

화학공학과 교육 현황과 발전 과제

문 상 흡

서울대 화학공학과 교수



1. 화학공학 교육의 특성

화학공학이란 ‘화학공업에서 필요한 기술을 다루는 학문’이라고 간단히 정의할 수 있다. 그러면 화학공업이란 무엇인가? 석유나 기타 원료를 화학적으로 처리하여 우리에게 유용한 재료나 제품을 만드는 산업은 대표적인 화학공업이다. 오늘날에는 식품, 의약, 환경, 에너지, 전자산업 등에서도 이미 상당한 규모의 化學工程을 사용하고 있으므로 이들도 화학공학에서 다루어야 한다. 사실, 오늘날의 산업은 단일 기술에만

의존하지 않고 여러 분야의 기술을 토대로 하여 이루어지므로 화학공정은 위에서 예로 든 산업 외에도 훨씬 많은 산업에서 다양하게 응용되고 있다. 따라서 화학공학을 특정한 산업에 국한된 학문으로 이해하지 말고, 어떤 산업이라도 화학공정이 사용되는 산업은 모두 다루는 학문으로 이해해야 한다.

화학공정이란 기본적으로 화학반응을 수반하는 공정이지만, 이를 대규모로 실용화하려면 원료나 생성물의 분리와 정제를 위하여 유체이동, 열교환, 물질전달과 같은 물리적인 공정들이 필요하다. 따라서 화학공학이라고 해서 반드시 화학반응만을 다루는

* 학과별 교육과제 칼럼에 실린 내용에 대해 이견이나 반론이 있는 분은 200자 원고지 35장 이내 분량으로 『대학교육』지 편집실에 투고해 주시면 편집자문위원회의 심의를 거쳐 게재해 드립니다.

학문이라고 볼 수는 없다. 화학공장을 설계하려면 이처럼 화학 및 물리적인 공정을 종합하고 이들을 가장 경제적으로 응용해야 한다. 지금까지는 원료와 에너지의 사용량을 줄이고 제품의 수율을 높여서 전체 공정의 경제성을 향상하는 것이 설계의 최종목표였으나, 근래에는 환경문제에 대한 사회의 관심이 높아지면서 경제성 외에도 환경오염 문제가 화학공장의 설계에서 중요한 고려사항이 되었다. 따라서 화학공학에서는 반응이 이루어지는 화학공정만이 아니라, 원료와 제품의 분리 및 정제 등에 필요한 물리적 공정, 그리고 이들 단위공정을 종합하여 경제성이 높고 환경친화적인 공장을 설계하는 방법 등을 모두 다룬다.

이처럼 광범위한 지식을 다루기 때문에 화학공학과에서는 학생들이 각 단위공정의 해석과 함께 다양한 분야의 지식을 종합하고 응용하는 방법을 배우도록 교육하고 있다. 화학반응은 짧은 시간 내에 빨리 일어나므로 계속해서 원료를 공급하고 생성물을 회수하는 連続工程의 특징을 갖는다. 따라서 화학공정은 전체가 하나의 유기물처럼 긴밀하게 연결되어 움직이는 동적인(dynamic) 체제이다. 화학공학과와 학생들이 고학년 시절에 현장실습 과목을 통하여 화학공장에서 직접 공장조업의 경험을 쌓도록 하는 것은 그들이 이같은 동적인 체제에 익숙해지도록 하기 위한 것이다. 공장을 안전하게 운전하고 균일한 제품을 대량으로 생산하기 위하여는 설계된 내용에 따라 소규모의 공장을 건설하고 이를 직접 조업하여 그 타당성을 확인해야 한다. 소규모 시험공장(pilot plant)은 이의 설치와 운전에 경비가 많이 들기 때문에 각 대학에서는 '화학공정 실험' 과목에서 각 단위공정별로 실험

을 통하여 공정의 대규모화(scale-up)에 따른 문제점과 특성들을 파악하도록 하고 있다.

근래에 들어 고분자 복합재료나 반도체 전자재료와 같은 신소재들이 각 산업에서 중요하게 응용되면서 이들의 재료특성을 분자 규모에서 이해하고 응용하기 위한 연구가 많이 진행되고 있다. 또한 미생물을 이용한 새로운 공정들이 기존의 화학공정보다도 에너지 사용량이나 제품의 수율 면에서 유리하여 기존 공정의 일부를 대체하게 되자 생물공정에 대한 관심도 높아지고 있다. 화학공학과에서는 이같이 새로운 소재나 공정에 대하여 학생들이 기본적인 지식을 갖도록 하기 위하여 기초화학이나 생물에 관한 교육도 강화하고 있다.

2. 교육과정 운영의 현황과 개선 방향

국내에서 화학공학의 교육내용은 대학에 따라 큰 차이가 없이 비슷하게 진행되고 있기 때문에 서울대학교의 경우를 대표적인 예로 들어 살펴보겠다. 화학공학과와 교육과정 중에는 1950년대까지만 해도 화학공정에 관한 것과 응용화학에 관한 것들이 혼재되어 있었다. 특히 화학에 관한 내용이 많아서 2학년 과목 중에 물리화학, 유기화학, 무기화학, 분석화학 등이 필수과목이고, 4학년에도 각종 화학산업 및 제품에 관한 선택과목이 많았다.

그러나 1960년대에 화학공학 및 공업화학의 두 전공이 분리되면서 화학공학 전공에서는 工程에 관한 교육을 심도있게 다루었다. 즉, 화공양론, 열역학, 단위조작, 반응

공학, 물질전달, 유체역학, 열전달 등이 화학공학과와 필수과목으로 등장하고 이에 관한 실험들도 대폭 강화되었다. 한편, 공업화학 전공에서는 계속해서 화학을 중요 교육내용으로 삼고 이에 관한 과목들을 개설하였다. 이같은 교육과정의 체계는 지금까지도 큰 변화 없이 유지되면서 단지 4학년의 선택과목이 다소 변했을 뿐이다. 최근에 새로 생긴 선택과목 중에서 특기할 것들은 고분자재료학, 화공재료, 생물화학공학, 환경화학공학 등이다.

화학공학과와 학사과정 교육내용은 다음과 같이 정리할 수 있다. 즉, 화공계산, 열역학, 반응공학, 이동현상과 같이 화학공정의 이해와 해석에 기초가 되는 내용들을 필수과목으로 배우고, 이 지식을 각종 화학공정에 응용하는 내용은 선택과목에서 배우도록 하고 있다. 이같은 교육내용은 학생들로 하여금 화학공정을 단위공정과 단위현상별로 나누어서 이해시키므로, 졸업 후에 어느 산업체에서 근무를 하더라도 공정에 대한 기초지식을 탄력적으로 응용할 수 있는 능력을 갖게 해준다. 반면에 이같은 교육방향은 과거에 비교적 많이 다루었던 유기화학, 무기화학, 분석화학 등을 충분히 가르치지 못하는 결과를 초래하여, 화학공학과를 나왔으면서도 화학을 잘 알지 못하는 학생들을 배출하게 되었다.

한편, 대학원의 교육과정도 학사과정과 유사하게 변해왔다. 즉, 과거에는 화학 위주의 교과목이 많았으나, 공업화학과가 분리되면서 화학공학과에서는 화학공정에 관한 교육에 치중하였다. 대학원에서는 좀더 구체적인 내용을 다루는 과목들이 많은데, 촉매공학, 공정최적화, 계면현상론, 고분자프로세싱, 유동화학 등이 좋은 예이다. 최근

에는 여기에 효소공학, 고분자계면공학, 반도체가공공정과 같은 과목들이 추가되었다. 대학원 교육에서는 특히 분자 수준의 지식, 컴퓨터의 응용지식, 심화된 공학수학, 학사과정에서 배운 기초지식의 종합적인 응용 등이 강조되고 있다.

근래에 한국의 산업구조가 변하면서 인력수급의 형태도 서서히 바뀌고 있다. 즉, 화학공학과 졸업생이 전통적으로 많이 취업해 오던 정유나 석유화학 회사 외에도 전자나 기계공업 등에 이미 많은 졸업생들이 진출하고 있는데, 이런 추세는 앞으로 더욱 심해질 전망이다. 그 까닭은 오늘날 산업에서 필요로 하는 기술의 내용이 매우 다양해지고 있기 때문이다. 예를 들어, 반도체 제조를 위하여는 실리콘의 정제, 화학증착에 의한 박막 성장, 플라즈마 반응을 이용한 표면 식각, 감광성 고분자 박막에 의한 패턴 형성 등과 같이 다양한 화학공정들이 사용되고 있으며, 자동차 산업에서도 고분자 재료를 이용한 자동차의 경량화나 촉매에 의한 배기가스의 정화 등과 같이 화학기술이 자동차의 품질에 결정적인 역할을 하고 있다. 따라서 화학공학과에서는 화학공정에 관한 전문지식을 잘 교육하여 졸업생들이 어떤 산업체에 가셔도 이를 활용할 수 있도록 해야 한다.

앞으로 화학공학의 교육과정이 개편되어야 할 큰 방향은 기존의 교육내용에 컴퓨터, 생물, 재료, 환경 등과 같이 새롭게 대두되는 분야의 내용을 포함시키면서 지금까지 소홀히 했던 化學에 대한 교육을 강화하는 것이다. 한 대학에서 이같은 내용을 모두 교육시키는 것이 무리라고 판단이 되면 대학별로 특성화를 추구하면서 여기에 알맞은 교육과정을 개발하는 것도 한 방법이다.

특히 컴퓨터, 환경, 안전과 같은 내용은 별도의 교과목으로 개설하는 것보다는 기존의 교과목에서 이에 관한 예제를 많이 다루는 식으로 소화해야 한다.

이에 더하여 학생들의 공정설계 능력을 배양할 수 있는 실험실습 교육도 강화해야 한다. 화학공학과는 지금까지 학생들이 공정에 대한 해석과 종합 능력을 잘 갖추도록 교육해 왔다. 화학공학과가 앞으로도 이같은 특성을 계속 유지하려면 학생들에게 공업경제, 경영관리, 안전진단 및 대책, 대화법 등을 심도있게 가르치는 교육내용을 갖추어야 한다.

3. 학과 운영의 현황과 개선 방향

한국에서 화학공학 교육이 시작된 것은 1946년에 서울대학교 공과대학에 화학공학과가 설립된 때부터라고 할 수 있다. 1995년의 자료에 의하면, 전국 75개 공과대학 중에서 55개의 대학이 화학공학과를 설치하고 있다. 그동안에 화학공학과와 주위에서 일어난 교육환경의 변화는 다음과 같다.

첫째, 화학공학과 외에도 유사한 내용을 교육하는 학과들이 많이 개설된 점이다. 국내에서 화학공학과와 유사한 내용을 교육하거나 또는 같은 계열로 분류할 수 있는 학과들을 열거하면 다음과 같다.

공업화학과, 섬유공학과, 식품공학과, 염색공학과, 화학공업경영학과, 화학공정학과, 화학기계공학과, 환경공학과, 환경보호학과, 금속재료공학과, 무기재료공학과, 요업공학과, 재료공학과, 미생물공학과, 생물공학과, 유전자과학과, 응용미생물학과

이처럼 유사한 학과들이 난립함에 따라

각 학과의 교육내용은 매우 영세하면서도 학과간의 벽은 높은 채로 남아 있어 학생들은 다양한 지식을 접할 기회를 잃어버리게 되었다. 따라서 최근에는 기존 학과의 장벽을 과감히 철어버리고 유사한 학과들을 한 교육단위로 묶어서 학생들에게 폭넓은 교육을 시키려는 소위 학부제 운영이 추진되고 있다. 이 제도의 취지는 학생들이 학사과정에서 다양한 과목을 접하여 자신의 진로 결정에 필요한 기초지식을 얻고 대학원에 가서 특정 분야의 전문지식을 심도있게 쌓도록 하는 것이다. 이것은 대학원까지의 교육과정을 모두 생각하면 좋은 제도이지만, 학사과정만을 마치고 졸업하는 학생들에게는 너무나 피상적인 교육만을 시키는 결과를 초래할 위험성이 있다. 더구나 학사과정의 교육이 대형화됨에 따라 학생들이 올바른 학사지도 받기 못하여 소중한 시간을 낭비할 우려도 있다. 따라서 대학은 학생들의 학사지도 강화하여 학부제에 따른 부작용을 최소화해야 한다.

둘째, 근래에 대학에서 일어나는 큰 변화는 대학원 교육이 활성화되면서 산학협동체제가 강화된 점이다. 교수는 연구비를 받기 위하여 자신의 연구분야를 조정하고, 이것은 결국 대학의 연구가 산업의 요구에 부응하는 결과를 초래한다. 또한 연구에 참여하는 학생들은 자연스럽게 관련 산업에 관심을 갖게 되므로 장래의 진로 결정에도 영향을 받게 된다. 이같은 산학협동의 사례는 매우 바람직한 현상으로서 산업계는 이를 통하여 대학의 연구잠재력을 활용하고 또한 대학에서 양성한 고급 전문인력을 확보할 수 있다. 앞으로도 산학간의 협동체제는 더욱 강화되어야 한다.

셋째, 대학에서는 산업현장에 대한 적응

력이 있는 학생을 양성해야 한다는 요구가 점차 높아지고 있다. 이를 위하여는 학교에서의 실험실습 교육을 강화해야 하는데, 결국은 이에 필요한 재정을 확보하는 것이 문제이다. 대학으로서는 정부의 재정지원을 확보하기 위하여 노력하면서 동시에 산업계와의 협조로 학생들이 화학공장의 현장에서 실습할 수 있는 기회를 넓혀 나가야 한다.

4. 맺는 말

이상에서 살펴본 화학공학 교육의 현황과 발전 과제를 간단히 요약하면 다음과 같다.

첫째, 화학공학은 화학공정을 다루는 학문인데 오늘날에는 그 응용 범위가 석유나 화학원료의 가공산업에만 머무르는 것이 아니라 식품, 의약, 환경, 에너지, 자동차, 항공, 전자산업 등에 이르기까지 매우 넓어지고 있다.

둘째, 화학공학과와 교육내용은 과거에는

주로 공정현상에 관한 과목에 치중하였으나, 앞으로는 공정과 제품을 분자 수준에서 이해하고 개발할 수 있도록 화학 및 생물에 관한 교육을 강화하고 또한 환경, 안전, 경영관리, 컴퓨터 등의 교육도 실시해야 한다.

셋째, 현재의 세분화된 유사학과들은 큰 단위로 통합하여 운영함으로써 학생들에게 보다 넓은 교육기회를 제공하며, 이 과정에서 학생들의 학사관리를 철저히 하여 학생들이 최대의 교육효과를 얻도록 해야 한다. 또한 산학협동연구를 확대하고 학생들의 실험실습 교육을 강화해야 한다. ■

문상훈/서울대 화학공학과를 졸업하고 미국 일리노이 대학에서 공학 박사학위를 받았다. 1974년부터 14년간 한국과학기술연구원(KIST)에서 근무한 후에 1988년부터 서울대학교 화학공학과 교수로 재직중이다. 주요 연구업적으로 "저속성비료의 개발"과 "니켈촉매의 재생기술 개발" 외에 다수의 학술논문을 발표하였다.