

컴퓨터에 의한 設計·生産·管理

—CAD·CAM·CAP—

2·3·3 加工과 組立의 作業設計

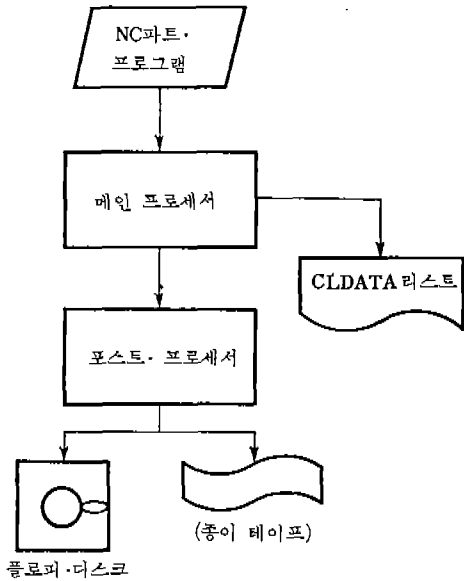
(a) 加工 作業設計의 自動化

加工의 作業설계는 生産의 加工順序가 決定된 후, 각 工程(工作機械)에서 실시되는 加工作業에 대해 상세한 계획, 즉 作業순서의 결정, 使用工具의 선정, 工具經路의 결정, 加工條件의 설정 등을 하는 것이다. 이것들은 가공기술상의 제약 하에서 결정되지만 個個의 項目이 많은 選擇枝를 가지므로 最적의 作業設計는 유일하게 정해지는 것이 아니라 많은 代替案 중에서 선정된다. 이러한 作業설계는 숙련된 作業자의 經驗과 感에 의해 행해졌지만 이것을 컴퓨터로 하는 方法이 「自動 프로그래밍·시스템 (Auto Programming System)」이다. 이 시스템에 의해 얻어진 情報는 수치제어(NC) 데이터로서 NC 工作機械나 CNC 工作機械, 또는 DNC 시스템의 제어에 사용되고 CAD와 CAM을 결합시킨다.

NC 自動 프로그래밍·시스템의 주요 기능은

(i) 가공을 하기 위한 工具와 幾何學的 位置決定과 (ii) 工作機械에 있어서의 作業순서와 作業조건의 決定이다. (i)을 自動的으로 作成하는 것으로서 APT (Automatically Programmed Tools)가 알려져 있고 (i)에 추가해서 (ii)도 自動的으로 하는 것으로는 EXAPT (Extension of APT)가 있다. 이런 것 이외에도 COMPACT, MIT URN, MELTS, FAPT 그리고 工作機械 메이커나 유저가 社用으로 개발한 많은 NC언어가 발표되고 있다. 이들 NC 言語는 그림 2·41에서와 같은 처리를 통해서 NC 공작기계에 제공된다. 이것으로 加工對象이 되는 부품의 도면에서 NC 파트·프로그램이 作成되고 NC 자동 프로그래밍·시스템의 메인·프로세서로 처리된다. 이 결과, 공구의 기하학적 위치와 作業순서나 作業조건을 CLDATA (Cutter Location Data)로서 國際標準 코드로 출력한다.

部品加工을 하는 NC 工作機械는 이 CLDATA를 적합시키기 위해 포스트·프로세서로 처리하고 NC 테이프 또는 플로피·디스크 등에 出力한



(그림 2·41) 자동 프로그래밍·시스템의 플로우

다. CNC 工作機械나 DNC 시스템에서는 이 出力은 직접 NC 제어장치에 옮겨진다.

APT는 가장 기본적인 NC 언어로서 가공부품의 形狀에 입각해서 工具경로의 기하학적 位置와 作業順序의 決定(기하학적 처리)을 자동적으로 하는 것에 主眼點이 있고, 그 設計思想은 그 후의 NC 언어의 기초가 되고 있다. 이와 같이 APT는 기하학적 처리를 주로 하는데, 그 適用範圍는 넓고 1軸의 구멍뚫기나 단순 프라이스 加工, 2軸 旋削加工, 그리고 2 1/2~5軸의 프라이스 加工에 적용할 수 있다. 또 소형 컴퓨터에서 사용할 수 있는 ADAPT(Adaptation of APT)가 개발되어 있고 또 TSS에서도 서비스 되고 있다(예를 들면 DEMOS-E APT).

EXAPT는 APT의 기하학적 처리 기능에 추가해서 切削工具의 선정과 가공조건 설정(가공기출적 처리)을 하는 것으로서 EXAPT 1, 2, 3이 개발되어 있다. EXAPT 1은 구멍뚫기 가공이나 단순 프라이스 가공을 대상으로 하여 工具經路, 切削條件, 工具選定, 作業順序의 결정을 한다. EXAPT 2는 旋削加工을 대상으로

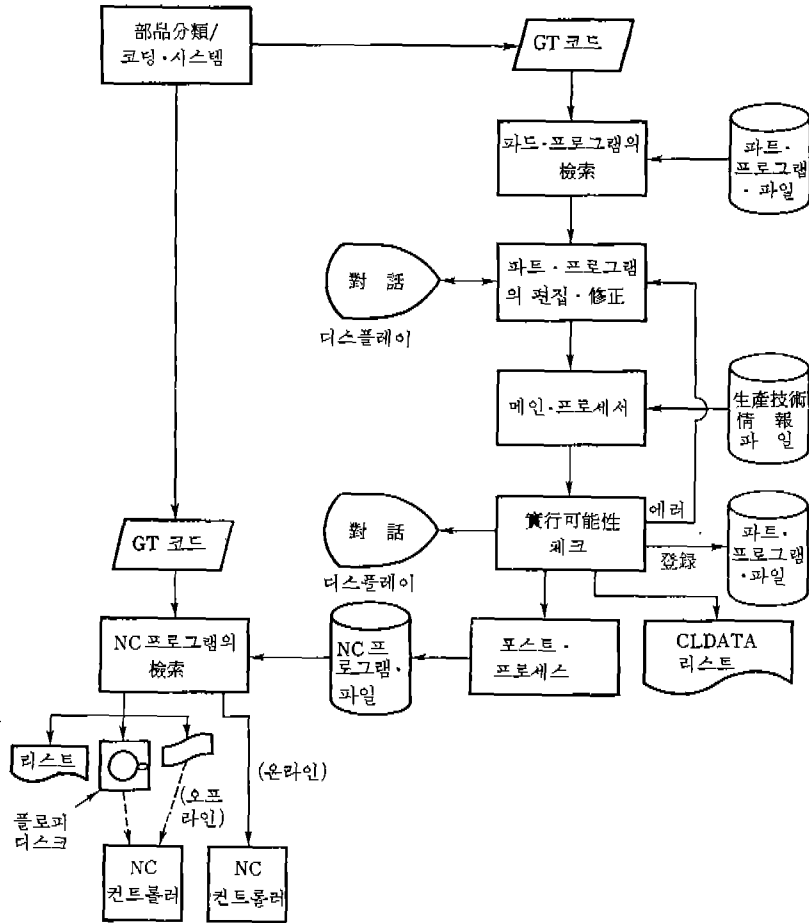
하여 工具經路, 切削條件, 충돌 체크, 절삭영역 분할을 결정한다. EXAPT 3은 2 1/2軸 프라이스 加工을 대상으로 하여 공구경로, 절삭조건, 충돌 체크, 절삭영역 분할을 결정한다. 그리고 EXAPT 1을 머시닝·센터에 적합하도록 改良한 EXAPT 1.1이나 EXAPT 1.2를 각각 하나의 모듈로 한 MODULAR EXAPT가 개발되어 있다.

EXAPT의 메인·프로세서는 기하학적 처리를 하는 기하 프로세서와 加工技術 處理를 하는 技術 프로세서로 구성되어 있다. 기하 프로세서는 APT와 동일하게 工具의 기하학적 위치를 決定하여 이것을 CLDATA 1로서 出力한다. 技術 프로세서는 CLDATA 1과 生産技術情報 파일 내의 工具, 材料 그리고 機械加工의 각 파일을 사용해서 절삭조건이나 作業順序 등을 決定하여 CLDATA 2로서 出力한다.

이 CLDATA 2가 포스트·프로세서의 入力이 된다. EXAPT 1.1에 있어서는 기계가공 파일에 加工順序 파일, 체크·파일(가공의 실행 가능성 判定에 사용한다)을 追加한 워크·사이클·파일로 擴張되고 있다.

APT나 EXAPT로 代表되는 NC 언어를 사용한 NC 自動 프로그래밍·시스템에서는 새로운 部品이 설계되며 그 도면이 出圖되면 파트·프로그램은 도면을 판독해서 NC 파트·프로그램을 작성한다. 그리고 이 NC 파트·프로그램을 메인 프로세서와 포스트·프로세서로 處理하여 NC 지령정보를 얻는다. 그런데 加工의 대상이 되는 部品에는 形狀이나 加工順序의 유사한 部品이 수많이 존재하므로 새로이 설계된 部品의 모든 것에 대해 NC 파트·프로그램을 작성하는 것보다도 이미 존재하는 유사부품의 NC 파트·프로그램을 修正해서 사용하는 편이 효율적이다.

이 目的으로 前節의 加工工程設計의 項에서 설명한 CAPP나 MIPLAN처럼, GT 개념을 도입한 NC 自動 프로그래밍·시스템을 생각할 수 있다(그림 2·42). 이 시스템에서의 파트·프로그램·파일에는 部品 패밀리를 대표하는 부품의 파



〈그림 2·42〉 GT를 導入한 NC 自動 프로그래밍·시스템

트·프로그램이 GT 코드와 함께 등록된다. 새로운 部品の 도면이 出圖되면 부품분류/코딩·시스템에 의해 분류되고 部品에 GT 코드가 붙여진다.

이 GT 코드가 入力되면 가장 가까운 GT코드가 붙여진 파트·프로그램이 찾아내진다. 이 파트·프로그램을 파트·프로그래머가 새로운 部品에 적합하도록 편집·수정한다. 새로운 파트·프로그램은 메인·프로세서로 處理되고 충돌 체크 등의 실행 가능성을 검토한 후, GT코드와 함께 파트·프로그램·파일에 登錄되고 필요하면 CLDATA를 出力한다.

최종적으로 얻어진 CLDATA는 加工을 하는 NC 工作機械에 적합시키기 위해 포스트·프로세서로 처리되고 NC 프로그램·파일에 GT 코드와 機械 코드가 함께 등록된다. 새로운 部品の 生産이 CAP에 의해 指示되면 당해 部品の GT 코드를 入力하여 NC 프로그램과 生産을 하는 NC 工作機械를 찾아내어 당해 NC 公작기계의 NC 컨트롤러에 온 라인 또는 오프 라인으로 NC 프로그램을 제공한다.

이와 같은 NC自動 프로그래밍 시스템은 NC 테이프 자동작성장치와 같은 獨立된 시스템과 CAD와 CAM을 결합시키는 시스템과 같은 두가

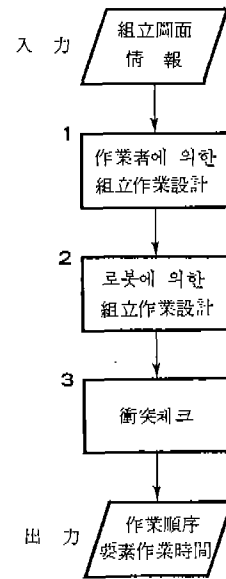
지 입장에서 생각되고 있다. 특히 후자의 경우, CAD/CAM 의 시스템을 구성하는 하나의 部分 시스템으로서 存在한다.

예를 들면 狹義의 CAD로 作成된 部品의 기하학적 데이터를 이용함으로써 NC 自動 프로그램 시스템을 CAD의 부품 시스템으로 할 수가 있다. 이 예로서는 APT를 이용한 CADAM을 들 수가 있다. 한편, EXAPT처럼 작업순서 결정이나 공구 선정을 할 수 있는 NC 自動 프로그램·시스템에 加工工程 결정의 알고리즘을 追加하면 工程設計에서 作業設計까지의 일련의 處理를 자동적으로 할 수가 있다. 또 CAR은 前述한 것처럼 가공공정과 작업순서를 결정하는 시스템이지만 이것에 예컨대 APT를 결합하면 공정설계와 작업설계를 자동적으로 處理할 수 있는 시스템이 된다. 이와같이 加工工程 設計 시스템과 NC 自動 프로그래밍 시스템의 境界는 애매해지는 경향이 있어 각각을 相互 補完적으로 사용하는 것이 좋다. 이러한 예로서는 EXAPT를 部品 시스템으로 해서 결합한 API가 있다.

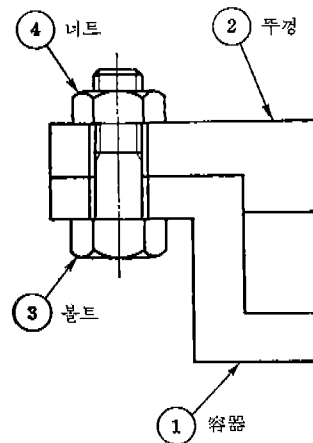
(b) 組立 作業設計의 自動化

組立工程 편성 후, 各組立工程의 작업설계에 대해 組立圖面情報에서 작업순서를 자동적으로 만들어내는 컴퓨터·알고리즘은 현재 연구개발 단계이다. 現在로서는 作業자가 조립의 作業順序를 作成하고 그 순서에 따라서 로봇이나 專用의 自動組立機를 조작시켜 조립작업을 시키고 있다. 이 조립작업순서는 다음 세가지로 구성된다. (i) 部品 供給 라인에서 이송되어 온 部品 (A)가 워크 스테이션에 들어가고 (ii) 로봇이 部品 (B)를 引出하여 部品 (A)에 장착하고 (지그가 필요한 경우는 適宜 지그 收納室에서 인출한다. (iii) 로봇은 원래의 위치에 되돌아가면서 동시에 조립된 部品은 다음 스테이션에 보내진다. 여기서 특히 (ii)의 작업이 作業設計上중요하다.

그림 2·43의 作業設計의 흐름을 그림 2·44

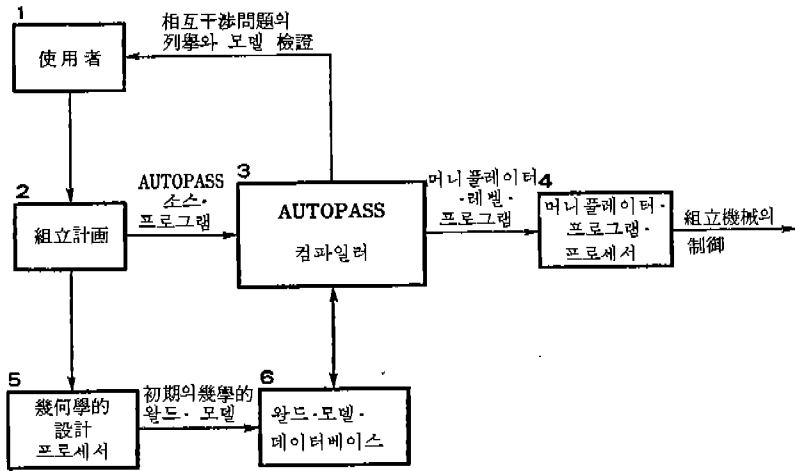


〈그림 2·43〉 作業設計 플로우



〈그림 2·44〉 組立製品의 예

에 든 조립제품에 의해 설명한다. 먼저 조립할 제품의 圖面情報를 작업자가 보고 조립의 作業順序를 作成한다. 다음에 로봇에 의해 組立作業을 시키기 위해 조립작업 순서에 입각한 로봇의 팔의 制御를 로봇 言語로 기록한다. 그리고 로봇의 팔이 간섭하거나 충돌하지 않는지를 체크

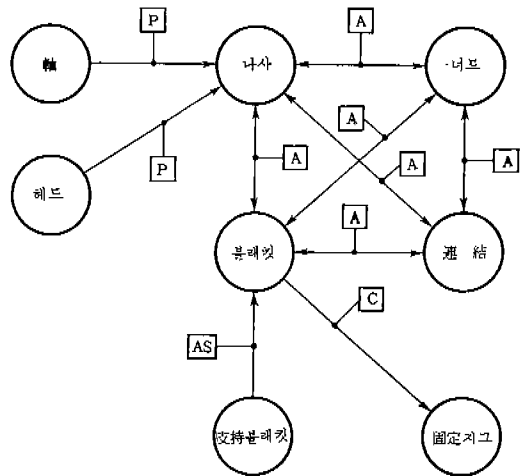


〈그림 2·45〉 AUTOPASS 시스템의 概要

하고 로봇의 프로그램·프로세서에 의해 로봇을 제어한다.

이와 같이 스텝 1의 組立 노하우에서 스텝 2, 3을 自動的으로 처리하고 로봇에 의한 작업순서와 요소작업시간을 만들어내는 컴퓨터·알고리즘이 필요해진다. 또한 組立의 노하우란 그림 2·44에 든 4가지 부품의 相對的 位置와 接合部의 關係(예를 들면 그림 2·44에서 틀끼우기로 용기①에 뚜껑②가 삽입된다)나 組立의 기술적, 先行制約(예를 들면 ①에의 ②의 삽입은 볼트③에의 ④의 너트 체결보다 先行)과 組立順序의 關係이다.

組立用 로봇의 作業用 記述用語는 여러가지 발표되고 있지만 가장 代表的이고 現場用인 것에 AUTOPASS가 있다. 이 시스템의 概觀을 그림 2·45에 든다. 먼저 작업자(그림의 1)는 組立의 作業順序를 생각하고(그림의 2) 그것을 AUTOPASS의 소스·프로그램으로 쓴다. 이것을 AUTOPASS 컴파일러에 入力해서 記述된 프로그램의 文法上 체크를 한다. 그리고 組立제품의 월드(World)·모델(미리 作成한 組立構成을 地圖的으로 表記한 것)(그림 2·46 참조)을 기초로 組立부품을 파악하는 위치와 장착하는 위치



- A** 付着物: 固定, 非固定, 條件付加
- C** 制約: 移動, 回轉(方向 또는 軸 軸의 힘에 의해 記述)
- AS** 組立: 對象物이 組立의 要素다.
- P** 파트오브(Part of): 固定部品の 構成要素를 표시

〈그림 2·46〉 월드·모델

를 정하고 部品을 이동시키는 軌道를 정한다. 이때 移動中 충돌하는지의 여부도 조사하여 실행 불가능하면 作業設計의 일부를 수정한다. 실시 가능한 作業順序가 作成되면 시뮬레이션에 의해

〈표 2·10〉 AUTOPASS의 作業 스테이트먼트 例

스테이트먼트	機能	具體例
狀態變化	部品の 位置와 調整 그리고 머니플레이터의 運動 指令	PLACE...ON- [*] GRASP... MOVE...TO-
工具	組立作業에 사용되는 工具動作의 指令	OPERATE... ^{**} CLAMP... LOAD... [†]
締結物	組立作業에 사용되는 締結要素의 締結動作을 指令	ATTACH...TO- [†] FASTEN...TO- DRIVE IV... [†]

* 狀態變化스테이트먼트 :;組立對象物 1, -,組立對象物 2 또는 位置

** 工具스테이트먼트 :;組立工具

† 締結物스테이트먼트 :;締結要素, -,締結場所

조사하여 작업자의 양해를 얻는다.

이상의 결과, 작업순서가 정해지면 로봇 作業 레벨의 프로그램 言語로 코딩을 해서 로봇 동작의 프로세서(그림의 블록 4)에 入力, 실제의 組立制御가 행하여진다. 한 예로서 AUTOPASS의 作業 스테이트먼트와 機能, 그리고 具體의 言語를 표 2·10에 든다.

이상 설명한 것처럼 組立의 컴퓨터化는 部品 加工처럼 單純치 않고 順序作成의 自動化는 앞으로의 과제로서 남겨지고 있다.

2·4 컴퓨터에 의한 레이아웃 計劃

2·4·1 레이아웃 계획의 意義

生産에 사용하는 物的인 生産手段을 人的인 노동력과의 關連으로 소기의 機能을 충족시키도록 공간적으로 배치하는 것을 「레이아웃(layout)」이라고 한다. 生産이 원활히 실시되기 위해서는 作業을 수행하는 生産段階의 배치가 목적에 맞는 것이어야 한다. 生産設備의 레이아웃이 잘 되어 있는 工場에 있어서는 다음과 같은 효과가 기대된다.

(i) 生産性的의 增大: 개개의 生産설비가 有機的 連系를 유지하며 배치됨으로써 낭비, 無理가

없어지고 生産性이 향상된다.

(ii) 中間반제품의 減少: 物체의 흐름이 원활하고 균형이 잡혀 있기 때문에 반제품의 停留가 적어지고 生産 도중의 在庫가 감소한다.

(iii) 生産設備 가동률의 향상: 生産設備의 능력과 負荷의 量이 균형되어 있기 때문에 가동률이 향상한다.

(iv) 搬送作業의 輕減과 安全性的의 確保: 生産 라인 위에서 物체의 정류나 運搬의 착오가 없기 때문에 반송작업의 減少와 安全性이 확보된다.

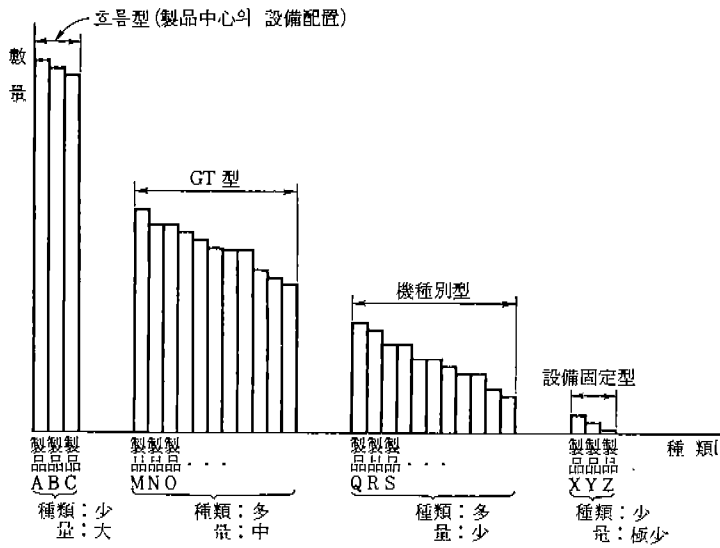
(v) 生産의 플렉시빌리티 증가: 多種少量生産과 같은 경우에도 레이아웃을 쉽게 擴張·附加하거나 할 수 있는 유연성이 풍부하다.

(vi) 採算性: 레이아웃에 요하는 비용을 상회하는 生産收益이 얻어져 採算이 맞는다.

加工과 組立을 위한 生産設備의 레이아웃 形式은 生産대상인 製品의 종류와 수량에 따라서 다음과 같은 것이 있다(그림 2·47).

(1) 흐름型(제품 중심의 설비배치): 제품의 종류가 아주 적고 生産量이 대단히 큰 경우, 제품의 生産順序에 따라서 設備를 배치하는 것으로서 大量生産의 전형적인 레이아웃이다. 加工과 組立 공히 이 타입가 채용된다.

(2) 機種別型: 多種少量生産의 경우로 生産量



〈그림 2·47〉 加工과 組立의 生産設備 레이아웃 型式

이 많지 않고 GT를 고려에 넣어도 유사형상이나
 工程 등의 部品の 集約이 가능하지 않은 경우,
 機械의 種別마다에 설비를 배치한다. 部品加工
 에서는 이 타입이 채용될 수 있지만 組立에서
 는 機能을 달리하는 로봇이나 自動組立機 등, 자
 동적으로 조립을 하는 워크스테이션(設備)의 설
 치는 수많은 組立機能에서 생각하면 곤란하다.

(3) 設備固定型: 제품의 종류도 生産量도 대단
 히 적은 경우, 1개소에 機能을 달리하는 生産
 設備를 고정해서 배치하면 된다. 加工과 組立
 이 느 것이나 적용 가능하다.

(4) GT型: 제품의 종류가 많고 生産량이 中程
 度인 경우, 類似性이 높은 加工이나 組立의 부
 품을 모아서 加工·組立을 하고 흐름형에 가까운
 設備配置를 採用, GT의 效果가 나오도록 한다.

이것은 흐름형과 機種別型的 中間 레이아웃으로
 서, 현재의 多種少量生産의 형태에서는 가급적
 이 형태로 근접시키는 것이 좋다.

최근 공장에서의 生産設備 배치는 컴퓨터 支
 援으로 하는 경우가 많아졌다. 레이아웃의 컴퓨
 터·알고리즘으로서 대표적인 것에는 1장에서
 언급한 것처럼 CORELAP (COMputerized
 RELationship LAYOUT Planning)와 CRAFT
 (COMputerized Relative Allocation of Faci-
 lities Technique) 등이 있다. 전자는 “構成方
 式”이라 해서 生産部門을 하나씩 선정해서 배치
 해 나간다. 후자는 “改善方式”이라 해서 이미
 배치된 설비에서 出發하여 設備의 位置를 변경
 하면서 레이아웃을 개선해 나간다.

1章에 표시된 그림 1·2의 레이아웃 計劃部

〈표 2·11〉 레이아웃 計劃에 必要한 情報

入力情報	{	生産情報 (加工情報: 物品의 形狀, 加工順序, 지그, 切削, 研削, ...)
		組立情報: 物品의 形狀, 組立順序, 지그...
		敷地情報 (總面積과 形狀)
		設備情報 (加工·組立機械, 倉庫·檢査部門의 形狀과 面積)
		運搬情報 (回數, 費用, 期間, 方法)

門을 가지고 인접한 부문과의 入出力情報를 살펴 보자. 여기서 生産設備의 레이아웃 計劃에 대해서 한정하면 製品設計, 生産計劃 그리고 工程設計의 部門에서 들어오는 정보는 表 2·11에 든 것이 되고 이런 것을 사용해서 레이아웃 計劃에서는 生産設備의 배치를 자동적으로 한다. 그 결과 몇가지의 레이아웃 계획안이 얻어지고 그 중에서 最良의 案이 선정되어 工程設計의 자료가 되고 CAM을 행하는 生産설비 배치의 기초가 된다.

다음에 기본적인 自動 레이아웃인 CORELAP와 CRAFT이 컴퓨터·알고리즘을 설명하기로 한다.

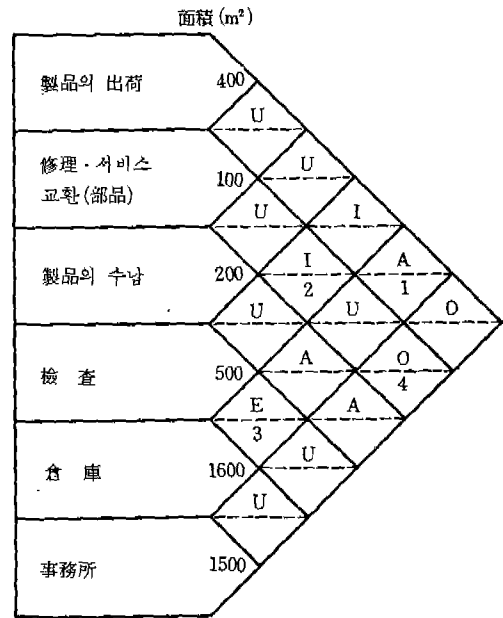
2·4·2 CORELAP

먼저 레이아웃 대상에서의 상호 관련성, 近接性의 정도를 수량으로 표시한 生産活動 相互關聯圖(REL圖: Activity Relationship Chart)를 작성한다(그림 2·48에 例示). 다음에 生産部門의 수를 m , 앞 REL圖의 웨이트(예를 들면 $A=6, E=5, I=4, O=3, U=2, X=1$ 등으로 레이아웃 계획자가 정한다), 소요면적을 기초로 해서 레이아웃을 해 나간다. 레이아웃의 순서로는 두 生産部門 i, j 間 近接度(Closeness Rating)를 $C(r_{ij})$ (部門 i, j 사이의 관련이 A 면 A 의 값)로 하고 生産部門 i 의 綜合近接度(Total Closeness Rating: TCR)를

$$TCR_i = \sum_{j=1}^m C(r_{ij})$$

로 정한다. 단 $C(r_{ij})=0$ 이다. 먼저 이것이 가장 큰 部門(가령 1로 한다)을 선택해서 레이아웃圖의 대략 중앙에 놓는다. REL圖에서 部門 1과 A 의 관련이 있는 部門이 있으면 그것(둘 이상일 때는 TCR 값이 큰 쪽을 취하고 가령 이것을 部門 2로 한다)을 部門 1에 근접해서 레이아웃圖에 넣는다. 그것이 없으면 E, I, O 의 관련으로 순차 낮추어 가고 만약 최후까지 없으면 최대의 TCR값의 부문(부문 2로 한다)을 취한다. 이와 같이 해서 다음에 두 부문 1, 2에 관

해서 먼저 부문 1, 다음에 부문 2에 대해서 같은 순서로 A 부터 순서대로 적절한 부문을 선

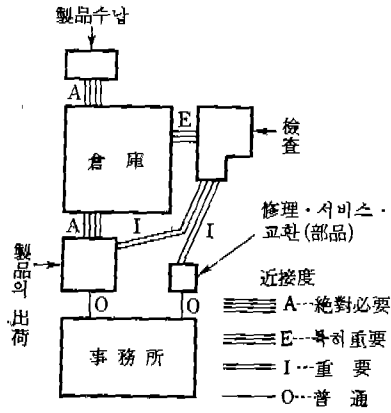


記號	값	近接度	코드	理由
A	6	絕對必要	1	물건의 흐름
E	5	특히重要	2	서비스의 흐름
I	4	重要	3	書類의 흐름
O	3	普通	4	人的配置
U	2	重要치 않다	5	監督
X	1	바람직하지 않다		

<그림 2·48> 生産活動 相互關連圖(REL圖)

<표 2·12> CORELAP의 TCR 값

部門	유닛數	TCR 값
倉庫 W	16	21
製品 出荷 D	4	17
檢査 I	5	17
수납 R	2	14
修理 서비스 部品 S	1	13
事務所 O	15	12



(a) 面積相互關連圖



(b) 레이아웃

〈그림 2·49〉 CORELAP에 의한 레이아웃

정해 가는 것을 반복하여 部門 전부가 레이아웃圖에 들어선 段階에서 계획이 종료한다.

예를 들면 그림 2·49와 같은 REL圖가 부여됐을 때 1번 10m인 정사각형을 레이아웃의 단위 스케일(유닛)로 해서 각 部門에 필요한 유닛數와 TCR의 값을 구하면 표 2·12와 같이 되고 이렇게 해서 위의 순서로 部門은 W, D, I, R, S, O의 순으로 선정되고 최종 레이아웃은 그

림 2·49(a)를 거쳐서 (b)처럼 얻어진다.

2·4·3 CRAFT

이 컴퓨터·알고리즘에서는 多種品目の 部門間 運搬費用을 고려한 總費用 最小化를 評價基準으로 하고 있다. 定性的 레이아웃·프로그램의 CORELAP에 대해 CRAFT는 定量的이라고도 할 수 있다. CRAFT는 레이아웃을 逐次的으로 개

〈표 2·13〉 運搬費用과 回數의 原始 데이터

to from	L	M	R	A	J	H	設備名	유닛數
L		1000 0.5	2000 0.4		300 0.45		NC 旋盤	150
M			500 0.6	600 0.2	400 0.3		NC 프라 이스盤	225
R				3000 0.6	400 0.4	200 0.3	로 붓	100
A			1000 0.4			400 0.1	組立워크 스테이션	300
J				2000 0.2			제 그 收納室	200
H							倉庫	400

1 유닛 = 0.16m²

上段: 月당 運搬回數

下段: 코스트·데이터 (1m당 運搬費用)

海外토픽

絶縁 및 접속시험장치 開發

英國産業뉴스 제공

각종 크기의 전압에 대해 자동적으로 조절, 적용될 수 있는 기능을 지닌 디지털방식의 절연 및 접속 시험장치가 개발되었다. Megger Instruments Ltd가 새로 선보인 이 BMD3은 접속저항 및 절연저항의 측정을 통한 회선의 연결확인 여부를 시험하기 위해 이상적으로 활용될 수 있으며, 자동 조절기능을 갖고 있어 100V 및 250V (최대표시저항 199.9MΩ), 500V, 1,000V (최대표시저항 1,999MΩ)의 전압에서 절연시험을 수행할 수 있다. 또 극성(極性)의 변환이 가능하므로, 접속측정을 위한 전자기력(電磁氣力)의 크기를 미리 고정시켜 놓을 필요가 없다.

측진지에 의해 작동하는 이 장치에는 액정표시장치가 내장되어 있으며, 각각의 단자에서 전압이 지나치게 높아질 경우 경고표시를 할 수 있도록 되어 있다. 특히 표면에서 누설되는 전류가 측정치의 판독에 영향을 미치는 것을 방지하기 위한 보호시스템이 응용되어, 정밀도는 오차범위 ±2% 이내로 매우 높다. 장치의 무게는 1kg, 크기는 180×128×125mm이다.



선해서 最適 設計를 하는 것으로서, 인 뜻으로서 初期 레이아웃, 물체의 흐름·費用 데이터, 固定部門의 數와 位置를 부여하고 우선 初期 레이아웃에 대해 總運搬費用을 계산하고 다음에 비용 데이터를 보면서 비용 저감의 효과가 클 것 같은 2, 3의 部分間 위치를 바꾸어서 총운반 비용을 재차 계산하여 費用의 감소를 확인한다. 部門間 교환의 반복은 최대의 비용저감을 발휘할 때까지 한다.

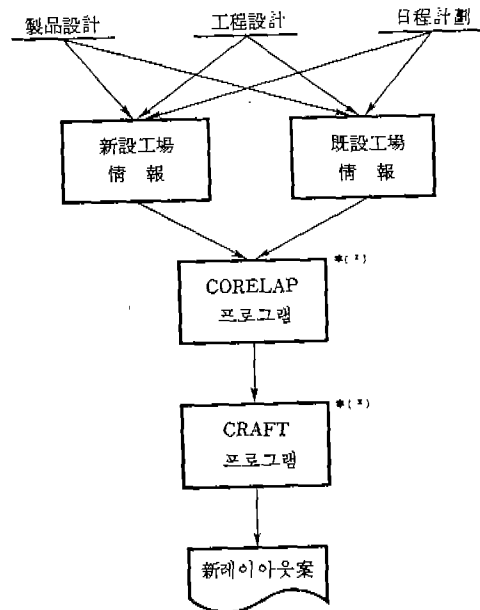
이때 部品形狀의 重心位置를 중심으로 생각하고 部門間 거리는 다음과 같이 계산한다. 즉 部門 i, j 의 중심 좌표가 $(x_i, y_i), (x_j, y_j)$ 이면 i, j 間 거리를 $|x_i - x_j| + |y_i - y_j|$ 로 한다.

CRAFT에서는 최소 비용 레이아웃이 얻어진다는 보증이 없다. 그것은 모든 교환이 가능하지 않기 때문이다. 참고로 표 2·13에 CRAFT 用 原始情報의 예를 든다.

2·4·4 實用的 레이아웃 計劃

生産設備의 레이아웃은 新設工場 建設 등으로 最初부터 部門을 자유롭게 선택할 수 있는 경우와 이미 設備가 배치되어 있어 거기서 出發하여

배치를 바꾸어 나가는 경우로 크게 나눌 수 있다. 이런 문제에 대해 앞에서 설명한 CORELAP



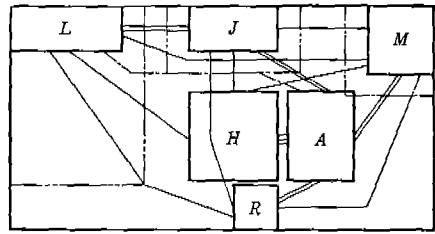
* 基本入力情報 : (1) 既設工場에서는 특히 部門相互關係의 重要度再評價
(2) 評價基準의 選定과 原始 데이터

<그림 2·50> 實用的 레이아웃·시스템

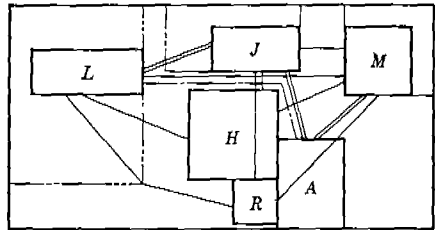
와 CRAET를 單獨으로 사용하는 것보다도 양자를 함께 利用하면 效果는 크고 신설 공장, 기설 공장 어느 것이나 CORELAP, CRAET의 순서로 生産設備의 레이아웃을 실행하는 것이 좋다(그림 2·50 참조).

이 경우, 新設, 既設工場 어느 것이나 CORELAP에 있어서의 部品 相互關係의 重要도는 長期 레벨의 日程計劃과 工程設計에서의 情報에 입각해서 검토하고 CRAET에 있어서의 평가 기준의 선정과 原始 데이터의 작성을 短期 레벨로 하는 製品設計와 工程設計의 情報를 기초로 해서 한다.

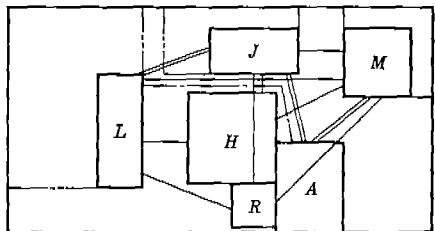
一례로서 그림 2·51에 든 既設의 工場 레이아웃이 있으며, 部門間的 相互聯關의 重要도와 운반에 관한 여러 데이터를 검토한 결과, 그림 2·51과 표 2·13에 표시한 대로이다. 이들의 데이터를 기초로 앞에서 설명한 CORELAP·CRAFT 시스템으로 構成·改善을 하면 그림 2·52에 든 레이아웃案이 얻어진다. 總運搬費用은 CORELAP 프로그램만보다 CORELAP와 CRAET에 의한 2회의 改良 操作으로 상당한 低減이 있었다. 실제로 레이아웃案이 제시된 경우 즉시 실행에 옮길 수 있는 것은 設備의 이동이 용



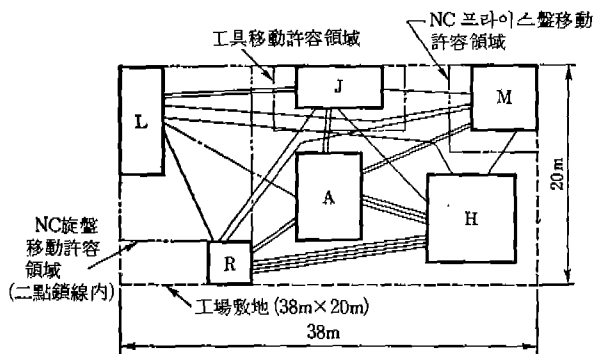
(1) CORELAP (構成方式)에 의한 레이아웃



(2) CRAFT (改善方式) 1 회째 操作結果의 레이아웃

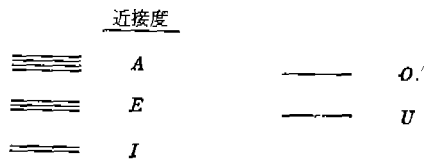


(3) CRAFT (改善方式) 2 회째 操作結果의 레이아웃



- A : 組立 워크스테이션 (48)
- H : 倉庫 (64)
- J : 工具收納室 (32)
- L : NC旋盤 (40)
- M : NC프라이어스盤 (36)
- R : 로봇 (16)
- () 内の 數字는 設備面積

〈그림 2·51〉 初期 레이아웃



〈그림 2·52〉 實用的 레이아웃 計劃에 의한 레이아웃 例

이한 輕量·小型인 것에 限定될 것이다. 設備移動에 요하는 費用과 移動後의 새 레이아웃에 의한 경제적 이득의 비교로 提示 레이아웃 實行的 可否가 정해지지만 自動化·無人化 工場의 레이아웃에서는 다시 또 保全性·安全性을 충분히 고려해야 할 것이다.