

## 化學工學教科 內容에 關한 研究

化學工學教育委員會 委員長 姜 雄 基

우리學會는 지금까지 化學工學 教育委員會를 通하여 大學의 化學工學教育에 關한 建設的인 일을 繼續하여 왔읍니다. 教科課程의 討議와 實驗教材의 作成等은 그 代表的인 例입니다.

1976年 여름 慶北 迎日郡 보경사에서 갖은 化學工學教育委員會 夏期심포지움에서는 大學 化學工學科의 主要科目中 化學工學量論, 化學工學熱力學, 單位操作, 無機工業化學 및 有機工業化學에 對한 教科內容을 討議기로 하였읍니다. 이번에는 한 사람씩 研究委員을 選定하여 國內外的 傾向과 方向을 研究發表하여 이를 化學工學教育委員會의 主課題로 討議, 檢討하기로 하였던 것입니다.

調査, 研究하여 주신 分들의 勞苦로 1976年度 化學工學教育委員會 夏期심포지움을 뜻있게 끝낼 수 있었으며 특히 最近 政府에서 施行하고 있는 技士試驗 出題의 範圍가 確定될 수 있었음을 多幸으로 생각합니다. 한편 이와 같은 調査, 研究 活動이 專門學校 化學工學分野에도 波及되어 化學工學教育委員會의 專門學校 分科가 誕生되었으며 이 分科에서도 類似한 討議가 있었읍니다.

이번에 調査, 研究한 內容이 時間의 制約으로 因하여 不充分한 點도 많지만 그런대로 發表의 價値가 있다고 認定되어 學會誌에 揭載하게 되었읍니다 手苦하신 다섯분 委員들과 함께 기뻐하지 않는 바입니다. 특히 이것을 契機로 하여 學會誌에 化學工學教育欄이 새로 開設되었으며 앞으로 좋은 論說 및 調査資料等이 投稿되어 化學工學教育에 寄與하게 되기를 바랍니다.

끝으로 1976年度 化學工學教育委員會 夏期 심포지움을 成功的으로 끝맺출 수 있도록 뒷받침하여 주신 學會 會長 및 任員 여러분, 慶北支部, 浦項製鐵, 製鐵化學 및 豊國精油에 對하여 感謝의 뜻을 表합니다.

## 화 학 공 학 양 론

연세대학교 화학공학과 조 영 일

### 1. 과목의 정의

기초과목과 전공과목의 교량 역할을 겸한 화학공학 입문 교과목으로서의 성격을 가지는 것이 바람직하다. 본래의 양론및 물질및 에너지수지 계산법 등의 원리는 물론, 화학공업과 화학공학의 특성, 화학공학적 방법을 습득시키는 교과목이 되어야 한다. 일반화학 및 물리를 이수한 후 물리화학과 병행하여 이수시킬 수 있으며,

열역학 및 단위조작, 반응공학에 선행한다. 이들 교과목의 상호 연관성을 고려하여, 화학공학 양론에서 다루어야 할 내용을 정할수 있을 것이다.

### 2. 국내외의 현황

화공양론, 화공계산, 화학 공정 원리등의 여러 명칭으로, 2학년 또는 3학년에 1개 또는

2개 학기에 걸쳐서 개설하고 있다. (표 1 참조)  
현재로는 주로 2학년에 1-2학기에 걸쳐 다루고  
있는 실정이나, 3학년에서 다루는 곳도 예상되  
로 많다. 학점은 3-6, 연습시간은 대부분 시행  
하고 있다.

표 1. 화공양론 개설 현황

조사학과수 : 16개과					
개설학년 및 학기					
학년/학기	2/1	2/2	2/1-2	3/1	3/1-2
	2	2	6	2	4
1개 학기 6개과			2 학년 10개과		
2개 학기 10개과			3 학년 6개과		

교재는 거의 Himmelblau (1974)를 사용하고  
있으며, 부교재로서는 Hougén(1954)이 상당한  
비중을 차지하고 있다. (표 2, 3 참조) 미국에서  
출간되고 있는 양론 관계 교재는 세 유형으로 나  
눌 수 있다. 구태어 기술 방법을 분류하여 본다  
면나,

1. 나열식 방법 : 예 Himmelblau(1974)
2. 합성적 방법 : 예 Rudd(1973)
3. 분석적 방법 : 예 Russel(1972)

비교하기 위하여 간추린 차례를 표 4에 실는다.  
여기에 극히 최근에 출간된 Myers(1976)의 내용  
을 함께 소개한다. Himmelblau(1974)는 Hougén  
(1954)식의 방법에 따라서 기술하고 있으며,

표 2. 화공양론 관계 서적에

- |   |
|---|
| 1) Andersen L. B. and L. A. Wenzel; "Intro-<br>duction to chemical engineering", McGraw-<br>Hill, 1961.               |
| 2) Henley, E. J. and E. M. Rosen; "Material<br>and energy balance computation" John Wi-<br>ley, 1969.                 |
| 3) Himmelblau, D. M.; "Basic principles and<br>calculations in chemical engineering" 3rd<br>ed., Prentice Hall, 1974. |
| 4) Hougén, O. A. et al.; "Chemical process  |

principles; partl. Material and energy bal-  
ances", 2nd ed., John Wiley, 1954.

- 5) Littlejohn, C. E. and G. F. Meenaghan;  
"An introduction to chemical engineering",  
Reinhold, 1959.
- 6) Myers, A. L. and W. D. Seider; "Intro-  
duction to chemical engineering and computer  
calculations", Prentice-Hall, 1976.
- 7) Ranz, W. E.; "Describing chemical engi-  
neering systems", McGraw-Hill, 1970.
- 8) Rudd, D. F., G. L. Powers, and J. J. Sii-  
rola; "Process synthesis", Prentice Hall,  
1973.
- 9) Russel, T. W. and M. M. Denn; "Intro-  
duction to chemical engineering analysis", Jo-  
hn Wiley, 1972.
- 10) Whitwell, J. C. and R. K. Toner; "Conse-  
rvation of mass and energy" McGraw-Hill,  
1973.
- 11) 江國 : "化學工學量論", 化學同人, 1973.
- 12) 李熙哲外 : "化工量論", 형설, 1975.

표 3. 교 재 사 용 현 황

교 재	학과수
Himmelblau(1974)	12
Himmelblau(1967)역서	2
Rudd(1973)	1
Hougén(1954)	1
부 교 재	학과수
Hougén(1954)	4
Hougén(1954)역서	2
Himmelblau(1974)	2
Rudd(1973)	1
기 타	7

수지 계산의 "기술"에 치중하고 있다. Rudd(19  
73)는 책명 그대로 어떤 화학 프로세스를 얻어  
낼 수 있는 방법에 주안을 두고 있다. 반응경로  
의 선택, 분리방법의 선택과 배열등의 "양론"적

성격과는 거리가 있는 내용을 많이 다루고 있으나, 프로세스 합성을 겸하여 물질 및 에너지 수지를 습득할 수 있다. Russel(1972)은 Rudd(1973)의 반대 방향으로 접근하고 있다. 프로세스를 분석하여, 제의 모델을 세우고 이를 정량화하여 모델의 거동을 고찰하는 과정에서 수치 계산의 원리와 방법을 익힐수 있게 되어있다. 한편 최근에 발행하는 서적(예 : Myers, 1976)일수록 점차로 S.I 단위를 사용하는 경향이아 아직 완전히 보편화되고 있지는 않다.

표 2의 서적중 Henley(1969)와 Myers(1976)의 저서는 컴퓨터에 의한 계산방법을 상당히 소개하고 있다.

표 4. Himmelblau, Rudd, Russel, Myers의 내용

(1) Himmelblau, D.M.; "Basic principles and calculations in chemical engineering", 3rd ed. Prentice hall, 1974.

1. Introduction to engineering calculations.
2. Material balances.
3. Gases, vapors, liquids, solids.
4. Energy balances.
5. Combined material and energy balances.
6. Unsteady state material and energy balances.

(2) Rudd, D.F. et al.; "Process synthesis", Prentice-Hall, 1973.

1. The engineering of process systems.
2. Reaction-path synthesis.
3. Material balancing and species allocation.
4. Separation technology.
5. Separation task selection.
6. Task integration.
7. Fresh water by freezing.
8. Detergent from petroleum.

(3) Russel, T.W.F. and M.M. Denn; "Introduction to chemical engineering analysis", John Wiley & Sons, Inc., 1972.

1. The role of analysis.
2. Basic concepts of analysis.

3. Source of the model equation.
4. Nonreacting liquid systems.
5. Reacting liquid systems.
6. Treatment of experimental data.
7. Design of simple reacting liquid systems.
8. Isothermal two-phase systems and the rate of mass transfer.
9. Equilibrium staged processes.
10. Law of conservation of energy.
11. Energy balances for nonreacting liquid systems.
12. Energy balances for reacting liquid systems.
13. Transient process behavior.
14. Simple gas systems.

(4) Myers, A.L. and W.D. Seider; "Introduction to chemical engineering and computer calculations", Prentice-Hall, Inc., 1976.

1. Introduction.
2. Chemical processes.
3. Process synthesis.
4. Physical and chemical properties of substances.
5. Data processing.
6. Material balances for process units.
7. Material balances for chemical reactors.
8. Material balances for systems of process units.
9. Introduction to energy balances.
10. Material and energy balances.
11. Solution of single equations.
12. Simultaneous linear equations.
13. Simultaneous nonlinear equations.

### 3. 분석 및 고찰

(1) 학년 : 기초 과목과 전공과목의 연관성에 비추어 볼때, 본격적인 전공교육을 실시하기 이전에 이수시켜서, "방향"을 잡아 줄 필요가 있다. 2학년에서 개설함이 바람직하다.

(2) 이수하기 : 관련 과목과의 내용 분배에 따라서 달라질 수 있겠으나 과목의 중요성에 비추

어 철저히 이수시킬 필요가 있을 것으로 본다. 2개 학기에 걸쳐서 다루는 것이 현재로서는 타당하게 보이며, 주당 강의 2시간, 연습 1~2시간이면 충분한 깊이까지 다룰 수 있을 것이다.

(3) 교과내용 : 일반화학, 일반물리 및 물리화학, 또 열역학, 단위 조작등에서 다루는 부분을 “양론”에서 제거하면, 내용 자체는 남는 것이 없을 정도이다. 같은 내용을 다루는 방법이 문제가 되며, 화학공학으로의 orientation을 위한 교과목으로서의 “양론”이 중요성을 띄게 된다. Hougén이나 Himmelblau의 저서는 방법 보다는 내용과 기술에 치중하고 있으므로, 다른 연관교과목의 내용과의 상이점을 찾기 어려우며, 물리화학의 내용과 비교하여 볼 때는 오히려 낙후된 감이 있다. 기초 과목이나 전공과목의 교육내용이 점차로 개선되고 있는데 비하여 구태 의연한 내용으로 일관하고 있는 것이 양론이라는 감이 없지 않다. Hougén이나 Himmelblau의 방식에서 점차로 벗어나야 할 때가 온 것으로 생각된다. 사용하는 단위에 있어서도, “양론”에 국한된 것은 아니나, 영미의 fps의 답습에서 속히 벗어나서 mks내지는 S.I. 단위의 사용이 확대 되도록 노력하여야 할 것이다.

#### 4. 교과 과정 시간

“양론”에서 다루어야 하리라고 생각되는 내용들을 열거하여 본다.

1. 화학공업, 화학공학은 무엇인가?
2. 화학기술자는 어떠한 교육을 받아야 하며, 무슨 일을 할수 있는가?
3. 화학공학적 문제에는 어떤 유형들이 있으며, 어떻게 해결하고 있는가?
4. 물리량을 어떻게 표현하며, 이들의 상관관계는 어떠한가?
5. 화학공학적 문제를 정량적으로 표현할 수 있는가? 어떻게 해석하나?
6. 양적관계, 특히 물질 및 에너지 수지를 어떻게 계산하나? 컴퓨터를 이용할 수 있는가?
7. 분석 정의한 계들을 합성하여 하나의 프로세스를 얻어 낼수 있는 절차는 어떠한가?
8. 기타

어디까지나 개인적인 교과과정의 예를 표 5에 나타내었다.

표 5. “화학양론” 교과과정의 예

전체 : 1. 2학년 1~2학기에 개설  
주당시간 2+2(총 30주 기준)  
2. “화학공학 입문”의 성격을 강조함

- (1) 화학공업, 화학공학, 화학기사
  - 화학공학 문제의 특성
  - “화학양론”의 성격과 위치
  - “화학공학”교육의 체계
- (2) 기본양의 표현과 상관
  - 차원계와 단위계(S.I. 단위)
  - 프로세스 양 및 에너지등의 차원, 단위, 상호관계, 측정, 예측, 표현방법
  - 차원해석에 의한 상관관계의 유도
- (3) 계의 해석과 표현
  - 계와 외계, 계의 정의, 상용, 평형과 비평형, 정상 및 비정상 상태
  - 보존의 원리—물질 및 에너지
  - 계의 표현의 예, 실험의 중요성, 양의 상관에 있어서의 consecutive relation.
  - 그림의 이용, 표현과 계산, nomograph.
- (4) 물질수지—물리적공정
  - 총괄 및 성분수지
  - 물질수지 계산의 기법
  - 기체상태 변화의 수지
  - 기체혼합물의 수지(포화도)
  - 평형계의 수지 : 기·액, 고·액, 액·액 계 등
- (5) 물질수지—화학적 공정
  - 화학 반응식과 양론관계  
.반응속도, 반응평형
  - 반응기의 물질수지
  - 순환, 측류, 분출류가 있는 공정의 물질수지
- (6) 물질수지—비정상 상태
  - 증류, 회분반응, 회석공정
- (7) 에너지 수지의 계산
  - 에너지 보존
  - 에너지 수지식과 응용

- 상 변화에 따른 에너지수지
- 농도 변화에 따른 에너지수지
- 화학반응계의 에너지수지
- (8) 에너지수지—비정상 상태
  - 비정상 상태
  - 열관리
- (9) 프로세스의 합성
  - 공정도의 작성
  - 프로세스 합성의 예

## 5. 결 론

“양론”은 2 학년에서 2 개학기에 걸쳐서 강의

하는 것이 현실정에 맞는다. (학점의 축소에 따라서 언젠가는 한학기로 되어야 할 것이다) 연습량은 충분히 배당하여야 할 것이다. 교과 내용은 물론, 교육방법의 개선이 필요하며 Hougén적방법에서 탈피하는 동시에 S.I. 단위의 사용이 점차 요구된다. 또한 점차로 우리나라에서도 컴퓨터가 많이 보급되고 있으므로 이에 관한 배려를 하면 좋을 것이다.

끝으로 표 5의 교과과정은 어디까지나 개인적인 견해이므로, 단순한 참고 자료에 그 침을 밝혀둔다.

# 화 학 공 학 열 력 학

충북대학교 이공대학 화학공학과 유 만 형

## 1. 화공열력학의 정의

열력학이란 한 형태로부터 다른 형태로의 모든 형태의 에너지 전환을 다루는 과학으로 공학의 기본분야를 차지하고 있다.

열력학의 가치는 제 1법칙, 제 2법칙 및 이에 따르는 몇 가지 열력학적 정의가 수학적 식으로 표현될 수 있는 사실에 있다. 따라서 상호 연관성 있는 여러가지 방정식을 이들로부터 유도할 수 있고, 이식들로부터 광범위한 실제적 결과와 결론을 도출할 수 있다. 열력학의 응용은 물리학자, 화학자, 기계기술자, 금속기술자, 화공기술자등에 의하여 다 같이 다루어지고 있다. 각 경우에 열력학의 기본원리는 같지만 그 응용성이 다른 것이다. 화공 기술자는 이에 관한 여러가지 문제를 능히 다룰 줄 알아야 한다. 예를 들면 물리적 화학적 과정에서의 열과 일의 필요량결정, 화학반응 및 상 사이의 물질 이동에 따른 평형조건의 결정 등이다. 따라서 화공기술자는 화공열력학의 원리와 응용성을 반드시 익혀

야 한다. 열력학은 물리적, 화학적 과정의 기구를 정하는데 있어서 도움이 되지 못하여 열력학 해석법의 제한이 되지만 초기와 말기상태 조건의 지식만을 가지고 열력학 방법으로 물리적, 화학적 과정의 에너지 효과를 계산할수 있는 장점이 있다. 화공기술자는 수 많은 화합물을 다루어야 하는데 적합한 데이터는 충분하지 못하다. 따라서 불충분한 데이터를 가지고 열력학의 법칙과 정의로부터 수 많은 결론을 얻어 낼수있다.

## 2. 국내의 실태

화공열력학 교과목의 대학별 실태를 조사한 결과를 표 1에 표시하였다. 국내 조사는 서울에있는 12개 대학과 지방에 있는 8개 대학을 대상으로 설문지 또는 전화문의로 행하였으며 외국의 경우는 조사하지 못하였다. 표 1에서 교과서명을 대표저자만을 표시하였다.