

機械工學에서의 設計・製圖教育

鄭 世 喜

(全北大 精密機械工學科 教授)

I. 처음에

科學과 技術의 發展이 하루가 다르게 進展되어 가는 오늘날에 있어서 “工學教育은 어떻게 해야 되는가?”는 우리뿐만 아니고 世界各國이 共通의으로 안고 있는 問題라고 할 수 있다. 이는 빠른 速度로 進歩해 가는 科學과 技術의 發展速度에 맞추어 일정하게 正해진 最善의 教育이 存在할 수 없을 뿐만 아니라, 教育의 內容과 方法은 科學과 技術의 進歩와 더불어 끊임없이 變해가야 하기 때문이다. 이러한 중에서도 최근 들어 더욱 問題가 되는 것은 大學에서의 設計・製圖教育에 관한 것이다.

종래, 工學教育의 目的은 학생에게 設計能力을 길러 주는 것이라는 說도 있다. 機械工學에 한정하여 생각할 때, 機械工學은 機械設計가 중심이 되어 出發한 것이라고 할 정도였다. 그러함에도 불구하고 設計教育이 논란의 對象이 되는 것은 機械設計 범위가 너무 광범위하고, 강력한 教科인 것에 기인한다고 할 수 있다. 다시 말하면 機械工學의 全教科는 機械를 創造하거나 改善하기 위한 設計能力의 부여를 指向하고 있으며, 각각 專門의으로 발전해 갔기 때문에 機械設計라는 科目 自體는 그 位置가 애매모호해진 것이라고 볼 수 있다.

한편, 機械製圖는 그 教科 內容이 無味乾燥한 製圖規格의 암기라든가 어느 程度의 기량을 요구하는 實技科目이라는 데서 教育의 어려움이 있게 된다.

1960年代 初부터 成功的으로 이루어져 왔던 經濟成長과 產業構造의 改善을 뒷받침할 機械工業育成的의 일환으로, 設計教育改善은 수없이 요구되어 왔다. 이에 따라 大學에서는 教育內容을 改善하고, 機械設計를 專攻하는 學科를 設置하는 등 보다 나은 設計教育을 위하여 수많은 努力을 기울여 왔음에도 大學에서의 設計・製圖教育이 不信의 對象이 되고 있음은 숨길 수 없는 사실이다.

本稿에서는 이러한 疑問과 批判을 받고 있는 機械設計 및 製圖教育의 改善을 위한 問題提起라는 의미에서 이들에 대한 教育現況과 問題點을 살펴본다.

II. 設計의 意味

設計란 무엇인가라는 물음에 대하여 答을 한다면, 한 마디로 그것은 “概念의 實體化”라고 말할 수 있다. 人間이란 머리 속에서의 思考를 現實의인 것으로 실현시키는 本能的인 能力을 갖고 있다. 이러한 能力의 所產은 藝術에 있어서의 作品이나, 文學에서의 創作 등과 같이 그 對象과

過程이 多種多樣한 것이다.

工業의 경우는 生産物로서의 製品 또는 system 등이 基本的으로 이 能力의 結果라고 할 수 있다. 따라서 이들의 모두는 어느 것이나 概念의 實體化라고 말할 수가 있다. 藝術이나 文學活動에 있어서는 만드는 것에 先行하는 概念은 명확하게 解明할 수가 없다. 그러나 工業技術의 경우에는 製作에 대한 概念의 先行性은 현저한 것으로 工業에서는 이들을 要求仕樣이라고 부르고 있다. 따라서 工業製品은 이들 仕樣이 충족될 때 비로소 製品으로서 인정되며, 이러한 概念 즉 仕樣이 없는 製品은 存在할 수가 없다. 이와 같이 어떤 目的이 명확히 概念으로서 형성되고 표현되어 要求에 대응하는 實體가 具體化되는 過程을 우리는 設計라 부르고 있다. 따라서 “設計가 무엇인가”라는 基本的인 물음에 答을 하기 위해서는, 이 概念을 어떻게 體系의으로 具體化시키는가를 살펴보는 것이 순서라고 생각한

다.

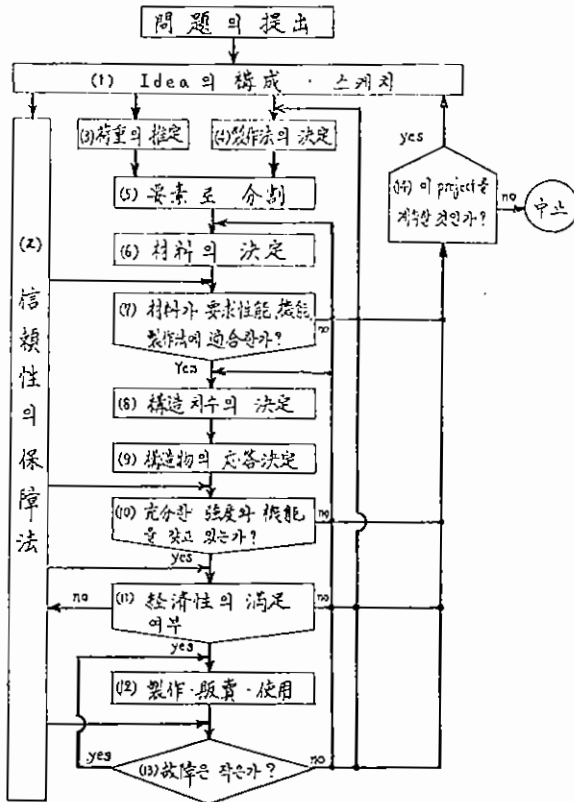
〈圖-1〉은 일반적으로 잘 알려진 構造物의 設計 順序를 flow chart의 형식으로 圖式化한 것이다. 이 圖에서 볼 수 있는 바와 같이 製作하고자 하는 機械가 정해지면 첫 단계로, 그 目的에서 요구된 性能과 機能을 확인한 다음, 그것에 적합한 機構를 構想하고 概略을 스케치하게 된다. 많은 경우, 이 단계에서 製品의 成立如否에 대한 評價의 大勢가 정해지게 된다. 스케치에서 필요한 素描能力은 後述의 製圖教育에서 얻어지며, 이 素描機能을 기르는 것이 製圖教育의 한 目的이기도 하다. 여기에서 製作에 대한 確信이 서는 경우 作業은 다음 단계로 이어지게 된다. 다음 단계로, 信賴性的 保障法이 결정되게 되며 設計內容의 구체화로 製品의 形狀과 치수 그리고 素材 등이 결정되게 된다. 여기까지 결정된 製作品은 일단 그 性能을 判定받게 된다. 뒤이어 製作方法과 經濟性的의 검토를 거치게 되며, 높은 經濟性이 인정될 때 이 製品은 製作과 販賣의 단계에 이르게 된다.

設計는 위에 열거한 많은 過程의 行動을 反復함으로써 이루어지는 것이다. 이들 設計行動을 원활하게 하기 위해서는 필요한 知識과 能力을 미리 習得하고 걸러 놓지 않으면 안 되는 것이다. 設計에 앞서 習得해야 할 能力들을 들어 본다면, 다음과 같은 것이 있다.

- (1) 人文社會科學의 價値를 設計行動 속에 살리는 能力
- (2) 필요한 때에 필요한 사람과 效果의으로 情報를 交換하고 協議를 할 수 있는 能力.
- (3) 工學, 數學, 科學을 批判的으로 배우는 能力
- (4) 技術에 관한 폭 넓은 知識을 필요로 할 때는 깊게 追求하는 能力
- (5) 概念設計를 行하기 위해서 知識을 効果적으로 組織할 수 있는 能力
- (6) 實在의 model을 더욱 發展시키는 能力
- (7) 設計나 研究를 最適條件으로 하게 할 수 있는 能力
- (8) 高度의 專門的 知識의 位置를 技術의 體系 속에서 찾을 수 있는 能力

이상과 같은 能力을 養成하기 위해서는, 工學

構造設計의 順序



〈圖-1〉 (山本, 塚團體力學岩波書店)

의 모든 것을 배우지 않으면 안 되는 결과가 되었다.

Ⅲ. 종래의 “機械設計” 敎育

設計가 概念의 實體化이며, 設計에 필요한 知識이 방대한 것임은 앞서 밝혀 왔다. 이를 機械工學에 한정시켜 생각한다면, 機械設計는 要素의 強度를 결정해 주는 데 必要한 固體力學을 비롯하여 機械運動學, 熱力學, 流體力學, 材料學 그리고 加工學 等 機械工學의 거의 모든 專門分野는 물론이거니와 計量經濟學과 같이 機械工學의 領域밖에 있는 專門知識까지도 상당수 활용해야 되는 綜合的인 것임을 알 수 있다. 그러나 이와 같이 광범위한 設計의 關聯知識은 그동안 각기 그 專門分野別로 進歩하였기 때문에, 學問으로서의 設計는 점차로 그 위치가 애매하게 되어 왔다고 볼 수 있다.

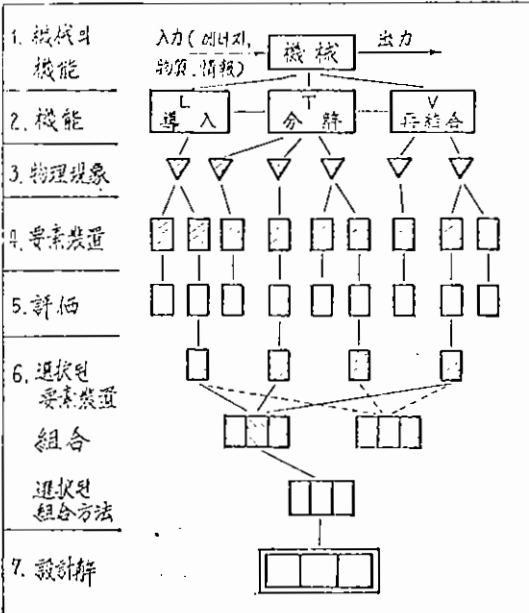
따라서, 지금까지의 機械設計는 정확히 말하여 「機械要素設計」 또는 「機械要素計算法」이라 할 수 있는 것으로 변하여 왔다. 이 敎育의 의도는 볼트, 너트, 치차, 車軸 등과 같이 기본이 되는 機械要素에 관한 知識을 얻게 하는 것과, 強度의 計算, 치수의 決定 등과 같이 要素를 設計

할 때 必要한 가장 基礎的인 計算法을 익히게 하는 데 있다.

이러한 의도 하에서 수행된 敎育의 結果로 얻어지는 것은, 첫째로, 機械를 構成하는 데 있어서 基礎가 되는 機械要素에 대해서 확실하고 정확한 知識을 심어줄 수가 있으며, 둘째로, 要素의 設計計算을 통하여 基礎的인 學問을 실제로 應用할 때의 方法論이나 具體的인 方法을 敎育할 수가 있으며, 셋째로, 實際的인 要素를 事例로 하여 設計의 順序와 方法을 배우게 할 수가 있다.

여기서, 機械란 무엇인가를 살펴 보자. <圖-2>는 Rodenacker 등이 전개한 設計論에서 製品으로서의 機械가 하는 일과, 그 製品을 構成하는 要素와의 關聯을 構造的으로 나타낸 그림이다. 여기에서 보면, 機械가 하는 일은 一般的인 入力로서 취급된 에너지, 材料, 信號 등을 다른 形態의 것으로 變換시키는 것이라고 생각하고 있다. 즉, 機械란 에너지, 材料, 信號 等의 形態로 入力된 것을 一次 分解한 다음 다른 形態의 것으로 再結合하여 出力시키는 것이라고 규정하고 있다. 여기서의 導入, 分解結合은 機械의 3大機能이라고 불리어지며, 이와 같은 機能을 실현시키는 데 必要한 것은 物理的인 現象이다. 따라서, 이와 같은 物理現象을 발생하게 하는 要素가 機械를 구성하는 것이다. 다시 말하여 機械는 모든 信號를 變換하는 變換系이며 그 變換을 構成하는 各 要素機能에 대응하여 物理系로서의 要素가 있게 된다. 이들을 結合하면 要望하는 機能을 갖는 變換系 즉 機械가 얻어지는 것이다.

이상에서 밝힌 機械의 概念을 통해 볼 때, 종래에 실시해 왔던 設計敎育은 全體的인 設計過程 중에서 要素裝置와 그 機能에 重點을 둔 敎育이라고 할 수 있다. 이와 같은 敎育內容은 당초이 敎育이 의도했던 바와 같이 要素에 대한 정확한 知識을 부여해 준다는 데 큰 意義가 있으며 機械工業의 發展에 큰 역할을 해 온 것도 사실이다. 그러나 이러한 敎育體系는 機械要素에 대한 知識이 일반적으로 잘 알려지지 않았던 때에 확립되어진 것으로, 工業化가 進展된 現在까지도 큰 검토없이 그대로 지속시켜야 할 것인지는 의문이 아닐 수 없다. 그것은 근래에 中·高等學校 敎育課程 속에 斷片的이나 機械要素에 관한



<圖-2> 機械의 機能分析과 綜合(Rodenacker)
 [日本機械學會誌, Vol. 841, No. 749, p. 329 (1981)]

教育內容이 들어 있고, 機械要素에 관한 간단한 知識이 一般化된 現재에 있어서 機械設計教育이 종래와 變함없이 機械要素에 관한 概念的인 知識을 전해 주는 것이라고 할 때 學生들에게는 아무런 知的 興味를 일으키게 할 수가 없다. 또한 要素設計에서 사용되는 解析法은 關聯學科에서 이미 特출한 것들이 상당량 重複되고 있어서 「機械設計는 새로운 內容을 教授하는 것도 아니며 設計講義를 이수했다고 해서 바로 實際의 設計에 活用할 수도 없다」라는 新랄한 批判을 면할 수가 없다.

設計教育의 目的이 앞에서 밝혔듯이 어떤 機械를 創造하거나 改善하는 能力을 심어 주는 데 있는 것이라면, 종래와 같은 要素論의이고 解析中心의 教育에서 탈피하여, 요즘 강력히 요구되는 綜合能力과 獨創性의 訓練이 겸비된 새로운 設計教育이 생각되어져야 할 단계에 이르렀다고 본다.

Ⅳ. 製圖教育

製圖는 工學言語이며, 意思傳達에 필요한 것으로 設計의 최종 단계에서 製品을 만들기 위한 他人과 의 對話手段으로 쓰이는 것이라 말할 수 있다. 이런 의미 를 갖는 製圖의 機能에는 情報의 傳達機能, 情報의 保存機能 그리고 情報의 作成機能 이 있다. 이 중에서, 세 번째의 作成機能은 情報作成의 수단으로서 設計者가 자기의 着想을 圖面上에서 現實化시키는 思考作用으로 設計思考의 發展에 기여하는 것이다. 그렇기 때문에 이 機能은 製圖의 機能 중에서도 가장 중요한 것으로 취급되며, 製圖教育에서 이를 소홀히 했을 때는 이미 그 意義는 상실했다고 해도 지나친 말은 아니다. 더욱기 장차 開發部分에서 일하게 될 高級技術者를 양성하는 大學에서 製圖를 教育하는 意義도 여기에 있다고 말할 수가 있다.

따라서 製圖教育의 目的은 工業言語인 製圖에 관해서 製圖能力과 識圖能力을 부여하는 데 있다. 製圖能力은 일정한 規則에 따라 정확하고 신속하게 자기의 構想을 圖面に 表現시키는 것이다.

실제적으로 製圖業務는 자기의 意志를 圖面에 具現시킴과 동시에, 그 作成過程에서 자기의 思考를 한층 높이는 機能을 갖고 있기 때문에 設計에서 重要한 역할을 하고 있다. 따라서 教育의 內容에 있어서는 단순한 作圖能力만이 아니고 圖面上에서 생각할 수 있는 점을 부여해 주는 것이 絕對적으로 필요한 것이다.

이에 대하여 識圖能力은 製圖能力과는 相對的인 것으로 他人이 作圖한 圖面을 얼마나 정확하고 빠르게 읽을 수 있는가이다. 이것은 製圖能力이 얻어지게 되면 자연히 習得되어지는 것이다. 그러나 圖面에서 設計意圖까지 읽을 수 있기까지 는 부단한 努力과 상당한 수준의 工學的 素養을 필요로 하는 것이기 때문에, 製圖教育에서 는 이에 대한 배려도 중요한 것이다.

한편 大學에 있어서 製圖教育의 實相을 보면 그 重要性이 인정되어 많은 時間을 이에 할애하였음에도, 教育효과가 적고 學生들이 쉽게 興味를 갖지 못하는 科目으로 되고 있다. 그 이유로서 는 工學言語에서 文法에 해당하는 製圖規格을 거의 암기위주로 외워야 되고 또한, 學科內容이 實技를 통하여 製圖手法을 익혀야만 된다는 것으로 볼 수 있다. 따라서 機械工學에서 보다 바람직한 製圖教育의 定着化를 위해서는 學生들이 製圖의 必要性을 확인하고, 지루한 연습을 싫증 없이 反復해 갈 수 있도록 하는 教授方法의 모색이 시급한 課題로 되어 있다.

Ⅴ. 機械設計·製圖教育의 當面課題

지금까지 機械設計와 製圖教育의 意味를 다시 생각해 봤으며, 現況을 살펴보았다. 새로운 機械設計·製圖教育을 위한 當面課題가 무엇인가를 생각할 때, 우선 들 수 있는 것은 設計·製圖教育의 目的과 機械工學 속에서의 位置의 再定立이라 할 수 있다.

設計는 上述한 바와 같이, 綜合을 主體로 한 學問임이 밝혀져 있음에도 종래의 教育은 解析에 重點을 두어 왔다. 물론 解析을 主體로 한 教育內容이 綜合의 基礎로 되고 있음은 부정할 수 없으며, 종래의 方法으로 教育을 하는 중에 綜合能力은 자연히 익혀진다고도 말할 수 있다.

歐美를 비롯하여 이웃인 日本에서의 工業教育이 解析中心보다 綜合能力의 부여에 큰 比重을 두고 方向轉換을 하고 있는 이 시점에서, 우리의 設計·製圖教育을 舊態依然하게 一貫시킬 수만은 없는 것이다. 다행히 綜合을 중심으로 한 設計論의 學問體系도 점차로 이루어지고 있다. 따라서 우리는 우리의 教育與件과 現實을 감안하고 이러한 要求에 부응할 수 있는 設計教育의 方向設定이 時急한 것임을 말할 수 있다.

다음으로는 體驗的 設計教育 問題를 생각할 수 있다. 設計製圖教育에는 客觀化시킬 수 있는 부분과 할 수 없는 부분이 있다. 前者는 講義에 의해서 교육될 수 있으나, 後者는 學生 개개인이 실제로 손을 움직이고, 체험할 때 비로소 習得되는 부분이다.

設計의 對象이 다음에서 다음으로 다양해지고 있는 現在, 이들을 전부 體驗한다는 것은 생각할 수도 없다. 그렇기 때문에, 體驗的 設計教育은 非能率的이라 할지도 모르나, 學生의 對應 자세에 따라서는 하나하나의 對象을 일일이 體驗할 필요가 없다. 하나에 대한 全體設計 중에서 나타나는 여러 가지 問題點을 具體的으로 생각하고, 해결해 나가는 동안에 設計에 대한 감각을 한층 한층 쌓아 갈 수 있기 때문이다.

다행히 機械工學의 경우는 확고한 과거의 축적이 있다. 이것을 習得함으로써 設計에 대한 감각을 더욱 높일 수 있기 때문에, 初心者에게는 이 蓄積된 知識의 習得을 요구하고 있는 것이다. 따라서, 모범적인 圖面을 많이 보고 이것을 參考로 圖面을 作成해 볼 때, 機械가 무엇인가를 쉽게 理解할 수가 있으며, 獨創的인 機械를 構想할 수도 있게 된다.

設計製圖教育의 方法論으로 보면 이러한 體驗은 틀림없이 중요한 것이며, 設計·製圖教育의

本質的인 部分이라고 할 수 있다. 그러나 外見上 學問的인 인상을 주는 解析關係의 他科目의 教育에 比해서, 技能的인 것으로 보이는 設計·製圖教育을 어떻게 하면 學生들이 興味를 잃지 않고, 재미있고 매력적인 것으로 볼 수 있게 하느냐라는 問題가 있다. 이러한 問題는, 教育方法에 따라서는 반드시 어려운 것만이 아닐 수도 있다. 예를 들면 기존 圖面上 設定環境을 변화시켜 圖面の 修正을 하게 하는 方法이 있다. 또 하나는, 學生을 小그룹으로 나누고, 教授가 助言者가 되어, 부과된 과제에 대한 設計上의 토론 즉 設計方針, 設計의 構想, 設計計算 등을 수행하게 하는 方法이다.

다음으로 가장 큰 問題는 設計·製圖教育을 담당할 適任者를 찾는 일이다. 產業界와의 人事交流가 거의 없는 우리 實情으로는 大學에서 理論과 實務를 겸비한 適任者를 얻는다는 것은 실로 深刻한 問題가 아닐 수 없다. 이 問題는 大學단의 努力에 의해서 해결되기는 어려우며, 大學과 產業界와의 共同努力에 의해서 해결해 나가는 것이 바람직하다고 생각한다.

Ⅶ. 끝으로

機械工學에 있어서 設計·製圖教育을 어떻게 해야 되는가는 「設計·製圖」科目에 한정되어지는 問題가 아니고, 오히려 機械工學 全般을 關連시켜 다루어야 될 問題라고 생각한다. 그러한 뜻에 이 글은 氷山の 一角을 더듬었다고 보는 것이 옳겠다.

그러나 이 작은 글이 “새로운 設計·製圖教育”이란 커다란 문제를 생각할 수 있는 계기가 된다면 다행으로 여기겠다. *