

インデペンデント・ユニット・システムによる SRM 形シャフト・マシンについて

Type SRM Shaft Machine Organized by Independent Unit System

川 船 和 儀*
Kazuyoshi Kawafune

内 容 梗 概

インデペンデント・ユニット・システムを採用することが、ステーション数の多いトランスファ・マシンの構成上理想的であるということはすでに理論的に認められているが、本稿においてはこの形体を具体化した第1号機である小形汎用電動機ロータ・シャフト加工用 SRM 形シャフト・マシンの概要を紹介する。本機は 21 ステーション、全長：約 25 m、総重量：約 55 t の大規模なシャフト生産用トランスファ・ラインで、このように多種類のユニット・マシンを組込んだものとしては、わが国はもとより、欧米における文献にも見当たらないようである。

1. 緒 言

日本においてもトランスファ・マシンは生産のオートメーション化の一環としての役割を果たしつつ、目ざましい発展をしている。

トランスファ・マシンの発展の過程をたどって見ると、最初は多数のステーションを含むトランスファ・マシンを全ラインを通じてトランスファ、インデックス、機械加工サイクルと同種類の動作を整理統一していっせいに同時起動させるように制御する方式、いわゆるインライン・トランスファ・システムを採用していたのであるが、次のような不利な点が内在するため稼働率が低いことが明らかになった。

(1) トランスファ・マシン中のいずれかのステーションにおける消耗工具の交換、故障の修理のために全ラインを停止せざるを得ない。しかも工具の寿命は全ステーションが同時につくことはありえないので、次々と工具の交換時期がくるのでそのつど全ラインの稼働を停止させねばならない。

(2) 全ラインをまとめて制御している大形のパネルと、膨大な電気系統に含まれている機器はきわめて多数のために、電気故障箇所の発見がやっかいでありかつ時間がかかり、この間全ラインを停止させねばならない。

上記のような宿命的欠点を除去するために努力した結果、1 台のトランスファ・マシン中に含まれる多数の加工ステーションを適当数ごとに分割して、いくつかの加工グループに編成替えを行い、グループとグループの間にワーク貯蔵装置（バンク）を設けて相互に連結した。また大形のパネルも分割して小形のものとし、各グループごとに制御するようになった。これがいわゆるセクショナル・インライン・トランスファ・システムである。

* 日立製作所川崎工場

このタイプの設計とすることによって、工具交換のための非生産時間は該当するグループのみにとどめることができ、かつ制御パネルも小形のものとなり、電気系統中に含まれる機器の数も少なくなるので故障の発見も容易となり、稼働率の向上と管理の面で有利となった。

さらに次の段階としてトランスファ・マシンの各ステーションを独立させ、同時にパネルも 1 ステーションのみ制御する単独パネルとした。これで各ステーションは完全に独立して自主的に稼働することができる。各ステーション間にはバンクを設けてワークの流れをスムーズにするようにした。この場合は工具の交換の際は該当する 1 ステーションのみ停止するだけで、ほかの全ユニットは稼働を続けることができる。また電気系統もきわめて簡単になり、稼働率の向上と保守管理の容易さは理論的には最大限に達成したことになる。この形式がいわゆるインデペンデント・ユニット・システムであり、現在最も進歩したトランスファ・マシンの形態であるといえることができる。

しかしながら日本における現状としてはいわゆるトランスファ・マシンの代表的形式であるインライン・トランスファ・システムのものが構造の簡単さと、価格的な面の制約のため需要の大部分を占めている。日立製作所においてはすでにこの形のトランスファ・マシンを三十数台、シャフト・マシンを 3 台製作し日本における最大の実績を有している。

本稿において述べるインデペンデント・ユニット・システムを採用したシャフト・マシンは過去のこれらの経験に基づいて設計製作した第1号機であり、わが国における最初のものである。欧米の文献を見てもこのような各種各様の全自動工作機械を含む大規模なシャフト・マシンは紹介されていない。George Fisher 社の Information, No. 3 (1958, December) を見ると “The Renaissance of the Machine Tool” としてならい旋盤をユニ

第1表 インライン・トランスファ・システムに属するトランスファマシンのシーケンス制御プログラム

ユニット	運動	シーケンス ノサイクル	次サイクル
トランスファ・ロード	前進 後退 停止		
ワーク クランプ装置	クランプ リリース 現状維持		
フィード・ユニット (1)	後退端停止 クランプ・ロード オフ・切削送り オフ・切削送り 前進端・エール クランプ・リターン		
切削ユニット (1)	回転 停止		
フィード・ユニット (2)	後退端停止 クランプ・ロード オフ・切削送り クランプ・リターン		
切削ユニット (2)	回転 停止		
---	---		
---	---		
フィード・ユニット (3)	後退端停止 クランプ・ロード オフ・切削送り クランプ・リターン		
切削ユニット (3)	回転 停止		
	運動分類	(a) トランスファ・ロード 前進	(b) ワーク クランプ (c) 切削加工 トランスファ・ロード後退 (d) ワーク リリース

第2表 インデペンデント方式における制御方式概略説明図

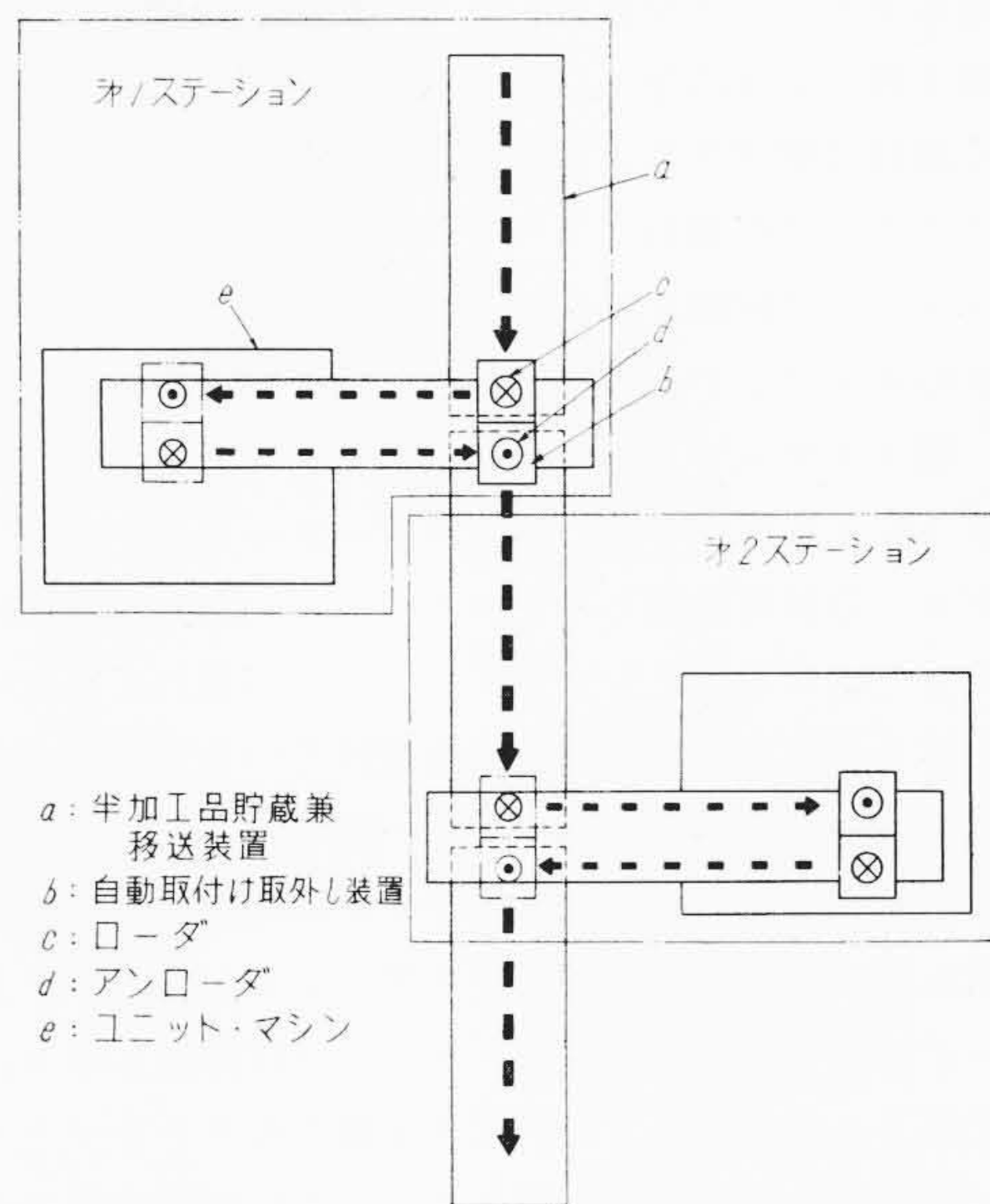
ユニット	運動 または状態	ユニット制御線図
オ/ステーション	半加工品貯蔵兼移送装置 ワーク供給休止ゲート	
ユニット・マシン	マシン・サイクル 休止	
オ/ステーション	半加工品貯蔵兼移送装置 ワーク供給休止ゲート	
ユニット・マシン	マシン・サイクル 休止	

ット・マシンとする3ステーションの自動車のメイン・トランスミッション・シャフトを加工する2setのインデペンデント方式のトランスファ・マシンが紹介されている。

2. トランスファ・マシンにおけるインライン方式とインデペンデント方式の比較

2.1 インライン・トランスファ方式トランスファ・マシンの制御方式

従来のインライン形トランスファ・マシンの electro-hydro-mechanical の制御方式は全ラインを通じてシーケンス制御である。すなわちトランスファ・マシンを構成している各種各様のユニットの運動機能を縦に分類して、同種類の運動はいっせいに同時起動させ、最も経過時間の長い運動の終了するまで待ち合わせてから、次に動作するようプログラミングされた異なる種類の運動が全ラインいっせいに起動するという順序に制御される。したがってトランスファ・マシンを構成している各ステーションは単なる力の伝達機構としての従属的存在であって、ワークの有無によっておのずからの行動を決めるごとき自主性は持たせてない。以上述べたことを簡単な



第1図 インデペンデント方式シャフトマシンにおけるワークの移動関係図

インライン形トランスファ・マシンについて画いたシーケンス制御のプログラムを第1表に示す。第1表において明らかであるように、運動を分類すると(a), (b), (c), (d)のようになり、同時に起る運動は全ラインを通じて整理されいるてことがわかる。

2.2 インデペンデント・ユニット方式トランスファ・マシンの制御方式

インデペンデント形トランスファ・マシンの制御方式は前述のインライン形の場合とまったく構想を異にしている。

すなわちトランスファ・マシンを構成するユニット・マシンはワーク・ハンドリング装置を含めて、それぞれ完全に独立し、ワークの有無によっておのずからの行動を決めうる判断力をもった全自動工作機械である。また前項で述べたように、インライン形トランスファ・マシンの場合はワークは有っても無くても無関係にあらかじめ組まれたプログラムに従って運動した。これに比べてこの形式のトランスファ・マシンは各ステーションのユニット・マシンがまったく自由にほかに拘束されることなく、それぞれの持つ能力の最大限を発揮して稼動するので一見したところ無秩序のような観を呈しているが、相互に有機的関連をワーク自体によって保たせる。ワークをコンダクタとしていかに制御しているかを第1図および第2表に示す。

説明を簡略化するため第1図に示すように2ステーションのトランスファ・マシンの場合を考える。いま最初に機械を全部停止させて第1ステーションのバンクが満員

になるまでワークを装入してから機械を起動したとすると第2表のようになる。第1ステーションは稼動するとすぐ満員は解消され、空であった第2ステーションのバンクにワークが流れてワークありの状態となりユニット・マシンは稼動を始める。仮に第2ステーションのバンクのキャパシティが小さいとすると間もなく満員となり、第1ステーションに信号を送ってワーク供給・休止ゲートをとじてワークの第1ステーションのユニット・マシンへの供給を断ちユニット・マシンを停止させる。したがって第2ステーションにはワークが流れてこない。一方第2ステーションは稼動を続けているので間もなく満員が解消するから、第1ステーションに信号を送り第1ステーションのユニット・マシンにワークを供給させ稼動を始める。かくして第1ステーションのバンク上にワークは無くなり、ユニット・マシンは休止となる。続いて第2ステーションのワークも無くなりユニット・マシンは休止となる。第2表よりワークが制御のコンダクタであることがわかる。

2.3 インライン方式とインデペンデント方式の比較

トランスファ・マシンにおけるインライン方式とインデペンデント方式の両者を比較することによって相方の特長を検討すると第3表のとおりになる。

これによっていずれを有利と断定することは、用途によって異論あるところでにわかに結論を下すことはできないが、インデペンデント方式に有利な点が多く、トランスファ・マシンの中で一番進歩したものであり、たくみに標準化したコンベア、シュート、エレベータおよび自動取付け、取はずし装置などの使用により最も生産性の高い機械となしうるものであり、この形式の発展は今後大いに期待される。

3. SRM 形シャフト・マシンの構成

3.1 全体配置について

全体配置は第2図、外観は第3図に示す。

3.2 Aラインの構造について

3.2.1 Aラインの構成ユニット

Aラインは次のユニットから構成される。

(1) 黒皮棒材貯蔵用ストレージ・ユニット	1
(2) 素材供給チェン・コンベア	1
(3) 両端外径ピーリング・ユニット	2
(4) 端面荒削および仕上削用ミリング・ユニット	4
(5) センタ保護皿削りユニット	2
(6) センタリング・ユニット	2
(7) 自動取付け・取外し装置	1
(8) 調節可能クランプ・バイス	5
(9) クーラント装置	1

第3表 トランスファ・マシンにおけるインライン・トランスファ方式とインデペンデント・ユニット方式の比較

No.	インデペンデント方式	インライン方式
1	工具の交換の場合該当ユニットを停止するのみで、ほかユニットは稼動を続けるため稼動率は最高である	工具の交換には全ラインを停止するため、稼動率は低下する
2	制御パネルは1-ステーションごとの専用となっているため電気事故箇所の発見は容易であり、対策時間が少ないため稼動率は高い	制御パネルは全ステーション共通となっているため、回路中に含まれる機器が多く電気事故箇所の発見がやっかいであり対策時間が長くなり稼動率を低くする
3	ライン中のいずれのステーションにおいても、ワークの装入取り出しは自由である。したがってほかのShopで加工した半加工品を適当なステーションから装入してのち加工を行いうる	不可能である
4	全ラインが自動運転を行っている際、あるステーションを単独運転に切換えて手動操作により、工具の交換、故障修理ができる	不可能である
5	全ラインを停止して、必要ステーションのみ自動運転することができるので、機械の使い方に融通性がある。	不可能である
6	ステーション数に制限がない	ステーション数を増すに従って稼動率は低下する
7	色々の違う作業時間の各ユニットマシンをそのまま適用できる	作業時間のバランスが取りにくい
8	検測、フィードバック装置の装備は自由である	検測、フィードバック装置を装備しにくい
9	近寄って管理しやすい	近寄って管理しやすい
10	各ユニット・マシンは独立した全自動機のため、ステーションの順序替えは自由でありモデル・チェンジに対応する融通性は大きい	ステーションの順序替えは可能であるが容易ではない
11	すえ付作業は簡単である、したがってすえ付位置の移動、編成替えは容易である	可能であるが容易ではない
12	同一ステーション数で比較するとすえ付面積が大きくなる	すえ付面積は少ない
13	構造が複雑となる	構造は簡単である
14	操作機器の使用が重複するため価格が高くなる	操作機器は重複しないため価格は安い
15	加工部品の大きさおよび形状に制限される	扱いにくい形状の部品はパレットを使用して処理できる
16	各ユニット・マシン間の振動の影響は全然ない	振動の影響は考えなくてよい
17	連続的に切粉除去を行うことができる	切粉処理がやさしい
18	連続流れ部品加工が可能である	部品の流れが扱いやすい
19	方向変換が可能である	可能である
20	自動取付け、取外しは完全に自由に行うことができる	自動取付け、取外しを行いうる
21	各ステーションに半加工品の貯蔵装置を設けてある	設けてない
22	加工品ない時はユニット・マシンは休止しているため、電力消費は少ない	加工品の有無に関係なく稼動するので電力は節約できない



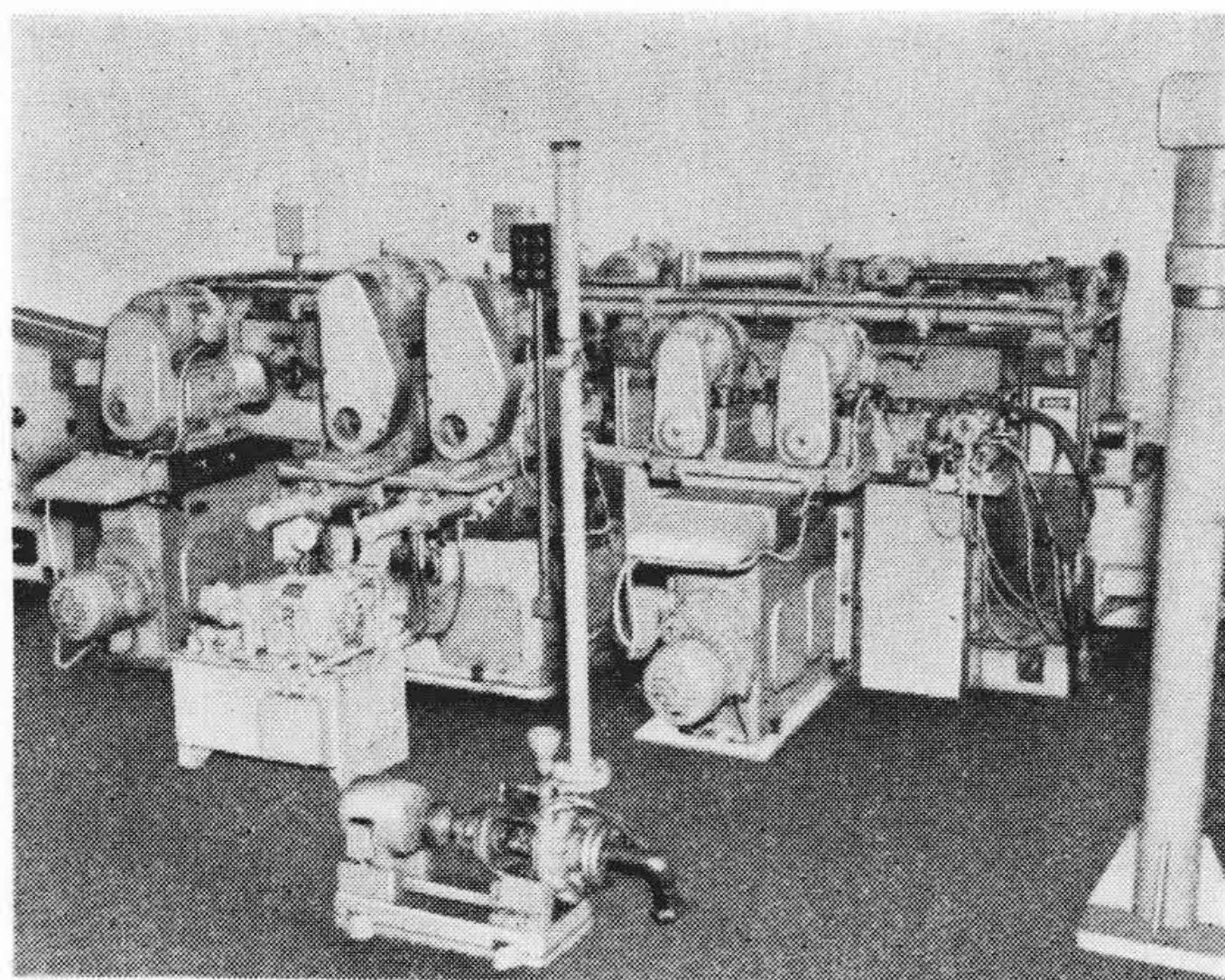
- | | | |
|------|----------|-------|
| (10) | センタ孔検測装置 | 1 set |
| (11) | ワーク転送装置 | 1 |
| (12) | 電気制御パネル | 1 set |

AラインはBおよびCラインと異なり、従来のインライン方式を採用している。ストレージ・ユニット内にコールドソーで切断した黒皮棒材を約100本装入しておき、これから本機の動作をインターロックして動

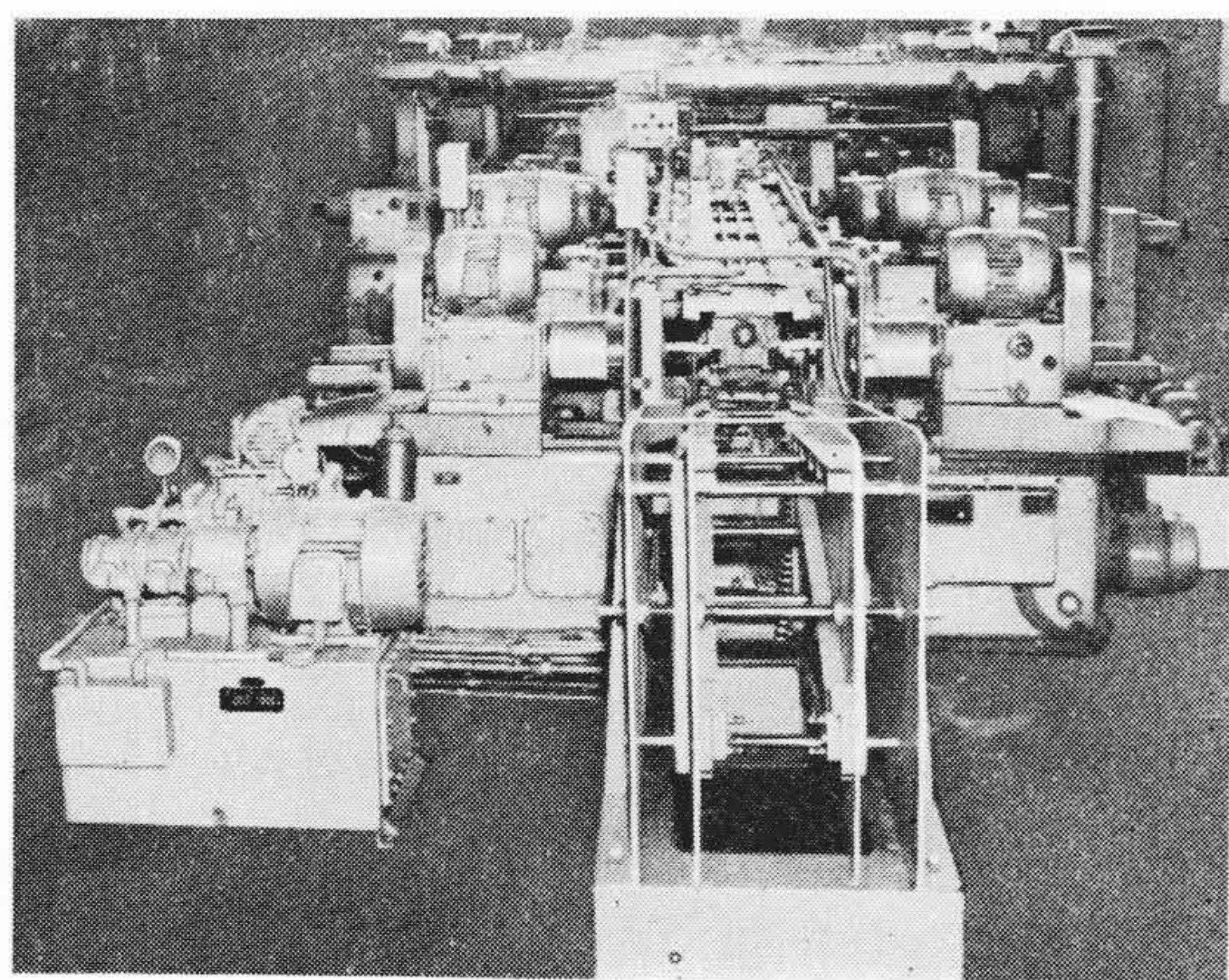
第4表 Aラインにおける自動運転時のシーケンス
・ダイアグラム

ユ ニ ッ ト	運 動	時 間	ノ サイクル	次 サイクル
素材供給子エン・コンベア	回 転 停 止			
自動取付・ 取外し 装置	ワークつかみ ワーク放し 前後進 戻 待 現 状 維 持			
クランプ・バイス (5台)	クランプ リリース 現 状 維 持			
ワーク・リフト (4台)	上 昇 下 降 現 状 維 持			
ピーリングヘッド 主軸	回 転 停 止			
全上用 フィード・ ユニット	後退端停止 クイックアプローチ 切削送り ド エ ル クイックリターン			
ミリングヘッド 主 軸	前 進 後 退 現 状 維 持 回 転 停 止			
全上用 フィード・ ユニット	切 削 送 り 早 戻 定 位 置 停 止			
センタリングヘッド主軸 (2台)	回 転 停 止			
全上用 フィード・ ユニット	後退端停止 クイックアプローチ 切 削 送 り ド エ ル クイックリターン			
センタ孔検測 装置	後退端停止 前 進 検 測 後 退 現 状 維 持			
ワーク転送装置	上 昇 下 降 現 状 維 持			
クーラント・ポンプ	運 転 停 止			
チップ・コンベア	運 転 停 止			
油 圧 ポンプ	運 転 停 止			

註 時間は実際の比率を示していない



第4図 Aラインの構造



第5図 Aラインの構造

くチェン・コンベアによって1本ずつ自動的に本機に供給します。

本機に供給されたワークは自動取付け・取はずし装置によっていっせいにトランスファされ、クランプ・バイスでクランプされたのち各種切削ヘッドによって切削される。自動運転の場合のシーケンス・ダイアグラムを第4表に示す。

3.2.3 Aラインの構造

Aラインの構造を第4図および第5図に示す。ワーク・ハンドリング装置のほかは日立標準ユニットを使用している。

3.3 Bラインの構造について

3.3.1 Bラインの構成ユニット

Bラインは次のものから構成される。

- | | |
|-------------------------|---|
| (1) バンク | 5 |
| (2) 自動取付け・取外し装置 | 5 |
| (3) 全自動荒削用ならい旋盤（検測装置付） | 2 |
| (4) 全自動中仕上用ならい旋盤（検測装置付） | 2 |

第5表 Bライン全自動仕上旋盤ステーションにおける自動運転時のシーケンス・ダイアグラム

ユニット	運 動	時 間	
		1サイクル	1次サイクル
自動取付け・取外装置	アンローダ	下上 現 状 維 持	
	全上用つかみ爪	開閉 現 状 維 持	
	ローダ	下上 現 状 維 持	
	全上用つかみ爪	開閉 現 状 維 持	
	キャリヤ	機械機構 機械機構	
サポート		上下 現 状 維 持	
ワーク位置決め用 プッシュロッド		前後 現 状 維 持	
セレクトタ		上下 現 状 維 持	
ワーク移動状況	未加工ワーク	前工程シュート上 サポート上 位置決めのため移動 ローダつかみ中 機械機構上	ワーク4 ワーク3 ワーク2 ワーク1
	加工済ワーク	機械加工中 検 測 中 アンローダつかみ中 サポート上 位置決めのため移動 後工程シュート上	
主軸チャック		クランプ リリース 現 状 維 持	
チャック内蔵プッシャ		前後 現 状 維 持	
テールストップ センタ		前後 現 状 維 持	
主 軸		回 転 停 止	
ツールスライド		前後 現 状 維 持	
ツールスライド クランプ		クランプ リリース 現 状 維 持	
サドル		切削送り クイックリターン 停 止	
検測装置		前後 検 測 停 止	
・工具刃先自動 調整装置		工具前進調整 後退 現 状 維 持	
工具寿命管理装置		カウン ト 停 止	
油圧タンクユニット		運 転 停 止	
チップコンベア		運 転 停 止	
クーラントポンプ		運 転 停 止	

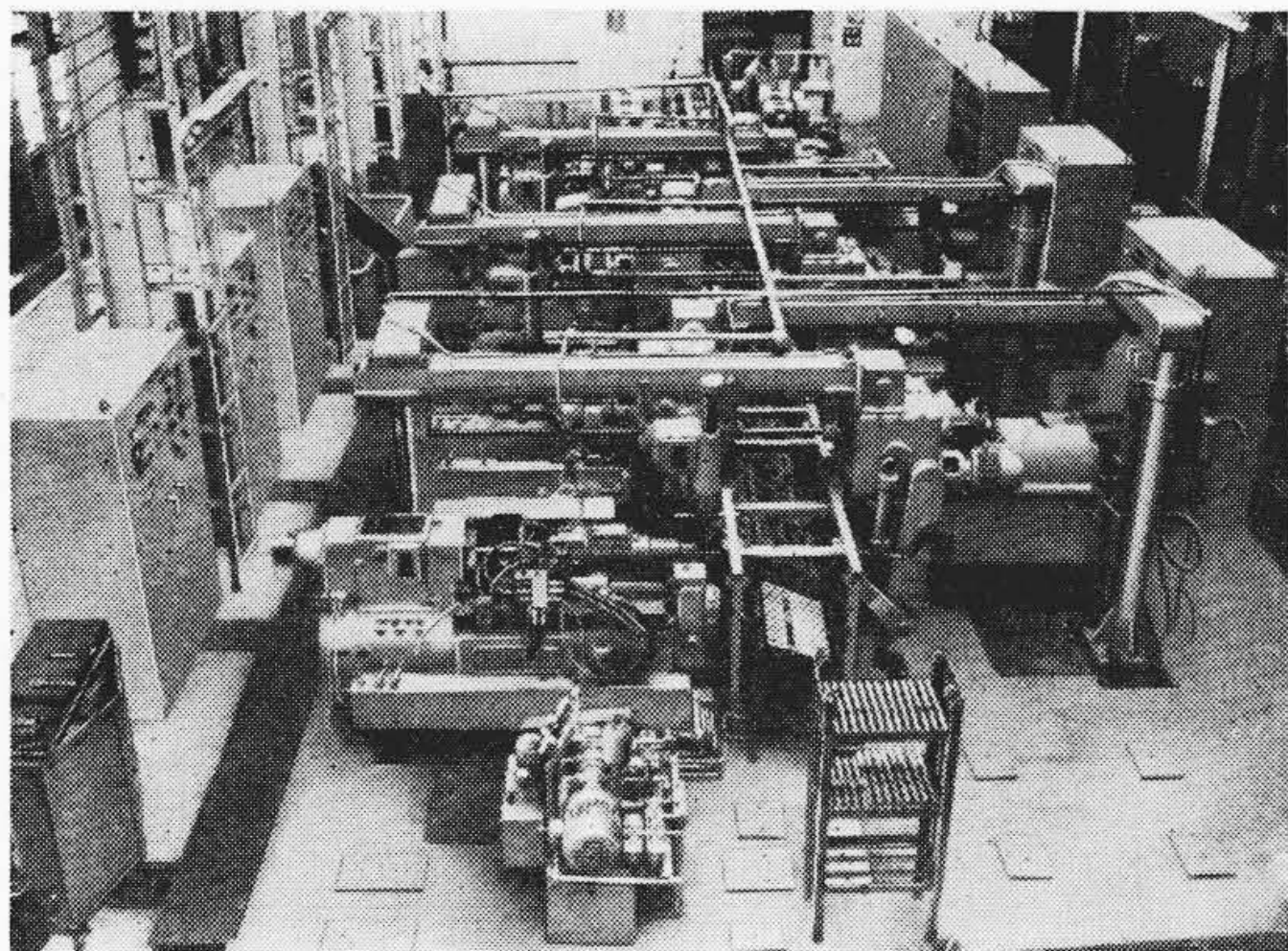
註：時間は実際の比率を示していない

(5) 全自動仕上用旋盤（検測装置，自動刃先調整装置付） 1

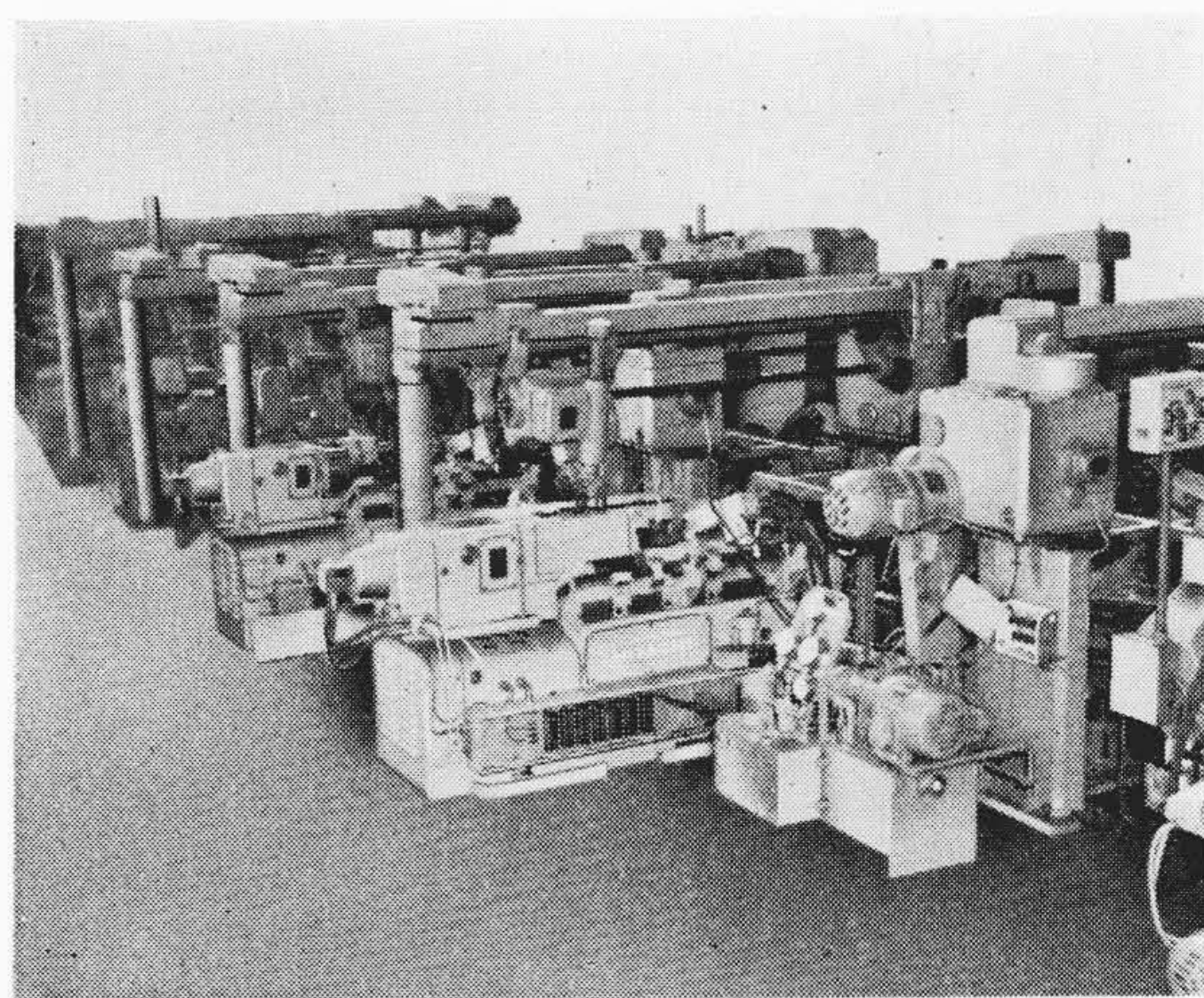
3.3.2 Bラインのユニット・マシンの制御方式

BラインはAラインで素材の両端をピーリングし，両端面を仕上げ，センタ孔を加工したワークが自動的に流れてくる。ワークはまず荒削用ならい旋盤に属するバンクに入り，セレクトタによって1本ずつタクトに合わせて供給され，自動取付け・取外し装置によって機械に搬入される。

機械加工が完了するとただちにアフター・ゲージングによって加工したワークの寸法をチェックし，公差範囲内に加工されていることを確認したのちアンロー



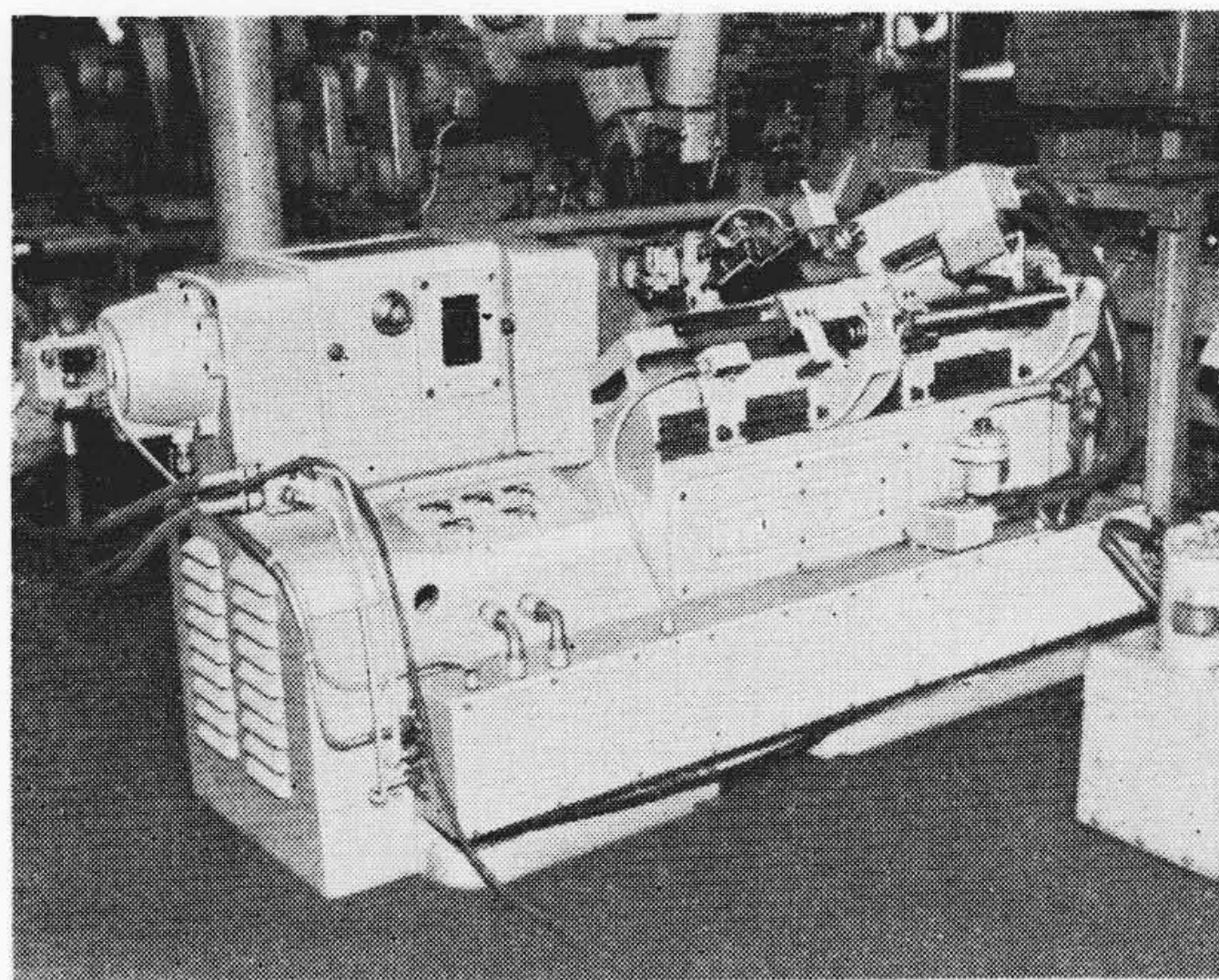
第6図 Bラインの外観



第7図 B, Cラインの外観

ダによって機械上より取去ると同時にローダによって未加工ワークを機械に装入する。搬入されたワークはただちに機械加工され、一方自動取付け・取外し装置はバンク上に横移動して加工済のワークを次工程に流すと同時に未加工ワークを取上げて機械上に横移動して、機械および検測サイクルの終了を待つ。検測サイクルの終了に引き続いて上記のサイクルを繰り返す。Bラインはインデペンデント方式であるため、Aラインのような全ラインを通じてのシーケンス・ダイアグラムは画けないので、一例として全自動仕上旋盤の自動運転の際のシーケンス・ダイアグラムを第5表に示す。

第5表中のワーク移動状況は本機独特のもので、ステーション中を流動しているワークに注目すれば、サイクル起動時には①②③④と4本あることがわかる。次サイクルでは②は①の状態となり、③は②の状態、



第8図 全自動ならい旋盤

④は③の状態に移行し、新たに搬入されたワークが④の状態となる。ワーク①および②はすでに前サイクルにおいて加工済のワークであり、③が本サイクルにて加工されたワーク、④が次サイクルで加工されるワークである。

3.3.3 Bラインのユニット・マシンの構造

Bラインを構成するユニット・マシンは全自動ならい旋盤および全自動仕上旋盤を主体としている。

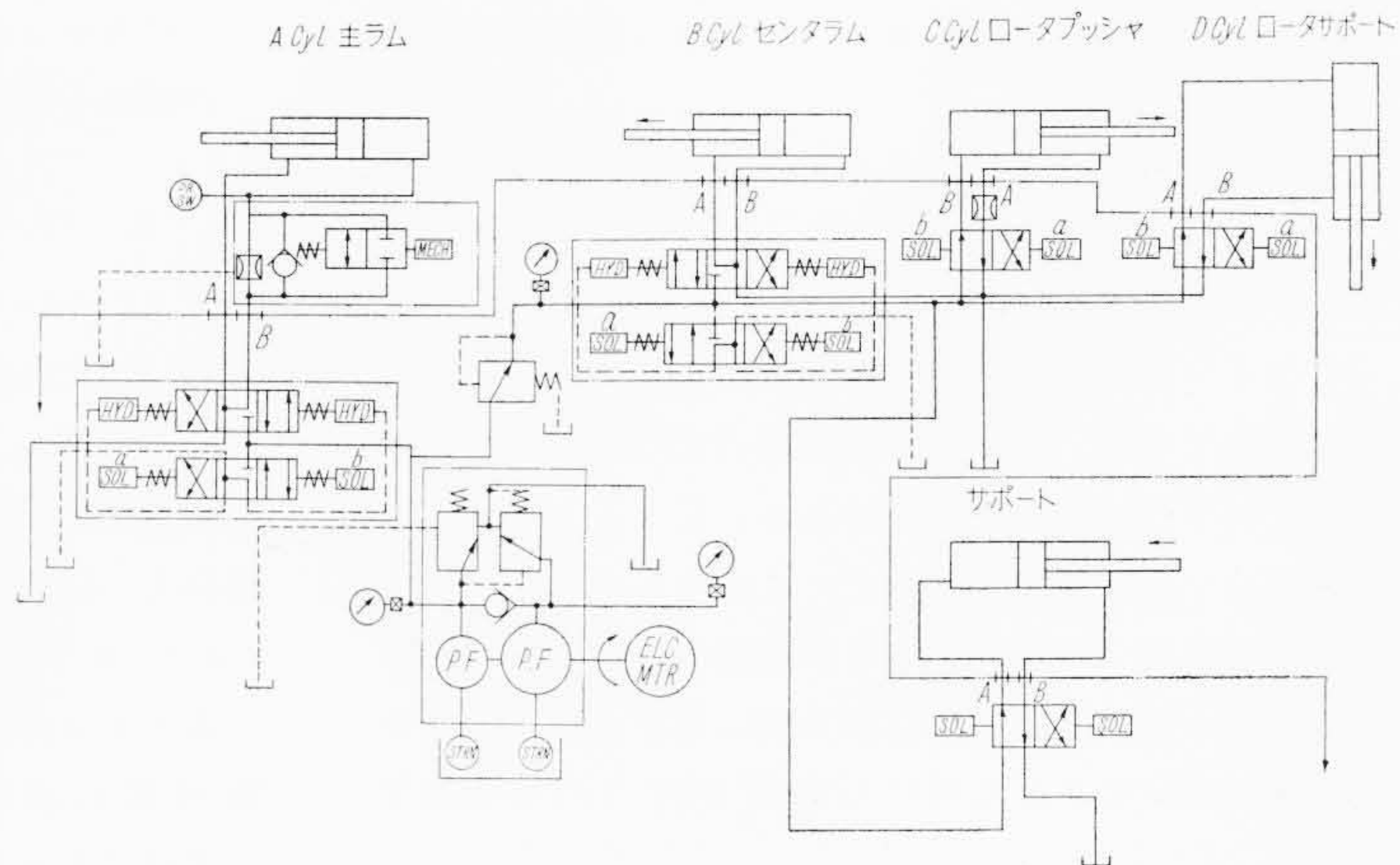
Bラインの外観を第6図に示し、B, Cラインの外観を第7図に示す。第8図は全自動ならい旋盤の外観を示している。

3.4 Cラインの構造について

3.4.1 Cラインの構成ユニット

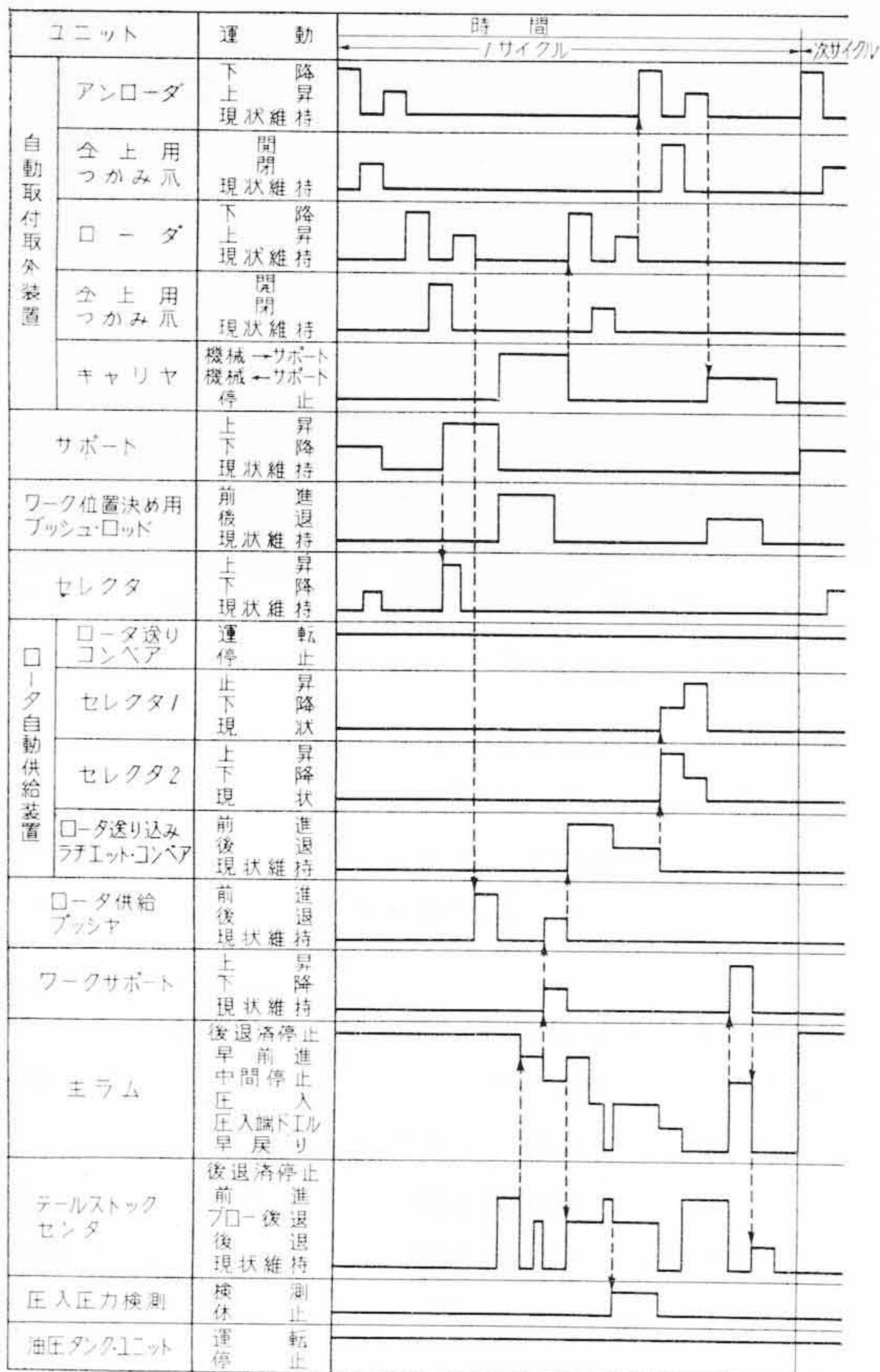
Cラインは次のユニットから構成されている。

- | | |
|--------------------|---|
| (1) バンク | 7 |
| (2) 自動取付け・取外し装置 | 7 |
| (3) 全自動プーリ・キーフライス盤 | 1 |



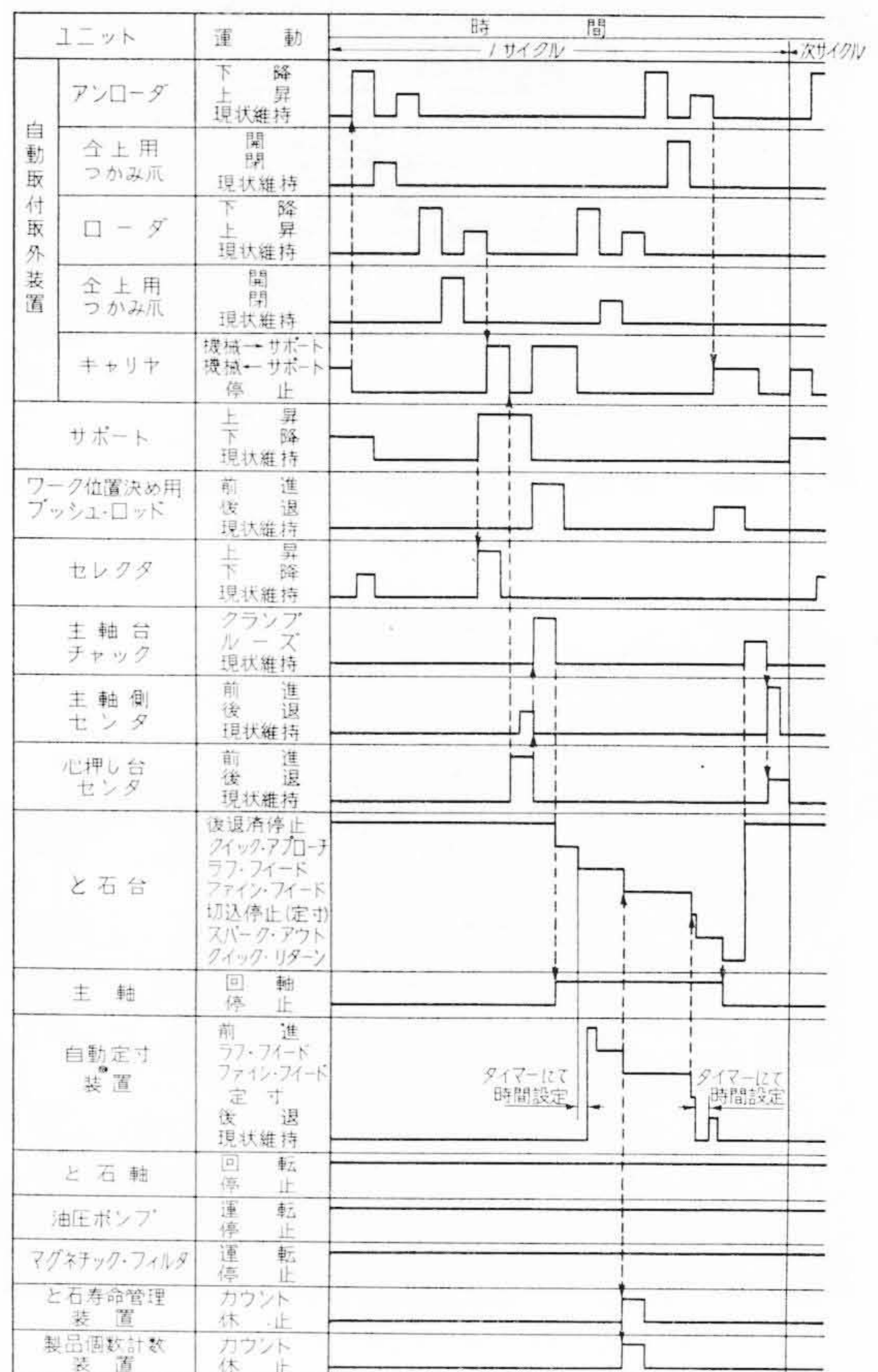
第9図 プレス油圧系統図

第6表 Cライン全自動ロータ圧入プレス・ステーションにおける自動運転時のシーケンス・ダイアグラム



註：時間は定率の比率を示していない

第7表 Cライン全自動プランジカット研削盤ステーションにおける自動運転時のシーケンス・ダイアグラム



註：時間は実際の比率を示していない

- (4) 全自動スキュ・キーフライス盤 1
- (5) 全自動ローレット・転造盤 1
- (6) 全自動ロータ圧入プレス 1
- (7) 全自動ロータ外径仕上旋盤 1
- (8) 全自動プランジカット研削盤（自動定寸装置付） 1
- (9) 全自動プランジカット研削盤（自動定寸装置付） 1

3.4.2 Cラインのユニット・マシンの制御方式

CラインにはA, Bラインで加工したワークが自動的に流れてくる。Cラインの制御方式はBラインと同様のインデペンデント方式である。Cラインのユニット・マシンは種類が多いので、このうち全自動プレスおよび全自動プランジカット研削盤のシーケンス・ダイアグラムを第6表および第7表に示す。ほかのユニット・マシンもこれに準じた動作を行うので省略する。

プレスの場合はシャフトとロータがそれぞれ別個の

供給装置によって機械に供給されるので、両方のワークが存在する場合のみ正規運転を行いうるようインターロックを施してある。

3.4.3 Cラインのユニット・マシンの構造

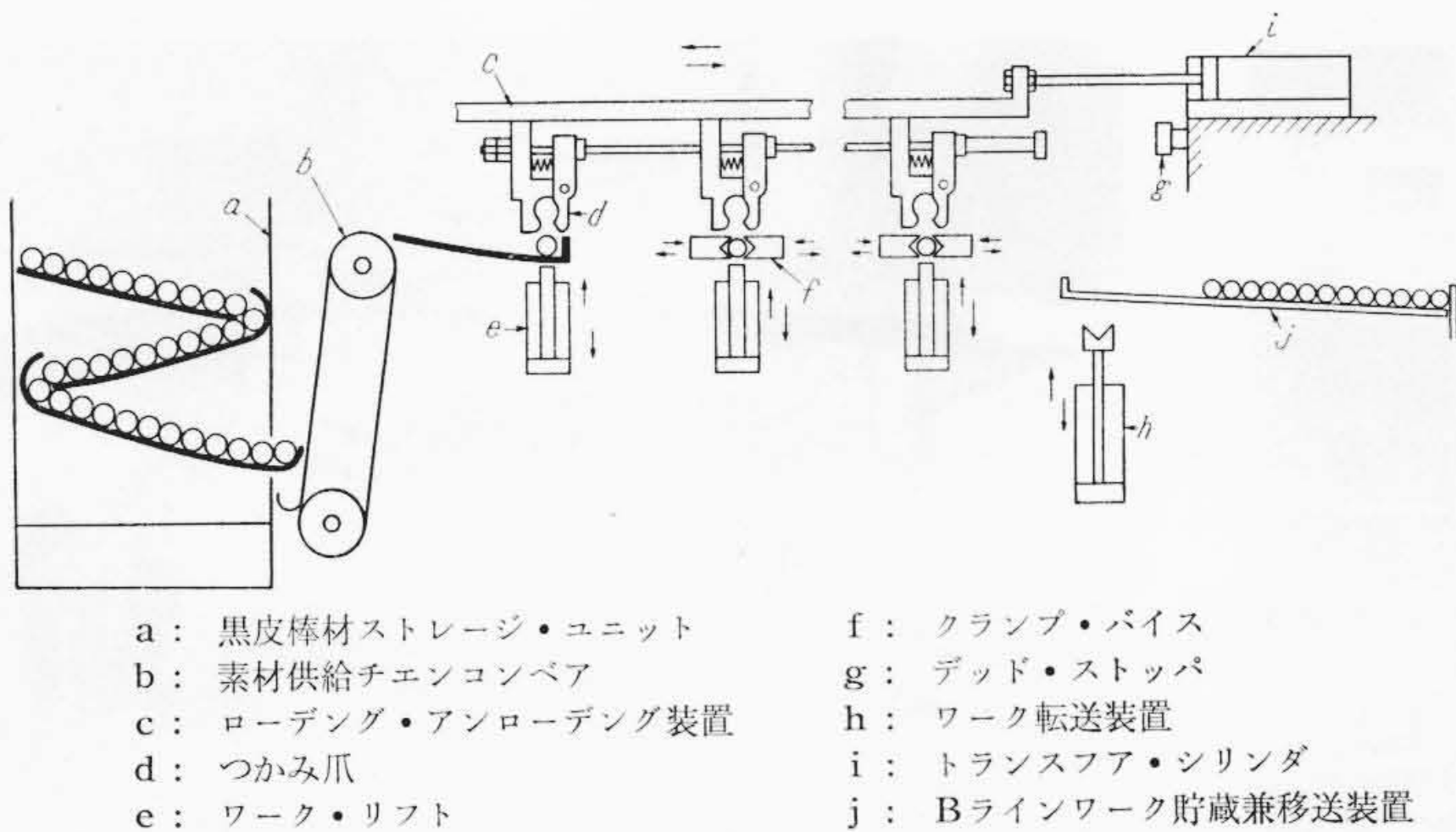
Cラインのユニット・マシンの構造については紙面の関係上省略し、プレスの油圧系統図を第9図に示す。

4. ワーク・ハンドリング装置について

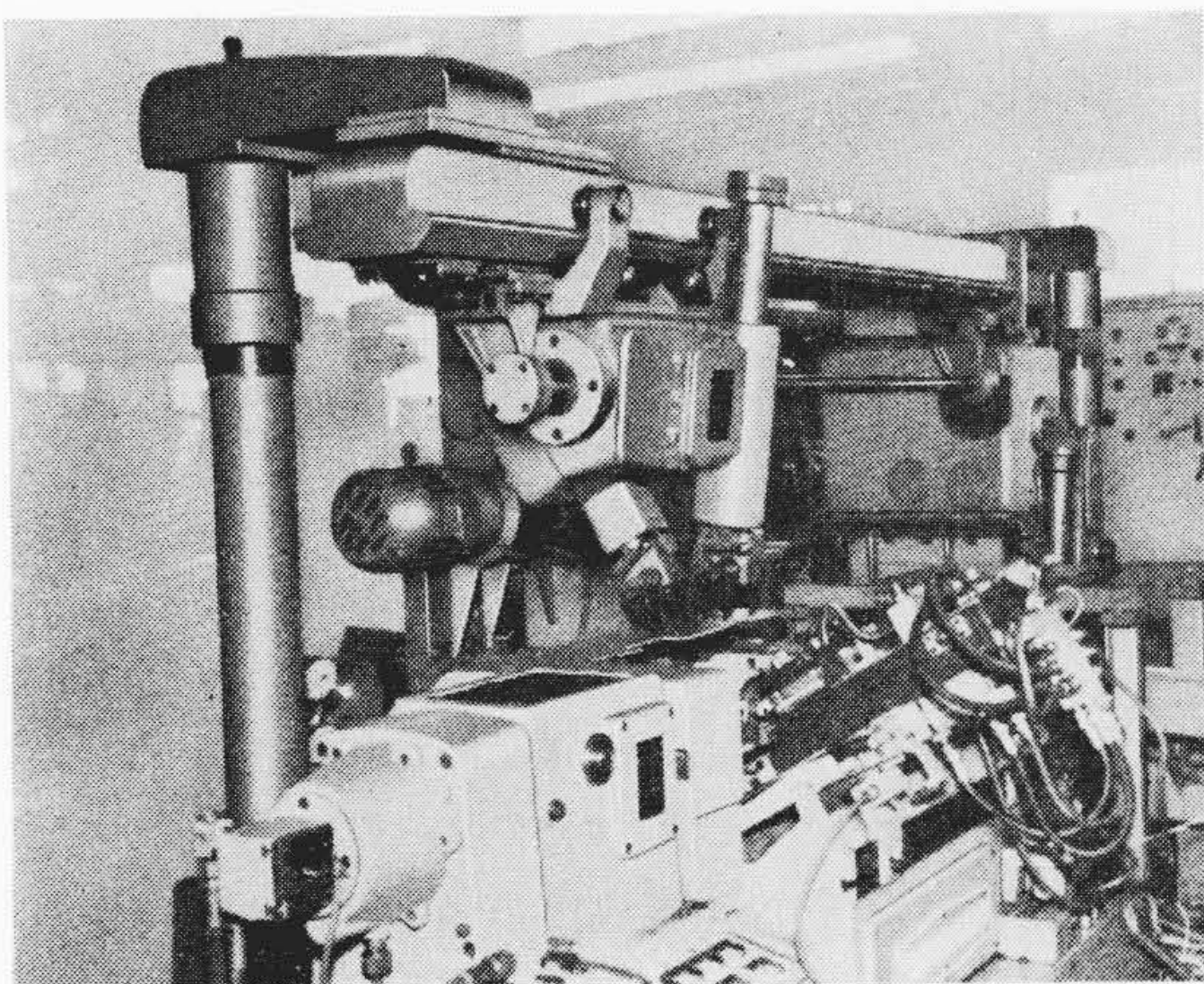
日本においては、ワーク・ハンドリング装置を有効に利用して工作機械を自動化するという点では進歩がとれているため、この種の装置の設計製作については比較的経験がとぼしいのであるが将来はこの分野における発展が大いに望まれる。

4.1 Aラインにおけるワーク・ハンドリング

Aラインにおけるワーク・ハンドリング装置の概略を第10図に示す。ストレージ・ユニットに装入された黒皮素材はチェンコンベアによって機械に供給される。機械に入るとワークはリミット・スイッチを押しコンベア



第10図 Aラインにおけるワーク・ハンドリング装置



第11図 自動取り付け・取外し装置

は停止する。つぎにワーク・リフトによって押し上げられ、自動取り付け・取外し装置のつかみ爪の中に押し込まれる。自動取り付け取外し装置がワークをつかんだままトランスファして前進端に到着した時ストップに当りつかみ爪はいっせいに開いてワークは1ステーション進められる。クランプ・パイス内にもクランプ動作と連動して作動するワーク・リフトが設けてある。最終ステーションには機械とインターロックして上昇、下降するワーク転送装置があり、Bラインの第1ステーションのバンクにワークを供給する。

4.2 B・Cラインのワーク・ハンドリング装置

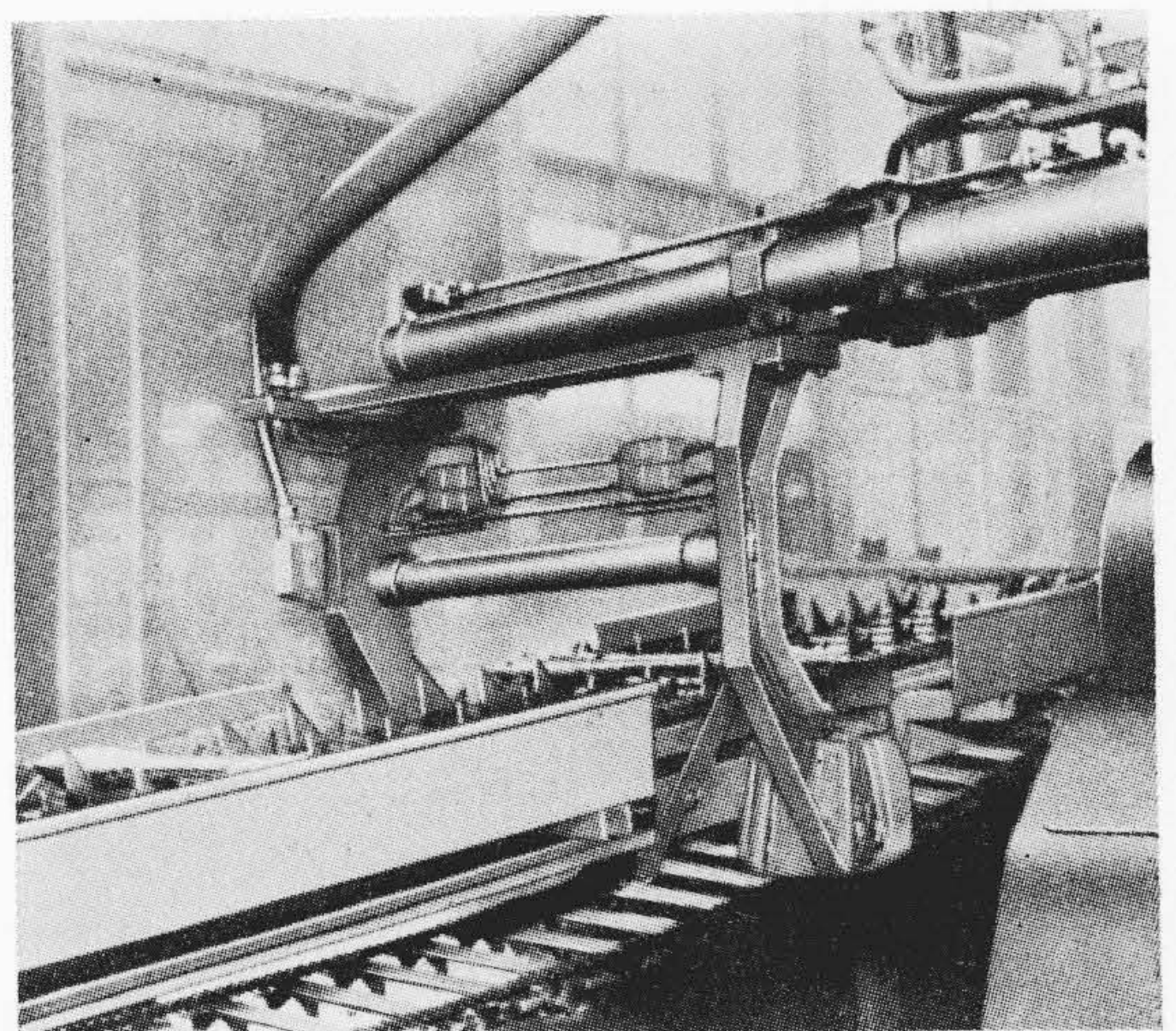
B・Cラインにおけるワーク・ハンドリング装置は自動取り付け・取外し装置、ワーク貯蔵兼移送装置および位置決め装置からなる。これらの動作については第5, 6, 7表参照のこと。

4.2.1 自動取り付け・取外し装置

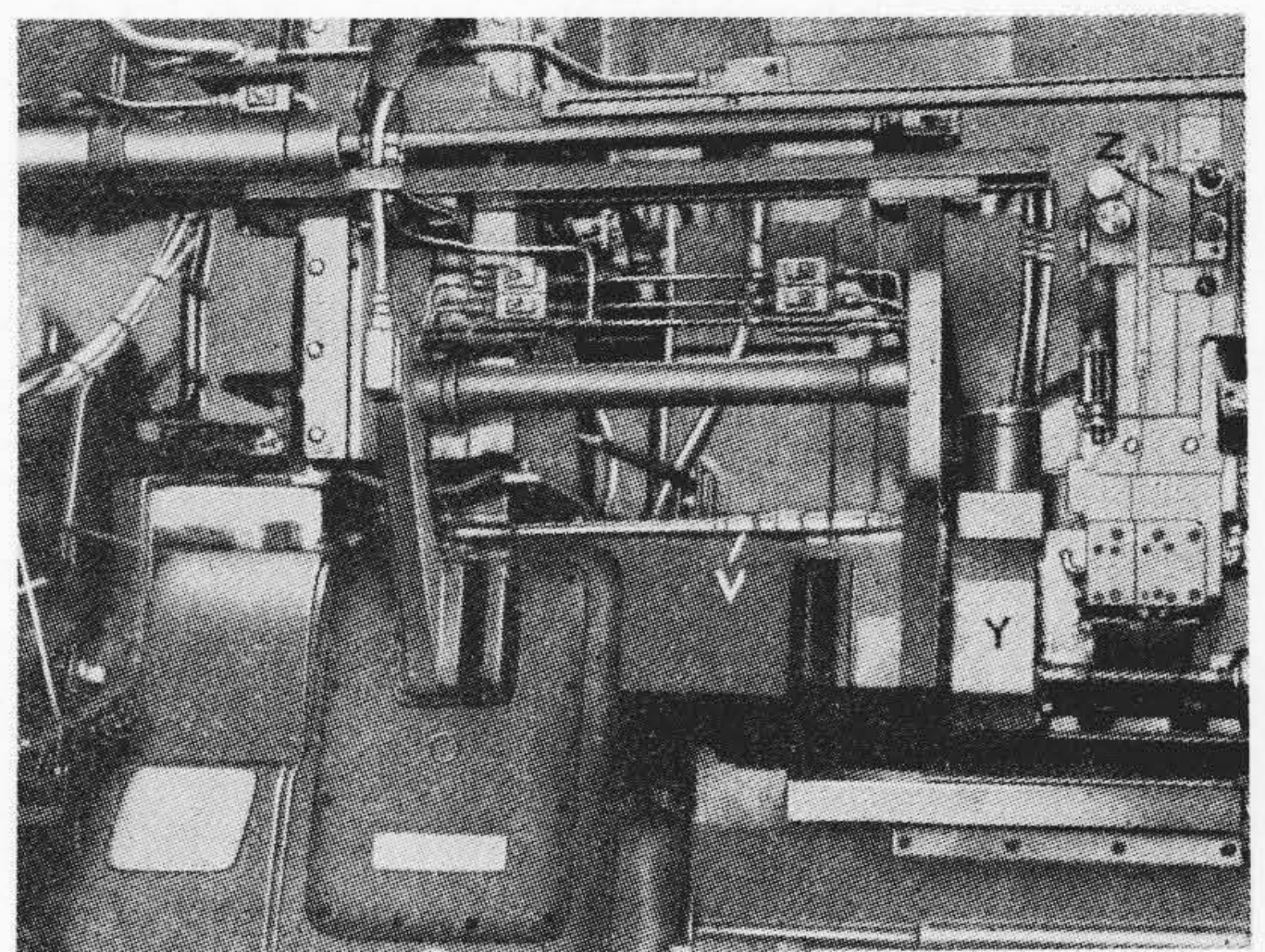
本装置は未加工ワークをユニット・マシンに搬入し、加工済ワークをユニット・マシンから搬出する装置である。本装置の外観を第11図に示す。Cラインの

ロータ圧入後のシャフトに適用する自動取り付け・取外し装置には本図のものより大形のものを使用している。

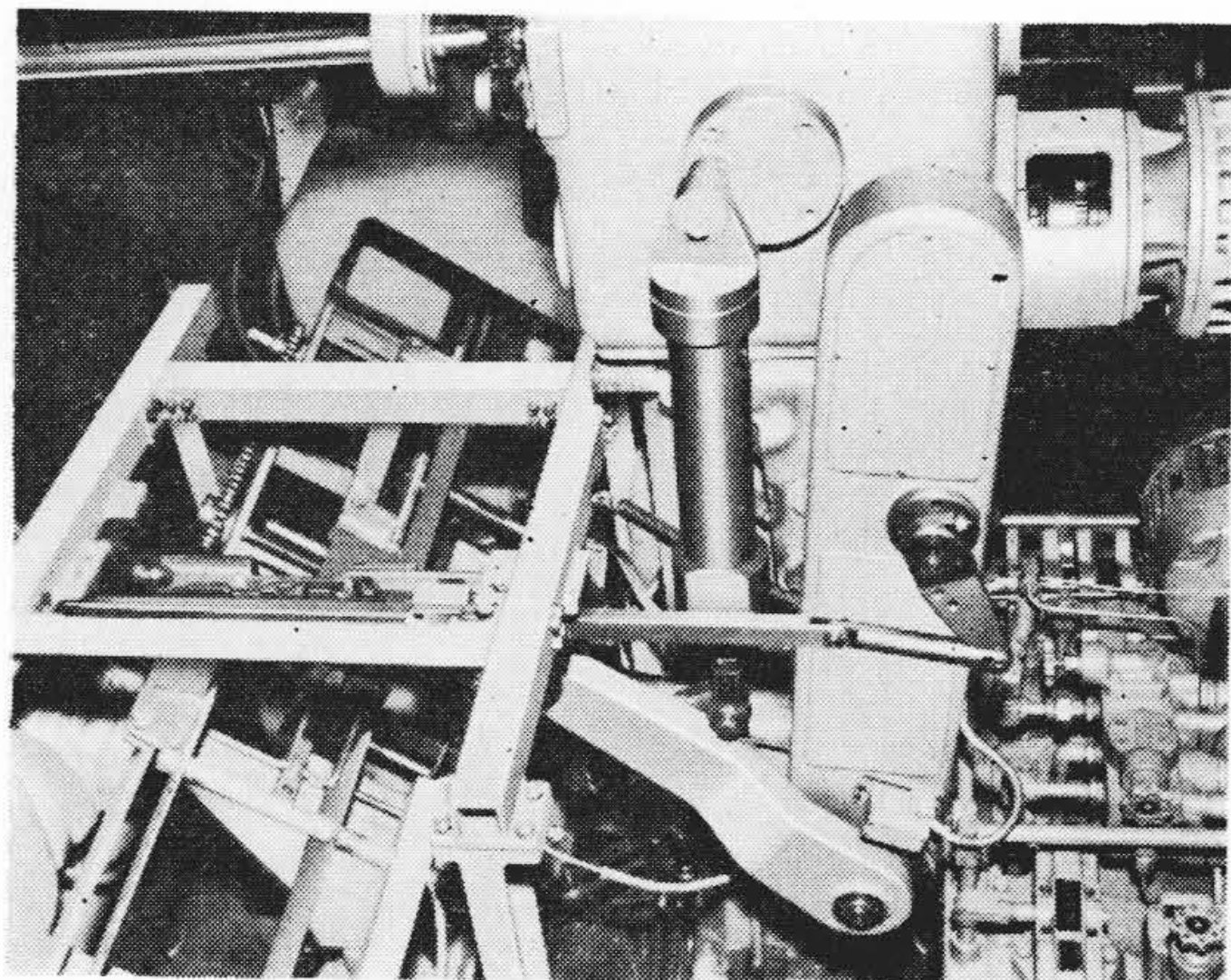
本装置によるワークのアンローディングおよびローディングに消費される非生産時間はわずか10秒のみで、横移動およびサポート上のワークの交換はマシン・サイクルと併行して行われている。構造は純メカニカルの機構とし、油圧または空気圧を使用した場合に、要素動作の完了をリミット・スイッチで確認しながらシーケンス動作を行わせるようなはん雑さをさけるため、カムを使用して連続的に一連の動作を行うようにした。第12図および第13図は空気圧を使用したG・F社の自動取り付け・取外し装置の外観図を示す。



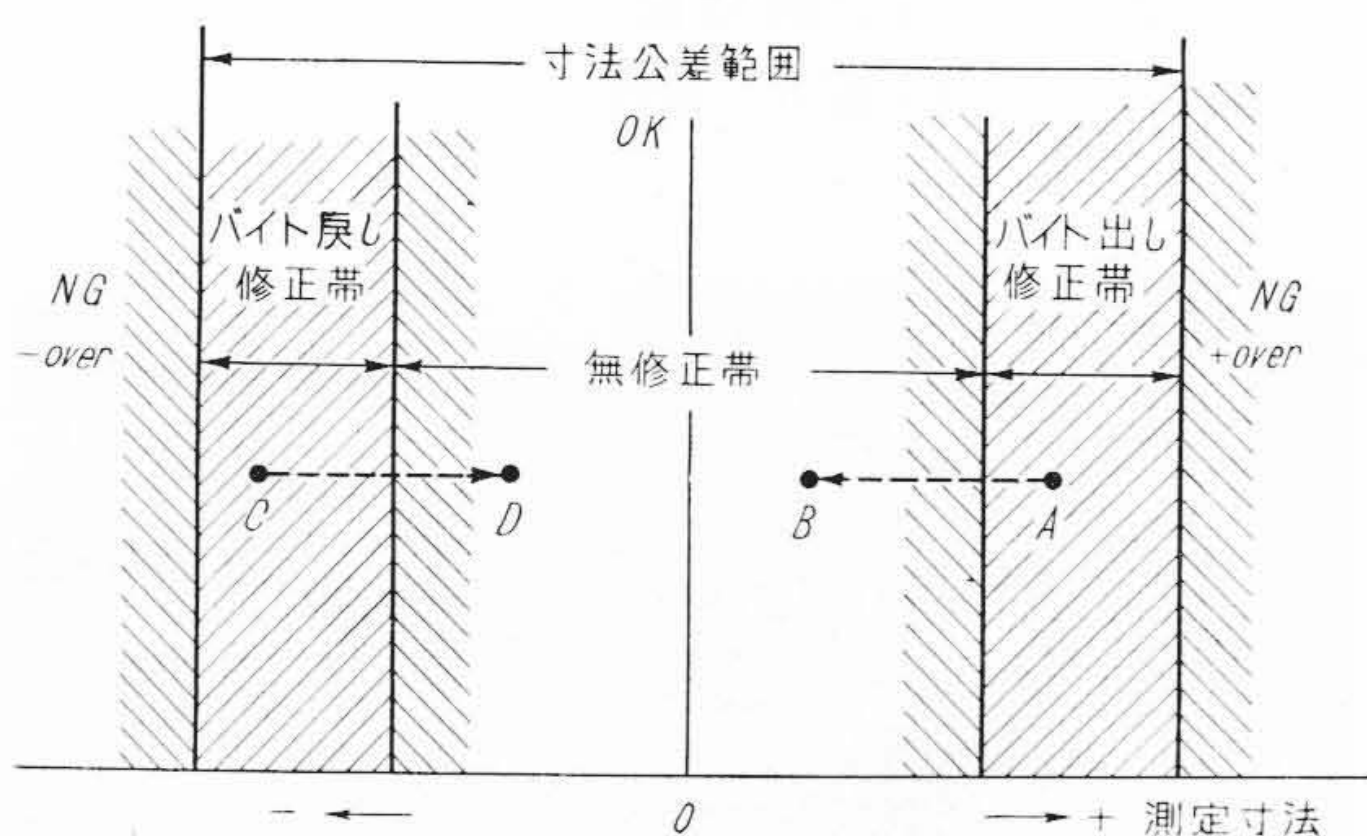
第12図 空気圧を利用したG・F社の自動取り付け・取外し装置 (その1)



第13図 空気圧を利用したG・F社の自動取り付け・取外し装置 (その2)



第14図 サポートおよびワーク位置決め装置



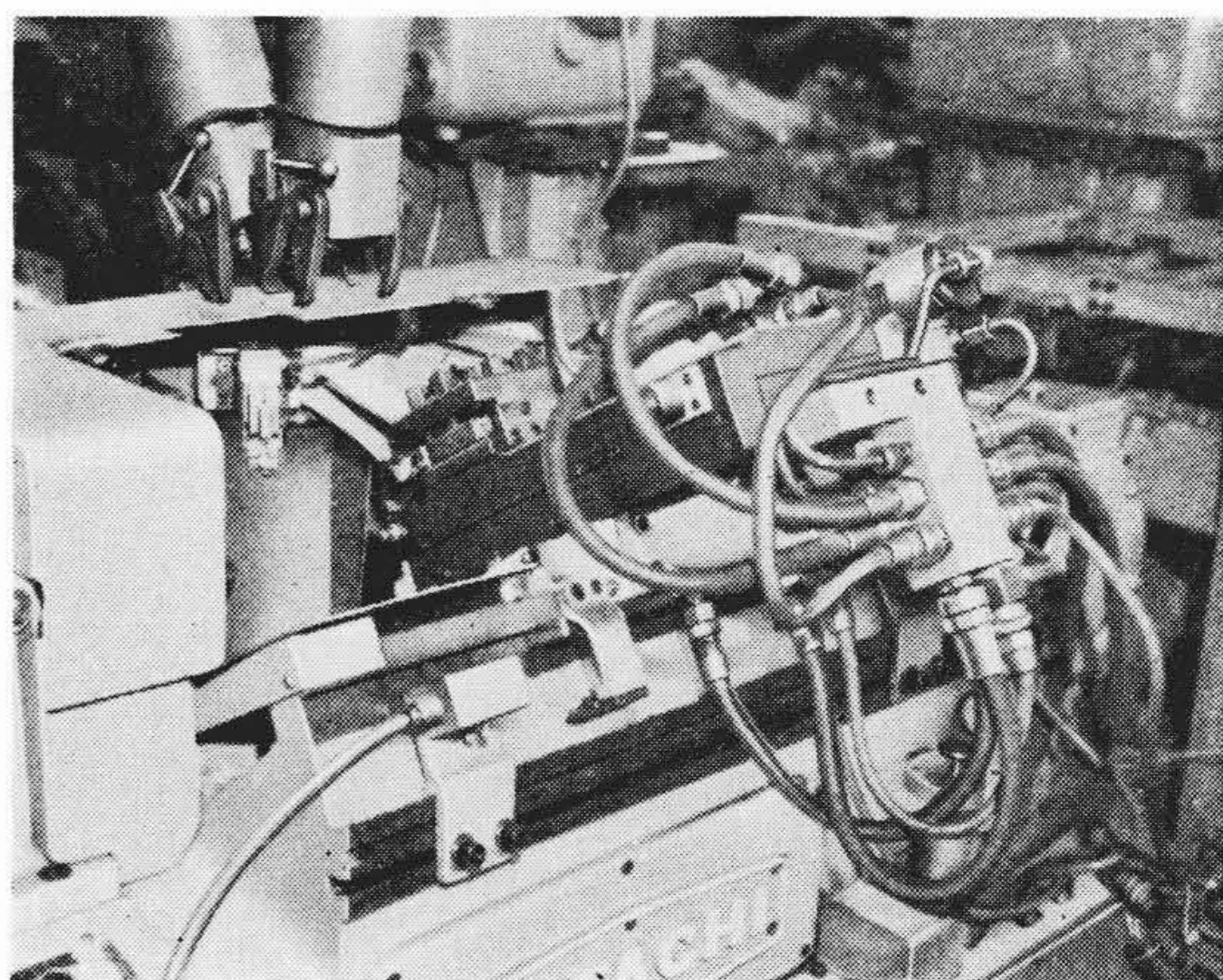
第15図 バイト双先自動調整装置の説明図

4.2.2 ワーク貯蔵兼移送装置 (バンク)

本装置はステーション間に配置して、ワークを移送するとともに貯蔵できるようにし、ユニット・マシン間のタクト時間のアンバランスを平均化することを目的とする。構造はワークの転送方向およびこれと直角方向に傾斜させ、ワークに掛る重力を利用して貯蔵時に段付シャフトが平行並列状態を保つようにした。またサポートの昇降、下降運動によりワークを1本ずつ供給するセレクタ、ワークの供給・休止を管制するゲートおよびワークの満員を判別するリミット・スイッチを設けた。

4.2.3 サポートおよびワーク位置決め装置

サポートは昇降運動を行ってバンクよりワークを取り出してローダにつかませるため保持し、アンローダから受取ったワークを次工程のバンクに流す目的で設けた。ワーク位置決め装置はワークをユニット・マシンに装入する際、関係をあらかじめ決めるため、サポート上でプッシュ・ロッドにより押してストッパに当たったのちローダにつかませる目的のもので、カム機構によってサポートの昇降運動と自動取付け・取外し装置の横移動とにインターロックさせて駆動する。



第16図 バイト刃先自動調整装置外観

これらの装置の外観図を第14図に示す。

5. 検測装置について

本機で使用している検測装置には次のような種類がある。

- (1) センタ孔深さ検測装置
- (2) 旋盤用アフターゲージング装置

旋盤による加工終了と同時に検測測定ヘッドが前進して加工箇所を測定し、公差範囲に加工されていればOK信号を送りサイクルはそのまま継続する。公差範囲を逸脱して+over または -over となった場合はNG信号を発しサイクルを中断する。旋盤用検測装置には測定精度に応じてつぎの種類がある。

- (a) 測定部にマイクロ・スイッチ使用のもの

荒削用旋盤に使用し、主目的を寸法測定以外にバイト刃先の折損の検出用とする、寸法表示は行わない。

- (b) 測定部にエアマイクロメータ使用のもの

中仕上用旋盤に使用し、測定寸法表示はマノメータによる。

- (c) 測定部に電気マイクロメータ使用のもの

仕上用旋盤に使用し、バイト刃先自動調整装置に信号を送る、測定寸法表示はメータによる。

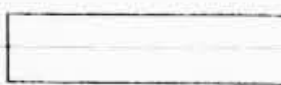
- (3) バイト刃先自動調整装置

本装置は仕上旋盤のツール・スライドに設置した微動装置で、バイトの刃先摩耗、バイトの熱変形、構成刃先などによる加工寸法のばらつきを自動的に補正することを目的としたもので、きわめて有効に作動することを確認している。

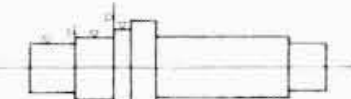
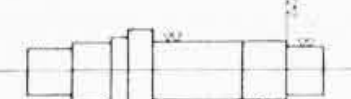
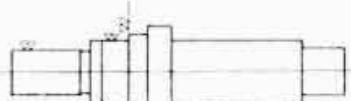
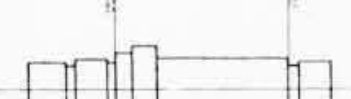
第15図に示すように、寸法公差範囲を三つに区分し、無修正帯、バイト出し修正帯、バイト戻し修正帯とする。いまアフターゲージングした結果測定寸法がAであったとすると、ただちにバイト出し修正の信号

第8表 SRM 機における加工順序表

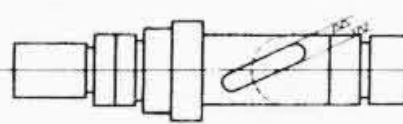
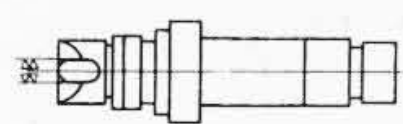
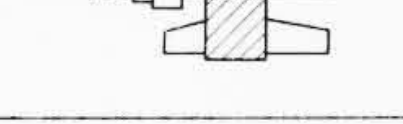
A-ラインによる加工順序

ステーション	加工箇所 および 切削方法	ユニット	図	ユニット	加工箇所 および 切削方法	ステーション
1	素材	ホッパ				1
2	両端外径 ピーリング	FUHL BHHIL		FUHL BHHIL	両端外径 ピーリング	2
3		休止				3
4	両端面 フェーシング (荒)	FUM MHH		FUM MHH	両端面 フェーシング (荒)	4
5	両端面 フェーシング (仕上)	MHH		MHH	両端面 フェーシング (仕上)	5
6		休止				6
7	両端 センター リング 孔座繰り	FUHL センター リング ヘッド		FUHL センター リング ヘッド	両端 センター リング 孔座繰り	7
8	両端 センター リング 孔明け	センター リング ヘッド		センター リング ヘッド	両端 センター リング 孔明け	8
9	センター孔 検測					9

B-ラインによる加工順序

1L	R側外径 微削り (荒)	微旋盤				
2L	P側外径 微削り (荒)	微旋盤				
3L	R側外径 微削り 中仕上	微旋盤				
4L	P側外径 微削り (中仕上)	微旋盤				
	ネッキング	リヤ スライド				
5L	圧入部 仕上削り	仕上旋盤				

C-ラインによる加工順序

6SK	スキュー キー加工 (3~5のみ)	スキュー キー フライス 盤				
7PK	P部 ストレート キー加工	ブリーキー フライス 盤				
8TR	ローレット 加工 (1~2のみ)	ネジロール				
9PR	ロータ 圧入	プレス				
10L	ロータ 外径 旋削	旋盤				
11GR	P部および P側B部 研削仕上	プランジ カット 研削盤				
12GR	R側B部 研削仕上	プランジ カット 研削盤				

ロータをシャフトに圧入する際の圧入圧力をプレッジャ・スイッチで検測して不足の場合はサイクルを中止する。ロータの空転事故を防止することを目的とする検測装置である。

(5) 研削盤における自動定寸装置

ドイツのカール・マール社製ジャストマットを使用している。

6. 加工

6.1 加工順序

SRM 形シャフト・マシンによって、小形汎用電動機ロータ・シャフトを加工する場合の加工順序を第8表に示す。

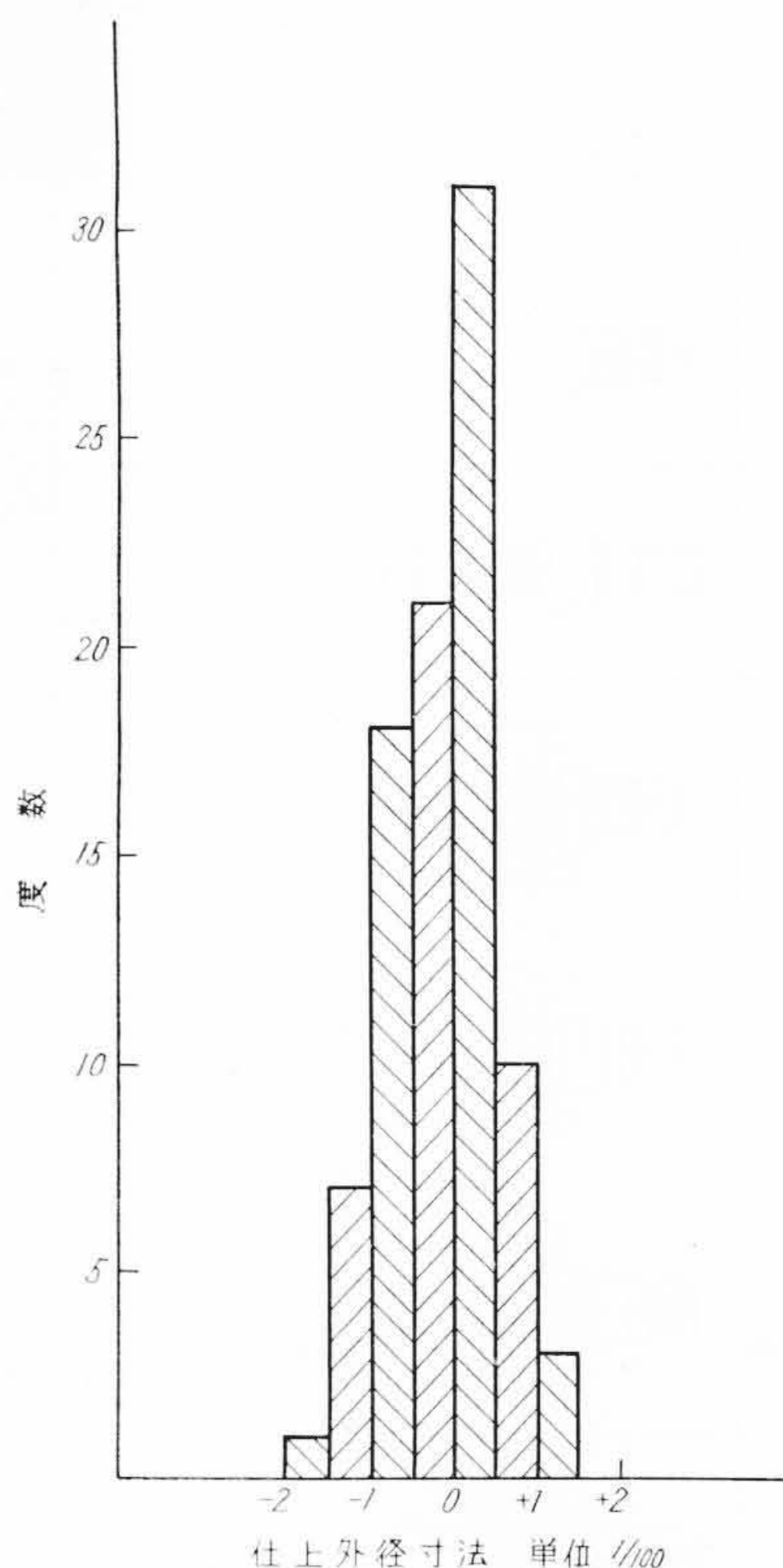
6.2 加工精度について

Bライン仕上旋盤により加工したワークの仕上外径寸法の精度を第9表に示す。またCラインの全自動プランジ・カット研削盤で自動定寸装置を使用して研削加工したワークの仕上外径寸法のばらつきを第10表に示す。

ならい砥石修正装置によりならい修正した砥石により研削した場合の段差のばらつき精度を第11表に示す。

を送り、バイト刃先は微小量前進する。したがって次に切削したワークの寸法はBを表示する。Bの位置は無修正帯であるからバイト刃先はそのままの位置を保っている。CよりDに変化する場合も同様である。本装置の外観を第16図に示す。中央に見えるのが電気マイクロメータの測定ヘッドである。

(4) プレスにおける圧入圧力検出

第9表 B-ライン仕上旋盤による
加工寸法精度 (サンプル数91本)

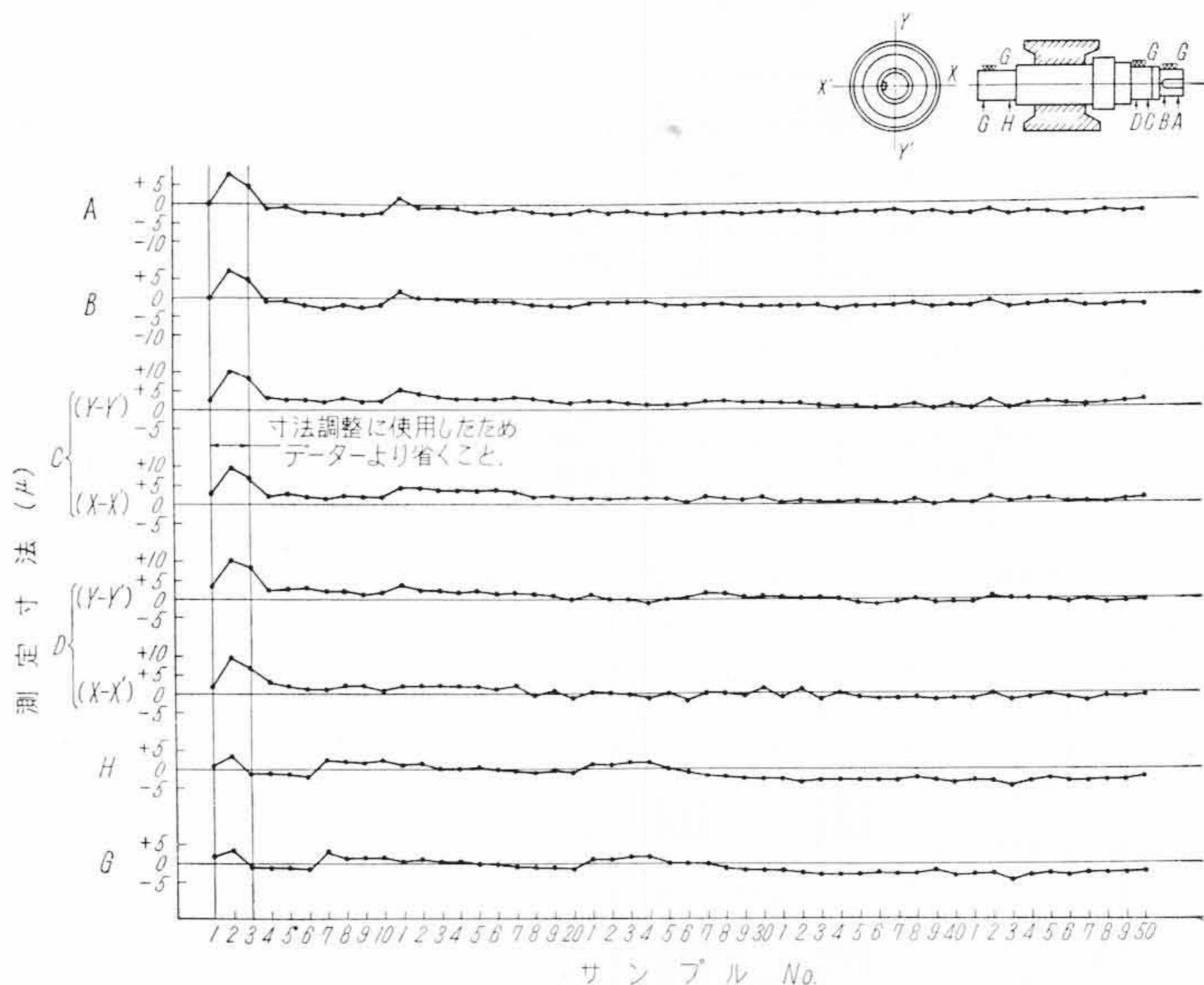
7. 結 言

トランスファ・マシンの形式として最も進歩したものと称せられるインデペンデント方式を採用した小形汎用電動機ロータ・シャフト加工用シャフト・マシンについて概説した。本機はすでに日立製作所亀戸工場で稼動中である。同形式の第2号機は3サイクルならい切削装置付全自動ならい旋盤4台より構成された2ラインのシャフト・マシンですでに三菱重工業株式会社に納入されて稼動中である。今後は自動取付け・取外し装置、シュート、コンベアなどのワーク・ハンドリング装置の改良および標準化を行うとともに、セラミック工具を使用することによって高速切削、工具寿命の延長などを達成して、高能率のユニット・マシンを製作し、この種のトランスファ・マシンの開発と発展のため努力したい。本文が各位に多少なりともご参考になるところがあれば筆者の望外の喜びである。

終りにのぞみ終始ご指導、ご鞭撻をいただいた日立製作所亀戸工場の甲本部長、青柳副部長、宮本課長、鈴木主任および関係各位に深恩の謝意を表する次第である。

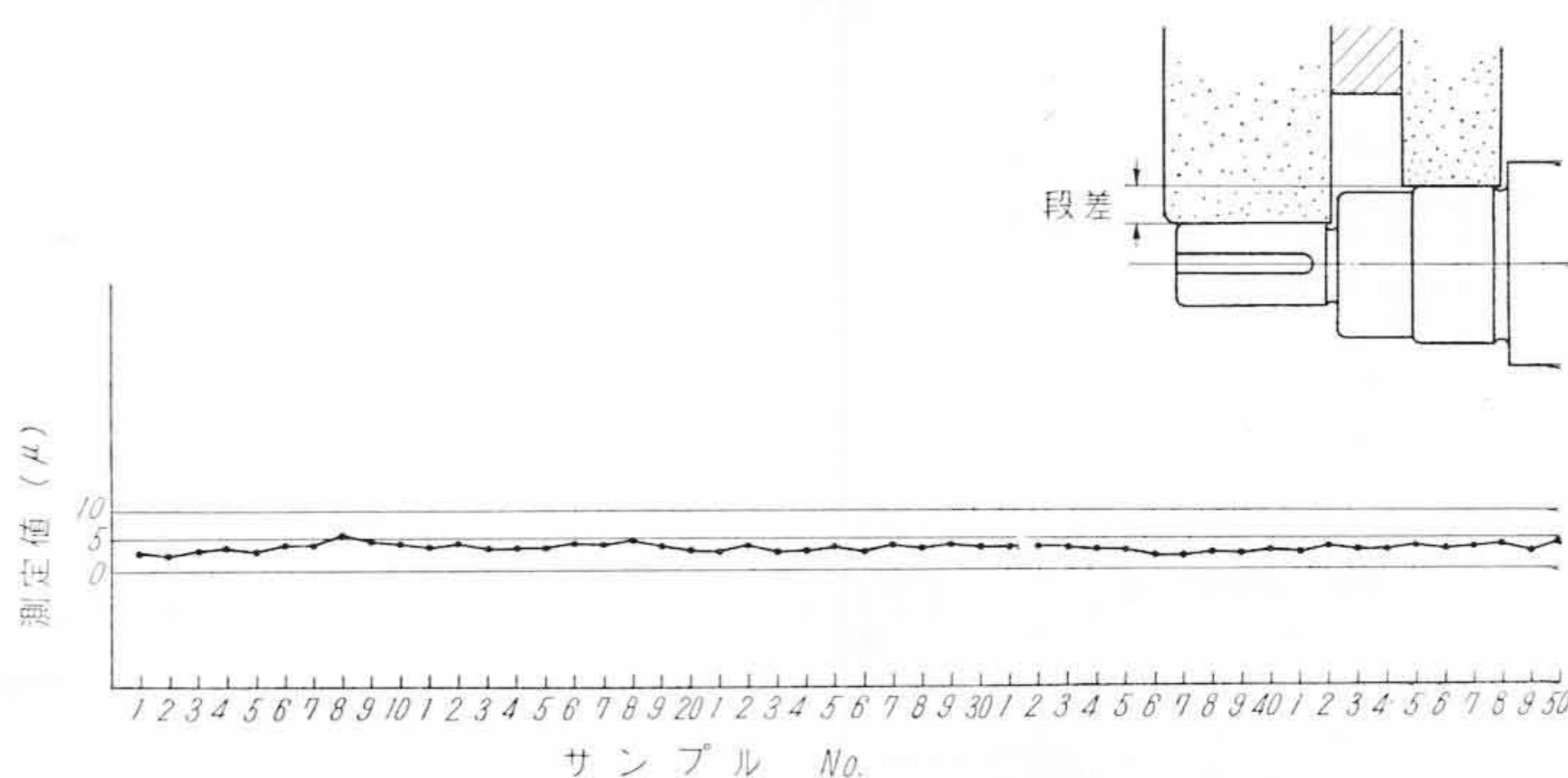
第10表 11GR:12GR 加工品の外径寸法ばらつき精度
(自動寸装置による)

加工品種別 1.5kW 用ロータ付ワーク



第11表 11GR加工品の段差のばらつき精度

(砥石ならい修正による段差)



参 考 文 献

- (1) LEO P. GAJDA: Looking ahead in the Engineering and Development of Automated Machine Tools: Machine Design Issue of Cleveland Engineering, March, 1956
- (2) George Fischer Limited: Information, No. 2: April, 1958
- (3) George Fischer Limited: Information, No. 3: December, 1958
- (4) Developments by George Fischer Limited: Machinery, October, 1958
- (5) 花岡: 量産工場におけるトランスファ・マシンの利用: 機械の研究, 第9巻, 第1号, 1957
- (6) 中村, 川船: シャフト用トランスファ・マシンについて: 日立評論, 別冊 No. 25, (昭-33)