

컴퓨터에 의한 設計·生産·管理

—CAD·CAM·CAP—

3·3 自動組立

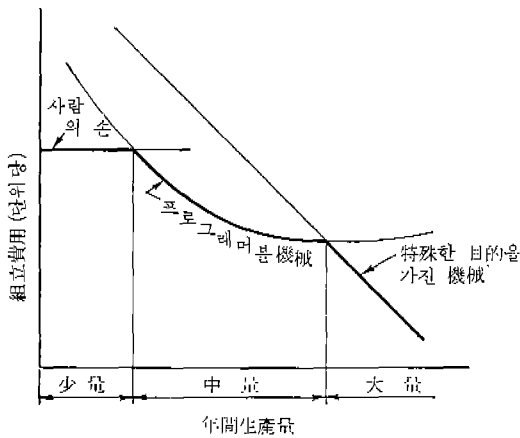
3·3·1 組立의 自動化

組立은 加工만큼 單純하지 않고 제품의 종류에 따라서 組立方法이 다르며, 加工에 대한 工作機와 같은 범용의 組立機는 없다. 현실적으로는 사람의 손에 의하거나 專用의 自動組立機로 행하여지고 있다. 그러나 컴퓨터에 의한 制御技術의 발전과 工業용 로봇 이용기술의 급속한 발전으로 최근에는 컴퓨터 제어에 의한 로봇을 사용한 自動組立이 시행되기 시작하였다. 組立을 自動化하려는 배경은 각 산업 공회 생산 중에서 차지하는 組立에 종사하는 노동자의 비율이 상당히 많아서 自動化·無人化에 의한 경제적 효과가 크다는 것과 大量生産이나 多種 中少量生産에 있어서도 GT 개념 도입에 따른 擬似大量生産과 같은 연속 단순반복의 組立작업은 작업자에게 싫증과 倦態 등의 피로감을 일으키게 하고 나아가서는 노동피해·질병을 초래하게 되기 때문이다. 또 工場無人化 지향의 현황을 살

펴 보면 가까운 장래에 본격적으로 組立의 自動化가 검토되고 특히 컴퓨터 制御 로봇이 사람을 대신하게 될 것으로 생각한다.

컴퓨터에 의한 自動組立을 도입하기 위해서는 우선 첫째로 경제효율이 계산되어야 한다. 즉 그림 3·18과 같이 組立生産量(연간)과 1單位製品을 組立하는 데 필요한 組立費用에서 損益分岐點을 구하고 일손과 프로그램 가능한 組立설비(로봇), 특수한 목적을 가진 機械(전용 자동 組立機)의 어느 것이 타당한가를 조사한다. 로봇 도입에 따른 設備비와 유지비용은 도입 시점에서 특히 크지만 로봇은 임금을 요구하지 않는데 비해 작업자에게는 계속적으로 노동임금을 지불해야 한다는 것에 유의해야 한다.

이와같은 經濟的 高찰에서 프로그래머블 機械에 의한 組立이 採算的으로 성립한다고 하자. 이 組立의 구체적인 설비는 컴퓨터 制御의 汎用 로봇일 것이다. 로봇 선정에 있어서 기본적으로는 組立의 主方向과 작업의 종류와 각 방향에 있어서의 作業分布를 조사하여 이것을 기초로 로봇



〈그림 3·18〉最適組立方式의 檢討

의 自由度·팔·관절·손가락의 세부 시방을 정한다. 예를 들면 교류발전기의 자동조립을 예로 들면 이 組立은 12가지 要素作業(오퍼레이션)으로 구성되고 組立의 방향이 3방향이라는 것을 알 수 있다(그림 3·19). 그리고 각 방향의 作業分佈를 조사한 결과, 그림 3·20에 든 挿入과 나사박기 작업이 전체 중에서 60% 이상을 차지하고 있었다. 組立의 方向은 軸方向(그림 3·20에서 方向1과 方向2)에 90%나 집중하고 이것과 직각방향이 나머지 10%였다. 이것에 의해 로봇의 自由度는 4로 하고 조립작업의 장소에 주위로부터 放射狀의 供給 퍼스를 통해 部品을 重力에 따라서 供給하고 로봇의 손가락은 회전할 수 있는 것으로 한다.

컴퓨터 制御에 의한 로봇이 組立作業을 하는 경우, 組立에 요하는 시간은 대별해서 다음 3가지로 되어 있다. 즉 部品을 把握한 후, 組立部分의 위치까지 로봇이 운반하기 위한 部品 이동시간, 部品이 조립하는 本体에 접근한 후, 조립이 완료하기까지의 實組立時間, 그리고 組立作業 直前의 부품 이동의 정지, 위치 결정, 그리고 접근에 요하는 로봇에 의한 작업준비 시간이 다. 그리고 이런 구성 비율은 작업준비시간이 다른 이동시간, 조립시간을 상회하는 일이 많다. 生産性이라는 점에서 조립시간의 단축화가 요망

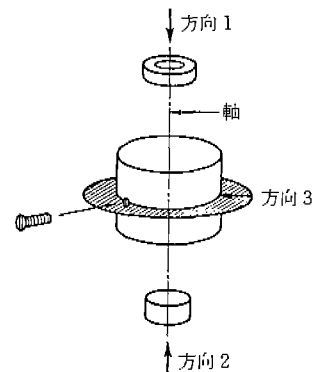
되고 이는 조립 속도에 관계된다. 대개의 로봇·메이커가 努力을 하고 있는 것은 部品移動의 속도를 높이는 일이다. 그러나 작업준비시간의 減少를 목표로 작업준비용 지그를 설계해서 작업준비 속도를 올리는 것도 효과는 크다.

3·3·2 플렉서블 自動組立 시스템

自動組立 시스템은 少種大量生産을 전제로 발전되어 왔는데, 多種中少量生産을 指向하는 오늘날, 그 형태는 플렉서블한 시스템으로 변모하고 있다. 이 플렉서블 自動組立 시스템을 FAS (Flexible Assembly System) 또는 組立 FMS 라고 한다.

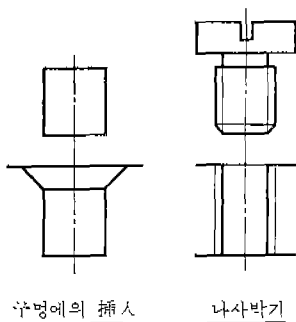
FAS는 변환기능(조립기능)을 수행하는 自動組立機械, 部品 및 조립품의 운반기능(공급기능)과 저장기능을 수행하는 自動머테리얼·핸들링設備 및 이들 설비를 制御하는 콘트롤·시스템으로 구성된다. 자동조립기체로서는 일반적으로는 生産用 로봇이 사용되고 自動 머테리얼·핸들링設備로서는 多機能한 부품공급장치, 파워·앤드·프리·콘베이어, 머테리얼·핸들링·로봇 등이 사용된다.

대표적인 組立 로봇으로는 直角座標形의 SIGMA 로봇, 다관절형의 PUMA 로봇 등이 있으

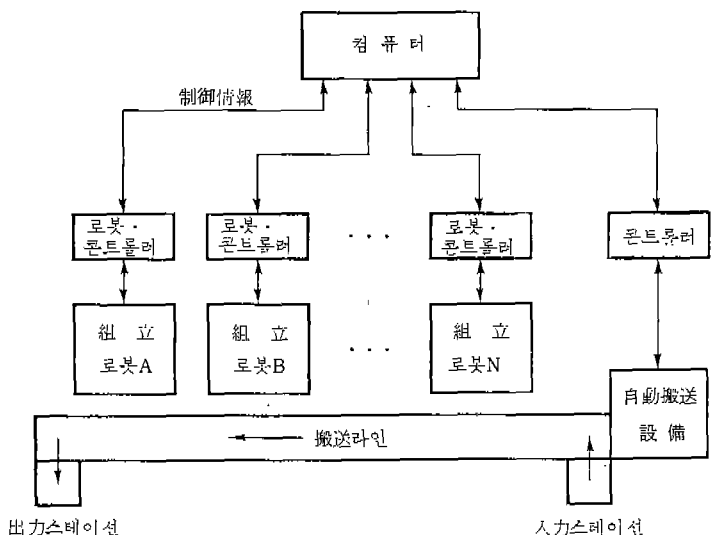


〈주〉 方向3은 組立方向이 軸直 角 面內 (그림 하칭 領域) 에 있는 것

〈그림 3·19〉 組立의 3主方向



〈그림 3·20〉組立의
2大要素作業



〈그림 3·21〉플렉서블·트랜스퍼·어셈블리·시스템의
컴퓨터·컨트롤·시스템 구성

며, 최근에는 多種生産用이며 또한 高生産性的의 SCARA형 組立 로봇이 개발되어 組立 라인에 도입되고 있다. 일반적으로 組立 로봇의 머신·핸드나 지그·그릇은 조립작업의 유연성을 증대시키기 위해 組立의 작업기능에 대응해서 교환하는 모듈 방식이 사용되고 있다. 특히 웨스팅하우스社의 APAS (Adaptable - Programmable Assembly System)에는 조립 로봇의 암부에 이 모듈 방식이 채용되어 플렉서빌리티가 높은 組立 시스템으로 되어 있다. 그리고 컨트롤 시스템으로서 컴퓨터 제어를 이용함으로써 한층 더 적응적이고 유연성이 풍부한 自動組立 시스템을 구성할 수가 있다.

FAS方式으로서는 다음의 두 방식을 생각할 수 있다.

(a) 플렉서블·트랜스퍼·어셈블리·시스템

이 시스템은 컴퓨터에 의해 制御된 각종 組立 로봇을 工程順으로 배치하여 그것에 플렉서블한 부품 공급장치나 조립품 반송설비 등을 結合한 시스템이다. 物品의 흐름은 一方向으로, 플렉서빌리티는 낮지만 유사부품의 조립을 效率적으로

할 수 있다는 특징이 있다.

部品供給方式으로는 多段 피더, 로터리·매거진 등 多機能한 供給機로 공급하는 방식과 組立品 搬送 관레트 위에 필요한 부품·지그·그릇도 싣고 공급하는 部品 키트 供給方式이 있다. 조립품의 반송은 각 로봇의 고장이나 각 공정간 조립작업시간의 변동에 대처하기 위해 緩衝機能을 갖는 파워·앤드·프리·시스템으로 搬送한다. 그림 3·21에 플렉서블·트랜스퍼·어셈블리·시스템의 컴퓨터·컨트롤·시스템 구성을 든다.

自走式 組立 로봇이라 해서 自動化된 組立 로봇이 순환 라인을 일주하는 사이에 作業을 종료하는 시스템도 있다. 이 시스템은 固定化된 여러 대의 로봇에 의한 組立에 비해 生産量의 변화에 따른 조립 로봇 대수의 조정이 쉽다는 특징이 있다.

(b) 플렉서블·어셈블리·셀·시스템

플렉서블·어셈블리·셀은 한 조립 에리어에서 여러 개의 부품을 조립하는 컴퓨터 制御의 自動組立機械이다. 대표적인 예로서 들 수 있는 어셈블리·센터 (Assembly Center)는 機械加工에

있어서의 머시닝·센터에 대응하여 조립공구의 자동교환기능에 의해 組立工具를 교환하면서 여러 종류의 組立이 가능하다. 따라서 이러한 複數의 플렉서블·어셈블리·셀을 플렉서블한 반송설비로 결합함으로써 플렉서블·어셈블리·셀·시스템이 구성된다. 이것은 좁·쇼프·타입의 FAS이며, 플렉서블·트랜스퍼·어셈블리·시스템보다 플렉서빌리티가 높은 진정한 FAS이다. 또한 部品供給方式은 (a)의 경우와 같다. 그림 3·22는 플렉서블·어셈블리·셀·시스템의 구성요소인 플렉서블·어셈블리·셀의 컴퓨터·컨트롤·시스템이다.

(a), (b) 어느 경우에도 시스템 내에서 특히 복잡한 組立工程이 있으면 인텔리전트화된 組立로봇이 요구된다. 이 인텔리전트·어셈블리·로봇은 컴퓨터로 제어된 高自由도의 組立 로봇에 하드웨어로서의 패턴 認識裝置, 소프트웨어로서의 로봇용 언어를 겸비한 인텔리전트화된 조립로봇이다. 또 각종 센서 정보를 기초로 組立로봇 자체가 判斷機能을 가지며, 生産量이 적고 또한 복잡한 조립작업에 적합하다. 반면, 視覺·觸覺 센서에 대한 기술적인 문제점도 아직 많이 남아 있다. 그림 3·23은 인텔리전트·어셈블리

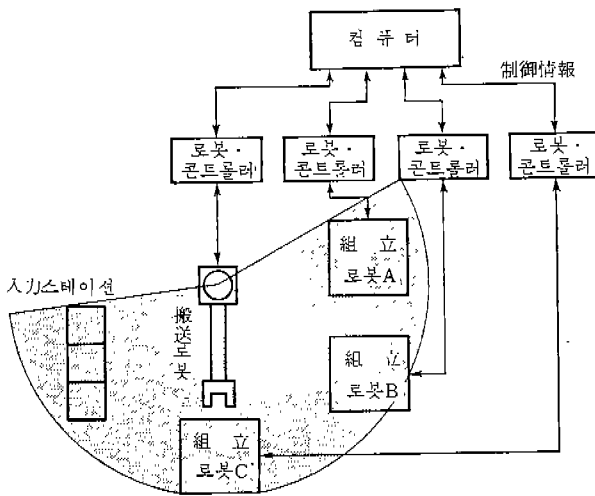
로봇의 컴퓨터·컨트롤·시스템의 구성이다.

FAS의 2方式 중에서의 선정방법으로는 제품의 品種間 유사성(예를 들면 部品·製品의 형상·치수의 유사성, 부품 결합방식의 유사성 등)이 크고 또한 생산량이 비교적 많은 경우에는 플렉서블·트랜스퍼·어셈블리·시스템이 적합하다. 기타의 경우에는 플렉서블·어셈블리·셀을 單獨으로 또는 複數의 셀을 결합한 플렉서블·어셈블리·셀·시스템을 사용하는 것이 효과적이다.

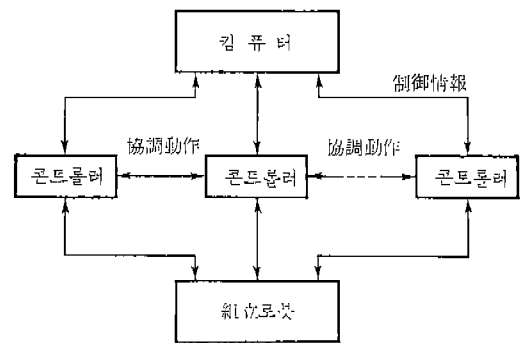
FAS의 구성에 있어서는 다음의 여러가지 점을 고려해야 한다.

(1) 작업준비시간의 단축화 : GT에 의해 그룹화된 類似形狀의 部品를 사용하여 동일한 工具나 지그로 제품을 조립하도록 하여 두면 작업준비시간의 단축화에 연결되고 조립 효율을 높일 수 있다.

(2) 製品設計의 최적화 : 조립하는 제품과 구성하는 部品, 半製品의 共通化를 도모하여 自動組立作業에 적합한 설계를 하는 것이 중요하다. 자동조립작업에 적합한 設計를 하기 위해 각 요소의 單純化를 충분히 고려한다. 즉 部品設計에 있어서는 (i) 부품 접수를 적게 하여 標準化, 均一化한다, (ii) 對稱形으로 한다. 이것을 할 수



〈그림 3·22〉 플렉서블·어셈블리·셀의 컴퓨터·컨트롤·시스템 구성



〈그림 3·23〉 인텔리전트·어셈블리·로봇의 컴퓨터·컨트롤·시스템 구성

없으면 形狀, 重心位置 등에 非對稱性を 강조한다(供給, 整列의 용이성), (iii) 突起·구멍·홈등을 적게 한다(얇힘, 막힘의 배제), (iv) 위치결정을 쉽게 한다. 그리고 제품설계에서는 (i) 基準面 또는 基準點을 설치한다(수평한 안정위치에 놓은 기관 부품의 위에서 조립하도록 한다), (ii) 쌓아 올리는 方式으로 部品을 위쪽에서부터 조립하도록 한다, (iii) 組立品을 反轉시키지 않아도 되게 한다.

(3) 시스템 設計: GT, 組立의 自動化 技術, 부품의 공급방식 등을 고려하여 각 제품의 조립작업을 분할·재편성해서(混入 라인·밸런싱), FAS를 구성하는 자동조립기계와 부품·조립품의 흐름을 설계한다. 그리고 柔軟性이 있고 또한 적절한 완충기능을 달성할 수 있는 自動 母테리얼·핸들링·시스템을 설계한다. 이것과 병행해서 “情報의 흐름”을 분석하고 최적한 컨트롤·시스템을 설계한다. 시스템 전체로서의 評價는 3·1·4 항에서 설명한 것처럼 生産性, 柔軟性,

經濟性 등을 종합적으로 평가해야 한다.

(4) 導入順序: FAS化할 때는 시스템의 擴張·改良이 용이하도록 해야 한다. 그리고 일거에 FAS化하는 것보다도 自動化가 가능한 부분부터 改良하고 기술자의 레벨 업을 도모하며 최종적으로 全体的 FAS化를 검토한다. 이렇게 해서 FAS化 可否의 判斷力과 設計能力이 양성되어 FAS의 운용·확장·개량을 위한 노하우가 축적되며 하드의인 플렉서빌리티와 함께 소프트의인 플렉서빌리티도 증대한다.

3·4 自動 母테리얼·핸들링 設備와 自動倉庫

3·4·1 意義와 自動化

生産에 있어서의 母테리얼·핸들링(Material Handling, MH)이란 物品의 위치와 荷姿의 변화(移動과 貯藏)에 관한 기술을 말한다. 여기서 이동이란 예컨대 생산설비간(工程間)의 반송과

海 外 技 術

英國産業뉴스 제공

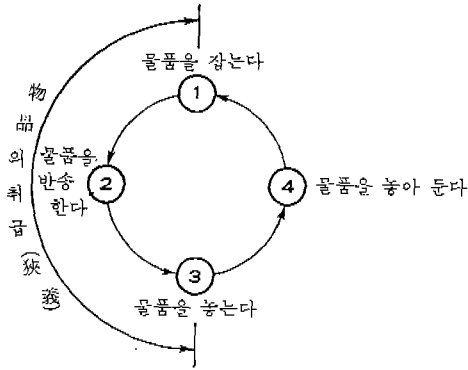
碍子 부식상태 검사

매시간, 환경 부식률을 측정 기록할 수 있는 장치가 있다. 사전에 있는 기사는, 영국 과학자들이 개발하여 영국 남부의 한 전문회사가 생산한, 소형의 민감한 감시 장치를 이용, 자료 기억장치를 수거하고 있다.

이 장치는, 전체 송전선의 일정 부분에 위치한, 애자의 철(鐵)로 된 보강편이 파손되는 것을 우려하여, 전력산업에 종사하는 부식 기술자들이 처음 고안하였다. 그들은 부식상태를 계속적으로 측정할 수 있고, 대기 및 다른 변화들에 따라 다양한 부식률을 측정할 수 있는 장치를 필요로 하였다.

건축재료 및 건축방법에 따른 환경 조건이 미치는 영향에 대한 기존의 연구보고에 따르면, 금속으로 된 수나사에 끼워진 금속 워셔 양측에 산화물층이 쌓인다고 밝히고 있다. 이러한 정보를 이용하여, 과학자들은 간단한 장치를 설계하였고, 실험을 통해 이 장치가 전체 송전탑과 전선의 철로 된 보강편에 대한 부식진행 과정을 추적하는 데 이용될 수 있다는 것을 증명했다.





(그림 3-24) 머테리얼·핸들링의 요소와 비사이클

생산설비에 대한 工作物의 장착, 분리를 의미한다. 그리고 저장이란 예컨대 창고내에서의 物品의 保管, 생산공정간의 착수품 在庫 공간에서의 일시보관을 의미한다. 그림 3-24에 “머테리얼·핸들링의 사이클”을 표시한다. 머테리얼·핸들링의 自動化란 이 4 要素의 사이클을 개선하는 것이다. 생산에 있어서의 머테리얼·핸들링이 관여하는 개소는 다음과 같다.

- ① 資材調達(자재 마켓에서의 구입)의 머테리얼·핸들링
- ② 資材貯藏의 머테리얼·핸들링
- ③ 生産工程間의 머테리얼·핸들링
- ④ 工程中인 物품, 停滯品, 中間製品 저장의 머테리얼·핸들링
- ⑤ 加工·組立·檢査의 작업중인 머테리얼·핸들링
- ⑥ 제품저장의 머테리얼·핸들링
- ⑦ 제품의 출하(유통:시장에의 운반) 머테리얼·핸들링

CAM에서는 生産活動이 主体가 되는 ③, ④, ⑤의 머테리얼·핸들링이 중요하다. 그리고 머테리얼·핸들링 自動化의 原則으로서는 다음 항목을 들 수 있다.

(1) 핸들링의 最少化: 쓸데 없는 置換, 積換을 없애고 핸들링 회수를 가급적 적게, 운반 거리, 핸들링 시간을 최소로 한다. 大容量·重量物에

서는 이 方式을 특히 고려해야 한다.
 (2) 유닛·모듈·로드方式: 머테리얼·핸들링은 物品을 유닛이나 모듈로서 취급하도록 하는 것이 바람직하다. 팔레트 등은 이 方式을 具現化한 것이다. 특히 간헐적 반송이나 머테리얼·핸들링의 경로가 바뀌는 경우, 이 효과는 더욱 크다.
 (3) 慣性·重力의 이용: 物品의 정지는 가급적 적게 하고 구름이나 슬립을 이용해서 계속 움직이도록 한다.

(4) 高活性化: 아무렇게나 쌓여져 있는 物品보다 상자에 넣어져 정돈된 상태, 그리고 팔레트에 그것이 탑재되어 있으면 핸들링은 더욱 용이해지고 그것이 콘베이어 위에 실려져 흐르고 있으면 活性化는 더욱 높아진다. 物品은 이와 같이 운반에 대해서 活性的인 상태를 유지해야 한다.

위의 4 原則을 고려하면서 自動化를 추진하는 것이 바람직하다. CAM에 있어서의 生産(加工·組立) 工程에서 物品의 반송은 소형 경량물에 대해 시퀀셜 제어에 의해 롤러·콘베이어 위에서 직접 物品을 보내는 방법(직접 피드 方式)과 팔레트에 실어서 보내는 方法(팔레트·피드 方式)이 있다. 대형 중량물에 대해서는 컴퓨터 제어에 의한 無人搬送車가 이용되고 있다. 장착·분리의 자동화는 소형 경량물에 대해 컴퓨터 제어에 의한 머니플레이터, 산업용 로봇이 主流이다.

自動倉庫의 큰 목적은 부지의 입체적 이용, 出入庫 作業의 省力·自動化, 在庫情報의 신속한 처리 등에 있고 부지란, 일손 부족, 번잡한 재고처리에 대처한다. 창고설비의 合理化 發展段階에서 보면 자동창고의 목표는 無人化 立体情報倉庫라고도 호칭되는 것처럼 作業과 事務 두 가지가 컴퓨터에 의해 제어 처리되는 창고이며 컴퓨터에서의 制御指令에 입각해서 리프트를 가동시켜 머테리얼·핸들링 機器制御의 컴퓨터가 호스트 컴퓨터와 온 라인으로 결합되고 中型 정도의 컴퓨터에 의해 데이터 처리를 함께 시키는 無人 시스템이다.