

# 大學에서의 機械計設教育

## Mechanical Design Education in the University

金 天 旭\*

Chon-Wook Kim

### 1. 머 리 말

1972年 機械設計學科의 創設에 대한 論議가 분분한 때 機械設計란 무엇인가 하는 오래된 質問이 제기되었었다. 機械設計란 機械를 構成하고 있는 各 要素를 分析하고 이들의 力學的 特性과 製作上의 問題點을 해결한다고 하여 完成되는 것이 아니고 과거의 經驗的 土台 위에 서로의 아이디어를 具顯시키는 創造活動이다. 따라서 大學에서 講義하는 機械要素가 機械設計의 全部가 될 수는 없다. 더우기 機械製圖와 機械設計를 混動하는 것은 있을 수 없는 일이다.

우리나라의 工科大學 機械工學科에서의 機械設計教育은 서울大學校 工科大學을 비롯한 數個의 大學에서 실시되어온 패턴에 많은 영향을 받았다. 특히 1950年代 美國에서 일기 시작한 機械要素設計의 必須科目 除外로 인하여 國內에서도 機械製圖와 設計科目들이 縮小되었었다. 더우기 1975년에 와서 本格化된 實驗大學프로그램에 의한 140學點으로의 縮小로 이들 科目들은 더욱 위축되었었다.

앞으로의 機械設計教育은 어떻게 하여야 할 것인가를 생각하기 위해 外國에서의 動向과 우리나라 機械工業界의 現況 및 設計教育改善方案에 대하여 말하려고 한다.

### 2. 美國에서의 機械設計教育에 대한 論議

1950年代에 사라졌던 設計教育은 1970年初에 들어서면서 다시 되돌아 왔다. 그러나 새로운 設計教育은 便覽에서 줄 수 있는 것처럼 자세한 情報의 제공이 아니라 創造的이고 高級技術活動으로 나타나게 되었다. (1)

1961年 11月 美國工學教育協會(ASEE)는 ECDD의 工學教育에 대한 새로운 研究를 위촉받아 最終報告書를

1963년에 發刊하였다. (2) 이 報告書에서 다음과 같이 設計教育에 대하여 評價하고 있다.

“設計는 工學의 中心이며 앞으로 그 重要性이 더욱 증대될 것이다. 그러므로 設計의 創造的 講義에는 實驗과 發展된 教育學의 기회가 부여될 것이다. 어려운 問題의 하나는 大學의 教授들이 實際 設計經驗이 없다는 것이다.” 이런 결과로서 R.G. Colclaser, Jr.는 다음과 같이 지적하였다 (3). “新入技術社員들은 優秀한 理論的 背景과 數學과 컴퓨터 使用法에 잘 熟練되어 있으나 產業界에서의 엔지니어의 역할과 어떤 일이 주어질 것이라는 것을 모르고 있다.”

ASME Design Division Education Committee는 1971年 報告書 (4)에 다음과 같이 論評하였다. “設計科目을 부과하는 결정적 問題는 教授들의 능력에 집중된다. 더우기, 設計를 교수하는 能力분 아니라 많은 關連科目에 대한 工學的 觀點에서도 能力이 요구된다. 우리 大學들이 이 問題를 直視하지 않는 한, 教授의 學問的 資質에 關係있는 技術的 經驗을 첨가하고, 또한 채용과 승진에 있어 이를 고려하지 않는 한, 우리는 증대한 問題에 봉착될 것이다.”

결론적으로 工學教育者和 現場技術者들은 다음의 몇 가지 點에 合議하였다.

1. 設計는 분명히 別個의 分野로서 工學教育課程의 한 部分이 되어야 한다.
2. 產業界에서 생각하고 있는 것 같이 工學理論을 實際問題에 應用하는 것은 教科課程의 基礎工學科目에 들어가야 한다.
3. 一部 教授들은 產業界의 實務에서 중요한 경험을 쌓아야 한다.

이와 같은 배경속에서 Engineering Case Study (5), 產業體와 連關시킨 課題의 수행 (6) 등이 활발히 論議되고 있다. 이와 같이 美國에서는 設計教育의 必要性을 切感하고 이를 效率的으로 실시하기 위한 方案으로써

\* 正會員, 延世大學校 工科大學

教授의 現場經驗의 重視와 産業體와 學校의 協力에 의한 設計教育프로그램의 運營등을 펴하고 있다.

3. 이스라엘에서의 設計教育프로그램

1975년에 發表된 이스라엘의 벤-구리온大學校의 設計教育프로그램<sup>(1)</sup>은 비교적 그 내용이 상세하여 우리에게 많은 참고를 주고 있다. 이 報告書에서 Zahavi 教授는 다음과 같이 쓰고 있다.

벤-구리온大學校의 機械工學科 커리큘럼은 유럽大陸의 大學들의 것을 따랐다. 이것은 전통적인 教授方法으로써 대부분이 講義이고 일부는 設計課題로 되어 있다. 最近 數年間에 급속히 發展하는 地方의 産業體로부터 設計工學 (design engineering)에 대한 커리큘럼을 改正하여야 한다는 不平이 나오고 있다. 設計工學에 대한 지금까지의 커리큘럼을 分析한 결과 이들 要求條件에 맞지 않음을 알게 되었다. 즉, 지금까지의 커리큘럼은 주로 간단한 設計問題를 풀고 관련된 理論을 설명하는데에만 置重하였고, 問題의 查 뜻을 발견하고 創造的 構想으로 이끄는 데에는 소홀히 하였다.

우수한 學生이나 젊은 엔지니어들은 理論의 應用을 위한 잘 설명된 問題를 해결하는 방법은 알고 있지만 몇 개의 理論이 겹쳐져 있는 問題를 만나게 되면 어느 것을 먼저 적용할 것인지를 알지 못하고 있다.

그러나 새로운 커리큘럼에서도 반드시 성공한다는 보장은 없다. 設計教育의 改善을 위하여 美國에서 일고 있는 경향을 살펴보았다. Stanford University의 Roth 教授는 한 學期를 머물면서 새로운 設計教育에 대하여 많은 諮問을 하였다.

이 學科의 設計教育의 改善策은 다음과 같다.

機械工學科의 4年過程에서 每 學年에 알맞는 課題를 주며 이들은 設計工學커리큘럼의 뒷받침을 받는다. 이들 課題는 다음과 같다.

1. 工業製圖는 1學年에 가르치며 製圖가 設計過程에서 어떻게 應用되는가를 보여주는데 노력한다.
2. 設計工學入門을 2學年에 가르친다. 이 教科에서는 設計工學의 각 分野에 고루 걸쳐 설명하고 設計問題를 어떻게 정의할 것인가 하는 것을 훈련시킨다.
3. 機械設計는 3학년에서 가르친다. 이 科目에서는 機械設計問題를 자세히 설명한다.
4. 設計工學課題를 4학년에게 부여한다. 이 課題에서 學生들은 복잡한 設計課題를 받아 4年間に 배운 工學知識을 應用하여 이를 해결하도록 한다.

設計技術者는 근본적으로 새로운 것을 創造하는 것에 관련되어 있다. 훌륭한 設計技術者가 된다는 것은 創造者가 됨을 의미한다. 앞에서 설명한 것 처럼 이것은 問題를 定義할 수 있는 能力과 이를 解決할 수 있는 技術을 모두 갖춰야 될 수 있다. 이 기술을 學生들에게 가르친다는 것은 創造力을 기르는 것이며 이것이 改善의 주된 關心事였다.

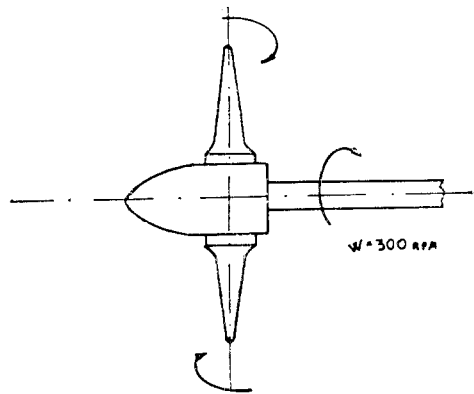
設計教育을 強化하기 위하여 教授要目の 전반적인 改善이 이루어졌다. 즉, 工業製圖, 設計工學入門, 機械設計 및 設計課題에 대해서 檢討를 계속하고 있다. 새로운 方法은 學生들로 하여금 후반에서 배기기만하는 受動的 태도를 버리고 指導를 받으면서 一連의 設計經驗을 얻도록 함에 있다. 이것은 學生 스스로 해내야 하는 課題에 의하여 수행되었다.

機械設計는 講義와 設計課題로 구성된다. 이 科目은 3學年 1.2學期에 걸쳐 주어진다. 이 프로그램은 適當 4時間의 學校授業과 4時間의 숙제로 진행된다. (숙제는 주로 設計課題로 주어진다.) 講義는 대부분의 大學과 마찬가지로이므로 特異한 것은 設計課題이다.

設計課題에서 學生들은 技術的으로 創造力을 키우며 技術的 解決을 찾도록 훈련된다. 1年期間中에 學生들은 각자 스스로 3개의 課題를 완성하여 제출한다. 課題들은 다음과 같다.

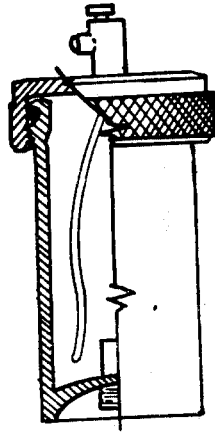
課題 1 : 機械設計入門

學生들은 機械的 器具의 概略圖를 받아 設計 示方에



----- : 17700  
 ----- : 17720

Fig. 1. Project One: design of variable pitch propeller for motor boat use



구멍 :  
 윤곽 :

Fig. 2. Project One: design of a portable cosmetic sprayer. The sprayer can be repeatedly refilled and pressurized by the user

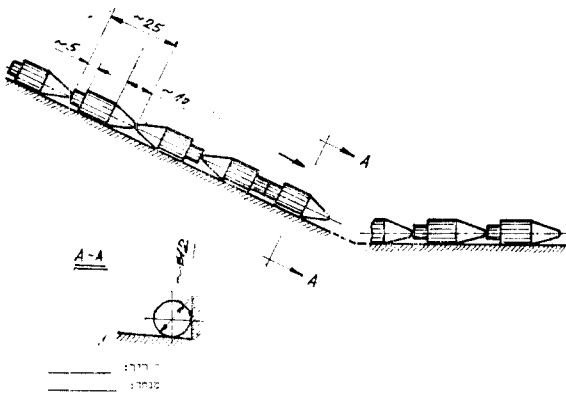
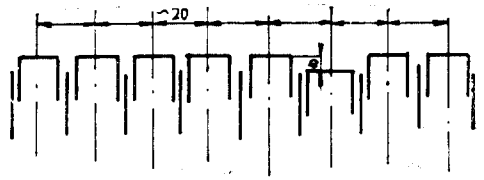


Fig. 3. Project One: design of an apparatus in a production line to correct the direction of the moving production items

맞는 것으로 修正 또는 完成하여야 한다. 學生들은 여러가지 解를 摸索하고 그 중에서 가장 좋은 것을 고르도록 한다. 學生들은 각기 다른 器具設計課題를 받는데 Figs. 1~5에서 이들 課題의 例를 보여준다. 그림에서 보는 것처럼 課題들은 치수 또는 荷重條件을 주지 않으며 따라서 理論的이 아니고 圖式的으로 問題를 해결하도록 한다. 學生들은 2개 이상의 解答을 내어야 하는데, 이것은 모든 設計는 여러개의 解가 있음을 알려주



구멍 :  
 윤곽 :

Fig. 4. Project One: design of a system of control buttons for a taperecorder. The system is so designed that only one button can be pushed at a time.

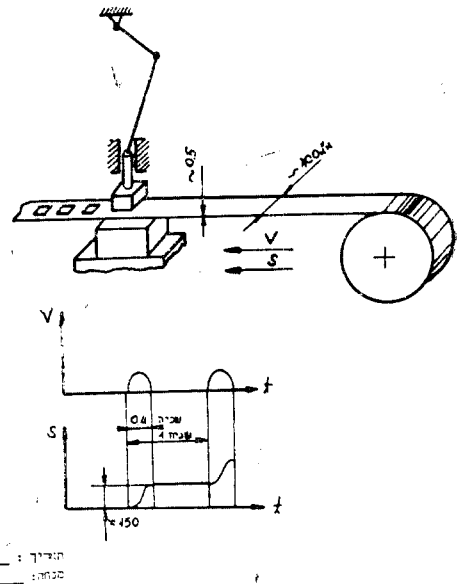
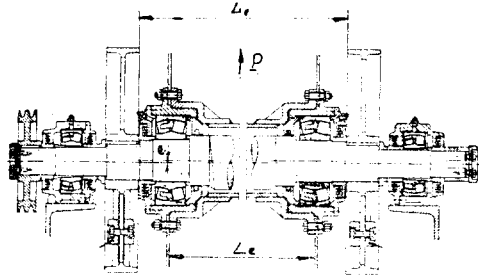
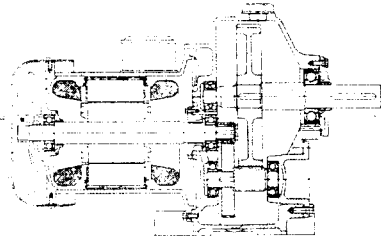


Fig. 5. Project One: design of a punching apparatus for punch holes in a moving metal strip

기 위함이다. 이 課題에서는 製圖規定에 구애되지 않고 學生들이 임의의 表示法으로 構想을 나타내도록 한다.

課題2 : 機械設計解析

學生들은 示方書가 첨부된 組立圖를 받는다. 學生들은 組立體의 몇가지 部品을 解析하고 部品圖를 그려야 한다. Figs. 6과 7에서 이들 課題의 例를 보여준다. 課題 1에서와는 달리 이 課題에서는 學生들이 마음대로 問題를 解析할 수 없다.



	$\omega_1$ rpm	$\omega_2$ rpm	$M$ kg/cm	$L_e$	$L_R$
1c	3000	300	1200	5,0	2,15
2	1500	800	1000	3	2,5
3	750	450	600	2	2,5

	$L_e$	$L_R$	$n$	$D$	$e$
	mm	mm	mm	mm	mm
N	1400	900	1500	500	5
2	1000	500	1000	400	4
3	800	250	750	300	3

Fig. 6. Project Two: electric motor with reduction gear box. The student has to design the shafts and select the bearings

Fig. 7. Project Two: vibrator shaft assembly. The student has to design the shaft and wheels and select the bearings

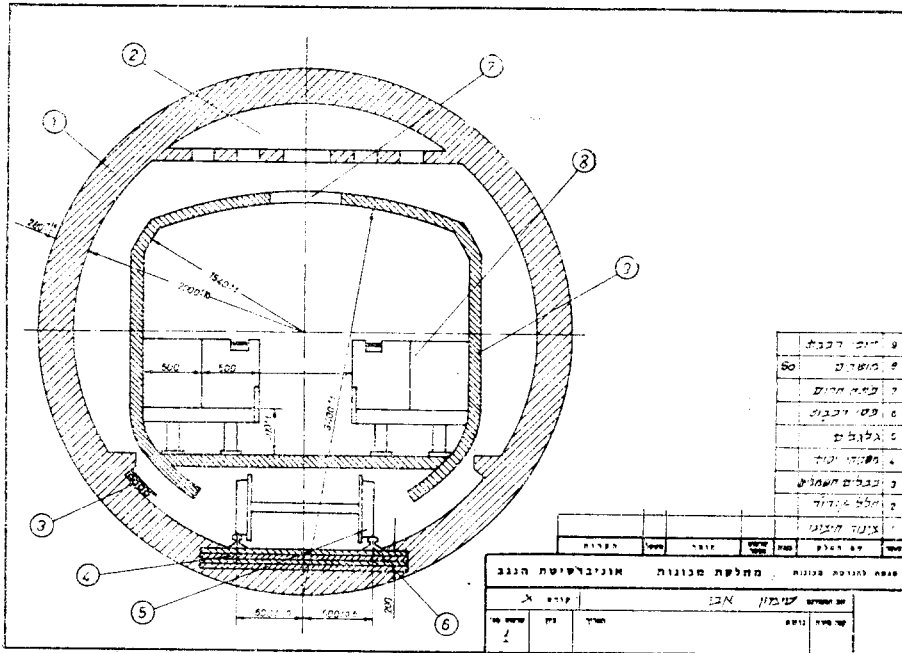


Fig. 8 Project Three: mass transit system. Part (a), 1 cross section

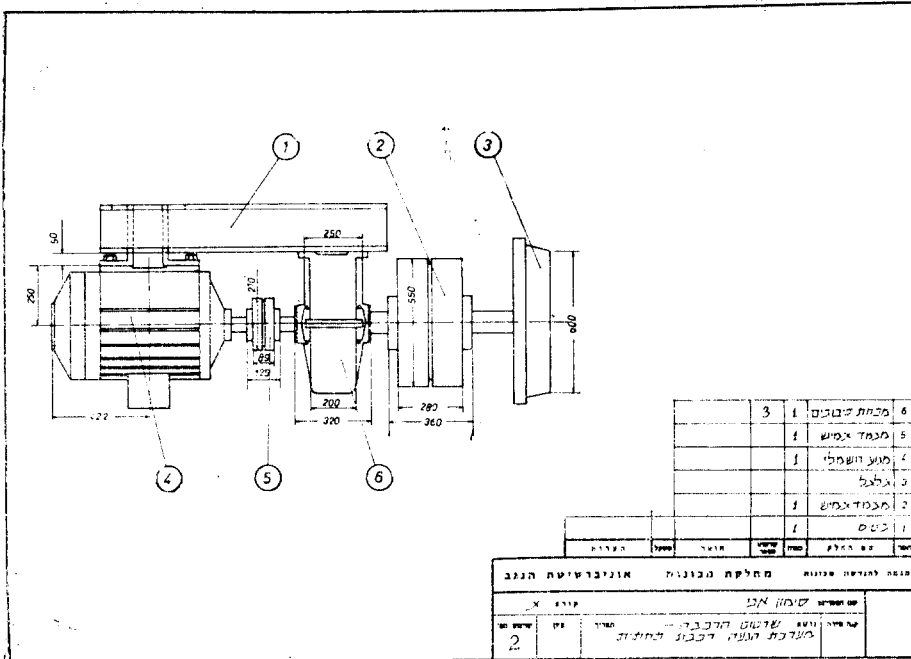


Fig. 9. Project Three: mass transit system.  
Part (b), drive assembly

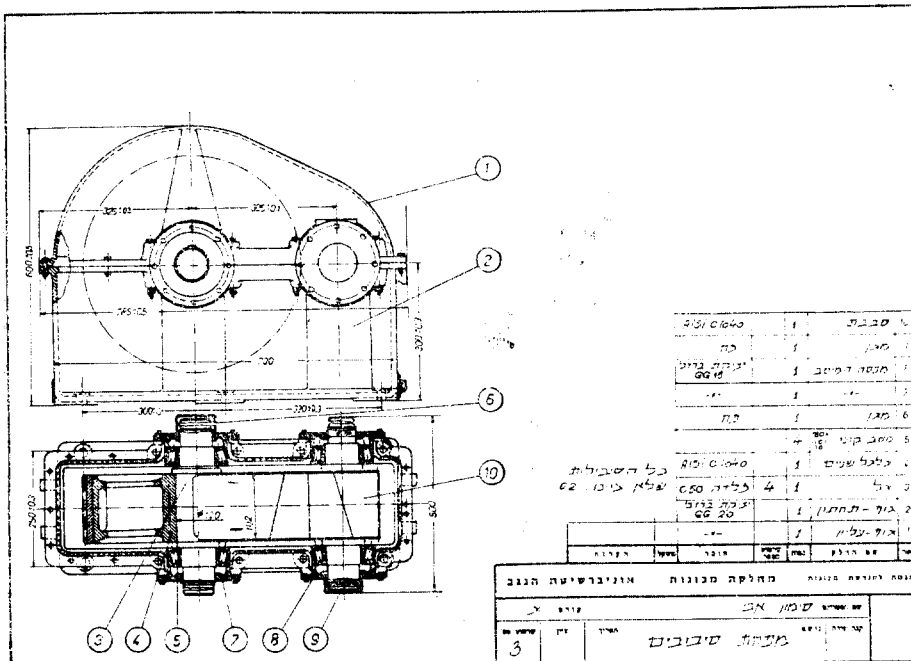


Fig. 10. Project Three: mass transit system.  
Part (c), reductor assembly

學生들은, 특히 壽命을 고려하면서, 자세한 強度計算을 하여야 한다. 回轉軸이 있는 경우에는 반드시 危險速度를 圖式解法으로 구해야 한다. 部品圖를 製圖함에 있어 반드시 製圖規則에 따라야 하고, 치수의 公差를 기입하고 材料를 選擇하며 加工에 필요한 註를 달아야 한다.

### 課題 3 : 機械의 計劃과 詳細設計

學生들은 要求條件이 적힌 課題를 받아 이를 만족시킬 機械 또는 시스템을 設計한다. 이 設計는 전반적인 計劃과 詳細設計를 요구한다. 學生들은 市中에서 구입할 수 있고, 加工할 수 있는 材料와 加工方式으로 자유롭게 設計하고 部品를 選定할 수 있다.

Figs. 8,9,10은 MASS TRANSIT SYSTEM의 課題를 學生들이 解決한 典型的인 例이다. 여기서는 紙面 관계로 詳細圖는 빼고 組立圖만 보여준다.

위에서 설명한 3개의 課題들은 모두 設計技術者의 지도와 감독을 받으면서 進行된다. 절대로 大學院生 助教가 지도하지 않는다.

우리의 改善方案은 시작되지 얼마되지 않아 완전한 結實을 얻었다고는 말할 수 없다. 계속 評價하고 修正할 것이다.

## 4. 機械設計教育의 改善方案

우리나라 機械工業界에서의 人材難은 미부로 느끼기에 너무나 강한 것이어서 아픔을 느낄 정도로 쓸만한 사람을 구하기가 어려워 졌다. 이런 결과로 아직 卒業式도 치루지 않은 新入社員에게 크레인設計 또는 化學裝置의 設計를 마치는 실정이다. 그러나 아직 이들 新入社員은 設計를 어떻게 수행하여야 하는지 모르고 있으며, 圖面을 보고 機械의 大略을 立體的으로 느껴줄도 모르는 상태이다. 이런 現象은 過渡期的이라고 할 수는 있어도 우리나라 設計教育이 改善되어야 한다는 데에는 異論이 있을 수 없다.

지난 10餘年間的 筆者의 경험을 토대로 하여 생각할 때 다음과 같은 改善이 이루어져야 한다.

첫째, 工業製圖教育의 改善이다. 지금 많은 大學에서는 1學年에서 圖學을 가르치고 있으며, 2學年에서 機械製圖를 실시하고 있다. 160學點制에서는 3學年에서 設計製圖라는 科目으로 製圖教育을 실시한 적도 있으나 實驗大學이 되면서 專攻科目의 축소로 인하여 3學年에서의 製圖教育도 거의 없어지고 말았다.

따라서 겨우 4學點 정도의 製圖教育이 실시되고 있는

데, 그 質에 있어서는 부끄럽기 한이 없다. 現在 市販되고 있는 대부분의 機械製圖 教科書는 日書를 많이 참조하였기 때문에 어떻게 製圖하고 어떤 것이 바른 방법인가 하는 것은 보여주지 못하고, 다만 잘 그린 製圖例를 보여주는데 불과하다. 더우기 KS의 製圖通則은 每3年마다 조금씩 改正되고 있어 어느 것이 올바른 製圖인가를 알아보기도 어렵게 되었다.

그러므로 짧은 시간에 製圖의 規則과 作圖法을 이해시키기 위해서는 教材의 革新과 教授方法의 改革이 따라야 한다. 筆者의 경험에 비추어 보아 工業製圖는 1學年에서 교육하여야 하고, 工業圖學은 생략하는 수밖에 없다. 工業製圖도 時間을 절약하기 위하여 課題集을 이용하여야 하며, 깨끗하게 그리는 것 보다는 바르게 그리는 工夫를 교육하여야 한다.

둘째로 機械要素設計에서의 脫皮이다. 現在 대부분의 機械設計 教科書는 機械要素의 解析에 置重하고 있다. 機械要素設計를 안할 수는 없으나, 필요이상으로 자세한 理論의 解析은 現實的으로 非經濟的이다. 機械要素에 주어진 時間을 절약하여 3~4學點으로 마치고 나머지 時間은 機械시스템의 設計에 주어져야 한다.

機械設計시스템은 다음과 같이 構成하는 것이 바람직하다.

第1章 動力源·原動機

第2章 動力傳達機構

第3章 作業裝置

第4章 制御機構

第5章 設計計劃

第6章 設計課題

위의 各章의 내용은 解析的인 것이 아니고 現存하는 각종 機械 또는 裝置를 選定할 수 있도록 하는데 重點을 두어야 한다.

세째로 卒業設計課題를 이용한 종합적 設計能力의 向上이다. 筆者의 機械工學科에서는 1963년부터 卒業設計를 必須로 하여 왔다. 實驗大學이 되면서 부득이 卒業論文 또는 卒業設計중 擇一하는 것으로 축소되긴 했어도 15年의 經驗을 가지고 있다. 卒業設計를 지도함에 있어 教授負擔의 增大와 設計資料의 不足등 어려움이 많이 있으나 卒業設計課題를 수행하는 동안 學生自身이 얻는 設計經驗은 設計技術者로서 값진 教育을 받는 것이 된다.

이상으로 工科大學 機械工學科에서의 機械設計教育에 대하여 檢討하였다. 오늘과 같이 教授와 助教를 확보하기 어렵고 專門書籍도 거의 없는 실정에서 理想的인 設

計教育을 실시한다는 것은 不可能할지도 모른다. 그러나 우리나라의 앞날을 생각할 때 創造力을 기르는 設計教育이 없이는 機械工業의 發展을 기대하기 어렵다.

앞으로 機械設計教育의 改善에 대하여 關係되신 여러 분의 활발한 論議가 있길 바라며, 이 글이 契機가 되었으면 하는 마음 간절하다.

### 參 考 文 獻

1. Stoecker, W. F., Design of Thermal Systems, McGraw-Hill Book Co., 1971.
2. Walker, E. A., Chairman Goals Committee, "Final Report: Goals of Engineering Education," ASEE, January 1968.
3. Colclaser, R. G., Jr., "A Design School for the Young Engineer in Industry," Engineering Education, March 1968.
4. ASME Policy Board, Education, "The Formal Education of Mechanical Engineers," Mechanical Engineering, October 1971.
5. Hirsch, R. A., "The Case Method as a Means of Achieving Industry-University Interaction in Design Education," ASME Paper 74-WA/DE-27.
6. Mortimer, R. W. and Koerner, R. M., "Integrated Industry/University Design: Fact or Fiction," ASME Paper 74-WA/DE-28
7. Zahavi, E., "At the Beu-Gurion University of the Negev," ASME Paper 75-DE-46.