한국수학교육학회지 시리즈 A 〈수학교육〉
1993. 6. 제 32권 제 3호 256-262

Journal of the Korea Society of Mathematical Education
Series A : June 1993, Vol. 32. No. 3, 256-262

공학기초과목으로서 수학교과과정 및 교육방법에 관한 연구

한국기술교육대학의 경우를 중심으로

정 형 찬(한국기술교육대)
심 재 동(한국기술교육대)
이 경 희(한국기술교육대)

1. 머릿말

한국기술교육대학은 산업기술현장의 유능한 기술인력을 교육할 이론과 실기능력을 겸비한 기술 공학자의 양성을 목적으로, 1992년 3월부터 신입생을 선발하고 있다. 현대가 첨단산업기술사회임을 고려할 때에 장차 본 대학이 어떻게 발전하는가는 우리나라가 한 걸음 앞선 기술선진국으로 가느냐의 중요한 한 척도가 될것이다. 이러한 특수한 목적으로 신입생을 선발한 결과 실업계 고교(주로 공고)출신자와 인문계 고교 출신자가 각각 50% 정도로 구성되어있다.

공업계 고등학교 졸업생들은 산업 현장에서 전문 기능인으로 종사하게 되는 경우가 대부분이나, 이들을 교육할 이론과 실기능력을 갖춘 기술 공학자가 부족하여 이들을 양성해야 할 필요성은 절실하다. 교육부가 2000년대까지 고등학교 학생의 45%를 공업계 고교에서 교육하여 산업인력으로 배출하겠다고 계획한 점을 감안할 때 [교육부, 1990], 공업계 고교에서도 전공 교육을 위한 도구과목으로서의 수학교육에 대한 새로운 인식이 필요할 뿐만 아니라, 이들이 대학에 진학하였을 경우에 인문고 출신 학생들과의 기초학력격차 (표 2-1, 2-2 참조)를 해소하여 효과적인 공학이론교육이 이루어질 수 있도록 하는 것 또한 시급하다.

따라서, 본 고에서는 본교 학생들의 입학시 수학 성적과 입학 후 1년간의 수학성적을 인문고와 실업고 출신 학생들로 분류하여 비교 분석함으로써, 본교와 같이 기초학력수준이 고르지 않은 경우에 효과적인 수학 교육 방법을 소개하고, 공학이론교육에 필수적인 관련 수학과목의 교과목 편성과 운영방법을 제시하여 공학 전공교육의 도구과목으로서 수학의 역할에 대하여 논의하고자 한다.

2. 한국기술교육대학 1학년과정의 수학교육

본교는 인문고 출신과 실업고 출신을 같은 강의실에서 교육하고 있다. 이는 학력 수준이 서로 다른 이질 집단을 한 강의실에 놓고 교육하는 것으로 무척 어려운 일이다. 무엇보다 도구 과목인 수학과 영어에서 학생들의 차이가 심하여 기존의 교육 방법으로는 거의 성공할 수 없다고 생각한다.

우선 인문고와 공업고의 수학 교과과정을 비교하여 보자. 표 2-1에서 보듯이 실업계 출신 학생들은 인문계 출신 학생들에 비하여 절대적으로 수업시간이 적다. 공업고에서는 인문계 자연과정의 약 50%에도 미치지 못하는 교육을 받고 있다고 볼 수 있다. 특히 수학 II의 경우 실습과정을 나가게 되는 3학년에 편성되어 있어 실제로 많은 부분의 교육이 이루어지지 않고 있다. 중학교를 졸업한 우수한 학생들이 가정형편 또는 기타 이유로 실업고에 진학한 경우 대학에 진학하려고 하면 거의 불가능한 실정이다. 반면, 실업고 출신들이 가진 여러가지 기능사 자격증은 일반 대학 진학에 큰 도움이 되지 않는다. 본교는 학교의 특성상 기술 실기능력을 갖춘 실업고 출신들이 필요한 학교이다. 동시에 일반 공과대학에서 교육하는 공학 이론교육도 동일하게 실시해야 하므로, 그에 기초가 되는 수학 교과내용과 교육방법이 매우 중요하다.

표 2-1 : 공업고와 인문고의 수학 수업 시간 수 비교

	공 업 고	인 문(자연과정)	인 문(사회과정)
일반 수학	8(2시간/주)	16(4시간/주)	16(4시간/주)
수학 I,II	6	18	16

* 1단위는 매주 50분 수업을 기준으로 하여 1학기(1 주 기준) 동안 이수하는 수업량을 말한다.

이제 본교에 입학했던 학생들을 대상으로 인문고와 실업고 출신 학생들의 수학 기초학력의 차이가 어느 정도인지 여러가지 자료를 분석하여 보자. 표 2-2에 있는 대학입학 학력고사 점수분포를 보면 하위권 약 50% 중 대부분(35%정도)을 실업고 출신 학생들이 차지하고 있어 인문고 출신 학생들의 경우와는 정반대의 분포를 나타내고 있음을 볼 수 있다. 각 학과마다 조금의 차이는 있었으나 전체적으로 1992년 신입생의 경우에는 객관식은 8.71 주관식은 7.57점 정도의 차로 인문고 출신 학생들의 성적이 좋았고, 1993년 신입생의 경우에는 객관식은 10.06 주관식은 5.73점 정도의 차로 인문고 출신 학생들의 성적이 좋았다[한국기술교육대학 2학년 학생의 입학성적과 학점 분석 결과, 1993]. 지난 2년간 본교 신입생중 인문고 출신 학생들과 실업고 출신 학생들의 학력고사 수학성적은 약 16점 정도의 차가 난다고 볼 수 있다.

표 2-2. '92년도 신입생의 대학입학 학력고사 성적분포 (수학): 괄호 안은 %

가. 객관식

점 수	종 합(%)	실 업(%)	인 문(%)
상	34(14)	8(3.3)	26(10.8)
중상	76(32)	25(10.4)	51(21.3)
중하	72(30)	31(13)	41(17)
하	58(24)	54(22.5)	4(1.5)

나. 주관식

점 수	종 합(%)	실 업(%)	인 문(%)
상	34(14)	10(4)	24(10)
중상	79(33)	23(10)	56(23)
중하	84(35)	46(19)	38(16)
하	43(18)	39(16)	4(2)

본교에서는 학생들이 합격통지서를 받은 이후 입학식까지 2개월간 스스로 부족한 영어, 수학을 공부할 수 있도록 간단한 안내서를 만들어서 보내고, 입학식 직후 영어와 수학 시험을 보아서 학생들의 실력에 맞게 분반하여 주당 3시간의 연습시간을 운영한다. 학생들은 강의를 듣고나서 연습시간을 가지며 이 시간에 본인들이 풀어온 연습문제들을 토론한다. 그리고, 중간고사와 기말고사 사이에 틈틈

이 퀴즈를 보아서 지속적인 공부를 유도하고 학생들의 실력향상을 측정한다.

다음 표 2-3은 본교의 이러한 수학교육 하에서 학생들이 어떻게 변화하였나를 조사한 것이다. 표 2-3에서 볼 수 있듯이 1학기 말의 성적은 아직도 인문고 출신의 학생들이 실업고 출신의 학생들보다 좋은 성적을 보인다. 그러나, 1학기가 지난 2학기 성적을 보면 실업고 출신 학생들과 인문고 출신 학생들의 차이가 거의 없다. 1년이 지난 후에는 인문고 출신인가 실업고 출신인가의 문제가 아닌 누가 얼마나 더 열심히 공부하는가의 문제로 바뀌어 있다. 물론, 이러한 과정에서 실업고 출신들의 피나는 숨은 노력이 있었고 일부 낙오자도 있었다. 그러나, 큰 흐름으로 볼 때에 우리의 기대 이상으로 실업고 출신 학생들이 잘하였다는 것이다. 이것은 본교 입학생들의 내신평균이 1.6 - 1.7등급의 학생들이라는 것을 고려할 때에 학생들을 잘 격려하고 지도한다면 더 커다란 잠재력이 나타난다고 보아야 할 것이다. 그러나, 본교에서 학사경고(2.0미만/4.3)를 받은 학생들과 학사경고를 계속 2회 받게 되어 제적된 학생들을 생각해 볼 때에 적지 않은 댓가를 치른 것이다.

표 2-3. '92년도 입학자의 미적분학 성적분포 : ( )안은 %

등 급	종 합(1학기)	실 업 (%)	인 문 (%)	종합(2학기)	실 업 (%)	인 문 (%)
A	42(18)	17(7.3)	25(14.6)	40(19)	21(10)	19(9)
B	80(34)	34(14.6)	46(19)	47(22.6)	21(10)	26(12.5)
C	65(27.9)	33(14)	32(13.7)	56(27)	24(12)	32(15)
D	31(13)	19(8)	12(5)	40(19)	17(8)	23(11)
F	15(6.4)	5(2)	10(4.3)	25(12)	11(5.3)	14(6.7)
계	233	108	125	208	94	114

본교 '92학년 신입생들의 1년간 학업성취도와 도구과목인 국어, 영어, 수학의 입학 성적과의 상관관계중 수학 입학 성적과의 상관관계가 가장 높았다 . 이제 수학 입학성적이 낮은 학생들을 더 깊이 분석하여 보자. 표 2-4는 학력고사 수학성적이 하위권인 학생들을 집중적으로 분석한 것이다. 표 2-4의 가)에서 나타나듯이 43명중 22-23명이 D 또는 F를 받았다. 그러나, 기초학력이 절대적으로 부족하여 정상적인 학습이 매우 어렵다고 판단되었던 학생들의 경우에 A-C의 비교적 우수한 성적을 받은 학생도 12-18명으로 휴학자를 제외하고 거의 50%에 가깝다. 이것은 대학입학고사 준비의 기회를 제대로 갖지 못하여 기초 학력이 부족한 실업고 출신 학생들의 경우, 효과적인 교육이 이루어졌을 때 충분한 수학능력이 생겼음을 보여준다. 또한, 표 2-4의 나)를 분석하여 보면 입학직후 본교에서 본 수학고사 주관식 시험에서 0점을 받은 학생중 A를 받은 학생이 한명도 없으며 D와 F를 받은 학생이 절반이 되는 것은 매우 흥미로운 사실이다.

표 2-4. '92년도 입학자의 입학시 본교 수학고사 40점 미만자의 성적분석

가. 수학고사 40점 미만 학생의 미적분학 성적분포

	A	B	C	D	F	휴 학	계
1 학기	0	3	15	14	8	3	43
2 학기	2	2	8	13	10	8	43

나. 수학고사 40점 미만 주관식 0 점자의 미적분학 성적분포

	A	B	C	D	F	휴 학	계
1 학기	0	1	13	12	5	3	34
2 학기	0	2	6	12	9	5	34

다음으로 '93년도 입학자의 성적을 분석하여 보자. 표 2-5는 '93년도 입학자의 수학분반고사 성적분포를 본 것이다. 이 시험은 16-20%가 완전 논술형이고 나머지가 단답형이며 A형과 B형으로 각각 70분씩 보았다. 출제범위는 고교 전과정에서 기초적으로 알아야 할 것들과 계산 능력을 시험하는 기본적인 문제들이었다. 가)의 표는 학력고사 수학성적이 하위권인 학생들의 본교 수학고사 성적 분석으로 전체 43명중 50점 이상이 9-12명 이다. 이는 합격자 발표 후부터 입학식 전까지 적지 않은 학생들이 열심히 공부하였다고 볼 수 있는 것으로 매우 고무적인 것으로 분석된다. 반면 19명은 30점미만 자들로 과연 본교에 와서 수학할 수 있는가 회의적이다. 나)의 표를 보면 인문고 출신 학생들과 실업고 출신 학생들의 성적 분포를 나타낸 것으로 이 표 상으로는 인문고 출신 학생들의 성적이 실업고 출신 학생들의 성적보다 훨씬 앞선다. 그러나, 작년의 경험으로 볼때에 시간이 흐를수록 이 차이는 줄어들 것이며 실업고 출신 학생들의 진보 속도가 인문고 출신 학생들의 진보속도보다 빠를 것으로 예상된다.

결론적으로, 실업고 출신 학생들은 인문고 출신 학생들에 비하여 여러가지 형편상 수학 교과내용을 충분히 공부할 기회가 적었던 것으로 판단된다. 따라서, 그들이 최대한의 잠재력을 발휘하도록 교육하기 위해 본교에서 사용되었던 다음과 같은 몇 가지 방법을 소개한다. 첫째로 수학을 배우는 필요성을 학생들이 잘 이해하도록 하여 흥미를 유발시킨다. 즉, 강의 내용과 관련지어 실제문제의 예시나 역사적인 사실, 미래의 추세 등을 통하여 공학과 수학의 밀접한 관련성을 강조함으로써 수학을 배워야 하는 산업적, 공학적 필요성을 이해하도록 한다. 둘째로, 기본적인 개념을 익히고 계산능력을 기를 기회를 충분히 준다. 대학에서 미적분학을 공부하기 위해 필요한 기초적인 내용을 습득하지 못하고 진학한 실업고 출신 학생들의 경우 그들이 미적분학을 수강하는 동시에, 필요한 기초 지식을 익힐 수 있도록 교재를 잘 선택하고 강의시간에 방향을 잘 이끌어 준다. 본교의 경우 충분한 연습시간을 통하여 기본적인 문제에 접하고 직접 풀어볼 수 있게 하여 수학 문제 해결에 관한 자신감을 심어 준다. 또한 연습시간의 문제풀이나 부과된 과제물을 준비하는 과정에는 상호 협동하여 배우는 방법(Cooperative Learning)을 적용하여 소그룹 안에서 학생들 스스로 배우고 가르칠 기회를 준다. 소그룹에 공동으로 주어진 문제의 해결을 위해 구성원 모두가 질문하고 토론하며 답을 얻어 발표하는 과정에서 얻어지는 Cooperative Learning의 긍정적인 효과는 여러 논문에 의해 잘 알려져 있다 [Artzt et al., 1990]. 그 외에 자주 간단한 시험을 통해 사고를 유발하고 교과내용에서 지속적인 관심을 유지하도록 한다. 세째로, 실생활의 문제를 이해하고 분석하여 수학적인 형태로 바꿀(Modelling) 수 있는 응용력을 배양한다. 이를 위해 수학적 개념을 현실과 결부시켜서 수학적 사고를 익히는 이야기 형식의 문제를 많이 소개하며, 수학적 호기심과 창의성을 필요로 하는 통합 교과적인 문제를 자주 다룬다.

표 2-5. '93년도 입학자의 입학시 본교 수학 고사 성적분포 : ( )안은 %

가. 학력고사 성적 하위권자의 수학고사 성적분석

0--29점	30--39점	40--49점	50--59점	60 이상	계	비 고

A 형	19(44)	4 (9)	11(26)	1	8 (22)	43
B 형	19(44)	7 (16)	5(12)	6(14)	6 (14)	43

나. 실업.인문성적비교

유형	구분	40점 미만	40-49점	50-59점	60-69점	70-79점	80점이상	계	평 균
A	인문	9(6)	13(9)	9(6)	27(18)	37(25)	54(36)	149	70
형	실업	28(31)	10(11)	17(19)	14(16)	11(12)	10(11)	90	53
B	인문	14(9)	9(6)	19(12)	31(21)	38(26)	38(26)	149	57
형	실업	31(34)	10(11)	10(11)	12(13)	9(10)	18(20)	90	55

3. 공학 기초과목으로서의 수학교육

17C 중반까지도 수학은 제 위치를 갖지 못하고 학구적인 연구대상이 아닌 상인, 뱃사람, 목수등과 같은 사람들의 일을 위한 기술적인 계산이나 도구로 취급되어져왔다. [J.Wallis, 1697]. 이러한 태도가 바뀐 것은 뉴튼의 '자연과학의 수학적원리'(Mathematical Principles of Natural Philosophy)로 부터 비롯된다. 뉴튼은 물리적 설명대신 수학적 표현을 추구하여, 여러 과학자들의 방대한 실험적이고 이론적인 결과들을 수학적 모델로 통일하였을 뿐만 아니라, 수학적 표현과 연역법을 과학적 설명과 예측의 최선봉으로 세워 놓았다. 그의 "단순한 경우로부터 발견한 것들에 수학적인 방법을 사용하여 이것들로 부터 더 복잡한 경우에 있어서의 결과를 예측할 수 있는 원리로 적용하는 것" [M.Kline, 1980]은 바로 수학의 본질과 그 적용에 대해 명확하게 설명해 주고 있다.

이 때로부터 수학이 역학, 공학, 물리학 등과 상호 불가분의 밀접한 관계를 가지고 함께 발전되어 온 것은 잘 알고 있는 사실이다. 실제로 Fourier 해석학과 같은 순수수학의 한 분야가 현의 진동에 관한 연구에서부터 시작되어 발전·확립되어 왔고, 역학·열전달, 정전기학 및 여타 분야에서 매우 중요하게 응용되고 있다. [H.Eves, 1983].

이와같이 순수수학의 많은 분야가 관련 응용분야에서 유래하였을 뿐 아니라, 처음 순수수학의 이론이 확립될 당시 그 응용이 예기되지 않았던 것이 후에 다른 응용학문의 발전에 공헌한 예도 많다. 현대 사회에서는 더욱 더 밀접하게 관련되어, 고도로 세분되고 전문화된 수학 각 분야의 이론들이 공학이나 물리학 뿐만 아니라, 의학, 경제학, 전자통신, 사회과학 및 문학등에 이르기까지 다양하게 응용되고 있다.

이러한 상호 관련성은 다른 어느 분야보다도 공학(역학, 기계공학, 전기전자공학등)에 있어 더 두드러진다. 단적으로 말해서 수학적 개념과 표현기법이 없이는 공학적 상황의 분석과 문제해결이 불가능하다고 하겠다. 물리학적인 이해가 전혀 없는 데에서조차 수학적 표현에만 의존하여 수학적 방법에 의해 물리적 상황의 설명이 가능하다. 한 예로, 18C말 Lagrange가 발표한 해석역학(Analytical Mechanics)에서는 역학이 완전히 수학적으로 취급되고 있으며, 물리적인 과정에 대한 언급이 전혀 없다. [M.Kline, 1980].

이러한 여러가지 이유로 인해, 공학을 전공하는 학생들에게 수학적 사고능력이 더욱 필요하게 되었으며, 알아야 할 수학 교과내용의 범위가 점차 넓어지고 있다. 구체적으로, 미적분학은 물론이고 미분

방정식과 복소해석, Fourier해석, 선형대수학을 비롯해서, 근래에 와서는 컴퓨터를 이용한 수치적 방법과 통계, 최적화, 그래프이론 등도 중요한 위치를 차지하고 있다.

현재 대부분의 공과대학에서는 미적분학을 제외하고 위에 열거한 대부분의 과목을 '공학수학'이라고 하는 한 강좌(6학점)로 통합하여 가르치고 있다. 따라서 각 전공별로 필요한 수학 교과내용과 깊이가 다른 점을 고려할 때, 현재의 교육과정 하에서는 공학 수학의 교육이 각 학과에 맞게 이루어지기 어렵다고 생각된다. 그러므로, 우리는 공학 이론 교육에 필요한 수학의 효과적인 교육을 위해서 현재 실시되고 있는 공학 수학교육의 몇가지 문제점을 언급하면서, 동시에 공학 교육에 필요한 수학 교육과정의 구성과 그의 신축적인 운영방법을 제시하고자 한다.

4. 공학 전공 교육에 필요한 수학 교과목 편성

현재 거의 모든 공학 관련학과에서 편성하고있는 관련 수학 교과목은 1학년에서의 미적분학및 해석기하학 Ⅰ, Ⅱ 6학점과 2학년에서의 공학수학Ⅰ, Ⅱ(공업수학, 응용수학이라도함)6학점으로 구성되어 있다. (한양대학교 안산캠퍼스의 교통공학과등에서는 공학수학을 9학점으로 운영하기도 함) 그 외 몇개 학과에서는 수치해석, 선형대수학, 이산수학, 확률및 통계중 1-2과목을 전공선택으로 개설하고 있다.

1학년에서의 미적분학은 많은 부분이 고교수학Ⅱ와 중복되므로 효율적인 교과과정의 운영이 되지 못하고 있는 반면, 공학수학Ⅰ, Ⅱ 6학점으로는 공학에 필요한 분야(미분방정식, 행렬, Fourier analysis, Complex analysis등)를 충분히 다룰 수 없다.

1학년의 미적분학및 해석기하학은 교양필수로서 수학과 교수가 가르치며 공학수학은 전공필수 또는 전공선택으로 편성되어 전공 관련학과 교수가 가르치고 있다(이원적인 공학 수학교육). 공학수학Ⅰ, Ⅱ는 전공교수에 의해 지도되므로 이론적인 개념과 원리의 이해보다는 전공교육에서 발생되는 수학문제를 풀기 위한 하나의 도구로서 학습되고 있는 실정이다.

현 교과과정에 의한 학습으로는 전공교육에 필요한 분야를 선택 학습하므로 시간부족의 단점을 메울수 있으나, 기본개념이나 원리의 이해부족으로 공학교육에서 발생하는 다양한 문제들에 정확한 수학이론을 적용할 수 없다. 또한 담당교수의 주관에 따른 학습내용의 다양성으로 일관성 없는 교육이 우려된다.

이에 대한 보완책으로 분야별로 세분화된 교과과정을 제시하고자 한다. 현행 미적분학과 해석기하학Ⅰ, Ⅱ와 공학수학Ⅰ, Ⅱ를, 미적분학(1학년 1학기), 선형대수학및 해석기하학(1학년 2학기), 미분방정식(2학년 1학기), 복소수해석학(2학년 2학기)으로 나누어 편성한다. 주제별로 편성함으로써 공학에서 요구되는 거의 모든 응용수학분야들의 기본 개념과 원리를 체계적으로 학습할 수 있으며 이러한 바탕아래서 학생들의 응용력을 향상시킬 수 있으리라 사려된다. 또한, 고교과정에서 기초및 응용능력을 충분히 갖추어 대학에 온 학생은 미적분학의 시험을 본 후 자격이 있다고 인정된 경우 학점을 인정해 주어 학생들의 수업부담을 줄여 주는 방법도 고려할 수 있을 것이다. 그외에, 이산수학, 확률및 통계, 수치해석, 그래프 이론등의 교과목을 교양선택 또는 전공선택으로 개설하여 필요한 분야의 학생들이 적절히 선택하여(3학년 1,2학기) 수강할 수 있도록 한다.

응용수학 전공자의 부족으로 다소 이론교육에 치우칠 우려가 있으나 담당교수들의 관심과 노력으로 이를 극복할수 있으리라 생각한다.

5. 맺음말

본 고에서는 지금까지 한국기술교육대학의 수학교육과 앞으로의 교과과정에 대하여 여러가지를 검토해 보았다. 기술과 공학의 도구로서의 수학 교육이 보다 효율적으로 되기 위해서는 공학의 기초를

갖춘, 예컨데 대학에선 공학을 전공하고 그 이후에는 수학을 전공했거나 수학을 전공하고 공학을 충분히 이해하고 있는 인력이 필요하다. 또한, 현행 수학교육이 이론에 치우쳐서 응용부분은 지나쳐 버리는 경우가 많은데 이러한 점의 개선을 위하여 공학에 적합한 수학으로서 교과의 개편이 필요하며, 또 이러한 교육에 합당하게 교재의 개발이 필요하다고 사려된다.

앞으로는 공학에 응용되는 수학에 알고리듬을 도입하여 새롭게 기술하는 것을 검토해 볼 필요성이 있다. 또한, 지금까지의 공학은 물론 최근 새로이 나오고 있는 퍼지, 프랙탈, 뉴럴등의 분야와 관련된 수학교육도 이제 준비할 때가 되었다고 생각한다.

6. 참고 문헌

교육부, 고등학교 체제 개선을 위한 확충방안, 1990.

명효철, 응용수학의 동향, 수학 교육 논총 제 9권, 291-301, 1990.

한국기술교육대학 2학년 학생의 입학성적과 학점 분석결과, 1993

A.F.Artzt and C.M. Neuman, Cooperative Learning, Math. Teacher Vol.21(4), 448-452, 1990.

H.Eves, Great Moments in Mathematics, After 1650, Math. Assoc. Amer., 1983.

D.Bressoud, Why do we teach Calculus ?, Amer. Math. Monthly Vol.99(7), 615-617, 1992.

M.Kline, Mathematics, the Loss of Certainty, Oxford Univ. Press, 1980.

J.Wallis, an Account of some passages in His Own Life, 1697, as quoted in Howson, ibid.