

## FMS의 現狀과 將來 動向

伊東 誼

(日·東京工業大學 工學部 生産機械工學科)

### 1. 序 言

中品種, 中量生産用的 合理的인 生産 system의 一形態로서 美國 Kearney & Trecker 社가 實用하고 있는 Flexible Manufacturing System (略稱 F.M.S.)을 처음으로 發表한 것은 1960 年代 後半이었다. 그러나 이 FMS 도 그後 얼마동안은 宣傳마저도 되는 일 없이 지나왔다. 그런데 社會의 發展과 더불어 社會의 製品에 대한 要求가 多樣化, 短壽命化의 方向으로 進歩되어, 그 結果, FMS의 중요성이 認識되게 되었다. 그리고 1970 年代後半부터 「FMS Fever」라고 表現될만한 狀況이 日本·美國·西獨 등 三個國을 中心으로 出現했다.當初에는 「FMS」라고 하는 用語만이 先行한 바람직하지 못한 점은 있었으나 그後 FMS의 本質을 理解한 着實한 System의 導入增加와 함께 FMS 技術도 상당히 發展되어 왔다. 또한 FMS의 稼動例의 增加와 더불어 그 導入效果가 눈부시다는 것이 分明해졌다. 이 FMS의 重要性은 「FMS 技術水準은 一國의 技術戰略을 左右한다.」, 혹은 「FMS 技術水準은 一國의 輸出競爭力에 크게 影響을 미친다」라고 하는 말로 集約되는데 當然히 現在로서는 FMS는 工業先進國, 開發途上國을 막론하고 큰 話題를 불러 일으키고 있다. 따라서 이와같이 重要的 FMS의 現況을 國際的인 觀點에서 正確히 把握한다는 것은 매우 重要的인 일이다. 그러나 現수에 있어서의 FMS 技術의 急速한 進涉는 이와같은 觀點에서의 狀況把握을 매우 어렵게 하고 있다. 이제 까지도 例컨대 Scharf와 Schulz<sup>1)</sup>, Hutchinson<sup>2)</sup>, Spur와 Mertinz<sup>3)</sup> 혹은

機械技術協會生産技術調査分科會(日本)<sup>4,5)</sup>의 調査例가 있으나, 詳細한 것은 各國別, 혹은 各社別의 解説을 參照하지 않으면 理解할 수 없다. 더우기 이제까지는 機械加工用 FMS가 主體였으나 現在에 이르러서는 FMS의 適用範圍는 板金加工, 鍛造加工, Plastic 射出成形加工, 組立 등에 널리 利用되어 왔기때문에<sup>6)</sup> 점점 그 現狀의 把握이 어려워지고 있다.

따라서, 여기서는 그와같은 FMS의 現象과 將來의 發展動向을 簡單히 理解할 수 있도록 概說하고자 한다.

### 2. 國際的인 發展方向

FMS 技術의 先進國으로 알려진 日本, 美國 및 西獨을 中心으로 各國의 FMS의 狀況을 調査해보면 FMS의 現狀 및 將來의 發展方向은 一般的으로 圖 1<sup>6)</sup>과 같이 綜合할 수 있다. 즉, FMS 發展의 基本이 된 機械加工用 FMS(圖中 FMS로 表示)를 始點으로 하여 4個方向으로 發展해가고 있다는 事實 외에 FMS의 概念을 洋果子나 칩솔製造라고 하는 他業界로 轉用하는 傾向도 엿볼 수 있다. 그리고 大局的으로 보면 FMS 技術의 先進國은 다음과 같은 狀況에 있다.

- (1) FMS를 實用化하는 尖兵이었던 機械加工用 System은 이미 第1段階의 發展을 마치고, 第二段階의 發展에 突入해가고 있다.
  - (2) 他의 加工分野 및 組立作業의 FMS에서는 第一段階의 發展이 進行中에 있다.
- 그러나 FMS 技術에는 그 나라가 保有하고 있는

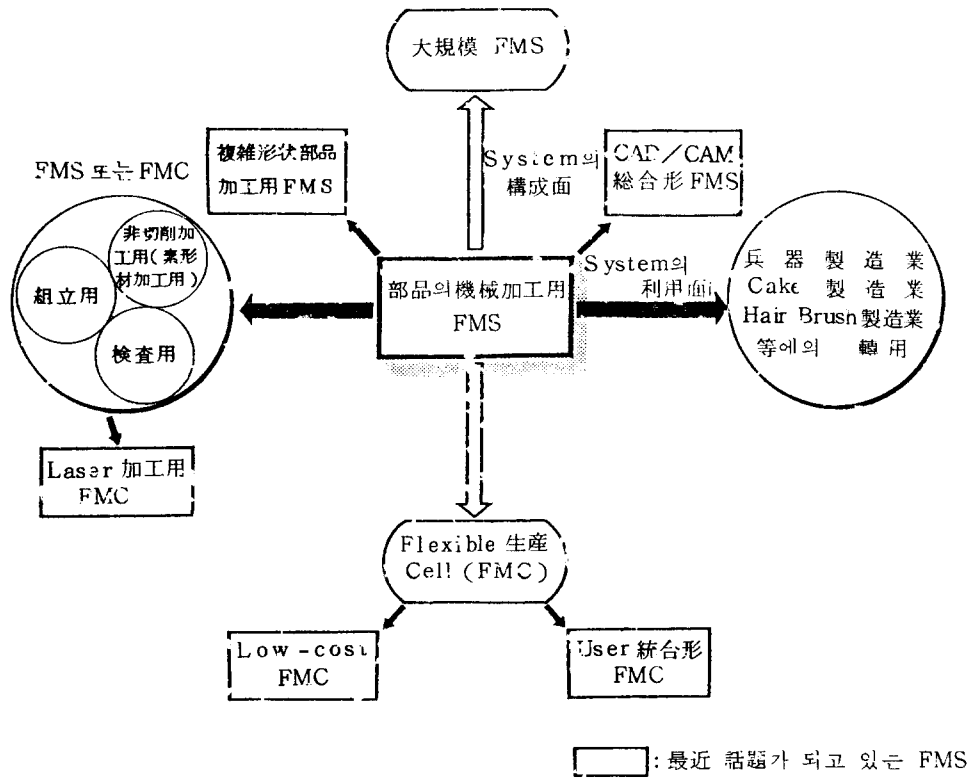


圖 1. FMS의 現狀 및 將來의 發展方向

關聯技術의 水準뿐만이 아니라 經濟的, 社會的 情勢 만큼 더 나가서 周邊諸國과의 關係 등이 크게 影響을 미치기때문에 細部的으로는 國家에 따라서 多少의 相違點이 있다.

例를 들면, 西獨의 境遇에는 FMS의 發展方向은 圖 2와 같으며<sup>7)</sup> 이들가운데에 特히 다음의 두 方向으로 開發努力이 進展되고 있다.

- (1) CAD/CAM 統合形 FMS
- (2) Flexible Assembly System(略稱 FAS)

이 西獨의 FMS에 있어서의 하나의 特徵은, 自動化가 發展된 將來에 있어서도 「如何히 人間の 技術을 保存할 것인가」라는 點에의 配慮가 考慮된다는 點 즉, 말하자면 熟練技能者確保用 支援 System이 부착된 FMS의 兵器製造에의 應用이 顯著해

졌다. 이들에 對하여 日本에서는 System 規模가 큰 FMS로부터 導入이나 運營이 簡單한 Flexible Manufacturing Cell(略稱 FMC)에 關心이 集中되고 있다. 特히,

- (1) 機械加工用 Low-Cost FMC
- (2) 組立用 FMC
- (3) 板金加工, 射出成形加工 및 Laser 加工用 FMC

의 開發 및 實用化는 急速히 發展되고 있다. 더욱이, 이 FMC는 다음 世代의 FMC 技術을 뒷받침하는 하나의 重要한 核이라고 생각되므로 뒤에 仔細히 說明한다.

이와같이 FMC는 今後 점차 多樣하게 發展해갈 것으로 생각된다. 따라서 좀더 詳細히 System 設計面이나 次世代(第二段階)의 機械加工用 System의 概況을 살펴보자.

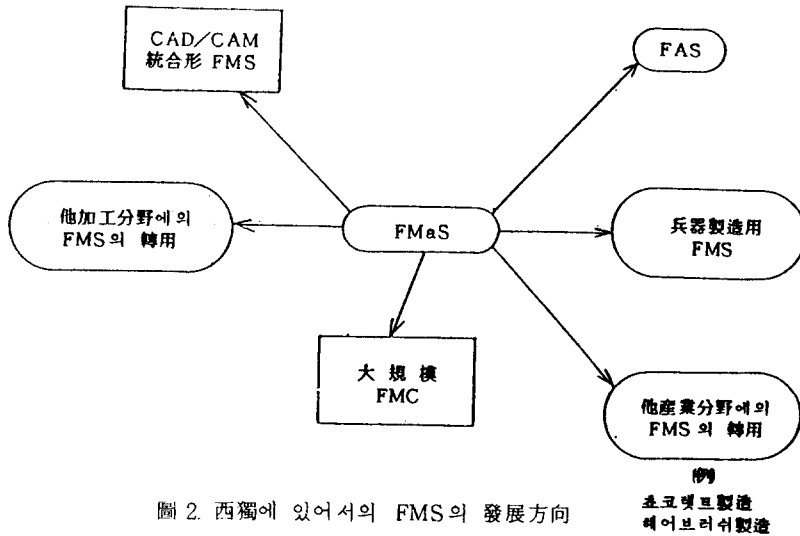


圖 2. 西獨에 있어서의 FMS의 發展方向

2 - 1 Modular方式 및 System 適合形要素에 依한 System設計

이제까지의 FMS의 設計는 一般的으로 System의 Flexibility의 附與라고 하는 面이 消極的인 것이었다. 즉 말하자면 結果的으로는 試行錯誤的으로 所要의 Flexibility를 갖는 System 構成으로 되어 있으나 System 構成面에서 積極的으로 Flexibility를 附與한다는 設計方法은 아니었다. 그와 같은 Flexibility의 附與를 念頭에 둔 System 構成의 하나로서 Modular 構成方式이 있는데 이것은 이제까지 주로 西獨에서 發達해왔다.

圖 3은 그 例인데, 西獨 ZF社의 齒車加工用 FMS<sup>8)</sup>이다. 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 이 System은 FMC를 基本 Module로 하여 하나의 FMS를 構成하고 있다. 즉, Modular 構成方式을 採用한 FMS의 具體的인 樣相은 FMC 結合形으로 된다. 그리고 이제까지의 實績에 의하면 이 Modular 構成方式의 System設計는 FMS의 特徵인 System의 Flexibility를 System 構成이라고 하는 Hard ware 面에서 相當한 水準까지 實現된다. 그 結果, FMS의 設計는 이 Modular 構成方式에 의하는 것이 適當할 것이라고 생각하게 되어 今後에는 그것을 다시 發展시킨 階層形 Modular 構成方式이 主流가 될 것이라고 豫想하고 있다.

圖 4는 階層形 Modular方式의 System設計의 概念<sup>9)</sup>을 나타낸 것이다. 그림에 나타낸 바와 같이 이 System設計의 概念에서는 機械나 Cell 水準等이 設計目的에 의하여 그들보다 上位水準의 例를 들면 System의 基本 Module로 된다. 그리고 이것에 의하여 從來의 Modular方式보다 큰 Flexibility를 System에 附與함과 同時에 System設計의 合理化, 系統化를 試圖하고 있다. 또 이 境遇, 特히 FMC가 System設計上 重要한 役割을 다하게 된다는 點에 留意할 必要가 있다. 더우기 System設計概念은 日本의 通産省 大型工業技術開發 project 「超高性能 Laser 應用複合生産 System」에 適用되어 現在 그 妥當性的의 檢討가 進行되고 있다.

그런데 以上과 같은 Modular 構成方式을 보다 有效한 것으로 하기 위하여는 System適合形의 構成要素를 適用한 System設計가 重要하다. 여기서 「System適合」이란 처음에 Total System設計를 하여 System 構成要素로서 要求되는 仕様이나 機能 등을 명확히 한 후에 그것을 System 構成要素에 滿足시키는 것을 意味한다. 이제까지의 FMS에서는 入手될 수 있는 System 構成要素를 適當히 組合하여 System을 構成하고 있다.

말하자면, Bottom-up方式이다. 그러나 보다

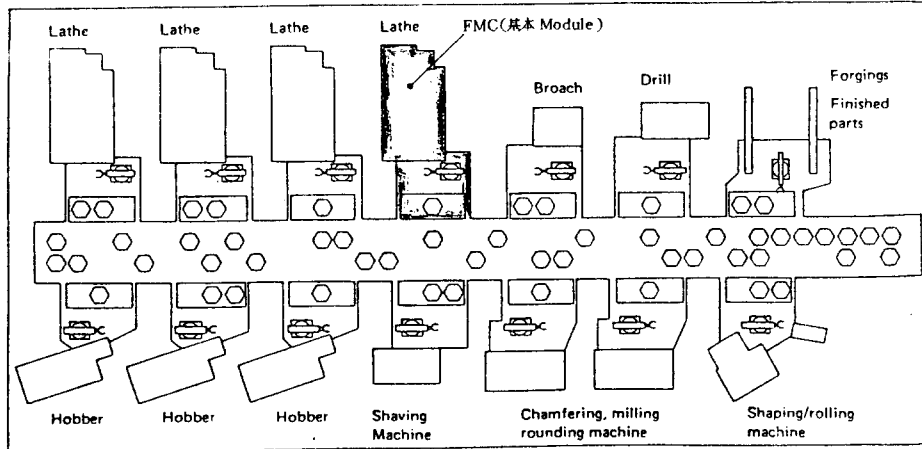


圖 3. 모듈라構成方式 FMS의 例 (ZF社, 西獨)

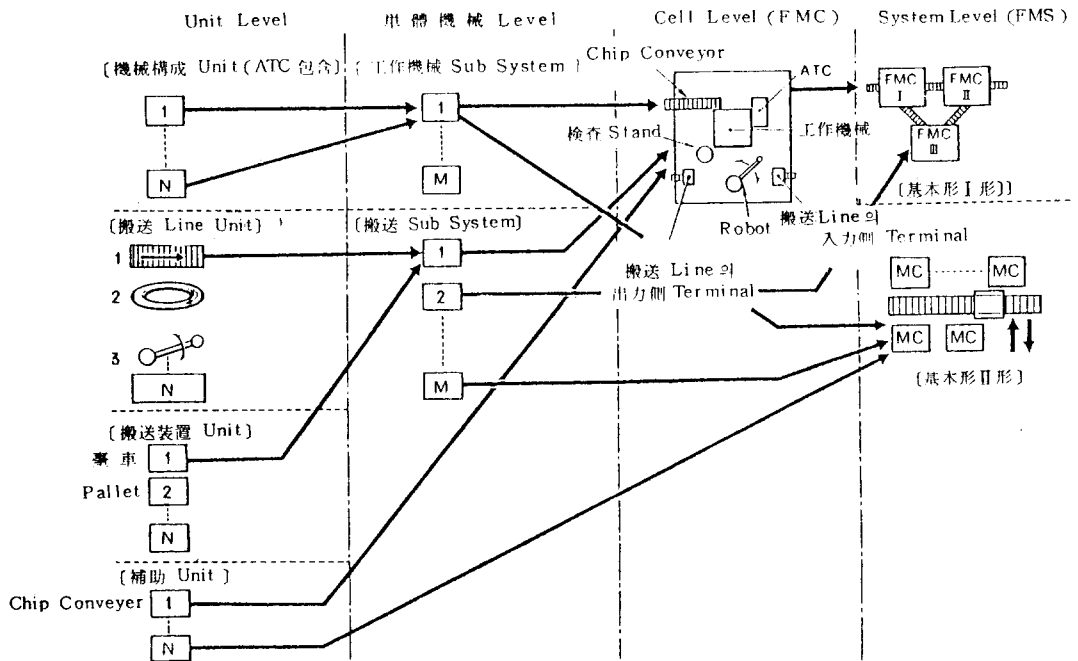


圖 4. 階層形 Modula 方式의 System의 設計의 概念

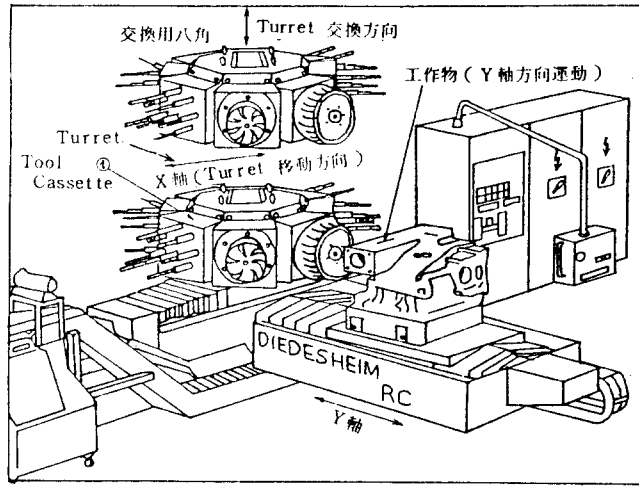


圖 5. System 適合形工作機械의 例 (Variocenter, Diedesheim 社)

좋은 System을 얻기 위해서는 이와같은 Top-down 방식이 바람직하며 이 Top-down 방식에서 中核이 되는 것이 System 適合形의 構成要素이다. 現在에 있어서는 이 概念은 System 適合形工作機械<sup>11)</sup>로서 어느 정도까지 工作機械에 關係서만 檢討가 進行되고 있음에 불과하다.

圖 5는 그와 같은 System 適合形工作機械의 一例로서 西獨 Diedesheim社의 多軸 Head Dividing 交換形 Machining Center (名稱: Variocenter)

이다.<sup>12)</sup> 이것은 自動車 Engine 과 같은 小種多量生産部品을 對象으로하는 FMS, 소위 FTL (Flexible Transfer Line) 用的 構成要素로서 開發된 것이다.

圖 6은 이 Variocenter 에 의하여 構成되고 있는 FTL의 例<sup>13)</sup>인데 이 FTL을 Opel社에서 自動車 Engine의 Crank Case 및 Cylinder Head의 加工에 使用되고 있다.

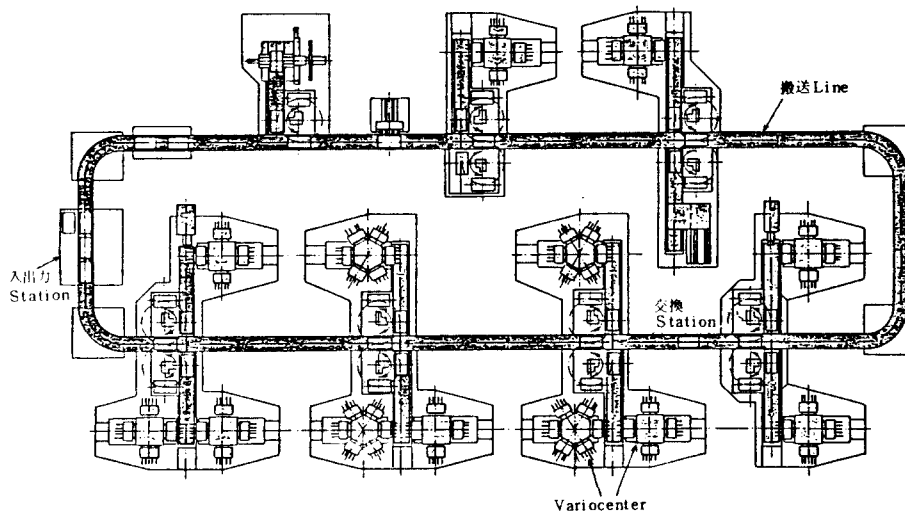


圖 6. Variocenter를 組立해 넣은 FTL의 例 (西獨, Diedesheim 社)

2 - 2. 次世代의 機械加工用 System의 樣相  
 現時點에서 考慮되는 次世代의 機械加工用 System으로서 다음과 같은 것을 들 수 가 있다.

- (1) CAD/CAM 統合形 FMS
  - (2) 高精度複雜形狀部品加工用 FMS
  - (3) 中小企業統合形 FMS (分散形 Cell 과 Local Area Network 의 組合形 FMS )
- 여기서 이들에 關하여 간단히 說明한다.

**CAD/CAM 統合形 FMS**

FMS는 「工具工作物 等과 情報의 흐름을 有機的으로 結合한 System」인데 이들중에서 技術 및 生産管理情報를 設計의 段階에서 FMS까지 一貫 結合하려는 것이 CAD/CAM 統合形 FMS 이다. 이런 形의 FMS는 그와같은 情報處理에 의하여 얻는 것이 많은 金型加工 및 板金加工의 領域에서 이미 實用化되고 있다. 이와 같은 사실은 FMS 를 보다 効果的인 것으로 하기 위하여는 「加工物」을 製造하는데 必要한 情報의 흐름에 一貫성을 준다는 것이 重要하기 때문이며 이 形態의 FMS는 今後 他的 領域에도 普及되어 갈 것으로 생각한다. 그때에 System 構成面에서 現在の FMS와는 相當히 그 樣相이 달라지게 될 것이 豫想된다.

圖 7은 그 一例인데 CAD/CAM의 出力 情報에 따라서 System 內의 工作機械가 On-Site 로 目的에 適合하도록 再構築된다.

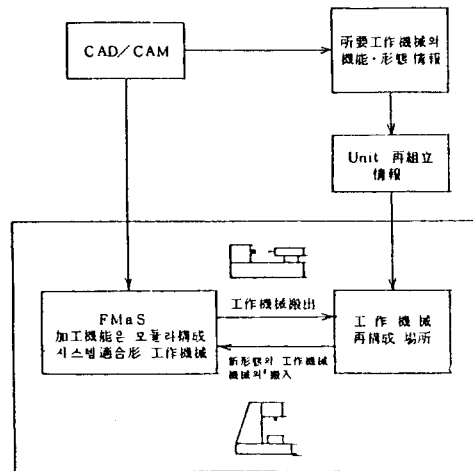


圖 7. CAD/CAM 統合形 FMS에 있어서의 하드웨어 및 소프트웨어 變化

**高精度 複雜形狀部品 加工用 FMS**

이 FMS는 航空機部品, 兵器部品, 혹은 將來에 超高精度가 要求되는 部品, 例를 들면 光 Fiber의 Connector를 加工對象으로 하는 것이다. 現時點에서는 Jet Engine의 Turbine Blade나 戰車 等を 對象으로 한 System이 實用化의 中心으로 되어있으며 그 狀況에 關한 것은 後述한다.

**中小企業統合形 FMS**

이것은 어느 一定한 地域內에 多數의 FMC를 分散配置하여 (이것을 分散型 Cell이라고 부른다) 그들 全體로 하나의 FMS를 構成하는 것이다. 어떤 型式이나 하면 Software主體이며 情報의 흐름은 Local Area Network에 의한다. 이때에 어느 一定한 地域으로서 工業團地, 國家, Asia等 여러가지의 規模가 考慮되며 工業團地規模라면 中小企業統合形, Asia地域規模라면 國際分業形이라고 불리어지는 形態가 된다.

이와같은 FMS는 이미 Norway<sup>14)</sup>에서 試圖되었는데 最近과 같이 工業先進國과 開發途上國間的 國際協力이나 國際分業이 重要視되고 있는 國際情勢下에서는 今後 크게 發展하게 될 것이다.

특히 FMS가 갖는 커다란 社會的 충격<sup>15)</sup> 즉, 「FMS의 導入에 成功한 國家는 점차 發展해 갈 것이며 그로 因해서 發生하는 失業者나 社會的 不安은 導入에 失敗한 周邊諸國이 自擔하게 된다는

것]을考慮할 경우 이와같은形態의 FMS는 重要한 存在가 된다.

圖 8은 上述한 FMS用으로서 Norway 工科大學이 開發한 分散型 Cell이다. 最近에는 보다 잘

開發된 分散型 Cell로서 例를 들면 日本, 津上製作所 MA 3 形과 같은 統合形 Machining Center 라고 불려지는 것도 開發되었다.

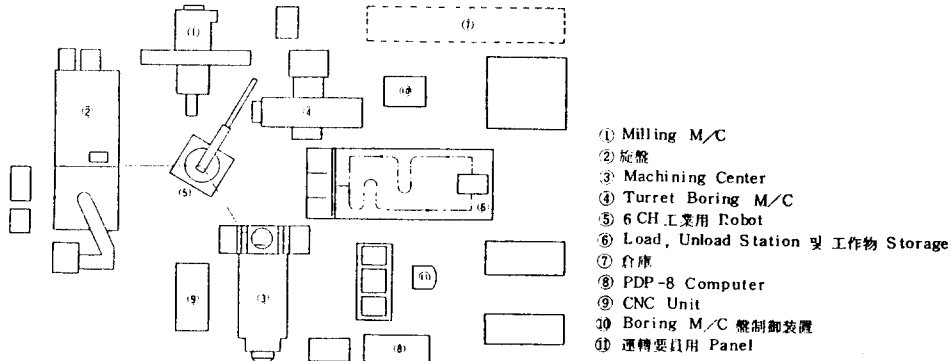


圖 8. 分散型 Cell의 構成 (Norway 工科大學)

### 3. FMS의 現狀

前述한 바와 같이 FMS는 많이 發展되고 있으나 그 現狀을 把握하는데 도움이 되는 한가지로서 圖 1에 나타낸 各 發展方向의 概略을 具體例도 包含하여 說明한다.

#### 3-1. 大規模 FMS

이것은 FMS라는 用語가 本來 意味하는 方向으로 發展한 것이며 機械加工뿐만 아니라 組立, 檢査等 製造工程의 모든 것의 FMS化를 試圖하는 것이다. 즉 말하자면, 無人化工場을 指向한 發展方向이며 當然히 그 System規根는 크게 된다. 이 大規模 FMS에서는 그 中核은 FMaS (Flexible Machining System), FAS 및 FIS (Flexible Inspection System)이다. 따라서, 必然적으로 System의 價格이나 Engineering Cost는 膨大해져서 投資效率이 커다란 問題가 된다. 따라서, 最近에는 이와같은 大規模 FMS의 開發의 試圖는

주로 國家 project의 形態로 行하여지는 경우가 많다.

圖 9 및 圖 10에는 이와같은 大規模 FMS의 例로서 英國 Rolls-Royce 社<sup>16)</sup> 및 日本의 國家 project 「超高性能 Laser 應用複合生産 System」에 있어서의 實用化 System의 例<sup>17)</sup>를 나타낸다. 前者는 Jet Engine의 Rotor Assembly 製造用이며, 後者는 斜板型 Axial plunger pump 製造用이다.

#### 3-2. FMC

2.1 節에서 前述한 바와 같이 FMC는 今後의 FMS의 設計技術上 重要한 것인데, 이밖에 다음 의 두가지 理由에서 特히 注目되고 있다.

(1) FMC를 하나의 有力한 商品이라고 생각되는 工作機械 Maker의 販賣戰略.

社會의 發展과 더불어 工作機械 Maker도 工作機械單體만을 販賣해서는 發展性이 없게 된다.

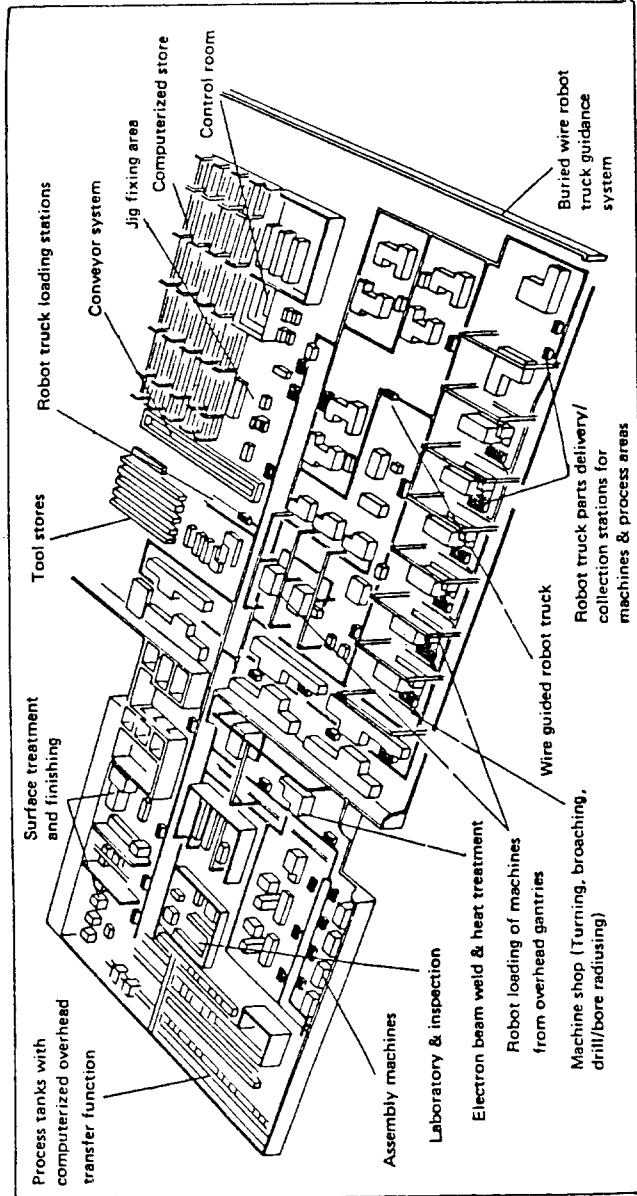


圖 9. 大規模 FMS의 例(1) (문스로이스, 英國)



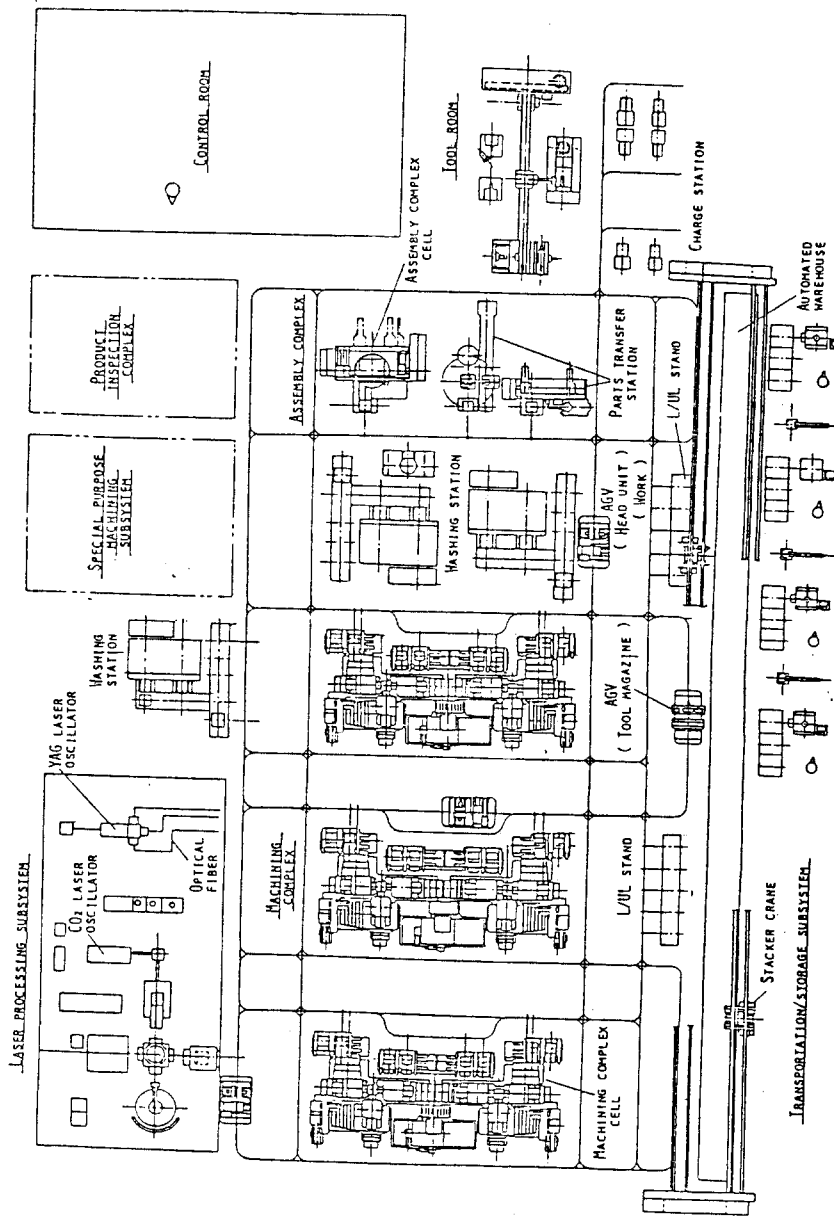


圖 10. 大規模 FMS의 例(2) (日本)

따라서 日本의 工作機械 Maker 各社를 비롯하여 美國 Kearney & Trecker 社, Ingersoll 社, 西獨 ZF 社, Fritz Werner 社 等은 工作機械에 새로운 附加價値를 덧붙이게 된다는 觀點에서 FMS 보다 FMC의 販賣를 積極的으로 추진하고 있다.

(2) 中小企業에의 FMS의 積極的인 導入機運의 高潮

工業先進國이라고 하여도 中小企業의 役割은

매우 크다. 따라서, 大企業만이 FMS를 導入해도 韓國家로서의 生産體制는 不完全한 狀態로 된다. 또 中小企業도 競爭力을 높이지 않으면 大企業과 함께 生存해 나가지가 어렵게 된다. 그와같은 觀點에서 中小企業에의 FMS의 導入이 促進되는 傾向이 있다.

이와 같은 FMC의 重要性的의 增大와 함께 FMC는 그 利用範圍가 急速히 擴大되고 있을 뿐만이 아

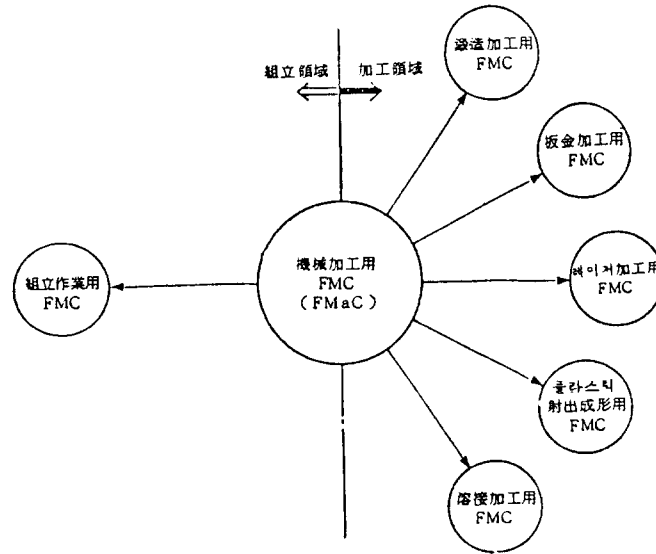


圖 11. 利用分野에서 본 FMC의 發展方向

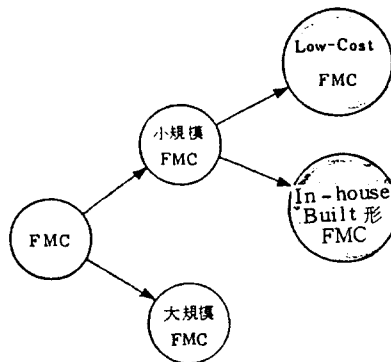


圖 12. 시스템 構成面에서 본 FMC의 發展方向

나라 그 System設計技術도 急速히 發展되고 있다.

圖 11은 그와 같은 FMC의 利用分野를 綜合한 것인데, 機械加工用뿐만이 아니라 鍛造, 板金, P-lastic 射出成形加工用等 폭넓은 분야에 이르고 있다. 또 圖 12는 System構成面의 發展方向을 綜合한 것으로서 그림에 나타난 것중에서 特히 Low-Cost FMC와 함께 In-house Built形 FMC가 注目되고 있다.

이들 가운데 Low-Cost FMC는 中小企業에의 FMS의 導入 및 工作機械 Maker의 販賣戰略과 密接하게 關聯되고 있으며, 現在에 와서는 FMC의 主流를 이루고 있다. 圖 13 및 圖 14에 이 Low-Cost FMC의 代表的인 例인 Robot形式 및 Pallet Pool形式을 나타낸다. 이 FMC는 價格도 싸고 더우기 導入 및 運用이 簡便하므로 急速히 普及되어 中小企業뿐만이 아니라 大企業에서도 相當數 쓰여지고 있다. 그러나 그 實態는 逆으로 把握하기가 困難하고 日本의 境遇 300~400 정도의 FMC가 稼動되고 있는 것으로 알려져 있다. 그런데 具備한 機能에 따라서 다르기는 하나, 一般的으로 Robot形式 FMC가 約 2000萬원~5000萬원, Pallet Pool形式 FMC가 5000萬원~1억 원정도 한다.

한편, In-house Built形은 次世代의 FMC라고 알려져 있는 것이다. FMS를 設計할 境遇, 對象部品 혹은 製品을 製造할 때의 Know-how를 充分히 System構成이나 Software에 反映시키지 않으면 안된다. 따라서 FMS의 設計, 製造를 外注할 때 如何히 自社の 企業秘密을 保存할 것인가의 深刻한 問題에 直面하게 된다. 따라서 이 問題

를 解決하기 위하여 必要한 System 構成要素를 各 Maker로부터 構入하여 自社內에서 System을 構築하는 方式이 고려되고 있으며 이것이 In-house Built形 FMC이다. 現在 그 實用例는 매우 적으나 System構成要素의 接續部分, 소위 Hardware나 Software의 Interface의 技術開發이 進展되면 今後 實用例는 急増할 것이다. 한편 Software의 interface에 관해서는 美國 NBS에서 現在 說意研究가 進行되고 있다.<sup>18)</sup>

### 3-3. 兵器製造用 FMS

지금까지의 稼動實績에 의하면 FMS의 導入効果는 (1) System構成과 (2) System의 運用方法의 如何에 따라서 크게 달라진다는 것을 알 수 있다. 그러나 如何든 在來의 生産 System대신에 FMS를 導入하면 程度의 差는 있으나 經濟的인 效果를 相當히 期待할 수 있다. 따라서, FMS를 兵器製造에의 適用이 最近 美國, 西獨, 英國, Norway에서 널리 成행하고 있다. 表 1 및 表 2는 그와 같은 兵器生産用 FMS 및 FMS를 利用한 兵器生産의 國際協力의 例이다. 一說에 의하면 FMS를 利用하면 一機 160億圓相當의 Jet 戰鬥機를 約半額에서 1/3의 Cost정도로 製造할 수 있다고 한다. 圖 15는 參考로 大砲의 尾栓(Breech: 놀이쇠)加工用 System의 例를 나타낸다. 이와 같은 System의 特徵은 對象部品の 精度가 높기 때문에 System構成에 있어서 檢査機能이 큰 比重을 차지하고 있다는 점이다.

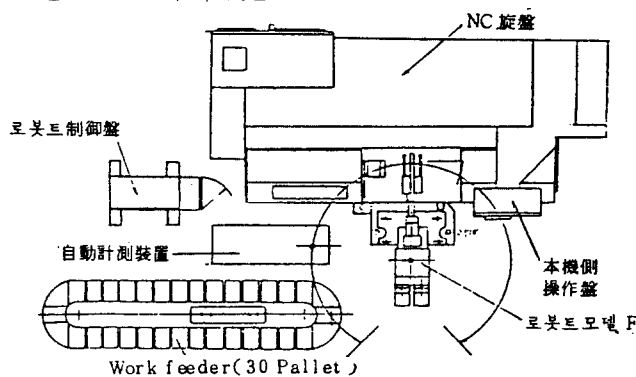


圖 13. Low Cost FMC의 例 (로봇트 형식, 日本)

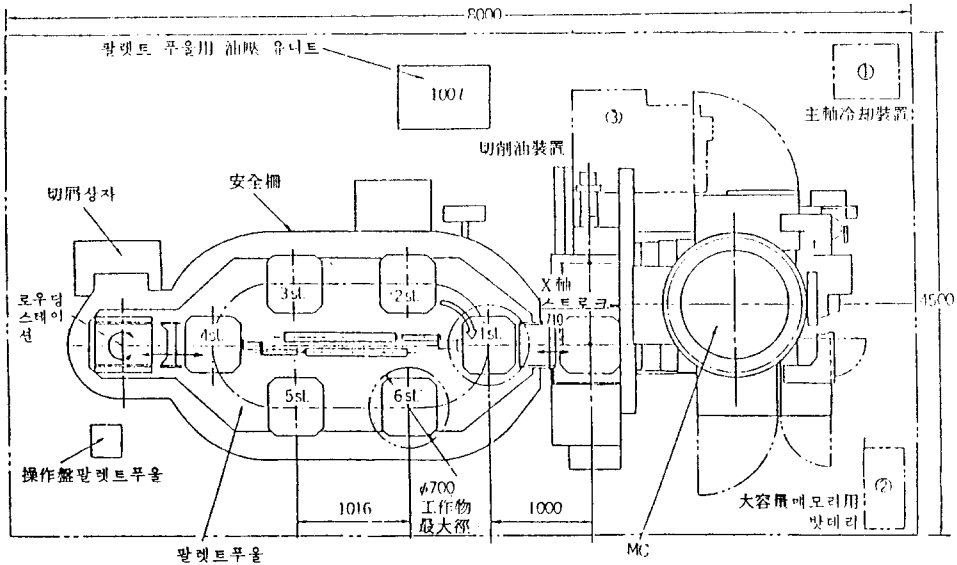


圖 14. Low Cost FMC의 例 ( 팔렛트 푸울形式 · 日本 )

表 1. 兵器生産用 FMS의 例

國 名	시스템名稱	製 作 社	設 置 場 所	加 工 對 象 物	備 考
USA	RAMIGO	Cincinnati Milacron	Chrysler 社 ( Lima 工場 )	XM-1型 戰車의 外殼	( 1982年 完成豫定 ) ( 1984年 完成豫定 )
		Kearney & Trecker	Hughes Aircraft 社 ( El Segundo 工場 )	M1 Abrams 型 電車의 照準裝置	
		FMC Corp.	GE 社 ( Pittsfield 工場 )	Bradley M2 또는 M3 型 裝甲兵員輸送車	
노르웨이	Kongsberg	Kongsberg 社 ( Vapenfabrikk 工場 )	F 16 戰機機用 Jet Engine 의 Turbine Blade		

表 2. FMS를 利用한 兵器生産의 國際協力の 例 ( Tornado 전후폭격기의 경우 )

시 스템 設 置 場 所	시스템의 名稱	주 가 되는 製 作 社	加 工 對 象 部 品	備 考
British Aerospace (英國) ( Warton 및 Preston 工場 )	KIMS ( 소프트웨어 )	三井精機 Kongsberg	前部 및 後部胴體, 피봇드 링 ( 高張力鋼 및 티탄金製 )	FMC의 形態로 計劃中, batch size : 10~40
		Marwin	輕合金製部品	
MBB (西獨) ( Augsburg 工場 )		Burkhardt + Weber Droop & Rein	彈 體	
Normalair-Garrett (英國) ( Crewkerne 工場 )		KTM	爆彈 및 增槽投下裝置 ( ERU )	

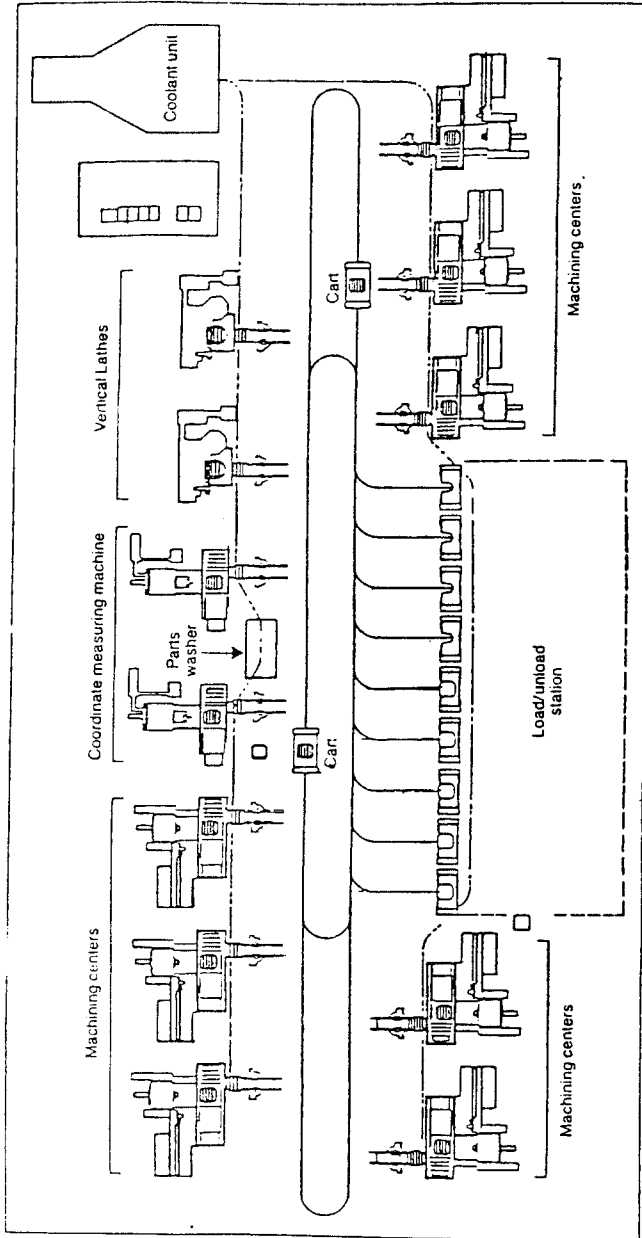


圖 15. 大砲의 炮이 쇠 加工用 FMS (Watervliet 兵器廠, 美國)

3 - 4. 機械加工以外的  
他領域에 있어서의 FMS의 利用

이미 說明한 바와 같이 FMS는 現在 鍛造, 板金, 射出成形, Laser 加工 等の 加工分野, 組立作業과 함께 檢查作業의 分野에서도 使用되고 있다. 이것은 機械加工用 FMS가 나타낸 큰 經濟的 效果에 刺戟된 面이 크나 現狀에서는 아직도 第一段階의 發展過程에 不過하다. 圖 16~圖 20 에는 그 代表的인 例를 나타내고 있는데 各 應用分野의 特徵을 充分히 加味한 適切한 System構成으로 되어

있다. 例를 들면 圖 17의 鍛造加工用에서는 對象 部品の 複雜한 形狀의 on-line 檢查가 重要하기 때문에 Vision System이 組立되어 있다. 圖 19의 plastic 射出成形加工用 FMC에서는 形狀, 寸수 뿐만이 아니라 그 色相도 多様하게 變化하는 Plastic 製品을 生産하기 때문에 金型과 함께 加熱 筒도 交換될 수 있는 System構成으로 되어있다. 한편 圖 20의 Laser 加工用 FMC로서는, Laser 加工에서 重要한 前處理工程을 重視한 System構成으로 되어 있다.

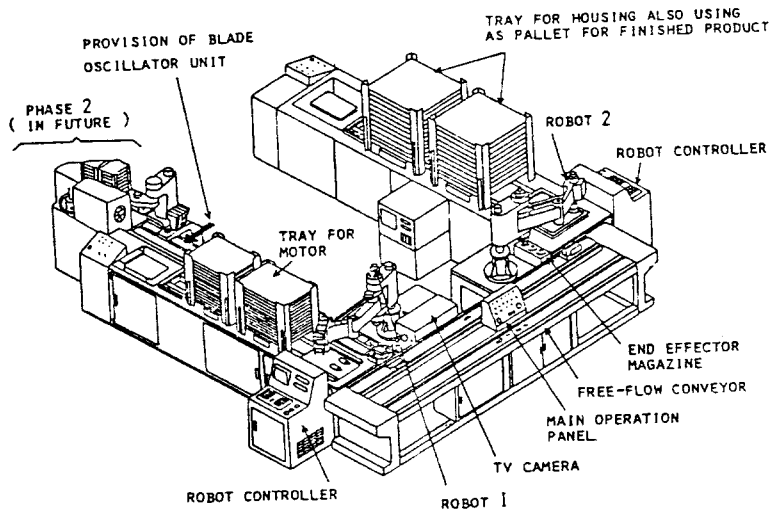


圖 16. 電氣면도기 組立用 FMS(日本)

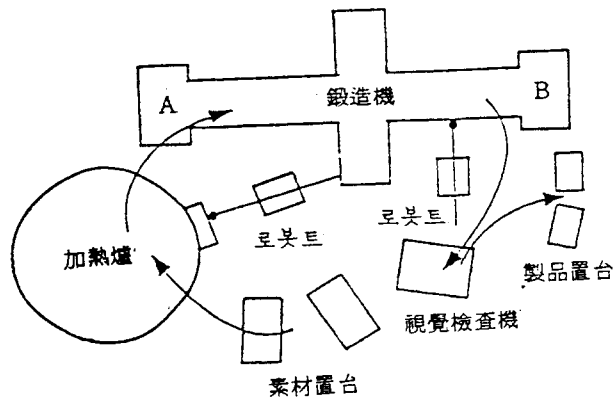


圖 17. 鍛造加工用 FMC의 例(美國, Westinghouse 社)

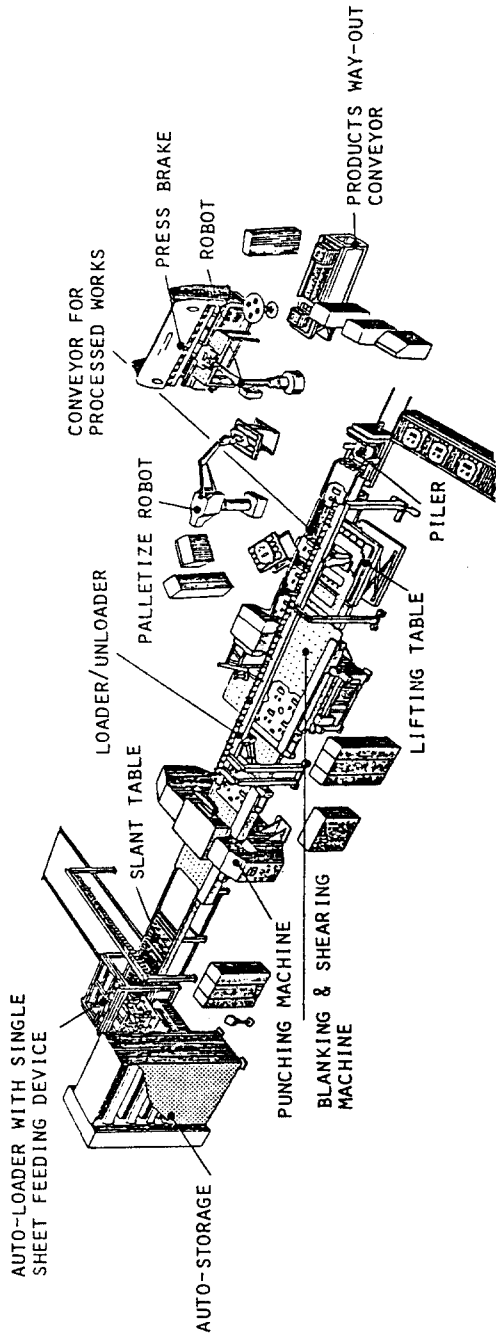


圖 18. 板金加工用 FMS (日本, AMADA)

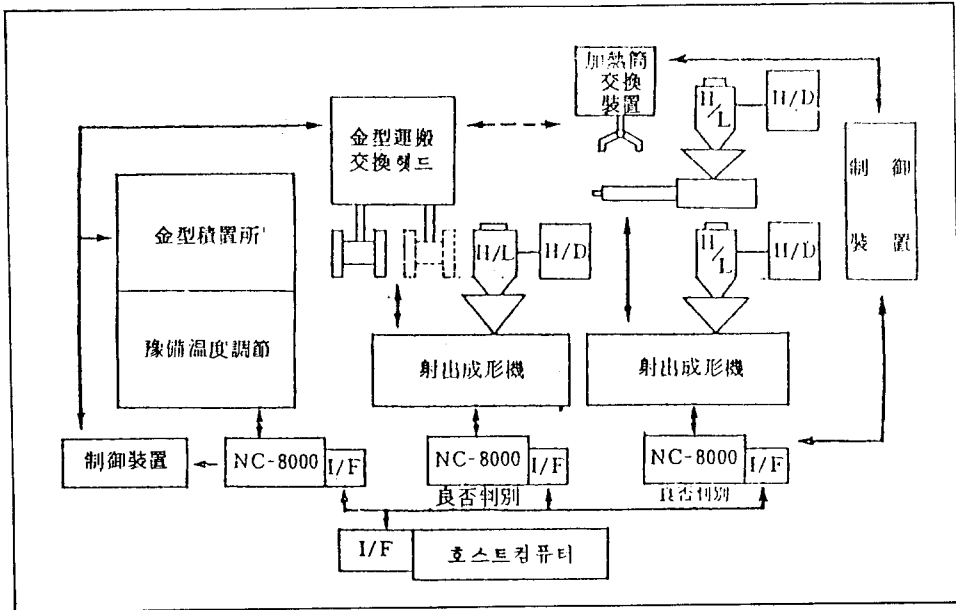


圖 19. 플라스틱 射出成形加工用 FMC  
(日本, 日精樹脂工業)

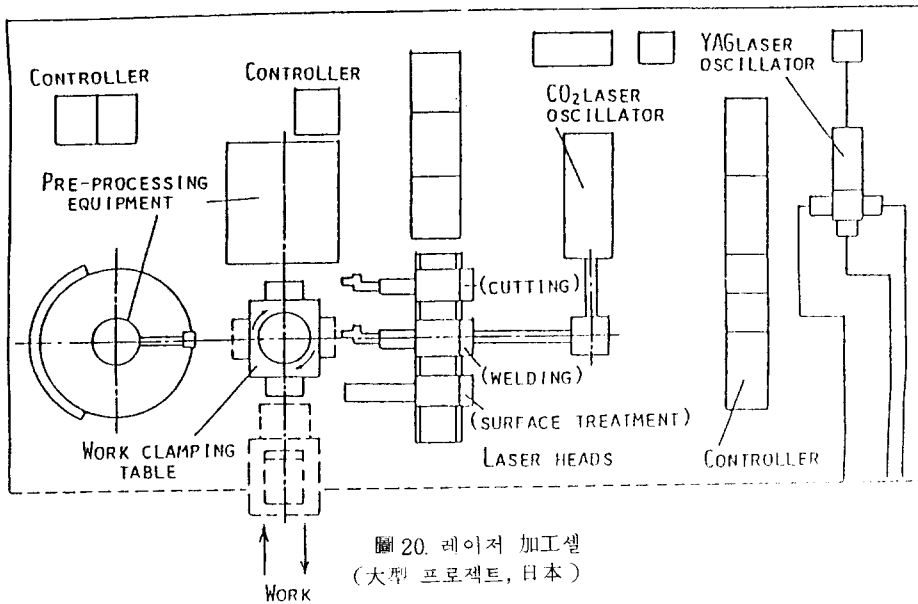


圖 20. 레이저 加工셀  
(大型 프로젝트, 日本)



#### 4. 結 論

이상, 간단히 國際的인 觀點에서 본 FMS의 現狀과 將來動向에 關하여 說明했다. 그러나 FMS 技術은 日進日涉의 狀況에 있기 때문에 늘 그 實態를 把握하려는 노력이 중요하다. 이런 觀點에서 英國 IFS社에서 發行하고 있는 「FMS Magazine」이

나 「Proc. of Inter. Conf. on FMS」에 눈을 돌리는 것이 最小限 必要할 것이다. 또 FMS의 概略을 理解하기위해서는 筆者等の 「Flexible 生産 System」(日刊工業新聞社發行 1984年) 伊東, 岩田共著」가 參考가 될 것으로 안다.

\* 論文은 1984年 6月 8日 韓國精密機械學會 「'84年度 春季學術 및 特別講演會」에서 筆者의 特別講演을 중심으로 綜合한 것이다. 끝으로, 이와 같이 名譽로운 機會를 베풀어 주신 李榮珍會長과 더불어 當日 通譯을 해주시고 本論文의 譯까지 맡아 주신 忠南 大學校 南宮 石 教授에 깊은 感謝를 드린다.

#### 參 考 文 獻

1. P. Scharf und E. Schulz, "Integrierte, flexible Fertigungs systeme," Wt-Z. Ind. Fertig., Erster Teil, 63. (1973), S. 130; Zwitter Teil, 63 (1973), S. 199
2. G.K. Hutchinson, "Flexible Manufacturing Systems in the FRG," (1977), "Prismatic and Rotary FMS in the GDR," (1978), "Proceedings FMS Workshop," (1978), Management Research Center, University of Wisconsin-Milwaukee
3. G. Spur und K. Mertins, "Flexible Fertigungssysteme, Produktionsanlagen der flexiblen Automatisierung," Zwf, 76-9 (1981), S. 441
4. 機械技術協會生産技術調査分科會, "歐米의 FMS 事例集", (1981), アシニスト出版.
5. 機械技術協會生産技術調査分科會, "日本の FMS 事例集", (1982), アシニスト出版
6. Y. Ito, "Recent and Future Trends of FMS in Japan," Bull. of JSPE, 16-4 (1982), p. 219
7. 伊東 諒, "海外研究開發動向調査報告書", No 58-2-I (Nov. 1983), 日本工作機械工業會.
8. A. Hörl, "Flexible Handling Systems for Axially Symmetrical Components," The Industrial Robot, (Sept.1981), p. 172
9. 伊東 諒, "FMS의 現狀と動向", 日本機械學會誌, 85-761 (1982), p. 366.
10. K. Kimura, "Flexible Manufacturing System Complex Provided with Laser-Part 2 Tsukuba FMSC Test Plant," Proc. of 5th ICPE (Tokyo), (1984), p. 20, JSPE
11. 伊東 諒, "フレキシブル生産システム (FMS)에 適合する 工作機械의 開發狀況", 精密機械, 48-6 (1982), p. 794
12. M. Page, "New Concepts for Flexible Machining System," IAMI (August, 1980)
13. K.-P. Zeh and H. Eberhard, "Simulationsgestützte Planung einer flexiblen Fertigungslage," tz. für Metallbearbeitung, 78-5/84 (1984), S. 11
14. K. Gulbrandsen, "Integrated Manufacturing - An Introduction to the SINTEF-Project on Computer Managed Parts Manufacturing Systems," SINTEF Report STF17A76027, The Technical University of Norway
15. B. Lutz und R. Schultz-Wild, "Flexible Fertigungssysteme und Personalwirtschaft," (1982), Campus Verlag (Frankfurt)
16. "Rolls-Royce aims high," FMS Magazine, 1-1 (1982), p. 10
17. Y. Ito, "Flexible Manufacturing System Complex Provided with Laser-Part 3 Application System Design," Proc. of 5th ICPE (Tokyo), (1984), p. 28, JSPE
18. S. Ashley, "Advanced Machining System for Small Shops," American Metal Market/Metalworking News (Mar. 1, 1982) p. 11