

컴퓨터에 의한 設計·生産·管理

—CAD·CAM·CAP—

3. 컴퓨터에 의한 生産(CAM)

3.1 生産自動化的 기초

3.1.1 CAM의 歴史的 背景

J. Von Neumann의 理論에 의한 최초의 電子計算機 ENIAC(Electronic Numerical Integrator and Calculator)가 1944년 美國 陸軍에 등장했다. 그 이후 컴퓨터는 대규모 집적회로를 주제로 한 고속의 情報處理機械로 발전하여 科學技術 計算에 소요될 뿐 아니라 近代産業에 획기적 역할을 다하게 된다. 예를 들면 영국의 라이온즈 商會가 1953년, 급여계산에 계산기를 이용하고 나아가서 공장의 生産計劃을 需要에 알맞게 한 이후, 컴퓨터 없는 기업경영, 의사결정은 생각할 수 없는 時代로 돌입하였다. 生産分野에서는 컴퓨터의 발달과 함께 生産계획과 관리에 컴퓨터가 이용되어 사람의 손에 의한 事務가 크게 경감되었다.

이것은 현재, 生産管理의 情報 시스템으로 발전하고 있다. 나아가서 컴퓨터는 生産활동에 이용되어 컴퓨터 제어의 오토메이션이 出現하여 生産工場内 각 工程의 작업이 자동화된 機械로 운용됨과 동시에 生産 시스템 전체가 컴퓨터로 감독·제어되고 컴퓨터가 生産計劃을 세워, 生産정보의 指令을 내고 동시에 각 機械에서 보내지는 작업진척보고에 기초해 分析하여 적절한 作業指令을 타임리로 되돌림으로써 효과적인 관리를 할 수 있게 되었다.

그 실례로 1961년 웨스턴 일렉트릭사에서 시도된 탄소저항기의 生産 시스템, 1967~8年 無人化 工場의 선구자로서 미국 샌드스트랜드社의 옴니컨트롤·시스템, 일본의 國鐵 大宮(오미야) 공장의 群管理 시스템을 들 수 있다. 최근에는 完全無人化 工場을 겨냥하여 加工과 組立의 生産 시스템 全体를 自動化한 팩토리·오토메이션이 出現하고 汎用 로봇을 사용하여 多種中小量 生産에 대응하는 自動生産 시스템이 일본, 미국 등에서 속속 나타나 生産性的의 비약적 向上을 촉

진하고 있다.

CAM을 支援하는 生産技術은 工作機械로서는 1952년에 MIT에서 NC 프라이스盤이 개발되어 工作機械의 數値制御化가 시작했다. 그후 NC 선반이나 머시닝·센터가 1950년대에 出現하여 수동에 의한 加工作業에 自動化 물결이 물려왔다. NC 情報의 指令 테이프 作成의 기초가 되는 自動加工計劃에 대해 2章에서 설명한 APT, EXAPT 등 자동 프로그래밍이 큰 기여를 했다. 1970년대 후반에 들어서서 組立作業, 熔接作業, 塗裝作業, 프레스 作業 이외에 작업자에게 가장 위험한 작업에 대해 로봇이 급격히 사용되게 되었다.

이와같이 공작기계의 수치 제어화, 공업용 로봇의 출현이 根幹이 되어 自動化가 진전되었지만 自動生産을 지지하는 生産관리기술의 유효한 것으로는 1章에서 설명한 것처럼 1946년 소련의 미트로파노프가 제창한 GT가 있고 최근에는 미국 공군의 프로젝트 ICAM 중에서도 채택된 設計·加工·組立 데이터 베이스의 축적과 확충도 불가결한 것이다. 4章에서 설명하겠지만 앞으로의 生産自動化는 정보관리 시스템의 설계·구축·운용의 最適化를 지향해야 한다.

1章에서 설명한 것처럼 生産에 관한 오토메이션에는 機械工業의 機械生産을 대상으로 한 자동화를 目的하는 “메커니컬·오토메이션”, 化學裝置工業에서 볼 수 있는 자동제어나 원격조작에 의한 計裝管理를 하는 “프로세스·오토메이션”이 있고, 현재 이것들을 “팩토리·오토메이션 (FA)”이라고 한다.

표 3·1은 컴퓨터에 의한 生産技術과 生産 시스템의 개요이다.

3·1·2 CAM의 構成

1章에서 설명된 전체 CAD, CAM, CAP 시스템 중에서 그 基幹이 되는 CAM의 部分과 그 주변을 보면 광의의 CAM (破線內)은 工程設計로부터의 기술정보와 일정계획으로부터의 管理 情報를 받아 生産 시스템을 가동시켜서 물품

〈표 3·1〉 컴퓨터에 의한 生産技術과 生産 시스템 系譜

1946	GT出現 (소련) S. P. 미트로파노프
1952	NC 프라이스盤 (미, MIT) J. 파슨즈
1955	APT (自動加工 프로그래밍) (미)
1957	NC 旋盤 (日, 東工大)
1958	MC (Kearney & Trecker社 (現在 Cross & Trecker社)) (미)
”	NC 프라이스盤 (富士通) (日)
1959	産業用 로봇·유니메이트 (極座標系) (미)
1961	Western Electric社 抵抗捲生産·시스템 (初期의 CAM出現) (미)
1962	FAPT (富士通) (日)
”	産業用 로봇·버서트론 (円筒座標系) (미)
1966	EXAPT (西獨)
1967	Molins社의 System24 (DNC시스템) (英)
1968	Sundstrand社의 Omnicontrol System (DNC시스템) (미)
”	國鐵火宮工場の 群管理시스템 (DNC시스템) (日)
1971	CAM-I (미)
1973	日立精機社製 Production Master (플레서블 제조 시스템) (日)
1974	組立用 로봇言語 (AL) (스탠포드大學人工知能研究所) (미)
1977	ICAM 미국空軍·航空機産業의 設計·加工·組立 시스템 (미)
”	組立作業用 로봇言語 AUTOPASS (IBM社) (미)
1979	適應 프로그래머블 組立시스템 APAS (Westinghouse社) (미)
1982	파낙社製 自動生産시스템 (파낙·팩토리·오토메이션) (日)

질의 관리는 CAT로, 生産의 진척상황과 生産 조건의 最適化 등 관리는 온 라인으로 한다. 이것으로 素材는 가치있는 제품에 自動적으로 轉換된다.

CAM의 구성은 각 生産기업이 技術의 수준에 따라서 自動化를 해 가는 단계에 따라서 다르지만 여기서는 無人化한 자동생산공장을 想定해서 설명한다. 먼저 하드웨어인 生産設備는 기본적으로 제조 (加工·組立을 포함), 運搬, 檢査, 貯

藏의 네 가지로 구성된다. 어느 것이나 컴퓨터에 의한 제어는 가능하고 서로의 연결은自由自在이다.

제조는 加工의 범용성이 높은 머시닝·센터가主体的으로 활약하게 된다. 3·2·4項에서 설명할 FMS는 머시닝·센터, NC 공작기계를 포함하는 加工設備로서 多種 中小量生産에 적합하다.

組立用에는 가공용 공작기계 만큼 범용성· 유연성이 높은 설비는 없다. 대량 생산용인 專用組立機械는 제품 중심으로 作成된 조립 모듈 또는 셀이라고 할 수 있다.

受注하는 조립제품의 작업을 分析해서 빈도 높은 組立作業(예를 들면 삽입, 나사 체결 등)은 NC공작기계처럼, 모든 삽입이나 나사 체결 작업이 가능한 NC 삽입기계, NC 나사 체결 기계 등의 조립기계를 작성하는 일이다. 그밖에 머시닝·센터처럼 평면 절삭과 구멍뚫기 등 複合加工을 自動적으로 할 수 있는 몇가지의 조립작업이 가능한 범용 로봇이 앞으로 필요해 질 것이다.

반송설비는 컨베이어方式처럼 固定 라인을 필요로 하지 않는 무인반송차가 플렉서빌리티가 높다. 자동창고는 일반적으로 形狀이 立体的이고 부지면적은 작고 높이는 높은 것이 좋다.

물품의 치수나 公差 등의 계측, 不良品 등의 체크를 하는 檢査, 24시간 운전중인 생산설비의 故障(공구의 수명을 포함해서) 감시 등에 관한 장치는 自動化에 있어서 필요하다. CAM을 구성

하는 다섯가지의 主要한 生産設備(하드웨어)를 표 3·2에 든다.

다음은 이상에서 설명한 生産設備 運用을 위한 생산정보를 설명한다. CAM의 運用은 플랜트(工場)·레벨, 생산 프로세스(加工·組立)·레벨, 워크·스테이션(工程)·레벨과 오퍼레이션·레벨의 多階層制御·管理를 할 수 있는 소프트웨어가 있어야 한다. 플랜트·레벨의 소프트웨어는 주로 生産計劃에 기초해서 공장에 들어오는 素材와 완성된 제품이 出品되는 기일의 指示情報를 보유하면서 동시에 그 지시정보로부터의 피리가 생긴 경우, 플랜트 전체의 관점에서 어느 生産工程을 제어·修正 교정을 하면 되는가를 대답할 수 있는 機能을 가진다.

생산 프로세스·레벨의 소프트웨어는 加工品과 中間 組立品이 일정계획 대로 가공과 조립의 生産공정을 흐르고 있는지의 여부를 엄격히 체크하여 일정계획의 生産情報에 의해 物品 흐름을 제어·관리하는 機能을 가진다.

스테이션·레벨의 소프트웨어는 加工工程에 들어간 素材가 어느 팔레트 또는 무인반송차에 탑재되고 어느 機械에 들어가서 加工되는가의 제어를 하는 機能을 가진다. 그리고 또 그후 自動倉庫에 들어가고 組立生産情報에서 언제 倉庫를 나와서 어느 組立 스테이션에서 부품 조립과 최종 조립이 되어 제품이 되는가 하는 加工과 組立工程 내의 물품 흐름과 時間의 제어와 관리도 하는 機能도 가진다.

오퍼레이션·레벨에서는 加工工程에서 각 生産設備의 自動加工을 위한 工具·지그의 工具

〈표 3·2〉 CAM의 構成(生産設備 : 하드웨어)

1	加工設備(NC工作機械, 머시닝·센터)
2	組立設備(플레이백·로봇, 지능 로봇)
3	搬送設備(팔레트, 컨베이어, 無人搬送車)
4	自動倉庫(製品用倉庫, 部品用倉庫)
5	計測·檢査(檢査裝置, 監視裝置) 保全設備

〈표 3·3〉 CAM의 構成
(生産情報 : 소프트웨어)

1	플랜트·레벨의 制御·管理
2	生産 프로세스·레벨의 制御·管理
3	워크·스테이션·레벨의 制御·管理
4	오퍼레이션·레벨의 制御·管理

베저진이나 GT 지그·어댑터를 이용한 出入管理, 가공의 NC 지령정보 관리, 加工 狀況(공구 절손, 마모, 수명)의 감시, 머니플레이터에 의한 팔레트에서의 物品의引出, 가공 후 인출작업의 制御管理를 한다. 그리고 組立工程에서는 自動 組立을 위한 조립 스테이션에서의 조립 순서에 따른 로봇이나 專用機에 의한 NC 制御·管理 등의 機能을 가진다(표 3·3 참조).

CAM에서의 “情報의 흐름”과 “物品의 흐름”의 개략을 그림 3·1에 든다.

3·1·3 CAM에서의 정보의 흐름과 관리

CAM을 가동시키기 위해서는 自動生産 시스템에 生産技術과 管理의 情報를 보내고 시스템 全体로서의 균형이 잡힌 物品의 흐름을 유지해야 한다.

그림 3·1에서의 각 부문 간 생산정보 내용에 대해 흐름·부·차트로 표시하면 표 3·4와 같이 된다. 이런 정보는 대별하면 生産 準備를 위한 技術과 管理의 情報, 그리고 自動生産 시스템의 가동·운전을 하기 위한 制御의 情報가 된다. 前者의 情報에 의해 加工 스케줄, 組立 스케줄,

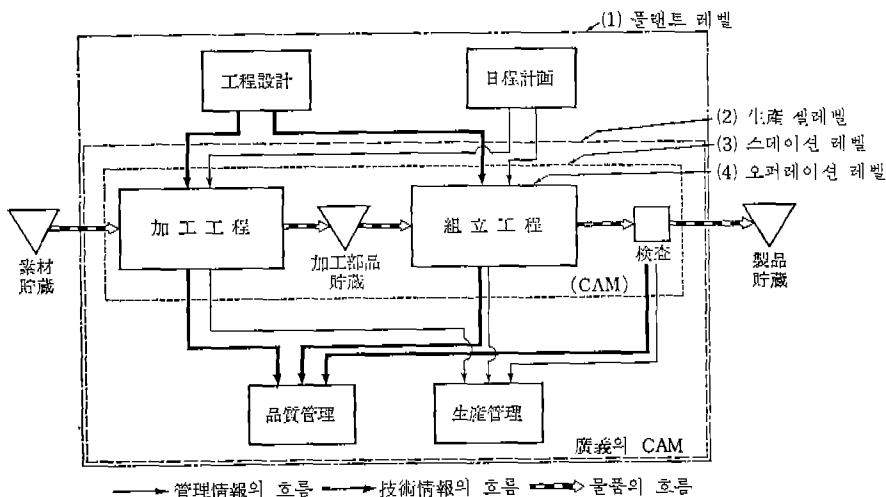
物品搬送 스케줄, 그리고 檢査 스케줄 등이 정해지고 이런 스케줄의 情報가 加工 시스템과 組立 시스템을 통괄하는 컴퓨터에 보내지고 여기서 각 시스템 중에 배치된 生産設備에 대해 制御·統制하기 위한 프로그램으로 변환되어 각각의 生産설비에 指令이 발해져서 시스템 전체의 가동이 개시하여 運轉이 生産 스케줄대로 실행된다.

이 정보 흐름의 모양을 生産·制御의 설비를 중심으로 표시하면 그림 3·2와 같이 된다. 그림에서 制御用 컴퓨터는 加工과 組立工程의 가동·운전 그리고 物品搬送의 제어관리정보를 호스트·컴퓨터로부터의 공정계획·일정계획 정보에 기초해서 作成하는 역할을 하고 모뎀, CNC, 컨트롤러를 통해 각각의 制御部에 이들 情報가 보내진다. 기타, 制御用 컴퓨터는 다음 네가지 情報管理를 한다.

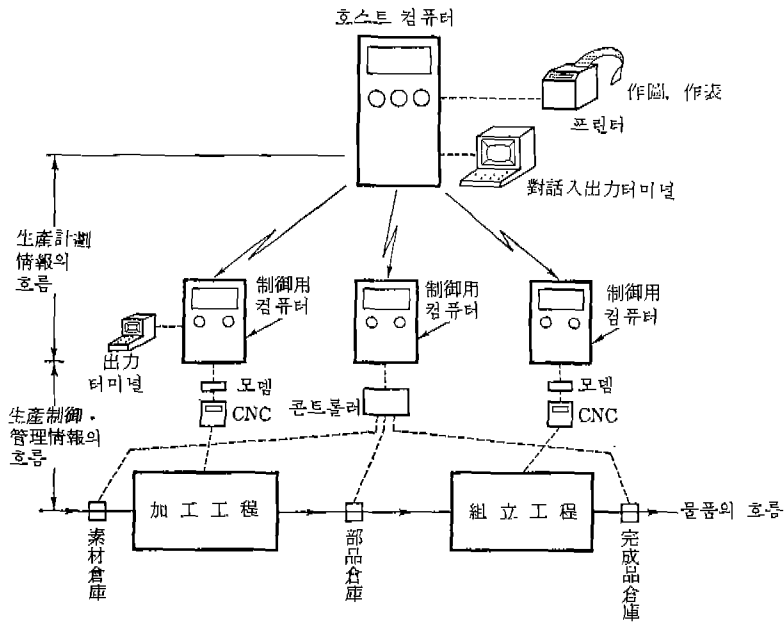
(i) CAT (物品의 自動計測·檢査)

(ii) CAPIS (생산 진척의 自動生産管理(최적 生産조건의 指示도 포함))

(iii) 자동고장 진단·保安全管理(시스템과 기계의 고장 진단, 수리와 칩 배출의 自動處理)



〈그림 3·1〉 CAM에서의 “정보의 흐름과 “물품의 흐름”



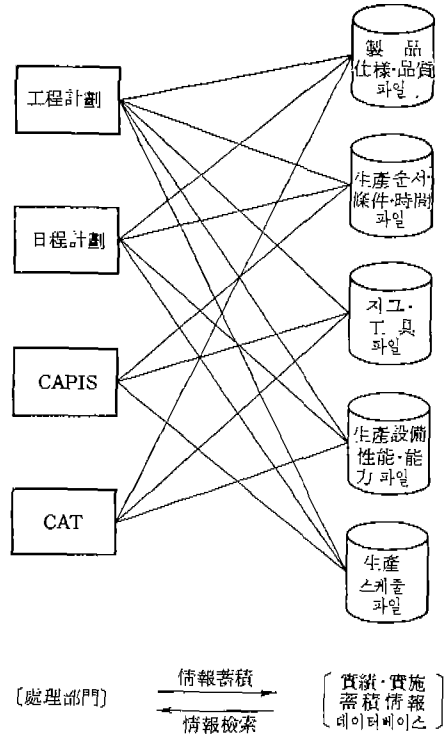
〈그림 3·2〉 컴퓨터에 의한 生産制御

(iv) 自動工具 情報管理(수명, 마모, 파손, 교환, 재연마)

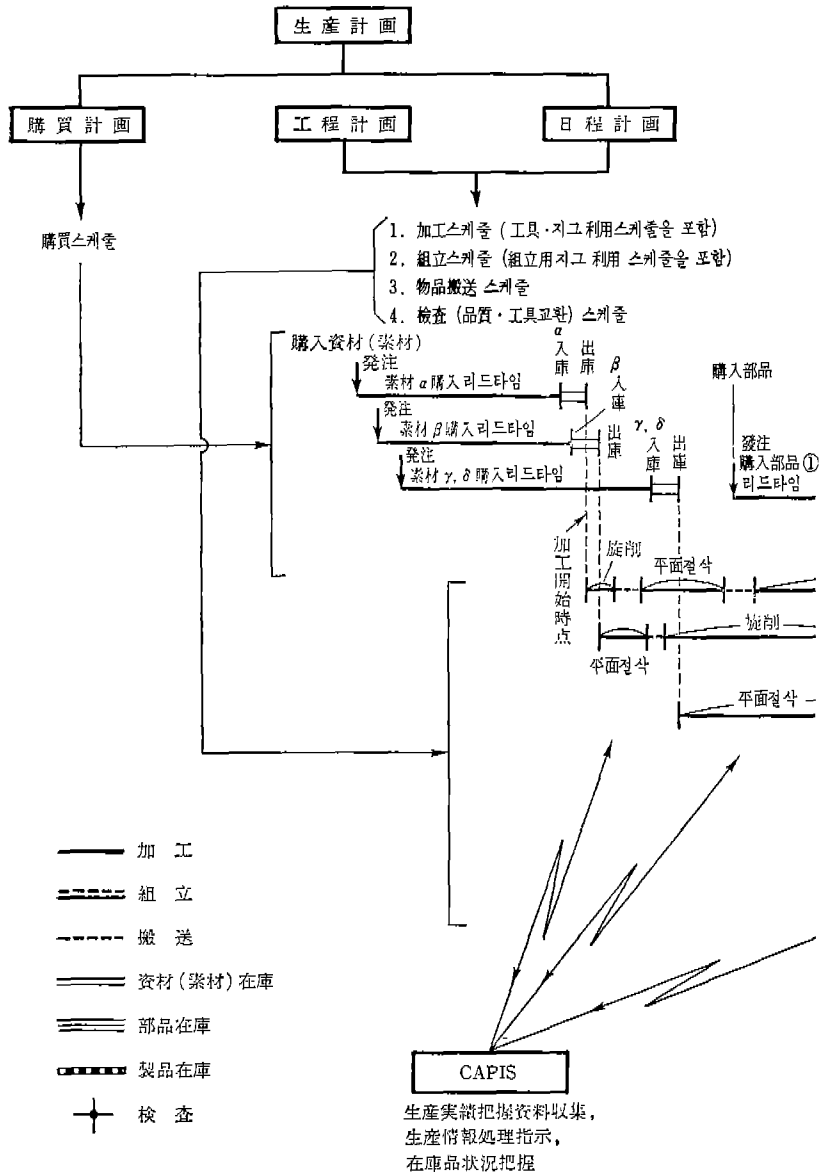
購買計劃의 구매 스케줄을 포함해서 CAM 중의 생산기술과 관리의 정보 흐름을 스케줄 중심으로 나타내면 그림 3·3이 된다. 이 그림에서는 2개의 組立製品(그림 참조) 加工과 組立을 하는 스케줄을 취급하고 CAPIS와 CAT의 관련도 함께 표시하고 있다.

CAM에서는 그림 3·3에서 가공 개시시점에서 조립 종료시점까지를 중심으로 生産設備의 制御가 스케줄대로 되어야 한다. 作業者가 이 스케줄표를 보고 制御 프로그램을 作成하고 있으면 오랜 시간이 걸리기 때문에 컴퓨터 支援下에 이 作成을 自動적으로 할 수 있게 하여야 한다.

가장 중요한 것은 納期를 맞추고 각 生産設備의 가동률을 높여 着手品 在庫量을 적게 하기 위해 生産設備의 단계인 工程計劃, 日程計劃에서 MRP, GT, 시뮬레이션 등의 手法를 사용해서 最適 工程編成, 最適 스케줄을 얻는 일이다.



〈그림 3·4〉 CAM에 있어서의 베이스의 확장과 이용

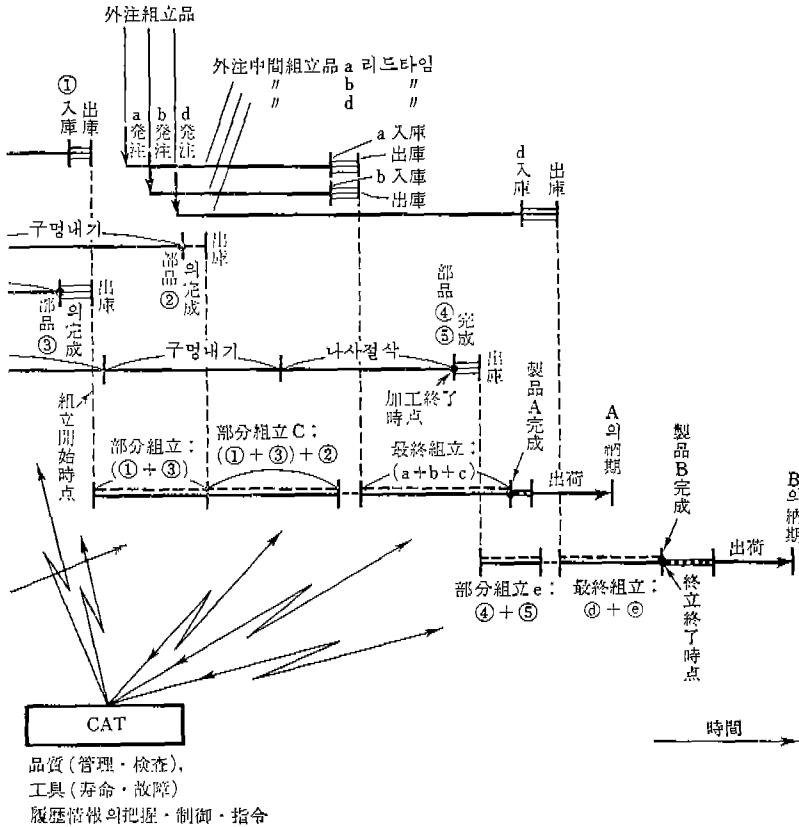
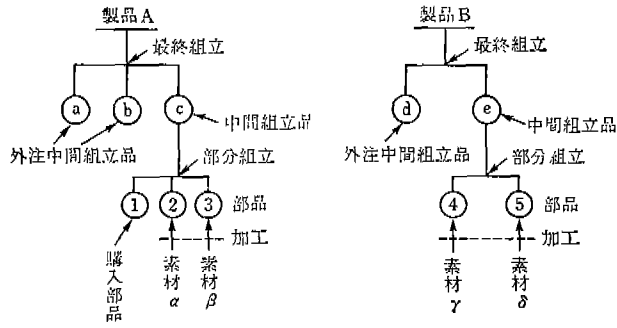


〈그림 3-3〉

이러한 最適化를 하는데 있어서 CAM-I의 CA PP 시스템이나 ICAM에 기술한 바와 같이 데이터 베이스의 정비가 중요하고 이른바 生産管理, 生産技術 그리고 設計管理의 情報 파일 축적과 확충을 항상 시행하여야 한다.

그림 3·4에 데이터 베이스 내용의 기본적인

다섯가지 파일을 들고 각 處理部門으로부터의 정보 수수를 표시했다. 실제의 工程·日程計劃 시에 실제의 情報 파일로부터의 檢索에 의해 과거의 실시자료를 최대한으로 活用한다. 그리고 效率的인 檢索을 하기 위해 情報 파일 내에서의 정보의 機能的 네트워크化와 관련정보의 集中格



生産 스케줄

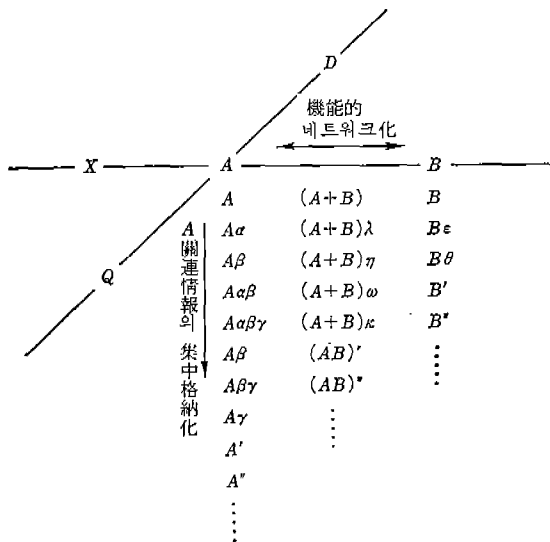
納化를 추진하는 것이 중요하다 (그림 3·5).

다음에 CAM의 主体인 自動生産 시스템에 대해 설명한다.

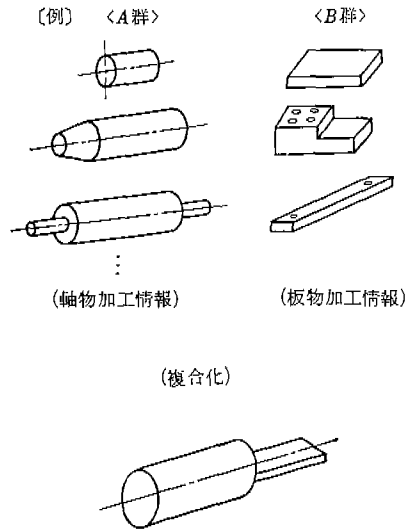
3·1·4 自動生産 시스템의 本質과 評價

少品種 大量生産이 尙창일 때는 自動機械나 專

用機械를 배열한 흐름 方式을 채용하여 동일 품종을 대량으로 제조했다. 이것은 오토메이션화, 自動화된 제조 라인이라 해서 각광을 받았다. 현재는 오히려 多樣化, 個性化라는 時代의 要求에 응답하고 또한 다종 소량생산이 가능한 유연 구조의 自動生産 시스템이 요망될 것이다. 이 시



(A, B, D, X, Q, ……) : 基本情報項目, (α, β, γ, ε, λ, η, κ, θ, ……) : 付加 關連情報項目, (('), (*), ……) : 基本類似情報項目



(軸·板物加工)은 A와 B의 네트워크에 의해 (A+B) 加工으로서 情報가 얻어진다.

(그림 3·5) 效率의 情報檢索

스팀이야말로 CAM을 구성하는 主体이고 生産의 中心的 役割을 다한다.

유연구조인 自動生産 시스템의 특징은 첫째, 自動化가 加工·組立·搬送·工具·지그 교환·搬送·檢査의 生産 시스템 흐름에 따라서 시행되고 이런 것들이 종합·시스템으로서 유기적 결합이 되며, 둘째 개별적 工程만의 能率 向上을 지향하는 것이 아니라 生産 시스템 全体의 視點에서 시스템의 生産性 向上을 도모하고 있다. 셋째, 生産對象이 多種 中少量生産인 物品이 되고 있고 GT방식에 기초해서 類似部品の 集約化, 패밀러화를 도모해서 量産 效果를 노리는 등 生産전의 準備業務에 部品分類, VR, VE, 표준화, 단순화 등 技法과 計劃이 도입되어 生産계획이 最適化 지향이기 때문에 生産 실시가 효율적이고 원활히하고, 넷째 부품, 제품의 품질, 加工·組立·在庫의 時間, 生産速度, 物品의 投入 順序등 生産上 패러미터를 계획적으로 제어·통제할 수 있는 플렉서빌리티가 높은 生産을 하고 있으며

다섯째, 설비의 고장, 공구의 수명, 칩 처리 등의 保善에 대해 信賴性이 높은 管理가 되고 있는 것 등을 들 수 있다.

즉, 自動生産 시스템은 종래의 轉送퍼·머신이나 自動機械가 集합한 것은 아니다.

자동화에는 비싼 投資를 필요로 하기 때문에 처음부터 고도의 自動化를 지향하지 말고 (i) 개개 機械의 自動化, (ii) 搬送의 自動化, (iii) 生産 시스템의 自動化, (iv) 컴퓨터 制御에 의한 完全 自動化로 서서히 自動化의 程度를 높여야 한다.

自動生産 시스템의 評價는 多樣化 제품에 대처할 수 있을 것(多種 中少量生産), 플렉서빌리티가 높을 것(柔軟性), 시스템의 自動化 도입에 따른 채산이 맞을 것(經濟性), 시스템의 生産力이 자동화 이전보다 향상될 것(生産性), 시스템 다운에 연결되는 設備의 고장이 적고 修理도 쉽고 안전한 가동을 할 것(信賴性·保善性) 등이 중요하다.

(계 속)