면 융합이고 뭐고 쓰러져버리니까. (교수자F)

교수자F는 융합을 통한 T자형 인재를 양성하기 위해서는 T의 세로영역인 공학 전문지식을 먼저 잘 익혀야 한다고 강조하였다. 전공 지식에 대한 내용을 튼튼히 해야 T의 가로영역인 융합을 잘 할 수 있다고 믿기 때문이다. 즉, ‘공학 전문지식’ 중심의 교수지향에 속하는 교수자는 공학적 실천을 위한 바탕으로 공학 분야의 전문지식에 가치를 부여했다.

동일한 교수지향을 갖고 있다하더라도 교수자에 따라 교수 방식은 다소 차이를 보였다. 교수자C와 교수자D는 교수자가 수업의 주도권을 갖고 학생들이 필요한 지식을 습득하였는가에 대해 확인하는 모습이 자주 관찰되었다. 이에 반해, 공학 전문지식 지향을 강조한 교수자B나 교수자F는 교수자 학생들을 능동적인 학습자로 여기고, 지식보다는 “지식을 만들어 가는 과정”을 더 중요하게 강조하였다.

옛날에 우리 학교 다닐 때는 정보가 많이 없었던 시절이니까 정보를 차곡차곡 채워서 가방에 넣어서 세상에 내보내는 거예요. 세상에 나가면 가방에 있는 정보를 하나씩 꺼내서 쓰는 거지. 지금은 그런 때가 아니에요. 정보는 이미 무한히 있는 거지. 정보들 사이에 관계를 파악하고 그거를 가지고 지식을 구성하고 하는 능력이 중요한 거지. 지금 컴퓨터가 우리보다 더 잘 할 수 있는 게 명확하잖아요. 반면에 이제는 우리가 컴퓨터보다 무얼 더 잘할 수 있는지 상대적으로 덜 명확해지는 세계로 가고 있는 거죠. 그런 걸 준비해야죠. 과거에도 중요하지 않았던 건 아니지만 과거보다 훨씬 더 중요해진 거죠. (교수자B)

교수자B는 무한한 정보 사이에서 학습자가 스스로 정보 사이의 관계를 파악하고, 이를 통해 지식을 구성하는 과정을 더욱 중요하게 생각하였다. 사회가 빠르게 변함에 따라 지식은 몇 년 사이에 낡은 것이 되고, 새로운 정보와 지식은 넘쳐나 학

습자와 교수자 모두 배워야 할 지식이 방대해진다. 이것은 전 세계 공학 교육의 공통적인 도전 과제라고도 볼 수 있다. 따라서 교수자B는 공학교육에서 단순히 교수자가 알고 있는 지식을 학습자에게 전달하는 방식보다는 학습자와 교수자 모두 배울 수 있는 학습자 중심의 교육으로 변화할 필요가 있음을 지적하고 있다. 즉, 교수자가 알고 있는 지식을 단순히 전달하는 전통적인 방식에서 벗어나, 교수자와 학습자가 밀접한 관계를 가지며, 이들 모두 새로운 정보와 지식을 형성하고 구성하는 능력을 함양시킬 수 있는 방법, 그리고 이에 대한 교육이 필요하다.

2. '공학적 실천' 중심의 교수지향

'공학적 실천'을 강조하는 교수지향은 공학이라는 학문의 특성이 가장 두드러지게 나타났다. 본 연구에서는 공학적 실천 영역의 교수지향을 공학적 사고와 실행으로 나눌 수 있었다.

가. 공학적 사고

공학적 사고를 강조하는 교수지향이 가장 뚜렷하게 나타난 교수자는 교수자A와 교수자B였다. 이들에게 공학적 사고란 문제 해결을 위한 사고 습관으로 논리적 사고, 비판적 사고 등을 의미하였다. 교수자A는 학생들이 공학적 문제를 해결하기 위해서 "끊임없이 생각하고 또 생각하는 사고 습관을 형성하는 것"을 중요하게 여겼다. 토목현장에서 예기치 못하게 자주 발생하는 문제들은 보통 주어진 조건, 제한된 여건 안에서 해결해야 하기 때문에, 끊임없이 또 체계적으로 사고해야 현명하게 해결할 수 있다는 것이다. 그래서 교수자A는 "정답은 없지만, 최고의 산출물을 주어진 조건 안에서 만들기 위해서는 머리를 짜내야 하는 작업"이 꼭 필요함을 강조하였다. "학생들이 생각을 하지 않으면 영혼이 없는 것이랑 같다"고 말하면서, 마치 "운동을 꾸준히 하여 근육을 키워 해당 하중을 무의식적으로 견디는 힘을 준비하듯이 생각하는 습관을 길러 뇌에 근육을 만드는 것"처럼 생각하는 습관에 대한 훈련이 필요하다고 강조하였다. 이에, 교수자A는 학생들에게 독서를 통한 사유방식을 가르친다.

지금이라도 우리 학생들이 대학생 때 책 읽는 습관을 조금이라도 익혀 사회에 나가게 된다면, 어려움이 닥치거나 힘든 일을 해결해야 할 경우, 책을 통해 다른 이들의 방법이나 위로를 얻을 수 있지 않을까 하는 생각입니다. 독서를 통한 사유가 가장 빠르고 가치 있는 생각법이라는 판단이고 이를 통하면 생각하는 습관을 아주 쉽게 습득하리라는 결론입니다. (교수자A)

교수자A는 독서를 통해 생각하는 습관을 기르게 된다면 사회에 나가게 되더라도 공학적 문제해결을 잘 할 수 있을 것이

라는 믿음을 갖고 있다. 그리고 실제로 수업을 진행해오면서 학생들의 사고습관이 점점 향상되는 것을 직접 경험하였다. 교수자B는 교수자A에 비해 좀 더 구체적으로, "인공물은 솔직하거든요. 논리적인 과정을 거치지 않고서 나오진 않거든요"라고 하면서 논리적 사고 과정(예: 정량적사고, 엄밀한 사고, 체계적 사고 등)의 중요성을 언급하였다. 교수자B는 회의적 사고를 강조한다. 즉, 자신 앞에 제기된 주장들에 대하여 판단을 선불리 하지 않고 의문을 제기하고, 정당하지 않을 수 있는 주장들을 무조건 수용하기 전에 그것들을 이해하는 것에 시간을 할애하는 것이다. 즉, 논리를 검증하고 그 배경에 가정이나 편견이 존재하는지를 확인하는 과정이 중요하다는 것이다. 이러한 교수자B의 신념은 수업에서도 확인 할 수 있다. 다음은 교수자B의 수업 내용 중 스텝응답(step response)에 대한 설명이다.

S가 연속인 것을 어떻게 알았지만 확인하면 되지요. S가 불연속이었다면 $S(0)=0$ 이라고 말할 수 없었겠죠. $S(0)$ 이 0이 아니고 다른 값인데 그게 뭔지 몰랐다면 이거 못 풀었겠죠. $S(0)=0$ 이라는 걸 내가 어떻게 알았죠? 일단 여러분이 동의합니까? 동의해요? 무조건 동의하지 말라고 했죠? 무조건 믿지 말라고 했지? $S(0)$ 이 왜 0 입니까? 항상 우리 문제를 풀 때 이런 일이 왜 성립하지? 그걸 이해할 때 어떻게 이해하면 더 좋냐하면은 그게 성립하지 않으면 무슨 일이 벌어질까? 만약에 그게 성립하지 않아서 모순이 생긴다면 그건 성립해야만 하는구나. 이렇게 뒤집어서 말할 수 있겠죠. (교수자B)

위의 수업내용은 교수자B가 앞에서 스텝응답이 0이기 때문에 연속이라는 것을 확인했는데, 그게 왜 0인지 학생들한테 되묻고 있는 상황이다. 교수자B는 스텝응답인 S가 0이 아니면 무슨 일이 벌어질지 생각해보라고 한다. 만약 S가 0이 아닐 때 모순이 생긴다면 S는 0이어야만 하기 때문이다. 이러한 접근은 어떠한 명제를 설명하기 위해서 반대되는 상황이 됐을 때 모순이 생기면 그 명제는 확실히 성립함을 확인시켜주기 위한 것이다. 즉, 교수자B는 비판적으로 사고하여 탄탄한 논리를 바탕으로 결론을 이끌 수 있도록 유도하는 것이다.

교수자A와 교수자B가 공학적 사고력을 중요하게 생각하는 이유는 현실적인 공학 문제를 풀기 위해서이다. 현실적인 공학 문제는 정답이 없을 뿐만 아니라 문제마다 제한조건이 다르기 때문에 똑같은 과정을 거쳐서 문제를 해결할 수 없다. 이에 학생들에게 있어 논리적 사고를 통해 문제를 해결하는 능력은 필수적이라 할 수 있다.

나. 공학적 실행

공학적 실천 중심의 교수지향에 속하는 두 번째는 공학적 실행

행 교수지향이다. 공학적 실행 교수지향에 속하는 전형적인 교수자는 교수자E와 교수자F였다. 이들은 공학교육에서 학생들이 직접 실행해보는 것을 중요하게 생각한다. 예를 들어, 교수자E는 “본인들이 터득하게 해주는 게 특별히 우리 공대에서는 더 중요한 교육이다”라고 말하면서, 학생들의 실무경험을 위한 직접적인 실험실습의 경험을 강조하였다.

실제로 이런 말을 많이 들었거든요. 우수한 학생들이라고 해서 좋은 대학 애들을 데리고 왔는데, 회사에서 애네들이 보고서 하나를 못 쓴다. 애네들이 ppt 자료 하나도 제대로 깔끔하게 못 만들 어온다. 애네들이 준 데이터 하나도 합리적으로 논리적으로 분석 도 못한다. 이런 얘기를 많이 들었거든요 제가 돌아다니면서 그랬 을 때. 해봐야지 이거는 배우는 거지. 아무리 이렇게 하는 거야. 이렇게 해야 돼. 이래선 배울 수가 없어요. (교수자E)

이러한 이유로 교수자E는 교과목을 “전과정 실습”으로 구성 하기도 하였다. 이론을 통해서 배우기보다는 직접 만들어 봄으 로써 습득하는 것이 더 효과적이라고 믿기 때문이다. 교량을 설 계할 때에는 학생들에게 교량의 각각 위치별로 안전성을 계산 하게 하고, 콘크리트의 경우에는 벽면이 흘러내릴지 안 흘러내 릴지 점성을 계산해서 검토한 후 보고서를 작성하도록 요청한 다. 교수자E는 제작 과정에서 시도하고 실패하고 또 다시 시도 하는 이러한 과정을 겪으며, 학생들이 “왜 실패하게 되었는지, 어떻게 해서 성공하게 되었는지를 배울 수 있다고 믿었다.

너희들이 한 것에 대해서 분석을 해봐(라고 이야기 합니다). 그 과정이 아무것도 아닌 것으로 보일 수 있지만, “아, 이래서 우리는 이래서 실패한 것 같습니다. 이래서 우리는 성공한 것 같습니다.” 이렇게 trial 하고 evaluation 하고, trial 하고 evaluation 하고. 이게 어떻게 보면 우리가 추구하는 인재들이니까. (교수자E)

교수자E와 유사하게 교수자F도 인공물을 만들어내는 공학적 제작과정에서의 시행착오 경험을 강조하였다.

스텐포드의 모토는 뭔가 실패할 기회를 준다는 거죠. 잡스도 그 령고 앨런 멀스도 그렇고 롤 모델 많잖아요. 그런 사람들은 실패 를 통해서 배운다라는 거. 디자인이란 특히 그래요. 제가 봤을 땐 디자인이 어떻게 처음부터 끝까지 성공만 해가지고 나오겠어요? 끊임없이 리터레이션(반복)이거든요. 실패를 하나까 비로소 거기 서 내가 왜 실패했는지를 알기 때문에 결국엔 윈을 할 수 있는 거 예요. 만들어보지 않으면 그거를 모르는 거죠. (교수자F)

교수자E와 교수자F는 공통적으로 단순히 설계 및 제작에만 관점을 두는 것이 아니라 제작을 위한 일련의 과정을 직접 경 험해 보는 것을 강조하였다. 시행착오는 어떠한 행동을 되풀이 하는 과정에서 발생한 오류를 수정해 나감으로써 점차 최적의 방법을 적용하는 것으로, 중요한 학습의 방법이 될 수 있다. 그

래서 시행착오를 통해 경험하게 되는 실패에 대해 공학에서는 높이 평가하기도 한다(Petroski, 2005).

3. ‘사회적 실천’ 중심의 교수지향

‘사회적 실천’ 중심의 교수지향은 현장실무와 밀접한 관련이 있는 교수지향으로, 사회적 관계와 사회적 역할로 나누어 살펴 볼 수 있다.

가. 사회적 관계

공학 분야에서 사회적 관계는 공동의 목표 달성을 위한 팀워 크와 팀원들 간의 의사소통능력 등을 의미한다. 이러한 역량을 강조하는 교수지향은 공학 현장에서 주로 협업하는 공학의 특 성으로 인해 발생할 수 있다. 공학 분야의 실무현장에서는 공 동의 목표를 달성하기 위해 보통 혼자서 일을 하기 보다는 다 른 사람과 협동하여 일을 하게 된다. 그렇기 때문에 팀워크가 중요해지고, 팀원들 간의 의사소통능력 또한 중요해진다. 교수 자A와 교수자B가 이와 같은 사회적 관계를 강조하는 교수지향 에 속한다. 교수자A는 협업능력, 교수자B는 의사소통능력을 향상시키기 위해 노력하고 있다.

우리 토목은 혼자서 일을 하는 경우는 하나도 없거든요. 우리 바깥 에 사회에 나가면 다 자기가 맡아서 이 협동으로 이렇게 해서 일을 하기 때문에 그건 정말 중요하게 배우고 나가야 합니다. (교수자A)

학생들과 처음에 커뮤니케이션하기가 힘들었어요. 한 한시간정도 이렇게 얘기하고 나면 서로 무슨 말을 하려고 하는지 이해하는데 반 이상의 시간을 쓰는 거 같아요. 별로 커뮤니케이션이 효과적이지 않은 거죠. 그래서 전공도 중요하지만 효과적으로 소통할 수 있는 힘을 기르는 게 먼저다. 이런 생각을 하게 된 거죠. (교수자B)

팀워크를 중요하게 생각하는 교수자A는 공학입문설계 수업에 서 매 시간마다 소그룹활동을 하고, 프로젝트도 팀을 구성하여 진행한다. 이는 학생들에게 팀을 효과적으로 운영하기 위한 연습 을 시키고 팀원들 간의 책임감과 협동심을 기를 수 있도록 유도 하기 위한 것이다. 교수자B의 경우는 본인이 가르치는 신호와 시스템 과목의 주요 언어인 수학적처럼, 모호하지 않은 언어로 정 확하게 의미를 전달하는 과정을 강조하였다. 그래서 학생들과 일 상 언어를 수학적처럼 명료하게 표현해보고, 수학적인 개념도 일상 언어로 다시 명확하게 설명하게 하는 시간을 갖는다고 설명했다.

나. 사회적 역할

사회적 실천 중심의 교수지향에 속하는 두 번째는 공학의 사회적 역할에 대한 인식을 강조하는 교수지향이라 할 수 있

다. 이는 사회적인 필요를 혁신과 상용화로 연결시키는 공학의 특성으로 인해 발생할 수 있다. 공학의 사회적 역할을 강조하는 전형적인 예는 교수자F이다. 그는 공학적 인공물을 제작할 때, 인간 및 사회의 요구에 대한 고려가 필요하다고 응답하였다.

사람을 먼저 생각하는 공학인. 그래서 사람이 뭐를 원하고, 그 다음에 정작 또 자신이 뭐를 원하는지 그런 걸 고민하는 공학인. 그 고민의 깊이가 얕더라도. 옛날처럼 많이 깊이 못하더라도. 그런 시도를 해볼 수 있는. 어떤 면에서는 그렇게 얕더라도 사람에게 대한 고민, 그 사람을 어떻게 이렇게 만족시켜줄 수 있을 것인가라는 고민을 할 수 있는 공학인이라면 다른 사람들이랑 이렇게 공유하고 열린 마음들이 좀 생기지 않을까 생각이 드네요. (교수자F)

즉, 교수자F는 공학의 결과물이 결국 사람을 대상으로 하고 있기 때문에, 인간에 대한 배려와 고민이 필요하다고 말하고 있다. 그의 인간 중심적 설계에 대한 신념은 더욱 확고해지고 있으며, 수업에도 잘 드러났다. 다음은 그 예이다.

제가 이제 하는 게 town-watching이라는 activity를 해요. 그래서 거리를 나가서 보라. 그래서 관찰을 해라. 과연 사람들이 어떻게 행동하는지. 어떤 상품들이 잘 팔리는지. 어떤 상점이 대박 나는지. 또는 그 반대로 쪽박 나는지. 그런 걸 보면 그 뭔가 그런 현상을 만들어 낼 수 있는 그 이유나 motivation을 한번 찾아봐라. 그러기도 하구요. 아니면 어떤 게 있으면 거기에 나오는 현상들이 모가 있는지 비교해봐라. 그렇게 돼서 theme을 찾아오라고 합니다. 내가 생각하고 있는 우리 주변의 theme이 뭐냐. 그 다음에 그 theme을 가지고 주변 안에서 사람들이 user 어떤 소비자 이런 어떤 사람들이 생각하는 needs가 뭐겠냐를 찾게 하죠. 그다음에 설계 제안서를 쓰게 하거든요. (교수자F)

다른 교수자들도 공학의 사회적 역할에 대한 고민을 언급하였다. 교수자A의 경우에는 “토목에 의해 만들어 지지 않은 것들을 주위에서 찾아보실 수 있으세요?”라고 말하면서, 공학에 대한 자부심을 드러내기도 하였다. 그리고 그 인공물들이 사회 발전의 초석이 되기에 학생들에게 공학이라는 학문에 대한 자부심을 갖게 하는 것이 매우 중요하다고 생각하기도 하였다.

이와 같이 공학은 사회 경제 발전의 선도적인 역할을 하고 있다. 또한 복잡한 사회 현안 문제 해결의 주체자로서 공학에 대한 사회적 역할 요구는 점점 증가하고 있다. 따라서 공학인재를 양성하기 위해서는 이러한 사회적 관계와 역할을 인식하고 발전된 방향으로 나아갈 수 있도록 공학교육에서 이를 지도할 필요가 있다.

4. ‘융합 디자인’ 중심의 교수지향

과학기술의 급속한 발전으로 인한 융·복합화 현상은 전통적

인 방식으로 공학인재를 양성하던 체제의 한계를 보여준다. 즉, 한 공학 분야에서의 우수한 공학인재 양성은 더 이상 유용하지 못할 수도 있음을 시사한다. 본 연구에 참여한 대부분의 교수자들은 이러한 변화를 인식하고 있었으며, 주어진 다양하고 복잡한 환경에서도 능히 문제를 해결할 수 있는 융합적 인재를 양성하는 것을 목표로 하였다. 특히, 교수자E는 전공 내 융합을, 교수자F는 좀 더 포괄적인 의미의 학제 간 융합을 지향하였다.

융복합 할 수 있도록 저희가 크게 학과를 세 그룹으로 분류를 해요. 기반시설분야, 수자원환경분야, 그다음에 정보경영분야. 그래서 이쪽(정보경영분야)이 GIS construction management automation 이쪽이구요. 이쪽(수자원환경분야)이 환경하고 수공하는 분들이 대부분 여기 있고. 그다음에 이제 이쪽(기반시설분야)이 구조하고 지반 토질 그쪽에 있는 거예요. 전통토목. 그래가지고 이제 이거를 그래도 메인인 뭔가는 선정을 해라. 그 조별로. 그리고 메이저 분야와 마이너 분야를 어떻게 엮을 건지를 생각을 해와라. (교수자E)

전공 내 융합을 지향하는 교수자E는 학과의 특성으로 융합적 교육을 실시하고 있다. 교수자E가 속해있는 토목공학은 사회기반시설물의 건설 및 사회 전반적인 시설물을 관리하는 분야로 매우 광범위한 내용을 다루고 있다. 이에 토목공학 내의 세부전공 하나만 익혀서 졸업을 하게 되면 실무현장에서 부딪히는 복잡한 공학적인 문제를 해결하기 힘들다. 그렇기 때문에 교수자E는 방대하고 다양한 토목공학 분야내의 학문간 연계성을 높이고, 현장 적용이 강조되는 전공의 특성을 살리기 위해서 토목공학의 세부전공들 간 융합을 시도하는 것이다. 광범위한 토목공학 분야를 기반시스템분야, 수자원환경시스템분야, 정보경영시스템분야로 나누고 각 분야 내외의 학문을 서로 연계할 수 있도록 운영하고 있었다.

교수자E가 전공학과의 학문연계성에 초점을 두었다면, 교수자F는 서로 다른 학문간의 융합이 공학의 본성이라고 여기고, 이에 대한 교육의 필요성을 강조하였다.

공학이라는 학문이 융합을 하기에 조금 더 좋은 학문이 아닐까 생각을 해요 왜냐하면 결국 사람을 대상으로 하니까. (중략) 사람을 알기 위해서 인문학을 알아야 되는 거고, 사람을 알기 위해서 사회학을 알아야 되는 거고, 예술을 알아야 되는 거고, 그리고 감성을 알아야 공학에 넣어주죠. 그래서 저는 넓게 볼 수 있는 게 공학인거 같아요. (교수자F)

공학 인공물은 인간의 필요에 의해서 개발되고 발전된다. 인간의 욕구를 만족시키기 위해서는 인간에 대한 관심이 필요하고, 욕구 문제를 해결하기 위해서는 다양한 학문의 접목이 불가피하다. 공학 인공물은 독립된 지식이 아닌 집합적 지식으로

인해 창출된다. 이것은 새로운 방법과 문화적인 이해를 필요로 하기 때문이며, 다른 한편으로는 다학제적 지식 구성에 복잡성이 더해지기 때문이다. 이에 교수자F는 다음과 같이 공학에서 융합적 관점을 함양하는 것의 중요성을 강조하였다.

사람에 대한 깊은 이해, 고찰 그래서 결국은 제가 그래서 필요한 게 그 전까지 공학의 제품은 기능이 워낙 새롭게 나왔기 때문에 그런 게 별로 없어도 사람들이 다 놀랬어. 자동차도 처음 나왔을 때라던가 컴퓨터도 처음 나왔을 때라던가 굉장히 불편해도 썼다고요. 근데 지금은 많은 제품이 어느 정도 포화됐기 때문에 큰 차이가 없어요. 자동차 다 비슷 하잖아. 그 뭐가 감성적인 것에 호소하지 않으면 제품이 성공을 못해요. 그래서 지금 자동차도 그 안에 카 있고 머플러 이런 게 나온 게 다 그런 거고 애(휴대폰)는 뭐 말할 것도 없고. 그 다음에 뭐 예를 들어서 아이오티(IOT)도요 결국에는 사물끼리 인터넷 하지만 결국엔 사람을 통해서 사람이 그 걸 통해서 내가 이익(benefit)을 얻기 위해서 그런 거잖아요. 요즘 얘기하는 클라우드니 뭐 이런 것도 다 결국 사람이 중심이 되어 있어요. 사물들끼리 너희가 알아서 통해라 나는 내가 알아서 컨트롤하겠다. 이걸로 내가 다 컨트롤 할 수 있으니까. 앱도 내가 원하는 거 만들 수 있으니까. (교수자F)

20세기의 공학인재는 기술을 창출하는 것에 집중했다. 그러나 시간이 흐르면서 기술은 어느 정도 안정화되고 포화되었다. 이에 반해 21세기의 공학인재는 다양한 요소가 복잡하게 얽혀 있는 문제를 해결하는 유형으로 인간과 사회를 이해하는 문제해결자의 역할을 소화해야 한다. 따라서 융합 설계 중심의 교수지향을 갖고 있는 교수자E와 교수자F는 복잡다양한 문제의 해결과 새로운 지식의 창출, 과학기술의 새로운 발견 등을 목적으로 하는 융합적 접근 교육에 노력을 기울이고 있었다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 공학교육의 교수학습 질적 개선을 위한 시사점을 제공하고자 교육에 특별한 관심을 갖고 있는 공과대학 교수자 6명의 교수지향을 면담 및 수업관찰 등을 통해 탐색해 보았다. 본 연구의 결과와 공학교육에의 시사점은 다음과 같다.

공학교육에서의 교수지향은 크게 네 가지 유형으로 분류될 수 있었다. 첫 번째 교수지향은 공학 전문지식이다. 본 연구에 참여한 대부분의 교수자들이 공통적으로 공학을 응용학문으로 인식하고 있고, 학생들이 공학의 설계 및 문제해결 과정에서 필요로 하는 개념을 습득하는 것이 매우 중요한 공대교육의 기반으로 여기고 있음을 확인하였다. 사회가 빠르게 변화하는 현대사회에서는 새로운 정보와 지식이 방대하기 때문에 학생들이 모든 정보를 습득하기는 어려운 것이 현실이다. 따라서 새

로운 정보와 지식을 형성하고 구성하는 능력을 함양시킬 수 있도록 하는 방안이 마련되어야 할 것이다. 특히 교수자가 학습자에게 지식을 직접 전달하는 방식에서 벗어나 교수자와 학습자가 밀접한 관계를 맺으며 지식을 공유할 수 있는 교수학습 방안이 필요한 시점이다.

두 번째 교수지향은 공학적 실천이다. 공학적 실천은 공학이라는 학문의 특성이 두드러지는 교수지향으로 학생들의 문제해결능력을 함양시키기 위해서 공학적 사고력과 함께 실제로 실행하는 과정을 중요한 교육목표로 보고 있음을 확인하였다. Holvikivi(2007)은 공학에서 논리적인 추론 능력이 전체적인 인지 역량과 관련이 있다고 설명하고 있으며, 추론과 문제해결을 잘하는 학생이 우수한 성과를 내는 것으로 보고하고 있다. 이에 공학교육에서는 문제해결을 위한 사고력을 증진해야 함을 인지하고, 공학적 문제를 해결하기 위해서 창의적인 사고방식을 증진시킬 수 있는 교수법을 개발해야 할 필요가 있다.

세 번째 교수지향은 사회적 실천이다. 사회적 실천은 현장실무와 밀접한 관련이 있는 것으로 학생들의 팀워크능력이나 의사소통능력을 함양시키기 위해서 이를 지도하는 것을 교육목표로 보고 있음을 확인하였다. 팀워크기술과 의사소통능력은 공학인재에게 반드시 요구되는 사회적 역량 중 하나이다. 특히 공학교육에서 이러한 역량의 향상은 공학교육의 본질인 창조와 협력을 구축해나갈 수 있게 해준다는 점에서 중요하다(Jablin & Sias, 2001). 즉, 팀에서의 활발한 의사소통은 팀워크를 좋게 하고, 이는 결국 새로운 아이디어를 창출하며 공학적 문제를 현명하게 해결할 수 있게 도와준다. 팀워크와 의사소통능력의 향상이 사회생활을 할 때에 실무 수행의 긍정적인 효과가 있다는 연구들(김명소 외, 2007; Hoegl & Germuenden, 2001)이 나오고 있음에도 불구하고, 공과대학 졸업생의 의사소통능력은 그다지 높지 않다는 연구결과도 있다(Rugarcia et al, 2000). 또한 팀워크기술이나 의사소통능력에 기반을 둔 공학교육이 부족하다는 주장도 여전히 존재한다. 함승연(2009)의 연구에서는 공과대학 졸업생들을 대상으로 공학기초능력 수준과 교육 요구 분석을 한 결과 공학적 실무 능력 수준이 부족하고, 의사전달능력 및 복합 학제적 팀워크 능력의 요구가 높다고 보고하였다. 즉, 팀워크와 의사소통능력의 사회적 가치성을 고려할 때 공과대학 학생들이 반드시 보유해야 하는 역량임에는 틀림없다.

마지막 교수지향은 융합 디자인이다. 융합 디자인은 다양하고 복잡한 환경에서 공학적 문제를 해결할 수 있는 융합적 인재를 양성하고자 하는 데에 교육목표를 두고 전공 내 또는 학제 간 융합을 지향하는 것으로 드러났다. 공학교육에서

의 융합적 변화는 미래의 공학 인재상에 대한 기준도 변화하게 만든다. 급속한 사회의 발전으로 융합적 설계를 할 수 있는 인재에 대한 요구가 증가하면서 공학과 공학 분야 간의 융합뿐만 아니라 공학과 예술, 인문, 사회과학, 자연과학, 의학 등 다른 학문분야와 융합하여 교육해야 함을 제기할 필요가 있겠다.

이상의 논의가 공학교육에 주는 시사점은 다음과 같다. 첫째, 공학교육 혁신의 필요성이 제기되고 있는 현 시점에서 교수자의 교수지향에 대한 이해는 공학교육의 목표와 성격에 대한 새로운 논의를 가능하게 해준다. 교수지향이 교수활동에 영향을 준다는 기존의 연구(Cunningham & Fitzgerald, 1996; Hofer & Pintrich, 1997; Kember & Gow, 1994; Patrick & Printrich, 2001)를 통해서도 알 수 있듯이, 공학 교수지향은 그들의 교수학습을 이해할 수 있는 도구가 될 수 있음을 본 연구에서도 보여주었다.

둘째, 학과의 특성에 따라 교수자의 교수지향이 다르게 나타나고, 이를 위한 효과적인 교수전략이 다를 수 있다. 다시 말해, 공학에서 효과적이라고 인식되는 프로젝트학습법이 모든 공과대학의 교과목에서 효과적이지 않을 수 있다는 것이다. 본 연구에서와 같이 해당 학과의 특성을 고려하여 교수자들은 무엇을 지향하며, 이를 성취하기 위해 어떠한 노력을 기울이는지 지속적인 탐색과 논의가 진행되어야 할 것이다.

셋째, 본 연구의 결과는 공학 교수자들에게 스스로의 반성적 사고를 통해 자신의 교수지향을 파악해보는 계기를 마련할 수 있을 것으로 기대된다. 이 과정을 통해 뚜렷한 교육목표를 인지하게 되며, 이는 교육목표를 달성하기 위해 효과적인 교수학습을 준비하도록 하는 지침이 될 수 있다. 따라서 공과대학 교수자의 교수지향을 파악하고 이를 발달시킬 수 있는 기회를 제 공함으로써 다양한 교육실천으로 연계될 수 있도록 해야 할 것이다.

본 논문은 장지영의 2015년도 전기 박사 학위논문에서 일부 발췌 정리하였음.

참고문헌

1. 김기수 외(2013). 초중등 공학교육 강화방안 정책연구. 한국과학창의재단, 교육과학기술부.
2. 김명소 외(2007). 팀 구성원의 성별에 따른 팀역 역량의 구성요인 차이에 관한 연구: 대학생을 중심으로. 한국심리학회 연차학술대회 논문집, 경주.
3. 김영옥(2009). 어머니, 내 어머니 아직도 제 꿈 꾸고 계시나요?. *地盤*, 25(12): 31-34.
4. 김유태(1995). 21세기 인간과 공학. 서울: 고려원미디어.
5. 김장호 외(2010). 토목공학분야의 개선된 종합설계과목의 필요성 및 적용. *공학교육연구*, 13(6): 152-163.
6. 김재영 외(2011). 한국공학교육학회 학회지편집위원회 좌담회. *공학교육*, 19(6): 9-14.
7. 김진수 · 최유현 · 김수경(2008). 공과대학 교수들의 공학교육연수실태와 교육요구 분석. *공학교육연구*, 11(2): 50-64.
8. 박지호 · 전영우 · 김영옥(2012). 토목환경공학과 특성을 고려한 공학입문설계 학습지도 사례연구. *공학교육연구*, 15(2): 52-57.
9. 박현숙 · 허은(2009). 고등학교 역사교사의 내용지식과 교수내용지식에 대한 탐색. *역사교육연구*, 10: 123-155.
10. 송건섭(2002). 교수방법 평가 및 개선에 관한 연구. *사회과학연구*, 10(2): 8-9.
11. 윤태웅(2010). 창의적인 전문가, 어떻게 키워낼 것인가?. *공학교육*, 17(4): 22-24.
12. 윤태웅(2013). 확실한 수학, 불완전한 수학: 고려대학교 대학원 전기전자과 정기세미나, 2013. 5. (<https://www.youtube.com/watch?v=RMvVxr8czTU>)
13. 윤태웅(2014). 학제간 소통은 왜, 어떻게 해야 하나? - 공학수학 교육과 소통: 전공 속 교양교육. *공학교육컨퍼런스*, 2014. 4. (<https://www.youtube.com/watch?v=OsUO49F7mXY>)
14. 이상원(2010). 다학제 융합 종합설계 교육. 대한기계학회 2010년 추계학술대회 강연 및 논문 초록집, 2010. 11: 4524-4527.
15. 이순덕 · 정은경 · 오선아(2009). 대학교수의 인식론적 신념과 교수방법의 관계. *한국교육논단*, 8(1): 79-100.
16. 장인옥(2004). 초등학교 교사의 수학에 관한 신념과 교수실제. *초등교과교육연구*, 5: 55-76.
17. 조벽(1995). 공학교육 교수론. *공학기술*, 2(3): 16-19.
18. 조윤성 · 조경숙(2006). 환경 실험을 활용한 통합과학교육 프로그램 개발 사례 연구. 대한환경공학회 추계학술연구발표회 논문집, 2006. 4: 1006-1013.
19. 조현철(2005). 성, 학년 및 전공영역에 따른 대학생들의 인식론적 신념. *청소년학연구*, 12(4): 232-382.
20. 최미숙(2004). 교사경력 및 기관유형에 따른 유아교사의 교육신념 연구. *유아교육연구*, 24(1): 29-47.
21. 최혜영 · 이은혜(2005). 아동의 또래 상호작용과 교사신념 및 교사행동 간의 관계. *유아교육연구*, 25(5): 319-342.
22. 한경희(2010). 세상이 변화시킨 공학, 공학이 변화시킨 세계. *공학교육*, 17(3): 16-18.
23. 홍성욱(1994). 과학과 기술의 상호작용: 지식으로서의 기술과 실천으로서의 과학. *창작과 비평, 겨울호*(86): 329-350.
24. 함승연(2009). 공대 졸업생들의 공학기초능력 수준과 교육요구 분석. *대한공업교육학회지*, 34(1): 380-410.
25. Anderson, C. W., & Smith, E. L.(1987). *Teaching science*.

- In V. Richardson-Koehler (Eds.), *Educators' handbook: A research perspective* (pp. 84-111). New York: Longman.
26. Borich, G. D.(2010). *Effective teaching methods: Research-based practice*(Eds.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
 27. Cornett, J. W.(1990). Teacher thinking about curriculum and instruction: A case study of a secondary social studies teacher. *Theory & Research in Social Education*, 18(3): 248-273.
 28. Cunningham, J. W., & Fitzgerald, J.(1996). Epistemology and reading. *Reading Research Quarterly*, 31(1): 36-60.
 29. De Vries, M.(2005). *Teaching about technology: An introduction to the philosophy of technology for non-philosophers*. Springer Science & Business Media.
 30. Friedrichsen, P. M., & Dana, T. M.(2005). Substantive-level theory of highly regarded secondary biology teachers' science teaching orientations. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(2): 218-244.
 31. Friedrichsen, P., Driel, J. H. V., & Abell, S. K.(2011). Taking a closer look at science teaching orientations. *Science Education*, 95(2): 358-376.
 32. Gardner, P. L.(1992). The application of science to technology. *Research in Science Education*, 22(1): 140-148.
 33. Goodman, J.(1988). Constructing a practical philosophy of teaching: A study of preservice teachers' professional perspectives. *Teaching and Teacher Education*, 4(2): 121-137.
 34. Griffin, G. A., & Hukill, H.(1983). *First years of teaching: What are the pertinent issues?*. Austin: University of Texas, R & D Center for Teacher Education.
 35. Grossman, P. L.(1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. Teachers College Press, Columbia University.
 36. Hoegl, M., & Gemuenden, H. G.(2001). Teamwork quality and the success of innovative projects: A theoretical concept and empirical evidence. *Organization Science*, 12(4): 435-449.
 37. Hofer, B. K., & Pintrich, P. R.(1997). The development of epistemological theories: Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of Educational Research*, 67(1): 88-140.
 38. Holvikivi, J.(2007). Logical reasoning ability in engineering students: A case study. *IEEE Transactions on Education*, 50(4): 367-372.
 39. Jablin, F. M., & Sias, P. M.(2001). Communication competence. In F. M. Jablin & L. L. Putnam (Eds.), *The new handbook of organizational communication: Advances in theory, research and methods*(pp. 819-864). Thousand Oaks, CA: Sage.
 40. Kagan, D. M.(1992). Implication of research on teacher belief. *Educational psychologist*, 27(1): 65-90.
 41. Kember, D., & Gow, L.(1994). Orientations to teaching and their effect on the quality of student learning. *Journal of Higher Education*, 65: 58-74.
 42. Kroes, P.(2012). *Technical artefacts: Creations of mind and matter: A philosophy of engineering design*. Netherlands: Springer Science & Business Media.
 43. Layton, D.(1993). *Technology's challenge to science education*. Philadelphia, PA: Open University Press.
 44. Lincoln, Y. S., & Guba, E. G.(1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills, CA: Sage.
 45. Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H.(1999). *Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching*. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 95-132). Netherlands: Springer.
 46. Pajares, M. F.(1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62(3): 307-332.
 47. Patrick, H., & Pintrich, P. R.(2001). *Conceptual change in teachers' intuitive conceptions of learning, motivation, and instruction: The role of motivational and epistemological beliefs*. In B. Torff & R. J. Sternberg (Eds.), *Understanding and teaching the intuitive mind: Student and teacher learning* (pp. 117-143). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
 48. Petroski, H.(2005). *Pushing the limits: New adventures in engineering*. (이은선 역). 기술의 한계를 넘어. 서울: 생각의 나무. (원서출판 2004)
 49. Porter, A. C., & Freeman, D. J.(1986). Professional orientations: An essential domain for teacher testing. *Journal of Negro Education*, 55(3): 284-292.
 50. Rugarcia, A. et al.(2000). The future of engineering education I. A vision for a new century. *Chemical Engineering Education*, 34(1): 16-25.
 51. Schraw, G.(2001). Current themes and future directions in epistemological research: A commentary. *Educational Psychology Review*, 13(4): 451-464.
 52. Southerland, S. A., Sinatra, G. M., & Matthews, M. R.(2001). Belief, knowledge, and science education. *Educational Psychology Review*, 13(4): 325-351.
 53. Thompson, A. G.(1984). The relationship of teachers'

conceptions of mathematics and mathematics teaching to instructional practice. *Educational Studies in Mathematics*, 15(2): 105-127.

54. Tsur, C.(2000). *Prospective science teachers' knowledge of inquiry-based instruction in a secondary methods course*. Unpublished doctoral dissertation, Pennsylvania State University.
55. White, C. S.(1982). A validation study of the Barth-Shermis social studies preference scale. *Theory & Research in Social Education*, 10(2): 1-20.
56. 한겨레, <http://www.hani.co.kr/arti/opinion/column/652188.html>
57. 한국과학커뮤니케이션협회, http://kasc.webmir.co.kr/information/webzin.php?board_code=board_view&board_idx=67&page=19&start_page=1&Category=&order_type=RegDate&align=desc&sF=&sT=&date_idx=10&mode=shop_board_webzine



장지영 (Jang, Jiyoung)

2006년: 순천향대학교 신소재공학과 졸업

2015년: 이화여자대학교 과학교육학박사

현재: 성균관대학교 공학교육혁신센터 연구원

관심분야 : 공학교육, STEAM 교육, 교수학습법

E-mail: jyjjang@skku.edu



이현주 (Lee, Hyunju)

1998년: 이화여자대학교 과학교육과 졸업

2006년: University of Illinois at Urbana-Champaign, 과학교육학박사

현재: 이화여자대학교 과학교육과 부교수

관심분야: 물리교육, 교수학습법, STEAM 교육

E-mail: hlee25@ewha.ac.kr