

CIM과 高級 工作機械技術의 動向

M. E. Merchant

〈Cincinnati Milacron 社〉

■ 다음 글은 美國 Cincinnati Milacron 會社에 근무하는 M.E. Merchant 氏가 지난 3月 韓國科學技術院에서 發表했던 內容으로 機械工作 分野의 最新動向을 說明하는 有益한 資料로 인정되어 편집위에서 번역하여 게재한 것임. (編輯者 註)

要 約

最近 製造業과 工作機械 技術에 있어 世界를 支配하는 추세는 CIM (computer integrated manufacturing)의 導入이다. 그 理由는 CIM을 導入하여 發展시키고 개발시키는 國家에 對해서 長期的인 經濟的, 社會的 利益을 주기 때문인 것이다. 이러한 추세는 製造業과 工作機械 分野에 컴퓨터와 關連된 技術의 개발과 응용에 있어 다음의 5가지 領域으로 區分된다. 즉, 一體化된 製造 소프트웨어 시스템(integrated manufacturing software system), 그룹技術(group technology), 區劃式製造(cellular manufacturing), 工作機械의 컴퓨터制御 및 試驗, 그리고 컴퓨터制御式 産業 로봇(robot) 및 可變 製造(flexible manufacturing)이다. 美國에서 이러한 各分野에 行해지고 있는 研究動向 및 추세는 全世界的으로 광범위하게 例로 應用되고 있으며, CIM이 가져다 주는 經濟的, 社會的 利益을 追求하는 國家들에 의해 많이 研究되고 있다. 이러한 努力은 二十世紀末 以前에 이들 國家의 製造業에 大端한 變化를 가져올 것이다.

1. 高級 製造技術

1.1. 技術傾向

最近 先進國에서는 高級 製造技術의 改善에 더한층 努力을 경주하고 있다. 이러한 技術은 레이저 機械加工(laser machining) 같은 새로운 工程, 複合材料와 같은 새로운 形態의 材料 및 細胞式 製造와 같은 새로운 方式의 製造과정을 包含한다. 그러나 지금까지 개발된 高級 製造技術 中 가장 重要한 것은 바로 CIM이다. 이 CIM 技術은 作業能率을 改善시키는 데 있어서 다른 여러가지 잘 알려진 高級技術을 습한 것보다 더 큰 잠재능력을 가지고 있음을 證明하였기 때문이다. 따라서 오늘날 高級 工作技術의 추세는 CIM으로의 轉換이다.

그러면 CIM의 技術的 기반은 무엇인가? 그것은 컴퓨터가 前에는 없었던 다음에 열거하는 두가지의 機能을 工作과정에 제공한다는 것이다.

1. 온라인 可變 프로그램 自動화
2. 온라인 순간 最適化

더욱 重要한 것은, CIM이 工作機械나 장비같은 工作의 “hard”部品 뿐 만 아니라, 情報傳達, 資料源(data base), 制御 등의 “soft”部品에 對해서도 적용能力을 가진다는 것이다. 게다가, 가장 重要한 것은 工作活動의 여러가지 작은 部分 뿐만 아니라 全體 工作시스템에게도 (컴퓨터는 시스템 도구이기 때문에) 적용能力을 가진다. 따라서 CIM은 全般的인 시스템을 一體化시켜

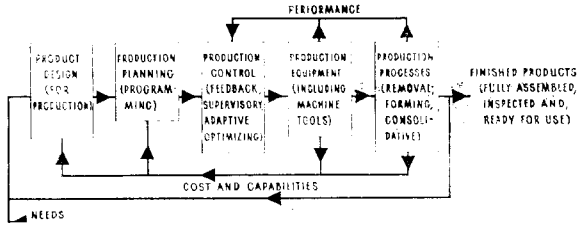


그림 1 Computer integrated manufacturing.

CIM이라 불리는 시스템이 생기게 된 것이다. 이 CIM의 一般의인 개념은 그림 1에 보여주며 다음과 같이 定義된다.

CIM 시스템—主入力이 製品의 要求條件(必要性)과 生産概念(創意性)이고, 主出力이 完全하게 組立되고 檢査되어 즉시 使用될 수 있는 加工된 製品인 閉루우프 피이드백 시스템. 이것은 소프트웨어와 하드웨어의 組合으로 되어 있으며 그 구성 要素들은 生産設計, 生産計劃(프로그램밍), 生産制御(피이드백, 감독 및 適應最適化), 工作機械를 包含한 生産裝備 및 生産工程(除去, 形成 또는 統合)으로 구성되어 있다. 이것은 시스템工學의 도입으로 現實化되고 있으며, 다양한 自動化 技法과 自動—最適化 技法에 依해 完全 自動化될 可望이 있다. 이러한 用途로 使用되는 것이 컴퓨터 관련 技術이다.

이러한 것들이 보통 CIM이라 불리는 컴퓨터를 利用하여 自動化, 最適化, 一體화된 工作技術의 개발경향의 背景이 되는 概念이다.

이러한 強力하고 支配的인 추세에 主된 原因은 製造産業에 이 CIM 技術을 利用하고 開發시키는 國家에 對하여 長期的으로 經濟的, 社會的 利益을 주기 때문이다. 따라서 이러한 技術 추세가 제대로 도입되고 結果的인 技術이 제대로 使用되게 하려면 CIM의 內容을 잘 理解해야 한다.

1.2. 經濟的 利益

製造工學會의 發表에 依하면¹⁾, 産業國에서 CIM으로 얻는 長期的인 經濟的 利益은 그 나라의 生産費用을 減縮시켜 주는 效果를 가져다 준다는 것이다. 그 理由는 製造業이야 말로 國

家の 實質的인 富를 가져다 주는 業種이기 때문이다. 오늘날 先進國이나 開發途上國에서는 製造業이 GNP의 1/4 또는 1/3을 차지하는 反面에 서 서비스業種은 GNP의 1/2을 차지한다. 서 서비스業은 生活水準의 向上이나 生活方式에는 매우 必要하나 實質的인 富는 창조하지 않는다. 따라서 전형적인 先進國 또는 開發途上國에서는 製造業이 富生産活動의 1/2 또는 1/3가량을 차지하며, 나머지는 天然資源生産業(농업, 어업 및 광업)과 건축업이 차지하고 있다. 美國의 경우에는, 製造業이 GNP의 24%를, 天然資源 生産業과 건축업이 13%를 차지하고 있는 反面에 서 서비스業은 GNP의 63%를 차지하고 있다. 그러나 GNP의 24%를 차지하는 製造業과 13%를 차지하는 天然資源 生産業과 건축업만이 實質的인 富生産을 가져다 주므로, 製造業은 美國의 實質 富生産活動의 66%(2/3)를 차지하고 있는 것이다. 韓國의 경우에는, 製造業이 GNP의 27%를, 天然資源 生産業과 건축업이 33%를, 그리고 서 서비스業이 40%를 차지하고 있다. 따라서 製造業은 韓國의 實質的인 富生産活動의 45%를 차지하고 있는 셈이다. 富生産活動을 하지 않는 國家經濟의 서 서비스 分野는 富生産分野의 支援에 依存한다. 生活水準, 고용수준 및 경제번영 수준의 向上은 곧 富生産 비용의 減縮을 유발한다. 製造業이 富生産의 1/2 또는 2/3를 차지하는 先進國이나 開發途上國에서는 製造費의 減縮이 最優先 과제이다. 最近 CIM이 다른 어떤 技術보다도 製造費를 줄이는 좋은 方法임을 알 수 있으며, 先進國이나 開發途上國에서는 이를 導入 開發함으로써 막대한 經濟的 利益을 얻고 있다.

컴퓨터를 利用하여 製造費를 減縮할 수 있다는 것은 그림 2에서 分明하게 알 수 있다. 이 그림에서 Carter²⁾는 batch型 금속절단 工場에서 工作物의 工作時間을 分析해 볼 때, 單 5%의 時間만 實際 工作機械에 소모되며, 이 중에서도 30%(全體時間의 1.5%)만이 金屬을 除去하는 工作時間으로 소비됨을 보여 준다. 이러한 상황은 非經濟的이며 非生産的이다.

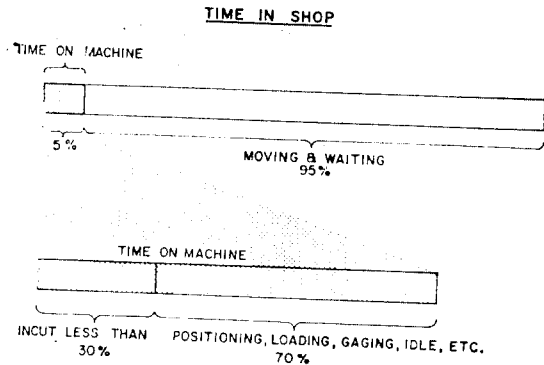


그림 2 Life of the average workpiece in the average(batch-type production) shop, according to Carter.²⁾

더구나 이것은 오늘날 工作機械와 관련된 製造業의 經濟性과 生産性의 改善에 관한 두가지 側面을 지적하고 있다. 첫째는 工程中 部品준비에 걸리는 時間을 단축하고, 工場바닥에 마무리 作業이 안된 部品을 정리하는 時間을 단축하며, 마무리 作業을 마친 部品들은 組立되어 製品이 될 수 있도록 대기시키는 時間을 단축하는 것이다. 이미 模型 CIM 시스템을 使用하여 機械使用時間을 90% 만큼이나 증가시킨 結果를 얻었다. 이러한 改善에 依해 얻을 수 있는 資本의 活用度는 엄청난 것이다. 이러한 것이 컴퓨터를 利用한 工作機械 관련 製造業이나 컴퓨터利用工場의 개발에서 얻을 수 있는 主要한 經濟的 利益이다.

두번째는 기계가동율의 改善이다. 그림 2에서 지적한 바와 같이 30%인 切削時間은 機械가 平均的으로 約 50%의 時間을 部品이 도착할 때까지 기다리는 時間으로 소비된다는 事實과 결부되어야 한다. 結果的으로, batch型 工場의 工作機械는 실질적으로는 平均 15%만 切削하는데 使用된다. 그러나 앞서서도 言及한 바와 같이 CIM 시스템을 利用하면 機械가동율을 最高 90%까지 올릴 수 있음을 알 수 있는데, 이러한 가동율의 증가는 노동과 간접비의 감축과 生産力의 증가를 가져오므로 經濟적으로 큰 利益을 주는 것이다.

1.3. 社會的 利益

이미 言及한 바와 같이 CIM의 개발 및 도입

으로 國家에 가져다 주는 主要한 社會的 利益은 이 技術의 利用으로 製作費가 減少되며 이로 인한 生活 程度와 水準 및 고용의 質이 향상된다는 點이다. 이 외에도 여러가지 社會的 利益이 있는바, Bell³⁾은 오늘날 製造業分野에 영향을 주는 長期的 社會추세는 post-industrial 社會로 轉向한다는 事實에 기초를 둔다고 하였다. 이러한 추세는 製造業에 對한 자세의 變換이며 다음과 같은 3가지로 說明될 수 있다.

- 勞動者에 對해서는 製作業에 對한 기피감 증가
- 고용인에 對해서는 노동자의 만족도와 작업 환경 改善에 對한 努力증가
- 政府에 對해서는 改善된 作業要求條件에 對한 受動的 역할로 부터 能動的 역할로의 轉換

첫번째 추세는, 先進國에서는 勞動者들이 製造業보다는 서어비스業에 從使하기를 좋아하는 傾向이 많아지고 있음을 말한다. Bell은 바로 이런 추세를 지적하고 있으며, 先進國에서는 産業化로 轉換되는 時期에 이런 傾向이 일어났다고 말하고 있다. 예를 들면, 美國에서는 製造業이 발전됨에 따라서 農業에 從事하는 勞動力은 1970年의 90%에서 1976年의 4%로 減少되었다. 反面에 製造業에 從使하는 勞動力은 19世紀 동안에는 相對的으로 增加하였다. 그러나 近來에는 1947년에 30%의 勞動力이 1970년에는 24.6%로, 1978년에는 21.7%로 떨어지기 始作하였다. Rand Corporation에서는 2,000년에 가서는 勞動力의 2%만이 製造業에 從使할 것이라 豫見하고 있다. (Bell의 豫見은 10%임). 이와 같이 모든 先進國에서는 製造業에 從使하는 勞動力의 不足現象이 고조되고 있다. 製造의 온라인化 및 可變計劃 自動化를 可能케 하는 CIM의 개발 및 적용은 확실히 이러한 問題點들을 完化시킬 수 있다.

製造業을 확장시키려는 開發途上國에서는 모든 型態의 製作業務를 自動化하는 CIM이 큰 利益을 준다. 이러한 國家들이 製造業을 확장시키는데 制約을 주는 要因은 工場을 이끌어 나갈

수 많은 숙련공을 훈련시켜야 한다는 것이다. 그러나 새로이 개발되고 도입되고 있는 CIM工場에서는 숙련공의 수요가 대폭 줄어들고 있다. 즉, 在來式工場에서는 數百名의 숙련공이 必要하지만, CIM工場에서는 CIM技術을 教育받은 小數의 人員만이 必要하다.

고용주도 노동자로 하여금(위험하거나 비위생적인 조건에서 벗어나게 할 뿐 아니라) 作業을 遂行하는데 깊은 만족감을 얻을 수 있도록 하여야 된다는 人間의 욕구를 확실하게 인식하는 자세를 가지고 있으며, 이를 위해 많은 努力을 경주하고 있다. Herzburg⁴⁾와 같은 분의 先구적인 研究가 가장 效果的인 것으로 생각되는 바, 그림 3에 보인 바와 같이, Herzburg에 依하면 소위 직업의 위생적 요소(회사 정책과 경영, 감독, 작업조건, 급여 등)가 적합하지 않으면 不滿足을 유발하게 되나, 이들 요소는 직업에 대한 만족도에는 거의 영향을 주지 못한다. 反面에 이러한 滿足感은 소위 직업의 動期的 要素(성취기회, 認定, 책임감, 승진, 성장 등)의 적합성에 비롯한다. 이러한 기회를 제공하는 직업의 주요 양상은 意思決定과 經營에 참여하는 형태이다. 여기서, 상호연관된 소프트웨어 프로그램을 통해, 기계로부터 노동자를 손 떼게 하고, 노동자에게 직접 기계공작 시스템에 관련시

키는 기회를 주면서 意思決定과 經營에 참여시키게 하는 CIM은 매우 큰 利益을 줄 수 있다. 더군다나, 노동자로 하여금 위험하고 비위생적인 조건으로부터 벗어나게 하는 CIM 기술의 利點은 대단한 것이다.

世界的으로도 위험하고 비위생적인 조건으로부터 노동자를 보호하는 方向으로 정책이 變해가고 있다. 大部分의 先進國에서는, 改善된 作業條件을 성취하도록 기술이 개발됨에 따라, 그 技術이 사용되도록 하며, 그러한 要求條件에 대해서 더 이상 수동적인 자세를 취하고 있지 않다. 대신에 그러한 技術이 개발되도록 요구하는 能動的인 자세를 取하고 있다. 例를 들면, 美國에서는 長期的인 眼目에서 불매 직업안전 및 건강법에 다음과 같은 사항을 要求하게 될 것이다.

- 노동자가 프레스와 같은 機械의 危險部分에 팔, 손 또는 身體의 一部를 넣어야 하는 필요성을 배제하도록 技術이 개발되어야 함.
- 工場에서의 平均소음準位가, 8時間의 周期 동안에, 90 dBA 以下 또는 85 dBA 以下로 유지하도록 技術이 개발되어야 함.

여기서 우리는 CIM 시스템과 컴퓨터 利用 工場의 개발이 이러한 要求條件을 만족시키는데 있어 큰 利點을 가지고 있음을 알 수 있다. 이러한 技術은 勞動者로 하여금 危險스러운 機械操作에서 解放시켜 줄 뿐만 아니라 시끄러운 工場에서 作業하는 時間을 단축시켜 줄 것이다.

1.4. 技術의 進展

앞에서 言及한 바와 같이, CIM의 長期的인 經濟的, 社會的 利益때문에, CIM에 대한 國家의 研究, 개발 計劃이 世界의 大部分 先進國에서 進行되고 있다. 이 計劃은 통상 政府—大學—産業體의 相互協助에 依해 이루어지고 있다. 完全한 CIM의 實現이 그러한 計劃의 長期的인 目標이지만, 오늘날의 産業方法, know-how 및 시설장비로부터 그 目標에 도달하는 과정은 革新과정보다는 進展과정을 要한다는 것은 잘 알려진 事實이다. 따라서, 이에 따른 對策은 短期間的 研究, 開發 計劃의 形態로, 일련의 可變經

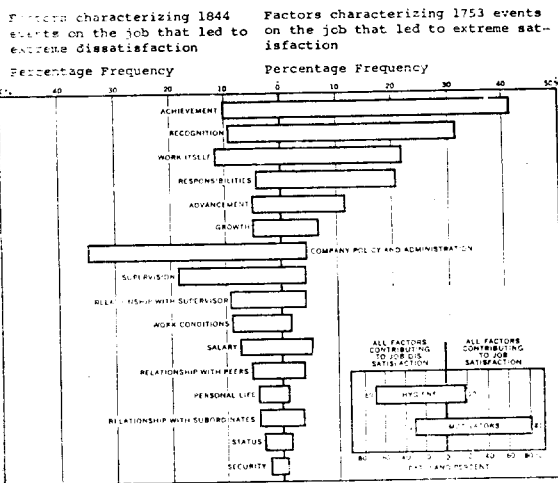


그림 3 Factors causing job satisfaction or dissatisfaction according to Herzburg.⁴⁾

濟的 단계를 개발하는 것이며, 이들은 다음 2가지의 特性을 가지고 있다.

1. 그 自體를 正當化 하거나 다음 단계로의 개선을 뒷받침하기 위한 資本을 形成하기 위한 充分한 經濟的 환원에 대한 잠재능력.
2. 結果적으로 製造業의 完全컴퓨터 自動化, 最適化 및 綜合化의 目的을 달성하기 위한 적합성.

이러한 계획은 世界的으로 製造業과 工作機械에 컴퓨터와 관련된 技術을 開發하고 適用시키는 다음과 같은 5가지 分野로 特徵지을 수 있다.

1. 다양한 製造業에 알맞는 完全한 소프트웨어 시스템을 얻기 위하여 서로 共存될 수 있는 개별적 소프트웨어 방식의 개발을 통한 綜合된 製造 소프트웨어 시스템의 開發 및 適用. 이러한 작업은 서독, 노르웨이, 및 日本과 COMECON 國家들에 依해 急速度로 進行되고 있다. 美 空軍도 이런 형태의 ICAM (Integrated Computer Aided Manufacturing) 프로그램을 使用하고 있으며, CAM-I (Computer Aided Manufacturing-International)도 綜合된 製造소프트웨어를 개발하기 위한 몇가지 프로그램을 가지고 있다.
2. 체계적인 컴퓨터 시스템의 적용과 可變 製造시스템의 進展에 기초로서 要求되는 그룹 技術과 구획式 製造의 開發 및 適用, 이러한 작업은 네덜란드, 日本, 西獨, 노르웨이 英國 및 COMECON 國家에서 急速度로 進行되고 있다. 美 空軍의 ICAM 프로그램도 CAM-I 프로그램과 마찬가지로 이런 點을 特性中的 하나로 가지고 있다.
3. 數値制御(NC), 컴퓨터數値制御(CNC) 直接式 數値制御(DNC), 및 체계적인 컴퓨터 시스템의 利用으로 工作機械와 製造過程의 광범위한 컴퓨터 制御 및 試驗에 대한 開發 및 適用. 이러한 작업은 日本, 美國, 西獨 및 노르웨이에서 急速度로 進行되고 있다.
4. 作業片 및 工具 取級의 自動化, 機械作動 및 여러 종류의 製造過程에 對한 컴퓨터 制

御式 로봇의 開發 및 適用. 이러한 작업은 日本, 美國, 西獨, 노르웨이, 스웨덴, 소련 불가리아 및 헝가리에서 急速度로 作用되고 있다.

5. 實質的으로는 完全 自動化된 그룹 技術 셀 (cell)인 컴퓨터-制御式 可變 製造시스템의 開發 및 適用. 이러한 작업은 日本 및 東獨에서 急速度로 進行되고 있으며, 最近에는 西獨, 소련, 불가리아, 체코슬로바키아, 헝가리, 노르웨이, 美國 및 英國에서 進行되고 있다.

이러한 다섯가지 分野에 對해 世界的으로 進行되고 있는 活動의 型態와 CIM의 社會的, 經濟的 利益을 追求하는 國家에서 行해지는 活動의 類型을 例로 들기 위하여 美國에서 各 分野別로 行해지는 作業의 現況과 경향을 소개하고자 한다.

2. 開發과 實行의 現況 및 傾向

2.1. 綜合製造소프트웨어시스템

이 分野의 近況과 未來의 傾向에 對한 가장 중요한 事項은, CIM의 實現을 위한 “하드(hard)” 技術은 이미 存在하고 있으나, 이를 위한 必要한 “綜合할 수 있는(integratable)” 소프트웨어의 大部分은 그렇지 못하다는 點이다. 따라서 이러한 소프트웨어의 開發速度는 CIM의 開發에 대한 制限 내지는 促進하는 要素가 됨을 알 수 있다. 美國政府는 ICAM⁵⁾에 관한 空軍 프로그램을 통해 많은 도움을 받고 있다. 1977년에 始作된 이러한 1億弗 짜리 프로그램의 기본 목표는, 促進要素로서의 소프트웨어에 대해 特別히 重點을 두고, CIM에서 적용되고 표준이 될 수 있는 技術의 實用에 대한 時間간격을 短縮하고, 産業에 對한 일관된 方向을 提示하는 것이다. 이와 같이 이러한 프로그램은 효율적인 製造作業을 위하여 조직적으로 相關된 방식(主로 소프트웨어)을 얻기 위한 프로그램이며 개발계획인 것이다. 이의 主된 성과는 그림 1의 쉐스펙트럼을 망라하는 完全히 綜合된 시스템에 대

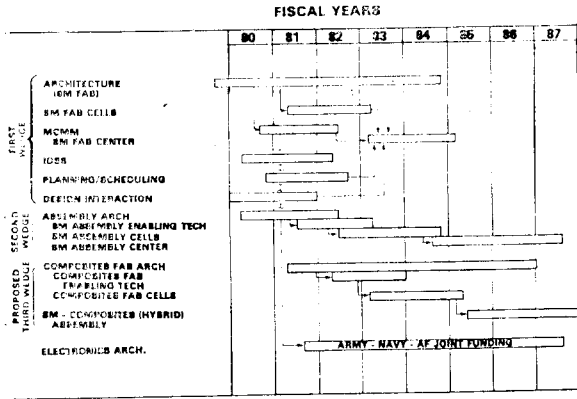


그림 4 Basic ICAM roadmap.

한 기준구조일 것이다. 이 프로그램의 기본계획 또는 로드맵(roadmap)이 그림 4에 나타나 있다.

이 그림에서 SM은 薄板을, FAB는 제작을, MCMM은 製造制御材料管理들, IDSS는 ICAM 意思支援시스템을 나타낸다. 기존의 “兼用性”과 “綜合性”을 가지게 하고 또한 계획된 기준系の 구조를 적당히 定義하기 위하여, 이 프로그램의 중요한 活動등의 하나는 完全히 記述된 製造시스템을 開發하고 정비하는 것이었다. 그림 4에서 볼 수 있듯이 이것은 初期에 始作된 活動으로 1984會計年度까지 계속될 것이다. 이 프로그램에서 行해지는 전반적인 作業은 空軍과의 계약下에서, 約 30개의 個人會社, 20개의 大學 및 5개의 研究機關이 參與하여 遂行하고 있다. ICAM 프로그램의 궁극적인 payoff는 生産施設을 全的으로 綜合된 製造시스템化한 企業의 努力과 實證에 依해 달성될 것이다.

2.2. 그룹技術과 구획식 製造

綜合製造시스템에 관한 限, 美國에서의 그룹技術과 製造에 대한 現在의 努力과 未來경향의 主된 흐름은, CIM의 現場 적용과 可變製造시스템의 進展에 要求되는 기초로서 이들을 개발한다는 것이다. 저자는 1977년에 참고문헌(6)에서 可變製造시스템의 進展에 對한 기초로서의 그룹技術의 重要性을 지적한 바 있다. 많은 産業會社는, 完全한 可變製造시스템을 구비하기 보다는 그룹技術과 구획식 製造를 利用하여 단계적으로 이를 개발시키고 있다. 이러한 分野에 대한

現況의 좋은 例가 最近 Dunlap⁷⁾에 의해 제기되었다. 그는 工作機械 部品를 生産하는 Milacron의 한 工場에서 行해지고 있는 改善過程을 기술하였는데, 이 工場은 在來式 工作機械를 가지고 있는 在來式 機能의 工場이었으나, NC機械와 旋削센터를 가진 구획식 工場으로 轉換되었으며 나아가서는 DNC 綜合 可變製造시스템을 가지게 되었다. 이 目標을 위한 첫번째 단계로서, 部品들을 NC機械와 旋削센터의 能力에 적합하도록 하게하고 구획을 나누는 계획을 할 수 있도록 실질적인 群으로 나누는데 그룹技術을 使用하였다. 主로 주철의 주물과 剛의 熔接物로 이루어진 5,000개 이상의 部品들의 스펙트럼을 만들어 내는데 다섯개의 구획(cell)이 必要하였음을 보여 주었다.

작업손실이 없고, 장비와 소프트웨어의 開發時間을 벌며, 生産進度에 대한 지장을 最小化하도록 하기 위한 進展이 수년간에 걸쳐 이루어지고 있다. 55개의 在來式 機械를 20개의 NC機械로 代置한 것을 包含하여, 機能의인 레이아웃(layout)에서 구획적 레이아웃으로 變換함으로서, 이 工場은 이미 30%의 生産性 向上을 보았다. DNC 綜合 可變 製造시스템으로의 進展 과정의 나머지는 4 단계로 구성되는데, 이미 한 단계는 說明되었고, 새로운 컴퓨터 관련 能力이 追加된 다음 과정으로 說明될 수 있다.

1. 독립 가공센터—最新 作動方式인 CNC로 作動
2. 원격조정 자료취급—一部分으로 완성된 계층적 DNC/CNC 시스템을 통한 NC 프로그램과 工具情報.
3. 기계/작동자 독립성—기계열에 작동자가 있어야 할 必要性을 없애도록 주위의 장치 도입. 이것이 實行되면, 작동자는 단지 기계조립, 팰릿(pallet)의 장입 및 제거 작업, 작업대열로 부터 기계로 팰릿의 운반 및 반송 작업만 하게 된다.
4. 自動化 作業 및 工具流通(自動流動制御)—自動적으로 作業이 되고 工具列이 流通되도록 機械에 도움을 주는 하드웨어 및 소프트웨어

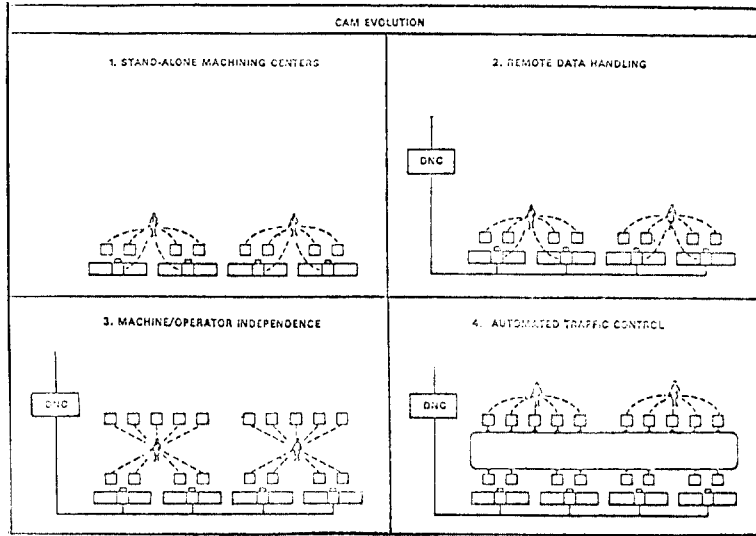


그림 5 Evolution of cellular system.

웨어의 도입.

그림 5는 이러한 4 단계 進展과정을 나타낸다. 마지막 단계의 달성은 手工努力을 조립기능에만局限시키며, 機械는 24時間 가동하더라도 工員은 1日 1交代制로만 운영하면 된다.

2.3. 工作機械의 컴퓨터 制御 및 試驗

工作機械의 컴퓨터 制御와 試驗에 관한 現在의 主要 進展은 現代 工作機械發展의 가장 進歩된 分野를 나타낸다. 이것은, 數値制御의 發展에 따라, 美空軍의 後援下에 이루어진 1949年 MIT에서의 선구적인 연구에 의해 비롯된 것이다. 이 허구적인 최초의 작업은 Reintjes⁸⁾에 의해 자세히 說明되었다. 製造장비의 하나인 밀링머어신의 조정에 컴퓨터 관련 기술이 처음으로 적용된 것은 CIM의 가능성을 최초로 暗示해 준 것이다.

工作機械의 컴퓨터 制御 및 試驗 分野의 現況과 未來傾向은 아직도 이러한 歷史的 事實에 영향을 받거나 관련이 되어 있다. 현 추세는 컴퓨터 數値制御(CNC), 直接式 數値署制(DNC), 및 계층적 컴퓨터 시스템과 같은 方法을 통해 數値 制御에 관한 크나큰 가능성을 계속하여 더욱 개발하고 있는 實情이다. 이러한 가능성을 컴퓨터 技術의 극적인 진보로 인해 계속 증가하고 있다. McReynolds⁹⁾는 과거 25년간 컴퓨터의 처

리속도가 1,500배 증가하였고, 테이프의 릴(reel)당 저장용량도 2백7십만 기호에서 1억 6백만개로 증가하였으며, 백만기호를 기억하는 物理的 크기도 4천 입방 피트(feet)에서 1입방 피트보다 적은 크기로 축소되었다고 지적하였다. 또한 그는 소형 컴퓨터의 가격은 파격적으로 감소된 반면, 이의 능력은 극적으로 증가하였기 때문에 이들의 利用이 점차 증가하고 있음을 밝힌 바 있다. 어떤 分野의 應用은 아직도 大型의 中央機械에 의존하지만, 作業이 이루어지고 있는 자리에 위치한 小型컴퓨터에 적합한 應用이 점점 많아지고 있다. 이런 모든 상황에서 얻어진 경향은 한 위치에서의 作業이 他 위치에서의 作業과 서로 관계가 있기 때문에, 이러한 흠어져 있는 컴퓨터는 서로 연결되고 있으며, 분포된 처리와 제어방식은 낡은 것이라는 점이다. 이것이 工作機械의 컴퓨터 制御 경우의 現實이다. 工作機械에 대한 컴퓨터의 연결이 광범위하게 이용되므로 이러한 機械에 使用될 수 있는 컴퓨터 技術에 나타난 制御能力이 매우 다양해지고 있다. 결과적으로, 컴퓨터는 컴퓨터式 진단 方法에 의한 工作機械 試驗用 기구의 主種이 되었다. 이로 因해 工作機械 試驗에 革新을 가져왔으며 모든 형태의 오차 및 고장을 電氣的 또는 機械的으로 自動진단할 수 있게 되었다. 따라서 이 能力은 새 기계의 試運轉 기간중의 主

要한 試驗方法으로 뿐만 아니라, 기계의 수명이 다 할 때까지 利用될수 있으며, 실제의(또는 초기의) 오차나 고장을 자동적으로 감지하고 진단한다. 실제의(또는 초기의) 오차나 고장이 생기면, 컴퓨터는 작동자에게 경고를 주고, 컴퓨터의 진단능력은工場 서어비스공으로 하여금 문제점 교정의 원인과 방법에 관한 情報를 준다.

이러한 능력은 오늘날의 工作機械에 급속도로 적용되고 있다. 이 分野의 未來경향에 대한 추질방향은 모든 형태의 오차나 고장을 자동예방하고 自體교정하는 컴퓨터의 능력을 개발하는 것이다. 이러한 능력으로 컴퓨터는 초기의 오차가 있는 경우에 오차의 발생을 방지하도록 기계의 매개변수를 적합하게 조정한다. 고장이 생기는 경우에는, 고장을 일으키는 전기적 또는 기계적인 기계방식을 자동적으로 교환시키며, 이러한 능력이야말로 사람이 쓰지 않는 工作機械의 作動을 가능하게 할 것이다.

2.4. 컴퓨터—制御式 産業 로봇

美國은 이미 3,500개의 産業로봇(robot)을 作業에 쓰고 있으며, 이 숫자는 急速度로 증가하고 있다. 1984년에 가서는 美國에서 作業에 임하는 로봇의 수가 10,000 내지 12,000으로, 1989년에 가서는 28,000 내지 37,000으로 늘 것이다. 이 分野의 活動상황과 경향은 作業片과 工具의 취급, 기계작동 및 용접과 조립같은 여러 종류의 제조과정 수행의 自動化를 위한 로봇의 개발과 적용에 主眼을 두고 있다.

가장 진보된 몇가지 로봇 研究는 ICAM 프로그램의 一部로 行해 진다. 이 로봇 研究가 강조하는 것은 오늘날의 환경이나 未來의 종합공장에서 商用的 제조용 로봇을 有用하게 사용하는 능력을 확립하는 것이다.

ICAM 프로그램에서의 로봇 活動은 Schumaker¹⁰⁾에 의해 記述되었는 바, 薄板製造를 目標로 3가지 별도 프로젝트가 수행되었다. 이들은 각각의 로봇의 작업소, 종합된 작업구역 및 구획群으로 이루어진 종합 薄板製造 센터에 어떤 하드웨어와 소프트웨어의 능력이 요구되는가를

연구하였다. 첫번째 프로젝트는 로봇의 작업소와 薄板패널의 드릴링과 루우팅(routing)용 로봇 作業 구획을 발전시켰다. 두번째 프로젝트는 薄板의 보조 조립체의 드릴링과 리벳팅으로 로봇이 기반이 되는 자동제조 구획을 개발하였다. 이 프로젝트는 로봇의 off-line 프로그래밍 능력, 즉 제어체제, 공구, 센서(sensor), 映像시스템 및 데이터베이스(database)연결을 위한 수준 높은 言語의 개발이 요구되었다. 세번째 프로젝트는 앞의 두가지 프로젝트의 결과를 토대로 하여 薄板組立 부서에 로봇技術을 확장시켰다.

2.5. 可變 製造시스템

可變 製造시스템(FMS)은 部署(station)가 여러인 製造시스템이라고도 하며, 部品群을 생산하기 위해 컴퓨터 제어하에 작동하는, 作業流通(때로는 工具流通)이 自動化된 작업소의 그룹으로 구성되어 있다.

Hutchinson¹¹⁾은 1979年 1月 報告書에서 1977年 까지 美國 産業體에서 실제 사용하고 있는 FMS의 出現과 增植과정을 잘 說明하고 있다. 그 當時 美國 會社에서 사용된 FMS는 7個밖에 안되었다. (다른 실험적이고 연구적인 시스템이 그때 쯤 생겼으나 실제 생산활동에는 적용되지 않았음) 이들 7個 시스템의 특성에 대한 要約은 참고문헌 (11)을 참조하기 바란다.

1978년 까지 美國에서 사용된 FMS는 7個이었으나 1980년에 約 15個로 늘어났다. 그림 6을 보면 FMS의 증가과정을 알 수 있다. 이 그림에 의하면 美國에서의 FMS가 급속히 증가하는

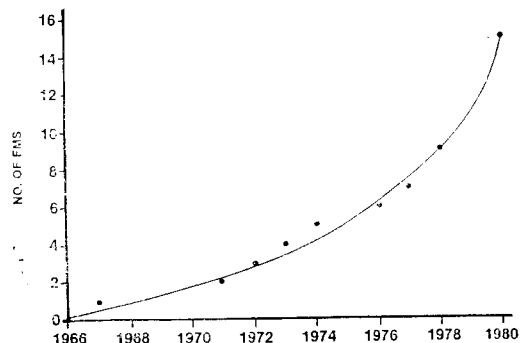


그림 6 Growth of FMS in industry in U.S.A.

時期가 도래한 것으로 나타난다. 前述한 바와같이, 美國에서 사용되는 진짜 FMS는 1980년 까지 15개이지만 準 FMS(즉, 진짜 FMS의 特性에서 한 두가지 빠지는)로 생각되는 最小 10개의 다른 시스템까지 합하면 美國에서 사용되는 FMS의 수는 1980년 까지 25개 이상이 된다고 생각할 수 있다.

美國의 FMS 시스템의 상대적인 공헌에 관하여 Hutchinson은 다음과 같이 말하고 있다.

“美國이 가장 정교한 하드웨어 시스템을 가지고 있는가는 의심스럽지만, FMS 시스템은 가장 다양하며 경제적 의미에서는 最上의 시스템이다. 이것은 다양한 생산환경과 많은 物理的이고 論理的인 구성하에 작용하고 있다. 技術의 不足은 없으나 美國에서 이러한 시스템을 더 많이 利用하고자 한다면 設計와 경영기술 및 技法이 개발되어야 한다.”

最近에 美國에서 개발되어 사용되고 있는 FMS는 컴퓨터로 조정된 cart를 작업과 공구 전달기구로 이용하는 경향을 가진다. 이러한 시스템은 과거보다 더 많은 융통성을 줄 뿐 아니라 美國 會社들로 하여금 全體의 시스템을 同時에 구입하는 대신에 수년간에 걸쳐 표준장비로부터 진보적인 方法에 의해 시스템을 개발 可能하게 하였다.

2.6. 未來의 展望

製造와 工作機械 개발 및 展望은 어떠한가? 이에 對한 答은 技術豫測에서 얻어질 수 있다. 製造工學會에서는 참고문헌(12)에서 Delphi 技術을 利用하는 제조기술의 未來에 대하여 3가지 豫測을 한 바, 이는 材料의 제거, 제조시스템 및 組立을 망라한다. 133件의 豫測中의 99件(74%)은 CIM 分野에 관한 것이다. 여기에서는 이 모든 件에 대하여 다 기술할 수 없으므로 매우 중요한 技術로 기대되는 件들의 方向을 이해할 수 있는 내용만 아래에 적어 본다.

1985년까지

조립작업은 컴퓨터 이용 제조시스템이 되도록 다른 제조작업과 통합될 것이다. 제조계획(가

공순서의 선택, 工作機械의 선택, 클램핑, 작동순서의 선택, 공구선택, 최적절삭조건 선정)의 모든 단계를 자동화하고 최적화하기 위한 컴퓨터 소프트웨어 시스템은 토의자의 소속회사의 최소 25%가 사용할 것이다.

1987년까지

全體 工作機械 生産의 約 15%가 “stand-alone” 사용만 하지 않고 部署間 自動적으로 部品을 처리하고 中央프로세스 컴퓨터에 의해 통제되는 다양한 제조시스템의 일부가 될 것이다.

1990년까지

知覺技術의 개발로 로봇은 組立作業에서 人間의 能力에 거의 가까워질 것이다. 또한 컴퓨터 이용 설계기법이 새로운 組立體 설계의 50%에 적용될 것이다.

1995년까지

自動車 最終組立에서 人力의 50%가 프로그램 可能한 自動化로 代置될 것이다.

이러한 豫想으로 미루어 보아, 産業國이나 産業化되고 있는 國家들은 CIM의 實行을 서두르고 있으며, 이에 따라 今世紀가 지나기 前에 막대한 經濟的, 社會的 利益을 얻게 될 것이다.

위와 같은 사실들을 통해, 우리는 未來의 工場에 對한 희미하나마 기술적인 윤곽을 그려볼 수 있으며 다음과 같은 結論을 내릴 수 있다.

3. 結 論

生産품을 설계하는 과정은 인간과 컴퓨터사이의 반복적인 의사소통에 의해 수행될 것이고, 인간은 설계개념과 요구조건을 제공하고 창조작업을 하며, 컴퓨터는 저장되고 표준화된 情報를 제공하고 설계계산을 하게 된다. 이러한 설계과정에서 컴퓨터는 그림 1에 보인 “가격과 능력” 이라고 불리우는 내부 루우프를 통해, 생산에 필요한 제작비와 능력(장비와 공정가 및 능력)에 대한 情報를 끊임없이 제공하거나 제공받을 것이다. 그 다음에 컴퓨터는 이러한 情報를 이용하여 생산 요구조건을 만족시킬 뿐만아니라 최저의 비용과 최대의 생산성을 낼수 있도록 제

작할 것이다.

거의 同時에 시스템의 생산계획부는 이러한 情報를 이용하여 생산품제작을 위한 최적화된 계획을 수립하고, 적당한 장비와 과정, 작동순서 및 작동조건등을 선정한다. 이러한 數值的 情報는 實際적으로 제품을 제작하고 組立하는 自動機械와 장비의 配列을 통제하는데 使用된다. 이들 기계와 장비는 자체 조정할 수 있고, 자동으로 部品를 취급하며 공구를 선택하고, 제품의 조립을 포함한 제거, 소성유동과 강화형의 다양한 제작과정을 自動적으로 수행할 수 있는 能力을 가진다. 自體—最適化(self-optimizing)는 그림 1의 “성능”이라 분류된 내부 루우프를 통하여 制御장치에 情報를 피드백시키는 것이나, 이러한 시스템은 장비와 과정의 實際性能에 관한 情報를 계속하여 받고, 이를 初期단계의 계획된 理想的인 性能과 비교한다. 그 다음, 性能이 계획된 最適상태와 멀어지기 시작하는 것을 발견하는 데로 原來의 계획은 무시하고 最適(最小價格) 性能을 유지하도록 動的計劃을 수행하고 기계와 공정의 작동조건을 조정한다.

反面에 기계와 장비는 자신의 狀態를 自體진단하고, 결함이 발견될 때에는 시스템의 결함부위의 自動交替를 포함한 적당한 修正活動을 수행한다. 또한 기계는 제작의 각 단계마다 自動的인 in-process 검사를 수행함으로써, 원래의 규격에서 벗어난 편차가 자동적으로 교정되고 규정된 公差 범위內로 유지되게끔 한다. 따라서, 最終組立된 製品은 完全히 檢査되어 最初의 計設개념과 要求條件에 거의 一致하게 된다.

참 고 문 헌

- (1) The National Role and Importance of Manufacturing Engineering and Advanced Manufacturing Technology (Position Paper by the Society of Manufacturing Engineers, May 8, 1978), Dearborn, Michigan.
- (2) Carter, C. F.; Trends in Machine Tool Development and Application, Proceedings of the

- Second International Conference on Product Development and Manufacturing Technology, McDonald, London (1972), 125~141.
- (3) Bell, D.; The Coming of Post-Industrial Society: A Venture in Social Forecasting, Basic Books, New York (1973).
- (4) Herzburg, F.: One More Time: How Do You Motivate Employees?, Harvard Business Review, 46, 1, (1968), 53—62.
- (5) ICAM Program Prospectus, (Air Force Systems Command, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, September 1979).
- (6) M.E. Merchant; Group Technology— A Sound Foundation for Computer Control of Cellular Manufacturing Systems, Proceedings of the CIRP Seminars on Manufacturing Systems, 6 (1977), 147—156.
- (7) J. Dunlap; Manufacturing Modernization at Cincinnati Milacron (Second Annual Conference on Manufacturing Management and Manufacturing Technology, Washington, DC, December 11—12, 1978, American Institute of Aeronautics and Astronautics).
- (8) J.F. Reintjes; Crucial Decisions During the Evolution of Numerical Control(Annual Meeting of the Society for the History of Technology, Washington, D.C., October 20—22, 1977).
- (9) L.A. McReynolds; Overview of Computer Technology (Society of Automotive Engineers, Warrendale, Pennsylvania, Paper no. 790480, 1978).
- (10) G.C. Schumacher; In Depth Robotics, Computerworld, 14, 11 (17 March, 1980), 13—20.
- (11) G.K. Hutchinson; Flexible Manufacturing Systems in the United States (Managements Research Center, School of Business Administration, The University of Wisconsin-Milwaukee, January 1979).
- (12) B. Colding, L.V. Colwell, D.N. Smith; Delphi Forecast of Manufacturing Systems, Material Removal (May 1977), Assembly (May 1978) (Society of Manufacturing Engineers, Dearborn Michigan).