

컴퓨터에 의한 設計·生産·管理

—CAD·CAM·CAP—

4. 컴퓨터에 의한 生産管理 (CAP)

4·1 生産管理의 기초

4·1·1 生産管理 시스템의 구성

原材料가 제품으로 변환되는 生産 시스템에서 物品이 원활하게 흘러 生産이 효율적으로 잘 수행되기 위해서는 “物品의 흐름” 관리와 함께 “情報의 흐름” 管理가 필요하다. 이 生産 시스템에 있어서의 管理情報의 흐름은 生産활동을 계획, 실시하며 또한 統制하는 일련의 行爲로서 전반적 生産計劃, 生産 프로세스 계획, 生産 스케줄링, 生産실시, 生産통제의 다섯가지 水準으로 구분된다. 이 다섯가지 水準은 컴퓨터 統括 生産 시스템 중에서 다음과 같이 잡을 수가 있다.

(1) 全般的 生産計劃: 需要情報에 입각해서 需要를 豫測하고 또 고객 정보와 기술 정보에 의해 受注 선택을 한다. 그리고 「경영계획」에서

결정된 經營方針에 입각하여 앞으로의 各期の 生産計劃을 세우고, 그 生産에 필요한 資材의 在庫管理와 生産된 제품, 中間組立品 등의 재고관리를 한다.

(2) 生産 프로세스 計劃: 전반적인 生産계획에 입각해서 技術情報를 바탕으로 生産하는 제품의 工程計劃을 세우고 또 레이아웃 계획을 세운다.

(3) 生産 스케줄링: 전반적인 生産計劃에서 生産하기로 정해진 제품에 대해 工程計劃에서 얻어진 加工經路에 관한 情報와 原材料나 부품에 관한 정보 등을 사용해서 加工과 組立의 일정계정을 세운다.

(4) 生産實施: 工程設計에서의 기술정보를 사용해서 生産 스케줄링에 의해 決定된 일정계획에 입각해 工場内에서 제조활동을 한다.

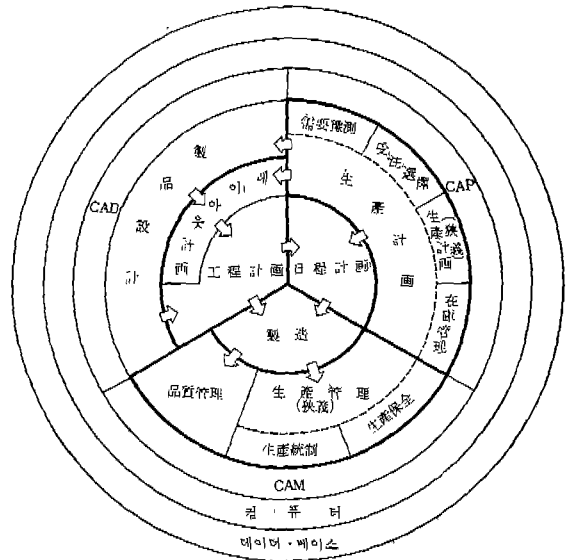
(5) 生産統制: 生産계획 수준과 生産실시 수준의 乖離를 修正하는 것이나 生産이 원활히 되고 있는지의 여부를 判斷하기 위해 所定의 生産 수량이나 納期(工期)에 관한 生産 통제(狹義), 제품의 品質을 檢査해서 不良品의 발생에 대처하

는 品質管理, 機械의 고장에 대한 修理와 豫防 保全을 위한 生産保全 등을 행한다.

그림 1·2에 든 컴퓨터 統括生産 시스템에서 전반적 생산계획은 「CAP」의 「생산계획」에 있어서 「경영계획」으로부터의 情報를 기초로 한다. 生産 프로세스 계획은 「CAD」 領域에 속하고 필요에 따라서 「製品設計」에서의 情報를 사용해서 「레이아웃 계획」을 걸쳐 「工程計劃」으로 이루어진다. 이와 같이 生産 프로세스 계획에서는 「레이아웃 계획」으로부터의 情報나 「제품설계」를 걸쳐서 전반적 생산계획에서 보내어져 온 情報가 사용된다. 生産 스케줄링은 「생산계획」을 행하는 전반적 생산계획으로부터의 情報와, 生産 프로세스 계획으로부터의 情報를 사용해서 「CAP」 내의 「日程計劃」에서 이루어진다. 그 결과 얻어진 生産 스케줄을 실행하는 生産實施는 「製造」로 하게 된다. 이 생산실시를 監視하기 위한 기능인 생산통제는 製品이 일정한 기준에 맞는지의 여부를 검사하는 「品質管理」와 생산실적을 파악해서 統制를 하는 「生産管理」로 이루어진다. 생산실시와 생산통제는 「CAM」의 領域에 속한다.

이들 全体의 相互關係를 표시한 것이 그림 4·1이다. 이 일곱가지 構成要素 중에서 「레이아웃計劃」과 「工程計劃」에 대해서는 2章에서, 또 「製造」, 「品質管理」 그리고 「生産管理」는 3章에서 설명했으므로 이 章에서는 주로 「生産計劃」과 「日程計劃」을 중심으로 記述, 2章과 3章의 結果를 합해서 컴퓨터에 의한 生産管理 시스템의 統合化를 도모한다.

먼저, 4·1·2항에서 生産管理 시스템 중에서 필요한 여러 機能에 대해 概說하고 4·1·3항에서는 각 블록 간의 생산관리 정보의 흐름과 그 내용을 명확히 한다. 4·2절에서는 CAP의 機能을 「生産計劃」과 「日程計劃」에서의 내부정보의 흐름을 중심으로 설명하고 컴퓨터에 의한 生産管理 情報 시스템에 대해서 COPICS를 代表例로 해서 구성을 든다.



(그림 4·1) 生産管理 시스템(그림 중 굵은 線內) 과 그 周辺 (⇒는 情報의 흐름을 표시)

4·3절에서는 「生産計劃」의 상세한 것을 컴퓨터에 의한 생산계획의 代表的手法인 MRP에 대해서 설명하고 4·4절에서는 「日程計劃」의 詳細로서 컴퓨터에 의한 日程計劃에 대해서 설명한다. 마지막 4·5절에서는 FA와 OA의 역할을 살펴 보기로 한다.

4·1·2 生産管理 시스템의 여러 機能

이 節에서는 「生産計劃」, 「레이아웃計劃」, 「工程計劃」, 「日程計劃」, 「製造」, 「品質管理」 그리고 「生産管理」의 7개 構成要素에 대해 각각이 갖는 여러 機能을 명확히 한다.

「生産計劃」은 수요예측 기능, 受注선택 기능, 생산계획 기능, 재고관리 기능의 4 機能으로 구성된다. 이것들의 개요는 다음과 같다.

(1) 需要豫測機能: 미래의 제품 수요량을 파악하는 것은 多大한 品切이나 殘品을 防止하는데 불가결하다. 그러기 위해 과거에 생긴 需要量의 時系列을 사용해서 미래의 수요량을 豫測하는 機能이다.

(2) 受注選擇機能: 個個의 고객으로부터 받은

注文은 생산능력 등의 制限 때문에 전부 生産할 수 없는 경우가 있다. 이때 고객의 重要度와 注文의 有利性 등을 判斷의 材料로 해서 어느 注文을 받아들이고 어느 注文을 거부하는가 등의 결정을 하는 機能이다.

(3) 生産計劃機能: 生産設備 能力에 관한 制約, 原材料의 이용 가능량에 관한 制約, 在庫量에 관한 制約 등을 制約 조건으로 해서 어느 제품을 어느 만큼 生産하는 것이 가장 바람직한가를 決定하는 機能이다.

(4) 在庫管理機能: 原材料, 部品, 製品 등의 在庫量은, 적은 경우에는 在庫費用을 감소시키지만 生産 실시나 판매에 지장을 가져오고 또 많은 경우에는 生産 실시나 판매를 할 수 있지만 在庫費用이 증가한다. 이것을 고려해서 적당한 在庫량을 유지하기 위한 機能이다.

(5) 레이아웃 計劃機能: 공장에서의 物品의 흐름을 원활하게 하기 위해서는 공장내 設備의 배치를 最適으로 해야 하고, 그러기 위해 設備의 공간적 배치를 계획하는 機能이다. 레이아웃 계획에 관한 상세한 것은 2.4節에서 설명했으므로 여기서는 생략한다.

(6) 工程計劃機能: 공정계획이 原材料에서 製品에 이르는 生産 공정에 관한 決定을 취급한 工程設計와 각 工程에 있어서의 作業에 관한 결정을 취급한 作業設計로 구성되는 것은 2.3節에서 설명했으므로 여기서는 생략한다.

(7) 日程計劃機能: 여러 종류의 제품을 生産하는 경우에는 이들의 加工順序에 따라 총처리 시간이 길어지거나 機械의 遊休時間이 증가하거나 한다. 총 처리 시간이나 유희시간의 최소화 등을 目的으로 하여 生産할 제품의 加工順序와 각 機械에의 부하 순서를 결정하는 機能이다.

(8) 製造機能: 日程計劃에 입각해서 工場에서의 製造활동을 실시하는 機能이며 상세한 것은 3章에서 설명한 바 있다.

(9) 品質管理機能: 生産된 제품이 사전에 정해진 基準에 맞는지의 여부를 조사, 제품의 品質

을 管理하기 위한 機能이다.

「生産管理」는 다음의 生産保全機能과 生産統制機能을 갖는다.

(10) 生産保全機能: 機械 고장에 의한 生産效率의 저하를 방지하기 위해 고장의 發生을 예방하고 또 機械의 修理를 신속히 하는 機能이다.

(11) 生産統制機能: 生産을 원활히 하고 生産의 지연 등에 대해 적절한 처치를 하는 機能이다.

4.1.3 生産管理情報의 흐름

4.1.1節에서 生産管理 시스템의 構成을 설명한 바 있지만 이 시스템의 구성 요소에 관한 「情報의 흐름」을 以下 설명한다.

(1) 「經營計劃」에서 「生産計劃」으로의 情報: 외부정보에서 얻어진 수요량이나 수주량은 「경영계획」에 의해 세워진 經營方針이나 新製品의 生産지시와 함께 「생산계획」에 전달된다. 需要量은 需要豫測機能에 전달되고 또 受注量은 受注選擇機能에 전달된다. 수요예측 정보는 수주 선택 정보와 함께 生産계획 기능에 전달되고 또 經營方針이나 新製品의 生産指示는 직접 生産계획 기능에 전달된다. 生産계획 기능과 재고관리 기능은 각각 生産계획 정보와 資材·部品·製品의 재고관리 정보를 서로 교환하면서 生産계획과 재고계획을 決定한다(그림 4.1에는 「경영계획」이 포함되지 않았다).

(2) 「生産計劃」에서 「레이아웃 計劃」으로의 情報: 「생산계획」에서 수립된 長期計劃의 결과는 「레이아웃 計劃」에 전달되어 새로운 레이아웃 案 作成이나 修正을 하는 데 사용된다.

(3) 「生産計劃」에서 「購買」로의 情報: 「생산계획」에서 作成된 단기계획의 결과는 「購買」에 전달되어 그 生産에 필요한 資材의 發注나 購買計劃의 作成을 위해 사용된다(그림 4.1에는 「구매」는 포함되지 않았다).

(4) 「生産計劃」에서 「製品設計」로의 情報: 「생산계획」에 의해 정해진 제품의 종류가 「製品設計」에 전달되어 고객의 희망에 따른 제품의 設

計를 하게 된다.

(5) 「製品設計」에서 「레이아웃 計劃」으로의 情報: 제품설계에 의해 作成된 설계도는 기타의 技術情報과 함께 「레이아웃 계획」에 전달되어 그 제품에 맞는 레이아웃의 作成이나 修正을 하는 데 사용된다.

(6) 「製品設計」에서 「工程計劃」으로의 情報: 「제품설계」에 의해 作成된 설계도는 기타의 기술정보와 함께 「工程計劃」에 전달되어 生産工程이나 作業에 관한 設計를 하는 데 사용된다.

(7) 「레이아웃 計劃」에서 「工程計劃」으로의 情報: 「레이아웃 계획」에 의해 作成된 레이아웃에 따른 공정계획이 행하여진다.

(8) 「工程計劃」에서 「日程計劃」으로의 情報: 「공정계획」에 의해 作成된 가공 경로 등의 工程計劃情報은 「日程計劃」에 전달되어 간트·차트 등 日程計劃을 作成하기 위해 사용된다.

(9) 「工程計劃」에서 「製造」로의 情報: 「공정 계획」에서 作成된 工程圖 등의 정보는 「제조」에 전달되어 生産실시를 위해 利用된다.

(10) 「生産計劃」에서 「日程計劃」으로의 情報: 「생산계획」에서 各期の 生産品目, 生産數量, 納期 등의 정보가 「일정계획」에 전달되며, 이것을 사용해서 生産 스케줄이 決定된다.

(11) 「生産計劃」에서 「流通·販賣」로의 情報: 「생산계획」은 제품의 在庫에 관한 情報나 제품의 生産계획 정보를 「流通·販賣」에 전달하고 「流通·販賣」는 이것을 기초로 販賣를 한다(그림 4·1에는 「유통·판매」는 포함되지 않았다).

(12) 「日程計劃」에서 「製造」로의 情報: 「일정 계획」에 의해 세워진 生産 스케줄 情報로서는 各品目の 加工이나 搬送의 개시시각이나 완료시각이 있고 이것들은 「製造」에 전달되어 이것에 입각해서 生産이 실시된다.

(13) 「製造」에서 「品質管理」로의 情報: 「제조」에서 生産된 제품은 品質 등이 檢査되고 이 결과 「品質管理」의 정보가 된다.

(14) 「製造」에서 「生産管理」로의 情報: 「제조」

에서 生産실시 상황이나 일의 進行狀態에 관한 情報, 機械의 가동상황, 그리고 加工條件에 관한 데이터의 수집 등을 하고 이들 情報를 「生産管理」에 전달해서 해석함으로써 관리정보나 기술정보의 갱신을 한다.

4·2 生産管理 情報 시스템

4·2·1 CAP의 機能

앞에서는 生産관리 시스템의 구성과 여러 機能, 그리고 情報의 흐름을 명확히 했는데, 여기서는 生産관리 시스템에서의 컴퓨터 役割을 중심으로 CAP의 機能을 명확히 한다.

이 分野에서는 여러가지 管理手法에 대한 컴퓨터·프로그램이 개발되고 있으며, 이것들을 生産管理 시스템의 운용에서 活用하는 것이 중요하다. 관리 수법에 대한 컴퓨터·프로그램 중에는 여러가지 컴퓨터·시스템에 공통인 것도 있고 개개의 컴퓨터·시스템에 대해서만 利用할 수 있는 것도 있다. 그래서 本節에서는 특히 중요한 관리수법이면서 컴퓨터·프로그램으로서 作成 가능하다고 생각되는 것은 이미 실제로 사용되고 있는 것도 포함해서 「...手法」으로 표시하기로 하고 이런 手法이 生産管理 시스템의 어느 部分에서 소용되는가를 설명한다.

生産管理 시스템의 운용에 있어서는 충분히 蓄積된 데이터가 필요하고 이들 데이터는 데이터 베이스로서 보존되며 필요에 따라 利用된다. 生産管理 시스템에서 利用되는 情報로서는 技術情報과 管理情報의 2종류가 있다.

技術情報로서는 제품설계 정보, 설계도면 정보, 공정설계 정보, 작업설계 정보, 기계설비 정보, 자재·부품 정보, 가공기술 정보, 조립기술 정보 등이 있고 또 管理情報로서는 수요예측 정보, 고객 정보, 주문 정보, 生産계획 정보, 재고관리 정보, 일정계획 정보, 품질관리 정보, 설비보전 정보, 노무관리 정보, 원가관리 정보,

하청 정보 등이 있다. 이들 情報은 생산관리 수법에 관한 컴퓨터·프로그램의 利用에 의해 生産管理 시스템의 運用에 크게 공헌한다. 그래서 本節에서는 生産管理 시스템의 여러 機能과 데이터 베이스에 필요한 여러가지 情報과 컴퓨터·프로그램으로서 필요한 生産管理手法과의 관계를 명확히 한다.

需要豫測 機能을 달성하기 위해서는 과거에 생긴 需要量의 時系列 데이터 등의 수요예측 기능이 필요하다. 또 유사제품의 需要는 相互 영향을 미치고 部品の 수요는 그 部品을 사용해서 生産되는 제품의 수요에도 의존하므로 제품 구성표 등의 技術情報가 필요한 경우도 있다. 이러한 情報에 입각해서 가장 적합한 수요예측 모델을 구축하여 그것을 사용해서 수요예측 값을 계산한다. 그리고 실제의 需要량을 얻은 후에는 豫測값과 實現값의 차이 등을 評價하여 수요예측 모델의 패러미터를 修正하거나 수요예측 모델의 타당성을 재검토한다. 만일 豫測 모델이 타당하지 않은 경우에는 需要豫測 모델을 再構築한다. 需要豫測手法의 대표적인 것으로는 移動平均法, 指數平滑法, 適應豫測手法, Box-Jenkins法, 그리고 回歸分析이나 Bayes의 定理을 사용한 手法 등이 있다.

受注選擇機能을 달성하기 위해서는 고객과의 과거의 去來狀況이나 단골객인가의 여부에 관한 고객 정보, 이미 受注된 注文에 관한 주문 정보, 機械 등 生産設備에 관한 기계설비 정보, 부품이나 제품 등의 在庫量에 관한 在庫管理情報, 單位製品當 가공시간이나 가공 비용을 계산하기 위한 가공기술 정보 등이 필요하다. 이들 情報을 사용해서 어느 注文을 받아들이고, 어느 注文을 거부하는가를 決定한다. 受注選擇의 方法으로는 注文이 도착할 때마다 어느 注文을 받아들이는가, 거부하는가의 선택을 하는 時點選擇法과 여러 注文을 정리해서 그것들을 받아들이는 注文과 거부하는 注文으로 나누는 山積選擇法이 있고, 解法으로서의 線形計画法이나 整

數計画法 등 數量計手法이 효과적이다.

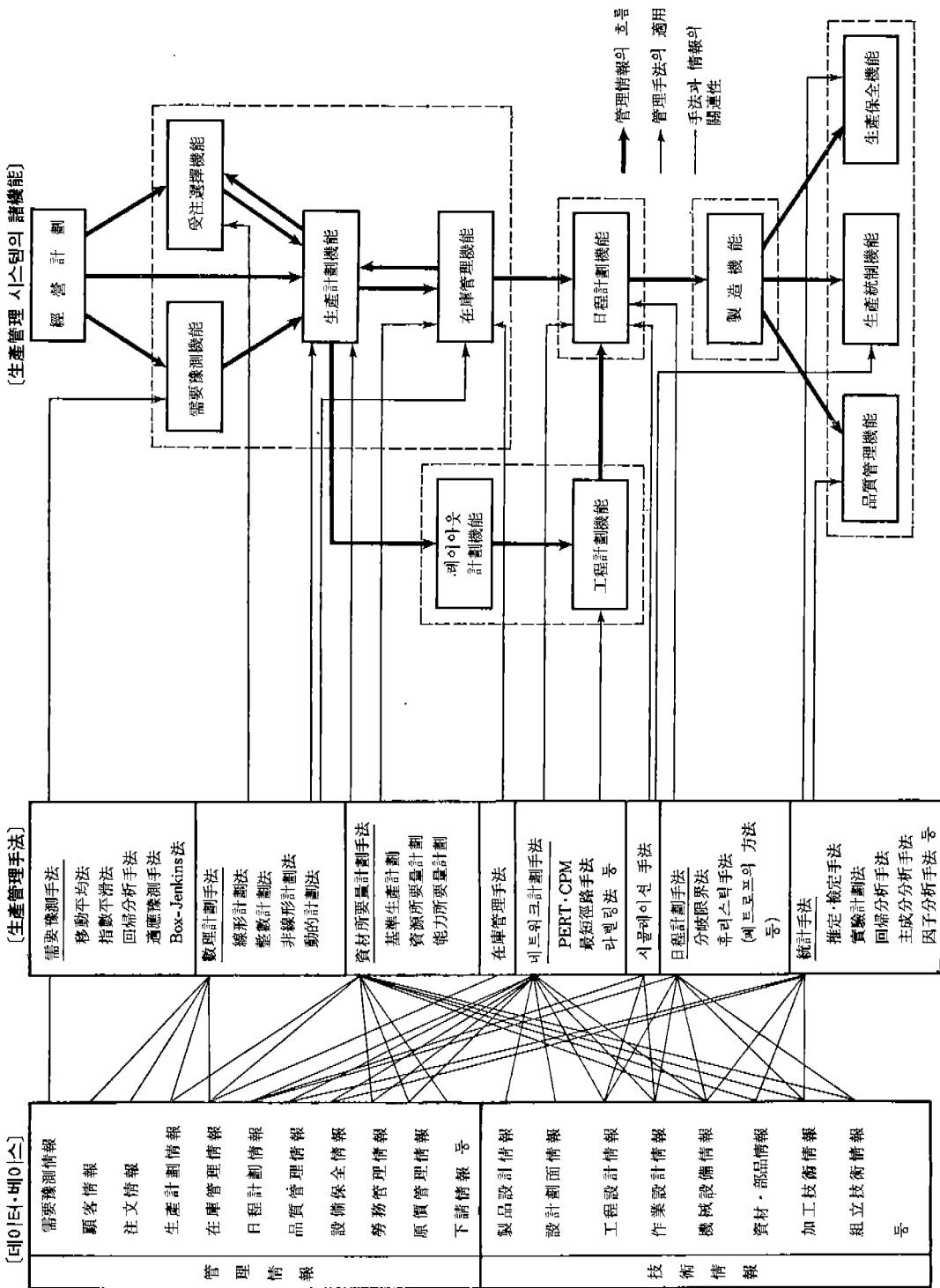
生産計划機能을 달성하기 위해서 수요 예측이나 수주 선택에 의해 얻어진 情報, 機械·設備 등의 生産能力에 관한 情報, 제품 구성표 등의 組立技術情報, 단위 제품당 가공시간이나 가공비용 등 가공기술 정보 등이 필요하다. 또, 長期的으로는 「經營計划」에서 보내져 온 經營方針에 따라서 생산능력의 변경 등을 결정하는 일도 있고 그러기 위해서는 機械設備情報도 필요하다.

生産計划에는 1期間뿐인 단기생산계획과 多期間에 걸친 多段階의 장기생산계획이 있다. 手法로서는 線形計画法, 整數計画法, 非線形計画法, 네트워크 수법, 動的計画法 등이 사용된다. 이들 手法에는 여러가지 알고리즘이 개발되어 있고 컴퓨터·프로그램도 상당히 준비되어 있다.

在庫管理機能을 달성하기 위해서는 생산계획 기능에서의 情報와 제품 구성표나 제조 리드 타임, 생산 자원이나 생산 능력에 관한 情報, 資材·部品·製品의 在庫量에 관한 情報, 발주가 끝난 자재나 부품 등의 수량, 수요 예측량이나 수주량, 가공시간, 반송시간 등의 정보가 필요하다. 在庫量을 적당하게 유지하기 위해서는 需要가 다른 品II의 수요량에 의존하지 않는 品II에 대해서는 定量發注方法, 定期發注方式, (S, s)方式 등의 在庫 모델이 사용된다. 이와 같은 在庫管理手法 외에 數理計划手法도 효과적이다.

또 部品처럼 그 品II의 수요량이 그 部品을 사용해서 生産되는 제품의 수요량에 의존하는 경우에는 資材所要量計划(Resource Requirements Planning) 手法이 사용되며, 資源所要量計划(Resource Requirements Planning), 能力所要量計划(Capacity Requirements Planning), 基準生産計划(MPS: Master Production Schedule)을 하게 된다. 이것에 의해 얻어진 결과를 사용해서 제품지시나 자재의 구매지시를 한다.

일정계획 기능을 달성하기 위해서는 생산계획



(그림 4·2) 生産管理 시스템의 諸機能, 管理手法, 데이터의 相互關係

기능에 의해 얻어진 생산할 製品의 種類와 數量, 수주시에 주어진 納期, 일의 우선 순위, 공정계획 기능에 의해 주어진 工程設計나 作業設計에 관한 情報 등과 같은 다른 機能으로부터의 情報, 각 제품의 생산에 사용하는 機械의 性能, 加工時間, 搬送時間 등과 같은 加工技術 情報, 加工 공정간의 中間 在庫保管場所의 용량 등의 技術 情報, 그리고 일정계획을 하기 위한 여러가지 管理情報가 필요하다. 공장 내에서 시행되는 일의 加工순서를 결정하는 스케줄링 문제에서는 評價基準으로서 총처리 시간, 평균 체류 시간, 최대 납기 지연 등 여러가지 중에서 管理의 목적에 적합한 것이 사용된다. 單一工程에 대한 평균 체류시간의 最小化 2段階 工程에 대한 총처리시간의 最小化 등, 몇가지 特定한 문제에 대해서는 最適 加工順序의 간편한 決定方法이 얻어지고 있다. 그러나 일반적 문제에 대해서는 分岐限界法과 같이 복잡한 最適化手法 이외에 간편한 것은 아직 없고 플로·숍·스케줄링에 대한 Petrov의 方法 등과 같은 휴리스틱한 解法이 주어지고 있는데 불과하다. 따라서 컴퓨터에 의해 亂數를 발생시켜서 시뮬레이션 手法를 사용하는 것이 효과적이다. 이것에는 여러가지 시뮬레이션용 言語(GPSS, SIMSCRIPT, SIMAN 등)가 개발되어 있으므로 그것들을 이용할 수 있다.

기타, 組立 라인에서 각 工程의 생산시간을 均等하게 하기 위해 要素作業의 각 工程에의 할당이나 사이클·타임의 決定에 라인·밸런싱의 手法가 사용된다. 또 대규모 프로젝트의 계획을 하기 위해서는 PERT(Program Evaluation and Review Technique)나 CPM(Critical Path Method) 등의 手法가 있다. 이것에 의해 각 作業의 最早 開始時刻, 最遲 開始時刻, 最早 완료 시각, 最遲 완료 시각, 여유시간 등을 얻을 수 있고, 뒤집이 허용되지 않는 作業의 列이 크리티컬·패드(Critical Path)로서 얻어진다.

이것들 외에 공정계획 기능을 수행하기 위해

서는 제품설계 정보, 공정설계 정보, 기계 설비 정보 등이 필요하다. 最適 生産工程計劃은 生産 工程의 代替案 中에서 所定の 평가기준을 最適으로 하는 案을 발견하는 것이며, 代替經路가 네트워크로 表現할 수 있으므로 動的計劃法(Dynamic Programming)이나 네트워크 手法이 효과적이다.

品質管理機能을 달성하기 위해서는 제조 기능에서 얻어진 情報와 함께 資材나 部品에 관한 情報가 필요하다. 여기에는 統計的 手法이 큰 역할을 수행하고 推定이나 檢定の 여러 手法, 實驗計劃法 및 回帰分析 등의 手法가 사용된다.

生産保全機能을 달성하기 위해서는 제조 기능으로부터의 情報와 함께 機械나 設備에 관한 정보가 필요하다. 生産保全에는 기계고장으로 인한 生産效率의 저하를 방지하기 위해 故障發生을 예방하기 위한 豫防保全, 또는 고장발생후의 수지를 신속히 하기 위한 事後保全, 그리고 또 고장의 원인을 명확히 하여 設備를 개선하기 위한 改善保全이 있다. 이에 대해서는 3·6 節에서 記述하였다. 이들 保全計劃에는 統計手法이 이용된다.

生産統制機能을 달성하기 위해서는 製造機能으로부터의 정보와 함께 加工技術 情報 등이 필요하다. 生産實施 結果 얻어진 生産數量이나 生産完了時刻 등은 생산계획·일정계획과 비교되어 계획의 改良이나 생산조건의 변경 등을 하는데 사용된다. 生産統制에는 시뮬레이션 手法이 효과적이다.

生産管理 시스템의 여러 機能과 컴퓨터의 프로그램으로서 필요한 生産管理手法 및 필요로 하는 技術情報나 管理情報의 상호관련을 표시한 것이 그림 4·2이다. 이 그림에서는 2章에서 설명한 레이아웃 계획에 대한 CRAFT, COR-ELAP 등의 알고리즘, 工程設計에 대한 CAPP, APT, EXAPT 및 제 3장에서 설명한 品質管理에 대한 CAT, 狹義의 生産計劃에 대한 CAPIS 등은 생략하였다.