



# 컴퓨터時代의 生産技術革新

JOSEPH TULKOFF

<록히드社 生産技術部長>

## 1. 머리말

技術革新을 위한 計劃이 마련되고 있다는 사실은 아마도 오늘날의 挑戰的인 상황하에서 美國의 生産工業이 국제적인 경쟁을 이겨낼 수 있는 가장 최선의 방법일것이라는 점을 입증하고 있다. 그럼에도 불구하고 현재 새로운 技術을 위한 계획을 수립하고 있는 회사들은 불과 얼마 되지 않는다. 뿐만아니라 이와같은 회사들은 새로운 기술에 부합되는 회사조직으로 바꾸거나 또는 확장할 準備태세조차도 갖추지 못하고 있다.

이와같은 小數의 회사들은 市場獨占 品質 및 價格면에서의 주도권 장악을 그들의 목표로 삼고 있고 그리하여 이와 같은 현상은 短期的인 資金 회수와 투자목적을 설정하며 한편 새로운 生産工業技術개발을 위해서는 거의 投資를 하지 않는 폐단을 야기시키고 있다. 그리하여 이같은 현상은 불가피하게 마침내 市場을 잃어버리고 문제점을 보다 심각하게 만드는 요인이되고 있다.

費用절감과 생산력에 치중한 施設投資에 대한 수 많은 결정을 내리고 있다. 더군다나 이와같은 결정들은 자칫 斷片的인 성격을 露呈하는 경향이 있다.

## 2. 보다 巨視的인 眼目的 필요성

무엇을 성취할 수 있는가를 정확하게 결정하기 위한 철저한 分析을 통해서 全般的인 生産制度를 客觀性있게 심사 검토해야 할 필요성을 느끼고 있다. 이와 같은 課業은 長期間에 걸쳐서 수행해야 할 目的設定이라는 観点에서 特別히 重要하다. 너무나도 頻번히 하위직의 技術요원들이 참고 자료들을 작성하고 있으며 그들은 최고 위관리층으로 부터 戰略的인 지도를 받지 못하고 있다 보다 當惑스러운 사실은 生産에 대한 戰略的인 長期計劃이 작성되는 경우는 거의 없다는 점이다. 만일 당신이 어디를 향하여 가고 있는가를 모르고 있다고 하더라도 어떤 길이든 마침내는 당신을 목적지에 이르게 할 것이다.

우리는 현재 모든 結果에 대해서 우리가 책임을 지고 對備해야하는 始終一貫한 계획이 요구되

### ◎ 筆者紹介 ◎

筆者 조셉·틸코프씨는 미국 조지아주 마리에타市에 있는 록히드조지아社의 生産技術 術部長이다. 그는 ① 生産기술, ② 시스템공학, ③ 生産조사연구 및 컴퓨터처리에 의한 生産분야등을 담당하는 工業기술 및 生産기술의 모든 단계에서의 기술 및 管理임무수행부면에서 30年間的 經歷을 갖고 있다. 美國空軍의 중장 컴퓨터처리생산(SME) 프로그램 수행을 위해서 록히드社의 실무협력대표로 임무를 수행하는 한편 틸코프氏는 또한 生産과정계획기술에 대한 록히드社의 실무 부대표의 역할을 수행하고 있다.

그는 과거에는 工業엔지니어미국연구원장, 生産엔지니어협회 수석위원 및 컴퓨터처리生産 국제 및 미국 관리자협회 회원등의 경력을 갖고 있다. 그는 1981年 1月에 美國의 航空學연구원 및 항공학협회 회원으로 任命되었 다. 또한 그는 미국의 生産엔지니어협회(SME)와 컴퓨터처리 生産-국제 및 美國관리자협회가 주최하는 컴퓨터 自動처리과정계획研修會員을 위한 講師職을 맡고 있다.

<1981. 11, Machine and Tool BLUE BOOK>에서



는 시대에서 일하고 있다. 그 결과로 우리는 이따금追加經費를 소비한다. 그러나 그것은 우리가 생산한 물품의 가치를 보다 가중시키는 것은 아니다.

基本的인 문제는 우리는計劃樹立면에서失敗하고 있다는 점이다.

美國의 生産工業界는 最大限度의 生産性を 확보하기 위하여 계획수립에 앞서서 生産制度, 기술, 시설 및 소비자들을 충분히 고려해야 한다. 세련된 컴퓨터처리 생산과정 이용을 網羅하는 人的資源과 자본재 자원의 이용 그리고 새로운 기술응용을 통한 生産性 및 效率性を 高揚하기 위한 새로운 컴퓨터처리를 도입한 生産制度에 대한 계획을 수립함으로써 마침내는 닥아오는 앞날에 경쟁을 이겨낼 수 있는 自動化된 완벽한 工場을 이룩할 수 있도록 工業生産의 기초는 最新 형태를 갖추어야 한다.

筆者의 친한 經營 저술가인 피터·드러커씨의 말을 빌리면 會社는 市場조사와 기술혁신의 두가지 기능을 갖고 있다고 말하고 있다. 무엇보다도 가장 긴요한 사항은 當爲的인 기술혁신에 관한 計劃을 실천하지 않으면 안된다는 점이다,

이와 같은 점이 바로 록히드·조지어社가 생산공정 시스템을 혁신할때 이행한 것이며 또한 當社 가공처리계획과 關聯된 수 많은 문제들을 해결하기 위하여 “종합계획”을 채택할 때 수행한 일이다. 이 “종합계획”이야말로 록히드·조지어社가 시간과 思考의 결실을 경쟁이 激甚한 工業界에서 살아남기 爲해서 앞으로의 技術改良을 위해서 계획에 실제로 적용한 典型的인 실례이다.

工程計劃이란 한 生産品이 어떻게 해서 생산되는가를 결정하는 행위이다. 工程계획에는 몇개의 段階가 있다. 즉, 生産品의 設計 및 개발의 初期段階에서 工程計劃을 일반적인 生産方法을 결정하는 역할을 하며, 設計의 最終段階에서는 일부 설계자료는 설계입안자로부터 生産관계자에게 移管되며 生産과정 입안자들은 종합적으로 부분적인 계획을 적용할 細部計劃을 수립한다.

工程계획이란 機械部品들의 가격을 결정하는

한 중요한 요인이며, 이것은 運營의 벌주 및 機械工具이용 범위를 결정한다. 切斷 및 기타 부수적인 工具가 하나하나 列擧된다. 作業계획을 수립할때 마다 그 規模와 許容基準이 결정된다. 원료, 속도 및 기타 金屬切斷을 위한 媒介變數가 결정된다. 특별한 工程이 필요한 사항도 결정되며 또한 生産方法이 明示된다.

工程計劃이 壓倒的으로 勞動集約적인 작업임은 주지의 사실이다. 또한 자기 다른 技術과 經驗을 갖춘 두명의 工程計劃立案者들이 同一한 工程計劃을 수립하는 경우는 드물다. 따라서 工程의 규격화와 生産費分析으로 얻는 費用節減은 이따금 喪失된다. 최근에는 工程計劃要員은 감소되고 있다. 사실상 工程計劃要員들은 充員比率보다도 더 빠른 比率로 현직에서 물러나고 있다. 그리하여 그와 같은 현상은 生産활동을 위협하고 있다.

### 3. 經驗을 거울삼아

록히드·조지어社에서의 工程計劃要員들의 퇴직율은 조지어社의 혁신 “일반계획”수립에 가장 큰 영향을 미치고 있는 要因이다. “종합계획”은 조지어社내의 현직 生産기술요원들이 간직하고 있는 방대한 지식들을 확보할 수 있는 하나의 효율적인 방법인 것이며 또한 아울러 그것은 새로운 기술人力을 위한 하나의 技術移管의 매개체 역할을 하고 있다. 예를 들면 雇傭편에서 “종합계획”은 조지어社로 하여금 새로운 계획들을 위해서 계획요원들을 대량으로 확보하지 않고도 보다 많은 일들을 착수할 수 있도록 할 것이다.

록히드·조지어社의 工程計劃은 業務指示를 작성하고 보존하는 全的으로 사람이 직접 작성하는 방법으로부터 시작하여 高度로 自動化된 세련된 生産計劃제도로까지 발전하였다. 록히드社의 生産的인 工程計劃에 대한 接近方法은 論理的인 사태파악, 生産法則 그리고 分類記號에 의해서 판명된 특수한 要件들에 대한 기본자료들의 조사결과에 근거하고 있다. 이와 같은 사항들이 컴퓨터로 하여금 종합적인 計劃에 대한



결정을 내리도록 한다. 그리하여 “종합계획”은 技術수준과 회사내의 최종결정 조직내에 확보되어 있는 수년간의 生産경험과를 結合시키고 있다.

실질적으로 완벽한 工程計劃이 지금까지 가능하다고 생각되던 것보다 빨리 그리고 보다 신뢰성있게 수립 작성되고 있다. 한때는 몇시간이나 소요하여 완성되던 계획이 지금은 한 시간 이내에 완성될 수 있으며 또한 計劃 발표 頻度도 4분의 1로 빨라졌다. 全般的인 生産의 效能 및 特性을 促進하는 일 이외에 “종합계획”은 렉히드社를 컴퓨터시설과 生産集團의 技術的인 力量들을 併合함으로써 生産기술조직분야에서 尖端을 걷는 위치에 서게 했다.

運營에 관한 文書들은 과거에는 손으로 작성되고, 복사를 해서 캐비닛에 보관했었다. 이와 같은 勞動集約的인 제도가 어느정도 주요하기는 하였으나 生産性이라는 觀點에서 볼 때 그것은 충분한 實效를 거두지 못했었다. 새로운 技術들을 도입함으로써 이와 같은 文書들을 보관하기 위한 기본자료들을 발견되었으나 문서작성은 아직도 손으로 하고 있다. 1965년에 처음으로 개발되어 실지로 적용되고 있는 렉히드社의 컴퓨터처리 計劃제도는 運營에 관한 文書를 작성하거나 또는 원료로부터 일부를 작성할 필요가 있는 단계별 세부 工程계획운영문서를 작성하기 위해서 考察되었었다.

段階別로 구분하여 적용되고 있는 이와 같은 제도는 技術的인 결정을 위해서 計劃입안자들이 최대한도로 이용하고 있으며 또한 문서처리를 위해서 컴퓨터에 최대한으로 적용 이용되고 있다. 사전에 규정된 記憶用記號를 선정하므로써 計劃입안자는 단시간내에 세부 運營文書를 적성하며 또한 工具配列를 설정할 수 있다. 그리하여 이와같은 제도에 의해서 실지로 손으로 문서를 쓰거나 또는 사무적인 업무없이도 방대한 量의 技術情報를 작성 한다.

#### 4. 컴퓨터處理에 의한 意思決定

이 制度는 지금까지 計劃을 위한 勞力を 경감

하여 그에 수반되는 時間과 經費를 절약하므로써 훌륭하게 運營되었으나 앞으로는 보다 혁신적인 상황이 전개될 것이다. 컴퓨터처리된 시간을 기준으로한 제도를 비롯한 논리적인 발전형태는 지금까지 개발된 龐大한 기초자료를 이용하여 工程計劃의 최종결정에 이르는 과정이 컴퓨터로 처리되는 自動장치가 개발될 것이다.

렉히드社의 국제컴퓨터처리生産工業會 會員들에 의해서 CAMI-CAPP 또는 컴퓨터처리에 의한 工程計劃장치가 개발되고 評價되었다. 이와 같은 特殊한 多量의 컴퓨터처리용 기초자료는 集團技術의 개념 分類와 記號化의 제도에 근거해서 工程計劃의 온·라인 상호작용의 상황을 알려두기위해서 마련되었다.

그로부터 數年後 렉히드社는 집단기술적용방법과 아울러 數많은 工業記號제도들을 理論的으로 연구하였다. 그 후 렉히드社는 幾何學 규모 및 生産工程에 근거한 特殊한 工學設計圖를 작성하는 방법을 고안했다. 어떤경우에 그리고 어떤 特定한 工程에서 특수한 機械部分들을 제도해야 하는가를 결정하기 위하여 部分流通과정을 분석하였다. 工場내에 설비된 機材의 최대가동능력을 철두철미 조사한 후에 그 기재들을 컴퓨터자료함에 보관되었다. 이와 같은 분석결과는 컴퓨터처리에 의한 합리적인 生産制度를 개발하기 위해 사용되는 기초자료를 제시했다.

工程計劃수립의 기초가 되는 컴퓨터처리를 위한 기본자료와 아울러 특수한 分類제도가 고안되었다. 이와 같은 제도가 개발된 결과로 “종합계획”은 자동적으로 ① 運營의 진정사항, ② 기계工具의 적절한 선별 및 ③ 생산이론에 의한 기계사용빈도를 결정할 수 있게 되었다.

#### 5. 機械依存的 限界性

기초자료를 제공하기 위한 用意周到한 계획이 “종합계획”을 성공시킨 關鍵이었다. 렉히드의 機械部品 生産 공정 계획내용이 ① 생산유통분석, ② 部品分類, ③ 기초자료개발, 그리고 ④ 계열별 컴퓨터처리용 기본자료 계획을 시행한 후에



生産에 적용 되었다.

1979년에는 板金, 電子管 및 배출장치가 또다시 生産에 적용되었다. 한편 1980년에는 部分品 生産 및 細部 組立계획내용 그리고 配線法이 또다시 적용되었으며, 또한 같은해인 1980년에 앞으로의 計劃은 설계도와 컴퓨터처리 生産에 적용될 기초자료를 보다 확충하게끔 목표를 설정하도록 하는 주요한 部分組立計劃 내용이 추가로 도입되었다.

이 “종합계획”은 복잡한 것 같이 생각되나 그것은 圖面으로 이해하기 쉽게 表示할 수 있다. “종합계획”은 工程計劃立案者들에게 최종결정을 내리는 과정을 종합하고 보충하기 위한 방안을 제공하기 위한 龐大한 기계소통기구를 망라하고 있다. 이 “종합계획”은 ① 鍵盤, ② 陰極線管, ③ 印刷裝置 그리고 ④ 가장중요한 IBM 370—168컴퓨터로 구성되어 있다. 工程計劃立案者는 이 종합계획 分類記號를 工程設計圖에 적용하고 있다. 이 記號는 部分品の 幾何學 및 工業生産의 性格을 表示하고 있다. 이 記號는 컴퓨터로 처리된 工業生産의 論理的인 시스템조직에 의해서 종합적으로 적용되고 있으며 또한 그 記號는 가장 바람직한 工業生産計劃을 형성하고 있다.

그런故로 컴퓨터처리로 작성된 工業生産計劃은 ① 최대한의 工業生産조직, ② 기계 工具선택사항, ③ 노동기준 및 ④ 기타 필요로 하는 工程媒介變數를 반영하고 있다. 一旦 計劃立案者가 映像에 비친 전시품들을 檢討하고 편집한 후에는 그 計劃은 인쇄하여 보관할 준비를 갖춘 것이다.

工程計劃立案者는 部分品종류에 따라서 特殊한 記號를 配定한다. 빠른시간내에 資料를 종합한 후에 컴퓨터는 代案을 평가 한후에 最善의 計劃에 대한 斷案을 내린다. 陰極線管端子에 의해서 “종합계획”에 도입되면은 해당 記號는 다만 간단한 사항만을 기입할 필요가 있는 細部的인 工業生産計劃을 導出한다. 그런故로 工程計劃은 方法論에서 뿐만 아니라. 工程系列, 樣式

및 技術면에서 一貫性이 있다.

### 6. 두두러진 特徵

“종합”은 대부분의 컴퓨터처리를 작성되는 計劃방식과는 몇가지 點에서 크게 다르다. 그중에서 가장 중요한 差異는 종합정리하는 능력에서 찾아볼 수 있다. 종합計劃은 채택된 計劃방식에 특수한 결정논리에 근거한 類似한 部分品에 대한 표준적인 工程計劃에 依存하지 않고 완전한 工程計劃을 導出할 수 있다는 점이다. 종합계획은 또한 工程決定論理 機械資料, 工場規則, 工具사용자로 및 노동규정등 技術的인 工業生産의 기본자료들을 확보하고 있다.

“종합계획”을 이용한 經費節減은 ① 工程計劃 ② 工場直營, ③ 物資조달, ④ 깎고 다듬어 새로 만드는 작업, ⑤ 工具선택 및 ⑥ 工程작업중의 재고조사작업등 6개분야에서 찾아 볼 수 있다. 또한 “종합계획”은 ① 제품생산시간의 단축 ② 工程計劃시간의 단축, ③ 기계사용, ④ 제품의 質, ⑤ 生産性, ⑥ 經費推定算出, ⑦ 획일성 및 ⑧ 물자 취급면에서 利得을 제공한다.

이와 아울러 “종합계획”은 진척사항의 實質的인 시간과 진척중인 모든 計劃업무의 現況을 제시하고 있다. “종합계획”에 관련된 모든 문서철이 질서정연하게 생산기술요원들이 기록 보존하고 있다. 새로운 기계, 기술 및 契約生産이 필요한 경우가 생겼을 경우에는 그 내용이 해당자에게 제공되며 그리하여 전반적인 工程運營計劃이 즉시 새로운 기술에 의한 생산편제로 모두 변경된다.

作業명령 변경통고도 중지된다. 中間計劃立案者들은 이 시점에서 工場내에서 CAD와 인쇄기를 이용해서 計劃내용을 현실에 맞게 조정하고 수정할 수가 있다. 키·펀치 및 工程確認 행위역시 이 시점에서는 필요치 않다.

計劃문서내용도 역시 改備된다. 작업명령, 최대한의 生産 및 工程 구분, 및 가장 좋은 機械 工具 선택을 위해서 사용되는 用語가 통일되어 있을 경우에는 내용이 꼭 훌륭한 計劃이 작성될 수 있다. 계획내용은 또한 “종합계획” 工程에



의해서 진척 될때 보다 高揚된다. “종합계획”은 자동화되어 있으므로 생산과정의 不正確性은 즉시 발견되어 제거된다. 다시 말하면 “종합계획”은 正確性과 기술지식에 관해서 直席講義를 하고 있다고도 말할 수 있다.

시간기준, 電管조정, 부품조립, 제품완성, 및 기계가동조정등이 이 제품생산조직에 도입된 방대한 인간의 경험과 지식으로부터 혜택을 입고 있는 불과 數個分野에 불과하다. 自動化된 노동 기준을 설정하여 적용하는 일은 앞에서 언급한 사항과는 판이하게 다른 이득인 것이다. 이경우 모든 부분품의 生産工程과 細部組立을 위한 단계별 시간설정도 도외시할 수 없다. 작업기준은 현재 시점에서는 보다 正確하고 一貫性이 있으며 또한 그것은 손으로 작업할 당시의 작업수준을 위한 經費의 불과 일부분의 비용으로 수행되고 있다.

### 7. 工程計劃

그러나 工程計劃立案者들만이 이와 같은 생산 조직을 이용하고 있는 것만은 아니다. “종합계획”의 기초자료는 수 많은 分析가능이 수행되고 그리고 수 많은 照會문의를 할 수 있도록 마련 되어 있다.

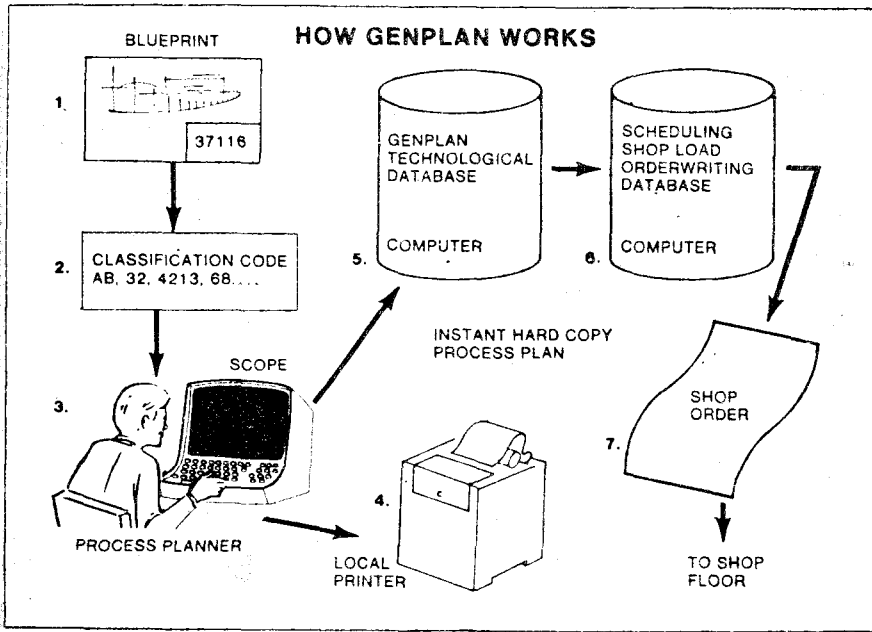
附隨的인 조사활동을 통해서 특별한 기준과 컴퓨터에 대한 “인프트”를 설정 할 수 있다. 모든 部分品들은 이와같은 基準에 의해서 목록이 작성되고 검토된다. 生産性, 도안, 및 生産技術은 모두 이 基準에 의해서 좋은 결과를 기대 할 수 있다.

이러한 상황하에서 “종합계획”은 目下 發展段階에 있다. 部分品組作業命을 말할 수 있는 능력을 컴퓨터에게 제공하기 위한 제도적 장치를 보다 擴充할 목적으로 개발계획이 현재 검토되고 있다. 生産業務일지 작성의 근거가 되는 作業指示가 조립작업지시에 기술작업단계번호를 배당할 수 있는 방법을 제시하기 위해서 발급된다. 工具생산지시를 발급하기 위한 컴퓨터로 자동처리된 시간기준과 컴퓨터·처리방법도 또한

검토중에 있다. 그리하여 工具生産計劃입안자들은 生産업무일지를 작성할 수 있으며 또한 組立部分 제작을 위한 組立作業指示를 정리하여 목록을 작성할 수 있다. 工具生産計劃입안자들에게는 部分組立에 관한 圖面과 이 도면을 위한 部分 目錄이 제공된다. 指針書로 生産計劃立案者가 작성한 事前計劃에 의해서 工具生産計劃입안자는 기술작업 설계도를 分析하며 또한 집단 기술記號를 적용할 수 있다. 그리하여 중요한 組立작업을 위한 組立작업지시를 발급할 수 있다. 이와같은 집단기술기호들은 組立작업을 위한 與件과 生産에 관련된 기술적인 要件을 충족시킬 수 있는 生産활동에 필요한 방법들을 제시할 것이다. “종합계획”에 의한 컴퓨터프로그램은 조립작업기록철에 의해서 작업지시를 종합정리하기 위해서 이와같은 生産에 관련된 記號들을 分析한다. 이와같은 기호들중에 網羅되지 않은 기타 여러 정보를 제공하기 위해서 자료가 작성된다. 이 자료는 ① 항공기 부품부착위치, ② 그의 기리, 幅, 두께, ③ 設計圖번호, ④ 工具번호, ⑤ 生産업무일지번호 ⑥ 부품번호, 그리고 ⑦ 화스너(연결장치) 번호등을 수록하고 있다.

부품목록종합계획에 의해서 部品目錄이 해당 작업지시에 배당된다. 最終的인 生産業務일지가 컴퓨터처리에 의해서 보관된다. 이것은 앞으로 시간기준을 추가로 기록하며, 앞으로 수정할 것이 있을 경우에 손쉽게 찾아내며, 또한 生産현장에 손쉽게 제공할 수 있도록 하기 위한 것이다.

“종합계획”의 발전적인 개발을 통해서 혁신적인조치와 技術的인 변동사항에 적응 조정하기 위한 計劃이 제도적 장치를 성공리에 이끈 밑바탕이 되었다. 컴퓨터자료를 이용한 生産에 대한 규칙과 必然性을 설정하기 위한 방법을 규정하기 위해서 “종합계획”의 혁신은 필요로 했다. 컴퓨터처리 자료들은 記號화된 分類方法에 의해서 검토될 수 있다. 幾何學的이며 生産媒介變數的인 측면에서 高度의 分析力이 있는 集團기술



記號化제도의 개발이 요구되었다.

### 8. CBD/CAM의 聯關性

“중합계획”은 앞으로 自動化된 종합적인 工場 운영을 이룩하기 위해 힘쓰고 있는 혁신적인 개발계획의 核心을 이루고 있다. 生産기술분야, 공업기술분야, 그리고 다년간의 현지경험을 갖춘 기술진의 종합적인 독창력을 凝集한 결과 生産에 손색없이 對備할 수 있는 혁신적인 중합계획을 고안하게 되었다. 이 “중합계획”은 集團技術方法論을 채택하고 있는 生産 기초자료를 이용할 수 있는 기초적인 樣態를 갖추고 있다. 이 “중합계획”은 앞으로 보다 발전된 技術환경하에서의 工場운영에 필요하게 될 또다른 方法을 고안할 수 있는 先鋒의바탕이 되고 있다. 일단 幾何學의인 설계부면에 직면하게되면 “중합계획”은 難解한 CPD/CAM 聯關장치를 설정하게 된다.

피터 드류커씨는 效率的인 것보다 效果的인 것이 보다 중요한 것이다—즉, 適切하다고 생각되는 조치가 아니라 어김없이 適切한 조치를 취하는 것이 보다 중요한 것이다 라고 強調하고

있다.

새로운 모형의 工場을 즉각 창출하려고 노력하는 대신에 우리는 現存하는 工場의 최대한의 운영효과를 거두도록 힘쓰지 않으면 안된다고 그는 말하고 있다. 이것이 바로 다름아닌 발전을 의미한다고 말하고 있다. 한편 그는 기초적인 원리에 따를 것을 잊지 않고 힘주어 말하고 있다.

生産의 設計로부터 제품 配布에 이르기까지 제품생산의 모든 과정은 모두가 한결같이 중요한 것이다. 이와같은 生産활동의 效果는 기초적인 원리에 순응할때 보다 훌륭한 성과를 견우며 그리하여 美國의 공업으로 하여금 다시금 世界市場에서의 경쟁을 이겨낼 수 있게하는 원동력이 되는 것이다. 우리는 대부분의 경우 單純한 일을 통해서 生産의 극대화를 기할 수 있다. 그러나 그러한 單純한 일을 통해서 어김없이 “중합계획”과 같이 한결같이 生産활동들을 개선할 수 있다. 計劃性있는 혁신작업을 통해서 우리는 우리의 最終目標을 달성할 수 있다. 즉, 完備한 工場運營과 저렴한 가격의 손색없는 제품들을 생산할 수 있다고 그는 진술하고 있다.