

우리 나라 공학 교육의 발전 방향



김 권 희

고려대학교 기계공학과 교수
kwonhkim@korea.ac.kr

1. 서론

요즘 공과대학 기피현상이 우리 사회에 만연되고 있다. 우수한 성적으로 고등학교를 졸업한 많은 대학 지망생들이 한의과대학, 의과대학, 법과대학 등으로 몰리고 있으며 공과대학은 상대적으로 우수한 학생의 유치가 점점 어려워지고 있는 실정이다. 공과대학 전공 과목들이 어렵고 수업 강도도 높는데 비하여 졸업 후 근무 여건, 보수, 직업 안정성 등이 기대 수준에 미치지 못하는 것이 그 원인으로 생각된다. 지난 IMF 위기 때 많은 엔지니어들이 직장을 떠나야 했다. 40대 이후 직장인들이 느끼는 직업에 대한 불안감이 엔지니어의 경우도 예외는 아니다.

과연 공과대학 기피현상은 어쩔 수 없는 대세인가? 우리 나라 경제가 60년대 이후 고속성장을 할 수 있었던 것은 많은 엔지니어들의 노력과 희생이 있었기 때문이라고 볼 수 있다. 한국의 경제를 뒷받침하고 있는 반도체, 철강, 조선, 자동차 공업은 이미 대만, 중국의 맹추격을 받고 있다. 핵심부품, 소재, 생산장비를 선진국에서 수입해야 하는 한국에게 이들의 추격은 매우 위협적이다. 튼튼한 제조업의

기반 없이 미래에 지속적인 경제성장이 가능할 것인가? 미래의 한국 경제를 이끌어 갈 것으로 많은 기대를 모았던 정보기술(IT, Information Technology) 및 관련 산업도 제조업의 기반 없이는 사상누각이 될 가능성이 많다. 우리 나라는 제조업에 대한 대안을 아직 가지고 있지 않다. 우리 나라보다 산업의 역사가 훨씬 깊은 선진국에서도 과학과 기술의 중요성은 여전히 강조되고 있다.

우리는 우수한 엔지니어가 절실히 필요함에도 불구하고 그 직종의 인기도가 하락하는 현상을 목격하고 있다. 어려운 공부를 하고 졸업을 해도 타 직종(의사, 변호사 등)보다 경제적, 사회적 대우가 못하기 때문이다. 자본주의 사회에서 각 개인의 소득은 개인이 창출하는 부가가치에 비례한다고 보는 것이 타당할 것이다. 의사나 변호사는 각 개인이 고객을 직접 접촉하여 부가가치를 창출한다. 개인의 능력이 고객에 의하여 직접적으로 평가된다. 반면에 엔지니어는 소속 단체(회사, 연구소 등)를 위하여 근무하며 고객과 접촉하는 것은 개인이 아니라 소속 단체이다. 업무의 특성상 여러 사람과 어울려 일해야 하며 개인의 창의성과 노력은 소속단체를 통하여 최종 결과에 반영된다. 엔지니어는 소비자

로부터 격리되어 있으며 개인 차원에서 부가가치를 직접적으로 창출하기가 어렵다. 공과대학 출신이 의사나 변호사와 비견할 수준의 소득을 확보하는 경우는 대기업의 고위급 임원이나 중소기업의 대표가 되는 경우일 것이다. 대기업 고위급 임원이라 하더라도 평균 정년 연령이 의사, 변호사보다 낮으므로 소득만으로 비교하기 어려운 점이 있다. 같은 연배의 엔지니어, 의사, 변호사를 비교하면 소득, 직업 안정성, 근무 여건 등 여러 측면에서 엔지니어가 절대적으로 불리하다.

엔지니어의 경제적, 사회적 위상이 높지 않다는 것을 수요 공급의 원리로 설명할 수 있을 것인가? 공과대학 졸업자가 수요에 비해서 너무 많은 것은 아닌가? 요즘 많은 기업에서 대졸 신입사원을 기피하고 경력사원을 선호하고 있다. 경력사원은 인건비가 높지만 바로 현업에 투입할 수 있다. 반면에 대졸 신입사원은 2-3 년의 기간이 지나야 한 사람의 몫을 할 수 있다고 보는 것이 대체적인 의견이다. 신입사원의 현장적응 기간은 기업의 부담으로 작용하고 있고 채용 기피로 이어지고 있는 셈이다. 기업은 구인난을, 공과대학 졸업자들은 구직난을 겪고 있다. 이러한 구직난은 기업이 필요로 하는 교육을 대학에서 제공하지 못하기 때문이라고 볼 수 있다. 통계에 의하면 우리나라 4 년제 공과대학 재학생의 대다수는 졸업 후 기업에 취직하기를 원한다. 학부 4 년은 엔지니어의 기초 소양이 형성되는 중요한 기간이며 이 때 형성된 기초 소양은 평생의 자산이 된다. 학부 출신 엔지니어가 입사하여 정상적인 생산성을 발휘하는데 2-3 년이 걸린다면 그 엔지니어의 기초 소양에 문제가 있다고 봐야한다. 문제는 이런 현상이 특정한 개인에 국한된 것이 아니라 출신대학이나 학부

성과 거의 무관하게 보편적이라는 것이다. 공과대학을 나와도 기업에서 필요로 하는 직무 능력을 갖추지 못한다면 졸업생의 숫자가 아무리 줄어도 이들에 대한 사회적, 경제적 대우는 높아지기 어려울 것이다. 공과대학 졸업자에 대한 사회적, 경제적 처우는 수요 공급의 원리만으로는 설명되기 어려운 것이다.

과학과 기술이 한나라의 산업경쟁력을 뒷받침하는 중요한 요소라고 한다면 공과대학 졸업자에 대한 사회적, 경제적 대우는 높아야 하는데 현실은 왜 그렇지 못한 것일까? 공학 전문직은 직종의 특성상 부가가치가 낮을 수밖에 없는 것일까? 만약 그렇다면 우수한 젊은이들에게 공과대학 진학을 장려해줘야 아무런 설득력이 없을 것이다. 특정한 직종에 대한 대우는 그 직종의 생산성에 따라 결정된다. 우리나라가 우수한 과학기술 인력을 확보하기 위해서는 공학 전문직의 생산성이 높아져야 한다. 공과대학 학생들이 졸업 후에 다양한 직종에 진출할 수 있어야 하고 각 진출분야에서 높은 생산성을 발휘할 수 있도록 되어야 한다. 이런 관점에서 현실의 공학교육은 그렇지 못한 것으로 보인다. 현재의 공학교육 체제를 이해하기 위하여 공학교육의 변천사를 살펴보기로 한다.

2. 공학 교육의 변천사

해방과 더불어 본격적으로 실시된 우리나라의 공학 교육은 미국의 영향을 많이 받았다고 볼 수 있다. 미국의 공학교육은 20세기 들어 많은 변화를 겪었는데 이러한 변화는 한국을 포함한 여러 나라에 영향을 미치게되었다. 우리나라 공학교육의 현주소를 이해하기 위하여 미국 공학교육의 변

천사를 잠시 둘러보기로 한다.

20세기 중반까지 미국의 공학교육은 영국의 영향을 받아서 경험과 실습을 중요시하는 전통을 유지하고 있었다. 2차대전이 끝나고 소련과의 냉전 관계에 들어가면서 미국은 신병기 개발에 막대한 예산을 투입하게 된다. 2차 대전 말기에 많은 영향력 있는 인사들이 미국의 안보는 과학적 우위에 달려 있다고 믿게 되었다. 과학과 공학에 지속적으로 투자함으로써 미국의 병기를 지속적으로 개발할 수 있을 것이라는 것이 그 당시의 만연한 주장이었다. 2차 대전 종전 후 20년 동안 해군연구소(Office of Naval Research)와 다른 기관들은 대중의 별다른 비판을 받지 않고 대학 연구의 많은 부분을 지원하고 방향을 제시하였다. 이 같이 단일 기관에 의한 대규모 연구비 지원의 영향은 과학 분야에도 파국적인 것이었다. 오직 전쟁 수행을 위한 연구만이 가치를 인정받았다. 공과대학에 대한 영향은 더욱 심각하였다. 공과대학의 교과 과정과 교육이 심각하게 왜곡되었다.

1957년 소련은 인류 최초의 인공위성을 지구궤도에 진입시키는데 성공한다. 미국인들은 이 사건을 “스푸트닉 충격(Sputnik shock)”으로 받아들인다. 더 이상 미국의 과학과 기술, 국가 안보의 우월성을 확신하기 어렵게 되었다는 것이다. 스푸트닉 충격이후 미국과 소련은 본격적인 우주개발 경쟁에 들어가게 된다. 1961년 케네디 대통령은 달에 우주비행사를 착륙시키는 계획을 발표하게 된다. 소련과의 신병기 개발과 우주개발 경쟁으로 미국의 공학교육에 가해진 변화들은 다음과 같다.

- 엔지니어링 과학(engineering science) 과목의 비중이 대폭 높아짐

· 해석문제의 연습이 중요시 됨

- 실습과목들이 대폭 축소되거나 폐지됨

- 실습과목: 기계제작실습, 제도, 도학(descriptive geometry), 기술과 연습 등
- 기술과 연습(art and practice): 증기발전소, 전력 망, 화학공장 등의 구성요소를 설명하고 각 구성요소들이 실제로 어떻게 조화를 이루는지를 설명하고, 실제의 엔지니어링이 수행되는 방식으로 학생들을 훈련시키는 과목

- 공대 교수 중 엔지니어링, 특히 설계 경험이 없는 사람이 많아지게 됨.

- 산업체 경험이 없어서 기계와 구조물의 설계, 제작, 운전 및 보수에 관한 미묘하고 체계화할 수 없는 실제 문제의 특성을 설명하고 이에 대한 실무적 해결 방법을 학생들에게 가르칠 수가 없는 교수가 많아짐.

- 일부 대학은 설계를 성공적으로 가르치기 어려운 분야로 간주하고 교과 과정에서 설계를 경험시키는 과목들을 삭제함.

이러한 공학교육의 왜곡으로 1950년대 후반 공대 졸업생들의 설계능력 저하는 기업과 원로 교수들에게 명백한 현실이 되었다. 1961년 퍼듀대학 기계공학과 학과장이었던 체니(Paul Chenea)는 “엔지니어링 과학은 급속히 발전한 반면에 설계교육은 퇴보하였음”을 간파하였다. 1980년대 들어 소니, 토요타 등 일본 기업들이 미국 시장에 대거 진출하면서 소위 경제전쟁이 시작되었다. 1989년

베를린 장벽이 무너지고 미국과 소련의 냉전체제는 종말을 맞게 되었다. 냉전시대에 미국이 소련과 군비, 우주 경쟁을 하는 동안 일본은 산업 기술 분야에서 미국의 전통적인 우위를 위협하게 되었다. 1990년대에 들어서 미국의 공학 교육에 대한 반성론이 본격적으로 대두되기 시작하였다. 그러나 왜곡된 미국 공학교육의 문제점과 이에 대한 개선 방향은 이미 1959년 MIT 보고서에서 지적된 적이 있었다.

매우 솔직하고 통찰력이 있는 MIT 보고서는 1959년 11명의 교수로 구성된 위원회가 4주 동안 전념하여 만들었다. 이 위원회는 10개 설계분야(항공기, 동작기계, 교량-터널-공항, 디젤엔진-가스터빈, 전기기계, Operations Research, 전자시스템, 핵잠수함, 화학공장, 통신시스템)의 경험 많은 엔지니어들을 초대하여 그들이 해운 일, 그들의 문제, 그들이 문제 해결에 사용하는 방법들을 토론하였다. 그 위원회는 설계 엔지니어 양성에 기여하거나 방해가 되는 학부 교육의 여러 측면을 매우 정확하게 진단하였다. 이런 이유에서 이 보고서의 접근 방식이나 결론은 매우 중요하다.

이 보고서는 설계의 특성을 규명하고자 하는 진지한 시도를 다음과 같은 명제에서 시작하였다 : “설계 문제에는 유일한 답 또는 올바른 답이 없다.” 이는 설계가 “학교에서 해석 기법을 가르치는데 사용되는 문제 유형”과는 근본적으로 다르다는 것을 의미한다. 이러한 차이점을 강조하기 위해서 잠시 공과대학에서 해석적 도구들을 학생들에게 가르치는 방법에 대한 위원회의 관찰을 되돌아보기로 한다.

물리, 화학, 수학, 엔지니어링 과학 과목들은 수

학의 형태를 지니고 있다. 학생들은 주어진 자료(data)를 조작하여 수치적인 답을 얻어낸다. 이런 종류의 모든 과목에서 “학생들에게 주어지는 문제는 압도적으로 단일해가 있는 문제이다. 이러한 문제가 인기 있는 이유를 찾기란 어렵지 않다. 이러한 문제는 학생의 능력을 평가하는 객관적 기준을 가지고 있다. . . 학생들은 답에 도달하기 위한 몇 단계의 논리적 과정을 배운다. 선생은 시험에서 올바른 답에 도달한 학생의 비율로 자신의 강의 효율성을 측정할 수도 있다. 이런 객관적 평가 기준 때문에 엔지니어링 경험이 없는 대학원생들을 조교로 이용할 수 있다. 이런 단일해 문제로 야기되는 교육적인 폐해는 여러 가지이다. 불완전하거나 상호 모순되는 데이터를 취급할 필요가 없다 ; 어떠한 모호함이던지 문제를 기술하는 과정에서 빚어진 실수의 결과이다. 그런 문제를 풀기 위해서 엔지니어링 적인 판단을 필요로 하지 않는다. 회의론과 따지는 자세는 이런 상황에서 장려되지 않는다” 라고 보고서는 말한다. “데이터, 방법의 타당성, 결과 모두 토론의 여지가 없다”.

설계 과정에 대해서 위원회는 다음과 같이 단언하였다. “설계는 기본적으로 마음속에서 이루어진다. 도면은 마음속에 있는 내용을 형상으로 기록한 것이며 시각적 사고 능력은 수학적 사고보다 학생에 따라서 많은 차이가 있다. 현재의 교육은 시각적, 공간적 사고능력보다 수학적 사고 능력이 더 중요하다고 간주하는 경향이 있다.” 설계는 “개념적인 과정이고 시작하기 전에 계획을 해야 한다. 종합(synthesis)이 우선되어야 한다. 대부분의 경우 설계되는 대상물이 매우 복잡해서 바로 해석을 하기는 어렵다. 해석을 위해서 단순화된 모델을 고안하여야 한다. 자동화된 계산(컴퓨터를

이용한 계산) 덕분에 좀 더 복잡한 모델을 사용할 수 있지만 복잡한 모델이 물리적인 장치를 더 잘 묘사한다는 보장은 없다.”

또한 이 보고서는 엔지니어들이 지식을 활용하는 방법을 다음과 같이 묘사하는 있는데 설계에서 해석의 역할을 잘 나타내고 있다.

엔지니어링의 일선에 있는 설계 엔지니어들은 그가 내리는 결정의 아주 작은 부분만이 수치적인 해석에 의하여 좌우된다는 것을 경험한다. 문제가 숙성되어서 숫자에 의하여 결정되는 부분이 많아지면 그는 새롭고 더 어려운 분야로 옮겨가는데 여기서 그는 또 다시 공과대학에서 배운 해석이 전체적인 결정의 극히 일부분에만 기여한다는 것을 발견한다. 이는 해석이 중요하지 않다는 것이 아니다. 모든 사람이 해석은 훈련된 엔지니어의 중요한 도구라고 인식하고 있다. 그러나 전형적인 설계문제, 특히 새로운 문제에 있어서 엔지니어가 풀어야 할 문제의 전체 또는 대부분은 해석이 아닌 다른 방법으로 해결된다. 앞으로도 해석이 전체 문제의 아주 작은 부분에만 기여하게 될 가능성이 크다. 문제의 나머지 부분은 사안별 실험, 경험(이전의 실험으로 얻어진 지식을 동일하거나 유사한 문제에 적용하는 기술), 논리적 사고 그리고 개인적 선택을 통하여 결정될 수밖에 없다. 우리가 직관력이라고 부르는 것은 경험에 근거한 잠재 의식적 사고능력을 말하는 것인데, 이 직관력이 결정적인 역할을 한다.

이 보고서는 성공적인 엔지니어를 양성하기 위한 교수의 자질에 관하여 다음과 같이 언급하고 있다. “엔지니어 지망생들은 엔지니어들이 가르쳐야 한다. 갓 졸업한 박사(Ph.D., Sc.D.)를 교수로 임용하는 것은 해석기술자 지망생들에게 해석기

술을 가르치는 것으로 귀결된다.”

MIT의 보고서는 그 동안 미국 교육계의 분위기 때문에 별다른 주목을 받지 못했지만 그 내용과 결론은 지금도 여전히 유효하다고 생각된다. 미국의 공학교육은 냉전시대의 군비경쟁과 우주개발 경쟁의 희생물이 되어 수 십년간 심각하게 왜곡되어 왔으며 이러한 왜곡에 대한 반성은 1990년대 이후에야 비로소 시작되었다. 반성을 통하여 미국의 공학교육이 개선되고는 있지만 교과과정은 아직도 분석(analysis) 위주의 엔지니어링 과학(engineering science)에 치중되어 있고 설계나 제작 등 종합(synthesis) 능력을 키우는 과목은 상대적으로 소홀히 되고 있다. 이러한 경향은 우리 나라를 비롯하여 미국식 공학 교육의 영향을 받은 나라들의 공통점이 되고 있다.

3. 공학교육의 발전을 위한 제안

엔지니어링 과학의 해석 기술을 연마하는 것도 필요하지만 앞의 MIT 보고서에서 지적한대로 실제 실무환경에서 해석기술이 기여하는 바는 의외로 작다. 제품기획, 사양선정, 설계, 제작, 시험 등 엔지니어가 수행하는 업무에서는 경험과 잘 훈련된 직관적 판단력이 더 큰 비중을 차지한다. 분석기술의 연마에 치중하는 현재의 공학 교육은 실무환경에서 엔지니어가 필요로 하는 자질을 제공하지 못하고 있는 것이다. 공과대학을 졸업한 신입사원은 학교에서 그토록 소중하게 여기던 각종 공학 계산이 업무에 기여하는 바가 너무나 작은 것을 깨닫고는 충격을 받는다. 이후 학교에서 배우지 못한 경험, 지식 그리고 직관적 판단력을 얻기 위해서 2-3년이 걸리게 되는 것이다. 기업은 전

문 교육기관이 아니므로 투입된 비용과 시간에 대한 교육 효율은 대학에 비하여 상당히 낮을 수밖에 없다. 훨씬 더 적은 비용으로 단기간에 대학에서 동일한 교육효과를 얻는 것이 가능하다. 대학에서 적절한 훈련과 경험을 제공한다면 공과대학 졸업생의 실무 적응기간을 대폭 단축시킬 수 있고 현재의 대졸 신입사원 채용 기피현상 또한 대폭 줄어들 것이다. 공학 교육의 개선을 통하여 기업이 지출하는 막대한 비용을 절약하게 되며 결국 기업의 경쟁력 향상에 큰 기여를 하게 된다.

여기서 다음과 같은 질문을 다시 한번 생각해보고자 한다. 즉, 공학교육이 개선되어 엔지니어의 실무 능력이 대폭 향상된다면 엔지니어에 대한 사회적, 경제적 처우 역시 대폭 향상될 것인가? 서론에서 언급한 것처럼 엔지니어는 각 개인 단위로 부가치 창출을 하기가 어려운 측면이 있다. 선진국의 선례를 보더라도 엔지니어가 의사, 변호사 등 전문 고소득 직종과 비견할 만한 소득을 얻는 것은 어려워 보인다. 여기서 필자는 선진국의 선례를 무비판적으로 따라갈 것이 아니라 공학교육의 패러다임에 변화를 일으켜야 한다고 생각한다. 즉 엔지니어들도 기업경영과 자본주의 경제 실무에 대한 교육을 받아서 본인이 원하는 경우 주도적으로 사업을 이끌어가고 일자리를 창출할 수 있는 능력을 갖추어야 한다는 것이다. 엔지니어 전공분야의 능력이 아무리 우수해도 부가가치 창출의 주도적 역할을 할 수 없다면 자본주의 경제체제의 주역이 될 수는 없다고 본다. 어렵게 습득한 엔지니어의 능력이 그 가치를 제대로 인정받기 위해서는 엔지니어 스스로 경영인의 능력을 갖추어야 한다고 생각된다. 이런 측면에서 공학 교육의 발전 방향을 다음과 같이 정리해보고자 한다.

- 실습교육의 강화

학부 졸업생들이 제품설계 능력과 현장 문제의 해결 능력을 갖지 못하면 공학 교육이 충실하지 못하다고 봐야 한다. 실제 문제의 특성을 이해하지 못한다면 엔지니어링 과학(engineering sciences)의 지식도 제대로 활용하기 어렵다. 분석 과목에 편중된 현재의 교과과정에 제품기획, 설계, 제작, 시험 등 실무형 교육을 도입하여 종합 능력과 직관적 판단력을 훈련시켜야 한다. 이를 위하여 산업계의 실무 경험이 풍부한 엔지니어들을 교수로 초빙하는 것도 필요할 것이다. 또한 교수들 스스로 실무를 경험하고 감각을 익히기 위하여 노력해야 할 것이다.

- 경영자의 자질 부여

공과대학 학생들에게 경영자의 마인드와 현대적 경영기법을 훈련시켜 기술적 능력뿐만 아니라 실물 경제를 이해하여 졸업 후 개인의 역량을 극대화할 수 있도록 하는 것이 필요하다. 공과대학의 어려운 전공 과목들을 소화할 수 있는 학생들이라면 경영분야의 과목들을 이수하는데 큰 어려움이 없을 것이다. 필자가 조사한 바로는 경영학 분야의 4-5 개 기초과목을 이수하면 많은 교육효과를 얻을 수 있다. 이 밖에도 읽기, 쓰기, 말하기 등 타인과의 의사소통 기술을 획기적으로 향상시켜야 하며 영어 등 외국어 교육을 강화하여야 한다.

- 교과과정 선택 폭의 다양화

점차 다양해지는 사회의 요구에 부응하기 위하여 공과대학 졸업자들이 산업계, 학계, 관계, 법조계 등 다양한 분야에 다양하게 진출할 수 있도록 여러 종류의 교과과정(track)을 제공하는 것이 필

요한 것으로 생각된다. 산업체 취업희망자와 대학원 진학 희망자는 서로 다른 트랙(track)을 선택하게 할 수도 있을 것이다. 각 대학은 각자의 강점을 살려서 경쟁력 있는 분야로 특성화하는 것도 필요할 것이다.

4. 결론

미래의 사회에서도 과학기술은 여전히 국가 경쟁력의 중요한 요소가 될 것이다. 과학과 기술 분야에서 우수한 인재들을 확보하려면 공과대학 출신들이 사회적, 경제적으로 성공할 수 있어야 한다. 산업 환경을 이해하고 부가가치 창출의 주도적인 역할을 할 수 있는 산업 지도자로서 엔지니어들을 키우는 것이 필요하다. 이를 위하여 엔지니어들에게도 경제, 경영 교육을 시켜야 한다. 공학 교육 자체도 실무 적응 능력을 배양할 수 있도록 개선되어야 한다. 국제적인 감각을 지닌 지도자로서 언어 능력, 의사소통 능력의 배양도 필요

하다. 미래 사회의 다양한 사회의 요구에 부응하기 위하여 공과대학은 획일화된 교과 과정이 아니라 맞춤형 교과 과정을 제공할 수 있어야 한다. 대학은 교과 과정의 개편, 개선과 더불어 교수진에게 재교육의 기회를 제공하여야 한다. 산업계의 실무형 전문가를 교수진으로 활용할 수 있는 제도적 개선이 필요하다고 생각된다.

참고문헌

Engineering and the Mind's Eye, Eugene S. Ferguson, The MIT Press, 3rd printing, 1993, ISBN 2-262-06147-3

이관영 편집위원 kylee@korea.ac.kr