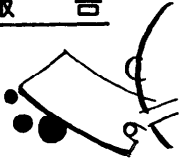


報告



フレキシブル生産システムの実現†

川越孝司** 井上肇††

1. はじめに

最近、FMS の導入事例が数多く発表されている。FMS を構成する工作機械・搬送機器・保管施設と、そのシステムに含まれる生産管理情報・生産技術情報の内容が各社それぞれ異なっている。FMS を導入するに際して、何に重点を置くかが重要項目となる。この報告文では、この点を明確にするための考察を行い、次いでその事例を紹介する。

2. FMS とは

機械製造業界における、多品種中少量生産の効果的な生産手段として、FMS が脚光を浴びている。この現象は多品種中少量生産の分野でのオートメーション化の必要性が、極めて高いことを示している。その本質と概念は未だ完全に固定されておらず進歩しつつあるが、類似性のある部品ファミリの生産に、柔軟に対応できるシステムには間違いない。その柔軟性とは

- (1) 生産量・操業度の柔軟性
- (2) 設備投資規模の拡張性及び変更性
- (3) 生産品種の変更性

をもつ製造手段である。

具体的には、工作機械は、多能性があり、且つ制御装置の CNC 化* により各種機能を付加することが容易となった。MC** を使用する。素材・半加工品は NC パレットに取付け MC 間を搬送する。この搬送には地上にコンベヤのような固定設備のない、拡張性・変更性のある無人搬送車を使用する。保管施設としては少

† Flexible Manufacturing System to Realization by Kouzi KAWAGOE (Murata Machinery Ltd., Technical Division of Physical Distribution Control Systems) and Hazime INOUE (Murata Machinery Ltd., Production Department).

†† 村田機械(株)物流システム技術部

村田機械(株)生産統括室

* CNC: Computerized Numerical Control

** MC: Machining Center

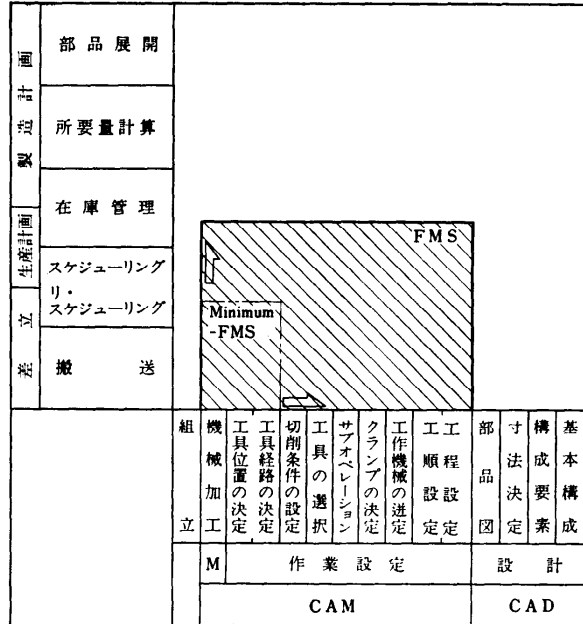


図-1 FMS の位置づけ

量部品を保管するパレットプール方式か、多量の部品を保管する自動倉庫方式か、何れかが使用されている。

3. FMS の情報管理

FMS の具備すべき情報としては、図-1 に示すように、生産管理の詳細、即ち製造計画・部品展開から小日程までの各ステップを縦軸に、生産技術即ち CAD・CAM の技術的各ステップの詳細(1)を横軸にとって、FMS の位置づけを行うと、その領域が明確に出来る。

CAM では、製品の部品図面より

- (1) 工程・工順設定
- (2) 生産技術的条件設定

機械選択・クランプ方式・工具選択・加工条件選択

- (3) 幾何学的形状設定

図形処理・位置決め・工具経路

がコンピュータの支援により自動設定される。この場合、対象部品の基本要素が、類似構成であるか、全く新しい構成であるかによって、100%自動設計から、100%マニュアル設計までの範囲が定まってくる。

FMS においては、被削品の変更やスケジュール・数量の変更に対応できる生産管理情報・生産技術情報の処理を行うことが主眼である。したがってFMS の対象部品は工作機械の機種構成からも、図面の自動処理が可能な領域である類似部品までが、加工の可能な範囲である。

ハード的には、リアルタイムの素材搬送と機械加工が自動的に行われ、ソフト的には、スケジューリングとCAM のステップの1つ以上が具備されることが最低条件となる。それ以上の機能は導入する工場で、生産管理か生産技術か、何れに重点を置くかによって拡大して行くべきである。

4. 村田機械における事例

村田機械の機械工場は、繊維機械・工作機械の部品が混流して加工されている。社内加工のロットは20~30個、作業員1人当りの月間取扱い部品品種は、30~60点という典型的な多品種少量生産を行っている。それに加えて生産機種の変更が屢々あり、これをどのように合理的に生産を行うかが、製造部門に課せられ

た問題であった。

4.1 導入の基本構想

FMS 工場を計画するに当たり、従来から進めて来た作業員1人で数台の機械を稼動する。いわゆる“1人多台持ち”を更に押し進めることとする。稼動時間は3シフト24時間稼動とし、オペレータは第1シフトと第2シフトには各1名を配属し、第3シフトは無人とする。そのために、取付具の取替りと素材の取付け取外しを行うセッティングステーションを設ける。工程間の加工時間のバランスをとるためと、夜間無人運転が出来る様にストレージを掌る自動倉庫を併設する。これらの機械・施設へのNCパレットの搬送はロボットレーラ（無人搬送車）を使用する。システム内の情報処理と制御は、ミニコンピュータを用い、上位の生産管理用コンピュータと結合管理する。特に情報管理については、当社の場合中物・小物部品が主体であり、加工時間が短いので、その物流量が多い。又加工内容が複雑でない。この二点から生産技術情報より生産管理情報の方が重要である点を重視してシステム化を計った。

4.2 概要

図-2 は FMS 工場のレイアウトを示す。同工場は(床面積 1180 m²) APC*を装備するMC 8台 (10台まで増設可能)・2台のロボットレーラ (図-3)・自動倉庫・作業エリア及び管理制御用コンピュータ (PF-U-

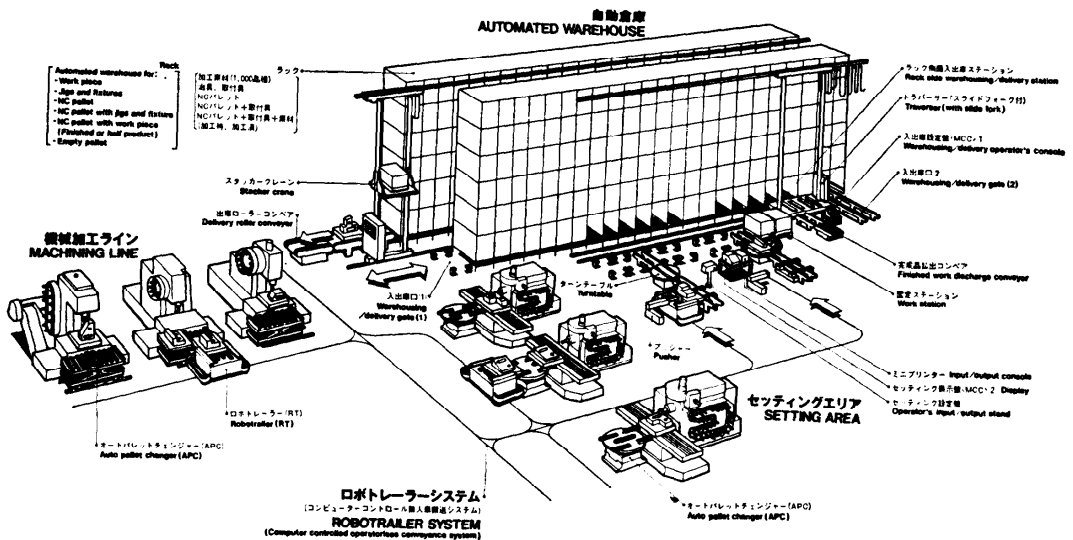


図-2 全体レイアウト

*: APC Automatic Pallet Changer

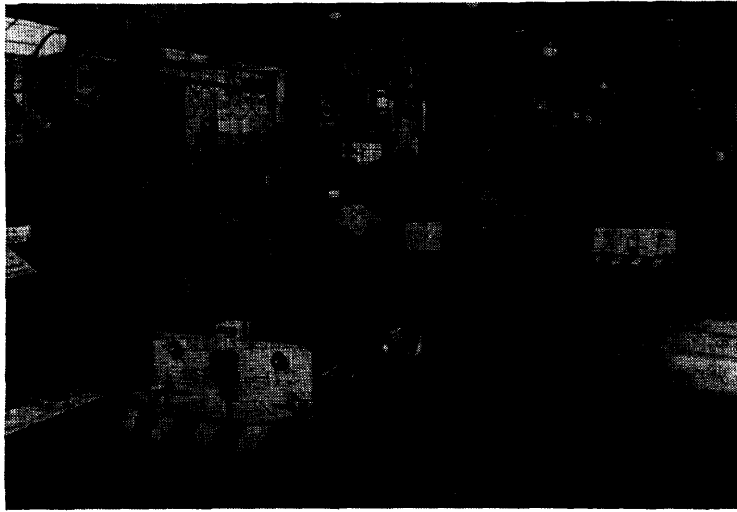


図-3 ロボトレーラ

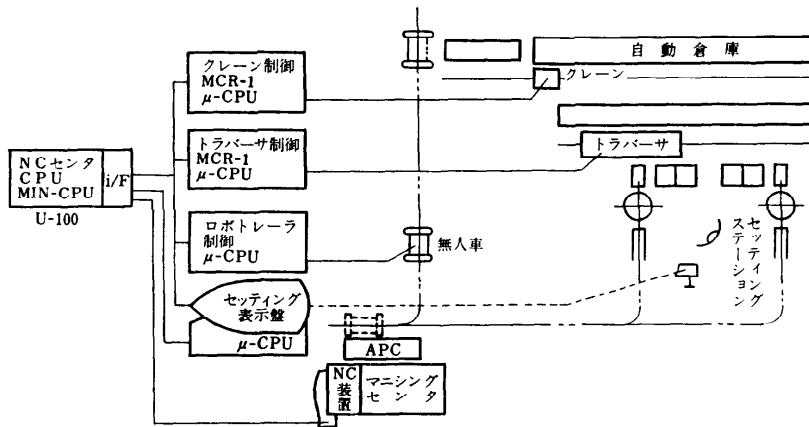


図-4 コンピュータシステム構成

100)で構成されている。セッティングエリアで加工素材をセットされた NC パレット単位で管理制御される点が大なる特長としている。加工スケジュールに従って、オペレータによってプリセットされた NC パレットは、自動倉庫に格納される。一方 MC 側で加工が完成すると、NC テープのテープエンドの信号によりコンピュータ管理で自動倉庫内にプリセットされて格納されている NC パレットが引出されて、ロボトレーラに移載され、該当 MC に供給される。ロボトレーラは加工完了した NC パレットをセッティングステーションに搬送し、夜間の無人運転時にはそのまま自動倉庫に格納される。この格納された加工済み

の NC パレットは昼間の有人運転時に再度セッティングステーションに引出されてリセットを行う。この間人手による作業は素材のセット・リセットと段取り替えのみで、他の移載・搬送等はすべて自動である。加工対象部品は 300 点、平均工程数は、繊維機械部品 4～5 工程、工作機械部品 7～8 工程である。表-1 に設備の一覧を示す。

4.3 コンピュータシステム構成

システム構成を図-4 に示す。FMS 工場のシステムを統合するミニコンピュータとクレーン・トラバース・ロボトレーラ・移載装置をそれぞれ制御するマイクロコンピュータがハイアラキに連結されている。

表-1 主要機器の仕様

機器名称	仕様	機能
1) 自動倉庫	1. ラック数 25連×6段 } 220 棚 (大棚 54) 23連×4段-22 } (小棚 166) 2. 機種 VLM-1300 3. 速度 走行速度 60/30/5 M/Min 昇降速度 10/5 M/Min フォーク速度 12 M/Min 4. 定格荷重 1300 kg	1. 加工素材の格納 2. NCパレットの格納 3. 取付具、治具の格納 4. 空パレットの格納 5. 完成品パレットの格納 6. NCパレットにセットされた加工待ワークの格納 7. NCパレットにセットされた加工済ワークの格納 8. 一般品の格納
2) セッティングステーション (1)	1. チェンコンベヤ 2. ターンテーブル 3. 完成品積載用パレットステーション 4. 加工待素材パレットステーション	マシニングセンタの加工スケジュールに従って、連続的にワークセッティングを行う。(加工中のロット)
3) セッティングステーション (2)	1. チェンコンベヤ 2. ターンテーブル 3. 治具、取付具用パレットステーション 4. 素材又は完成品パレットステーション	1. 加工ロット先頭ワークのセッティング (2コ目以降はセッティングステーション (1) で続行される) 2. ラックに格納されている加工NC済パレットの取外し、加工ロット最後のワークの取外し、および使用済治具、取付具の倉庫格納
4) ロボトレーラ	1. 積載荷重 1300 kg (NCパレット+ワーク) 2. 走行速度 40/20/12 M/Min 3. 停止精度 ±1 mm 4. R部曲半径 600R (低速走行) 800R, 1000R (中速走行) 5. NCパレット受けローラおよびパレット位置決めピン付属	1. 加工素材出庫コンベヤからマシニングセンタ APC へのワーク搬送 2. マシニングセンタ APC からセッティングステーションへの加工完了ワークの搬送
5) オートパレットチェンジャ (APC)	① 縦型用トラバーサ型 APC 1. 積載荷重 1300 kg×2 p/l 2. 停止精度 ±0.2 mm (上下, 左右共) 3. サイクルタイム NC⇔APC 30秒 RT⇔APC 25秒 ② 横型用ロータリ型 APC 1. 積載荷重 1300 kg×2 p/l 2. 停止精度 ±1 mm 3. サイクルタイム NO⇔APC 55秒 RT⇔APC 30秒	

4.4 スケジューリング

スケジューリングは次の手順によって、MCごとに本社コンピュータで自動作成されたものを再登録する。データフローを図-5に示す

(1) 本社コンピュータ

MAGICS*生産管理システムにおいて月1回、受注予測値・実受注値等により部品手配・引当計算を行う。部品単位に有効在庫計算を行い、不足数のある部品をロット数にまとめ、部品納期を決定のうえ手配を行う。手配引当結果を素材・部品納期リスト、引当リスト、欠品リストとして発行し各工場の管理担当者宛に送付する。

(2) 犬山工場コンピュータ

管理担当者は部品の納入・加工状況を本社コンピ

ュータ及び工場コンピュータの発行リストにより把握し組立日程の変更やパーツ注文などによる部品の必要時期の変更に対応した加工スケジュールの変更を行う。

① 手配ロット単位に部品納期及び工程別加工機械の変更を行う。

② 工程 (=加工機械) 間の負荷調整を行い加工機械の変更を行う。

手配ロット単位のスケジュール変更を行った結果をFMS工場用加工スケジュールデータとしてフロップディスクに出力する。

(3) FMS工場コンピュータ

工場コンピュータにおいてスケジュールされた加工スケジュールデータを受信する。

FMS工場内におけるMC別スケジュールデータを

*: MAGICS Murata Automatic Gratifying Information System

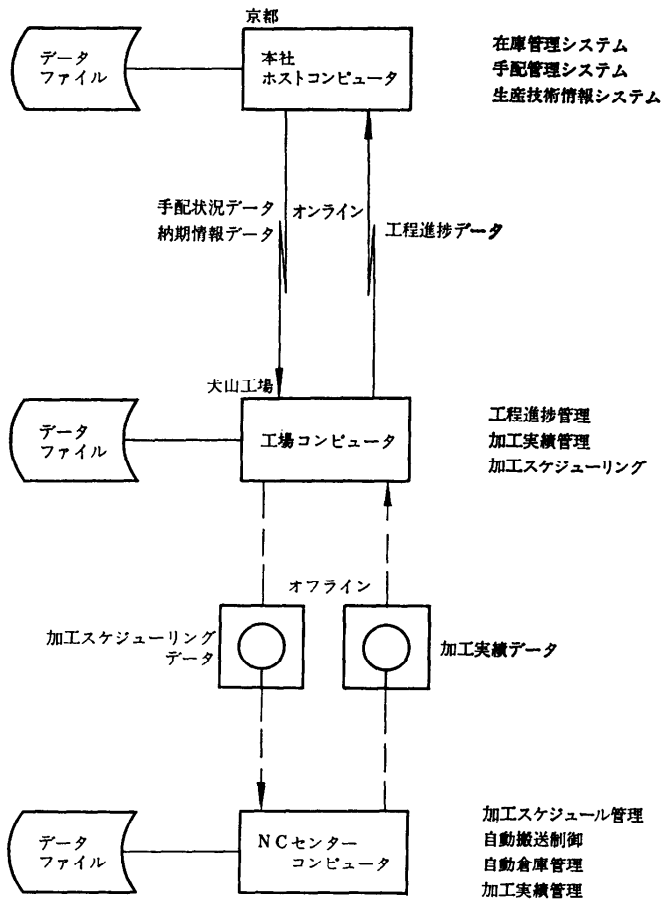


図-5 データフロー

リスト・ディスプレイにて把握し、MCの稼働状況・加工の割込みなどを考慮のうえ、加工スケジュールデータの確定登録をディスプレイにて行う。

4.5 導入の効果

実稼働に入って約2年を経過した。その間オペレータの再教育、システムの一部変更、古いMCの更新等によって生産変動に対する柔軟な対応が可能になり次の様な効果を挙げた。

- (1) MCの稼働率の向上
最近の稼働状況を表-2に示す

(2) 投資効果

昼間に段取換えを行って自動倉庫に格納して置くことが出来るので、夜間無人化の24時間稼働が可能となり

- ① 出来高 3シフトで4.5倍
- ② アワーレート 1/3に低減
- ③ 省力効果 90%低減

(3) 工程管理のレベルアップ

コンピュータによる完全なオンライン管理となり、情報が適正に出力されるので

- ① 工程の負荷把握が容易となった。
- ② 素材・治具・工具のデータ管理、所在管理が正確且つ簡便になった。
- ③ 加工物・加工工程の変更に対して弾力的な対応が可能となった。
- ④ 加工実績データの把握が確実となった。

表-2 稼働状況

項目	設備	時間又は率	備考
1. 加工ロット	立型 MC 5台 横型 MC 3台	40×(50~80)個/ロット=2,000~3,200分/ロット 60×(40~60)個/ロット=2,400~3,600分/ロット	
2. 稼働状況	i システム関係	コンピュータ スタッククレーン } 2~3% 30~40分/24時間	RTは2台で1台ダウン時は他でバックアップ
	ii MC関係	無人車 工具破損 } 2% 30分/24時間	APCも含む
	iii 段取り換え	寸法チェック } 2% 30分/24時間	ロットは第1項のとき
	iv 治具のための一時ストップ	機械故障 } 2% 30分/24時間	

$$\text{稼働率} = \frac{\sum \text{テープON}}{\text{シフト時間}} \times 100$$

(4) 生産技術の向上

集中的且つ連続的に段取換え，取付け取外し作業が行われるので治具設計の不合理的部分が顕在化して治具の標準化が拡大した。

5. むすびに

FMS を導入することで，多品種中少量生産での弾力的な生産と省力化を計ろうとして，一応の成果は挙げ得た。しかし乍ら MC, APC・自動倉庫・無人搬送車をシステム化しただけでは，まだまだ不十分である。治具段取換え，取付け取外し，ATC への工具交換，

切粉の除去，計測作業等人手を要する作業がある。これらの人手作業を解析して

- ・工作機械の機能拡大がなされて吸収されるもの。
- ・ロボットに置き換えうるものと，困難なもの。

等が考慮されて，よりフレキシブルな生産システムが開発されて行くものと推測される。

参 考 文 献

- 1) アーヘン工科大学 オピッツ博士の CAD-CAM

(昭和 57 年 9 月 29 日受付)