

컴퓨터를 이용한 설계, 생산 및 관리

Computer-aided Design, Manufacturing and Planning

劉 憲 —*

Yoo, Heon Il

머리말

최근에 와서 컴퓨터를 이용한 제품설계, 생산 활동, 생산관리등이 널리 보급되어 CAD(Computer-Aided Design) CAM(Computer-Aided manufacturing) CAP(Computer-Aided Planning) FMS(Flexible Manufacturing System) MRP(Material Requirements Planning) FA(Factory Automation) OA(Office Automation) 와 같은 낱말이 여러곳에서 사용되고 있으나 이론적인 검토에 앞서 실무가 선행되어 그 개념과 대상범위가 명확히 구분되어있지 않다. 또 컴퓨터를 이용한 설계 생산과 같은 기술적인 측면이 강조되고 컴퓨터를 이용한 관리라고 하는 관리적 경영적측면이 뒷전에 밀리는 인상을 받고 있으나 양자는 원래 유기적으로 통합되어 생산활동에 효율적으로 기여해야만 된다.

위에 나온 영문약어에서 C는 computer, A는 aided 내지 assisted 또는 augmented 일 경우는 인간이 주체성을 가지고 컴퓨터가 지원한다는 의미이지만 automated 나 CA 를 합쳐서 computerized 라고 말할때는 인간의 관여없이 컴퓨터 주체의 자동화라고 하는 뜻이 담겨져 있다. 끝에 오는 약어로 D(design 때로는 drafting)와 M(manufacturing)이 가장 많이 사용하고 PP(process planning) T(testing) I(inspection) 등이 있으며 E(engineering)는 설계나 생산에 대해서만이 아니고 공학기술 전반을 나타낸다.

I. CAD (컴퓨터지원 설계)

컴퓨터를 이용한 설계인 CAD는 대화에 의한 물체형상의 그래픽화, 부품의 기계가공 자동화, 설계단계에서 제품의 성능평가라고 하는 3가지 목적으로 따로따로 발전하여왔다.

1960년대 초 MIT에서 음극선에 표시되어있는 문자나 도형의 위치를 검출하는 기술을 병용하여 컴퓨터의 도형 입출력과 명령지시를 하는 방법을 개발하여 인간이 컴퓨터와 직접 온라인으로 대화하면서 설계를 한다는 개념이 생겨났다. 또 개념설계로부터 생산설계에 이르는 CAD의 구상이 제창되고 자유곡면을 그래픽화하기 위한 patch 곡면이 발표되어 이후 물체형상의 기술이나 모델화의 방법이 대학이나 연구기관에서 연구되기 시작하였다.

기계가공 자동화는 1952년에 수치제어 공작기계를 이용한 부품의 자동프로그래밍공구의 이용으로 이것은 기계가공을 하기 위한 작업순서, 작업조건, 공구경로 등 실제로 작업을 진행하는데 필요한 여러 항목의 결정을 정하는 작업설계를 자동화한 것이다. 가공부품의 도형처리기술과 공구경로의 계산에 필요한 부품가공면의 기술을 포함한 자동프로그래밍공구의 연구가 서독을 중심으로 더욱 발전하였다.

설계단계에서 제품의 성능을 평가하는데 이용

*기계기술사(교통차량) 국민대학교 공과대학 기계설계학과 교수

되는 구조해석기술 특히 3차원 연속체의 해석을 가능하게 한 유한요소법은 1956년 발표된 비행기 날개의 강도계산으로부터 비롯된다. 유한요소법은 선박 기계등 여러분야에 걸쳐 적용되고 있으며 다른 구조해석법도 개발되고 최적설계에 관계되는 이론과 방법이 활발하게 연구되고 있다.

이미 말한바와 같이 대화에 의한 물체형상의 그래픽화, 기계가공의 자동화에서의 CAD, 설계 단계에서의 제품성능평가는 서로 각기 발전되어 왔으나 최근에 와서 이것들을 통일하여 설계와 제조를 통합화시켜 가고있다. 이것들이 통합되므로 비로서 설계로부터 제조까지 일련의 흐름을 컴퓨터에 의해 자동화하는 것이 가능하게 된다.

제품설계는 제조의 전단계로서 중요한 역할을 한다. 설계가 얼마나 좋으나 나쁘나에 따라 제품의 성능과 기능이 결정되고 설계된 부품형상이나 조립도에 따라서 기계가공이나 조립을 하는 제조 과정이 크게 영향을 받는다.

컴퓨터를 이용한 제품설계의 의의는 다음과 같이 3가지로 생각할 수 있다.

1. 복잡하고 귀찮은 도면을 그리는 일로부터 설계자를 해방시키고 보다 창조적인 일에 시간을 할애할 수 있다.
2. 설계기간이 단축된다.
3. 인간의 능력에 벽찬 다량의 데이터 처리와 복잡하고 많은 계산이 컴퓨터를 이용하므로서 가능해지고 성능과 정밀도가 높은 제품을 설계할 수 있다.

위에서 1과 2는 제품원가의 저감에 3은 제품 성능의 향상에 연결되어 앞으로는 더욱 더 이런 경향이 심화되므로 설계자는 고성능 저가격을 목표로 제품을 설계하는 것이 지상과제가 될 것이다.

II. CAM (컴퓨터지원 생산)

CAD, CAM 그리고 CAP 시스템중에서 중심이 되는 CAM 부분과 그 주변을 보면 CAM은 공정설계로부터 오는 기술정보와 일정계획으로부터 오는 관리정보를 받아 생산시스템을 가동시

켜 제품의 품질관리는 CAT로 또 생산의 진척상황과 생산조건의 최적화등 관리는 온라인으로 수행할 수 있고, 소재는 가치있는 제품으로 자동적으로 전환된다.

각 생산기업의 기술적수준과 자동화하여나가는 단계에 따라 CAM의 구성은 다르지만 여기서는 무인화된 자동생산공장을 예들들어 설명한다. 하드웨어에 해당되는 생산설비는 제조(가공 조립을 포함), 운반, 검사, 저장의 4가지로 기본적인 구성을 하고있고 어느 것이나 가공범용성이 큰 머시닝센터가 주체가 되고 NC 공작기계를 포함한 가공설비로 다품종소량생산이 이루어진다. 조립용에는 가공용 공작기계만큼 범용성, 유연성이 큰 설비는 없으나 대량생산을 지향하는 전용조립기계가 제품중심으로 구성되고 복합가공을 자동적으로 할 수 있는 몇개의 조립작업이 가능한 범용로봇이 필요불가결하게 된다. 반송 설비는 컨베이어방식과 같은 고정라인이 필요없는 무인 반송차가 유연성이 크다. 자동창고는 부지면적이 작고 높이가 높은 입체형이 좋다. 제품의 치수나 공차 등의 계층과 불량품을 가려내는 검사 및 운전중 생산설비 고장(공구수명을 포함)의 감시 등에 관한 장치는 자동화에 있어서 중요하다.

다음은 소프트웨어인 생산설비 운용을 위한 생산정보를 설명한다. CAM의 운용은 공장레벨, 생산과정(가공 조립) 레벨, 공정레벨 및 작동레벨의 다계층 제어 관리를 하는 소프트웨어를 필요로 한다. 공장레벨에서는 생산계획에 근거하여 공장에 들어오는 소재와 완성된 제품이 나가는 기일에 대한 지시정보를 가지고 그 지시정보로부터 괴리가 일어날 경우 공장전체의 관점에서 어느 생산공정을 제어 수정하는 것이 좋은가를 결정하는 기능을 가진다.

생산과정레벨에서는 가공품과 중간조립품이 일정계획대로 가공과 조립의 생산공정을 흐르고 있는가를 엄밀히 가려내어 일정계획의 생산정보에 따라 자재의 흐름을 제어 관리하는 기능을 갖는다.

공정레벨에서는 가공공정에 들어간 소재가

어느 팔레트 또는 어느 무인반송차에 실려 어느 기계에 들어가 가공되는가에 대한 제어기능을 가진다. 그 후 창고에 들어가 조립 및 생산정보로부터 언제 창고를 나와서 어느 조립장소에서 부품조립과 최종조립이 이루어져 완제품이 되는가 등의 가공과 조립공정내의 자재의 흐름과 시간의 제어 및 관리를 하는 기능도 가진다.

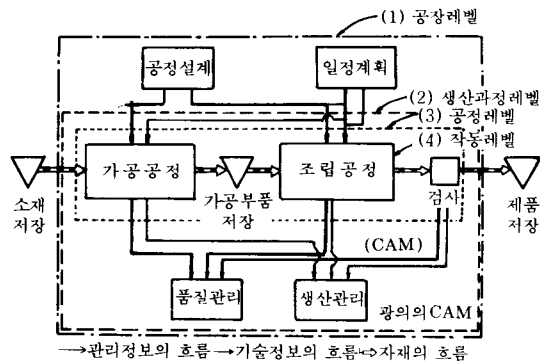


그림 1 CAM에서의 “정보의 흐름”과 “자재의 흐름”

작동레벨에서는 가공공정에 대해 생산설비의 자동가공을 하기위한 공구와 지그의 출입관리, 가공의 NC 명령정보의 관리, 가공상황(공구질손, 마모, 수명)의 감시, 팔레트로부터 자재를 꺼내고 가공후 떼어내는 작업을 제어관리한다. 조립공정에 대해서는 자동조립을 하기위한 조립장소에서 조립순서에 따른 로봇이나 전용기에 의한 NC 제어 관리 등의 기능을 가진다.

CAM에서 정보의 흐름과 자재의 흐름을 그림 1에 나타냈다.

CAM을 가동시키기 위해 자동생산 시스템으로 생산의 기술 및 관리의 정보를 보내어 시스템 전체의 균형을 이룬 물품의 흐름을 유지하지 않으면 안된다. 이와같은 정보를 크게 나누면 생산준비를 위한 기술과 관리의 정보 및 자동생산 시스템의 가동, 운전을 위한 제어의 정보로 된다. CAM에서는 가공개시 시점에서부터 조립종료 시점까지 생산설비의 제어가 계획대로 수행

되어져야 한다.

소품종 대량생산이 활발하던 시대에는 자동기계나 전용기계를 나열배치한 흐름방식을 채용하여 같은 품종의 물품을 대량으로 제조하였다. 이것이 자동화 또는 자동화된 제조라인으로 불리어져 각광을 받았다. 현재는 오히려 다양화, 개성화라고 하는 시대적 요청에 부응하여 다품종, 소량생산이 가능한 유연한 자동생산시스템이 요구되고 이런 시스템이야말로 CAM을 구성하는 주체이고 생산의 중심적 역할을 하게 된다.

자동화에는 고액의 투자가 필요하기때문에 처음부터 고도의 자동화를 지향하지 않고 개개 기계의 자동화, 반송의 자동화, 생산시스템의 자동화, 컴퓨터제어에 의한 완전자동화로 자동화의 고도를 서서히 높여가야 한다.

자동생산시스템의 평가는 다양화제품에 대처할 수 있어야 하고 유연성이 높으며 자동화 도입에 따른 경제성이 있고 자동화 이전보다 생산성이 좋고 설비의 고장이 적고 수리가 용이하며 안전한 가동이 유지되도록 신뢰성, 보전성이 우수해야 한다.

Ⅲ. CAP (컴퓨터지원 관리)

원자재가 제품으로 변하는 생산시스템에서 자재가 원활하게 흘러 효율이 좋도록 생산이 이루어지면 자재흐름의 관리와 더불어 정보흐름의 관리가 필요하다. 생산시스템에서 관리정보의 흐름은 생산활동을 계획하고 실행, 통제하는 일련의 행위로서 전반적 생산계획, 생산과정계획, 생산일정, 생산실시, 생산통제의 다섯가지로 나누어진다.

그림 2에 나타낸 컴퓨터 통합생산시스템에서 전반적 생산계획은 경영계획으로부터 받은 정보를 기준으로 CAP의 생산계획에서 이루어진다. 생산과정 계획은 CAD의 영역으로 필요에 따라 제품설계로부터 받은 정보를 가지고 레이아웃계획을 거쳐 공정계획에서 이루어진다. 생산일정은 생산계획을 추진하는 전반적 생산계획으로부터의 정보와 생산과정으로부터 얻어진 정보를 가지

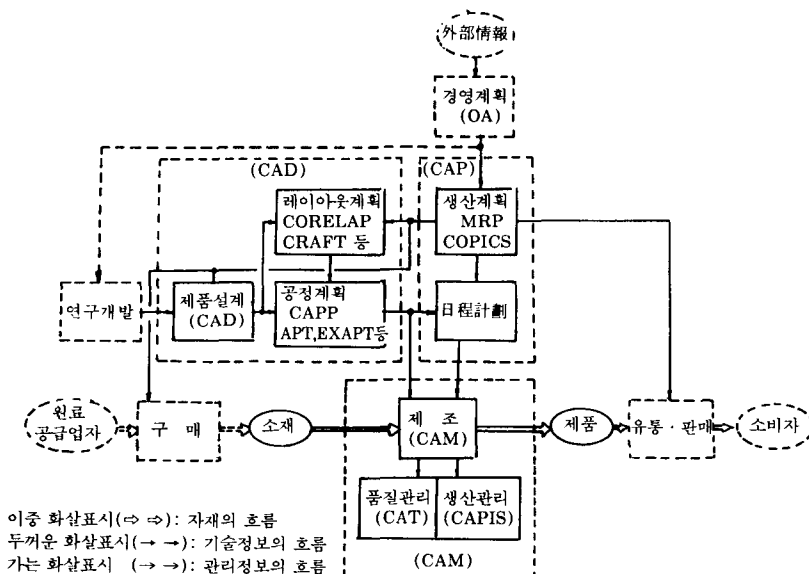


그림 2 컴퓨터 통합 산업 시스템

고 CAP 중의 일정계획에서 이루어진다. 그 결과 얻어진 생산일정을 실행하는 생산실시는 제조에서 이룩된다. 생산실시를 감시하는 기능인 생산통제는 제품이 일정기준에 맞는지 어떤지를 검사하는 품질관리와 생산실적을 파악하여 통제하는 생산관리에서 이루어진다. 따라서 생산실시와 생산통제는 CAM의 영역에 속한다. 위에 설명한 일곱가지 구성요소 중에서 레이아웃계획과 공정계획은 CAD에서 제조, 품질관리, 생산관리는 CAM에서 그리고 생산계획과 일정계획은 CAP에서 주로 취급하며 이것들을 전부 합하여 컴퓨터에 의한 생산관리 시스템의 통합화가 이루어진다. 이것을 공장자동화(FA)를 목표로 한 컴퓨터 통합 생산시스템 즉 CIMS(Computer-integrated Manufacturing System)이라 한다.

생산관리시스템을 운용하려면 충분한 데이터가 축적되어야 하고 이와같은 데이터는 데이터베이스로 보존되어 필요에 따라 이용한다. 생산관리시스템에서 이용되는 정보로는 기술정보와 관리정보의 두 가지가 있다. 기술정보로서는 제품설계정보, 설계도면정보, 공정설계정보, 작업설계정보, 기계설계정보, 자재 : 부품정보, 가공기

술정보, 조립기술정보 등이 있고 관리정보로서는 수요예측정보, 고객정보, 주문정보, 생산계획정보, 재고관리정보, 일정계획정보, 품질관리정보, 설비보전정보, 노무관리정보, 원가관리정보, 하청정보 등이 있다. 이와같은 정보는 생산관리수법에 관한 컴퓨터 프로그램의 이용으로 생산관리 시스템의 운용에 크게 기여한다.

생산관리정보 시스템을 컴퓨터에 의해 관리 운용하므로써 대량의 정보를 즉시 처리하고 보관하는 것이 가능해진다. 또 통신회선을 이용하여 멀리 떨어진 두 지점의 터미널과 컴퓨터사이에서 정보교환을 즉시 할 수 있으므로 데이터의 발생과 처리를 시간 간격 없이 할 수 있다. 생산 시스템에서 컴퓨터에 의해 관리하는 정보로서는 관리정보뿐만 아니라 기술정보도 포함된다. 기술정보의 흐름은 CAD에서 취급해야 할 영역이지만 기술정보는 생산관리에도 중요한 역할을 한다. 예를들면 "생산계획"을 하는데 어떤 제품의 생산계획을 수행하기 위해서는 MRP를 사용하여 부품진개를 하는데는 제품구성표가 필요하고 제조 리드타임을 계산하기 위해서는 가공기술정보가 필요하다. 또 제품의 설계를 변경해야할

경우에는 거기에 필요한 정보는 CAP에서 이용되고 그 결과 얻어진 설계도면 등의 정보는 공정계획에 사용되고 일정계획에도 중대한 영향을 미치게 된다. 이와같이 모든 정보는 주요 시스템 내의 하나의 서브 시스템에만 이용되는 경우는 극히 드물고 대개는 둘 이상의 서브 시스템에서 공동으로 이용된다. 따라서 데이터의 추가, 갱신, 삭제는 즉시 이루어져야 하고 때문에 데이터는 한 장소에 보관되어 중복을 피하는 것이 필요하다. 데이터의 중복은 기억용량의 비경제성뿐만 아니라 추가, 갱신, 삭제라고하는 데이터의 관리 업무를 복잡하게 만든다.

하나의 데이터 베이스를 축으로 하여 그것을 상호 이용하는 모듈로 된 컴퓨터 생산정보관리 시스템을 Total System이라 부를 수 있는데 그 대표적인 것이 COPICS(Communication Oriented Production Information and Control System)로 기술생산자료관리, 고객주문서비스, 예측, 주요생산일정계획, 재고관리, 제조활동계획, 주문수배, 공장관리, 공장보전, 구매접수, 창고관리, 원가관리 등 12의 모듈로 이루어진다.

IV. FMS (유연 생산시스템)

경제가 지속성장하고 자원이 고갈하고 있는 현재에선 대량생산 대량소비에 대해 반성해야 하고, 더우기 다양한 상품을 원하는 인간의 욕망을 만족시키기 위해서는, 다품종 소량생산을 지향하지 않으면 안되게 되었다. 일반적으로, 다품종 소량생산이란 정해진 생산기간에 생산의 대상이 되는 상품(명세, 형상, 치수, 생산공정 색채 등)이 많고 각 상품에 대한 생산수량이 적은것을 말한다. 이말은 1950년경 일본에서 처음 등장했고 이러한 생산방식을 취급하는 공장을 Job Shop이라 한다. 이런 생산은 대개 주문생산형태이고, 소품종 대량생산과 같은 예견 연속생산형태에 비하면 개별생산 또는 간헐생산방식을 취하여 생산능률이 떨어진다.

이러한 다종 다양한 제품을 자유자재로 자동적으로 만들어내는 새로운 형태의 자동화를 Fle-

xible Automation이라 한다. 다품종 소량생산의 자동화를 의미하는 이 말은 명령 테이프의 교환으로 다종류 부품의 자동가공을 가능케 한 수치 제어 공작기계의 출현과 자동공구교환장치를 갖추어 1회의 가공물준비로 많은 종류의 가공을 하는 머시닝센터로 현실화되었다.

플렉시블 오토메이션에서는 컴퓨터의 사용이 불가결하다. 컴퓨터는 대규모 집적회로를 기본으로 한 대기억용량, 고속도의 정보처리기계로 발달하여 생산활동에도 응용되기 시작하였는데 이것이 계산기제어 자동화이다. 즉 생산공장내의 개개의 작업이 자동화된 기계(NC 공작기계, 로봇 등)로 운용됨과 동시에 생산공정 전체가 컴퓨터에 의해 감시되고, 컴퓨터가 생산계획을 세우고 생산명령을 내리며 기계로부터 보내어진 작업 진척보고에 근거하여 이들을 분석해 적절한 작업 명령을 적시에 내보내어 효율적인 관리를 할 수 있게 되었는데 이것이 소위 무인화 공장으로서 1960년 후반에 출현하기에 이른다.

다양화된 부품의 자동생산에는 다음 네 가지의 활동이 자동적으로 이루어져야 하고 각각에 대해 유연성이 큰 하드웨어를 갖추어야 된다.

1. 가공 : 머시닝 센터
 2. 가공물작업준비: 기계손, 로봇, 팔레트
 3. 가공물 반송 : 기계손, 로봇, 컨베이어
 4. 가공물 저장 : 자동창고, 컨베이어, 팔레트
- 이상과 같은 유연성이 좋은 각종 자동화 기기를 컴퓨터로 연결하므로서 다양한 부품을 가공할 수 있는 자동생산설비가 완비되는데 이것을 유연 제조시스템 즉 FMS 내지는 컴퓨터 제조시스템이라 한다.

이 시스템은 인원절감을 최대화시키고 제조리드타임, 직간접 노무비, 가공비용 등을 최소화시켜 설비가동율을 높여 시장변화와 제품다양화에 유연성을 최대화시키거나 고액투자를 필요로 하는 재무상의 문제가 있다. FMS은 유연성이 많으나 유사한 형상, 치수, 가공법의 부품이 대상이다. 따라서 많은 종류의 부품제품을 형상, 치수, 가공법 등의 유사성에 근거하여 그룹으로 묶어 로드로 간주하므로서 개별적인 다품종소량생산에

대량생산적 효과를 부여하는 방법인 Group Technology (GT)를 실현화하는 하드웨어에 지나지 않는다고 말할 수 있다. 다품종소량생산의 진정한 자동화에는 FMS 자체에 의한 판단기능 및 지능화 예를들면 절삭칩의 처리, 손상되거나 마모된 공구의 교체, 보전, 고장대책 등이 바람직하다.

FMS은 인간의 두뇌에 상당하는 컴퓨터를 구비하고 있다. CAM의 가장 고도한 생산설비에 해당되므로 효율적으로 운용하기 위해서는 소프트웨어의 완비가 불가결하다.

앞으로 다품종 소량생산을 취급하는 Job Shop에서는 개개의 작업을 동태적으로 제어하는 생산체제가 매우 중요하다. 작업레벨에 중점을 두어 현장의 작업센터에 설치한 컴퓨터 터미널과 관리센터에 설치한 컴퓨터를 통신회선으로 온라인 연결하여 실시간 발생하는 정확한 생산실적자료를 적시에 한 곳에 집중 수집하여 생산활동에 관한 복잡한 생산정보의 처리를 신속하게 수행하여 각 작업센터에 정확한 정보를 적시에 전달하여 생산지시를 보낸다. 이것이 온라인 생산관리로서 최근 여러가지 시도가 이루어지고 있으며 그 한 예가 CAPIS(Computer-Aided Production Information System)로 불리어진다.

끝 말

컴퓨터에 의해 부품과 제품의 설계를 하고 컴퓨터에 의해 부품가공, 제품조립을 실시하고 컴퓨터에 의해 경영계획, 생산계획을 세우고

컴퓨터에 의해 생산진척상황과 제품품질을 관리하는 CAD, CAM, CAP 즉 무인화공장, 더 나아가 OA와 결부된 컴퓨터 종합생산 경영시스템은 앞으로의 기업운용에 있어 주류를 차지하여 갈 것은 확실하다. 이와같은 컴퓨터 지원에 의한 효과를 열거하면 우선 장점으로

1. 생산성 향상과 원가 절감으로 경영을 합리화하여 인원을 감축한다.
2. 설계 제조 리이드타임의 단축과 설비가동율을 향상시킨다.
3. 최적설계, 생산최적화로 경쟁에 대처한다.
4. 표준화, 다양화, 균일화로 품질을 향상시킨다.
5. 단순 반복 위험작업으로부터 해방하고 컴퓨터 마인드를 가진다.

단점으로 다음과 같은 것을 지적할 수 있다.

1. 상당한 자본투자를 필요로 한다.
2. 컴퓨터 지원은 생산 관리의 집중화를 조장하여 경영조직의 변혁을 가져와서 인간성이 상실되어간다.
3. 실업문제가 발생한다.

자동화나 컴퓨터 지원 설계, 생산, 관리는 기본적으로 인류복지를 위한 수단이 되어야 한다. 그러나 오늘날 그 기술적, 경영적, 경제적인면이 지나치게 강조되어 사회적 의의나 윤리 및 철학적 측면이 너무 소홀히 다루어져 있다. 앞으로는 이러한 새로운 기술이 인류의 복지에 이바지할 수 있도록 우리들의 예지를 기울이는 것이 매우 바람직하고 인간의 참다운 정신이 기술에 더욱 가미되는 방향으로 노력해나가야 할 것이다.