

# FMS의 出現과 管理

郭 秀 一  
(서울大 經營大 教授)

## 1. FMS의 意義

### 1) 技術變化와 生産性

오늘날 각 企業은 多品種少量生産形態가 가지는 能率의 低下라는 문제에 처해있다. 따라서 새로운 技術을 導入하여 生産性을 향상시키고 이를 통하여 收益性을 提高하러 하고 있다. 이 경우 새로운 技術의 의미는 傳統的인 개념과 상당한 차이가 있다. 따라서 여기서는 새로운 技術이 수행하는 핵심적 역할과 그것이 지니는 戰略的 意味를 살펴 보기로 한다.

#### (1) 傳統的 生産시스템에서의 技術의 意味

一般的으로 生産시스템은 多樣한 品目を 生産하는 job shop 시스템으로부터 標準화된 大量生産 시스템의 方向으로 나아가게 되며, 이 경우 企業은 環境條件과 결부되어 악순환(vicious circle)에 빠지기가 쉽다. 즉 <圖 1>의 제품공정도표(product-process matrix) 상에서 生産시스템의 傳統的인 進行方向은 A→D가 되고 이때의 A그룹은 비능률적이나 유연한 生産 시스템이고 D그룹은 능률적이기는 하나 유연성이 적은 生産 시스템이 된다.

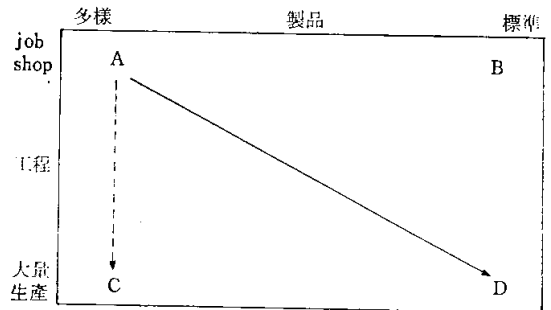
A에서 D로 진행되는 過程은 自動化(automation)로 설명할 수 있다. 勞務費의 增加 및 政府規制를 포함하는 각종 環境의 壓力에 대응하기 위하여 企業은 勞動生産性을 向上시키기 위한 自動化를 시도하여 標準화된 大量生産을 추구하게 된다. 이같은 여건하에서 주된 競爭手段은 價格이 되고 이에 따라 賣出額純利益率이 점차 낮아지게 된다. 이러한 낮아진 單位當純利益은 生産量의 增大를 要求하게 되고 이러한 要求

는 自動化 施設에 대한 投資를 요구하게 되어 결국 그 企業은 계속 自動化를 指向하게 된다.

이러한 過程을 통하여 결국 生産施設은 <圖 1>의 A에서 D로 이동하게 된다.

결국 이런 過程이 되풀이 되면서 企業의 ROI는 계속적으로 낮아진다. 즉 固定資産의 比가 커질수록 ROI는 급격히 下落하게 된다.

이같은 生産 시스템의 變化方向에서 技術이 지니는 戰略的 意味는 生産合理化를 통해 産業에 있어서의 cost leadership을 얻기 위한 市場방어적 戰略의 基本要素가 된다는 데 있다.



<圖 1> 製品-工程 Matrix

#### (2) 새로운 技術의 意味

多品種少量生産形態가 가지는 非能率을 除去하는 方向으로 나타난 새로운 技術은 <圖 1>의 製品-工程 matrix에서 生産 시스템의 進行方向을 A에서 D로가 아니고 A에서 C로 進行하게 하는 그런 技術을 말한다. 즉 첨단인 生産方法과 現代의 管理·統制方法을 活用함으로써 job shop의 유연성과 大量生産의 生産性을 統合하는 것이 가능해지고 그에 따라 生産量의 신속한 變化, 製品多樣化, 信賴性 向上, 品質向上을 달성하여 競爭的 價格에 의한 고객 서어비스를

시도할 수 있게 되는 것이다.

이는 종래의 job shop 시스템에서 유연성과 생산성이 相反되어 오던 것에서 日本의 生産 시스템이 보여주는 바와 같이 어느 정도 양립될 수 있는 관계로 바뀌어질 수 있음을 나타낸다.

결국 새로운 技術에 의한 生産 시스템의 설계는 첨단기술을 이용하여 生産성과 柔軟성의 統合을 달성하고 이를 통해 企業의 收益性を 提高시킨다. 이러한 까닭에 새로운 技術의 意味는 市場攻擊的 性格에 있다고 하겠다.

## 2) FMS의 定義

앞에서 언급한 새로운 技術에 의해 設計된 生産 시스템이 바로 FMS(flexible manufacturing system: 이하 FMS라 略한다)이다.

이러한 FMS에 대해서는 여러 가지 다양한 定義가 존재한다.

FMS를 실질적으로 처음 시작한 英國에서는 FMS를 “batch 生産에 대해 規模의 經濟를 실현하기 위하여 microelectronics와 mechanical engineering을 결합한 시스템”으로 定義내리고 있고, 日本에서는 NCI工作機械群으로 加工物の 自動着脫 및 自動搬送을 行하는 設備의 組로서 이들을 컴퓨터에 의해 制御하여 無人化를 指向하는 生産自動化 시스템을 FMS라 定義하고 있다.

또한 Nigel R. Greenwood는 보다 폭넓게 다음과 같이 定義하고 있다.

“FMS는 여러 가지 技術의 조심스런 응용을 통해 조직의 모든 측면이 그들을 둘러싼 환경의 주요 變化에 대하여 신속하게 대응하게 한다. 그러한 시스템은 數量에 있어서 아주 적은 batch 부터 실질적인 大量生産에 속하는 製品까지 多様な 製品을 經濟적으로 生産할 수 있게 한다.”

또 이와는 달리 이스라엘의 Ami Arbel과 Abraham Seidmann은 다음과 같이 技術적으로 定義하고 있다.

“FMS는 컴퓨터, CNC 機械, 檢査裝置 그리고 몇 가지 自動資料處理裝置(shuttle pallets, carts(robot carrier), 산업 로봇)의 綜合시스템이다. 원료는 수동적으로 중앙 하역장(central load/unload station)에서 하역(load/unload)된다. 實際時間컴퓨터 統制시스템은 fixture와 부

품을 실은 carts를 加工을 위해 作業場으로 보낸다. 그곳에서 作業이 끝나면 部品은 Cart에 의해 다음 作業場으로 보내지는데, 이때 load/unload station으로 보내지거나 완충지역(Buffer area (pallet stocker))으로 보내져서 일시적으로 대기하게 된다.”

Henry C. Alberts와 William H. Pentz는 既存의 FMS를 다음의 네 가지 관점으로 分類하여 그 중 네번째 관점을 채택하고 있다.

① 로봇 생산라인을 가진 시설이 FMS이다.

② FMS는 그룹 테크놀로지(Group Technology) 공장이다.

③ FMS란 컴퓨터를 이용한 NC機械의 集團이다.

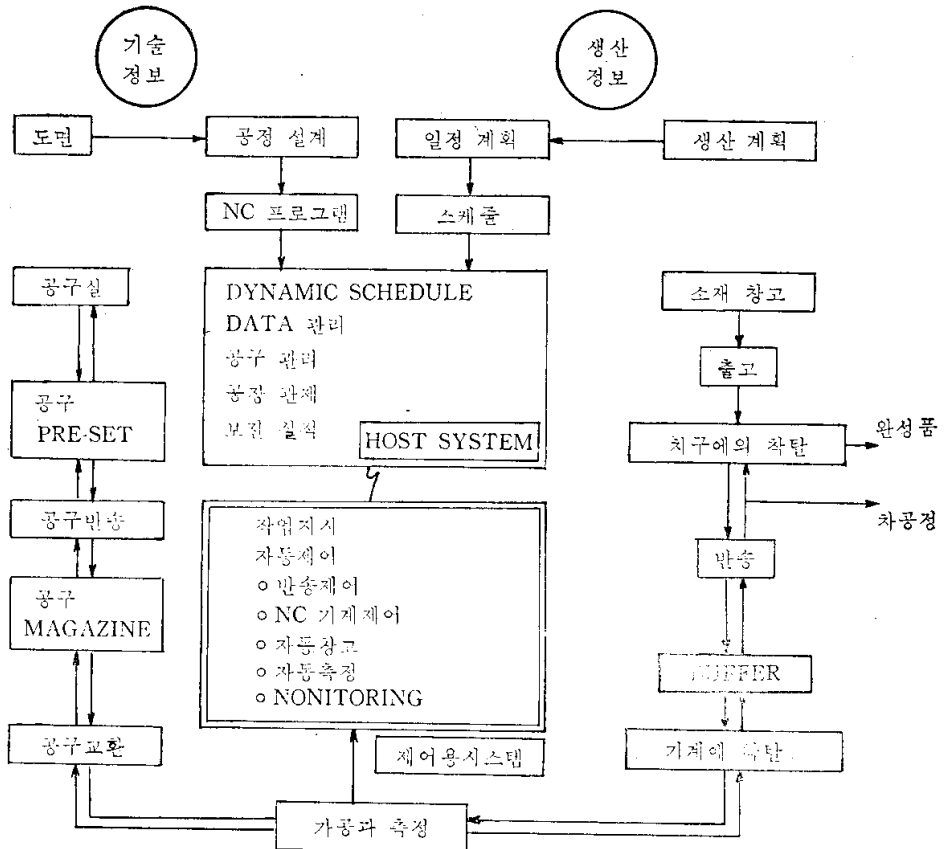
④ FMS란 완전한 柔軟性を 제공하기 위하여 위의 세 가지 概念을 합친 生産施設이다.

Willy S. Herroelen과 Marc R. Lambrecht의 定義에 의하면 FMS란 NC기계, 자동적인 도구 교환능력을 갖춘 기계센터, 로봇 등의 여러 加工場所로 구성되고, 이들은 資料處理시스템에 의하여 서로 연결되며 컴퓨터에 의해 統制되는 綜合시스템이다. 이러한 FMS는 多品種 少量 또는 中量生産하기 위하여 設計, 開發되었으며 이들 生産에 대해 自動化된 大量生産(transfer line)의 效率성과 job shop의 柔軟性を 同時に 만족시킨다.

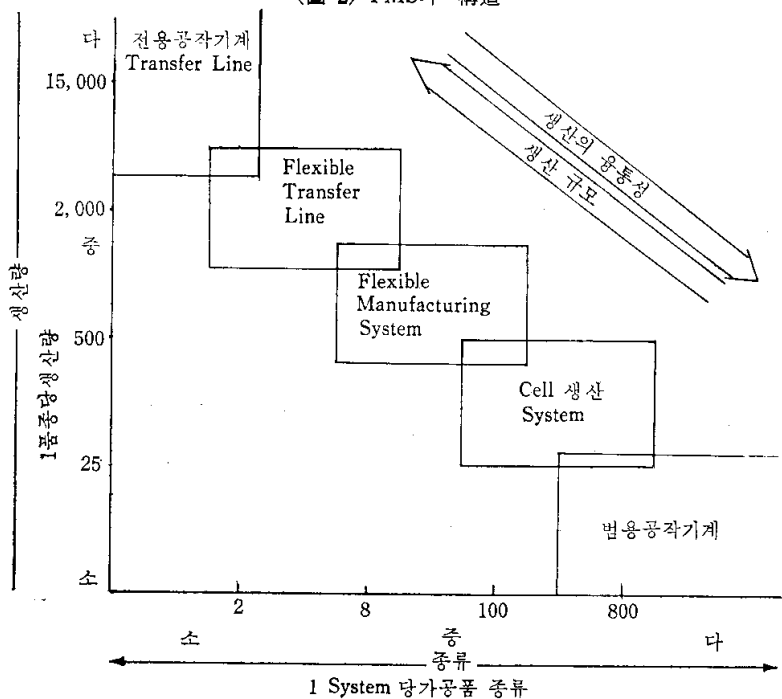
이와 같은 FMS의 定義에서 FMS의 構造와 技能을 알 수 있다.

먼저 FMS의 構造를 보면 NC工作機械, 部品の 自動着脫, 自動搬送裝置에 의한 資料處理시스템, 로봇 등으로 구성되어 있고 이들은 컴퓨터가 통제한다. 즉 FMS는 컴퓨터의 통제하에, 多目的機械인 NC工作機械와 로봇에 의해 作業이 수행되며 部品の 自動着脫裝置, 自動搬送裝置, 工具의 自動交換裝置, 檢査裝置 등이 이를 보완하고 있는 統合的인 시스템이다. 이러한 關係를 나타낸 것이 <圖 2>이다.

FMS의 技能의 側面을 보면, 이 시스템은 外部의 環境變化에 신속히 對應하여 大量生産과 少量生産에 보다 效率的인 각각의 시스템이 존재하므로 FMS는 이 양극단보다는 중간 形態의 生産에 大量生産 시스템의 生産성과 job shop의



〈圖 2〉 FMS의 構造



〈圖 3〉 FMS의 位置

柔軟性を 같이 고려한 生産시스템이라 할 수 있다. 이러한 FMS의 위치를 그림으로 표시하면 (圖 3)과 같다.

이와 같이 FMS는 生産品の 品種과 그 연간 生産量의 規模가 중간 정도일 경우 매우 效果的인 것으로 알려져 있다.

이러한 構造와 技能의 두 側面을 모두 고려한 定義는 다음의 것들을 들 수 있고, 이러한 定義가 앞의 定義들 보다 適當하다고 할 수 있다.

“Machine Tool Task Force” 조사보고서에 의하면 FMS란 일련의 自動工作機械나 製造裝備로 自動搬送 시스템과 전체시스템을 制御하는 중앙컴퓨터에 연결되어 미리 지정된 部類에 속하는 部品과 組立品들을 무작위로 가공할 수 있는 능력을 갖춘시스템으로 定義되고 있다. 美國內의 FMS 공급원으로 유명한 Kearney & Trecker 회사의 정의도 이와 거의 같으나 FMS를 일군의 NC 工作機械로 서로 다른 가공시퀀스와 가공사이클을 갖는 일군의 부품들을 무작위로 加工하며 自動搬送시스템과 중앙컴퓨터에 의해 各機械利用度의 동적인 均衡을 맞추어 部品生産에 있어서의 製法변화에 自動적으로 적응하는 시스템으로 좀더 엄격하게 定義하고 있다.

## 2. FMS의 出現

### 1) 그룹 테크놀로지(GT: Group Technology)

Ford System이 출현한 이래 生産管理의 주된 目標은 標準化된 제품을 flow line의 원리에 의해 大量生産함으로써 生産性を 높이고 生産原價를 낮추는 것을 지향해 왔다.

그러나 현대의 市場需要는 消費者慾求의 多樣性を 前提로 하여 異質의인 分布를 보이는 것이 一般의이며 이러한 多樣한 消費者의 欲求를 標準品大量生産에 의해 充足시킬 수는 없으므로 非標準化된 多樣한 少量需要를 충족시키기 위해서는 多品種少量生産시스템으로의 전환이 불가피하다 하겠다.

그러나 標準品大量生産의 경우에는 生産性を 높이기 위해 적절한 기계와 工具가 설계되고 標準化될 수 있지만 多品種少量生産의 경우에는 제품種類가 달라짐에 따라 여러가지 상이한 部

品이 투입되고 이때마다 生産稼動準備(set-up)가 계속 바뀌므로 한 가지 제품의 製조를 위한 作業시간 중에서 실제로 生産을 위한 加工에 소요되는 시간은 10%에도 못 미치게 되는 경우가 허다하며, 이와 같은 시간의 낭비를 줄이는 것이 큰 문제로 대두하게 되었다. 또 多品種少量生産에서는 生産數量的 크기가 작아짐에 따라 표준품대량생산에 비해 生産성이 낮아지고 生産原價가 상승하는 현상은 불가피하며, 이러한 費用의 상승이 多樣한 需要의 충족을 통해 얻을 수 있는 利點을 상회할 수도 있다는 딜레마에 봉착하게 된다.

이와 같이 生産의 非經濟性이라는 多品種少量生産의 문제점과 多樣한 시장수요에의 不適應이라는 표준품대량생산의 문제점을 동시에 해결하기 위해 새로 개발된 技法이 그룹 테크놀로지(이하 GT라 略한다)이다.

GT란 근본적으로 多품종소량생산의 비경제성을 극복하기 위해서 표준품대량생산의 原理를 도입하는 것으로서 小量로트의 生産에 대량생산의 원리를 적용하기 위해서는 우선 生産로트의 크기를 늘려야 하는데 外部的으로 수요량이 小規模로 限定되어 있을 때 內部的으로 이를 확대할 수 있는 한 가지 技術的 方法은 多種多樣한 生産部품을 類似한 生産特性을 갖는 것끼리 한데 묶어 동시에 生産하는 것이다. 이를 위해 전통적인 多品種少量生産시스템과는 달리 部품을 flow-line의 原理에 입각하여 製造할 수 있도록 部品家族과 기계그룹을 형성하려는 것이 GT의 핵심이다.

部品家族(parts family)이란 같은 기계와 工程을 이용하고 部品の 加工順序, 기하학적 形狀, 크기, 所要工具, 材質 등이 類似한 部品の 모임을 말하며 기계그룹(machines group)이란 주어진 어떤 部品家族을 加工처리하기 위해 한 場所에 함께 配置되는 기계들의 모임을 말한다.

部品家族과 기계그룹을 形成하기 위해 사용되는 方法에는 部品識別分類(parts classification & coding)法和 生産흐름分析(production flow analysis)法の 두 가지가 있는데 前者는 部品の 設計, 製造特性을 기초로 하여, 各 特性에 의미있는 숫자나 문자를 부여하여 모든 部品에 일정한

code 번호를 할당함으로써 같은 code 번호를 갖는部品들은 모두 하나의部品家族으로 간주하여 同一 또는 類似한 屬性을 갖는部品家族을 형성하고자 하는 방법이다. C&C法은 일단 완비되면部品家族과 기계그룹을 매우 신속하게 형성할 수 있다는長點이 있으나, 이것은 절대로生産管理 部署만이 담당할 수 있는 성질의 것이 아니라 최고경영층에서 現場作業所에 이르기까지 全社의 參與를 요구하는 광범위한 長期作業으로서 그 費用 또한 적지 않은 부담을 가져 오는 것이다.

그래서 최근에는 C&C法에 대한 代案으로서 비교적 단기간에 쉽게部品家族과 기계그룹을 형성할 수 있는生産흐름分析(Production Flow Analysis: 이하 P.F.A.라 略한다.)을 많이 이용하는 경향이 있는데 여기서는 P.F.A.의 개념에 대해서만 간단히 살펴보고 자세한 GT의 내용 및 方法에 대해서는 생략하기로 한다.

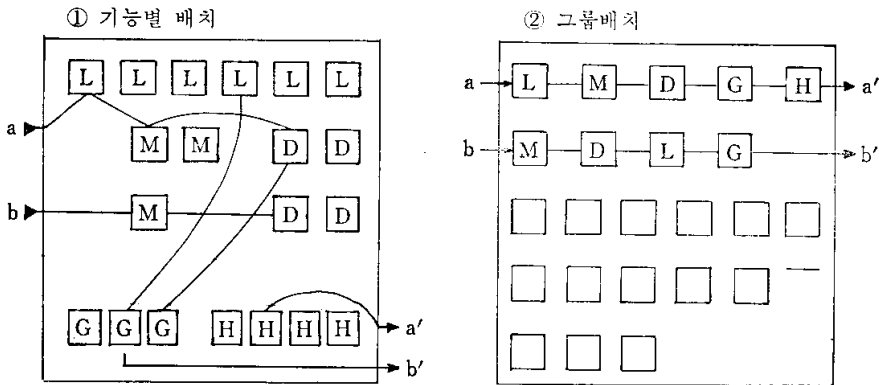
P.F.A.는 部品の 生産特性을 기초로 하여 同一 또는 類似한 加工作業과 工程節次를 갖는 部品를 하나의部品家族으로 간주하고 이部品家族을 生産하는데 필요한 機械設備들을 하나의 기계그룹으로 형성함으로써工場内の 資材흐름 시스템을 單純化하고 그룹設備配置(group layout)를 위한 기초를 제공하고자 하는 것이다. 그룹設備配置란 각部品家族에 있는 部品들이 오직 하나의 기계그룹내에서 완전히 加工處理될 수 있도록 設備를 배치하는 것으로서 전통적인 多品種少量生産의 機能別 配置에서는 <圖 4>의 ①에서 보는 바와 같이 同一한 機能의 機械設備

를 한 곳에 모아 배치하는데 이 경우에는 제품生産의 彈力性은 크지만工場内の 資材흐름 시스템이 복잡해지는 문제점이 발생한다. 그러나 그룹設備配置에서는 <圖 4>의 ②에서와 같이 flow-line의 原理에 따라 하나의部品家族이 하나의 기계그룹내에서 완전히 加工처리될 수 있도록 함으로써工場内の 資材흐름을 單純化시킬 수 있는 것이다. P.F.A.는 C&C와는 달리 기계그룹과 部分家族을 형성하는데 있어 상세한 coding 情報가 필요없으며 오직 모든 部品에 대한 正確한 工程節次카드(route cards)만 있으면 된다는 점에서 時間과 費用이 절약될 수 있으며 生産管理部署만으로 작업이 가능하므로 GT를 도입하고자 하는 모든 作業場에 쉽게 적용될 수 있는 方法이다.

P.F.A.는 대개工場흐름分析(Factory Flow Analysis), 그룹分析(Group Analysis), 라인分析(Line Analysis)의 3단계로 거친다.

첫단계인 F.F.A.는 한 공장의 상이한 生産工程사이에서 資材가 흐르는 경로를 파악하는 것인데 같은 部品에 대한 工程를 처리하는 기계설비 혹은 부서를 한데 묶어 主그룹(major group)을 形成함으로써工場内の 資材흐름 시스템을 단순화시키려는 것이다. 부서간 資材흐름이 단순화된다는 그 자체만으로도 工程計劃과 統制에 커다란 利點을 가져다 줄 수 있다.

둘째 단계인 G.A.는 機械一部品行列을 사용하여 主그룹에 할당되는 모든 部品들을 더 작은 家族으로 나누고 기계설비를 더 작은 그룹으로 나누어서 각部品家族들이 하나의 기계 group내



<圖 4> 機能別 配置와 그룹배치

에서 완전히 가공처리될 수 있도록 하는 것이다.

세제 단계인 L.A.는 각 기계그룹에서 가공처리되는 部品家族이 flow-line에 근사하게 기계설비를 사용할 수 있도록 기계배치의 最適順序를 발견하는 것이다.

그런데 이 중에서 실질적으로 가장 중요한 것은 G.A.이다. 즉 기계-부품행렬에서 어떠한 기계와 부품을 하나로 묶어야 그룹間 移動이 필요 없이 단순화된 자재흐름을 달성할 수 있는가 하는 점이 쫓점이 된다.

이를 위해 다음과 같은 간단한 예를 들어보자.

지금 1, 2, 3, 4, 5의 5개의 部品와 A, B, C, D, E의 5개의 기계 설비로 이루어진 공정이 있다고 하고 각 部品の 공정 절차가 다음과 같다고 하자.

- 部品 1 : A
- 部品 2 : D—B—D—E
- 部品 3 : D—E
- 部品 4 : C—A
- 部品 5 : B—E

이를 機械-部品行列上에 표시하면 <圖 5>와 같이 되는데 이를 정리하여 <圖 6>과 같은 行列을 얻으면 이제 기계 설비 C, A와 D, B, E로 이루어진 그룹內에서 부품 4, 1과 2, 3, 5가 다른 기계그룹을 경유하지 않고도 완전히 독립적으로 가공처리될 수 있음을 알 수 있다.

그런데 여기서 문제점은 <圖 5>의 원래의 기계-부품行列에서 <圖 6>과 같은 완전히 독립적인 기계그룹과 部品家族을 얻는 것이 항상 가능하지는 않다는 것이며 機械와 部品の 종류가 많아지면 手作業에 의해 機械-部品行列을 취

	부품				
	1	2	3	4	5
A	√			√	
B		√			√
C				√	
D		√	√		
E		√	√		√

<圖 5> 원래의 기계-부품행렬

	부품				
	4	1	2	3	5
C	√				
A	√	√			
D			√	√	
B			√		√
E			√	√	√

<圖 6> 수정된 기계-부품행렬

급하는 것이 불가능해지므로 이를 위한 Computer Algorithm의 연구가 활발히 진행중이며 실제로 상당히 유용한 몇몇 Algorithm이 발표된 바 있다.

이제 G.A.에 의해 독립적인 기계그룹과 部品家族을 얻었으면 각 部品家族 4, 1과 2, 3, 5를 가급적 flow line에 가깝게 가공처리 하기 위해서 각 기계설비 C, A와 D, B, E를 어떤 순서로 배치해야 할 것인가 하는 점이 L.A.의 대상이 된다.

GT는 多品種少量生産에 大量生産의 원리를 적용시킴으로써 生産性を 높이고, 費用을 낮추려는 새로운 生産技法으로서 부품식별분류법을 통해 全社적으로 이 기법을 광범위하게 도입할 수 있고, C&C시스템의 구축이 곤란할 경우에는 비교적 단기간에 적은 투자로 생산관리부서에서 生産흐름 分析에 의해 기능별 배치를 group 배치로 변경함으로써 그 실효성을 거둘 수 있다.

그런데 GT를 적용함에 있어서 주의해야 할 점은(특히 C&C시스템을 구축하는 경우) 어느 기업이나 공통적으로 적용가능한 표준적인 시스템은 존재하지 않으며 예컨대 C&C시스템을 적용하려고 할 경우에도 그 기업특성에 맞게 變形시켜 사용해야 한다는 것을 잊어서는 안된다.

## 2) FMS의 登場

GT法은 技法이라기 보다는 生産管理의 理念으로서 유사하거나 동일한 部品, 製品 등 作業對象을 그 性格, 設計, 모양에 따라 家族(family)으로 集積分類하고 機械設備, 製作方法 등은 그 기능별로 集團(group)을 만들어 다양하고 복잡한 대규모 生産體制를 단순화된 Batch式 生産體

제를 관리하는 형태로 再編成함으로써 生産性 (productivity)과 收益性(profitability)을 提高하려는 管理方式이다.

그러나 生産시스템에 生産성과 더불어 柔軟性 (flexibility)을 함께 부여하는 것은 이러한 GT 라는 管理方式으로는 부족하였다. 따라서 本質의으로 柔軟성과 生産성을 同時に 考慮할 수 있도록 새로이 창출된 生産시스템이 바로 FMS이다. FMS(flexible manufacturing system)가 등장하기까지는 自動化에 대한 市場과 製造의 要求가 있었고, 이어 現代技術이 뒷받침되어 FMS가 달성될 수 있었다.

먼저 市場側面을 보면

첫째, 市場에서 消費者의 欲求가 多樣化되고 있다. 따라서 이런 多様な 欲求에 副應할 수 있는 生産시스템이 요구되고 있다.

둘째, 製品壽命의 短縮現狀이 나타나고 있다. 현재 流行하고 있는 商品은 쉽게 陳腐化되고 또 다른 새로운 商品이 流行된다. 이렇게 商品의 壽命이 짧아짐에 따라 이에 副應할 수 있는 새로운 生産시스템이 要求된다.

셋째, 納期의 短縮現狀이 나타나고 있다. 즉 消費者가 生産者에게 부여하는 時間的 餘裕가

점점 줄어들고 있다. 따라서 消費者의 需要가 있을 때 즉각적으로 供給할 수 있는 生産시스템이 要求된다.

넷째, 消費者는 점차 高品質水準의 製品을 要求한다. 따라서 品質을 向上시킬 수 있는 生産시스템을 開發해야 한다.

製造側面을 보면

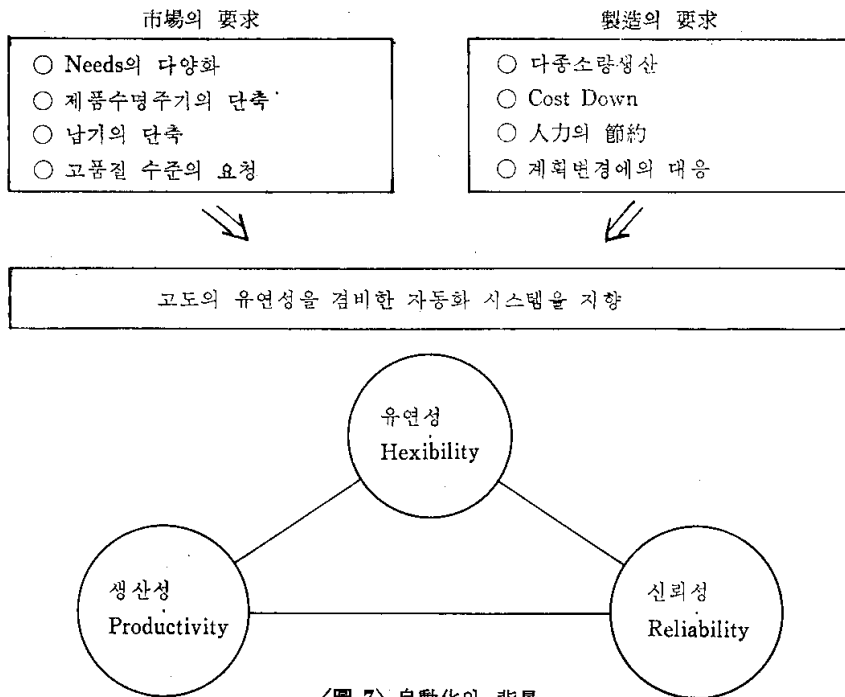
첫째, 多品種少量生産의 比重에 대한 認識度가 점점 높아지고 있다. 따라서 多品種少量生産을 效率의으로 할 수 있는 生産시스템이 要求된다.

둘째, 競争力을 유지하기 위하여 費用을 節減하려는 노력이 계속되고 있다.

셋째, 賃金이 높아지는 趨勢이므로 人力의 節約에 대한 관심이 높아지고 있다.

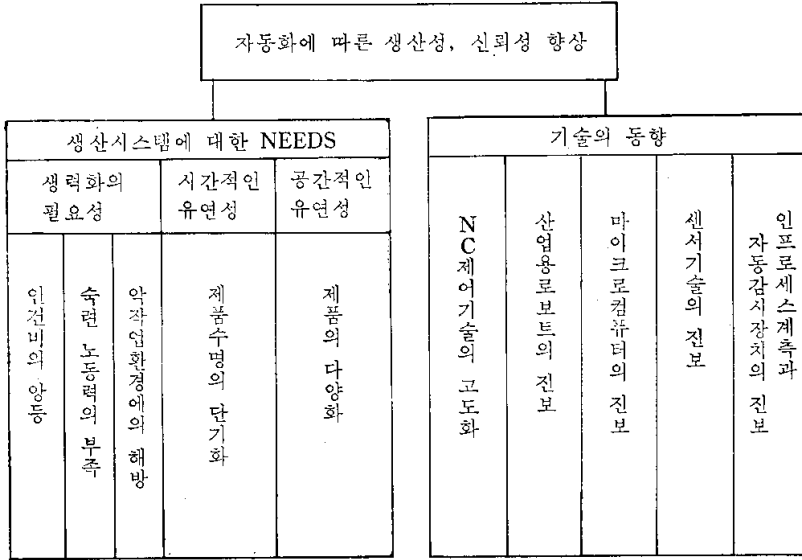
넷째, 計劃變更時에 유연하게 對應할 수 있는 生産시스템이 要求된다.

이러한 두 가지 側面에서의 要求에 副應하기 위해서 生産시스템은 柔軟性 (flexibility), 生産性 (productivity), 信賴性 (reliability)을 겸비한 自動化시스템을 指向하게 된다. 이러한 要求와 技術的인 發展이 相應하여 나타난 것이 바로 FMS (flexible manufacturing system)이다. 이를 그림



<圖 7> 自動化的 背景

## FMS의 실현



〈圖 8〉 FMS의 배경

으로 나타난 것이 〈圖 7〉과 〈圖 8〉이다.

### 3) FMS의 效果

Robin Cooper와 Ramchandran Jaikumar에 의하면 FMS는 다음의 特性을 갖는다고 규정되고 있다.

첫째, 生産施設이 製品彈力的이다. 즉 FMS는 보다 넓은 영역의 製品을 만드는 데 使用될 수 있다.

둘째, 生産施設이 工程彈力的이다. 즉 FMS 시설을 이용하여 주어진 製品을 만들 수 있는 方法은 아주 다양하다. 따라서 그 方法은 그 때에 만들어야 할 製品믹스에 의하여 결정된다.

셋째, FMS에 의해 생산되는 製品의 質이 아주 높다.

넷째, 기계수명이 허용하는 한 거의 완전하게 施設을 가동시킨다. 이것은 FMS는 변동비에 비해 고정비가 상대적으로 높고, 생산할 수 있는 製品의 種類가 다양하기 때문이다. 즉 기계의 多目的性으로 인하여 기계의 전 수명기간 동안에 그의 가동율을 최대로 높일 수가 있다.

또 Willy S. Herrolen과 Marc R. Lambrecht에 의하면 FMS는 大量生産에 의한 cost leadership은 차지하고 월등한 品質, 짧은 인도기간, 在庫의 減縮, 새로운 製品開發싸이클의 短縮, 보다

풍부한 製品 Mix 등의 效果를 거둘 수 있다고 말한다.

이와 같이 FMS의 效果는 다양한 측면으로 나타나는데 이들을 整理하면 다음과 같다.

첫째, 加工期間이 短縮되고 稼動率이 向上된다. 이러한 加工期間의 短縮은 set-up time의 短縮, idle time의 低減, cutting time의 低減으로부터 비롯된다. set-up time은 加工에 병행하여 工件물의 취부를 행하고 공구를 자동보관하며 生産에 필요한 부속기기를 自動交換함으로써 短縮시킬 수 있다. idle time은 工件物の 自動交換, 工具의 自動交換, 단축가공, 工具의 자동조정, 制御技能의 自動化, 자동위치결정 등에 의하여 低減된다. cutting time도 다공구에 의한 동시가공, 다축가공, 적응제어의 도입 등에 의해 低減될 수 있다.

둘째, 동일 라인에서 多品種少量生産을 目的으로 유연하게 對應할 수 있다.

셋째, 24時間連續生産, 無人化運轉을 指向하므로 生産性이 向上된다.

넷째, 工作機械를 Group으로 最適活用함으로써 稼動率이 向上된다.

다섯째, 필요한 것을 필요한 때, 필요한 數量만큼 만들므로 lead time이 줄어들고 在工品在庫



가 削減된다.

여섯째, Host 컴퓨터에서 處理되고 있는 生産管理 시스템과 연동함에 따라 統合的인 生産시스템이 確立될 수 있으므로 管理工數가 削減되고 變更에의 對應이 可能하다.

### 3. FMS의 管理的 問題

#### 1) 問題의 類型

生産에서의 柔軟性(flexibility) 확보를 통한 收益性의 增大라는 FMS의 궁극적 目標을 달성하기 위해서는 課業間의 신속한 전환과 完成을 이룩하기 위한 機械와 컴퓨터의 유기적 결합체계를 形成해야 한다. 이를 위한 主要考慮事項으로 是 多樣한 기술설비의 선택과 그 構成에 관한 技術的 問題, FMS의 設備導入과 運用에 관한 財務的 問題, 經營者의 參與, 訓練 등 經驗的 問題, 그리고 새로운 技術과 設備의 도입으로 인한 失業의 增加 등 社會的 問題들을 들 수 있다.

또한 FMS의 技術의 性格上 그 管理的 問題에 있어서도 傳統的 生産시스템과는 상이한 形態를 가지게 되는데 여기서는 주로 FMS의 形成週期(life cycle)를 중심으로 그 管理的 問題를 살펴 보기로 한다.

#### 2) FMS의 設計問題

FMS의 設計問題는 다시 設計初期의 規格결정 문제와 설치 및 운용에 관한 意思決定의 問題로 나뉘어진다.

##### (1) 初期의 規格決定問題

① 生産될 部品이나 部品の 유형별로 部品家族 또는 범위의 결정.

② 이러한 部品들의 제조여부 결정(수량 또는 기계공구와 로봇의 유형을 결정)

③ 요구되는 유연성의 형태를 결정

④ 개발하고자 하는 FMS의 유형을 결정.

⑤ 운반시스템의 유형과 능력을 결정

⑥ buffer의 크기와 유형을 결정.

⑦ 生産統제를 수행할 컴퓨터간의 위계 결정.

⑧ 供給者의 선정.

##### (2) 設置 및 運用에 관한 決定問題

① FMS의 配置決定

② 파레트의 數를 결정

③ 각 置具(fixture)의 類型設計 및 數量決定

④ FMS의 運用을 위한 一般의 戰略樹立.

⑤ 프로젝트 관리를 위한 소프트웨어의 개발.

#### 3) FMS의 計劃問題

FMS의 計劃問題는 동시에 제조해야 할 부품의 결정, 機械工具의 그룹화를 위한 최적분할, 파레트와 置具의 할당, 작업의 할당 등에 관한 의사결정문제를 포함하며 이러한 계획은 다음의 節次를 적용한다.

① 부품리스트로부터 즉각적 생산과 동시생산을 위한 부품집합을 선택한다.

② 각 유형의 기계를 기계그룹으로 분할한다.

③ 선택된 부품집합이 시스템에 있어야 할 비율, 주 部品種類들의 믹스(Mix)를 결정한다.

④ 각 부품 유형별로 파레트와 置具를 할당한다.

⑤ 각 부품 유형별로 운용과 관계된 工具를 할당한다.

#### 4) FMS의 日程計劃問題

FMS의 日程計劃은 部品の 最適순서와 주어진 部品믹스에서 機械 最適순서를 결정하는 것을 말한다.

① 入力될 部品の 最適순서결정.

② 日程計劃方法和 알고리즘(algorithm)개발

③ 동일한 설비에 여러 部品이 대기하고 있을 경우 우선순위의 결정.

#### 5) FMS의 統制問題

FMS의 統制는 시스템의 要求와 納期 등을 준수하기 위하여 실시한다.

① 機械의 취급방법과 고장시 처리방법 결정

② 예방정비계획의 수립

③ 在工品이나 製品의 檢査計劃樹立.

④ 工具의 수명과 그에 대한 정보수집장치의 확립.

### 4. FMS 프로젝트의 評價方法

#### 1) 研究方向

FMS가 지니는 生産方式의 혁신적 성격으로 인하여 그 效果가 상당한 것으로 인정되고는 있으나 실제 그 本格的인 活用은 비교적 近來에

일어나고 있으므로 FMS의 管理的 焦點의 하나가 그 導入 및 選擇에 관한 經濟的 妥當化 問題에 주어지고 있다.

生産技術의 導入을 위한 資本支出의 問題는 需要가 경제적인 狀況下에서는 주로 設備代替理論(replacement theory)을, 그리고 需要가 變化하는 상황하에서는 能力計劃理論(capacity planning theory)을 適用해 온 것이 傳統的이 었으나 FMS가 지니는 戰略的 性格, 특히 技術上의 특징으로 인하여 이들의 典型的인 形態를 그대로 適用하는 것은 다소 부적절한 것으로 인정되고 있다. 이제까지의 컴퓨터를 이용한 自動化설비 도입의 經濟的 評價에 관한 기존의 研究들은 대개 다음의 4가지 方向으로 展開되어 왔다고 볼 수 있다.

(1) 傳統的인 財務的 評價方法의 不適切性を 確認하는 研究들

Gold, B.의 견해에 의하면 대부분의 資本豫算(Capital Budgeting) 기법에 의한 평가 기준들은 점진적인 개선의 연속적인 흐름을 취급하기 위해 발전된 것들이나 FMS의 경우는 그 技術的 特性상 점진적 改善의 성격이 아니므로 전통적 자본예산기법은 FMS의 이같은 덜 可視的(tangible)인 效果와 利益을 설명해 주지 못한다고 한다. 따라서 FMS가 미치는 企業全體的, 長期的 效果에 비추어 볼 때 top-down 계획이 필요하다고 본다.

(2) 現代原價理論에 대한 批判

Kaplan, R.S.에 의하면 現代原價會計는 알려진 製品特性和 安定된 技術에 의한 성숙제품의 대량생산에 기초하여 生産成果의 尺度도 直接費用의 最小化 目的下에 形成되고 있으나 이는 대규모의 固定費, 낮은 變動費, 최소의 직접노동, 배치(batch) 생산에 의한 고도의 自動·柔動生産에는 적합하지 못한 것이다. 따라서 새롭고 準計量的(semi quantitative)인 成果尺度가 새로이 개발되어야 할 필요가 있다.

(3) 戰略的 妥當化

Wheelwright, S.C. 등은 컴퓨터를 이용한 제조기술의 도입에는 장기적, 전략적 관점이 중요하다고 보고 있다. 비록 意思決定을 위한 分析的인 接近方法에 이같은 戰略的 考慮를 포함시키는 것이 어렵더라도 企業의 장기적인 競爭力,

收益性 그리고 生存의 유지를 위해서는 새로운 생산기술의 평가에 오늘날의 분석기법을 벗어난 추가적인 기준이 요구된다고 본다.

(4) 數學的 시스템의 模型化

複數製品, 市場의 不確實性 등을 시뮬레이션을 이용 分析하는 것으로 최적기계부하결정, 경제적 주문량, 스케줄링 등에 시뮬레이션을 利用하는 것은 예전에도 있어 왔으나 財務的 妥當性 檢討를 위해 이용하는 것은 비교적 새로운 일에 속한다고 볼 수 있다.

이상에서 본 바와 같이 현대에서는 FMS 導入 프로젝트의 經濟性 評價를 위한 方法의 선택에는 상당한 한계가 있는 것이 사실이다. 기본적으로 FMS의 主要基盤이 現代의 첨단적 제조기술과 컴퓨터에 의한 統制的 制御에 있는 까닭에 그 導入 및 評價에 관한 模型의 開發을 포함한 諸般 管理的 技法의 開發이 FMS에 관련된 技術의 評價와 豫測을 전제로 하고 있으나 실제 FMS의 出現 자체가 근래의 일에 속하고, 또한 技術의 發展은 條件附 確率(conditional probability)의 性格을 지님과 아울러 各分野의 技術 發展速度가 불균형을 이루고 있다는 점, 그리고 특히 FMS의 도입시에는 企業의 未來 生存의 유지 및 成長이라는 戰略的 側面에서의 非數量的인 考慮가 큰 의미를 지닌다는 점에서 이를 총괄할 수 있는 綜合的 評價模型이 필요해 지는 바 기존의 評價方法에 대한 다양한 批判에도 불구하고 이같은 要求를 모두 充足시킬 수 있는 最善의 合理的模型이라 할 수 있는 것은 아직 開發되어 있지 않은 상태이므로 앞으로 많은 研究가 뒤따라야 할 것으로 보인다.

2) 經濟的 妥當性分析을 위한 評價要素와 節次

앞에서 본 바와 같이 비록 FMS의 經濟性評價를 위한 완전한 模型의 構成도 아직은 研究課題에 속한다 해도, FMS의 導入프로젝트 평가에 관한한 一般的인 指針이나 節次를 摸索해 볼 수는 있을 것이다.

FMS의 經濟的 妥當性에 관한 검토는 크게 두 가지 수준에서 이루어질 수 있는 바, 첫째는 새로운 FMS의 설치(set-up)에 관한 평가 및 선택의 문제로 주로 FMS導入 프로젝트의 評價問題

이코 들쭉는 이미 설치된 FMS의 經濟的 運用에 관한 문제로 이는 궁극적으로 설치된 FMS의 能率的인 運用與否와 關係를 맺고 있다고 볼 수 있다. 그러나 이상 두 수준의 評價問題는 문제에 대한 接近方法에 따라서 달라질 수 있는 것이 본質的으로 相反되는 것이 아니기 때문에 그 具體的인 適用에 있어서는 相互補完的인 關係에서 다루어져야 함은 물론이다.

FMS 導入時 고려해야 할 요소와 기준은 FMS의 導入이 지니는 戰略的 意味에 비추어 볼 때 質的, 量的 側面에서 다양한 要因들이 提示될 수 있을 것이나 궁극적으로는 FMS 導入의 效果와 費用(cost/benefit)의 문제로 수렴되어야 할 것이다. 즉 FMS의 導入에 의한 經濟的, 生産的, 組織的 側面에서의 肯定的인 效果와 이의 구입에 따르는 시스템 費用의 문제가 一次的으로 고려되면 이같은 考慮에 입각해서 各種比較의 基準 및 이를 구체적으로 나타내 줄 수 있는 母數(parameter)를 선정하고 이들간의 우선순위구조(priority structure)를 形成, 評價過程을 통하여 設置될 FMS의 類型과 이를 供給할 供給業者를 決定하게 된다. 效果의 尺度로는

① 라인능률기준 : 기계의 사용율, FMS에 투입되는 直·間接 勞動力의 量, 연속적 job 사이의 준비시간(set up time)

② 成果기준 : 생산의 lead time, 조달기간, 在 工品, 大規模 部品, 믹스의 동시처리능력, 設計變更에 대한 적응능력, 操作의 容易性, 일정계획 및 통제방법.

③ 量(volume)기준 : 설비의 생산능력, 확장가능성.

④ 構成(configuration) 制御기준 : 처리의 정확성(不良率), 生産의 精密度(기계의 허용한도), 복잡한 형태의 설계, 부품에 대한 수용능력.

등이 있을 수 있고 費用에 대한 比較기준으로는 設置, 서어비스, 供給者, 運用上의 統合性, 그리고 이에 따른 母數로서는 구입비용, 계약조항, 운용비용, 제조업자, 로컬(local) 공급자, 취약성(vulnerability), 유지 보수 등이 이용될 수 있다.

FMS의 설치로부터 기대되는 각종 機會(opportunities)를 평가하는데 있어서는 FMS 프로젝트

트가 취할 수 있는 技術上의 옵션, 제품의 特性, 계획 입안자가 당면하고 있는 產業組織(industrial organization)에 있어서 수 많은 次元이 存在하는 관계로 어떤 代案을 다룸에 있어서 下位水準의 옵션(예로써 소프트웨어의 고급화, 워크 스테이션에 새로운 센서장치를 부착하는 문제 등) 보다는 全體的인 시스템 구성(configuration)을 다루는 것이 보다 바람직하고, 하위 수준의 옵션에 관해서는 費用, 生産能力 등과 관련 全體시스템에 대한 增分效果分析(incremental effect analysis)을 행해보는 것도 하나의 方法이 될 수 있다.

### 3) Craig A. Nelson의 評點模型(scoring model)

Craig A. Nelson은 FMS의 量的, 質的 特性을 모두 포함하는 包括模型으로서 FMS 도입프로젝트의 평가와 선택을 위한 評點方式을 提案하고 있는데 模型構成上의 正規性, 直線性 및 同一加算值의 假定 등은 問題視 될 수 있는 것이나 이를 부분적으로 調整, 使用하는 方法도 可能할 것이다.

$$S_i = t_i^* + e_i^* + c_i^* + b_i^* + v_i^*$$

$S_i$ : 프로젝트  $i$ 의 점수 ( $0 \leq S_i \leq 5$ )

(1)  $t_i^*$ : 기술평가 점수

프로젝트의 확인(계획된 제품의 기능과 이에 필요한 기술의 확인), 프로젝트의 평가(확인된 기술의 이용가능성 및 적정성, 現産業에서의 이용상태, 프로젝트에 미치는 영향)를 거쳐 각 프로젝트별  $t_i$ 를 구하고 그 중 최대치인  $t_M$ 으로 나누어 상대점수를 計算한다. ( $t_i^*$ ). 복수 프로젝트로 구성된 경우는 각 프로젝트별 점수의 산술평균으로 한다.

(2)  $e_i^*$ : 설비평가점수

현재의 設備를 보다 現代化시켜야 할 필요성의 정도를 각 工程別로 평가하되 교체비용에 대한 수선비용의 비율, 설비의 연령, 현재와 예정된 기능 수행에의 적절성을 감안 評點을 행한 뒤 각 공정별 점수인  $e_i$ 를 그 중 최대치인  $e_M$ 으로 나누어 상대점수를 구한다. ( $e_i^*$ ) 복수 project 일 때는 각 프로젝트별 점수의 상대 평균치를 이용한다.

(3)  $c_i^*$ : 생산능력의 작업부하 탄력성 평가

### 점수

계획 기간 이후의 작업 부하량의 변화율에 대한 생산능력의 변화비율을 이용 增加로 필요한 설비의 정도를 計算하되 各 shop 별로 1.0과의 차이의 절대치로 제일 적은 차이값을 나누어 상대점수를 구한다. ( $c_i^*$ ) 복수 프로젝트인 경우는 프로젝트 점수의 산술평균을 쓴다.

#### (4) $b_i^*$ : 費用/豫算 比率點數

프로젝트에 대한 총추정 투자액이 예정된 예산 범위내에 있게 되는 정도를 프로젝트별로 計算하되 各 project별 비용/예산의 比率를 구하고 ( $b_i$ ) 이로 최소비용값을 나누어 상대점수를 구한다. ( $b_i^*$ ) 복수 project구성시는 各 project별

점수의 산술평균을 이용한다.

#### (5) $v_i^*$ : 순현재가 점수

各 프로젝트별로 技術의 成功確率, 현금흐름의 기대치, 위험을 고려한 자본 비용을 이용 調整된 納現價(NPV)를 計算하되 복수 project 구성시는 project間的 상호 의존성(dependency) 여부에 따라 조건부 확률을 이용, project의 성공 확률을 計算한다. 各 project별 納現價値를 구하면 이들 중 最大置로 나누어 相對點數를 計算한다.

以上 각각의 點數가 구해지면 이를 合計해서 대상 project의 等위를 定한다.