

シャフト用トランスファ・マシンについて

Transfer Machines for Shaft Work

中 村 昌 夫*

Masao Nakamura

川 船 和 儀*

Kazuyoshi Kawafune

内 容 梗 概

トランスファ・マシンの最近の傾向について述べ、日本において最も新らしい型式の全自動シャフト用トランスファ・マシンの構造、制御方式、シャフト・ワークの自動取扱装置および各種ユニットについての概略を述べる。

1. 緒 言

オートメーションは第二の産業革命であり、工業界の多年の夢が現実の価値をあらわし始めていることは何人も認めざるを得ない。特に最近の機械工場におけるトランスファ・マシンもその一例として顕著な効果を発揮している。

日立製作所においても、各種小型電動機、冷凍機、洗濯機、扇風機などの量産にトランスファ・マシンが多数使用されおのおのの生産工場の自動化に非常な効果を上げている。

最近ではトランスファ・マシンの適用範囲も一段と拡大され、O. C. M. (One man Control Machine) と略称されている従来のトランスファ・マシンに加えて、シャフト用トランスファ・マシン、アセンブリ・トランスファ・マシンの製作を行っている。

以下、トランスファ・マシンの最近の傾向および特長について述べ、ついでシャフト用トランスファ・マシンについて紹介する。

2. トランスファ・マシンの最近の傾向と特長

数年前まではいわゆる流れ作業による量産の場合でも、個々の機械を流れに沿って配列し、それぞれの機械に作業員がついて、加工品は手作業によつて機械に取り付けられ、手操作によつて切削され、検測され、手作業によつて次の機械に送られていた。この間に色々と作業改善、研究が行われ、主作業および付随作業の動作研究、時間研究などを行つて生産能率の向上を計つたものであるが、トランスファ・マシンの出現によつて、ムリ・ムダ・ムラの排除はもちろん、十数人の作業者をただ一人または無人に置き換え、しかもできるだけ短時間に品質の均一な製品を量産することができるようになった。すなわちトランスファ・マシンは素材から完成品までの間、人力に頼らず自動的に加工品を工程に従つて機械から機械に移動し、自動的に取り付け、切削し、検測し、取りはず

すなどの必要な作業をすべて自動化した流れ生産ラインを構成する機械群である。

次にトランスファ・マシンの最近の傾向と特長を具体的に述べれば次のとおりである。

(1) ロータリ型またはインライン・ユニット・システムのトランスファ・マシンでは、あるステーションが工具の交換、故障などによつて作業が中断される場合は全ステーションの加工が停止し、稼働率が低下するので、この型式では1台のトランスファ・マシンのステーション数を限定している。

(2) 比較的重切削を行う場合、振動の大きい荒削加工ステーションと精度の高い仕上ステーションとは完全に切り離すか、または中間に緩衝を設けて悪い影響を防止している。

(3) 流れ生産ラインが何台かのインライン・ユニット・システムのトランスファ・マシンによつて構成されている場合、いずれかのセクションがある時間の間工具の交換、修理などによつて作業が中断されるときもほかのセクションは連続して生産を続けさせるため、セクション間に半加工品の貯蔵装置(バンク)を設けている。実例としては日立製作所がモータハウジング加工用トランスファマシンとして製作した A・C・M-A ラインと A・C・M-B ラインの間にこのようなバンクがある。

(4) 流れ生産ラインが多数の自動取付、取外し装置をもつ自動工作機械を配列して構成したインデペンデント・ユニット・システムのシャフト用トランスファ・マシンのような場合は各ユニット・マシン間にバンクを設けて、マシン・サイクルのタクトの差を平均化し、工具の交換、段取替、修理などによる作業の中断を該当ユニット・マシンのみにとどめ、ほかのユニット・マシンは全力稼働ができるようにして稼働率を高めている。

(5) 単に工作物を加工する自動機械としての従来のトランスファ・マシンに加えて、相当に複雑な自動取付、取外し装置および加工品取り扱い装置を配して、無人の一貫流れ生産ラインを構成する傾向にある。

(6) トランスファ・マシンに自動検測装置を組込んで加工工程を寸法検査工程と直結させ、マシンサイクル

* 日立製作所川崎工場

をワークの検測によつて終結させることによつて、厳密な寸法管理を行つて、生産のむだを除き、加工不良を防止するようにしている。さらに進んで寸法測定後工具の刃先の自動調整を行つている。

(7) 中央操作盤上にライン全体のユニットをグラフィックに図示し、各ユニットの状態を表示するパイロットランプをつけ、操作員が一目で全ラインの状態を知り得るようにしている。

(8) 切粉の清掃除去に考慮を払い、全自動ライン上の自動取付装置による芯出し取り付けの際、切粉による取付精度の狂いがないよう圧縮空気清浄を行つている。実例として本誌に紹介されているA・C・Mのワーク・ダンパ、取付時の自動清掃装置、シャフトマシンのセンタ孔清掃装置などがある。

(9) 集中潤滑給油装置をつけて、機械の保守を容易にしている。実例としてA・C・Mの集中潤滑装置がある。

(10) 工具の寿命管理装置を中央操作盤に設けて、あらかじめ統計的、経験的に定めた寿命数に達した場合は警報を発して赤ランプを点灯し、該当ステーションの工具を交換するようにしている。この場合寿命数の類似している工具は交換時期をまとめて一定時間ごとに交換することによつて、不生産時間の減少を計り、稼働率の向上に努めている。

(11) 切削速度の決定は必ずしも最高を狙わないで、工具の摩耗による耐久時間を考慮していわゆる経済速度としている。

(12) 3～4種類のワークを加工するトランスファ・マシンにおいて、ワークを変える際の段取替の箇所をなるべく少なくし、やむを得ない箇所はなるべく容易に作業ができるようにしている。

(13) 各種切削ヘッドおよびユニット・マシンの芯高を等しくして標準化し、さらに自動取付、取外し装置などの加工品自動取扱装置を標準化して、モデル・チェンジの場合にも比較的簡単に対処できるよう融通性をもたしている。

(14) 現在設備機械を改造してこれに自動取付、取外し装置などを付加して、シャフト用トランスファ・マシンを作る要求の増したこと。

以上、大略のトランスファ・マシンの最近の傾向と特長について述べた。

3. シャフト用トランスファ・マシン

3.1 シャフト用トランスファ・マシンの概念

シャフト用トランスファ・マシンの特長は従来のO・C・Mと略称されているトランスファ・マシンが加工品を取付台の上に固定して、切削ヘッド間をトランスファ

しながら、カッタを回転ならびに切削送りして加工するのに対して、加工品を回転して加工する旋削方式を主体として構成され、シャフト材加工を主目的としている。

シャフト用トランスファ・マシンとは概念的には上記のようなものであるが具体的には次のようなものがある。

それ自体がそれぞれ完全な全自動単能工作機械である各種のユニット・マシンを直列または並列に配置し、その間を自動取付、取外し装置、ワークの旋回装置、コンベヤ、シュートおよび半加工品の貯蔵装置(バンク)などの独創的な加工品取扱装置により連結して全自動流れ生産ラインを構成し、自動定寸装置、自動検測装置によるアフタ・ゲージング、工具刃先の自動調整装置などにより寸法管理を行いながら、小型電動機のシャフトを黒皮素材から工程を追つて順次加工し、ロータを圧入組立て後、ロータ外径の旋削仕上、ベアリング嵌合部の研削仕上までの一貫した自動加工組立仕上ラインを構成するトランスファ・マシンである。

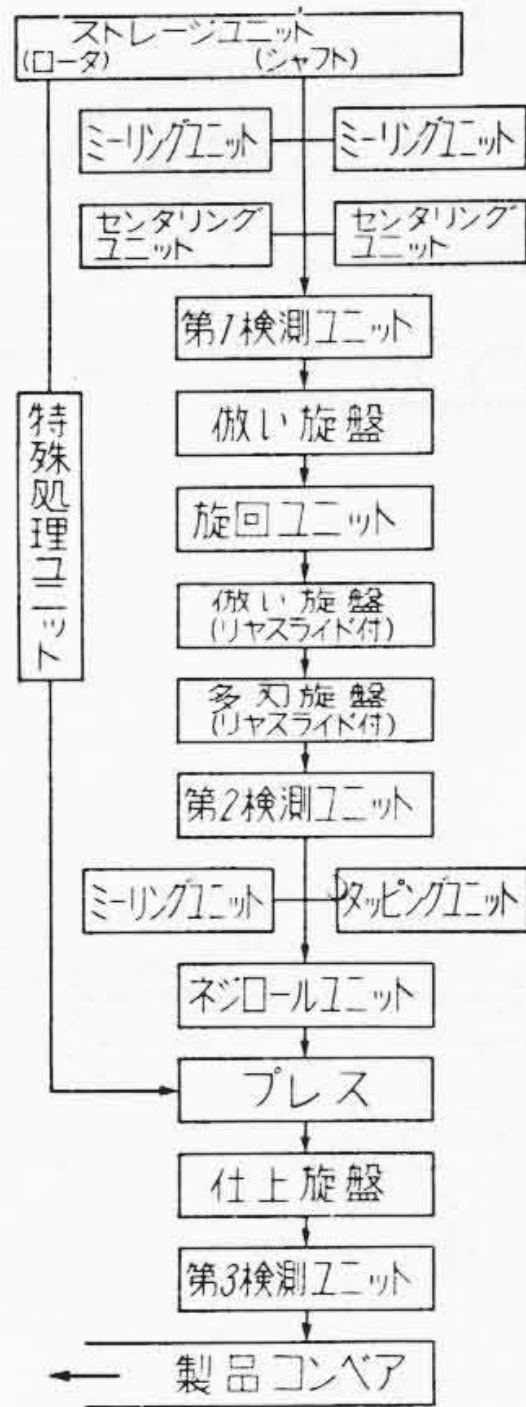
3.2 シャフト用トランスファ・マシンと自動盤との比較

上記について比較すると第1表のようになる。

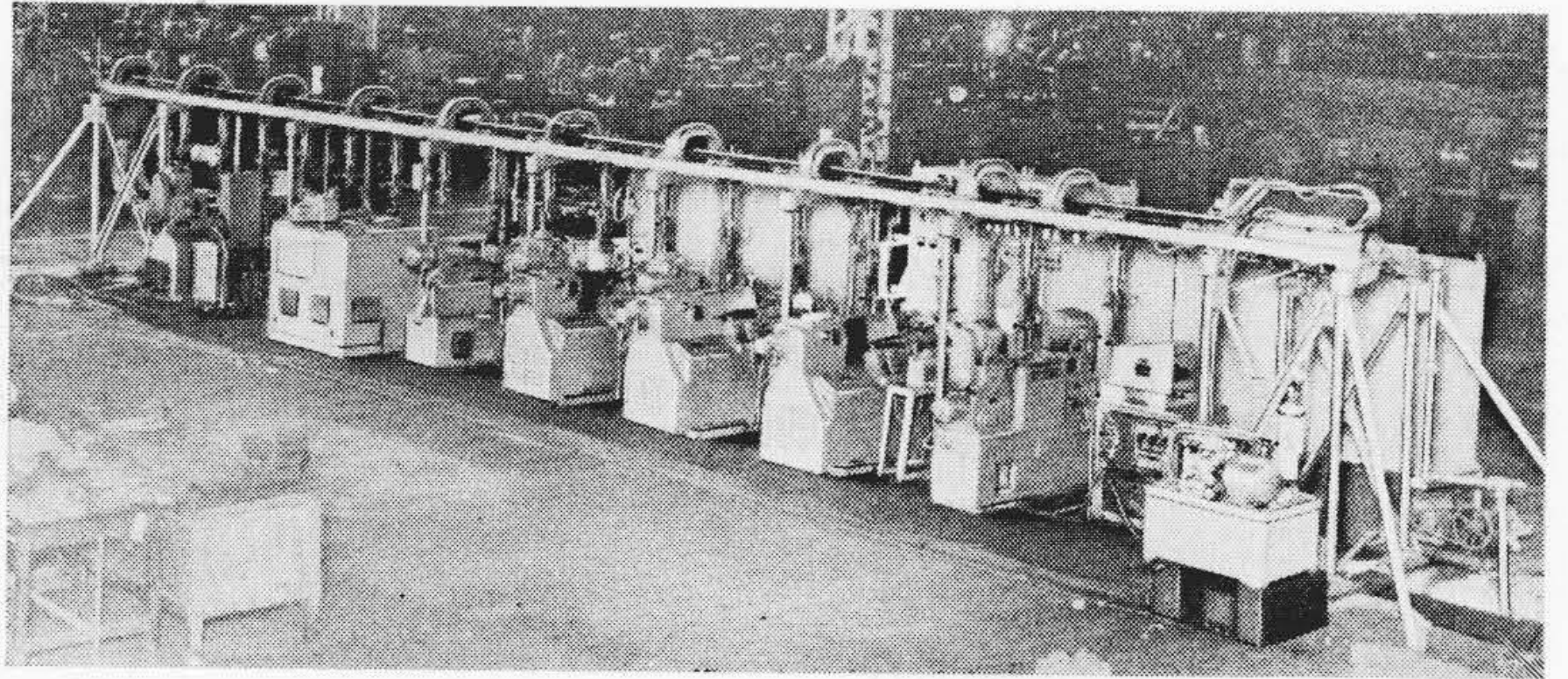
第1表より考察して、シャフト用トランスファ・マシンは自動盤よりすぐれていることが明らかである。外国の例よりしても流れ生産ラインは特殊の自動盤からトランスファ・マシンに置き換えられつつある。

第1表 シャフト用トランスファ・マシンと自動盤との比較

No.	シャフト用トランスファ・マシン	自動盤
1	両センタ加工のため加工精度がきわめてよい。	両センタ加工ができない。
2	ターニング加工はもちろんのこと、ミリング加工、研削加工、プレス圧入作業などいかなる作業もでき、加工工程に限度がない。 融通性が大きい。	ターニング加工を主目的としている。 加工工程に限度がある融通性が少ない。
3	ある工程で工具の交換、修理などの場合でもほかの工程では全力稼働できるような構造としうるので稼働率が高い。	ある工程で工具の交換、修理などの場合は全部の機械を停止させなくてはならない。
4	各工程のユニット・マシンは構造簡単な単純工作機械であるから、精度を出すための調整、保守が容易である。	相当に複雑な構造であるため、精度を出すための調整、保守がむづかしい。
5	各工程のユニット・マシンは小型であるため、流れライン上に都合よく配置できる。	相当に大型のかさばつたものとなり、流れラインの相当の部分を占有してしまう。
6	同一工程数で比較すると据付面積は大きくなる。	少ない。
7	現有設備を改造し、加工品取扱装置を付加することによつて構成可能である。	困難である。



第1図 インライン型シャフト用トランスファ・マシンの構成



第2図 FC型シャフト用トランスファ・マシンの外観

3.3 シャフト用トランスファ・マシンの種類、構成、制御方式および特長

シャフト用トランスファ・マシンとしては次の二型式に大別することができる。

- (1) インライン・ユニット・システムを採用したシャフト用トランスファ・マシン
- (2) インデペンデント・ユニット・システムを採用したシャフト用トランスファ・マシン

上記(1)(2)は構成および制御方式はまったく根本的に異なつたシステムに属している。

3.3.1 インライン型シャフト用トランスファ・マシンについて

インライン型シャフト用トランスファ・マシンは従来のO・C・Mとまったく同じの、インライン・ユニット・システムであり、この方式では多くのユニット・マシンから構成されるステーションで加工しているワークはすべていつせいに同時にトランスファされる。そのためにすべてのワークは一番加工タクトのおそいマシン・サイクルの完了を待ち合せてからいつせいに次のステーションに進む。そのためにあるステーションの工具の交換、修理調整の場合は全ステーションがいつせいに停止することになる。本機ではユニット・マシン間を連結するのはいつせいに同期運動を行う自動取付、取外し装置のみで、バンクを設ける必要がないので構造は簡単になる。

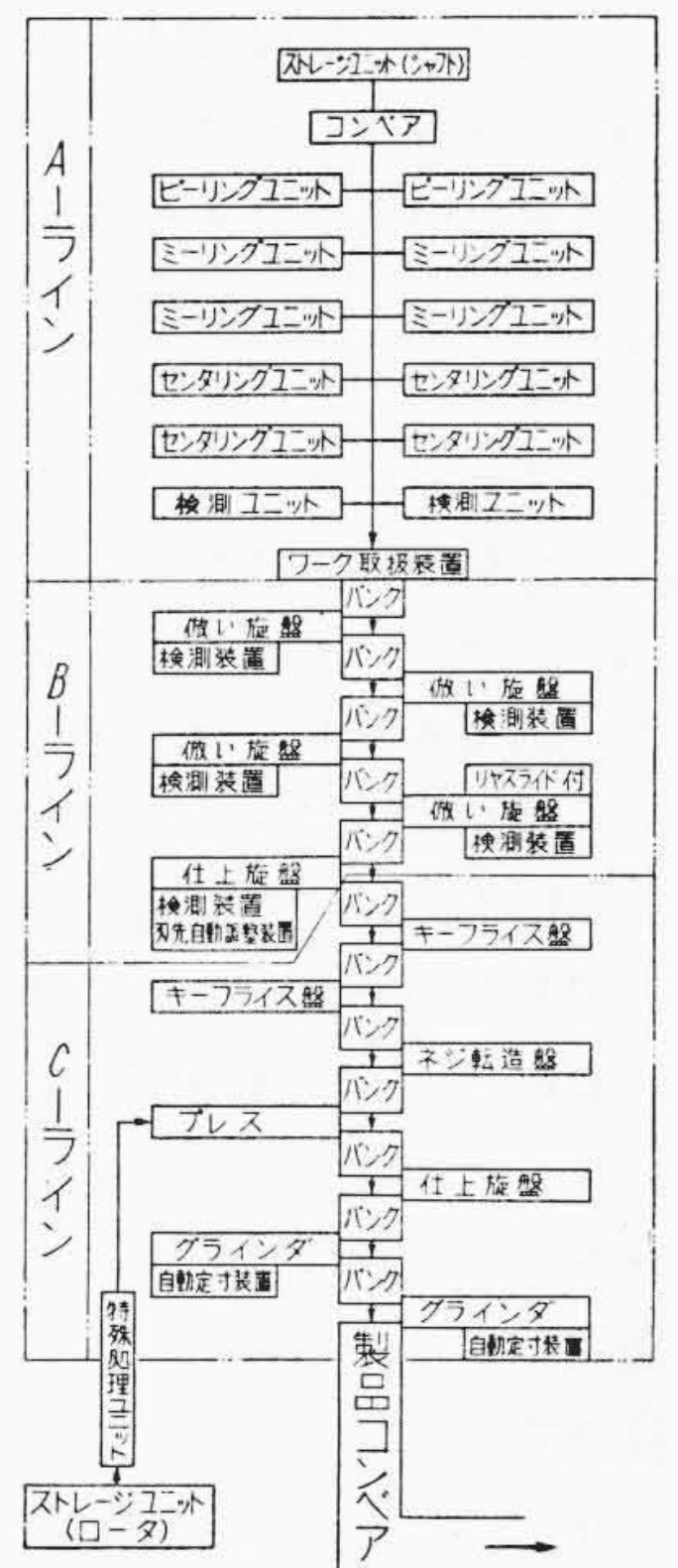
インライン型シャフト用トランスファ・マシンの構成の一例を第1図に示し、その外観を第2図に示す。

3.3.2 インデペンデント・ユニット型シャフト用トランスファ・マシンについて

上記シャフト用トランスファ・マシンはインライン・ユニット・システムを採用したライン・セクションとインデペンデント・ユニット・システムを採用したライン、セクションの結合も考えられ、典型的な全自動流れ生産ラインとすることができる。(3.3.1)に述べたように、ライン中に含まれているユニット・マシンの最もおそいマシン・サイクルの完了を待ち合わせる必要なく、それぞれのユニット・マシンは最大能力を発揮できるように構成することができる。そのためにインデペンデント・ラインの各ユニット・マシンはそれぞれ自動取付・取外し装置を設け、その間にバンクを兼用したシュートを配して相互に連結している。

インデペンデント・ユニット型シャフト用トランスファ・マシンの構成の一例を第3図に示す。

図中におけるBおよびCラインの各ユニット・マシンは加工品取扱装置を含めてそれぞれ単独にユニット・パネルを設け、まったく独立した自動機械とみなすことができ、それぞれ別個に定められた切削速度と自動取付、取外し速度で、ほかのユニット・マシンのマシン・サイクルとは無関係に切削サイクルを続けるが、次工程のバ



第3図 インデペンデント・ユニット型シャフト用トランスファ・マシンの構成

ンクが満員になった場合はただちに満員シグナルを送り、本工程のバンクからワークの供給を停止してしまうから、そのユニット・マシンは加工すべきワークが機械上になくなるまで切削を続けたのち停止することになる。

またバンクが空となり、加工すべきワークがなくなつた場合は、そのユニット・マシンは加工すべきワークがないことを検出してマシン・サイクルを停止する。ただし自動取付、取外し装置はいつも運転を継続している。

すなわち自動取付、取外し装置、ユニット・マシン、検測装置およびバンクの動作は次のように制御することができる。

- a. 自動取付、取外し装置はバンクが空または満員に無関係に、ユニット・マシンとバンクの間を往復運動しながら一定のサイクルを繰り返す、バンクからワークが供給されればそれをつかんでマシン上に搬送し、取外し、取付動作を行う。ワークがない場合は空運転を行う。
- b. ワークの供給、休止は相隣れる工程のバンク相互のコントロール装置間だけで処理され、次工程のバンクが満員になれば本工程のバンクからワークを自動取付、取外し装置への供給を休止する。バンクが空になつた場合はなんらの操作も行う必要はない。
- c. ユニット・マシンは自身で切削すべきワークの有無を検出し、ワークが有ればマシン・サイクルを行い、ついで自動検測装置を設けたステーションでは検測サイクルを行つて切削加工の良否を判定する。ワークのない場合はマシン・サイクル、検測サイクルを行わずにサイクル完了の模擬信号を出す。

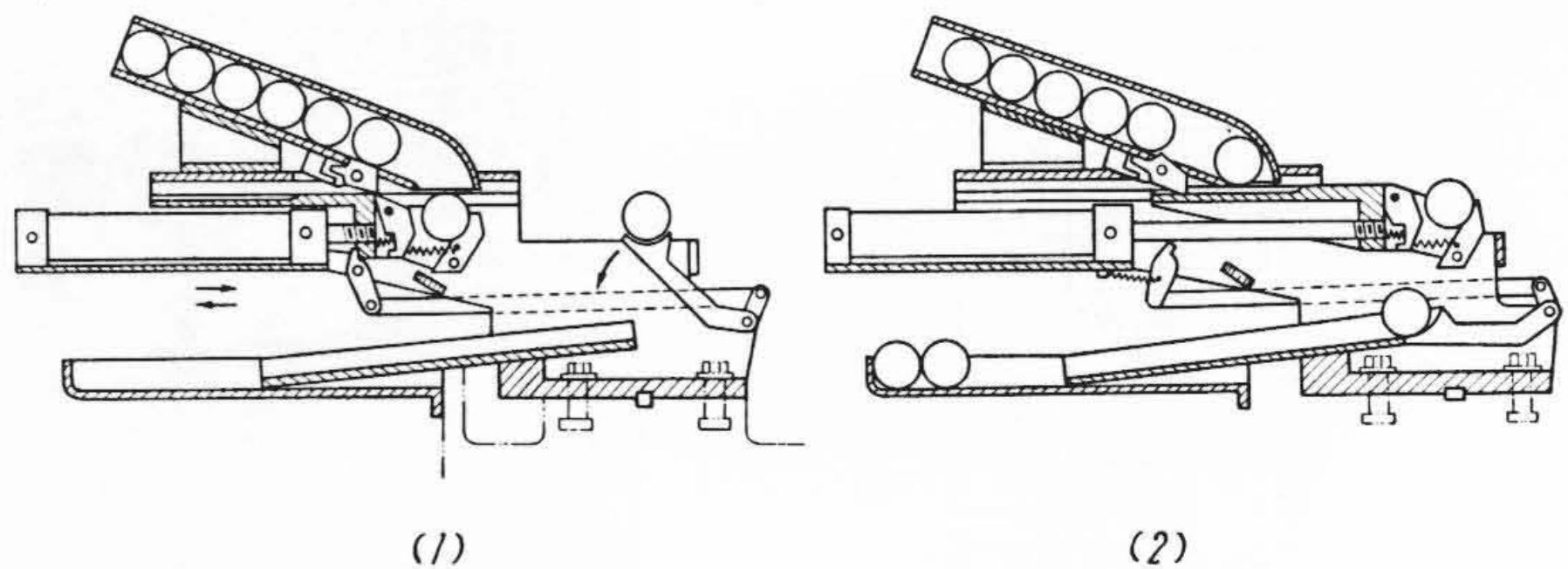
マシン・サイクルの開始は自動取付、取外し装置がユニット・マシン上で既加工品を取外し、未加工品を置いて上昇した時から始まる。

以上、シャフト用トランスファ・マシンについて概説したので次に少しく細部にわたり具体的に述べる。

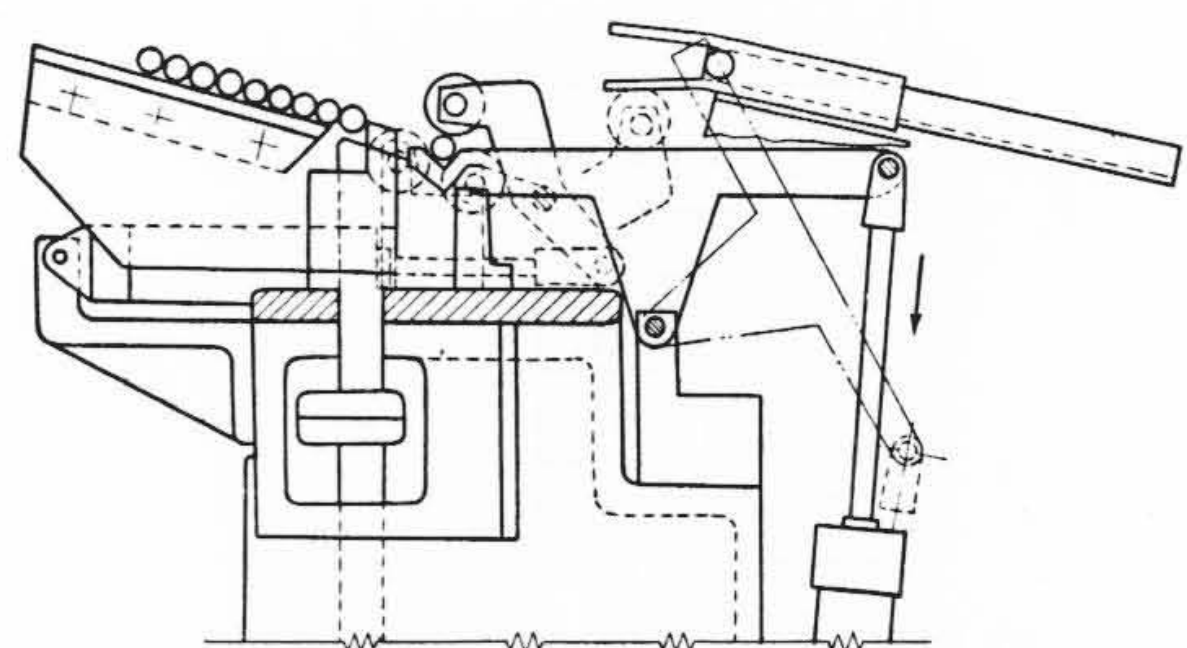
3.4 ワークの自動取付、取外し装置について

ワークの自動取付、取外し装置には、コンベヤ、シュート、自動取付、取外し装置、バンク、ワーク分配装置、旋回装置などがあり、ワークの形状と取扱操作によつて独創的かつ精巧な構造のものが使用される。

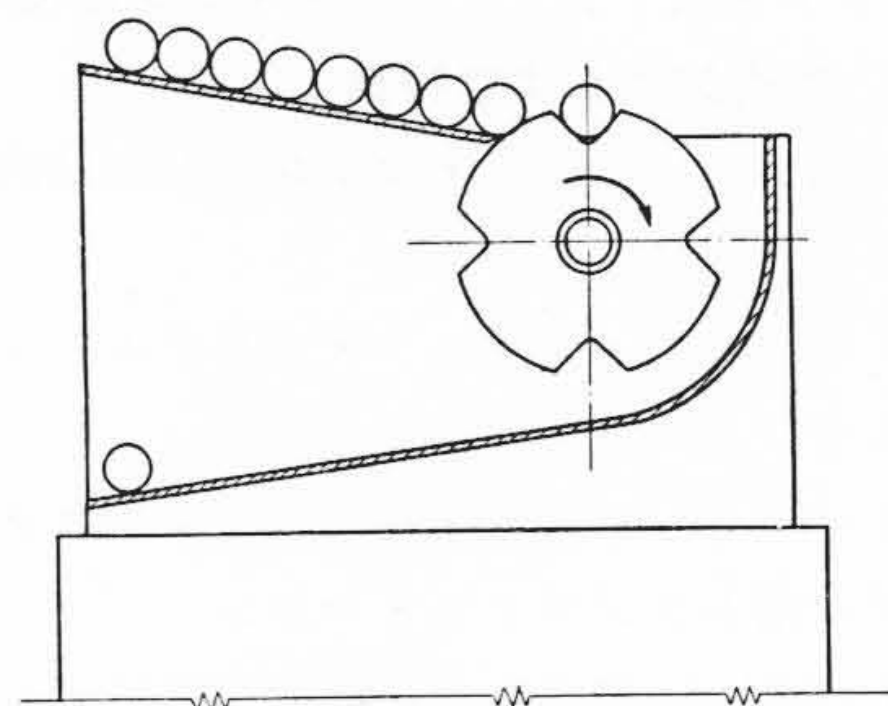
外国でも高度に自動化されたオートメーション工場のトランスファ・ラインに使用されているこの種の装置についてはほとんど詳細はまだ知らされていない。なぜならばワークの自動取扱装置は将来の機械工場自動化にますます重要な役割りを果たすものとなるからであろう。



第4図 サポートによる突出方式



第5図 サポート回転方式



第6図 回転ドラム・インデックス方式

3.5 シャフト材の自動取付、取外し装置について

シャフト材を機械に取付け、取外しを行う自動装置の種類は多種多様あるが大別して

- (A) サポートによる突出方式
- (B) サポート回転方式
- (C) 回転ドラム・インデックス方式
- (D) マニピュレータ上下運動による方式
- (E) マニピュレータ旋回インデックス方式
- (F) バー・フィーダによる方式

以上6種類が考えられる。

(A) サポートによる突出方式

サポートによる突出方式の一例は第4図に示す。

シャフト材はシュートの中に貯えられ、サポートは一個ずつワークをもつて機械の中心まで突き出す。この前に加工品は取外し腕によつて取外される。

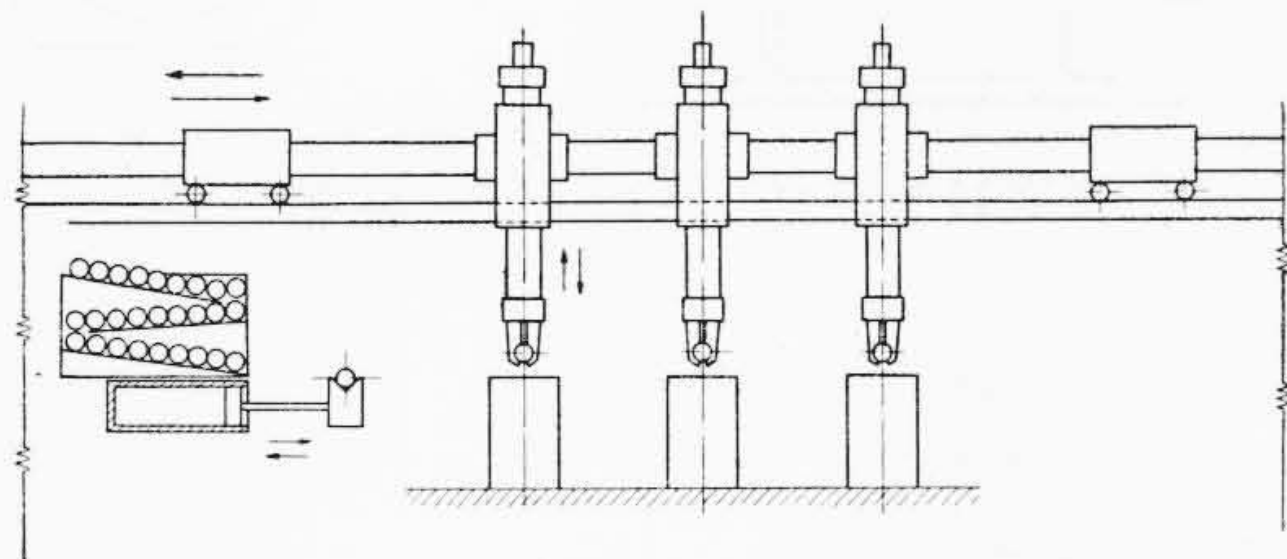
(B) サポート回転方式

サポート回転方式の一例は第5図に示す。

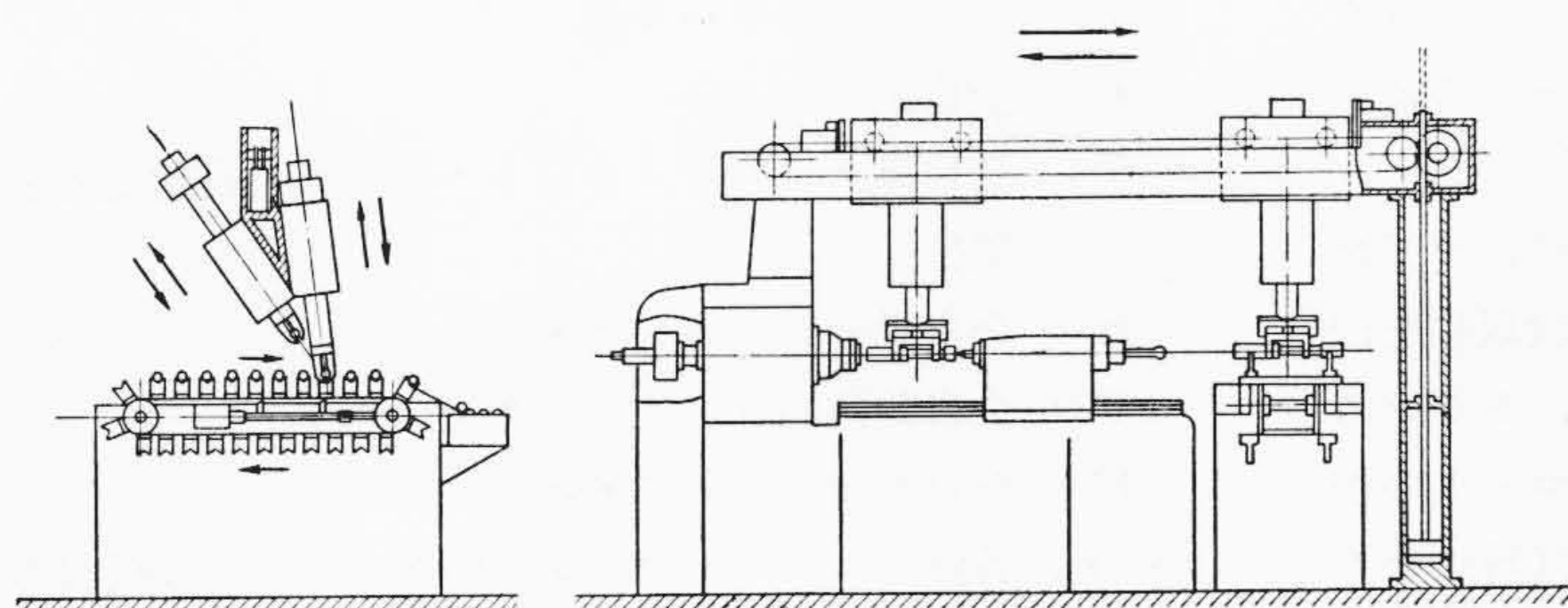
(C) 回転ドラム・インデックス方式

回転ドラム・インデックス方式の一例は第6図に示す。

(D) マニュプレータ上下運動による方式



第7図 マニュプレータ上下運動による方式
(1本のもの)



第8図 マニュプレータ上下運動による方式
(2本のもの)

マニュプレータ上下運動による方式は第7図および第8図に示す。

第7図のものは1本のマニュプレータによつてシャフト材を取り扱う場合であり、第8図は2本のマニュプレータによつて行う場合である。

インライン型シャフト用トランスファ・マシンは1本のマニュプレータを使用して、取付、取外しおよび加工品のトランスファを行つている。

ユニット・システム型シャフト用トランスファ・マシンは2本のマニュプレータを使用して、取付、取外し作業を行うことができる。上記両型の自動取付、取外し装置の動作を分析した動作分析表を第2表(1)、(2)に示す。

図によつて明らかなように、インライン型の方が作業タクトが長くなる。

(E) マニュプレータ旋回インデックス方式

マニュプレータ旋回インデックス方式は第9図および第10図に示す。

(F) バー・フィーダによる方式は従来から自動盤などに使用されている方式で自動取付、取外し装置とは厳密にはいえないがこれに類したものである。

3.6 ワーク貯蔵装置(バンク)について

インデペンデント・ユニット・システムのトランスファ・マシンを継続して働かしておくために必要なバン

第2表 動作分析表

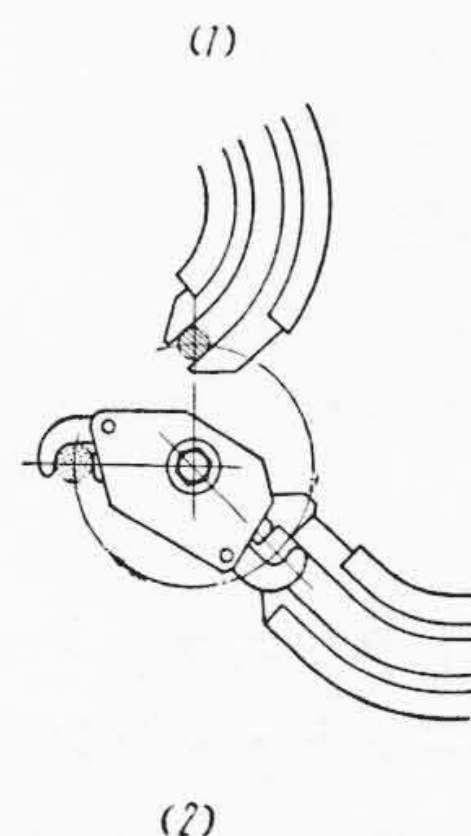
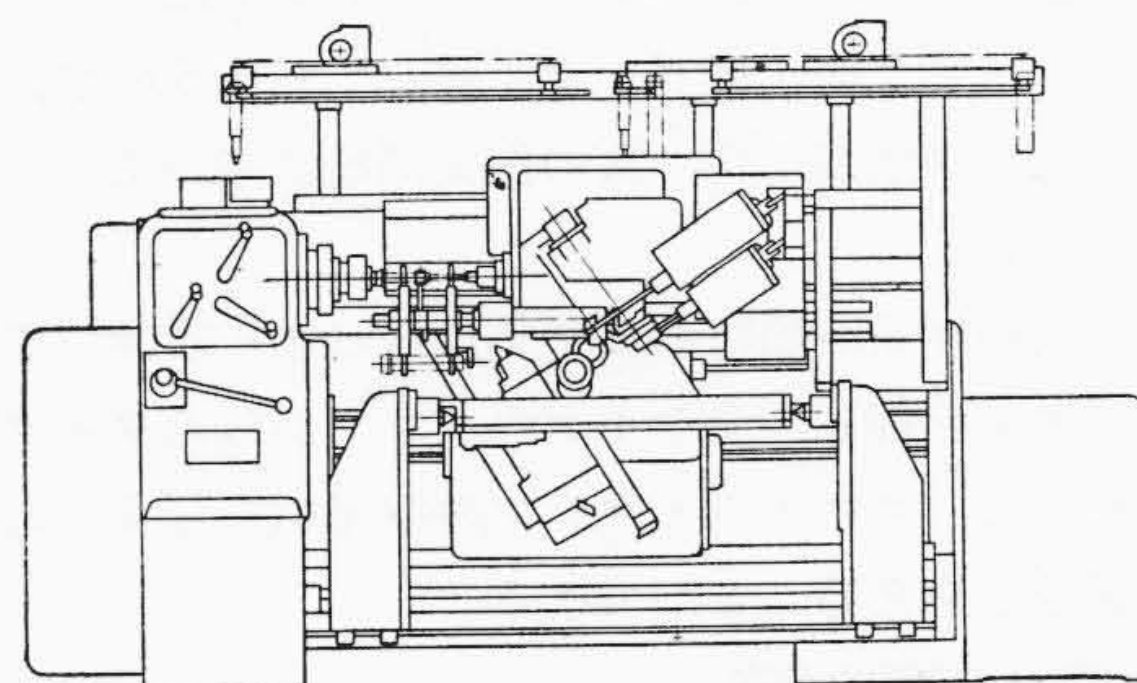
(1) FC型 要素動作		(2) SRM型 要素動作	
取外し サイクル	下 降	取外し 機械上	下 降
	チェック側へ 横移動	ホ 閉じ ワーク掴む	上 昇
	ホ 開き ワーク放す	取付け 機械上	下 降
	チェックルーズ T.S. ルーズ	ホ 開き ワーク放す	上 昇
	T.S. 後退	トランスファー 後退	T.S. 前進
取付け サイクル	横移動戻り	下 降	チェッククランプ T.S. クランプ
	上 昇	ホ 閉じ ワーク掴む	上 昇
	トランスファー 前進	下 降	ホ 開き ワーク放す
	下 降	上 昇	横移動戻り
	チェック内へワーク挿入の ため横移動	トランスファー 前進	上 昇
マシン サイクル	T.S. 前進	機 械 上	待 期
	チェッククランプ T.S. クランプ		
マシン サイクル	ホ 開き ワーク放す		
	横移動戻り		
マシン サイクル	上 昇		
	トランスファー 後退		
マシン サイクル		マシン サイクル	
待 期		待 期	

註

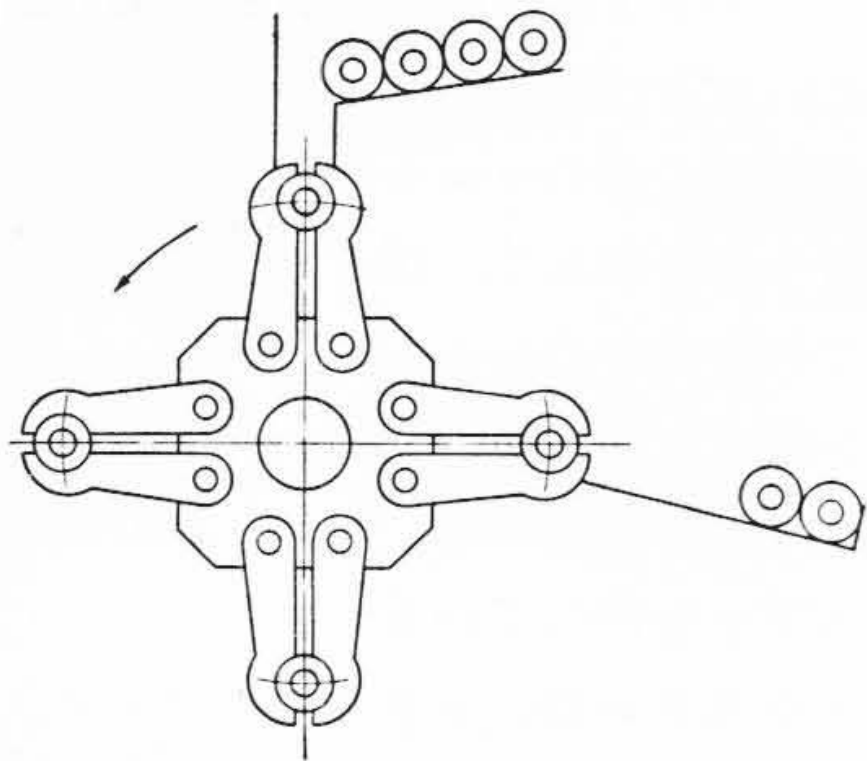
内はFC型にのみある動作を示す

内はFC型SRM型両方の共通動作を示す

内は自動取付、取外し装置に含まれない動作でユニットマシンの動作を示す



第9図 マニュプレータ旋回方式



第10図 マニピレータ旋回方式

クは次のような特長をもつことができる。

(A) 多種多様のユニット・マシン間では、加工タクトがある程度相違しているので、この間のワークの流れをスムーズにする。

(B) ワークの種類を変える段取替の場合に、ラインの起点の方から順次に新しいロットに対して段取替を行って加工を始めてくることができる。この間、トランスファ・マシンの後尾の方では引き続いて前のロットの加工を行っているから、種類の異なるワークが同時にライン上で加工され得る。このようにして、段取替のために全ラインを停止する必要なくきわめて高能率となしうる。

(C) いずれかのユニット・マシンが工具の交換または故障などのため一時停止しても、ほかのユニットはなんら影響がなく作業を継続しうるので稼働率を高めうる。

(D) 作業終了時にはユニット・マシン上にあるすべてのワークは加工完了後バンクに移してしまうので、マシン上にワークが残らず、次の作業開始に当ってトラブルが起らない。

(E) 朝の作業開始時には中央操作パネルにおいて材料休止ボタンを押し、全ラインのバンクからのワーク供給を休止して、ユニット・マシンの空運転を行うことによつて調子を整えることができる。

3.7 ワーク旋回装置

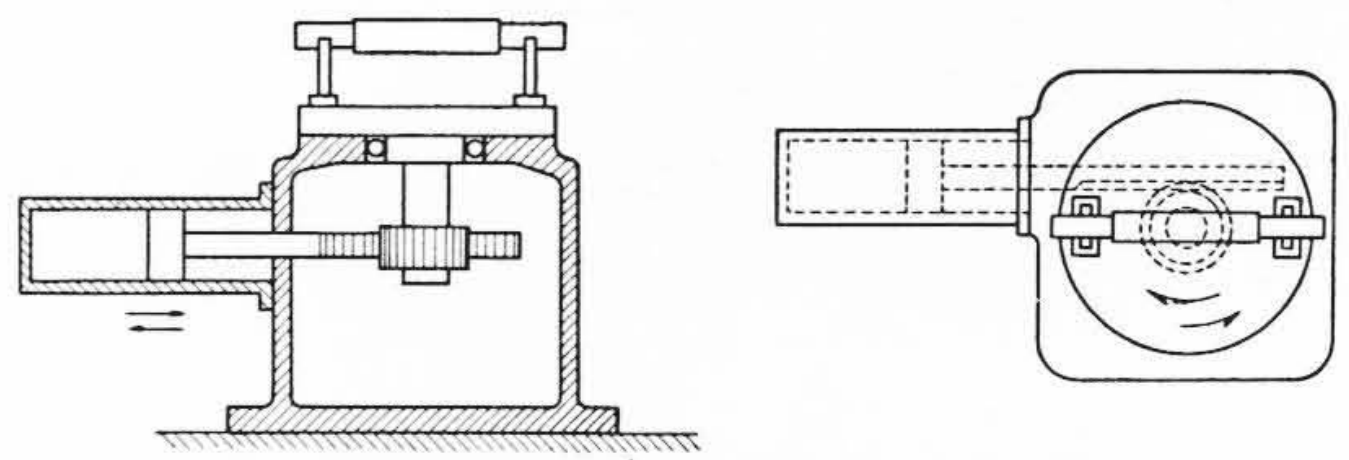
ワークの軸方向を変換する装置で、いわゆるトンボする時に使用する。一例を第11図に示す。

3.8 ワーク移送装置

ワークの移送装置にはコンベヤ、シュートなどを使用しているが型式はケース・バイ・ケースで多種多様である。

4. シャフト用トランスファ・マシンに使用する各種ユニット・マシンについて

シャフト用トランスファ・マシンに使用する各種ユニット・マシンはそれ自身完全な全自動専用工作機械であ



第11図 ワーク旋回装置

り、次のような種類がある。

- (1) 全自動倣旋盤（リヤースライド付）
- (2) 全自動仕上旋盤
- (3) 全自動多刃旋盤
- (4) 全自動キーフライス盤
- (5) 全自動ネジロール盤
- (6) 全自動プレス
- (7) 全自動プランジ・カット・研削盤（自動定寸装置付）
- (8) 全自動センタリング・ユニット
- (9) 全自動端面加工ミリング・ユニット
- (10) 全自動ピーリング・ユニット

以上、各種ユニット・マシンの構造については紙面の関係上割愛する。このような全自動ユニット・マシンと自動加工品取扱装置とを組合せ、シャフト用トランスファ・マシンが構成される。

5. 現有設備のシャフト用トランスファ・マシン化について

日立製作所で製作するシャフトマシンのワークの自動取付、取外し装置は機械と全然別個に単独でも使用できる構造となつているので、現有設備機械を改造して自動化し、加工品自動取扱装置を付加すれば、簡単なシャフト用トランスファ・マシンを造ることができ、機械工場の自動化ができる。

6. 結 言

日立製作所のトランスファ・マシンは工作機械部門と電気制御器部門の密接な協力により完成した自動機械であり、今後ますます需要が増大するものと思う。将来は工場のオートメーション化のため、流れ生産ライン用のトランスファ・マシンは加工品の貯蔵装置を設けたシャフト用トランスファ・マシンに類似した形態となり、さらにテープ制御方式などを併用することによつて、トランスファ・マシンの生産性を一段と高めることができると考えられる。

終りにのぞみ日立シャフトマシンの製作に多大の御指導を賜わつた日立製作所多賀工場および亀戸工場の関係各位に深甚の謝意を表す次第である。