

# 컴퓨터에 의한 設計·生産·管理

## —CAD·CAM·CAP—

### 1. 머리말

최근, 機械設計나 製造分野에 컴퓨터가 보급되어 컴퓨터 支援設計—CAD, 컴퓨터 支援製造—CAM, 그리고 多種少量生産을 위한 生産設備로서 플렉서블 製造시스템—FMS, 그리고 工場無人化를 지향하는 팩토리·오토메이션—FA, 事務의 自動化를 도모하는 오피스·오토메이션—OA 등 英文略字가 일상적으로 사용되게 되었다. 이러한 컴퓨터에 의한 설계, 생산 그리고 經營管理는 앞으로의 企業運營에 종전 나쁘진 主流를 차지하게 될 것이다.

앞으로 연재할 이 글은, 이런 의미에서 「컴퓨터에 의한 設計·生産·管理」라는 제목하에 CAD, CAM, 그리고 컴퓨터에 의한 生産管理에 관해 각각의 意義, 현재의 주요 기술, 앞으로의 예상에 대해 종합적으로 記述하려고 한다.

먼저 1장 「컴퓨터에 의한 設計·生産·管理의 概念과 構成」에서는 이제부터의 多種少量生産의 자동화에 관해 “플렉서블·오토메이션”이라는 새

로운 개념 하에 (1) 생산 전의 “기술정보의 흐름”으로서의 廣義의 CAD, (2) 素材에서 제품을 만드는 “物体의 흐름”으로서의 CAD, 그리고 (3) 효율적인 經營을 하기 위한 “管理情報의 흐름”으로서의 CAD 영역을 明確化한다.

2장 「컴퓨터에 의한 設計 (CAD)」에서는 상기 (1)에 대해 詳述한다. 여기서는 컴퓨터에 의한 제품설계, 컴퓨터에 의한 工程計劃, 그리고 컴퓨터에 의한 設備配置(레이아웃) 計劃을 논한다.

3장 「컴퓨터에 의한 生産 (CAM)」에서는 상기 (2)에 대해 詳述한다. 여기서는 數値制御(NC), FMS, 로봇, 自動搬送(머테리얼·핸들링), 自動倉庫, 自動檢査·保全 등을 설명한다.

4장 「컴퓨터에 의한 生産管理(CAP)」에서는 상기 (3)에 대해 詳述한다. 여기서는 컴퓨터에 의한 生産관리정보 시스템의 構成, 多種少量의 生産管理法인 資材소요량계획—MRP, 컴퓨터에 의한 일정계획(스케줄링)을 해설하고 최후에 FA와 OA의 관련에 대해 논하고 全企業自動化(코

포레이트·오토메이션)에의 전망을 설명한다.

補章에서는 CAD, CAM, CAP-컴퓨터에 의한 설계·제조·생산관리를 구체화하기 위해 多種少量의 머니플레이터 제작공장을 假想하여 위에서 설명한 각종 수법의 종합적인 適用方式를 事例적으로 설명한다.

마지막으로 맺음말 <컴퓨터 지원의 功罪>에서는 CAD, CAM, CAP 그리고 FA, OA 등「컴퓨터 支援」의 장점과 단점을 들고 끝내기로 한다.

## 1. 컴퓨터에 의한 設計·生産·管理의 概念과 構成

### 1.1 多種少量生産의 오토메이션

최근, 제품설계, 생산활동 그리고 생산 관리에의 컴퓨터 이용이 보급되어 CAD(Computer-Aided Design), CAM(Computer-Aided Manufacturing) 그리고 FMS(Flexible Manufacturing System), MRP(Material Requirements Planning), FA(Factory Automation), OA(Office Automation)라는 用語가 일반적으로 사용되게 되어 컴퓨터에 의한 설계·생산은 바야흐로 다대한 관심을 불러 일으키고 있다. 그러나 實務가 先行되고 이론적 검토가 뒤져, 그 개념이나 대상범위가 명확하다고는 할 수 없다. 거기에 컴퓨터에 의한 設計·生産이라는 기술적 측면만이 강조되어 컴퓨터에 의한 管理라는 관리적·경영적 측면이 등한시되는 경향이 있다.

本稿에서는 多種少量生産의 自動化에 대한 새로운 개념인 「플렉시블·오토메이션(Flexible Automation)」의 입장에서 컴퓨터에 의한 설계·생산·관리를 統合化하여 그 現狀과 方式에 대해서술한다. 여기서는 機械工場을 대상으로 논하지만 그 이외의 공장이나 장치공업에 대해서도 類似한 사고방식이 가능할 것이다.

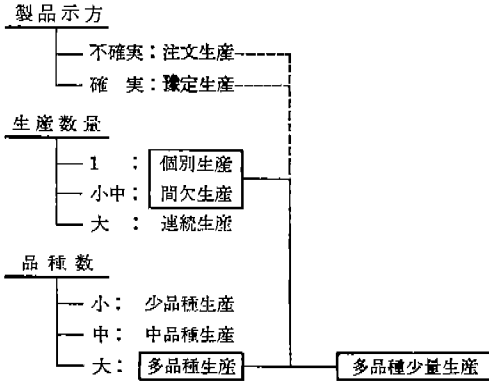
오토메이션(Automation)은 일반적으로 기계공업에 대한 메커니컬·오토메이션, 裝置工業·化

學工業에 대한 프로세스·오토메이션, 그리고 사무의 기계화를 도모하는 오피스(내지 비즈니스)·오토메이션의 세가지로 분류된다. 앞의 둘은 이른바 공장내에서 素材에서 製品을 만드는 생산에 관여하는 것으로 생산 시스템의 입장에서 말하면 “物體의 흐름”의 自動化를 도모하는 것으로 “팩토리·오토메이션(FA)”이라 하여도 좋다. 한편 “오피스·오토메이션(OA)”은 效率적인 生産을 위한 管理나 經營을 담당하는 이른바 “情報의 흐름”의 자동화를 지향하는 것으로 파악해야 한다. 이 양자가 융합화되는 그날, 코포레이트·오토메이션(全企業自動化)이 출현하게 될 것이다.

「오토메이션」이라는 말은 J. Diebold와 D. S. Harder에 의해 만들어졌다. 이것은 인간 육체노동의 대체를 목표로 한다. 産業革命期의 “기계화(Mechanization)”에 더해서 금세기에서의 電子工學과 自動制御技術의 진보에 따라 기계의 자동적인 조작과 제어를 가능케 하고 인간의 두뇌노동도 도입한 것에 특징이 있다. 이런 의미로 오토메이션은 生産의 革命이며 哲學이라고 하고 있다. N. Wiener가 진전시킨 “사이버네틱스(Cybernetics)”에도 대비된다. 이것이 이제까지의 고도 경제 성장기에서 單一製品의 大量生産의 효율화, 생산성 향상에 큰 공헌을 해왔다는 것은 말할 것 없다.

그러나 現今, 經濟가 低迷하고 資源이 고갈되어 가는 가운데에서 이제까지의 “大量生産·大量消費”에 반성이 요망되며, 더구나 다양한 제품을 요구하는 인간의 욕망을 충족시키기 위해 “多種少量生産”을 좋은 삶든간에 지향하지 않을 수 없게 되었다. 거기다 현재 70~80%를 차지한다는 이 生産樣式의 自動化가 의외로 요망되기에 이르렀다.

일반적으로 「多種(내지 多品種) 少量生産」은 규정된 生産期間에 生産의 대상이 되는 물품(시방, 형상, 치수, 생산공정, 색채 등)이 많고 각각의 생산 수량이 적은 것이다. 이 표현은 독특한 것으로서, 1950년경에 출현했다고 한다.



〈그림 1·1〉 生産形態와 多種少量生産

이 生産樣式을 취급하는 工場을 「조브·숍(Job Shop)」이라 한다. 이 生産은 대부분이 注文生産形態로서 少種大量의 豫상 연속生産형태에 비해 個別生産 내지 간헐(로봇 또는 배치) 生産의 양식을 취하고(그림 1·1) 生産能率은 낮다. 일반적으로 다중소량 生産양식의 특징은 다음과 같다.

(1) 生産品日의 다양화: 生産의 대상이 되는 제품(조브)의 品種이 많고 生産 數量이나 納期가 다양하다.

(2) 生産工程의 다양성: 素材에서 製品을 만드는 순서가 다양하고 “物의 흐름(生産工程)”이 개개 조브에 따라서 다르고 교차한다.

(3) 生産能力의 복잡성: 다양화 製品의 수요량 여하에 따라서 生産設備에 과부족이 생겨 인해 技術에 의지해야 하는 일이 많고 殘業·交替制 등 가동시간의 연장을 초래한다.

(4) 환경조건의 不確實性: 受注品의 시방·수량·납기의 변경, 특급 작업의 발생, 외부 구입품(素材, 部品, 外注品)의 납기 지연 등이 현저해진다.

(5) 生産의 工程·日程計劃의 困難性: 受注品의 시방 변경에 기인하는 설계 변경, 生産공정의 변동, 복잡·다양한 物의 흐름을 위해 작업 견적을 하기 어렵고 工程計劃이나 日程計劃의 最適化가 어렵다.

(6) 生産의 실시와 통제의 動態性: 生産工場에서의 作業 實施가 복잡 다기하고 설비 고장, 작업자 결근, 習熟 效果의 결여, 不良品의 출현등이 다발하기 쉽고 따라서 오히려 經驗과 육감에 의지하는 일이 많고 관리가 어렵다.

이 다중 다양한 製品을 자동적으로 만드는 새로운 타입의 오토메이션을 「플렉서블·오토메이션」이라고 한다. 다시 말하면 다중 소량 生産의 自動化를 의미한다. 이 용어가 생겨난 배경에는 오래된 것은 지령 테이프 交換으로 여러 종류의 部品の 自動加工을 가능케 한 數値制御(NC) 工作機械의 출현이 있고 기본적으로 自動工具 交換裝置를 갖추어 1회와 加工物 작업준비로 많은 종류의 가공을 하는 머시닝·센터의 등장에 있다. 그리고 더욱 고도한 生産手段으로는 다음 절에서 설명하는 FMS가 있다. “플렉서블(Flexible)”이라는 것은 柔軟性·多樣性·彈性性·柔構造性이 있는 것으로, 환경이 비교적 固定的인 경우에 사용된다. 이것과 유사한 말로 “바리언트(Variant)”가 있다. 또 “어댑티브(Adaptive)”는 適應的이라 번역되며 변동적 환경 하에서 플렉서블이나 바리언트와 함께 技術的 레벨에서 사용되는 (예를 들면 Adaptive Control) 이외에 관리적 문제에도 사용된다(예를 들면 Adaptive Forecasting). 그 위에 변혁적 환경하에서 경영적·방략적 견지에서 사용되는 類語에 “콘틴젠시(Contingency)”가 있고 이것은 환경(내지 狀況) 적합적임을 의미한다(예를 들면 경영 조직에의 Contingency Approach).

플렉서블·오토메이션은 단지 다중소량 生産의 技術적 문제를 취급할 뿐 아니라 그 管理的 문제, 그 밖에 OA의 경영적 문제에도 關여하는 것이며 그런 의미로 플렉서블·오토메이션은 廣義로는 「환경(내지 상황) 적합적 자동화」라고 해석하여야 할 것이다.

플렉서블·오토메이션에는 컴퓨터의 사용이 不可缺하다. 컴퓨터(計數型 전자계산기)의 발달에 關해서는 1833년경 C. Babbage가 發明한 自動計算의 原理에 發단해서 1944년에 H. H. Aiken

에 의해 전자계전기를 사용한 自動順序 制御計算機(Automatic Sequence Controlled Calculator)가 만들어지고 이어서 J. Von Neumann의 이론에 기초한 최초의 計數型 電子計算機 ENIAC(Electronic Numerical Integrator and Calculator)가 1946년 펜실바니아 대학에서 J. E. Eckert와 W. Mauchly에 의해 개발되어 미국 육군에 등장했다.

동일한 컴퓨터 COLOSSUS가 1943년에 이미 영국에서 T. Flowers 등에 의해 만들어져 독일군 암호의 해독에 사용되었다고도 한다. 그 후 컴퓨터는 대규모 집적회로를 主体로 한 大記憶容量·고속의 정보처리 기계로 발달하여 生産活動에 응용되게 되었다. 이것이 컴퓨터에 의한 自動生産, 이른바 「제산기 제어 오토메이션」이다. 즉 생산공장 내의 개개 작업이 오토메이션화된 機械(NC 공작기계, 로봇 등)로 운용되고 동시에 生産工程 전체가 컴퓨터에 의해 감시되고 컴퓨터가 生産計劃을 세워 生産指令을 발함과 동시에 각 機械에서 보내지는 작업 진척보고에 기초해서 分析하여 적절한 作業指令을 타임리로 반환함으로써 效果的인 管理를 할 수 있게 되었다.

그 초기의 실례는 1961년 웨스턴·일렉트로닉스社에서 炭素抵抗器의 생산 라인에서 시도되었다. 그리고 이른바 “無人化 工場”의 선구적인 것이 1960년대 후반에 출현하게 된다. 즉 1967년 영국의 모린스社에서 試行된 시스템 24, 1968년 미국 샌드스트란드社의 유니컨트롤 시스템이고 그후 이 形式의 생산 시스템이 FMS 형태를 갖고 FA의 가장 발전된 것으로서 점차 設置되고 있다.

한편, 생산을 위한 最適한 계획을 세워, 그 실시에서 적절한 管理를 하는 “情報의 흐름” 제어도 컴퓨터가 불가결한 일을 하게 되었다. 이것은 점점 복잡화하는 막대한 事務의 機械化에 획기적인 역할을 하게 된다. 즉 1953년 영국에서 라이온즈商會가 급여계산에 계산기를 이용하고 이어서 공장 생산계획표의 작성을 한 이후,

컴퓨터를 뺀 기업경영의 意思決定은 생각할 수 없는 時代에 이르렀다.

생산의 영역에서는 傳統的인 생산의 계획과 관리에 컴퓨터가 이용되어 이 分野의 수동에 의한 事務가 크게 경감되었다. 이것은 현재, 生産管理의 情報 시스템으로 進展하고 있다. 그 외에 널리 經營管理 情報의 自動處理와 自動意思決定을 대상으로 하는 것을 오래 전에는 「비즈니스·오토메이션」이라 하고 현재는 「오피스·오토메이션(OA)」이라 하고 있다. 이用語는 1955년경부터 사용하게 되었지만 기업경영의 각 부문·각 계층에서 計劃—實施—統制를 위한 문제 해결시에 有用하고 정확한 정보를 適時的 신속하게 의사결정을 위해 제공하여 기업의 效率인 종합관리를 도모하는 경영정보 시스템(Management Information System, MIS)의 확립과도 관계가 있다. 단순한 데이터 프로세싱이 기업 내부에 중점을 두고 과거의 資料에 대해 주로 會計的 視點에서 機械적으로 定式화된 계산을 하는데 대해 MIS에서는 시스템 내부 뿐 아니라 외부에도 초점을 맞추어 앞으로 意思決定에 사용되는 情報에 대해 思考的 視點에서 行動적으로 非定型的인 복잡한 계산을 해서 경영 지침을 주는 아웃 풋을 제공하는 것을 主眼으로 한다.

지금이야말로 生産現場의 직접부문에서의 省人化, 生産性 향상은 갈 곳까지 간 것 같다. 이것 이상의 급속한 진전은 너무 기대할 수 없지만 간접 부문(사무실)에서의 그것은 지금부터 큰 기대가 된다. 특히 컴퓨터가 해마다 高性能·열가로 되고 또 각종 주변기기의 진보에 따라서 OA에의 새로운 길이 기술적으로 가능해지고 있다.

## 1·2 多種少量生産의 自動化 하드웨어

오토메이션의 원래 목적은 單一製品의 대량 자동생산이고 그것을 위한 生産手段으로서는 自動盤, 專用機, 트랜스퍼·머신 등이 활용된다. 이것들의 능률은 높지만 다양한 部品の 가공이라는 柔軟性(플렉서빌리티: Flexibility)은 결여

되어 있고 다른 부품의 가공에서는 기기 구성을 변경해야 한다. 그러면 이러한 다중소량 생산의 자동화는 어떻게 해서 가능해질 것인가.

일반으로 多様化 部品の 자동생산에서는 다음 네가지 活動이 자동적으로 되어야 하고 각각 유연성이 높은 하드웨어를 설치함으로써 다중소량 생산에 대처할 수 있다.

(1) 加工: 공작기계와 커터에 의한 部分加工에는 수~수10종의 절삭공구를 구비해서 그 자동교환이 가능한 머시닝 센터가 가장 유연성이 높다.

(2) 加工物 사전준비: 가공물을 공작기계로 장착하거나 完成品을 분리하는 사전준비의 자동화에는 메커니컬·핸드나 로봇이 있고 또 펠릿에 의한 방법도 있다.

(3) 加工物 搬送: 재료 창고로부터 소정의 공작기계까지 공작기계 간, 그리고 공작기계에서 부품/제품창고까지의 재료 이송에는 근거리에서는 메커니컬·핸드나 로봇이 사용되고 원거리에서는 컨베이어나 無人搬送車가 이용된다.

(4) 加工物 貯藏: 素材·着手品·完成品の 저장에는 自動倉庫가 사용되고 少量의 着手品은 컨베이어나 펠릿 위를 일시적으로 사용하면 된다 (이것을 버퍼(Buffer)라 한다).

이상의 플렉서빌리티가 풍부한 각종 自動化機器를 컴퓨터로 연결함으로써 다양한 부품을 가공할 수 있는 自動生産設備가 완비된다. 이것이 「플렉서블 제조 시스템(Flexible Manufacturing System)」이라고 하는 FMS 내지 「컴퓨터 제조 시스템(Computerized Manufacturing System(CMS))」이다. 이것에 따라서 다종다양한 형상과 가공공정을 갖는 가공물은 랜덤에 반송되고 계속해서 필요한 공작기계가 있는 곳에서 식별되어 프로그램에 따르는 所定の 가공이 된 후, 분리되어 出口 내지 倉庫로 이송된다는 生産·管理機能과 함께 다종다양한 生産을 위한 정보의 저장·생성·전달·제어를 하는 情報處理機能이 완수되고 경우에 따라서는 着手品の 저장, 지그공구의 자동 교환, 완성품의 자동 검사 등도 할

수 있다. 즉 이것은 “物の 흐름”과 “정보의 흐름”을 온 라인·리얼 타임 方式으로 완전 제어하는 조브·숍형 유연한 自動生産 시스템이다. 이렇게 해서 省人化를 극대화하고 제조 리드타임, 직접·간접 노무비, 가공비용 등을 최소화하며 設備 가동률을 올려 시장 변화, 제품 다양화에 대해 유연성을 최대화한다. 단 고액 투자를 필요로 하는 財務上 문제가 남는다.

다중 소량생산의 無人化 工場은 불가능하다고 옛날에는 말했지만 지금은 FMS를 주제로 技術的으로는 그것이 가능한 時代가 도래했다고 할 수 있다.

그러나 現段階의 FMS는 아직 완전한 것이라고는 하기 어렵다. 먼저 M은 Manufacturing(製造)이라기 보다 Machining(加工)이며 조립을 포함하는 것은 앞으로의 과제다. 다음에 플렉서빌리티가 풍부하다고 해도 유사한 형상, 치수, 가공법의 부품이 대상이고 이 의미로는 多種類 部品·製品을 형상·치수·가공법 등의 유사성에 기초해서 그룹으로 집약해 그것을 롯(Lot)으로 간주함으로써 개별적인 다중소량 생산에 대량 생산적 효과를 주는 방법인 “그룹·테크놀로지(Group Technology, GT)”를 실현화하는 하드웨어에 불과하다고 할 수 있다. 그 위에 다중소량생산의 진짜 오토메이션화에는 FMS 자체에 의한 判斷機能이나 知能化, 예를 들면 칩의 처리, 損耗工具의 교체, 보전, 고장 대책 등이 요망된다.

FMS는 그 두뇌에 상당하는 것으로서 컴퓨터를 구비한다. 이른바 컴퓨터 支援生産-CAM(Computer-Aided Manufacturing)의 가장 고도한 생산설비다. 이것을 효율적으로 운용하기 위해서는 소프트웨어의 完備가 불가결하다.

### 1·3 多種少量生産의 自動化 소프트웨어

생산하기 위해서는 미리 만들 製品을 계획해서 설계하고(제품 설계) 素材에서 製品을 만

드는 과정을 정해 生産設備의 배치를 정하고(工程計劃), 생산 실시를 위한 시간적 日程을 정하며(日程計劃), 생산 실시에서는 계획안에서 벗어난 경우는 적의 수정을 한다(협회의 生産管理-生産統制). 또한 규정된 기간에 생산할 제품의 종류와 수량을 經營方針이나 需要·受注情報에 기초해서 미리 결정해 둔다(生産計劃). 이러한 여러 기능을 컴퓨터에 의해 처리하는 수속은 다음과 같다(이것이 다중소량생산에 대해 유연하게 되었을 때 광의의 FMS가 완비된다).

### 1.3.1 製品設計

이 분야는 컴퓨터 支援設計-CAD (Computer Aided Design)의 영역이다. 즉 컴퓨터와 그래픽·디스플레이, 자동제도기 등 정보처리기기를 이용해서 설계·제도를 自動的·對話的으로 한다. 이 機能은 지금은 對話型 컴퓨터·그래픽스가 성장기에 들어가고 3면 도형 모델, 稜線 정의의 와이어 프레임·모델, 面定義인 서페이스·모델에 부가해서 陰線 처리를 하는 솔리드·모델을 이용한 「形狀 모델링」이 主役을 맡고 있으며 이것이 그대로 자동제도기에 의한 「自動製圖」에 결부되어 종래의 수동에 의하던 作圖는 과거의 것으로 되고 있다.

기타 이제까지 手計算으로는 복잡했던 有限要素法 등에 의한 구조 해석, 변위·정밀도·진동 등의 특성 해석, 각종 數理計劃法·시스템 이론에 의한 최적화 해석이 컴퓨터로 쉽게 할 수 있는 것을 이용한 「最適設計」가 있다.

CAD가 眞價를 발휘하기 위해서는 기본이 되는 設計情報를 데이터 베이스의 형태로 유지되고 그것을 自在로 검색·이용할 수 있는 「設計情報管理」의 체제를 완비해 두어야 한다. 1개의 部品를 새로 설계하면 設計·製圖·生産準備를 통해 상당한 금액(미국에서는 2,000~12,000 달러라고 한다)이 소요된다. 따라서 CAD에서도 다양한 部品는 가급적 표준화하고 GT의 개념에 기초하여 우선 標準的인 도면을 검색해 이용하고 그것으로 부족한 경우에는 수정을 가하고 이

것만으로 아무래도 機能的으로 不滿足할 때만 새로운 部品の 설계를 하도록 노력하는 것이 좋다. 이 방식에 따라서 컴퓨터의 기억용량도 대폭 감소된다.

### 1.3.2 工程計劃

作成된 도면에 기초해서 素材에서 製品(部品)을 만드는 과정, 즉 生産工程의 계획에서는 現有하는 生産設備와 生産技術로 그것을 실현하는 「工程設計」와 개개의 공작기계로 실제의 加工을 하기 위한 「作業設計」가 필요하다. 이 컴퓨터화에 관해 前者에는 오래된 것으로 노르웨이에서 개발되어 旋削加工·프라이스 가공·구멍뚫기 가공·研削加工 등 주로 切削作業에 관한 加工순서의 決定과 공작기계의 선정을 자동적으로 한다. 100 이하의 生産 로트 量을 대상으로 한 AUTO PROS (AUTO mated PROcess planning System)이 있다. 현재 미국을 중심으로 구라파나 일본이 공동으로 CAM-I (Computer-Aided Manufacturing-International, Inc)의 멤버가 개발중인 것으로 CAPP(Computer-Automated Process Planning)가 있다.

이 시스템에서는 먼저 GT에 의해 부품분류와 코딩(번호붙이기)을 하고 부품 패밀리에 대해 표준공정과 가공순서를 작성·등록해두고 설계의 대상이 되는 部品の 코드 번호가 入力되면 加工의 工程과 順序가 자동적으로 出力된다. 일본에도 加工의 기본 패턴을 설치해서 그래픽·디스플레이 상에서 對話的으로 素材에서 完成品을 만들어내는 순서를 편성하는 CAR (Computer-Aided Routing)이 개발되어 있고 또 CAD와의 총합을 지향한 TIPS (Technical Information Processing System)가 있다.

作業設計의 단계에서는 NC공작기계의 출현 이후, 自動加工 프로그래밍의 수단으로서 原型的으로는 미국에서 개발된 유명한 APT (Automatically Programmed Tools)가 있다. 이것은 部分加工을 위한 工具徑路의 기하학적 계획에 관한 NC지령의 자동결정을 한다. 그밖에 절

작가공의 선정이나 가공조건의 設定, 또 간단한 加工順序의 決定 등 기술적 처리를 가미한 EX-APT (Extension of APT)가 서독에서 개발되었고 기타 APT 類型의 소프트웨어는 수많은 제안되고 실용에 제공되고 있다.

部品形狀의 결정을 하는 CAD와 그 부품가공을 위한 NC지령정보의 作成이 도킹해서 일체화하면 원리적으로 部品製圖가 필요없게 되고 설계효율이 향상함과 동시에 生産의 리드 타임(完成期間)이 단축된다.

그래서 컴퓨터에 의해 設計와 生産을 통합화하려는 움직임이 최근 왕성해져 이것을 CAD/CAM이라 하고 있다. 본질적으로는 CAD에서 결정된 部品이 즉시 CAM으로 자동생산되는 것이 이상이지만 현금은 거기까지 이르지 못하고 NC 지령정보(테이프)의 작성까지를 일관해서 自動적으로 한 것으로 일단 단절된다(이 의미로는 광의의 CAD에 불과하다). 현재 실용화된 CAD/CAM으로는 로키드社의 CADAM (Computer-graphic Augment Design And Manufacturing)이 있고 설계·생산시간의 단축, 맨 아위의 절감, 코스트의 감축에 현저한 효과를 올리고 있다.

소재에서 제품을 만드는데 있어서 생산설비를 이용하는 것인데 그 空間的 配臚(레이아웃)는 생산 능력에 크게 영향한다. 이 「레이아웃(設備配臚)계획」은 광의의 工程計劃의 일부이고 이 분야에서도 컴퓨터의 이용이 현저하다.

대별해서 새롭게 계속해서 생산부문을 선택해 배치해가는 “構成方式”과 현재의 레이아웃을 기초로 해서 생산부문의 위치를 변경해가는 “改善方式”이 있다. 대표적인 컴퓨터·프로그램으로는 전자에는 生産部門의 상호관계에 기초한 종합 근접도를 계산해서 중요한 부분부터 순차 부지 중앙부부터 주위로 배치해 가는 CORELAP (Computerized Relationship Layout Planning) 투자에는 多品目の 部門間 운반빈도와 운반경비로 계산한 총비용이 최소로 되도록 部門 配臚를 개선해 나가는 CRAFT(Computerized Relative Allocation of Facilities Technique)가 있다.

### 1.3.3 生産計劃·日程計劃·生産管理

규정된 기간에 生産해야 할 製品의 종류와 수량을 生産資源 制約下에서 결정할 때 이용되는 線形計劃法, 建設이나 造船 등 대규모 프로젝트의 시간적 계획을 세워 크리티컬·패스(시간적·경제적 여유가 없는 작업의 계열)를 찾아내는 PERT (Program Evaluation and Review Technique) 등은 오래전부터 컴퓨터 프로그램이 완비되어 있다.

日程計劃(스케줄링(Scheduling))의 한 문제로서 기계공장에서의 부품가공 라인과 조립가공 라인의 同期化는 시뮬레이터가, 또 조립가공에서의 라인 밸런싱(Line Balancing)에는 오래전부터 CALB (Computer-Aided Line Balancing)가 개발되어 있다.

生産할 製品의 種類와 數量이 설정되면 이 生産에 필요한 部品·素材의 종류와 수량을 계산해야 한다. 이 부품 전개를 위한 컴퓨터·프로그램으로는 예를 들면 뒤에 설명할 COPICS에서는 BOMP (Bill Of Material Processor)라 하는 기능을 갖고 이것을 포함하는 “技術·生産資料管理 모듈”은 생산관리를 위한 데이터 베이스·시스템을 형성하고 있다.

이어서 이 部品 展開表를 사용해서 기준생산 계획을 세워, 多段階 生産 시스템에 대해 生産指示用 情報를 作成하고 다종류 部品の 共通性·代替性を 고려해서 소재에서 완성품을 만드는 “物の 흐름”을 시간 베이스로 관리하는 컴퓨터·프로그램이 개발되었다. 이것은 MRP (Material Requirement Planning)라 하며, 生産現場에서의 實用化가 우수하고 “情報의 흐름”에 관해 플렉서블·오토메이션의 일익을 담당한다.

生産管理 전반에 관한 컴퓨터화는 計劃-實施-統制의 3단계 기능을 통합화해 토털·시스템을 구성해야 한다. 현 단계에서는 COPICS (Communications Oriented Production Information and Control System)가 그것을 위한 가장 광범위한 기능을 갖추고 있다. 이것은

기술·생산자료관리, 고객 주문 서비스, 예측, 主要生産 스케줄 計劃, 在庫管理, 製造活動計劃, 注文手配, 工場管理, 工場保全, 購買·引受, 倉庫管理, 原價管理라는 12가지 모듈을 유기적으로 데이터 베이스로 통합하여 온 라인·리얼 타임 方式으로 동태적인 생산정보처리를 한다.

앞으로의 다중 소량생산을 취급하는 조브·숍의 현장에서는 개개의 작업을 動態적으로 컨트롤하는 생산체계가 중요하다. 이에 대해서는 作業 레벨에 중점을 두고 현장의 워크·센터에 설치하는 단말기와 관리 센터에 설치하는 컴퓨터를 通信回線으로 온 라인 연결하여 시시각각 발생하는 정확한 생산실적 자료를 적시에 1개소에 集中하여 수집하고 앞으로의 生産活動에 관한 복잡한 생산정보의 처리를 신속히 해서 워크·센터에 정확한 정보를 타임리로 전달하여 生産指示를 한다. 이것은 「온 라인 생산관리」라 해서 최근 여러가지가 시도되고 있다(예를 들면 CAPIS (Computer-Aided Production Information System)).

#### 1·4 컴퓨터 統括生産 시스템 - 設計·生産·管理의 總合과 構成

效率的 生産에서는 그림 1·2의 實線으로 표시한 8가지 기본적인 機能이 유기적으로 作動해야 한다(그리고 널리 전체적으로는 破線으로 표시하는 4개의 機能이 결부되어야 한다). 그중 「製造」는 基幹으로, 이른바 “物的 흐름”을 형성한다. 다른 機能은 “정보의 흐름”에 관여하는 것이지만 「제품설계」, 「공정계획」과 「레이아웃」 그리고 「품질관리」(검사를 포함)는 加工技術의 處理(기술정보의 흐름)이며 「生産計劃」과 「日程計劃」그리고 생산통제 내지 진도관리」는 「生産管理(협의: 관리적 처리(管理情報의 흐름)이다. 단 레이아웃 계획은 한번 수립되면 한참 동안은 固定化하고 일상적으로 하는 것은 아니다.

이런 8가지 機能에 컴퓨터가 관계되는 狀況

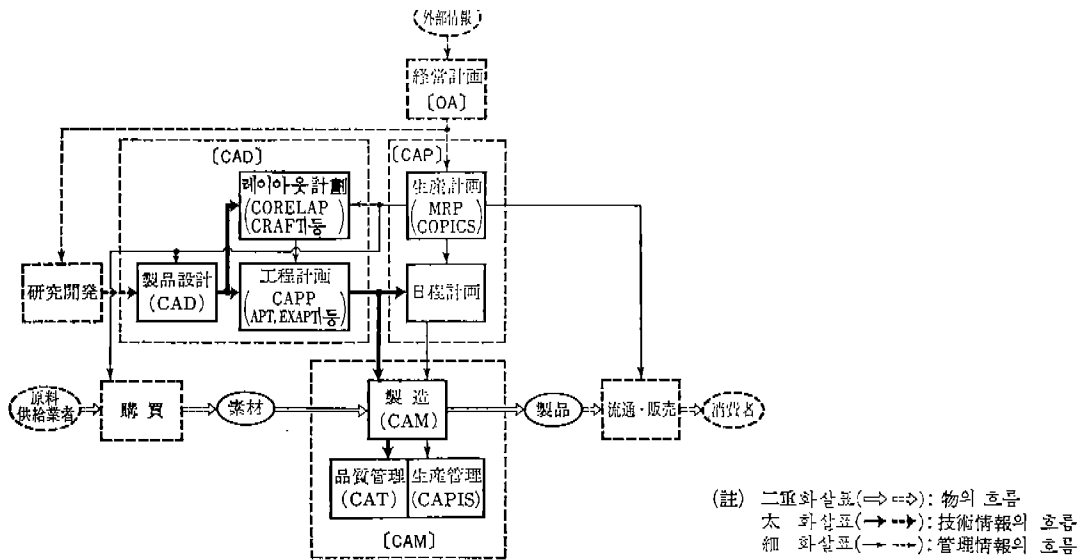
을 그림 중의 ( )내에 표시한다. 이것으로 알 수 있듯이 “CA××”인 표현이 많다. C는 말할 것 없이 Computer, A는 Aided 내지 Assisted, 또는 Augmented인 경우는 인간이 主体性을 갖고 컴퓨터가 지원한다는 語感이지만 Automated나 CA를 합해서 Computerized라고 할 때는 人間の 関여가 없고 컴퓨터 主体의 自動化라는 概念으로 된다. 끝으로 오는 XX로는 D(Design 때로는(Drafting))와 M(Manufacturing)이 가장 많이 사용되고 또 PP(Process Planning), T(Testing), I(Inspection) 등이 있다. 그외에 E(Engineering)는 CAD, CAM을 포함하는 고위 개념으로서 사용되려고 하고 있는데 이것은 設計나 生産에 대해서 뿐아니라 工學技術 전반의 문제이다.

여기에 빠져있는 것은 컴퓨터에 의한 計劃과 統制-이른바 管理에 관한 용어이다. 이 중 統制機能(생산관리·품질관리)은 생산 실시중에 동시적으로 作動해야 하기 때문에 광의의 CAM 범주에 포함되지 않을 수 없다.

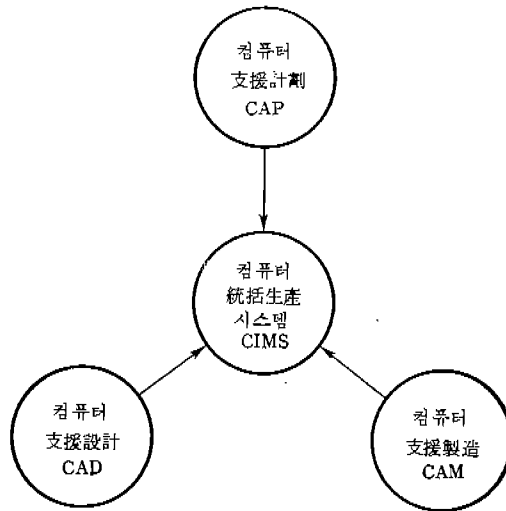
한편, 計劃機能(生産計劃·日程計劃)은 “CAP (Computer-Aided Planning)”로서 CAD, CAM과 병렬적 관계로 존재해야 하고 이것은 협의의 OA로도 간주된다. 이 CAP, 광의의 CAD, 그리고 광의의 CAM(각각 그림 1·2에서 點線의 큰 틀과 [ ]로 표시)이 각각 생산준비를 위한 計劃業務, 生産 전의 기술적 처리, 그리고 管理業務를 포함하는 生産實施라는 3가지 기간적業務의 컴퓨터에 의한 처리를 표시하게 된다. 이것이 지금부터의 팩토리·오토메이션(FA)을 지향하는 「컴퓨터 統括生産 시스템 (Computer-Integrated Manufacturing System, CIMS)」라 할 수 있다(그림 1·3). 그事例的 考察을 補章에서 취급한다.

이 시스템을 보완하는 機能을 그림 1·2에서 破線으로 표시했다. 이 중 「經營計劃」은 기업환경과 接點을 이루고 外部情報에 기초한 方略的 意思決定에 의해 장기계획이나 이익계획을 책정한다. 이 분야의 자동적 의사결정이 근간, 오피





〈그림 1·2〉 컴퓨터 統括生産 시스템



〈그림 1·3〉 컴퓨터 統括生産 시스템의 構成

스·오토메이션(OA)으로서 脚光을 받고 있다. 기타 機能으로서 「購買」는 소재를 원료 공급업자로부터 기업에, 또 「流通·販賣」는 완성한 제품을 상품으로서 소비자에게 보내는 機能이다. 또 製品設計의 전 단계에서는 長期 經營計劃案의 방침에 따른 「연구개발(R&D)」을 하고 새 제품이 創出된다. 이런 여러 機能에 대한 컴퓨터의 이

용도 하나하나 시도되고 있다. 이런 처리가 모두 통일된 데이터 뱅크를 중심으로 컴퓨터로 하게 되었을 때 비로소 「컴퓨터 綜合生産·經營 시스템」이 실현되고 FA와 OA가 有機的으로 융합화된 코퍼레이터·오토메이션이 가능해 질 것이다. 그 可能性은 기술적으로 문제가 없는 時代가 되었다.