

# 産業教育의 發展과 産學協同의 課題

李 寬  
 <蔚山工科大学長・工博>

## 1. 序 論

### 1. 産業教育의 發展

産業教育制度는 나라나 地方에 따라서 또한 歷史的인 背景에 따라 그 內容과 形式이 달라진다.

한 나라의 産業教育은 全體 社會的 關聯性을 고려할 때 各己 制度에 따라 혹은 企業別로 뚜렷한 職業教育訓練을 目的으로 하는 하나의 制度로 展開된다. 그러나 이들은 결코 任意의 方向으로 個別的으로 展開되지 않는다. 歷史적으로 보면 이들은 서로 連結되며 平行으로 展開되며 時間的으로는 서로 앞 뒤로 密着해서 進行된다.

이러한 過程을 거치면서 基本的으로는 “管理하는 層”과 “管理當하는 層”을 各己 教育對象으로 하는 二元化되는 職業教育訓練을 主調로 하는 教育制度로 發展해 나간다고 말 할 수 있다.

勿論 이 職業教育訓練은 먼저 “管理 當하는 層” 即 勤勞者를 教育對象으로 하는 技能教育을 基本으로 우선 發展돼 나갔다. 그러나 産業 및 技術의 發展, 生産의 擴大에 따라 産業社會의 要求에 따라 下級, 中級, 技術者 및 管理者의 養成을 위한 産業教育制度가 發展하게 되었다.

19世紀에서 20世紀初에 걸쳐 美國이나 歐洲의 先進工業國에서는 産業構造는 重工業을 基幹으로 再編成되어 가고 있었다. 이에 따라 傳統的

인 徒弟制度는 崩壞해 갔고 이에 代身하여 各種 實業學校가 職業教育訓練을 專擔하게 되었다.

機械를 利用한 作業方法의 客觀化와, 分業의 擴大는 새로운 熟練을 必要로 했다. 새로운 生産技術의 開發은 새로운 職種을 創出케 했으며 이에 따라 새로운 技術訓練을 必要로 했다.

그러나 이 모든 것을 實業學校에서 담당하기에는 實業學校로서는 너무도 많은 制限이 있었다. 即 工場에서 必要로 하는 技能과 學校에서의 技能教育에는 差異가 많았다. 實業學校에서의 機械設備는 産業體에서의 技術改革에 따라 直時 交替하기 힘들고 學校에서는 制限된 職種の 技能만을 教育시킬 수 있었다.

即 實業學校로서는 現實的으로 擴大되어 가는 産業界의 多樣한 技能教育에 對한 要求에 應할 수 없어 産業界는 獨自의인 訓練制度, 即 社內 혹은 企業內 訓練制度를 創出하게 되었다.

初期의 企業內 訓練은 徒弟學校와 職場訓練의 둘을 基幹으로 하는 것이었다. 그러나 教育內容이 現場作業과 지나치게 密着되어 一般教育的인 面이 결여되어 있어 새로운 教育訓練制度의 開發이 要求되게 된다. 여기서 脚光을 받기 始作한 것이 産業協同에 依한 職業教育 乃至는 産業教育이다.

### 2. 産學協同에 依한 産業教育

美國의 境遇 앞서 說明한 바와 같이 19世紀末에서 20世紀初에 걸쳐 産業構造가 重工業을

基幹으로 해서 再編成되어 가고 있었다. 이와 더불어 企業內的 分業이 深化擴大 되어 갔고 機械의 積極인 導入에 따라 作業이 技術的으로 細分化되고 同時에 生産過程의 作業分割이 進行되었다. 이때 問題가 된 것이 管理體制와 技能이다. 即 從來의 職長中心의 管理體制에 對한 再檢討이다.

從來 管理部署와 作業部署의 連結點에 位置한 職長에 代身하는 새로운 管理層이 登場하게 되었고 여기에서 이들 管理層의 教育訓練이 問題가 되는 客觀的인 基盤이 形成되어 갔다.

이 時期에 開發된 教育制度의 하나가 美國의 境遇 工業高等學校이다.

이들 工業高等學校는 前記 實業學校와 같이 手工業的인 熟練工을 養成하기 위함이 아니라 管理階層의 末端에 位置하는 職場管理者 換言하면 “産業下士官” 養成을 그 目標로 하였다. 따라서 歷史, 經濟, 英語를 가르치게 되고 數學은 特別히 重要한 課目으로 認定되었다.

이렇게 作業現場과 密着한 指導者의 養成이 工業高等學校의 主要目標이었으나 現實的으로 이의 實現은 그리 쉬운 일은 아니었다. 그 原因의 하나는 學校에서의 教育과 現場狀況과의 距離가 멀었다는 點이다. 여기에서 學校教育和 實際工場에서 이루어지는 作業을 連動시켜 보려는 努力이 싹트기 始作했다.

이들 技術管理者의 教育訓練에서는 이들로 하여금 技術의 習得과 管理의 知識 그리고 現場感覺(shop sense)을 몸에 붙일 것이 要求되었다. 그러기 위해서는 學校에서의 工夫와 現場에서의 作業이 서로 緊密히 連結되어야 했다.

産學協同에 의한 教育 및 訓練은 基本的으로 學校와 産業界의 協同行爲로서 代表的인 協同教育 訓練方式은 學校에서의 教育和 工場에서의 訓練을 交代로 行하는 것이다. 協同教育의 最初의 試圖는 1906年 美國의 University of Cincinnati에 의해서 이루어졌다.

## 2. 外國의 産學協同教育의 現況

### 1. 學部教育을 爲한 産學協同教育制度

#### 1.1. 美國의 Co-operative Education<sup>1)</sup>

美國의 産學協同教育(Co-operative Education)은 前述한 바와 같이 1906年 University of Cincinnati의 Herman Schneider 教授에 依해서 처음으로 試圖되었다. 처음 12個 工場과 28名의 學生間에 協定이 이루어져 學生은 大學과 工場 사이를 隔週로 다니며 夏期放學中은 3個月間은 全部 工場에서 勤務한 後 6年으로 大學을 卒業한다는 協同教育訓練方式이다.

學生은 2組로 나누어져 工場實習과 大學講義에 交代로 出席했다. 工場側은 學生들이 工場間을 移動하는 것을 許容했다. 例로 電氣機械技術課程에서는 1年半은 鑄造工場에서 다음 1年半은 機械工場 그 다음 2年은 整流, 制御署, 卷線, 組立, 檢査部에서 마지막 1年間은 製圖室에서 訓練을 받도록 되어 있었다.

1911年에 1次 實驗期間이 經過한 後 一段이 方式은 産業社會에서 받아들여 지게 되었다. 學生 立場에서는 적은 費用으로 訓練을 받을 수 있고 學校 立場에서는 設備의 經濟性과 教育의 效率이라는 點에서 産業體의 觀點에서는 現實的으로 必要한 高度의 技術을 準備할 수가 있다는 點에서 이 計劃이 받아들여 졌다고 보아야 할 것이다. 이 Cincinnati 計劃은 大學生을 爲한 計劃이었으나 大學社會에는 많이 普及되지 않고 그 代身 工業高等學校와 産業體間에서 이 種類의 産學協同教育制度가 많이 活用되기 始作했다

Cincinnati 計劃이 始作한지 55년이 지난 1961年까지만 해도 不過 65個 Co-operative Program 이 美國大學 內에서 進行되고 있었다.<sup>2)</sup> 그러나 最近 美國大學界에서의 産學協同教育에 對한 關心이 크게 높아져 1973年 現在 576個 프로그램이 進行中이며 245個 프로그램이 準備段階에 있었다.

#### 1.2. 英國의 Sandwich System<sup>1), 2)</sup>

英國에서는 오래 前부터 工業教育은 現場의

經驗없이 不完全하다는 認識과 함께 大學에서의 教育과 現場에서의 實習教育을 융합시키는 教育制度의 模索에 많은 努力이 傾注되었으며 Sandwich System 이라 불리는 오늘의 產學協同教育制度는 1956년에 始作되었다.

이 制度는 그 以前에 이미 오랫동안 實施되어 오던 放學을 利用한 實習, 卒業後의 徒弟制度等과는 달리 現場實習을 大學課程속에 包含시키므로서 學校에서의 理論教育內容과 實習教育內容이 密接한 聯關性을 갖게 하는 것이 그 特色이다. 特히 英國에서 Sandwich System을 “Planned Experience 即 計劃된 經驗”이라고 表現하기도 하는데 이는 이 制度의 한 面을 正確하게 엿 볼수 있게 하는 適切한 表現이라 하겠다.

Sandwich System은 普通 2種類 即 Thick Sandwich Course와 Thin Sandwich Course로 區分된다. Thick Sandwich는 2-1-1 制度라고도 하는데 學校 2年, 實習 1年, 學校 1年으로 이루어지는 制度를 말하며 Thin Sandwich는 現場實習을 全課程을 通해 比較的 短期間(6個月以下)의 實習을 여러 차례에 걸쳐 實施하는 방식이다. 이 基本型 외에도 學校에 따라 基本型을 약간 修正한 形態의 것들이 採擇되고 있다.

Sandwich Course를 履修하는 學生에게도 두 가지 類型이 있다. Industry-based의 學生과 University-based의 學生이 바로 그것이다. 前者는 大學課程을 始作할 때 이미 어느 企業體에 고용되어 있거나 또는 企業體와 어떤 關係를 맺어 그 企業體로부터의 後援을 받아 大學에 들어오는 學生으로서 이들은 모든 實習을 關聯企業體에서 받게되며 後者는 企業體와 아무런 關聯이 없이 大學當局의 主薦에 依해서 實習地를 選定받는다.

그러나 英國의 모든 大學이 Sandwich System을 採擇하고 있는 것은 아니다. 이 制度는 처음에는 Technological University의 前身인 College of Advanced Technolngy에서 먼저 施行되게 施作한 것으로 오늘날에도 Oxford나 Cambridge와 같은 學問研究 中心의 保守的 傳統을 지닌 大學에서는 擇하지 않고 있으며 같은 大學에서도 學科에 따라 이 Sandwich System을 實施하

기도 하고 안하기도 하며 그 形態도 學科의 事情에 따라 Thick 또는 Thin Sandwich로 나누어 지고 Sandwich Course를 選擇으로 하는 등 그 變化가 多樣하다. 1971년에는 英國의 工科系 大學生의 約 40%가 Sandwich System에 依한 教育을 받았다.<sup>4)</sup>

英國의 產學協同教育은 名實共히 產業界와 學界 그리고 政府 三者의 共同努力에 依해 이루어지고 있다.

Sandwich Course를 거친 工學系 大學生의 產業體에의 就業率은 英國 全體 工學系 大學生의 60%에 비해 90%라는 높은 率을 보이고 있으며 產業界는 이들에게 滿足하고 있어 積極的인 支援을 하고 있으며 政府는 1964년에 Industrial Training Act를 制定하여 Industrial Training를 設置하고 制度的, 財政的 支援을 하고 있다.

또한 大學에서도 Sandwich Course를 管掌하는 部署를 두어 產業界와의 紐帶強化, 技術教育의 改善等에 對한 努力을 기울이고 있으며 Brunel 大學의 Department of Industrial Training은 그 좋은 例이다.

### 1.3. 產學協同教育을 爲한 새로운 試圖

#### (1) 卒業論文을 通한 產學協同

##### ○ Worcester 工科大學

美國 Boston 郊外에 位置한 Worcester 工科大學(Worcester Polytechnic Institute)는 美國 工學教育의 先導者로서 工學教育의 改革을 꾸준히 밀고 나가고 있는 大學이다. “理論과 實習”을 校訓으로 하는 이 大學은 硬直된 理論中心의 科學技術教育에서 오는 現在 教育의 問題點을 解消키 위해 1968년부터 工學教育의 根本的인 再檢討와 더불어 1970년부터 所謂 “WPI Plan”을 實行에 옮기게 되었다.

우선 이 “計劃”은 大學 學部課程의 修了를 一般大學에서와 같이 一定 科目의 學點 取得으로 끝내는 것이 아니라 다음 네 가지를 卒業에 必要한 要件으로 定하고 있는 것이 그 特徵이다. 即,

가) 自然科學專攻 卒業研究課題: 1/4年該當 (Major Qualifying Project)

나) 自然科學과 人文社會에 關聯된 卒業研究

課題: 1/4 年該當

(Interactive Qualifying Project)

다) 人文社會 副專攻論文: 1/2 年該當

(Humanities Sufficiency)

라) 卒業綜合試驗 1 週間

(Competency Examination)

이 WPI Plan 의 特色은:

첫째: 西歐에서와 같이 卒業研究論文을 卒業의 必須要件으로 하고 있다는 點

둘째: 專攻인 工學分野에 關한 研究論文만 아니라 科學技術과 人文社會科學과의 相互 連繫性을 바탕으로 하는 研究論文도 要求하고 있다는 點

세째: 이 두 論文은 보다 産學協同體制에 따라 作成된 것을 基本要件으로 하고 있다는 點 등이다.

위의 自然科學 專攻研究課題(MQP)에서는 最大限 이 研究가 隣接한 産業體에서 遂行될 수 있도록 하고 있으며 年間 約 250 名이 이 計劃에 따라 究研를 하고 있다.

두번째 課題는 自然科學徒에게 自然科學 科目과 人文社會 科目을 아무 連繫를 生覺함이 없이 教育을 시켜왔던 既存大學에서의 問題點을 是正하고 나날이 複雜해 가는 高度産業社會에서 科學技術이 社會全般에 미치는 影響을 實感할 수 있겠끔 科學技術과 人文社會와 關聯되는 研究를 그 課題(IQP)로 하고 있다.

특히, 이 課題도 MQP 나 마찬가지로 外部機關과의 産學協同을 特히 強調하고 있으며 首都인 Washington D.C.에 同大學의 “研究센터”를 設置하여 學生과 教授가 一定期間 이곳에 머물면서 交通部, 住宅公社, 保健部, 社會部, 文教部, 國立科學財團等 政府나 公共機關과 協力하여 研究를 하도록 하고 있다.

(2) 設計科目을 통한 産學協同

○ Arizona 州立大學

Arizona 州立大學에서는 60 年代에 들어서서 優秀한 많은 工科大學 學生들이 2 學年에 進級할때 理科大學으로 轉出해 나가는 事實이 敎務行政上 큰 問題點으로 指摘되어 왔다.

1964~65 年에 實施한 原因調査 및 分析에 따

르면 이들 轉出 學生들은 “特次 Engineer 가 할 일”에 關해서 알아 볼 수 있는 機會가 전혀 주어지지 않았고 1 學年 教育課程에도 이런 點이 考慮되지 않고 있다는데 不滿을 품고 轉出해 나간 것으로 밝혀졌다. 이에 따라 工科大學에서는 學生들로 하여금 大學初期부터 工學에 興味를 갖게 하기 爲한 工學系 科目을 開設기로 했다.

工科大學의 教育課程을 編成함에 있어 大學 4 年課程中 最初 2 年間에는 設計科目을 開設하지 않는 것이 世界的인 定石이라고도 말 할 수 있다. 이는 設計科目에 앞서 여러가지 先修科目의 教育이 必要하다는 大前提에서 나온 것이다. 그러나 Arizona 州立大學에서는 “設計”를 1 學年 1 學期 科目으로 決定짓고 1965 年 가을 學期부터 開講을 했다. 이 科目 運營의 特色은 한마디로 徹底하게 産學協同의 原則에 따라 이루어 졌다는 點이다.

우선 이 設計科目은 “概念設計”나 “設計의 妥當性 檢討”를 그 主要骨格으로 하고 있다. 이 科目은 適當 3 時間 한 學期 科目으로서 興味로운 것은 適當 한 時間은 外部에서 초빙된 Engineer 의 特講에 割當됐다는 點이다. 이들은 産業體에서 自己自身이 直接 參與한 産業製品, 裝置 工程등의 設計에 關한 山 經驗을 學生들(1 學年)에게 이야기하도록 되어 있다. 남은 適當 2 時間은 5~6 名의 學生으로 構成된 Engineering 會社가 各己 自己들이 맡은 設計를 하는데 消費된다. 學生으로 構成된 Engineering 會社의 主任技師는 가장 훌륭한 事業計劃書를 作成한 學生이 맡는다.

이 會社에는 設計에 經驗이 있는 工學系 教授로 任命되며 商科大學의 Marketing 을 專攻하는 4 學年 學生이 原價計算, 市場性 調査 및 分析을 指導하기 爲해 配置된다. 가장 重要한 點은 各 會社마다 外部에서 自願한 各 分野의 Engineer 들이 技術顧問으로 活動하게 된다는 事實이다. 이들 外部人士들은 한 會社만 支援토록 하고 있으며 最終 設計競進大會의 審査委員會도 이들 外部의 Engineer 에 의해서 構成된다.

Arizona 大學에서 1965 年에 外部 産業體에 이



調整擔當 教授(IHD Tutor)

産業體와의 連結은 IHD Tutor에 의해서 始作된다. 研究課題는 産業體內에서 産業體가 必要로 하는 分野로 하되 大學側로서는 博士學位 論文으로 充分한 學問的인 價値가 있을 것으로 認定되는 研究內容으로 하고 있다. 1968년에 始作된 이 課程이 1971年까지에는 이미 50個의 研究課題가 完了 또는 進行中에 있었다.

이러한 產學協同 方式의 大學院 課程은 모든 關聯 當事者에게 惠澤을 줄 수 있는 制度라 하겠다. 卽

가) 産業體로서는 産業體의 懸案問題를 數年 間에 걸쳐 大學의 學問的인 뒷받침을 받는 大學院 學生을 通해서 解決할 수 있으며 當該 大學院生의 能力, 品性을 充分히 評價할 수 있어 必要하다면 雇用に 絶對的인 參考가 될 것이다.

나) 大學教授의 立場으로서는 現在 産業體가 當面하고 있는 技術上의 問題點을 把握할 수 있고 大學內에 새로운 研究分野를 開拓할 機會를 마련할 수 있다.

다) 大學院生으로서는 制限條件이 많은 現場 環境에서 技術뿐 아니라 社會科學이 關聯된 幅 넓은 廣用研究를 하므로서 未來指向的인 教育을 받을 수 있다.

2.2. Off-Campus 大學院 課程

(1) 美國 Maine 大學의 例<sup>11)</sup>

Maine 州에서 가장 큰 産業體인 Fairchild 半 導體會社는 Maine 大學에서 150 마일 떨어진 곳 에 位置하고 있다. 따라서 이 會社 技術社員은 大學院 進學을 위해서는 會社를 떠날수 밖에 없었다. 이 問題를 解決하기 위해서 마련된 大學院 課程이 1974年부터 Maine 大學과의 協同下에 이루어진 Off-Campus Program 이다. 이 課程의 概要는 :

가) 電氣工學 碩士學位의 2年6個月 課程中 1個學期는 大學에서 修學하며 殘餘 2年間은 "In-house" 프로그램 卽 工場內에서 修學하도록 되어 있다.

나) 大學教授는 1週일에 한번씩 工場으로 出講하여 工場側에서도 有資格者를 講師(In-house Lecturer)로 差出하여 工場에서 講義가 進行토

록 하고 있다.

다) Maine 州 公共 T.V. 放送網을 通해서 Maine 大學의 講義를 Fairchild 社內에서 聽講할 수 있게 했으며 特히 여기에는 會議用 電話網을 活用하여 教授와 學生 사이의 質疑應答이 可能케 하고 있다. 이 大學院 課程에 必須的으로 必要한 電算機의 活用을 위해서 大學의 電算機의 端末裝置가 工場內에 設置되었다.

라) 學位 論文은 自己 業務와 關聯된(Work-related) 課程으로 하되 本人이 選定한 研究課題를 指導委員會(大學教授 2名, 工場技師 2名으로 構成)가 承認토록 되어 있다.

(2) 美國 Connecticut 大學의 例<sup>10)</sup>

Connecticut 州 西南地方에는 光學分野에서 世界的으로 有名한 Perkin-Elmer 社를 비롯한 25 個 光學機材 製作會社에 5,000 名 以上の 技術者가 勤務하고 있는 世界的으로 有名한 工業團地이다. 그러나 光學分野의 大學院 課程은 世界的으로 그리 많지 못하고 앞서 說明한 Maine 州의 경우와 마찬가지로 이 團地에 隣接한 大學이 없다.

多幸히 100 마일 떨어진 곳에 位置한 Connecticut 大學의 物理學科 및 電氣工學科의 協助를 얻어 Off-Campus 光學碩士 課程을 Perkin-Elmer 社內에 設置하여 1977年부터 開講할 수 있게 되었다. Connecticut 大學教授는 夏期 學期講義를 맡고 殘餘期間은 工團內의 技師中에서 大學院教授 資格이 있는 사람으로 講義를 擔當토록 하고 있다. 1979年부터는 產學協同體制에 따른 光學과 物理學의 博士學位 課程도 開設되었다.

2.3. 自習型 大學院 課程

(1) 美國 Clemson 大學의 例<sup>13)</sup>

Off-Campus 大學院 課程이면서도 그 特異性 때문에 따로 分類할 수 있는 例가 바로 South Carolina 에 있는 Clemson 大學의 경우이다. 一般的인 Off-Campus Program 은 앞서 說明된 바와 같이 大學의 支援을 얻어 講義 및 研究가 主로 工場內에서 이루어지는 것이 常例이다. 그러나 業種이 다른 많은 工場들이 넓게 分布되어 있을 때는 이도 쉽지 않다. Clemson 大學의 경우 그 周邊 約 3萬平方마일 內에 約 1萬名의

技術人力이 分散되어 있다. 이 問題의 解決을 Clemson 大學은 大學院 課程을 “研究指向型”에서 “設計指向型”으로 바꾸어 主로 學生들의 “自習中心의 프로그램으로 만들므로서 可能케 했다. 1975년부터 始作된 이 課程의 概要는 :

가) 現場에 있는 大學院生은 週期的으로 大學本部에서 供給되는 自習資料에 의해서 工夫와 研究를 하고 있다.

나) 地域的으로 3~6 名의 大學院生으로 構成된 Peer-Group 을 形成하여 週期的으로 會同하여 課題物에 對한 討論 및 協議를 하도록 되어 있다.

다) 教授와 學生의 相互訪問, 視聽覺教材의 活用, 電話, 郵便物 利用등으로 教育上의 問題를 解決토록 하고 있다.

라) 教育內容은 廣範圍한 技術知識의 獲得과 經濟性 檢討, Project Planning, Team Management 等の 科目을 通해서 Project Leadership 을 強調하고 있다.

마) 開設學科는 機械, 電氣, 土木, 시스템工學 등이다.

### 參 考 文 獻

1. 金 鉉, 朴肯植, 朴源深, 鄭永植, “蔚山工業團地를 背景으로 한 產學協同體制的 研究” 蔚山工科學大學 研究論文集 第6卷, 1號, 1975.
2. Kwan Lee “Education-Industry Cooperation at UIT-Sandwich System” UNESCO Regional Meeting on Innovations in Education and Training on Engineers and Higher Technicians Seoul, 23-26 Aug. 1976.
3. Undergraduate Programs of Cooperative Education in the United States & Canada Northeastern University. Boston. 1974.
4. J.P. Moore and S.A. Urry. “Engineering Sandwich Courses in British Technological Universities”. Engineering Education, April 1971.
5. The Industrial Training Act, London, 1964.
6. E.T. Cranch. “An Undergraduate Program Designed for Lifelong Learning” 244, Proceedings World Conference on Continuing Engineering Education, Mexico City. April 25-27, 1979.
7. G.C. Beakley, J.F. Bregar “Industry-university Cooperation: a way to stem the loss of freshman engineering students, IEEE Spectrum, Feb. 1971
8. J.D. Morgan, “Electrical Engineering Education in an Industrial Laboratory,” 108, Vol. E-14, 3, IEEE Trans. on Education, Aug. 1971.
9. S.S. Chang. “The Interdisciplinary Higher Degrees Scheme”, 78, Chartered Mechanical Engineers, June 1973.
10. P.B. Mumola and J.I. Budnick “On-Site Graduate Program in Optics” A Case Study 84. Vol. E-23, 2, IEEE Trans. on Education, May 1980
11. L.L. Kagmerski, etal “A University-Industry Approach to Continuing Education. for Engineers, 155. Vol E-18, IEEE Trans. on Education, Aug. 1975.
12. G. Brown, “Industry-University Relations for a Successful Programme”, 74, Proceedings World Conference on Continuing Engineering Education, Mexice City, April 25-27, 1979.
13. B.E. Gilliland and D.E. Griffity “Master of Engineering Degrees by External Delivery: The Clemson University Program-A case Study, 308 Proceedings, World Conference on Continuing Engineering Education, Mexico City, April 25-27. 1979.

