

미국 공학교육의 변화 방향: ABET EC2000이 양성한 색다른 엔지니어



조 벽

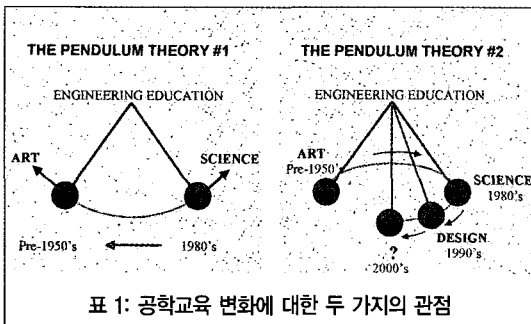
미시간공대 기계공학과 교수
peckcho@mtu.edu

1. 처음 말

십년 전, 제가 Brain Pool 프로그램의 혜택을 받고 한국에 나와 있을 때의 일입니다. 디자인 교육을 강화하는 미국 공학교육의 변화를 주시하면서 마치 art와 science 사이를 왔다, 갔다하는 시계추(pendulum)와 같다고 하는 한국 교수님들의 표현을 자주 들었습니다. 공예(arts)가 전부였던 20세기 초의 장인(匠人)위주 엔지니어링에 과학(science)이 첨부되더니, 최근에 다시 디자인(arts)으로 되돌아가는 모습이라는 뜻이었습니다.

그러나 그 당시 이미 20년 동안 미국 공대에서 지낸 제가 본 미국 공학교육의 변화가는 모습은 예전 모습으로 되돌아가는 단순한 시계추가 아니었습니다. 그래서 1995년 한국공학교육기술학회의 첫 공학교육워크숍에서 제가 "Pendulum Theory 2"를 제시하였습니다. (표 1) 미국 공학교육의 변화가 arts와 science 사이를 왔다, 갔다하는 시계추같이 보일 뿐이지 사실은 arts에서 science를 거쳐 완전히 새로운 영역으로 가고 있는 중이라고 하였습니다. (조벽, "공학교육방법의 문제점", 공학교육방법 워크숍, p.73-92, 한국공학기술학회, 1995.)

제가 한국을 정기적으로 방문하기 시작한지 10년이 지난 지금 와서 보니 그 변화의 실체가 확실하게 보입니다. 이 글에서는 미국 공학교육 혁신의 결과를 설명하고자 합니다. 예전과 현재 공대 졸업생들의 이력서를 비교하여 변화의 결과를 구체적으로 보여주고, 끝으로 한국 공학교육이 이행해야 할 과제를 짚어보도록 하겠습니다. 미국 공학교육 혁신 과정과 핵심 전략은 이미 여러 차례



발표하였기에 이 글에서는 간단히 요약하되 참조 논문들을 본문에 기재하였습니다.

2. 미국 공학교육의 혁신 과정

저는 미국 공학교육의 발전사를 크게 세 시대로 구분합니다. 좀 다르게 구분 짓거나 더 작은 단위로 세분할 수도 있겠지만, 현재 미국 공학교육의 발전과 갈등을 정확하게 이해하자면 교과 강화 시대, 연구력 강화 시대, 그리고 교육 강화 시대로 나누는 것이 가장 바람직하다고 생각합니다. (표 2)

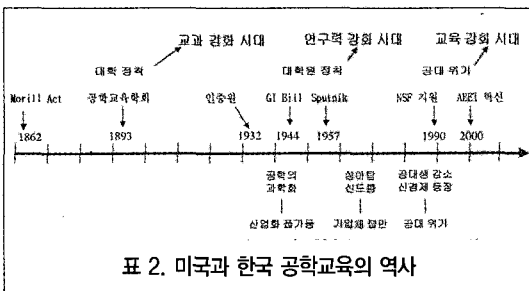


표 2. 미국과 한국 공학교육의 역사

1.1 교과 강화 시대

1864년도에 링컨 대통령이 미국의 산업화를 본격적으로 추진하기 위해 각 주에 실용위주 주립대학을 설립하기 시작하였습니다. 이때 우수한 공대가 많이 설립되었습니다. 1893년도에 공학교육학회가 창립되었지만 그 당시에는 현장 경험이 풍부한 엔지니어들이 교수진을 이루었고 교육은 실습 중심으로 이루어졌습니다.

1932년도에 창립된 미국공학교육인증원의 첫 사업은 엔지니어링 교과과정에 과학을 도입하는 것이었습니다. 마침 일차대전과 이차대전 사이에

다수의 유럽 과학자들이 미국으로 이주하는 바람에 엔지니어링의 과학화 사업이 순조롭게 이루어질 수 있었습니다. 이 시기에 교과과정만 체계화된 것이 아니고 다양한 공학 학문이 생겨나고 정돈된 시기이기도 합니다. 저는 이 기간을 “공과대학 정착”과 “공대 교과 강화” 시대라고 말합니다.

1.2 연구력 강화 시대

미 정부는 1944년부터 2차대전 참전용사를 위한 복지사업의 일환으로 모든 참전용사에게 고등교육의 기회를 부여하는 GI Bill을 시행했습니다. 이에 따라 대학은 학생수가 급증하여 호황을 누리게 되었고, 우후죽순으로 늘어나는 대학 수에 맞춰 교수진을 공급하기 위한 수단으로 대학원이 발전하게 되었습니다. 이 때부터 박사학위 수여자가 대학 교수로 발령받기 시작하였습니다.

곧 이어 1957년 소련이 스푸트니크 인공위성을 성공적으로 발사하자 당황한 미국이 대학에 연구비를 대대적으로 지원하기 시작하였습니다. 1960년대에는 연구 능력이 있는 대학에 연구중심대학이라는 칭호를 정식으로 붙여주면서 차등 지원하기 시작하였습니다. 결과적으로 이 당시 미국에는 대학원이 정착하게 되었고, 저는 이 시기를 연구력 강화 시대라고 말합니다. (“미국의 성공과 실패를 통해 본 한국의 대학원중심대학 정책과 전망”, 교육부, 전체 특강, 1999.)

1.3 교육 강화 시대

대학을 졸업하자마자 곧바로 대학원으로 진학하여 공학을 연구한 박사 학위 소지자가, 즉 현장

경험이 없는 교수가 가르친 학생들이 대거 배출되기 시작한 1970년대에는 산업체의 불평이 대단하였습니다. 이론은 밝지만 현장 감각이 없을 뿐더러 입사한 후에 장기간 재교육을 시켜야한다는 점들이 불만의 근본적인 이유였습니다.

미국공학교육인증원이 인증 기준에 디자인 교육과 실험 교육을 강조해보았지만 큰 결과를 얻지 못하였습니다. 이미 많은 공대가 외부 위탁 연구비 수입에 의존하게 되었기 때문에 교수가 교육은 뒷전으로 하고 연구에 전념할 수밖에 없는 체제로 굳어졌기 때문입니다. 상아탑 신드롬이 나타난 것입니다.

그러다가 1980년대에는 세 가지 현상이 한꺼번에 겹치게 되었습니다. 출생률 감소로 인한 고졸 학생 수의 감소, 극심한 불경기와 정보화에 기반을 둔 신경제의 등장입니다. 었친 데 덮친 격으로 소위 “이공계 기피” 현상으로 어려운 상황에 제조 산업을 개발도상국에 넘겨주고 정보지식산업으로 탈바꿈해야하는 부담마저 겹치면서 공대의 미래가 불확실하게 되었던 것입니다. 이제 미국은 공학교육 혁신을 더 이상 미룰 수 없게 되었습니다.

마침내 1990년에 미국과학재단(NSF)이 처음으로 공학 기술이 아니고 공학 교육에 대한 연구비를 대대적으로 지원하기 시작하였습니다. 그리고 2000년도부터 적용되는 혁신적인 인증기준이 채택되었습니다. 이 두 가지 계기가 공학교육에 큰 전환점이 되었습니다. 이에 따라 소위 연구중심대학마저 교육에 신경을 쓰지 않을 수 없게 되었습니다. 드디어 미국에는 교육 강화 시대가 도래하였습니다. (조벽, "미국대학의 개혁시도에서 한국이 얻을 수 있는 교훈", 교육부, 전체 특강, 2000.)

여기서 미리 단어의 선택에 대해 언급하겠습니다.

다. 교과 강화와 교육 강화의 차이는 무척 큼니다. 교과라는 단어가 주로 교실내의 경험에 초점을 맞추고 있다면 교육이란 단어는 정규 커리큘럼과 extra-커리큘럼, hidden-커리큘럼이 학생에게 미치는 모든 영향을 종합한 총체적 경험을 뜻합니다.

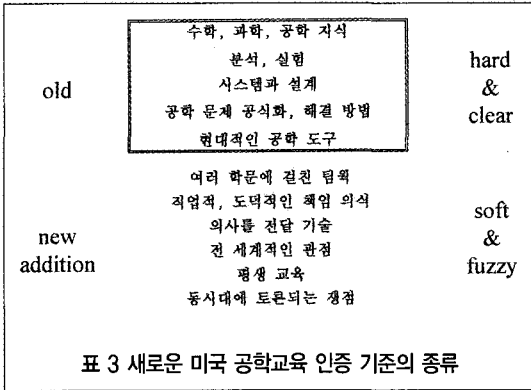
3. 미국 공학교육 혁신의 핵심 전략

미국 공학 교육 혁신의 핵심 전략은 내용(무엇을 가르칠까)과 방법(어떻게 가르칠까)으로 구분하여 논할 수 있습니다. 내용은 새로 채택된 EC2000 인증 기준에 제시되어 있으며, 방법은 NSF 지원으로 활발해진 공학교육 연구 결과를 조사해보면 알 수 있습니다.

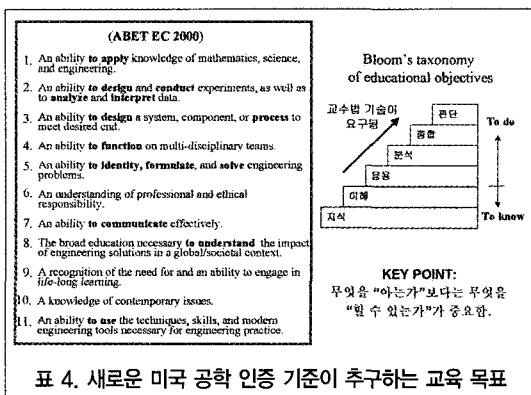
3.1 무엇을 가르치는가?

2000년도부터 적용된 미국공학교육 인증 기준 (ABET EC 2000)을 보면 공대의 교과과정이 크게 두 종류의 내용을 담고 있다는 점을 알 수 있습니다. 한 종류는 과학, 수학, 전공 등 “하드 기술”로써 이제껏 공대에서 전적으로 가르쳐오던 내용입니다. 그러나 두 번째 종류는 커뮤니케이션 기술, 인성, 팀워크 능력 등 학생들이 교양과목에서 저절로 배울 것이라고 어렵듯이 가정해오던 내용이며 공학에서는 부차적으로 여겨오던 “소프트 기술”입니다. 하지만 새로운 공학 교육은 “하드 기술”과 “소프트 기술”을 똑같이 강조하고 있으며, 독립적으로 쌍벽을 이룬다기보다 서로 융합되어 구분 없이 연계되어야 한다는 점이 혁신적입니다. (표 3)

이 외에 새로운 인증 기준의 문구를 살펴보면



인증 기준을 묘사하는 단어들이 임의적으로 쓰여진 것이 아니라 아주 면밀한 검토 끝에 선택되었음을 알 수 있습니다. 인증 기준은 많은 기업에서 공통적으로 요구하는 21세기 인재형에 영향을 받았으나 이는 블룸과 같은 저명한 교육학자들이 이미 체계화한 이론과 일치하기 때문입니다. 표 4에 보이듯이 이제는 지식의 암기나 이해를 추구하는 것이 교육의 목표가 아니고, 응용, 분석, 종합, 평가 등 더 높은 차원의 교육목표 달성을 요구하고



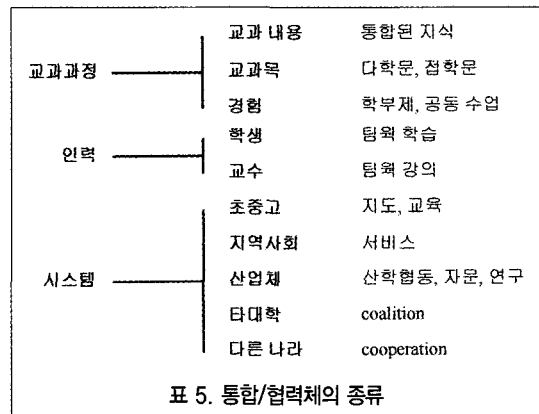
있습니다. 즉, 무엇을 아는가 보다는 무엇을 할 수 있다가 중요한 시대가 왔습니다. (조벽, "미국공학

교육인증위원회의 평가 현장보고", 공학교육학술대회 논문집, p.36, 공학교육학회,1998. 조벽, "ABET EC2000: 공학교육의 새 Vision", 공학교육혁신 워크숍, 한국공학교육기술학회, 2000.)

3.2 어떻게 가르치는가?

미국 공학교육 혁신의 기본 전략은 integration입니다. 1996년과 1999년 사이 미국공학교육학회에서 발표된 2000여 편의 논문 중에 무려 70%나 되는 1388편 논문의 키워드는 integration입니다. Integration은 통합이라고 일반적으로 번역되나, 이 키워드는 network, cooperation, teamwork, partnership, coalition, interdisciplinary, multi-disciplinary, interaction 등 폭넓은 뜻으로 쓰이고 있습니다. 따라서 기본 전략을 통합/협력체라고 표현하는 것이 더 정확하겠습니다.

Integration의 종류는 다양합니다. (표 5) 3학점짜리 과목 다섯 개가 하나의 거대한 15학점짜리



과목으로 통합되어 운영되는가하면, 공대 신입생 전체를 하나의 공학부로 묶는 단일 공학 일학년

교과과정이 확산되고 있습니다. 학생들의 팀워크 만 강조하는 것이 아니고 교수들의 팀-티칭 역시 권장하고 있습니다. 산학연 협동은 물론이거니와 대학간의 협력체, 대학과 지역사회와의 협력체가 활발해지고 있습니다.

이러한 예를 자세히 살펴보면 integration이 그저 몇 몇 개의 유사한 부서를 하나로 묶는 그런 "구조적" 통합이 아니고, 어느 목표를 이루기 위한 "생태적" 통합입니다. 이런 통합/협력체의 특징은 영구적 보다는 일시적이며, 타율이 아니고 자율적이며, 피상적 보다는 구체적입니다. (조벽, "통합(integrate)되어 가는 미국 공학 교육", 대한기계학회, 부산, 1999. 조벽, "The Future of Mechanical Engineering Education", Keynote talk, KSME-ASME Joint Symposium, 2001.)

4. 미국 공학 교육 혁신의 결과

이 논문에서 상세히 다루고 싶은 내용은 혁신의 결과입니다. 결과는 공대 졸업생들이 사용하는 이력서에서 단적으로 발견할 수 있습니다. 특히 ABET EC 2000 전후 이력서 샘플들을 비교해보면 혁신으로 인한 차이가 현저히 나타납니다. 이력서 샘플이 미시간공대(Michigan Technological University) 학생들 것이라는 점이 무척 중요합니다. 미시간공대는 미국에서 가장 먼저 ABET EC 2000 기준으로 인증 받았으며, 따라서 올해 미국 역사상 처음으로 새로운 인증기준이 적용된 첫 졸업생이 배출되었기 때문입니다.

이력서 샘플 네 개를 비교하였습니다. 샘플 1은 공학교육 혁신이 있기 이전 학생의 이력서입니다.

샘플 2부터 4는 혁신 이후의 것으로서 "A", "C", "B" 학점 수준의 이력서를 차례대로 비교분석하겠습니다. 각 이력서는 취업 응모용으로써 레터 용지 한 장으로 제한되어 있으며, 미시간공대 취업 알선센터(Career Center)에 제출된 실제 이력서들입니다.

4.1 PRE-ABET EC 2000 졸업생 이력서

표 6은 예전 교과과정을 이수한 학생의 샘플 이력서입니다. 우수한 학생의 이력서가 샘플로 제시되었지만 일반 졸업생들의 이력서와 학점만 다를 뿐, 구조적으로 별 차이가 없기 때문에 '교육 강화' 이전 시대의 대표적인 이력서라고 말할 수 있습니다.

Daryl. Rxxxxxxx

<p>Present Address 000 Hancock St/ Hancock, MI 49930 (906) 482-0900</p>	<p>Permanent Address 000 Roberts St. Spencer, WI 54479 (715) 900-0038</p>
--	--

OBJECTIVE A full-time position as a mechanical engineer with interests in the following areas: energy systems, design, and manufacturing.

EDUCATION **MICHIGAN TECHNOLOGICAL UNIVERSITY** 성적(양) 강조
 B.S. Mechanical Engineering
 Expected graduation: May 1999
 Overall GPA: 3.55 Dean's List three times (GPA > 3.5)
 Dean's List three times (GPA > 3.5) Departmental GPA: 3.74

SELECTED COURSE WORK

Fuels and Combustion	Internal Combustion Engine
Feedback Controls	Material Removal Processes
Design of Thermal Systems	Computer Aided Design Methods
Introduction to Manufacturing Processes	

COMPUTER SKILLS

MS-DOS	BASIC	FORTRAN
TK-SOLVER	1-DEAS	CADKEY

ACTIVITIES Member of Pi Tau Sigma (National Honor Society)
 Active in intramural sports
 Former Member of MTU Pep Band

EXPERIENCE **LAND O' LAKES CHEESE DIVISION**, Spencer, WI
 General labor May 1986-1990
 Took product samples
 Recorded production output
 Operated and cleaned production machinery

MILL'S FLEET FARM, Martletfield, WI
 Part-time summer help June to September 1987
 Pumped gas
 Minor maintenance work

References and transcript available upon request

표 6. PRE-ABET EC 2000 졸업생 이력서

이 이력서의 특징은 학점을 강조한 것과, 이수한 과목의 명칭을 나열하는 것입니다. 즉, “나는 무엇을 배워서 알고 있다”를 나타내주고 있습니다. 특별한 기술과 동아리 활동을 기입한 부분도 마찬가지로 명칭의 나열로 이루어져 있습니다. “나는 어느 동아리에 소속되었었다” 또는 “나는 이런 특별한 기술을 지니고 있다”를 암시할 뿐, 그래서 무엇을 할 수 있는가에 대한 언급은 전혀 없습니다.

학점을 내세운 방법도 관찰해볼만 합니다. 총 평균 학점이 3.55지만 전공과목의 학점만 계산한 경우 평균 학점은 3.74이라고 적었습니다. 다시 말하자면, 전공과목들에 대해서는 매우 높은 성적(거의 A 학점)을 받았지만, 교양과목에서 상대적으로 낮은 성적(B 학점)을 받았기 때문에 평균이 3.55밖에 되지 않는다고 “변명”을 하고 있는 셈입니다. 즉, 이 학생은 “하드 기술”이 중요하고 “소프트 기술”은 그다지 중요하지 않으므로 교양 과목에 낮은 성적을 받아도 괜찮다고 생각하고 있습니다. 이 학생은 전공(하드 기술)과 교양(소프트 기술)이 서로 연관되지 않고 분리된 객체라고 인식하는 것입니다.

특히 흥미로운 점은 이 학생의 이력서는 간단명료하고, 핵심 포인트만 나열되어 있습니다. 구차한 설명이 없고, 꾸밈이 전혀 없이 순박하고, 정확하지만 여유가 있어 보입니다. 제 편견일 수 있겠습니다만 이력서가 “전통적” 공대생의 특징을 그대로 반영하고 있지 않은가 생각됩니다.

4.2 POST-ABET EC 2000 "A" 학점 학생 이력서

표 7는 ‘교육 강화’ 시대의 첫 졸업생의 이력서입니다. 표 6에 나온 이력서와 같이 “A” 학점을 얻은 학생의 샘플 이력서이지만 여러 모로 무척 다릅니다. 우선 내용이 종이 한 장을 꽉 채우고 있습니다. 학력(education)에 대한 내용이 샘플 1의 경우에는 10줄로써 이력서 면적의 거의 반을 차지하지만 이 학생의 경우에는 달랑 2줄입니다. 정식 교과과정의 결과는 학점이 3.6이라는 숫자 하나로 요약되었고, 이력서 면적은 거의 다 교과과정 외 과정(extra curriculum)과 현장 경험내지 체험을 서술하는데 할애하고 있습니다. 이런 표면적 차이보다도 더 중요한 것은 질적 차이입니다.

첫째, 경험이 명사가 아니고 동사로 묘사되어 있습니다. 명칭의 나열이 아니고, “무엇을 했다. 고로, 무엇을 할 수 있다.”를 조목조목 구체적으로

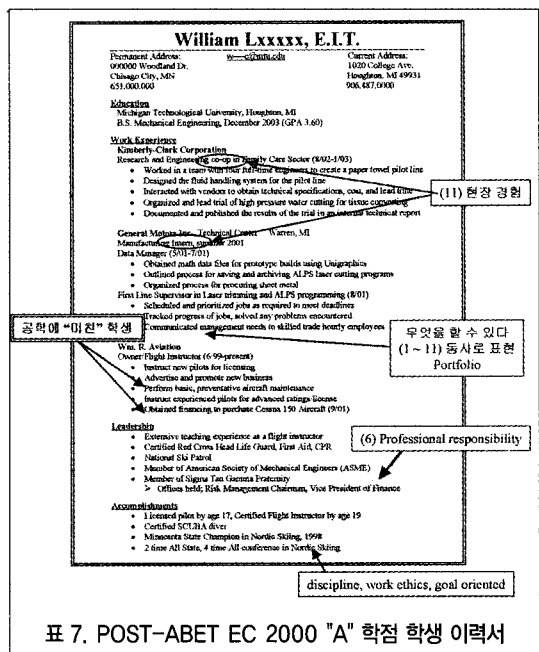


표 7. POST-ABET EC 2000 "A" 학점 학생 이력서

나열하고 있습니다. 마치 포트폴리오를 작성한 것 같이 느껴집니다.

둘째, 선택된 단어들이 ABET EC 2000에 등장하는 단어들을 반영하고 있습니다. 조직화할 수 있고, 커뮤니케이션을 잘 할 수 있고, 새로운 아이디어를 창출할 수 있다는 등 마치 이력서가 인증 기준을 만족시켰다는 증빙자료같이 보입니다.

셋째, 현장 경험이 강조되었습니다. Co-op은 주로 3학년 때 대학이 주선해준 회사에서 6개월간 근무하면서 얻는 현장 경험이고, internship은 여름방학 기간(약 3개월)의 임시 취업입니다. Co-op은 전공과 관련이 있는 경험이기 때문에 3학점으로 인정되고, 평균 월급은 \$2500 정도입니다. Internship은 일 경험을 위한 임시 취업이기 때문에 전공과 관련이 없어도 됩니다. 이 학생은 주로 대기업에서 Co-op 경험을 쌓았습니다.

넷째, 이 학생은 공부만 잘하는 것이 아니라, 운동과 동아리 활동도 열심히 하여 밸런스를 이루고 있습니다. 리더쉽 항목에 동아리의 재무부회장을 지낸 경력 등을 기입함으로써 자신의 커뮤니케이션 기술, 대인관계 기술, 또는 도덕적 책임성을 직접적으로 강조하였지만 이 부분에는 간접적 메시지가 더 돋보입니다. 스키 챔피언까지 될 정도로 대단한 실력을 지녔지만 스키 패트rollers 하면서 봉사활동으로 확대해 나갔고, 스쿠버 다이버 자격증을 지닐 만큼 수영을 즐기지만 구조원으로 활동하고 있습니다. 놀이와 일, 전공과 부전공이 구분되어 있지 않고 상승작용의 효과를 내고 있습니다.

다섯째, 특히 놀라운 점은 이 학생은 고등학생 시절에 이미 비행기조종사 자격증을 취득하였고, 경비행기를 구입하여 조종사 훈련사로 창업을 하고 있다는 것입니다. 경비행기의 모든 정비와 수

선을 스스로 한다는 사실은 이 학생은 기계에 대한 기술이 상당한 수준에 와 있다는 것을 나타내 줍니다. 이 학생은 어찌어찌 하다보니까 공대에 입학하게 된 것이 아닙니다. 이 학생은 엔지니어링을 진심으로 좋아하고, 엔지니어가 되고자 공대 진학을 선택한 것입니다. 이 학생은 공학에 "미쳐 있는" 학생이라고 해도 과언이 아닐 것입니다.

4.3 POST-ABET EC 2000 "C" 학점 학생 이력서

앞서 구사된 공대 졸업생의 모습과 능력이 우수한 학생에만 국한된 것이 아닙니다. 표 8은 비록 "C" 학점을 받는 학생의 샘플 이력서이지만 구조적으로 "A" 학점 학생의 이력서와 다를 바 없습니다.

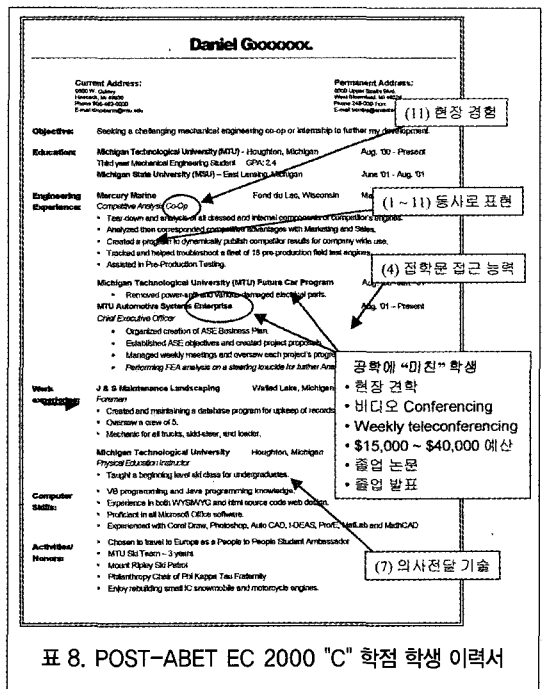


표 8. POST-ABET EC 2000 "C" 학점 학생 이력서

이 학생은 공대 3년생이지만 이미 현장 경험이 있습니다. 이력서에 나열된 단어들은 명사나 명칭이 아니라 인증 기준에 부합하는 동사들로 이루어져 있습니다. 스키 강사로 커뮤니케이션 기술을 나타냈고, 동아리의 CEO로서 리더십을 강조하였습니다. 서비스 단체의 자선사업회장의 경력을 사회 문제에 대한 관심으로, 유럽에서 학생대사로 활동한 경험을 대인관계 기술과 세계화로 연결시키고 있습니다.

하지만 이 이력서에 대해서는 두 가지를 추가 지적하고 싶습니다. 첫째, 이 이력서의 일관된 테마는 자동차에 대한 관심과 기술적 능력입니다. 자동차에 대한 자신의 관심과 세부전공을 살려 엔진을 제작하는 회사에 현장 경험을 하였고 R&D, testing, 마케팅, 판매 등 다양한 부서에서 체험하였습니다. 미래자동차를 제작하는 대학동아리에 소속되어 (기계과 학생이지만) 전기 부품을 담당하였습니다. 자동차 시스템이 Capstone design의 주제입니다. 그리고 아르바이트로 트럭과 부속장치 정비사를 하였습니다. 한 마디로 자동차에 대해서는 일가견이 있다는 점을 암암리에 과시하고 있습니다. 이력서를 보면 이 학생이 점수에 연연하기보다는 실제 “배움”에 흥미가 높았다는 점을 알 수 있습니다. 이것이 11가지 인증기준 중의 하나인 “평생교육” 또는 “스스로 배울 수 있는 능력”을 뒷받침하는 단서라고 볼 수 있습니다.

강조하고 싶은 두 번째 부분은 이 학생은 Enterprise라는 특수 선택 과목을 택했다는 점입니다. Enterprise는 여러 학과의 학생들이 팀워크로 하는 capstone design 과목인데 시간 투자를 일반 과목보다 두 세배 이상 들여야 합니다. 풀어야 하는 문제는 기업체를 방문하여 현장 엔지니어

와 상담하면서 만들어 나가야 하며, 그들과 정기적 비디오-conferencing, 매주 teleconferencing을 해야 하며, 기업으로부터 \$40,000이라는 큰 예산을 받아쓰기 때문에 책임감과 책무성의 부담을 느끼게 됩니다. 그리고 졸업 논문 심사는 기업체 엔지니어가 하기 때문에 어떤 성적이 나올지 예측하기 어렵습니다. 그럼에도 불구하고 이 학생은 어려운 enterprise를 선택한 것입니다.

결론적으로 이 이력서가 보여주는 가장 중요한 포인트는 이 학생 역시 엔지니어링이 좋아서, 엔지니어가 되기 위해 공대에 입학한 학생이라는 점입니다. 팔방미인이 아니고 자신의 특성을 최대한으로 발휘하고 개발해 나가고 있는 학생입니다. 비록 수능 점수가 낮아도 대성할 학생임이 틀림없습니다.

4.4 POST-ABET EC 2000 "B" 학점 학생 이력서

혁신의 결과가 기계공학을 전공한 학생에게만 적용되지 않는다는 점을 강조하기 위해 이번에는 토목공대생의 이력서를 참고하겠습니다. 표 9에 나온 네 번째 샘플 이력서의 주인공이 “B”학점 수준의 학생이지만 여학생이라는 사실도 의미심장한 점이 되겠습니다.

혁신 이후의 이력서가 모두 그렇듯이 이 이력서 역시 서술형식으로 꼭 찬 느낌을 주고 있습니다. 학력(學歷)은 짧게, 그 대신 학력(學力)은 길게 쓰는 형식도 같습니다. 이 학생은 현장 경험을 무려 세 번이나 했습니다. 운동과 봉사활동, 동아리 활동도 많이 하였습니다. 자신이 쓴 시(詩)가 시집에 출판되었다는 점이 상당히 돋보입니다.

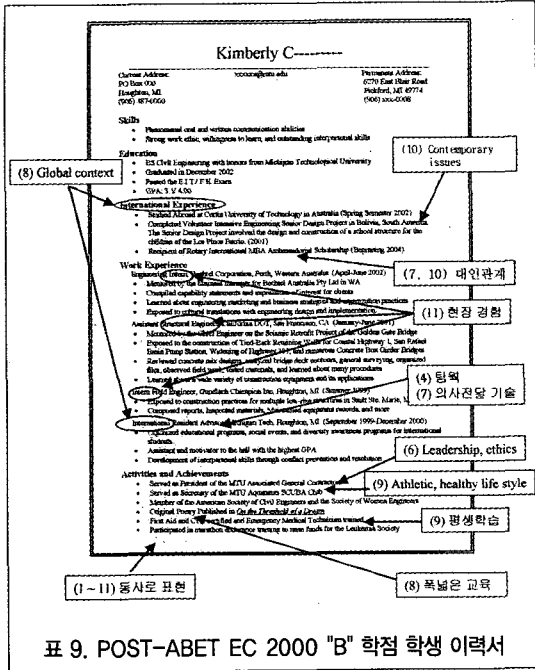


표 9. POST-ABET EC 2000 "B" 학점 학생 이력서

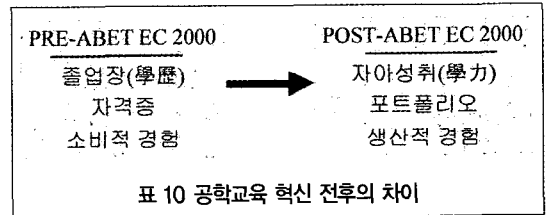
하지만 이 이력서가 가장 강조하는 점은 세계화(international experience)입니다. 호주의 컬틴 기술대에서 한 학기를 유학한 후 곧이어 호주 벡텔사에서 인턴십을 받았습니다. 졸업논문을 쓰기 위해 남미 볼리비아에 직접 가서 학교부지 디자인과 건설을 관여하였으며, 미시간공대 기숙사 사감을 하되 해외유학생 전용 기숙사에서 일을 했습니다. 그리고 로터리클럽 장학생으로 일년간 해외파견을 나가게 될 것이라고 적었습니다.

여기에 한국과 큰 차이점을 발견할 수 있습니다. 한국 대학생들이 주로 하는 해외 연수는 영어 또는 문화체험이며 돈을 내고 하는 "소비적" 경험인 반면 이 학생의 해외 연수는 공학기술과 관련되었으며 돈을 받으면서 하는 "생산적" 경험입니다. 돈을 받기 때문에 책임을 느끼면서 쌓는 "생산

적" 경험은 소비자는 또는 고객의 입장에서 받은 연수와는 질적으로 다른 경험입니다.

5. 결과를 얻기 위한 제도적 혁신

EC 2000 이전의 경우, 졸업증과 자격증은 지식을 얼마나 소비했는가를 나타내주는 영수증과 같은 역할을 했습니다. 하지만 EC 2000 이후에는 이력서에 대학을 다니면서 얼마나 다양한 '생산적 경험'을 쌓았는가를 증명해야 합니다. 무엇을 배웠고, 알고 있는가는 상대적으로 중요하지 않습니다. 이제는 무엇을 할 수 있는가가 중요하기 때문입니다. (표 10)



결국 미국은 이제 "준비된 엔지니어"를 배출하게 되었습니다. 회사에 취직해서 장기간 재교육을 받지 않고 곧바로 생산적 활동을 할 수 있는 "경험 있는" 엔지니어가 배출되는 교육이 이루어지고 있습니다. 기업과 사회가 선호하고 요구하는 색다른 엔지니어가 양성되고 있습니다. 이것이 미국이 140년 동안 교과 강화, 연구력 강화를 거쳐 교육 강화 시대를 거쳐 최근에 이룬 결과입니다.

그러나 이런 결과가 단지 혁신적 커리큘럼의 디자인, 또는 이상적인 산학 협동의 실현으로 이루어지는 것이 아닙니다. 교육위원회를 소집하고 새로운 교과과정을 연구하고 보고서를 작성한들 큰

효과가 없을 것입니다. 전보다 더 "열심히" 일을 한다고 될 일이 아니기 때문입니다. 이제는 전과 "다르게" 일을 할 때가 된 것입니다. 몇 가지 과제를 함께 풀어나가야 합니다.

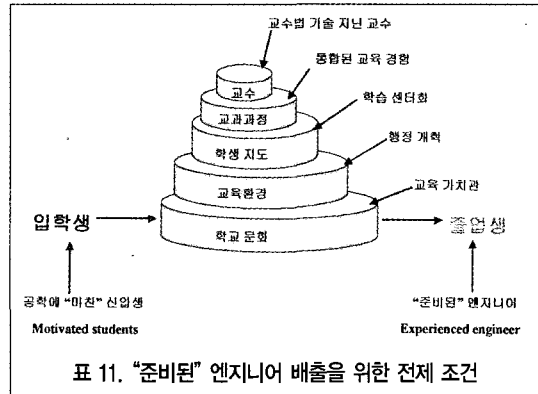
5.1 공학에 "미친" 신입생 선발 제도

우선 공학을 진심으로 좋아하고 공학에 푹 빠져 있는, 즉 공학에 "미쳐있는" 학생을 우선적으로 선발하는 입학제도가 구축되어야 합니다. 이런 학생들은 학교 성적에는 그다지 관심을 가지지 않습니다. 이들은 성적을 올리거나 학점을 이수하려고 공부하는 것이 아니라 자신의 꿈을 이루고자하는, 즉 자아성취를 추구하는 학생들입니다. 이런 학생들의 특징은 자신이 공대생임에 자부심을 느끼며, 어느 한 기술 부문에 최고 실력자가 되고자 꾸준히 노력하고, 맡은 일에 몰입할 수 있는 능력이 있으며, 엔지니어링을 수단(畵)으로써가 아니라 목표(畵)로 생각한다는 점입니다. 저는 미국 공대에 이런 학생들이 많이 있기 때문에 미국이 기술 선진국이 될 수 있고, 앞으로 계속해서 선두를 달릴 것이라고 믿습니다. (조벽, "새시대 교수법", 128호)

5.2 변해야 하는 다섯 영역

신입생 선발 이외에 다섯 가지의 전제 조건이 어느 정도 충족되어야 합니다. 다섯 가지 조건은 교수법 기술을 지닌 교수진, 통합되어 있는 교과과정, 학생-학습 센터 철학의 학생지도, 혁신적 행정이 뒷받침하는 교육환경, 교육에 높은 가치를 두는 대학 문화입니다. 이 다섯 조건들은 서로 유기체적으로 연결되어 있기 때문에 서로 큰 영향을

미칩니다. (표 11)



예를 들어 integration이라는 키워드가 공학교육 혁신의 핵심 전략을 잘 설명해주고 있다고 말씀드렸습니다. 하지만 아무리 훌륭하고 혁신적인 교과과정이 개발되어도 1~2년이 지나면 흐지부지해져버리기 일쑤입니다. "무엇을 하는가" 만큼 "어떻게 하는가" 역시 중요하기 때문입니다. 즉, 혁신적인 교과과정의 내용을 고안해 내는 것만큼 중요한 것은 교수법 기술을 가진 교수진이 필요하고, 대학이 teaching-center에서 learning-center로 변해야 하며, 이 모든 것이 가능하려면 교육 활동을 높게 평가하는 가치관이 대학에 정착되어야 합니다.

대부분의 개혁 시도는 "무엇"에만 초점을 맞추고 "어떻게"에 대해서는 그다지 신경을 쓰지 않기 때문에 실패합니다. 혁신적인 결과를 구닥다리 방법으로는 성취할 수 없습니다. 따라서 혁신적인 교과과정을 실현하기 위해서는 행정의 혁신이 뒤따라줘야 합니다. 결국 가장 시급한 것은 대학의 행정 개혁이라고 말할 수 있습니다.

바람직한 행정은 미래를 정확하고 구체적으로

그러낼 수 있어야 하며 (비전 제시), 구성원들로부터 동의를 얻어낼 수 있어야 하며 (shared governance), 구성원들이 각자의 장점을 최대한으로 발휘하여 미래에 동참하게끔 (내적 동기) 유도합니다. 즉, 이론으로 다 잘 아는 다양화, 특성화, 자율화 패러다임을 실행으로 옮길 수 있는 행정이라는 뜻입니다. (조벽, "A G.R.E.A.T. Plan for Innovative Engineering Curriculum", Plenary lecture, pp. 1- 15, AEESEAP Midterm Conference, Seoul, 2001.)

5.3 이공계 학생 감소 현상과 3Q

미국의 고졸 학생 수는 경제난이 한창이던 1970년대 말부터 1990년 중반까지 무려 26% 감소하였습니다. 이 시기에 미국의 전체 대학생 수는 비전통적학생(25세 이상의 학생)들의 재교육으로 인하여 거꾸로 계속 증가하였습니다만 오직 이공계 대학생 수만 감소하였습니다. 즉, "이공계 기피 현상"은 인구 동태에 따른 일시적 현상이 아닌 것입니다.

이공계 학생 감소 현상에서 비롯되는 폐해를 최대한으로 줄일 수 있는 대책을 마련하려면 일단 문제의 원인을 제대로 파악해야 합니다. 이공계 학생 감소 현상의 원인은 어려운 공부를 "기피"하는 학생에게 있는 것이 아니고 사회, 경제적 발전에서 찾아야 합니다. 한국에서는 이공계 학생 감소 현상을 이공계 "기피"라고 잘못 표현하기 때문에, 원인을 엉뚱한 곳에서 찾기 때문에 효과 없는 해결책만 제시되고 있지 않은가 생각됩니다. "이공계 기피"라는 표현은 "병역 기피"와 같은 뉘앙스를 연상하게 합니다. 당연히 해야 할 병역을 "기

피"하는 사람에게 문제가 있듯이, 이공계 "기피"라는 말은 이공계 학생 감소 현상의 원인을 학생에게 돌리고 있습니다. 그 결과, 학생들을 장학금, 병역특혜, 해외연수 기회 등, 학생들을 "유인하는" 방안들이 해결책으로 제시되고 있습니다. 조금은 도움이 되겠으나 결코 해결책이 될 수는 없습니다. (표 12)

	학생	사회,경제
원인 (문제 정립)	"기피"	<ul style="list-style-type: none"> • GNP 증가와 대졸학력자 증가 • 대학 2 세대, 의대, 법대 선호 • 제조 산업 쇠퇴와 외연방는 정통적 엔지니어 • 지식정보산업화 등장과 변하는 엔지니어의 역할
해결책	특혜 장학금 유학 기회	3Q Quantity Quality Qualification
예상 결과	이공계 학생 감소 문제 "기피" • 단기적 효과 • 장기적 부작용 • 문제 심화	공학교육 강화 • 산업체와 사회 수요에 부합하는 right sizing • 엔지니어 경제군 양성

표 12. 이공계 학생 감소의 원인과 해결책

공대는 3Q, 즉 quantity, quality & qualification을 고려해야 할 것입니다. Quantity를 조정하기 위해 "정원"의 개념을 검토해야 할 것이며, quality 면에서는 "정예군" 개념을 도입해야 할 것이며, 양과 질의 변화가 저절로 이루어 질 수 있도록 인증 qualification을 강화하는 제도적 뒷받침이 필요합니다. 3Q는 대학의 재정을 위협하고, 평준화를 결과평등에서 기회평등의 개념으로 바뀌어야 하는 어려움이 따르기 때문에 쉬운 해결책이 아닙니다. 하지만 공학계가 이공계 학생 감소 문제를 더 이상 "기피"할 수는 없는 시점에 도달하였다고 판단됩니다. (조벽, "글로벌 정보사회의 전개와 대응", 5th NAEK Symposium, 한국공학한림원, 2001.)

5.4 Quantity: "정원 미달" 개념의 재검토

"정원"이라는 개념을 새롭게 정립해야 할 때가 왔습니다. 공대 졸업생의 반 정도만 취직이 되고 있으며 이런 취업난이 일시적 현상이 아니고 반영구적이 될 가능성이 매우 높습니다. 이런 경우 "정원 미달"이라는 문구는 시대 변화를 인식하지 못한 구시대적 발상이라는 질책을 받게 됩니다. 미국의 경우 총 대학 졸업생 수의 4.7%만이 공대 졸업생이라는 사실을 감안할 때 한국의 공대 학부생의 비율이 37%라는 점은 반드시 재검토 되어야 합니다.

5.5 Quality: 엔지니어 "정예군"

미국의 경우 4년제 대학의 17%만 공대를 운영하고 있습니다. (한국은 50% 이상) 그리고 교수 한명이 6명 이상의 공학 학사를 배출하지 않습니다. 미국은 한정된 대학에서 소수의 엔지니어 정예군을 배출하고 있는 셈입니다.

이공계 학생 감소에는 대학 수입 감소가 따릅니다. 하지만 공대 "정원"을 인위적으로, 즉 공학을 이수할 실력도 안 되거나 애초부터 공학에는 마음이 없는 학생들로 채운다면 결국 더 큰 문제만 초래할 것입니다. 학생 수의 감소는 분명히 경영 위기지만 공대의 품질을 높이는 절호의 기회로 만들어야 합니다. 물론 대학본부와 정부가 "엔지니어 정예군" 배출의 필요성을 이해하고 확실한 지원을 해줘야 하겠습니까.

5.6 Qualification: 인증에 대한 배려

미국의 공학교육의 혁신을 성공적으로 이끈 원

동력이 새로운 인증 기준(ABET EC 2000)과 NSF의 공학교육 연구비 지원이라고 말씀드렸습니다. 요구(높은 기준 제시)와 후원(재정적 지원)이 잘 어우러져 혁신을 유도해내고 있습니다. 그러나 이 둘만으로 이룬 것은 아닙니다. 제도적 뒷받침도 큰 역할을 하고 있습니다. 크게 두 가지 자격(qualification)제도가 돋보입니다.

미국의 경우 인증에 무게가 실려 있습니다. 인증 받은 학과에 입학하는 학생들만 국비 장학금 내지 보조금을 받을 수 있는 자격이 주어집니다. 그리고 인증 받은 학과의 졸업생들만 전문엔지니어(professional engineer, P.E.) 자격증 시험을 치를 수 있습니다. 그러나 인증이 신입생부터 졸업생까지 공대생의 특별한 자격(qualification)을 부여해 주는 셈입니다. 따라서 모든 공과 대학들이 인증 기준을 충족시키기 위해 최선을 다 할 수밖에 없습니다.

6. 맺음 말

미국 공학교육은 지난 140년에 걸쳐 서서히 발전하였습니다. 남북전쟁 직후 대학이 정착하게 되었고, 이차대전 직후 대학원이 정착되었습니다. 교과 강화, 연구력 강화 시대를 차례대로 거치고, 1980년대의 극심한 경제난과 새로운 패러다임의 신경제를 맞이하여 시행착오를 거듭하면서 드디어 교육 강화 시대에 돌입하였습니다. 새 시대 패러다임에 부합하는 인증 기준과 파격적인 재정적 지원이 공학교육의 혁신의 원동력이 되었고, 대학의 다섯 영역(교수진, 교과과정, 학생지도, 교육환경, 대학문화)이 혁신을 뒷받침해주고 있습니다. 이에 공대는 right sizing을 하고, 엔지니어 정예

군 배출을 시도하고, 인증의 위상을 높여가고 있습니다. 즉, quantity, quality와 qualification을 수효와 요구에 맞추어 나가고 있습니다.

한국에는 1990년대에 무려 100개의 4년제 대학이 신설되었고, 1993년도에 공학교육학회, 2000년도에는 인증원이 설립되었습니다. 1999년도에 BK21로 대학에 연구력 강화가 시도되었고, 같은 시기에 공대생 감소 현상과 경제난, 신경제 시스템 구축으로 어려운 시기를 맞이하였습니다. 미국 공학교육의 발전 과정과 비교하면 한국의 상황과 너무 유사하다는 점을 알게 됩니다. (표 13)

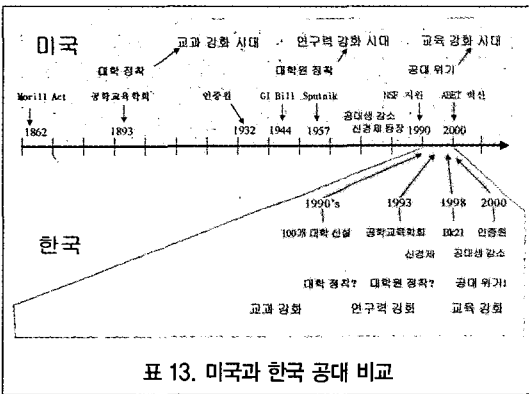


표 13. 미국과 한국 공대 비교

다만 미국이 지난 140년에 걸쳐 이루어 온 대학 정착과 교과 강화, 대학원 정착과 연구력 강화, 그리고 정보지식산업의 도래와 교육 강화라는 세 과정을 우리 한국은 불과 지난 10년 전에 시작하여 동시에 모두 다 이루려고 하고 있습니다. 그리고 한국은 시행착오를 할 수 있는 여유가 없습니다. 당연히 혼잡스럽고, 어렵고, 정신없고, 힘들 수밖에 없는 상황입니다.

그러나 한국은 정말로 비상한 나라입니다. 한국인은 어떻게 해서 절망에 가까운 혼돈 속에서 새

질서를 잘도 창조해 내는지 잘 이해가 되지 않습니다. 신비스럽기마저 합니다. 서양이 300여 년에 걸쳐 이룬 산업화를 한국이 불과 30-40년 만에 잿더미 속에서도 이뤄냈습니다. 그래서 세계는 한국의 산업화를 20세기의 기적이라고 일컫습니다. 아마 한국공학교육기술학회의 20주년 기념식을 할 즈음에는 한국의 정보지식산업화를 두고 세계는 또 다시 21세기의 기적이라고 말할 것입니다. 한국이 다른 나라보다 10배 빠른 속도로 산업화를 해냈듯이 정보지식산업화 역시 눈부시게 해낼 것이기 때문입니다.

터무니없는 기대가 아닙니다. 한국 공대는 이미 세계 수준급 공학교육 인증 기준을 받아들였습니다. 기업체가 공학 교육 인증을 막 인정하기 시작하였습니다. 정부가 공학교육에 대한 연구비를 마침내 대대적으로 지원할 듯 합니다. 그리고 공학교육에 대한 연구를 주도해나갈 한국공학교육기술학회가 지난 10년간 꾸준히 준비해왔고 다음 10년을 위해 노력하고 있습니다. 이러한 계기와 노력으로 인하여 한국 공대에서 색다른 엔지니어가 배출될 것입니다. 이 색다른 엔지니어가 한국의 정보지식산업화를 주도해 나갈 것을 기대해봅니다.

조맹호 편집위원 mhcho@snu.ac.kr