

# 컴퓨터에 의한 設計·生産·管理

## —CAD·CAM·CAP—

### 4·4·4 FMS의 日程計劃

FMS는 3·2·4절의 그림 3·16에서처럼 3 레벨로 구성되는 컴퓨터·컨트롤·시스템으로 운용할 수가 있다. 이 컨트롤·시스템에서의 레벨 2의 컨트롤로 FMS를 제어할 수 있듯이 레벨 3의 컨트롤러에 있어서는 FMS의 상세한 일정 계획을 세울 필요가 있다.

日程計劃을 作成하기 위해 레벨 3의 컨트롤에는 4·3절에서 설명한 CAP에서의 「生産計劃」으로 결정된 加工物의 生産 계획(品種, 數量, 納期)이 “생산계획 정보”로서 入力되고 CAD로부터는 加工物의 공정계획 정보와 FMS의 설비 정보가 “生産技術情報”로서 入力된다. 이들 중에서 生産계획 정보와 공정계획 정보는 生産하는 加工物의 品種, 數量, 납기에 影響받는 비정형적인 入力정보지만 설비정보는 그러한 것에 影響받지 않는 定型的인 入力情報이다. 각 入力정보는 구체적으로는 다음과 같은 것을 들 수 있다.

#### (1) 生産계획 정보

가공물의 品種, 數量, 납기 등

#### (2) 生産기술 정보

##### (i) 공정계획 정보

가공물 生産에 필요한 오퍼레이션(要素作業), 오퍼레이션 時間, 그리고 오퍼레이션의 技術的 先行關係, 오퍼레이션의 수행 가능한 工作機械, 지그·장착구, 공구의 조합과 절삭조건 등.

##### (ii) 設備情報

① FMS의 형태 : 플로·타입 FMS, 조브·숍·타입 FMS.

##### ② FMS의 構成要素

○工作機械關係 : 공작기계, 공구 매거진, 어태치먼트, 공구, 지그·장착구의 종류와 數量 등.

○머테리얼·핸들링 설비관계 : 공작기계·반송설비에의 가공물의 설치·분리장치, 반송설비, 버퍼의 종류, 數量 그리고 용량 등.

○컴퓨터·컨트롤·시스템의 기능

③ FMS의 레이아웃 : FMS 構成要素의 공

간적 배치

이러한 入力情報를 사용해서 FMS의 일정계획을 作成하는 경우에 고려해야 할 評價基準으로는 加工物の 납기나 수요량을 충족한다는 時間·量에 관한 것이나 이윤 최대화·비용 최소화 등의 경제성에 관한 것을 생각할 수 있다. 이와 같은 평가기준에 기초해서 상세한 日程計劃을 作成하기 위해 고려해야 할 사항은 다음과 같은 것이 있다.

- 加工物の 오퍼레이션과 그것을 처리하는 공작기계와 공구의 대응관계 決定
  - 공작기계에의 工具, 지그·장착구의 배분.
  - 각 공작기계에서의 加工物の 처리 순서, 처리 시각의 決定
  - 加工物の 搬送徑路 決定
  - 搬送設備에서의 加工物の 반송 순서, 반송 시각의 決定
  - 搬送設備의 반송속도 決定
  - 各 加工物の 공작기계에서의 오퍼레이션의 처리순서 決定
  - 각 오퍼레이션을 수행하는 절삭조건의 決定
- 上記와 같은 사항을 理論적으로 취급한 것으로서, 공작기계에의 工具配分과 各 加工物 오퍼레이션의 공작기계에의 配分法을 分析한 것, 시뮬레이션 등을 사용해서 各 工作機械나 搬送設

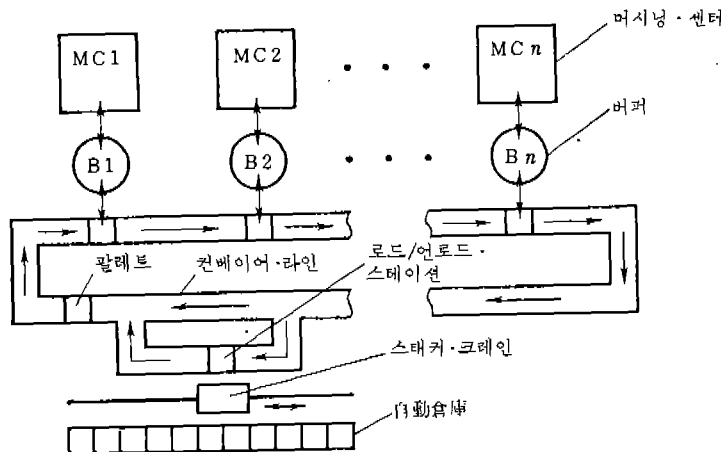
備에서의 가공물의 순서부여 문제를 分析한 것, 시뮬레이션으로 오퍼레이션의 工作機械에의 배분과 工作機械에서의 가공물의 순서부여 문제를 分析한 것이 있다. 이와 같이 FMS의 日程計劃을 作成하기 위해 개개의 사항을 獨立한 문제로서 개별적으로 취급하는 것은 아니고 여러 사항을 종합적으로 分析할 필요가 있다.

FMS는 플렉서빌리티가 높은 構成要素로 구성되는 生産 시스템이고 잠재적으로 생산수준의 변동이나 加工品種의 변화에 어느 정도 대처할 수 있는 能力을 갖는다. 이것은 FMS 하드웨어의 측면에서 본 플렉서빌리티라고 할 수 있다.

이러한 플렉서빌리티를 효과적으로 機能시키기 위해서는 레벨3의 컨트롤에 플렉서빌리티를 갖게 할 필요가 있다. 이것은 생산계획의 수정이나 우발적 사태 發生에 대처할 수 있는 日程計劃 시스템, 바꾸어 말하면 動態인 일정계획 시스템이고 이러한 시스템의 개발이 重要하다. 이것은 FMS 소프트웨어의 측면에서 본 플렉서빌리티라고 할 수 있다.

이제까지 설명한 것을 바탕으로 日程計劃을 작성하는 구체적인 수속을 설명하기로 한다.

여기서는 그림 4·12에 든 플로·타입 FMS를 대상으로 해서 일정계획 문제를 생각해 보기로 한다. 이 FMS는 직렬로 배열된 n대의 머시닝·



〈그림 4·12〉 플로·타입 FMS

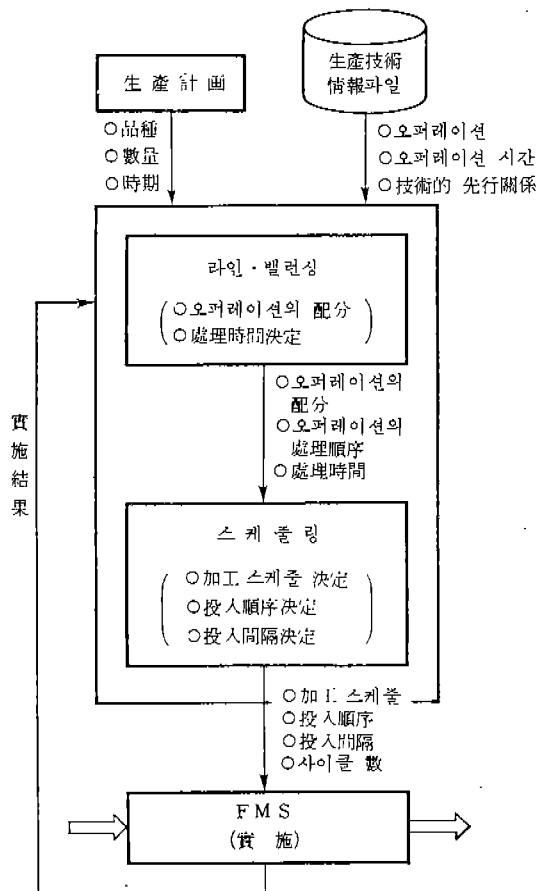
센터(MC)와 팔레트를 반송하는 閉 루프· 컨베이어·라인과 로드/언 로드·스테이션으로 구성되고, 각 머시닝 센터 앞에는 專用 버퍼(B)가 놓여 있다. 作業者는 正規 作業時間 내에 당일에 生産이 예정된 加工物을 팔레트에 설치, 自動倉庫에 반입해 둔다. 스태커·크레인은 컴퓨터의 지시에 따라 적시에 팔레트를 자동창고에서 인출하여 시스템에 로드한다. 모든 加工이 완료된 加工物은 로드/언 로드·스테이션에서 다시 自動倉庫에 되돌려지고 作業者에 의해 팔레트에서 분리된다.

### (I) 物体의 흐름

팔레트에 설치된 加工物은 스태커·크레인에 의해 自動倉庫에서 반출되어 로드/언로드·스테이션에 놓여진다. 加工物은 컨베이어·라인에 의해 최초의 加工물 받는 머시닝·센터(MC1)에 반송된다. 만약 버퍼 1(B1)이 비어 있지 않으면 加工物은 자동창고 내에 殘留한다. 비어 있으면 加工物은 버퍼 1에 들어간다. 加工物이 버퍼에 들어가 있을 때 현재 가공중인 加工物의 가공이 끝나면 즉시 팔레트 교환장치에 의해 교환되고 가공준비가 된다. 만약 加工物의 加工이 끝난 시점에 버퍼에 다음 가공물이 들어가 있지 않으면 그 머시닝·센터는 「遊休狀態」가 된다. 또 가공물 사이에는 추월이 없으므로 가공물의 가공이 끝났을 때 다음 工程의 버퍼가 비어 있지 않으면 그 加工物은 버퍼 내에 머물고 컨베이어·라인에 투입되는 일은 없다. 이때 후속의 加工物은 버퍼에 들어갈 수 없으므로 머시닝·센터는 「블로킹 상태」가 된다. 加工物이 소정의 加工을 모두 받은 후 버퍼  $n$  ( $Bn$ )에서 컨베이어·라인에 투입되어 컨베이어 위를 이동해서 로드/언로드·스테이션에 들어가고 스태커·크레인에 의해 自動倉庫에 복귀된다.

### (II) 情報의 흐름

미리 계획된 生産計劃과 工程計劃에서 加工物의 品種, 數量, 生産時間, 納期, 오퍼레이션과



〈그림 4·13〉 FMS의 日程計劃 시스템

오퍼레이션 時間, 그리고 오퍼레이션 간의 기술적 선행관계를 入力情報로서 얻는다. 이들 情報를 기초로 해서 오퍼레이션의 머시닝·센터에의 配分과 오퍼레이션의 처리순서 決定(여기서는 이것을 종합해서 라인·밸런싱이라 한다)과 각 머시닝·센터에서의 加工物의 加工 스케줄(가공 순서, 가공 개시 시각 등)의 결정(스케줄링)을 한다. 그리고 그 결과 각 머시닝·센터에서 加工되는 오퍼레이션(여기서 각 머시닝·센터에 배분되는 工具의 종류와 수량이 결정된다), 加工物의 處理時間, 投入順序, 投入間隔, 사이클 수와 加工 스케줄을 出力情報로서 얻는다(그림 4·13).

라인·밸런싱과 스케줄링에서는 다음과 같은 것을 고려한다.

(i) 라인·벨런싱

플로·타입 FMS에 있어서는 각 머시닝·센터의 총 작업시간을 동일하게 할 수 있으며 遊休 또는 블로킹 상태를 어느 정도 방지할 수 있고 머시닝·센터의 가동률 향상이나 加工物이 시스템 내에 체류하는 시간을 감소시키는 것이 기대된다. 그러기 위해서는 生産 대상이 되는 加工物의 로트 量을 고려해서 오퍼레이션을 각 머시닝·센터에 기술적 先行關係에 입각해서 배분한다. 즉, 作業編成을 하면 된다. 이것은 組立 라인에서의 混入 라인·벨런싱에 상당한다.

공정계획에 따라 加工物 마다에 오퍼레이션이 결정되는데, 이 오퍼레이션의 처리순서를 어떻게 決定하는가에 따라서 각 머시닝·센터마다의 加工物 處理時間이 변화한다. 이것은 어떤 오퍼레이션 처리에서 다음 오퍼레이션 처리로 이동할 때 요하는 공구 이동시간과 공구교환 시간이 변화하기 때문이다. 이 工具 移動時間과 工具交換時間을 오퍼레이션의 처리를 하기 위한 작업 준비시간이라고 생각하면 최적의 加工順序를 구하는 문제는 순회 세일즈 맨 문제로서 취급할 수가 있다. 이러한 문제에 대해 分岐限界法을 사용해서 技術的 先行關係를 만족하고 또한 處理時間의 총합이 최소가 되는 오퍼레이션의 처리순서를 얻는 컴퓨터·알고리즘이 제안되고 있다.

(ii) 스케줄링

여기서 대상으로 하고 있는 FMS 를 스케줄링 문제로서 보면, 이것은 工程間 搬送, 中間在庫 容량에 제한이 있는 플로·숍·스케줄링 문제가 된다. 가공물의 생산 수량이 적은 多種少量 生産의 경우, 개개의 가공물을 하나의 숍으로 간주함으로써 中間在庫容량 制約 하에서 총처리 시간을 최소로 하는 플로·숍·스케줄링이 된다. 그렇지만 플로·타입 FMS 는 中種中量 生産에 적합한 시스템이므로 가공물의 생산 수량을 몇 가지 로트로 종합, 混入해서 생산하는 로트·스케줄링을 생각해야 한다. 이 경우, 동일 가공물이 몇 가지의 로트로 편성되므로 순서 부여를

했을 때 동일한 種類·數量的 加工물로 구성되는 로트가 어떤 패턴 하에서 반복 출현하게 된다. 이러한 순서부여는 「사이클릭·스케줄링」이라 하지만 FMS의 경우는 중간 재고용량에 제한이 있는 사이클릭·스케줄링이 되고 이것을 행함으로써 로트間 출력간격의 최소화가 實現되고 그 결과 총처리 시간을 작게 하는 스케줄(加工 스케줄, 투입순서, 투입간격, 사이클 수)을 얻을 수가 있다.

FMS의 效率的인 운용은 上記한 “物體的 흐름”과 “情報의 흐름”을 有機的으로 결부함으로써 실현할 수가 있다. “物體的 흐름”을 검토하기 위해서는 대상으로 하고 있는 FMS 시뮬레이션·모델을 作成하고 라인·벨런싱과 스케줄링의 결과에 입각한 시뮬레이션 실험을 하면 된다. 이 實驗結果가 意思 결정자가 만족할 수 있는 것(예를 들면 가공물의 총처리 시간, 체류시간, 스케줄 상의 여유, 가동률, 경제성 등이 바람직한 값이 되는 것)이면 구해진 결과를 레벨 2의 컨트롤에 보내어 FMS를 制御한다. 만약 만족되지 않으면 FMS의 가동조건(예를 들면 생산 속도, 컨베이어 속도 등)을 변경해서 다시 實驗을 한다. 이와 같이 해서 만족스러운 結果가 얻어지기까지 실험을 하여 가동 조건을 決定한다.

이상의 것은 그림 4·12와 같은 플로·타입 FMS를 대상으로 하고 있었지만 3章의 그림 3·15와 같은 조브·숍·타입 FMS의 경우에는 加工物 등의 머시닝·센터로 加工하는가를 정하는 기계선택 문제나 조브·숍·스케줄링, 그리고 또 사이클릭한 경우의 조브·숍·스케줄링 등을 생각할 필요가 있다.

4·5 팩터리 오토메이션(FA)과 오피스 오토메이션(OA)의 융합

OA로의 注目은 根本的으로는 工場현장에서的高生産性에 비해 오피스의 生産性이 너무 낮다는 것에 기인하고 있다. 이것은 근로자 1명당 資本裝備率이 農業이나 工業에 비해 오피스에서

는 근소하다는 것에도 의한다. OA는 사무의 합理化, 情報의 效率化, 情報의 시스템化, 事務作業의 自動化, 그리고 事務機能의 자동화로 발전해 왔다고 할 수 있다. 「오피스」는 원래 事務를 보는 物理的 장소를 지칭하는데, 앞으로는 오히려 사무의 機能과 運用을 의미하게 되고 플렉서블·오토메이션 완비시에는 오피스의 개념이 대폭 변화하게 될 것이다.

오피스·오토메이션에서 취급하는 것은 팩터리·오토메이션에 있어서 눈에 보이는 有形의 “物體”를 대상으로 해서 資材·原料에서 제품을 만드는데 대해 눈에 보이지 않는 無形의 “情報”라는 점에 큰 특징이 있다. 따라서 이 시스템은 이른바 “無人事務工場”을 의미하는 것은 아니지만 가급적 事務의 자동화를 시도하는 것이 바람직한 것은 당연하다. 그러기 위한 하드웨어로서는 오피스·컴퓨터, 워드·프로세서, 팩시밀리, 화상 입출력 장치, 복사기, 마이크로 필름, 통신 시스템 등 근래에 여러가지 機器가 출현하고 있다. 오피스·오토메이션에서는 생산현장을 대상으로 하는 팩터리·오토메이션인 경우의 成立條件인 하드·소프트의 측면, 경제적 측면에 부가해서 人間的 측면-휴먼웨어가 중요하다. 사람은 컴퓨터나 로봇 등과 같은 기계에 비해 일이 늦고 부정확하나 유연성·적응성이 우수하다.

사람은 개개의 技能·技術을 중시해서 高度이고 다양한 일을 수행하지만 다른 면으로는 개개

인의 일을 초월해서 企業 시스템 속에서 조직구조를 形成, 전체적 合理性을 위한 意思決定을 한다. OA와는 量과 質을 수반하는 전문적인 經營意思決定의 合理性을 촉진하여 필연적으로 經營組織의 變革에 이어진다. 지난날에는 生産현장에서 機械와 사람이 한쌍이 되어 물건이 만들어졌지만 FA에 의해 이미 無人化가 기술적으로 가능해지고 사람은 직접적 노동보다 오히려 生産 시스템의 監視·管理·保守의 업무가 主体로 되어 작업조직에 큰 變革을 초래했다. OA에 대해서도 다종다양한 일을 노동 집약적으로 할 수 있는 유연한 소프트웨어가 적용되어 환경에 적합한 事務의 機械化가 이루어졌을 때, 그것은 오피스의 플렉서블·오토메이션이라 할 수 있다.

기업 시스템이 “物體”를 생산하건 “서비스”를 제공하건 OA는 “物體의 흐름”의 형성을 效果的인 것으로 하지 않으면 진정한 의미가 없다. 이것은 광의의 생산행위이며 사람·물체·돈·정보로 형성되는 生産要素를 生産物(제품·서비스)로 변환해서 效用을 生成하고 이것으로 가치를 增殖하는 행위이다. 그것이 價値있는 것이 되고 “價値의 흐름”을 수반하기 위해서는 효율화를 겨냥하는 計劃-統制가 필요하고 그것이 “情報의 흐름”이다(그림 4·14 참조). 표 4·9에 팩터리·오토메이션과 오피스·오토메이션을 비교한다.

일반적으로 經營管理의 수준에는 기업의 경영 목표 설정, 신제품 개발, 신공장 건설, 장기가

이달의 原子力 상식

원자력발전소 주변에 살면 위험하지 않나?

● 韓電 原子力安全室 제공

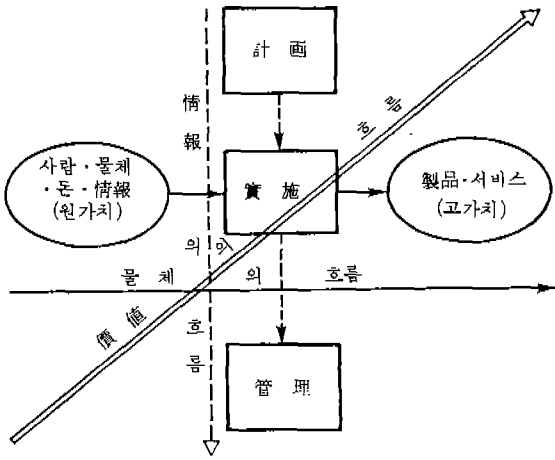
원자력발전소가 주변에 미치는 방사선의 영향은 T.V를 시청할 때 받는 방사선량보다도 훨씬 적습니다.  
표에서와 같이 일상생활중 부딪히는 각종 위험부담에 비하면 원전의 방사선영향은 전혀 문제가 되지 않습니다.

일상생활속의 위험부담

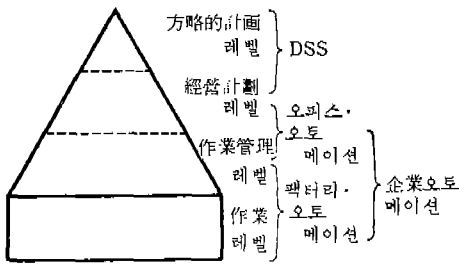
자연방사선 기준으로 한 면적대비

〈표 4·9〉 팩터리·오토메이션과 오피스·오토메이션의 비교

種 類	팩터리·오토메이션	오피스·오토메이션
目 的	工業生産의 自動化·無人化	事務作業·機能의 自動化
場 所	工 場	事 務 所
對 象	物體(有形)	情報(無形)
시 스템	生産 시스템	情報 시스템
하드웨어	NC工作機械, MC, CNC, DNC, FMS, 로봇, MH設備, CAD/CAM, 컴퓨터, 制御裝置	오피스·컴퓨터, 워드프로세서, 팩시밀리, 画像入出力裝置, 通信 시스템, 複寫機, 마이크로 필름, 音聲合成·認識裝置
成立條件	하드·소프트의 側面 經濟的側面	하드·소프트의 側面 經濟的側面 人間的側面
플렉처블·오토메이션과의 結合(柔軟性)	生産의 多樣化 生産組織의 變化 生産情報시스템의 完備(計畵·管理의 重視)	사람-일의 變化 經營組織의 變化 意思決定의 合理化



〈그림 4·14〉 生産 시스템—“물체의 흐름”, “정보의 흐름”, 그리고 “가치의 흐름”



〈그림 4·15〉 經營管理 레벨과 오토메이션

익제획 등 方略的인 문제를 취급하는 方略的 計畵 레벨, 기업 내부의 각종 직능부문의 계획이나 관리를 담당하는 경영관리 레벨, 개개의 일 상업무 계획과 관리를 하는 작업관리 레벨, 그리고 개개 업무를 실시해 가는 작업 레벨이 있다. 이 중에서 FA는 최후의 작업 레벨에 관여하는 것이다. 이에 대해 現今의 OA가 목표하는 것은 오퍼레이셔널한 事務機能의 自動化·省力化이고 작업관리 레벨, 저우 경영관리 레벨에 상당하는 범위에 기여한다.

FA와 OA가 有機化되었을 때 이것은 “코퍼레이트(企業)·오토메이션(Corporate Automation)”으로서 作業과 管理의 自動化 역할을 수

행하게 된다(그림 4·15). 이것은 이른바 오퍼레이셔널한 분야의 自動化이고 企業의 方略的인 의사 결정에는 現단계에서는 無力하다. 그래서 비구조적인 문제를 취급하는 方略的 計畵에 관한 非定型的인 의사 결정에 대해 하나의 개념을 부여하는 것으로서 意思決定 支援 시스템(Decision Support System)—DSS가 있다. 이分野는 아직 경영자의 직관, 감, 경험이 크게 자리잡고 있는 分野이고 自動化에는 아직 거리가 멀다. 그렇지만 OA의 기술이 점차 DSS 영역에 들어가서 비구조적인 문제를 구조적인 문제로 처리할 수 있는 길이 열려나가면 최종적으로는 企業 전체의 OA化가 촉진되게 되고 여기에 새로운 MIS(Management Information System·經營情報 시스템)이 완성되게 될 것이다. 現段階에서는 OA와 DSS는 相互 補完的인 역할을 하고 있다.

〈連載 끝〉