

# 공학소양의 교과목에 대하여



노 태 천

충남대학교 공과대학 공업교육학부 교수  
tcrho@cnu.ac.kr

서울대 공업교육학 학사  
서울대 공협교육학 석사  
한국정신문화연구원 한국과학기술사 박사  
(현) 충남대 공업교육학부 정교수

## 1. 공학소양(工學素養)의 뜻

공학(工學, engineering)에 대한 고전적 정의는 “자연이 가지고 있는 무한한 힘을 인간이 편리하게 활용할 수 있도록 해주는 일종의 기예(技藝)”<sup>1)</sup>로 알려져 있다. 비교적 최근(1985)에는 공학을 “기업, 정부, 대학, 또는 개인의 노력에 의해 수학 및 자연과학을 이용하여 연구, 개발, 설계, 생산, 시스템공학, 또는 기술 활동을 통하여 우리가 편리하게 사용할 수 있는 기술적인 시스템, 제품, 공정, 또는 서비스를 창출하거나 공급하는 것”이라고 하였다<sup>2)</sup>.

이와 같이 공학에 대한 학문적 정의와 달리 최근 활발하게 운영되고 있는 공학교육인증과 관련하여, 미국의 공학기술(교육)인증기관(ABET: Accreditation Board for Engineering and Technology)에서는 공학을 “연구, 경험 그리고 실무로 얻은 수학과 자연과학의 지식, 인

류의 이익을 위하여, 자연의 힘을 경제적으로 이용하는 방법을 개발하여 사려 깊게 적용하는 직업(profession)<sup>3)</sup>”이라고 정의하고 있다. 또한, 일본의 技術者教育認定機構(JABEE: Japanese Accreditation Board for Engineering Education)에서는 공학 대신에 기술업(技術業)이라는 용어를 사용하여, “技術業(engineering)은 수리과학, 자연과학 및 인공과학 등의 지식을 구사하여, 사회와 환경에 대한 영향을 예견 하면서 자원과 자연력을 경제적으로 활용하여, 인류의 이익과 안전에 공헌하는 하드·소프트의 인공물과 시스템을 연구·개발·제조·운용·유지하는 전문직업”이라고 정의하고 있다. 공학을 전문적 직업과 관련하여 정의하고 있다. 우리 나라에서도 한국 공학 교육 인증원 (ABEEK: Accreditation Board for Engineering Education in Korea)은 공학을 “자연, 인간, 사회, 인조물 등 제반 대상과 주변 환경이 복합적으로 작용하여 만들어낸 문제에 대해 합리적이고, 경제적이

1) "Engineering is the art of directing the great sources of power in nature for the use and convenience of man." Richard S. Kirby et al eds., *Engineering in History*(New York: McGraw-Hill, 1956), p. 2. 이장규·홍성욱(2006), [공학기술과 사회], 지호, 18쪽 주3, 재인용. 공학에 대한 이러한 정의는 산업혁명 시기에 영국에서 활동한 토머스 트레드골드(Thomas Tredgold, 1788-1829)가 내렸다.  
2) 미국의 한림원 연구 협의체인 국립연구협의회의(National Research Council)의 공학교육분과위원회가 내린 공학에 대한 정의이다. 이장규·홍성욱(2006), 앞의 책, 17-18쪽.  
3) "Engineering is the profession in which a knowledge of the mathematical and natural sciences gained by study, experience, and practice is applied with judgement to develop ways to utilize, economically, the forces of the nature for the benefit of mankind."(<http://www.abet.org>)

고, 일반성 있는 해결방법을 탐구하고 인류의 복지를 위해 활용하려는 전문적인 학문 분야”로 정의하고 있다<sup>4)</sup>.

공학에 대한 이러한 정의는, ‘자연과학적 지식, 자원과 자연력, 경제적 활용, 인류의 이익과 안전, 인공물과 시스템, 연구·개발·제조·운용·유지, 전문적 직업’ 등과 같은 키워드를 사용하고 있음이 확인된다. 다음으로 소양(素養)의 뜻을 살펴본다. 여기서 소(素)는 “본바탕, 백색, 무늬 없음, 무늬를 새기기 위한 흰색의 비단” 등을 뜻하므로<sup>5)</sup>, 소양은 “(인간의) 본바탕을 갖추, 평소에 쌓은 교양, 평소에 닦은 학문과 덕행” 등을 뜻한다. 공학의 뜻과 합하여 생각해 보면, 공학소양은 “공학 분야에서 활동할 전문적 직업인(엔지니어)이 갖추어야 할 기본(기초)적 교양, 또는 공학교육에서 가르쳐야 할 학문, 덕행, 예술” 정도로 정의할 수 있을 것이다. 그러면, 장차 엔지니어가 되려는 공학도를 가르치기 위한 공학교육에서 전공 분야를 공부하기 위한 인문사회과학적 학문 분야로서, 엔지니어의 본바탕과 관련되는 분야 또는 교과목은 무엇인가. 다시 말하면, 엔지니어의 본바탕을 이루는 소양 교과목은 무엇인가.

## 2. 공학소양 교과목에 대한 논의

우리 나라에서 공학소양교육을 본격적으로 논의한 시기는 ‘한국공학교육기술학회(KSEET: Korean Society for Engineering Education and Technology)’가 창립

(1993.5.12)되고 나서, 한국공학교육인증원(ABEEK : Accreditation Board for Engineering Education of Korea)이 설립(1999.8.30)된 이후이다. 학회 내에 공학소양교육연구회(회장: 유영제)를 구성하고 한국공학교육인증원 산하에 한국공학교육연구센터(센터장: 한송엽)를 설치(1999)하면서 공학소양교육과 관련된 교과목의 구성과 교재 개발을 위한 D/B 구축 등의 과제를 수행하였다. 이때부터 공학소양과목의 목표, 교육과정, 교수학습법, 교재 개발, 평가 요소의 개발 등을 논의하기 시작하였다. 특히, 한국공학교육연구센터는 산업자원부에서 시행한 산업기술기반조성 사업의 하나로 ‘공학교육혁신네트워크 및 D/B 구축’을 위한 연구과제(2002.12-2003.6)를 수행하였다. 제1차년도에는 7개<sup>6)</sup>의 연구과제가 수행되었고, 제2차년도에는 9개<sup>7)</sup>, 제3차년도에는 11개<sup>8)</sup>의 과제가 수행되었으며, 5차년도(2007.6)까지 공학교육과 관련된 다양한 연구과제가 수행되었다. 제1차년도의 연구과제에서 ‘공학소양교과목의 D/B’를 구축하면서 교과목의 구성을 본격적으로 논의하였다. 당시, 한국공학교육학회의 공학교육연구회가 주관한 ‘공학소양교육사업 1차모임(2003년 1월8일)’에서 공학소양 교과목 9개를 설정하였다<sup>9)</sup>. 공학소양 교과목을 설정하면서, ‘세부적인 교과과정 내용의 개발, 종합적인 또는 단독 교재의 개발, 강사 또는 강사 팀의 구성 및 교육방법, 세부적인 강의 및 교육 평가 방안’ 등을 논의하였다. 당시에 이미 ‘공학기술과 역사·사회·윤리·경제·경영·정

- 4) 한국공학교육인증원(ABEEK) 설립추진위원회/실무위원회(1999), [한국공학교육인증원 규정집](1999.7.14), 미출간 보고서.
- 5) 소(素)의 뜻과 관련하여 [논어(論語)]에는 다음과 같은 글이 전한다. 공자의 제자(子夏)가 ‘흰비단(素)으로 무늬(綉)를 새김(素以爲綉)’에 대하여 물으니, 공자가 ‘흰비단을 마련한 후에 (수(紉)를 놓아) 무늬를 새긴다(繪事後素)’는 뜻이라고 답하였다([論語](八佾)). 여기서 공자는 무늬를 새기는 일은 흰비단 즉 바탕을 마련한 후에 해야 함을 강조하였다.
- 6) 당시의 7개 연구과제는 다음과 같았다. 학습성과 관리 S/W 개발, 설계 교육방법 DB 구축, 입문공학설계 교육방법 및 DB 구축, 복합학제를 적용한 종합 설계교과목 교육자료 DB화, 공학교육평가, 공학소양교과목 DB 구축, 산업체의 요구조사 분석. 산업자원부(2003), [공학교육혁신 네트워크 및 DB 구축(1차년도 중간 보고서)], 2003년 6월, 미출간 보고서.
- 7) 2차년도에 수행된 9개의 연구과제는 1차년도의 7개 과제에서, 한국형 공학교육 인증기준 개발, ‘창의성의 공학응용 방법 DB 구축’, ‘학습성과 평가방법’ 등이 추가되었으며, 1차년도의 ‘산업체의 요구조사 분석’ 연구과제가 끝났고, ‘공학소양교과목 DB 구축’은 ‘공학소양 종합교재 개발’ 연구과제의 명칭이 바뀌었다. 산업자원부(2004), [공학교육연구센터 구축(2차년도 사업결과 요약보고서)], 2004년 4월30일, 미출간 보고서.
- 8) 3차년도에 수행된 11개의 연구과제는 다음과 같았다. 한국형 공학교육인증 기준개발, 문제중심학습방법 DB구축, 팀워크 스킬 모형개발, 실험 계획법 교재개발 연구, 입문공학설계교육방법 개발, 복합학제를 적용한 종합설계 시범교과목 개발, 창의성의 공학응용 기반연구, 강의평가시스템 개발, 학습성과 평가방법 개발, 학생 포드폴리오 관리 S/W 개발, 공학소양교육 방법 및 교재 구축. 산업자원부(2005), [공학교육연구센터 구축(3차년도 사업결과 요약보고서)], 2005년 4월30일, 미출간 보고서.
- 9) 당시 설정된 공학소양교육 교과목은 [공학기술과 역사], [공학기술과 사회], [공학기술윤리], [공학기술과 경제], [공학기술과 경영], [공학기술정책], [창의설계], [공학자의 리더십], [공학자의 의사소통] 등이었다. 한국공학교육기술학회(2003), [공학소양교육의 필요성과 방향](공학교육자료집), 2003.6.30, 미출간 보고서.

책, 공학자의 리더십과 의사소통' 등 7개 분야를 공학기술 소양교과목으로 선정하였다<sup>10)</sup>.

### 3. 공학소양의 교과목에 대한 사례

공학소양을 기르기 위해서는 누가(교수자) 왜(교육목표) 언제(시기) 어디서(장소) 무엇을(교과목) 어떻게(교수방법) 가르칠 것인가 등의 물음에 답해야 할 것이다. 여기서는 공학소양교육을 위한 교과목의 설정에 대해서만 언급하기로 한다.

한국공학교육인증원은 '공학인증기준2005(KEC2005)'(2006.12.22. 개정)에서, 공학교육인증을 받고자하는 공학교육 프로그램을 이수할 학생은 졸업시 다음과 같은 12개의 항목과 관련된 능력과 자질을 갖추어야 한다고 하였다.

표 1. 한국공학인증기준2005(KEC2005)의 '프로그램 학습성과 및 평가' 항목

(1) 수학, 기초과학, 공학의 지식과 정보기술을 응용할 수 있는 능력
(2) 자료를 이해하고 분석할 수 있는 능력 및 실험을 계획하고 수행할 수 있는 능력
(3) 현실적 제한조건에 반영하여 시스템, 요소, 공정을 설계할 수 있는 능력
(4) 공학 문제들을 인식하며, 이를 공식화하고 해결할 수 있는 능력
(5) 공학 실무에 필요한 기술, 방법, 도구들을 사용할 수 있는 능력
(6) 복합 학제적 팀의 한 구성원의 역할을 해 낼 수 있는 능력 (이상 전공 교과영역)
(7) 효과적으로 의사를 전달할 수 있는 능력 (이하 소양 교과영역)
(8) 평생교육의 필요성에 대한 인식과 이에 능동적으로 참여할 수 있는 능력
(9) 공학적 해결방안이 세계적, 경제적, 환경적, 사회적 상황에 끼치는 영향을 이해할 수 있는 폭넓은 지식
(10) 시사적 논점들에 대한 기본 지식
(11) 직업적 책임과 윤리적 책임에 대한 인식
(12) 세계문화에 대한 이해와 국제적으로 협동할 수 있는 능력

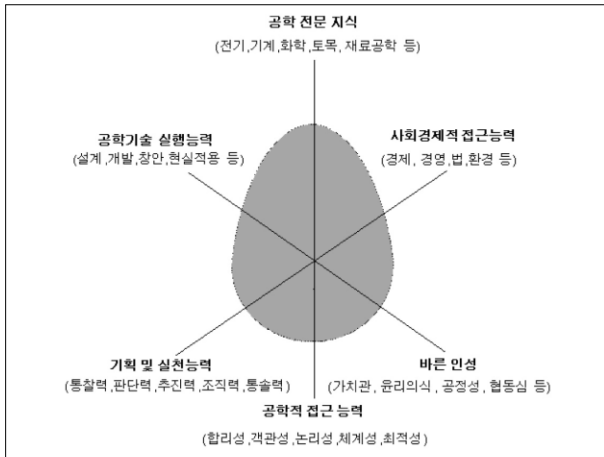
10) 당시(2003), 한국공학교육학회의 공학소양교육연구회에서 최종적으로 결정한 공학소양 교과목은 공학기술과 인간사회/역사/사회/윤리/경제/경영/정책, 공학자의 의사소통/리더십/팀워크 등 10개였다. 이들을 교재는 현재(2008년), 6개(인간사회, 사회, 경영, 의사소통, 리더십, 팀워크)가 출간되었고, 4개(역사, 윤리, 경제, 정책) 분야가 편지 및 출간 중이다.

11) (8)번의 능력과 관련하여, 일본에서는 '자주적, 지속적으로 학습할 수 있는 능력'을 학습성과의 항목으로 설정하고 있다. 글로벌화가 되어 변화가 빠른 정보사회에서는, 생애에 걸쳐서 자발적으로 학습하는 능력, 즉 스스로 새로운 지식과 적절한 정보를 획득하는 능력과 비판적 사고력이 필요한데, 공학 전공과 관련하여, 강의, 졸업연구, 실험, 실습, 연습 등을 통하여 학습방법 및 자발적인 학습의 습관을 몸에 익힐 필요가 있다고 한다. 日本工學教育協會(2002), [産學連携技術者教育調査研究委員會 調査研究報告書], p. 14.

12) 정수진 외(2008), [공대생의 진로개발], 충남대학교출판부. 주요 내용은, 자신의 이해, 공학세계의 이해, 진로설계, 취업능력 함양, 진로유지발전, 진로개발의 실제 등이다.

위의 <표-1>에서 공학소양에 대한 개념이나 정의를 달리함에 따라, 공학소양에 포함시켜야 할 항목이 다르겠지만, 일반적으로 (7)번부터 (12)번까지의 학습성과와 관련된 항목을 공학소양(교양) 교과영역으로 보아도 좋을 것이다.

(7)번의 '효과적으로 의사를 전달할 수 있는 능력'은 일반적으로 '공학기술과 의사소통, 리더십, 팀워크'와 같은 교과목과 관련이 있을 것이다. 세 가지의 분야를 하나로 통합할 수도 있고, 3개의 분야로 각각 나눌 수도 있을 것이다. 한국공학교육학회에서는 3개의 분야로 나누어 교재를 개발하였다. (8)번의 '평생교육의 필요성에 대한 인식과 이에 능동적으로 참여할 수 있는 능력'<sup>11)</sup>은 특정한 교과목으로 가르칠 수 있을 것으로 판단되지 않는다. 다만, 공과대학생의 진로개발 또는 평생교육과 관련하여 관련 교재가 개발된 바 있다<sup>12)</sup>. (9)번의 '공학적 해결방안이 세계적, 경제적, 환경적, 사회적 상황에 끼치는 영향을 이해할 수 있는 폭넓은 지식'은 '공학기술과 사회'라는 교과목 또는 교재와 관련이 있다고 판단된다. 한국공학교육학회에서는 '공학기술과 역사, 사회, 경제, 경영, 정책' 등의 관련 교과목을 위한 교재를 개발하였다. (10)번의 '시사적 논점들에 대한 기본 지식'과 관련하여 구체적인 교과목이나 교재가 설정하기가 어려우나, '공학기술입문, 공학기술과 법제, 공학기술과 특허' 등의 명칭으로 관련 교과목을 설정할 수도 있을 것이다. (11)번의 '직업적 책임과 윤리적 책임에 대한 인식'은 '공학기술과 윤리' 또는 '공학윤리'라는 명칭으로 교과목을 설정할 수 있을 것이다. '과학기술윤리', '과학기술자윤리', '엔지니어윤리' 등의 명칭으로도 교과목을 설정할 수 있을 것이다. (12)번의 '세계문화에 대한 이해와 국제적으로 협동할 수 있는 능력'은 특정한 교과목이



▲ 그림 1. 엔지니어의 소요 자질(이병기, 1997)

나 교재가 아닌 다양한 교과목과 교재로 설정할 수 있을 것이다. 위와 같이 공학교육인증과 관련된 학습성과의 항목을 반영한 공학소양 교과목의 설정과는 다른 관점에서 공학소양 교과목을 설정할 수 있을 것이다.

공학소양교육과 관련하여 이병기(1997)는 ‘엔지니어의 소요자질’을 <그림-1>과 같이 6개축으로 분류하고 엔지니어에게는 세 가지 전문능력, 즉 공학 전문 지식(전기, 기계, 화학, 토목, 재료공학 등), 공학기술 실행능력(설계, 개발, 창안, 현실 적용 등), 사회경제적 접근능력(경제, 경영, 법, 환경)이 필요하며, 또한 이들 능력을 뒷받침할 기본적인 자질인 전문 능력을 효과적으로 발휘할 수 있게 하는 기본 소양으로서 ‘공학적인 접근능력(합리성, 객관성, 논리성, 체계성, 최적성), 바른 인성 및 사회성(가치관, 윤리의식, 공정성, 협동심 등), 기획 및 실천 능력(통찰력, 판단력, 추진력, 조직력, 통솔력)이 필요하다고 강조하였다. 이러한 ‘엔지니어의 소요자질’은 공학소양교육에서 육성해야 할 능력을 다양하게 종합적으로 개입화시킨 시도로 판단된다.

이러한 공학소양교육과 관련하여, 한국공학원(1998)은 일반적 공학교육의 교육과정인 단순 계층형 공학교육체계에서 미래의 공학교육 방향에 부합하는 파이(Π)형 공학교육체계를 제안하면서, 파이(Π)형 공학교육체계는 기본소양과정<sup>13)</sup>, 전공기반과정을 2개의 기둥으로 삼아 그 위에 전공심화과정을 얹은 형태를 취하고 있다. 파이형 공학교육체계의 기본소양과정에서는 인문 예술 교양(어학, 문학, 예술, 역사, 철학, 문화 등), 사회 교양(경제, 경영, 법, 환경 등), 경제적 접근 능력(공업경제, 기술경제학, 재무회계 등), 정보처리 및 의사소통능력(컴퓨터 언어, 인터넷, 작문, 발표 등), 협동성 및 지도력(인성, 윤리, 체력, 협동성, 지도력 연마) 등을 육성하기 위하여 20학점(130학점 기준)을 배당하고 있다<sup>14)</sup>.

공학소양교육과 관련하여 일본에서의 연구에 의하면(中島尙正 編, 2000), 21세기의 공학을 담당할 인재는 ‘1) 문제해결능력을 가진 슈퍼엔지니어(super engineer), 2) 전문성, 연구능력을 가진 연구자, 3) 도전(챌린지) 정신을 가진 기업가(起業家), 4) 경영·관리능력을 가진 테크노매니저, 5) 예술성을 가진 크리에이터(creator), 6) 국제성을 가진 국제엔지니어’를 의미하며, 이러한 인재를 육성하기 위해서는 ‘공학적 소양, 사명감·공학윤리, 리더십, 창조성, 응용력’ 등의 능력을 길러야 한다고 주장했다<sup>15)</sup>. 21세기 엔지니어의 구체적 목표를 반영한 점이 돋보인다.

또한, 공학소양교육과 관련하여 ‘공학기초능력’에 대한 국내의 연구에 의하면(김대영 외, 2006), 공학기초능력은 엔지니어가 공과대학을 졸업하고 기업, 연구소, 대학교 등에서 수행하게 될 활동에 요구되는 능력으로서, 공학기술과 사회, 윤리, 경제 등의 비기술적 가치를 접목할 수 있는 ‘인문사회학적 공학소양능력(HSS: Humanities and Social Sciences)’, 산업 및 연구 환경의 변

13) 파이형 교육체계에서 기본소양과정은 ‘공과대학 졸업자가 산업과 사회의 구성원들과 조화롭게 생활하는 가운데 공학 전문성과 공학적 접근 능력을 발휘할 수 있도록 뒷받침해 주는 기본소양을 쌓는 과정’으로 파악하고 있다. 기본소양과정에서는 기존의 인문, 사회, 예술 분야 교양 교과목들에 사회 교양과 경제적 문제접근 능력을 배양하기 위한 교과목들을 강화시키고, 아울러 정보처리 및 의사소통 능력 그리고 협동성 및 지도력과 같은 사회적 기본소양을 함양시켜 주어야 한다. 한국공학원(1998), 산업자원부, pp. 104-120.

14) 기본 소양을 위하여, 인문학, 사회과학 등 12학점, 기술과 사회 관련 교과목 3학점, 공업경제, 기술경제학 등 3학점, 논문 및 보고서 작성법 및 기타 2학점 등을 제시하고 있다. 한국공학원(1998), 앞의 책, p. 120.

15) 中島尙正 編(2000), [工學は何をめざすのか], 東京大學出版部, pp. 256-274.



화에 신속하게 대처할 수 있는 전공의 기반이 되는 문제 해결능력 등과 같은 ‘창의공학 설계능력(CED : Creativity Engineering Design)’, 엔지니어가 개인의 진로 개발과 관련해서 갖추어야 할 ‘엔지니어의 자기개발능력(ECD : Engineer’s Career Development)’ 등의 3가지 능력으로 구분하기도 하였다. 최근, 창의공학 설계와 관련된 교과목이나 교재는 공학기반 또는 전공기초 교과목으로 정착되고 있으며, ‘인문사회학적 공학소양능력’과 ‘엔지니어의 자기개발능력’을 길러주는 교과목을 공학소양 교과목으로 파악하기도 한다.

공학소양교육과 관련하여 어떠한 교과목을 설정하고 가르쳐야 하는가에 대해서는 국내외에서 관련 학회 차원에서 공식적으로 일치된 견해는 없으며, 공식화할 필요도 없을 것이다. 다만, 한국공학교육학회에서는 지난 5여 년간 공학소양 관련 교과목 10개([공학기술과 인간사회], [공학기술과 역사], [공학기술과 사회], [공학기술과 윤리], [공학기술과 경제], [공학기술과 경영], [공학기술과 정책], [공학기술과 의사소통], [공학기술과 리더십], [공학기술과 팀워크] 등)를 설정하고 교재를 개발(6권 출간)하고 있다(아래의 <그림-2> 참조).

공학소양교육을 위한 교과목의 명칭과 내용구성은 대학마다 그리고 담당할 전문가마다 주관적인 판단에 의해서 설정되겠지만, 가능하다면 국내의 공인된 기관에서 보다 객관적이고 과학적인 방법(설문조사 또는 델파이법)을 동원하여 과목의 명칭과 내용구성을 제안할 필요가 있다. 본고에서 필자가 제안한 교과목의 명칭은 개인적 관심과 의견에 따라 설정된 것임을 밝힌다. 앞으로, 공학소양교육과 관련하여 공학 분야에 따라 다양한 공학소양 교과목을 설정하고 교재를 개발하기를 바라며, 공학소양 교과목을 어떻게 가르치고 평가할 것인가에 대한 논의와 연구도 진행해야 할 것이다.



▲ 그림 2. 한국공학교육학회가 발간한 공학소양 관련 교과목의 교재(6권)

### 참고문헌

- 김대영 외(2006), “공학전문가가 인식하는 공학기초능력의 구성요소에 관한 연구”, [공학교육연구], 제9권제2호(2006.6), pp. 34-51.
- 김정국·박재현·박강(2001), “ABEEK인증기준에 의한 교육요소 및 교과과정 개발”, [공학교육연구], 제4권1호(2001.6), pp. 26-47.
- 이병기(1997), 공학의 개념과 엔지니어의 자질, [1997년도 공학교육 학술대회 및 공학교육 방법론 연수회 논문집], pp. 14-15.
- 한국공학교육인증원(2003), [2003년도 한국공학교육인증원 평가자 교육워크샵].
- 한국공학원(1998), [21세기 대비 공학교육 혁신연구], 산업자원부.
- 日本工學教育協會(2001), [技術者教育におけるアクレディテーション・システムに関する調査研究報告書]文部科学省委託調査).
- 中島尙正 編(2000), [工學は何をめざすのか], 東京大學出版部, pp. 256-274.