

トランスファマシンの進歩

Progress in Transfer Machines

江 口 嘉 夫*
Yoshio Eguchi

要 旨

最近の傾向として、アルミニウム材加工用トランスファマシンが多く製作されるようになった。従来の鉄系金属材加工用トランスファマシンとは異なった特質をもっている。また、要求される加工精度が高くなり、能率化と安定化を推進する各種技術が実用化された。

1. 緒 言

日立トランスファマシンの第1号機は、昭和29年小形モートルハウジング加工用として開発され、以来約80台の実績をもっており、家電製品や自動車部品など量産工場で活躍している。図1は、初期のトランスファマシンであるが、この10数年間であらゆる部分で巨視的にも微視的にも進歩し、最近では、図2のような高級な機械に発展してきた。そのおもな内容は、つぎのとおりである。

- (1) トランスファマシンの全体的構成が、保守点検、精度保持、標準化およびモデルチェンジによる改造がしやすいようにビルディングブロック方式になった。
- (2) 人為作業を自動化して、作業性の向上と製品の均一化をはかるため、各種特殊装置が開発された。
- (3) 専門メーカーにより優秀な機器が開発され、装置の性能が向上し、コンパクトになった。
- (4) 高精度加工が要求され、それにみあった機械構造が開発された。同時にその加工精度の検査能率をあげるために、特殊検査具が開発された。

一方ユーザー側でも日進月歩の様相を呈し、セルフチェンジやモデルチェンジにより部品の形状が変化してきた。また軽量化にともなう合理的設計が行なわれ、加工品の材質が、従来の鋳鉄や鋼の鉄系金属からアルミニウムなどの非鉄系金属に移行しつつある。

本稿では、昭和42年の設備投資額ビッグスリーにはいり、躍進めざましい自動車メーカーのアルミニウム材加工用のパレットフィード形トランスファマシンを主体に最近の進歩の状況を解説する。

2. アルミニウム材加工用トランスファマシンの特質

アルミニウム材加工用トランスファマシンをはじめて製作したのは、昭和32年であった。これまでの実績では、圧倒的に鉄系金属の加工品をあつかってきたが、最近完成されたトランスファマシンをみると、10台中6台までが、アルミニウム材加工品をあつかっている。

図3は、最近完成したアルミニウム材の自動車部品加工用のトランスファマシンである。これは、パレットフィード形のものであるが、各ステーションの構成は、日立生産ユニットを活用したビルディングブロック方式になっている。切削ユニットには、ドリリング、タッピング、フェーシング、ボーリングおよびミーリングがある。加工

* 日立製作所川崎工場

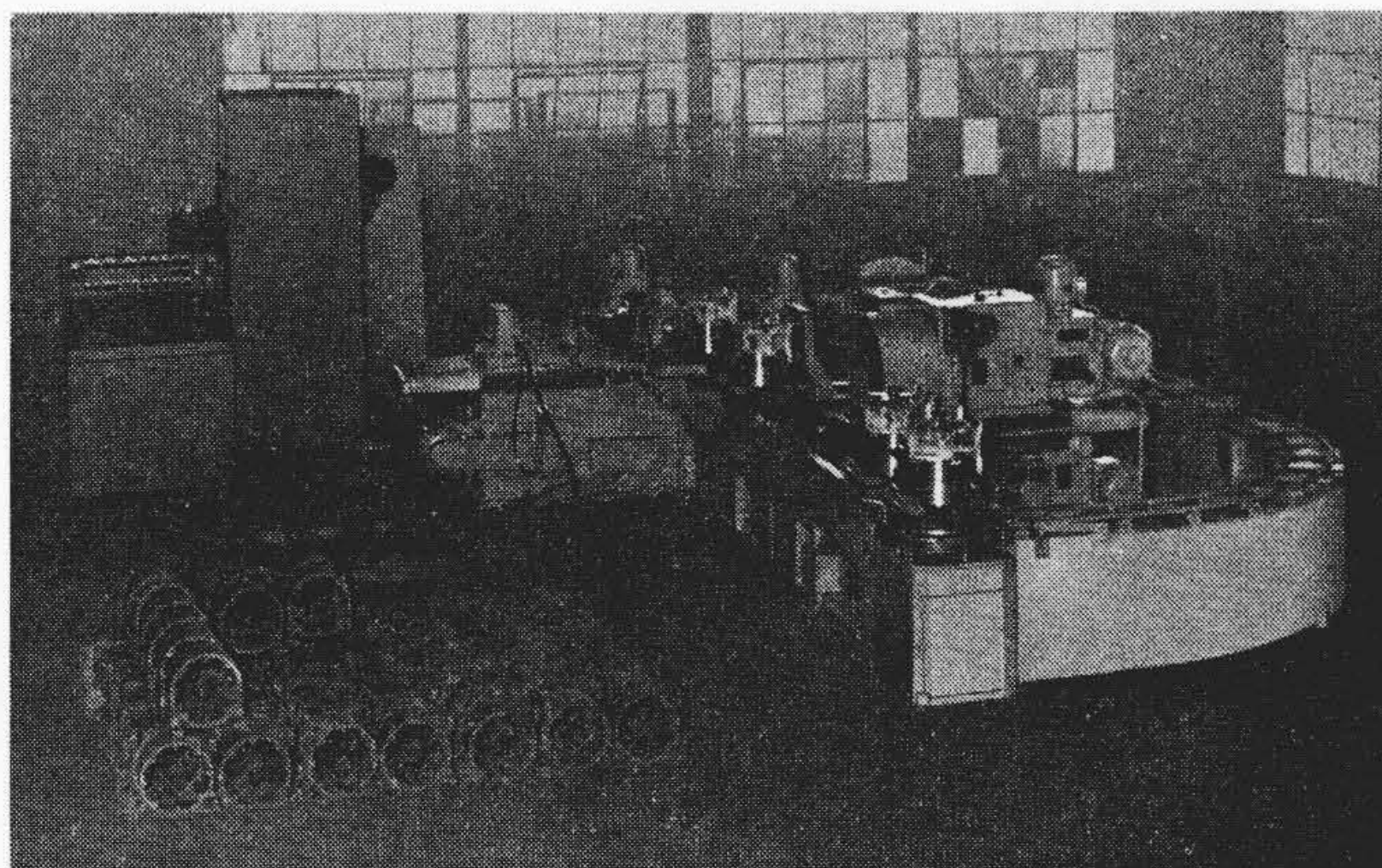


図1 初期のトランスファマシン

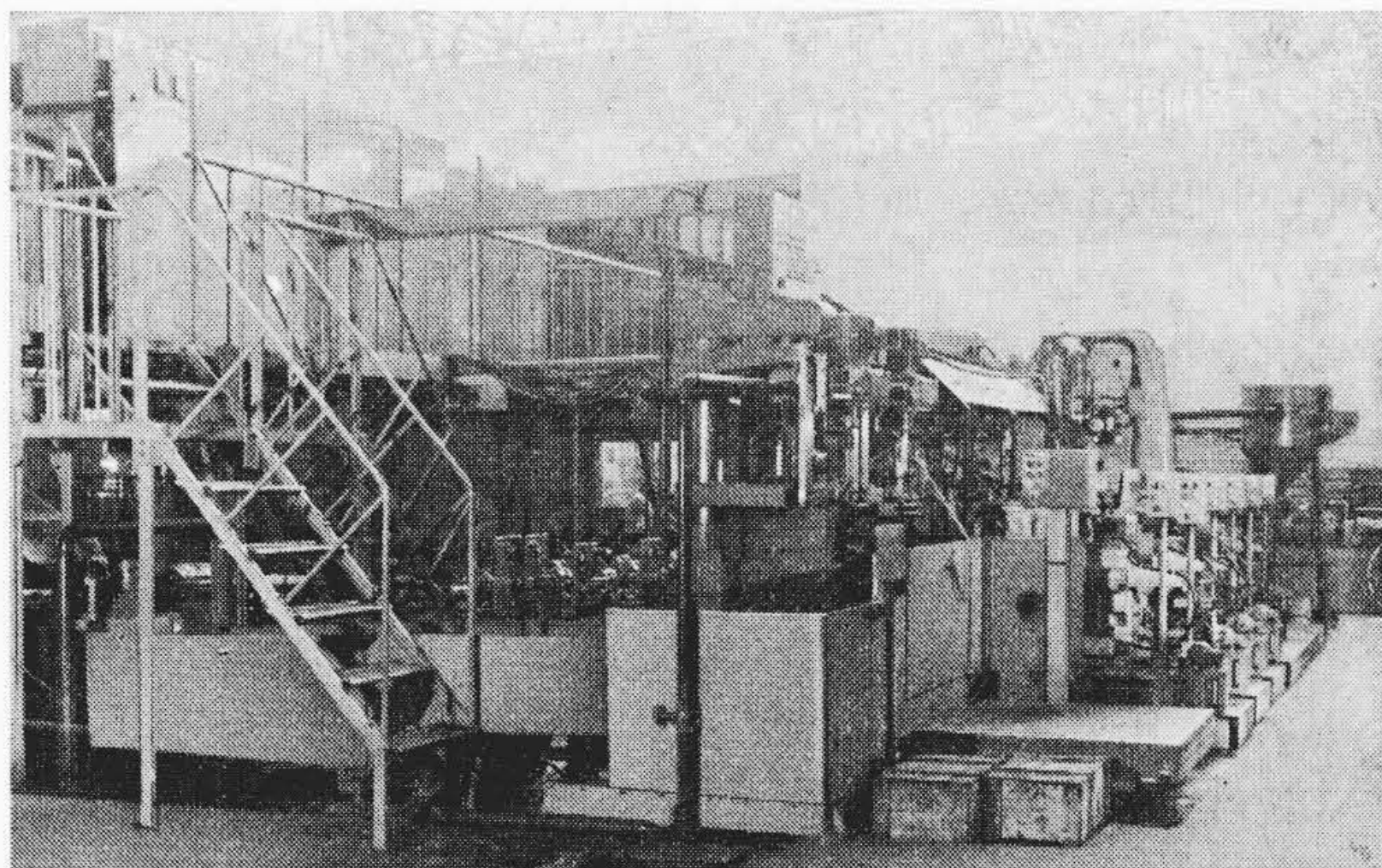


図2 最近のトランスファマシン

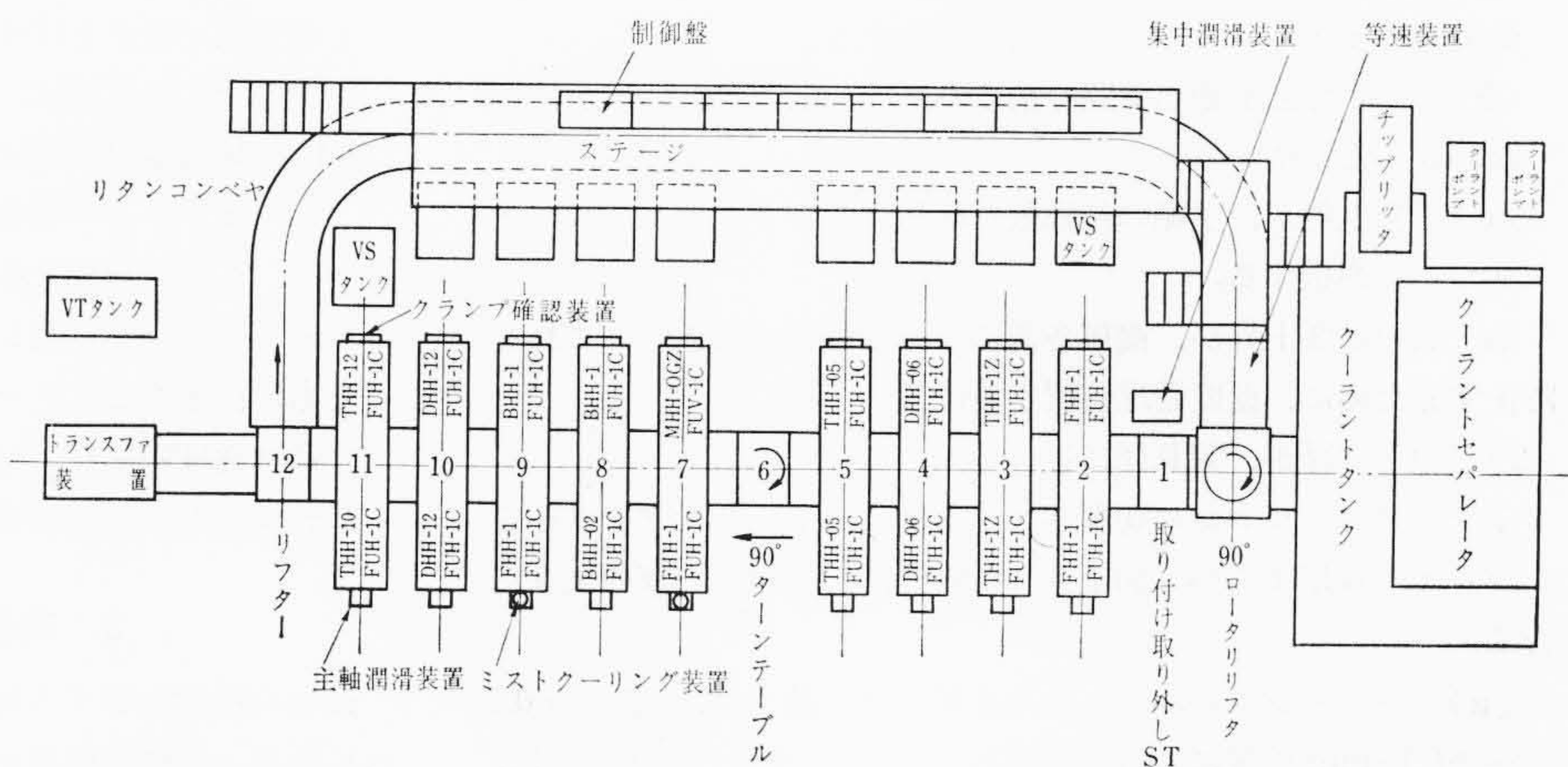


図3 アルミニウム材の自動車部品加工用パレットフィード形トランスファマシン

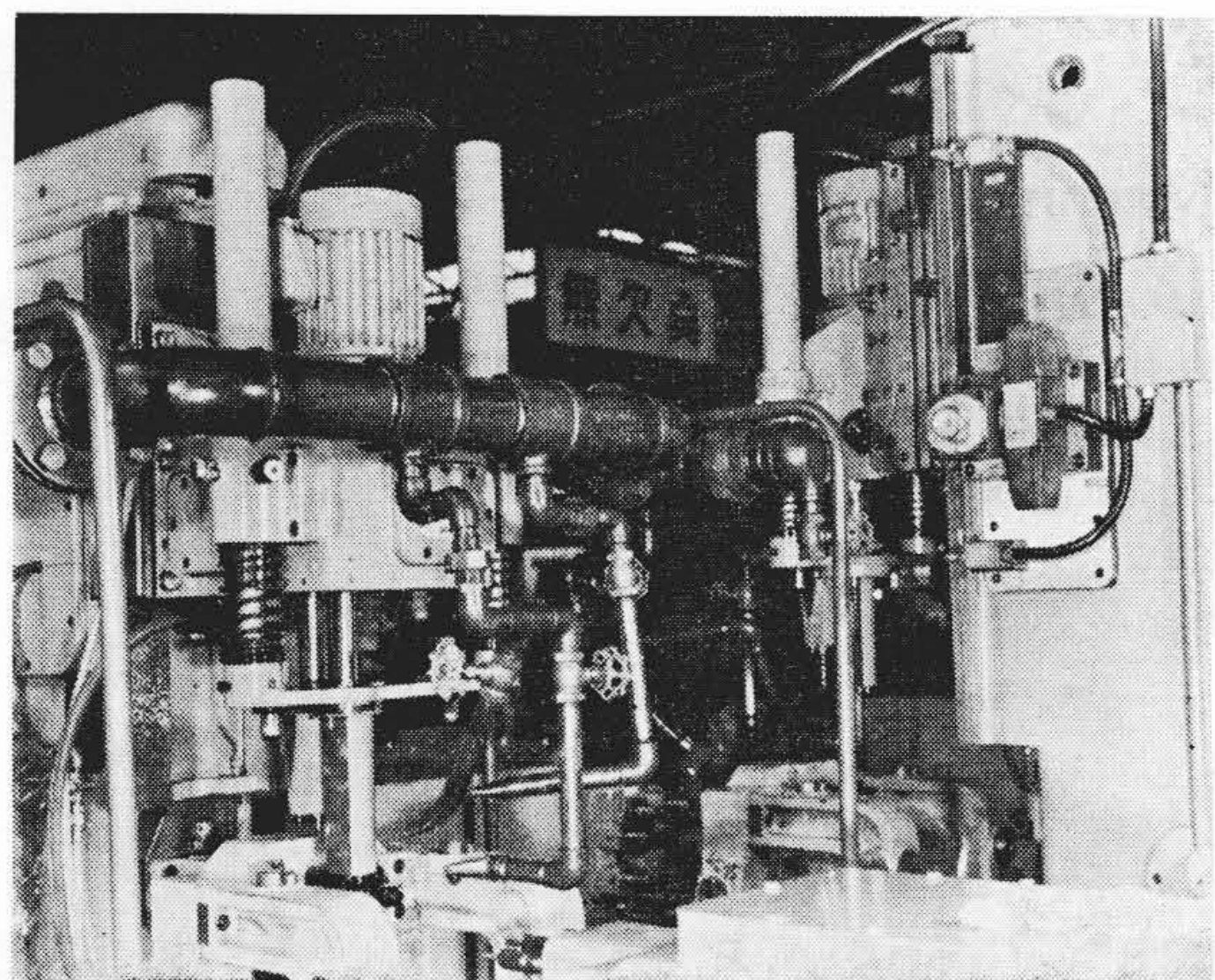


図4 クーラントのメインパイプと供給系統

品は、第1ステーションで取付具に取り付けられ、第5ステーションまで両側の加工が行なわれる。中央部の第6ステーションのターンテーブルにより、取付具は、90度回転される。さらに第7ステーションから第11ステーションまで両側および上面の加工が行なわれる。すなわち本機は、全体で5面の加工を行なうトランスファマシンである。第12ステーションには、リフタが設けられており、取付具は、トランスファラインと直角方向に押し上げられて、リタンコンベヤを介して等速装置にはいる。ここで衝撃をとって、ロータリリフタで90度回転させ、最初の状態に方向転換して第1ステーションに戻される。この一連の動作は、パレットフィード形トランスファマシンにみられる一般的性質であるが、加工品の材質が、アルミニウムになったことにより、つぎのような影響を機械にもたらした。

(1) 温度上昇が、加工精度に及ぼす影響が大きい。

アルミニウムは、鉄系金属に比較して熱膨張係数が約2倍である。そのために室温変化、切削ユニットの発生熱および油圧油の温度上昇が、加工精度に大きな影響を与える。

室温の変化に対しては、設備工場の室温を管理することが必要となるが、機械自身では、加工品に多量のクーラントを供給して、その変化をできるだけ少なくしている。図4は、この目的のために、中央上部に設けられたクーラントのメインパイプと供給系統の一例である。

切削ユニットの発生熱は、軽切削となり、回転数が上昇したために高くなった。これを低くするために、高精度を要求される切削ユニットには、つぎのような考慮がはらわれている。

(a) ベアリング部分の給油に、粘度の低い油を空気圧で適量供給するミストクーリング方式を使用する。

(b) ギヤなど駆動部品間の精度をあげ、伝達がなめらかに行なわれるようにする。

(c) 発生熱が、主軸の熱膨張を緩和するようなタイプのベアリングを選択する。

油圧油の温度上昇が、機械各部に与える影響は大きい。これを防止するために、温度管理装置を設ける。

(2) 加工穴径が、刃具径に近づく。

トランスファマシンの切削ユニットには、ドリリングやリーミングを多く採用するが、加工された穴径は、一般につぎのようになる。

(a) ドリリングの場合：鉄系金属の加工品では、一般に $+0.1 \sim +0.15 \text{ mm}$ 前後になるのに対し、アルミニウムの加工品では、一般に $+0.01 \sim +0.03 \text{ mm}$ 前後になる。

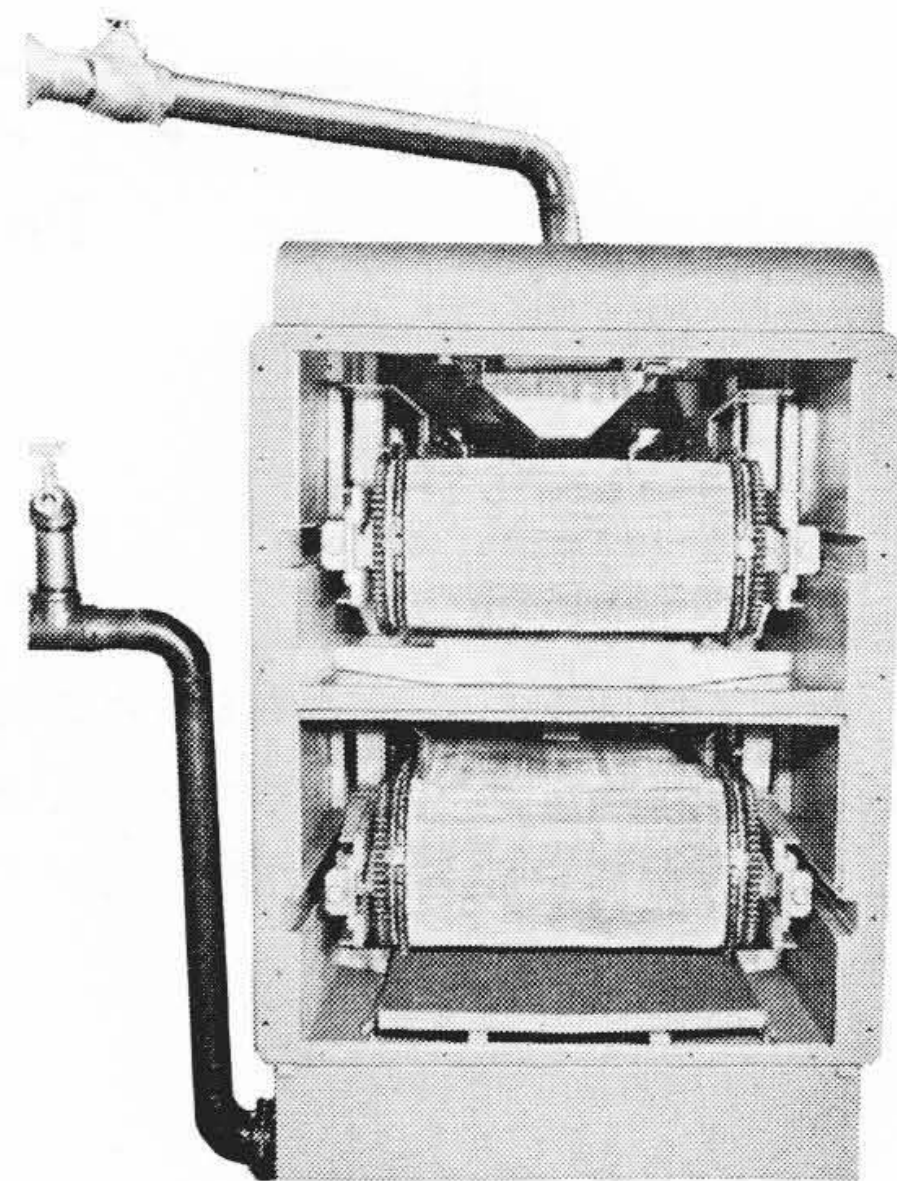


図5 アルミニウム材用クーラントセパレータ

表1 アルミニウム材用クーラントセパレータの仕様

項 目	数 値
外形寸法(縦×横×高さ)	1,000×3,000×2,000 mm
ろ 過 能 力	600 l/min
金網の目の大きさ	上 25 #
	下 50 #
金網の移動速度	0.5 m/min
空 気 圧	5 kg/cm ²

(b) リーミングの場合：同様に前者が、H7程度になるのに対し、後者は、一般に同径ないし -0.01 mm 前後になる。

一般にアルミニウムの加工品では、刃具径に近い加工精度がえられるので、機械の計画当初に、要求される加工精度と刃具径との関係を十分検討する必要がある。

(3) クーラントセパレータは、ろ過方式になる。

クーラント内に切粉が混入していると、取付具の位置決めクランプが、完全に行なわれないことがあり、加工精度が低下するので、これを除去しなければならない。

鉄系金属の切粉は、一般にマグネチックセパレータで除去するが、アルミニウムは、磁性がないため切粉は、ペーパーフィルタかサクシオンフィルタなどで除去する。図5は、アルミニウム材用に新しく開発されたクーラントセパレータである。これは、網目の大きさの異なる金網が上下2個所に設けられており、これらをチェーンでつないで回転させる。そして金網の上に堆積した切粉を空気圧で吹きとばす機構になっている。このクーラントセパレータのおもな仕様は、表1のとおりである。

(4) 切粉搬出装置は、トラフ内を流下させる。

アルミニウムの切粉は、軽いため、鉄系金属の切粉の場合のように、スクレーパを必要とせず、トランスファマシンの全ステーションの下部を貫通して設けられているトラフ内をクーラントとともに流下させ、クーラントタンクに搬出させる。そのためトラフには適度の傾斜がついており、多量のクーラントで流下を完全に行なわせるために専用のクーラントポンプを設ける。

3. 高精度を維持する機械構造

最近高精度を要する加工が、トランスファマシンに導入され、それにみあった機械構造が開発されている。トランスファマシンの加工精度を低下させる要因には、(1) 取付具間のバラツキ(パレット

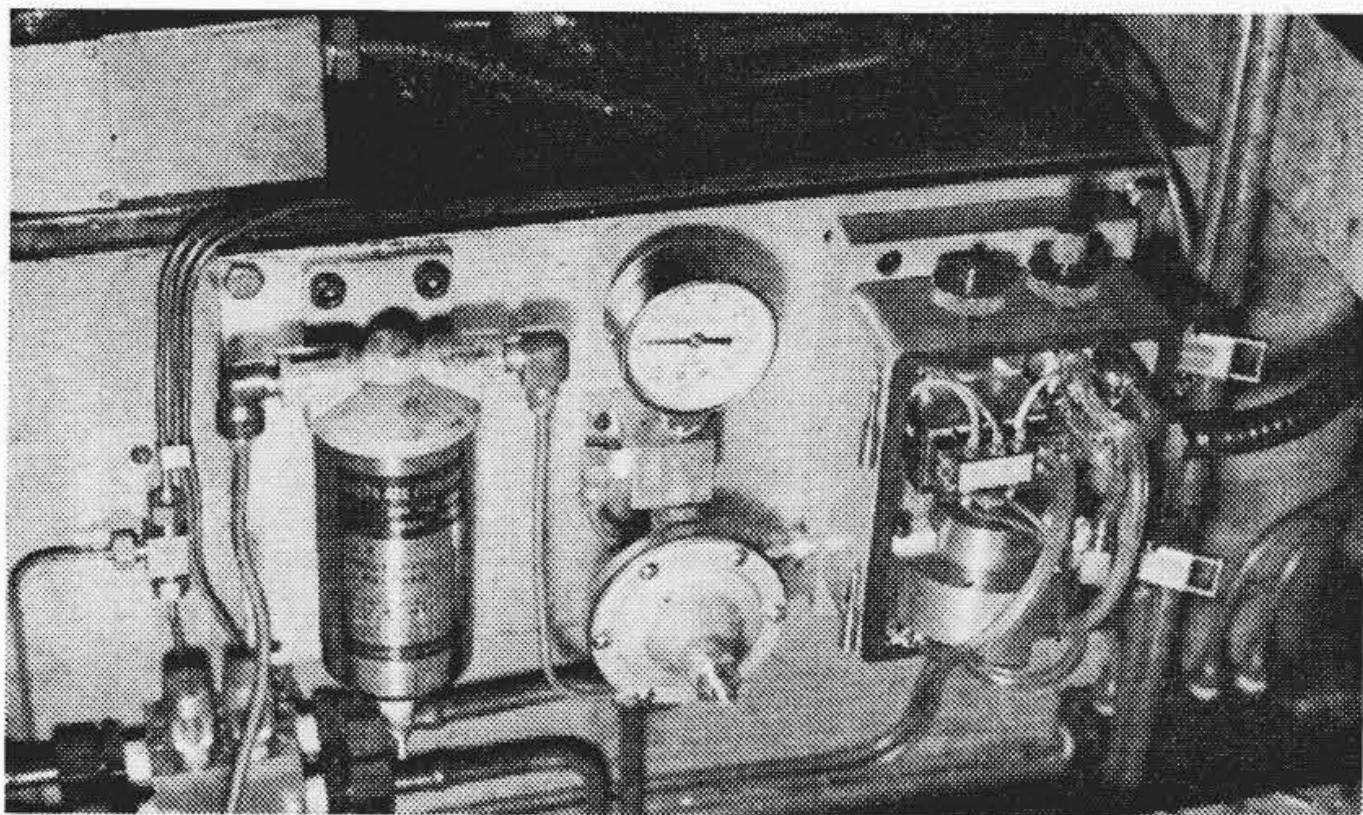


図6 クランプ確認装置

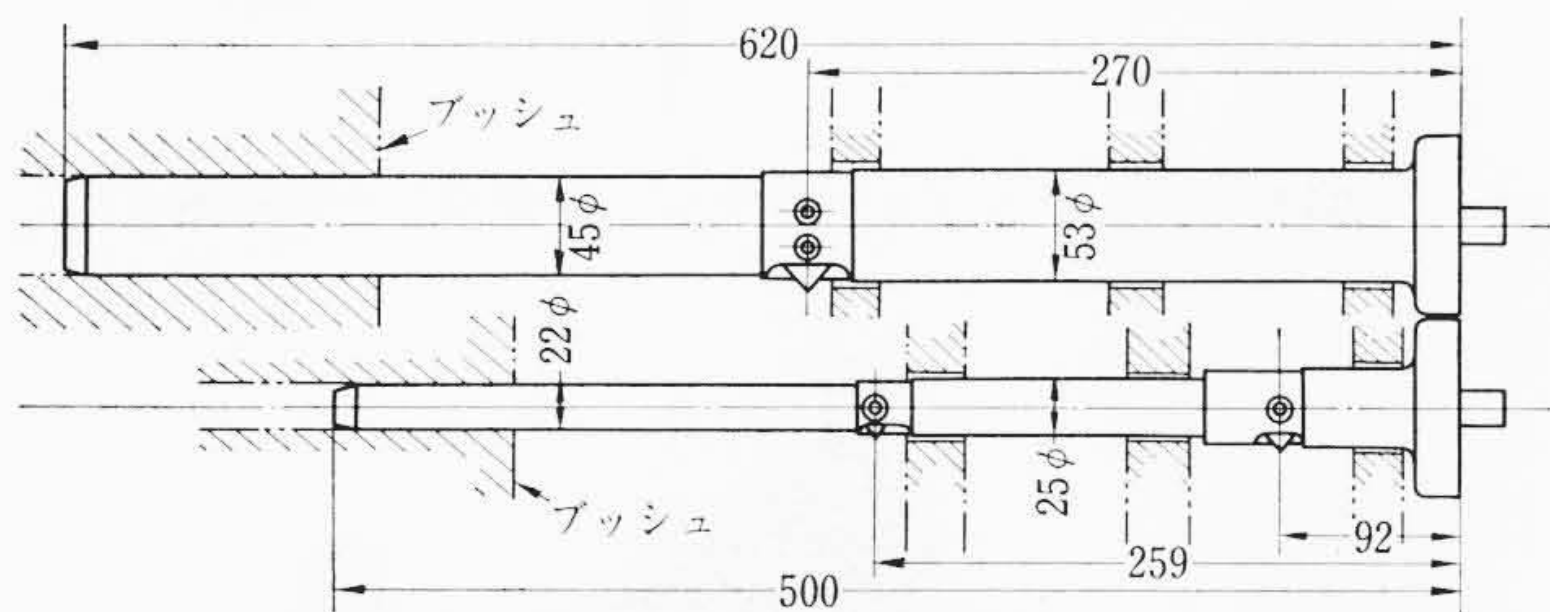


図7 特長ボーリングバーによる加工

フィードの場合のみ) (2) 切削ユニット間の心出精度上の誤差 (3) 位置決めクランプのバラツキ (4) 加工上のバラツキがある。このうち(1)と(2)は、静的に決まるものであるが、(3)と(4)は、動的に決まるものであるので、機械構造そのものを根本的に究明する必要がある。

位置決めクランプのバラツキを防止するためには、図6に示すようなクランプ確認装置を設け、クランプ基準面への異物の介入を検出している。この装置は、エアマイクロメータと同じ構造で、空気圧の変化により検出するものであって、最小0.02 mmまでのものを使用している。また位置決めを確実にこなわせ、安定性を増大させるために、クランプ部分の当り面は4箇所とし、対角線上の上のだけ離れたところに2本のピンを設けた構造を使用している。

加工上のバラツキを防止する方法は、切削ユニットの種類によって異なるが、まず切削ユニット自体の動的精度をよくしておかなければならない。ドリリングやリーミングなどの加工には、一般にガイドブッシュを用い、ジグプレートにより位置を固定させている。1台の切削ユニット内の加工精度を維持することができても、切削ユニット間の加工精度を維持することは、比較的困難である。

つぎにこれまで採用した高精度を維持する機械構造について、二、三の例をあげる。

(1) 特長ボーリングバーで加工する機械構造

自動車部品のクランクケースは、クランクシャフト穴とカムシャフト穴の径およびピッチともに高精度の加工が要求される。これに対して加工穴は、加工品の内部深く位置しているため、図7に示すような特長ボーリングバーを使用しなければならない。このボーリングバーの先端は、対向側から油圧シリンダでなるべく加工品に近づけたガイドブッシュにそう入されて加工するため、振れが少なく、ビリに対しても問題なく、高精度がえられる。なお、このクランクケースは、加工する穴が3箇所にあるので所定のサイクルタイム内に入れるために、途中の空間は、ジャンピングフィードさせている。

(2) 対向切削ユニット間の加工精度を維持する機械構造

同一加工品で両側から加工する穴どうしが、おたがいに精度的に関係のある場合は、対向切削ユニットを加工する直前に結合させるとよい。たとえば、ボーリング穴に対してリーミング穴の位置

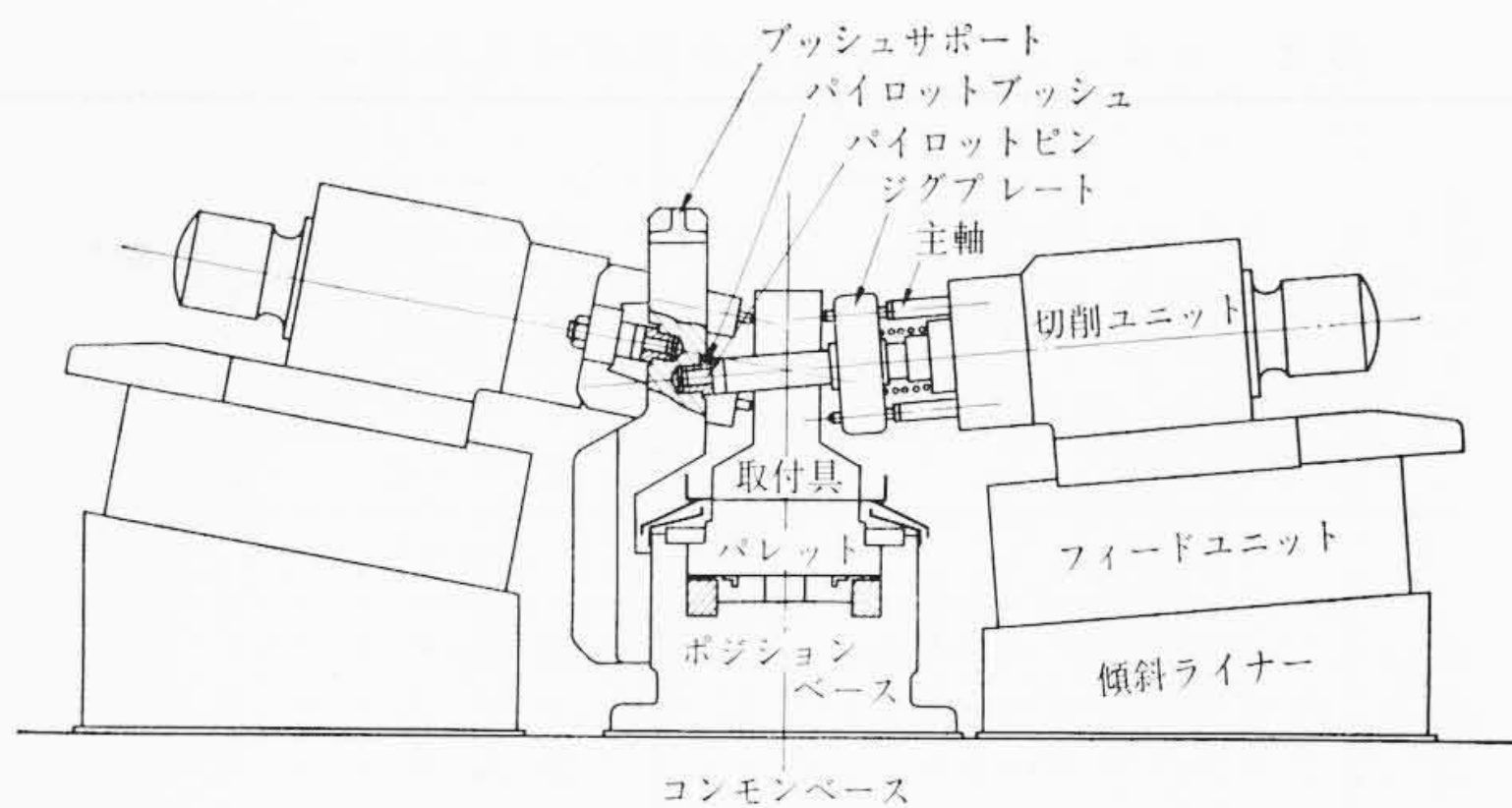


図8 ブッシュサポートによるジグプレートの位置決め

の対向精度を維持するためには、リーミングユニットのジグブッシュを固定しているジグプレートのパイロットピンを、ボーリングユニットに取り付けられたパイロットブッシュにそう入してから加工すればよい。このように対向切削ユニットを直接結合させる方法は、ともに水平の場合にはよいが、図8のように傾斜している場合には、中間にブッシュサポートを設けて、これに対して心出しされた方式にすると効果がある。すなわち、各ステーションでブッシュサポートとの関係精度を調整するほうが、数の多い取付具間のバラツキを調整するよりも簡単である。特に傾斜した切削ユニットがある場合には、取付具に取り付けるブッシュの数が多くなり、相互関係位置の寸法を調整することが困難となる。

トランスファマシンにおいては、取付具間のバラツキが、加工精度に悪影響を及ぼすが、これらの方式は、これに無関係に高精度を維持することができる。またブッシュサポート方式を採用すると、ステーション間にわたる切削ユニット間の相対的加工精度が、各ステーションに設けられたブッシュサポートの位置決めに限定され、精度調整作業が簡単で、高精度の加工を維持することが比較的容易になる。しかし、前加工部分が取付基準となり、その取付基準からの加工精度を維持する場合には、従来のジグプレートと取付具とを固定する方式で加工したほうがよい。

4. 各種特殊装置の開発と進歩

機械の性能向上と安定性を増大させるために、人為作業を機械化してきたが、図3に示したトランスファマシンにもいくつか採用されている。これらのおのおのについて解説することは、紙数の都合上省略するが、一般にトランスファマシンを構成する各種ユニットは、表2に示すとおりである。

最近の技術進歩により、特に制御盤とスピードアップに顕著な点がみられる。

(1) 制御盤

機械全体を電氣的に自動運転させている心臓部が制御盤である。従来 AC 100V の操作回路からなる補助リレーを使用したものであったが、最近 DC 48V の操作回路からなるワイヤスプリングリレーを使用したものが採用されるようになった。図9は、ワイヤスプリングリレーを使用した制御盤の一例を示しているが、器具の小形化にともないトランスファマシン1台あたり、2~3面の制御盤を減少させることができ、原価低減に寄与している。同時に器具に信頼性があり、故障の発生が少なく寿命が長いので、機械の稼働率を大幅に向上させることができた。しかし、このワイヤスプリングリレーは、ゴミや湿気に対して敏感であるので、制御盤の箱そのものの構造を十分検討して、この弊害を完全に防止したものとしなければならない。

(2) スピードアップ

機械の動作は、油圧で作動させている部分が多く、そのスピードアップが機械のサイクルタイムに大きな影響を及ぼす。

表 2 トランスファマシンを構成する各種ユニット

連結ユニット	インデックスユニット	ローディングユニット
	トランスファ装置 位置決め装置 クランプ装置 その他	ホッパー装置 } (搬入) プッシャ装置 搬出装置 リタンコンベヤ その他
切削ユニット	切削ユニット	送りユニット
	ドリリングヘッド タッピングヘッド リーミングヘッド ボーリングヘッド ファインボーリングヘッド フェーシングヘッド ミーリングヘッド その他	油圧フィード ネジフィード カムフィード その他
付属ユニット	全体付属ユニット	単体付属ユニット
	油圧タンク 集中潤滑タンク クーラントタンク クーラントセパレータ 制御盤 ランプ図示パネル 主操作盤 チップコンベヤ その他	等速装置 ロータリリフタ ナットランナ 方向変換装置 ワークダンパ 吸塵装置 ワークセッタ 検測装置 マーキング装置 クランプ確認装置 下穴検出装置 ツールボード セッティングゲージ 主軸潤滑タンク ミストクーリング装置 加工品検査具 その他

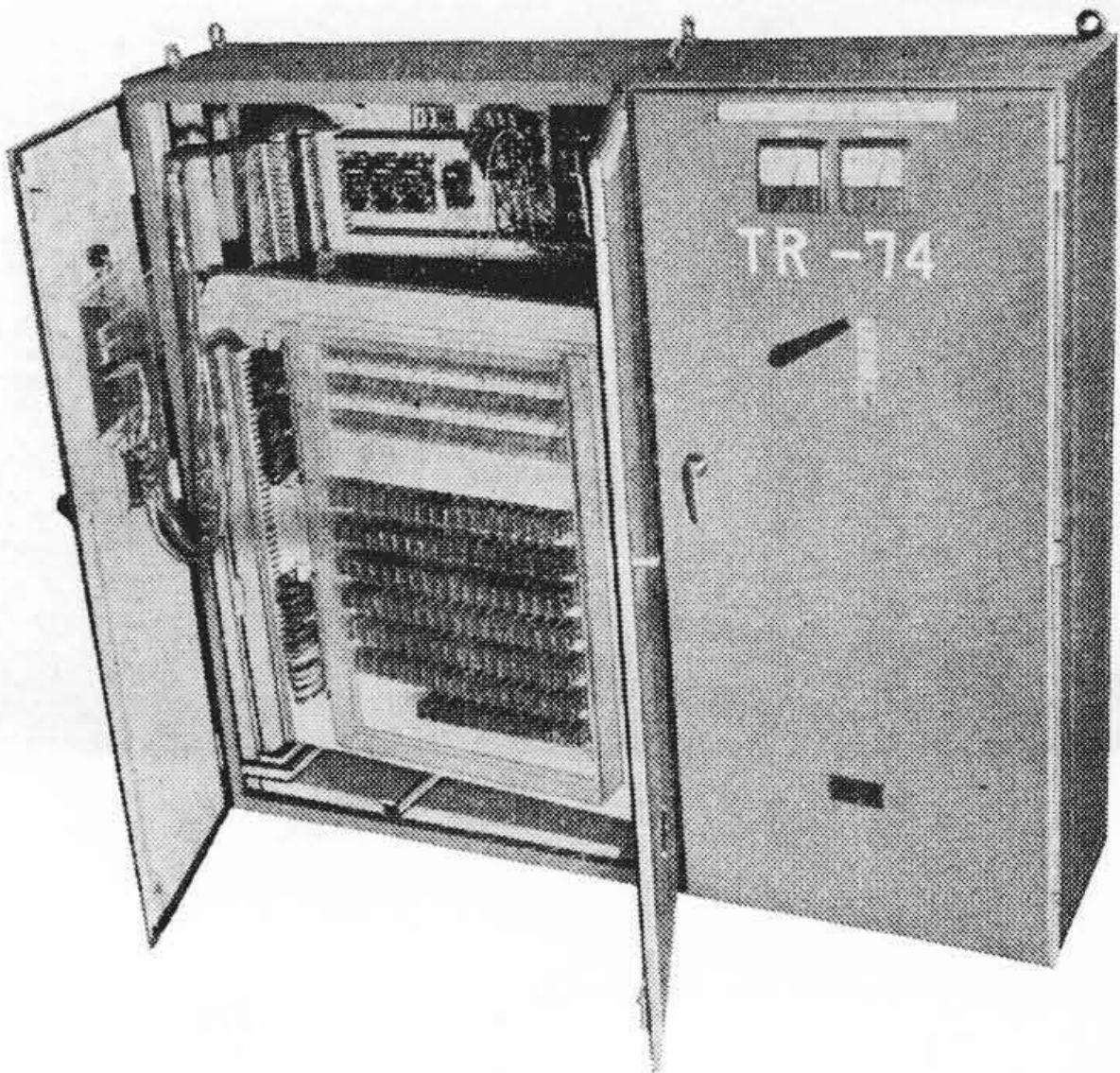


図 9 ワイヤスプリングリレーを使用した制御盤

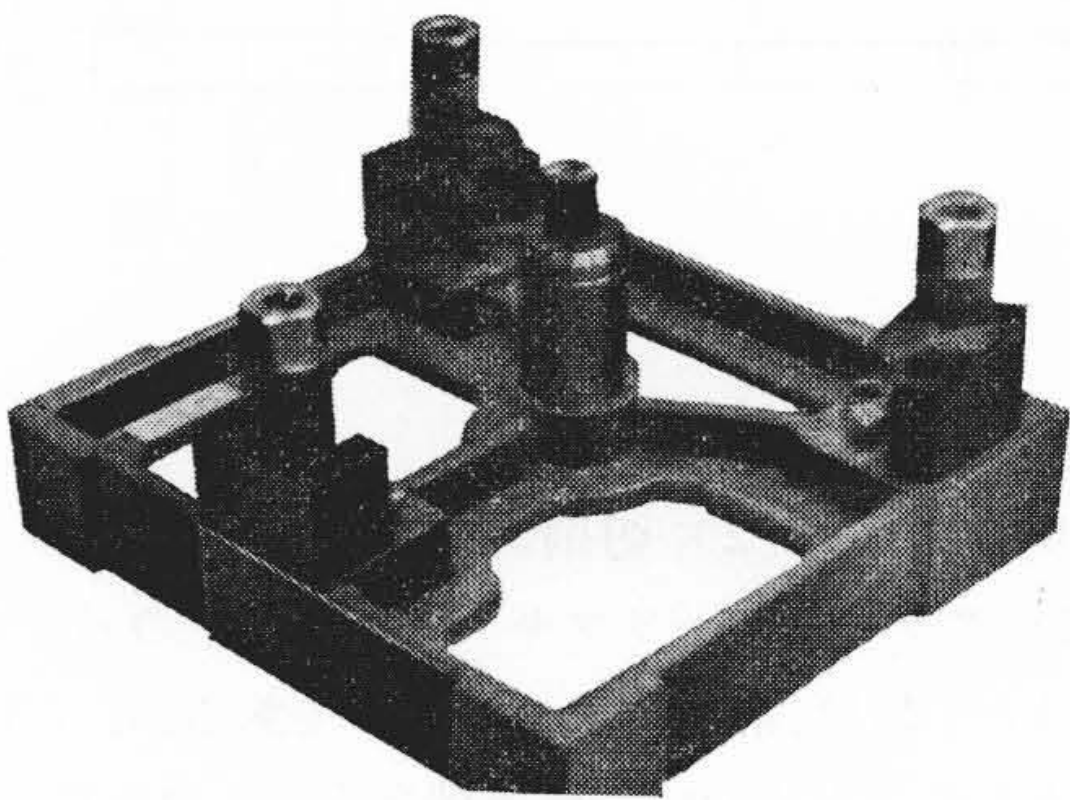


図 10 取付検査具

専門メーカーにより油圧機器およびシール部品の性能と信頼性が向上し、初期のトランスファマシンに比較してスピードアップすることができた。サイクルタイムに関するトランスファ時間、位置決めクランプ時間およびフィードユニット早送り早戻り時間をみるとつぎのようになっている。

- (a) トランスファ時間
- 取付具の移送をつかさどるトランスファ装置は、速度の増大にともなって前進端で衝撃をとるために、シリンダのクッションだけでなく、デセラレーションバルブを設けて定位置に止まるようになっている。この装置の作動時間は、トランスファ速度が初期の 5 m/min から、最近では 25 m/min に増大されているので、約 1/5 に短縮された。
- (b) 位置決めクランプ時間
- トランスファされた取付具を定位置にクランプするまでの時間は、初期の 6.5 秒から、最近では 1 秒になったので、1/6.5 に短縮された。
- (c) フィードユニットの早送り早戻り時間
- トランスファマシンでは、取付具がトランスファするときに切削ユニットと干渉するのを避けるために、切削ユニットを安全位置まで後退させなければならない。フィードユニットの早送り早戻り時間とは、この後退位置から加工時、切削ユニットを加工品に近づけるまでの早送りおよび加工後の早戻り時間のことをいう。フィードユニットの早送り速度が初期の 3 m/min から、最近では 6 m/min に増大されているので、時間は、1/2 に短縮された。

以上 3 項の時間の合計は、トランスファマシンによって大分異なるが、平均的には約 1/3 の短縮になる。またサイクルタイム中にしめるこれらの時間の合計は、約 1/4 であるので、その影響力は約 25% となる。

5. 検査能率の向上と均一化

トランスファマシンで加工された加工品は、一般に抜き取り検査を受けるが、機械メーカーが納入前に検査する加工品の数は、相当多い。この検査は、従来ハイトマスター、ダイヤルゲージおよびシリンダーゲージなど汎用検査具と少数の簡易特殊付属装置を用いて行なっていたが、高精度の検査を短時間に行なわなければならない、その能率化が要求されてきた。

機械納入後も全数測定する必要がある場合は、ライン内に検査ユニットを設け、所定のゲージに対して OK, NG の判定をさせ、NG の場合には、機械の動作を停止させたり、または刻印させたりして管理している。

これに対し機械納入後の検査は、抜き取りでよいが、加工精度を比較的きびしく管理する必要があるものについては、機械納入前は、ほとんど全数検査しなければならない。このために正確で使いやすい特殊検査具が製作されるようになった。特にアルミニウム加工の場合には、加工品の固定方法により変形量が多くなるので注意しなければならないが、機械本来の加工の傾向をは握するために、加工時の状態に復元する固定方法により検査する必要がある。

図 10 は、この目的のために製作された検査取付具である。これは取付方法が、機械内の取付具と同一になっているため、取付ひずみの影響がなく正確な値がとれる。

また図 11 は、いずれもピッチを検査する特殊検査具とそのマスターの一例である。

6. 結 言

以上、最近のトランスファマシンの進歩状況について解説したが、鉄系金属および非鉄系金属特にアルミニウム材用ともに一応完成された形態になっている日立トランスファマシンは、今後とも量産設

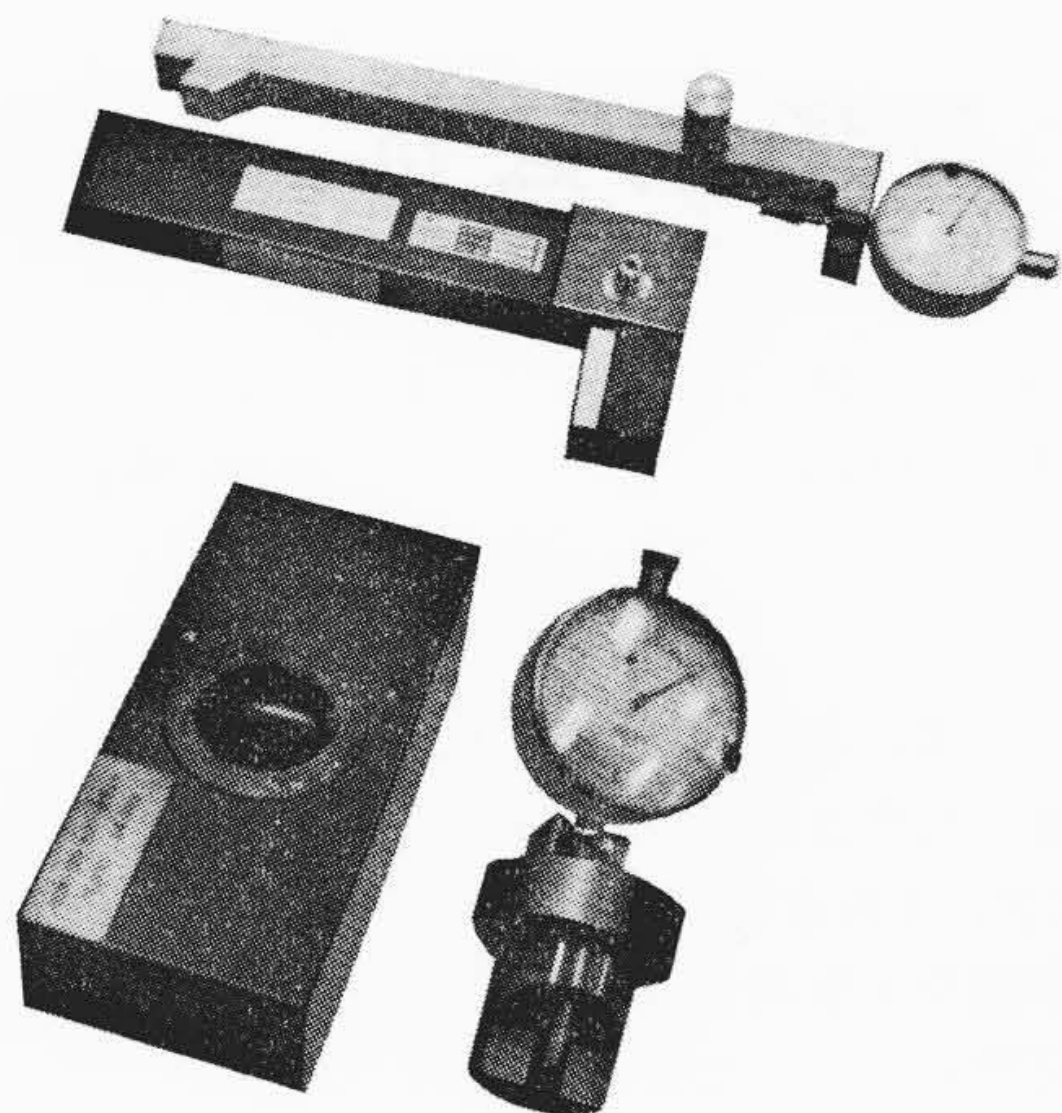


図11 特殊ピッチ検査具

備機械としてユーザーの希望を満足させていくことができると信ずる。

これまでに蓄積された技術の所産を土台とし、時代の最先端を行く電子工学技術の発展を追い、両者から現在の焦点をとらえて、今後とも意欲的に前進していきたいと考えている。

参 考 文 献

- (1) 中村： トランスファマシン
制御工学ハンドブック（朝倉書店）
- (2) 中村： トランスファマシンの現況と傾向
マシンリー，1965年4月-1日号
- (3) 江口： 専用機における切粉処理
機械技術，1966年7月臨時増刊号
- (4) 江口： トランスファマシンの進歩と傾向
マシンリスト，1967年1月号



特 許 の 紹 介



特許 第482800号 (特公昭41-7532号)

坂 井 裕 親・谷 尚

ド ー リ ー 付 ト レ ー ラ

一般に、ドーリー付トレーラは、トラクタとドーリーおよびドーリーとトレーラとの連結部が回動自在であるから、トレーラを旋回後退させる場合、トラクタとドーリーとトレーラとがジグザグ状になってトラクタの操縦による後退はきわめて困難である。

この発明は、ドーリー車軸にかじ取り装置を設け、そのドラッグロッドの先端をトラクタ上の定点またはドーリー台わく上の定点に選択的に掛け止めるようにし、かつトレーラをドーリーの台わくに対し旋回不可能に掛け止める装置を設けて上記の点を改良したもので、図1はドーリーに用いる操向装置、図2はトレーラを後退させる際のドーリー車輪の操向を示すものである。

トレーラを後退旋回させる場合、まずトレーラをピンによりドーリーに固定して一直線に保持し、ドラッグロッドの先端をキングピンの側方においてトラクタ上の定点に連結する。トラクタが旋回後退すれば、トラクタとドーリーは角度 α で屈曲し、定点はキングピンを支点として反時計方向に変位量 c だけ回動し、ドラッグロッド

を左方に引張り、車軸はその延長線がトラクタの旋回中心 O を通るように操向される。よってドーリーとトレーラは一体となってトラクタの操縦にしたがって所望の曲線路上を容易に後退することができる。

このままの状態ではトレーラを前進させることはもとより可能であるが、ピンをはずしてドーリーとトレーラの屈曲を自由とし、ドラッグロッドをトラクタの定点からはずしてドーリーの車軸が直進方向をとるようにドーリー本体の一部に掛け止めて固定すれば、普通のドーリー付トレーラとして、旋回半径の小さな曲線路を前進走行させることができる。

(武居)

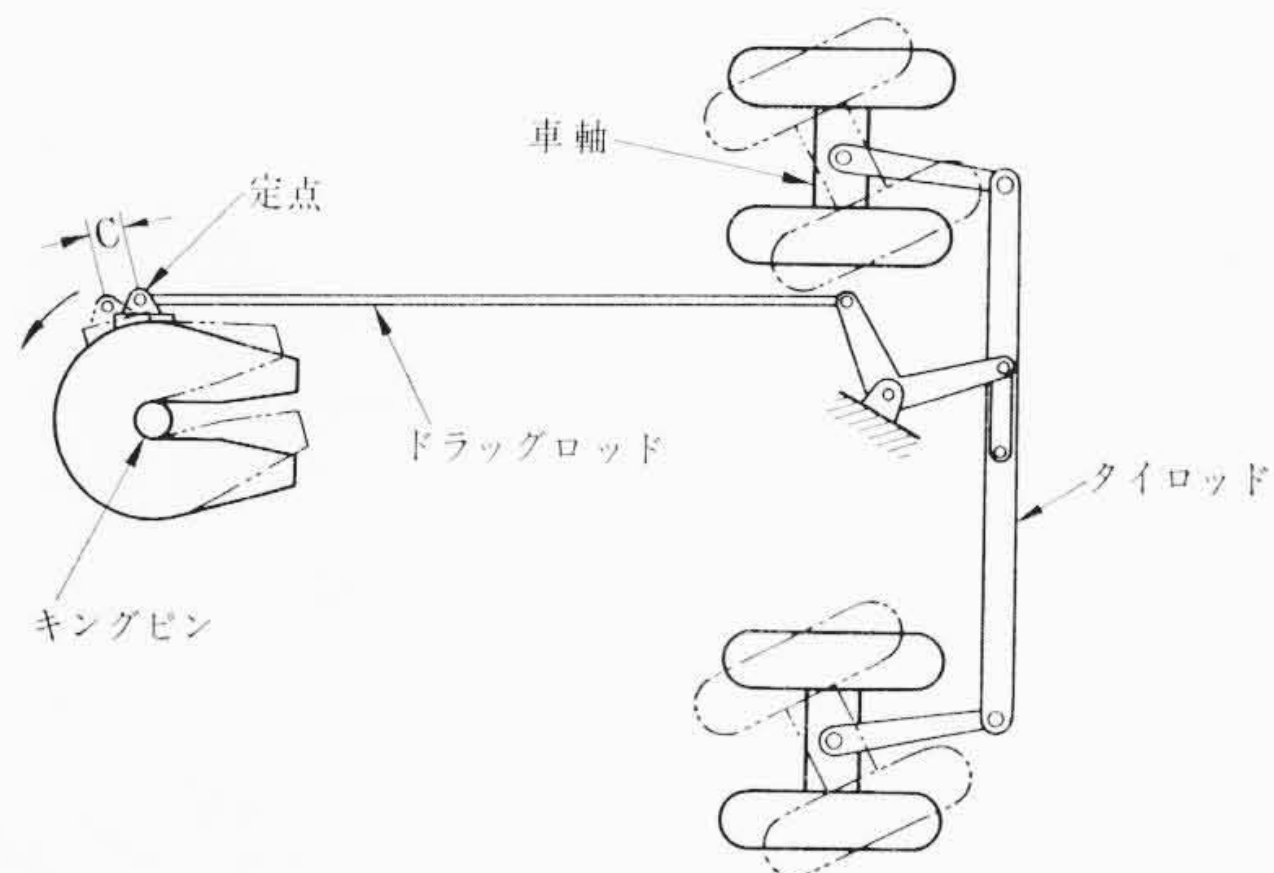


図1 ドーリーに用いる操向装置

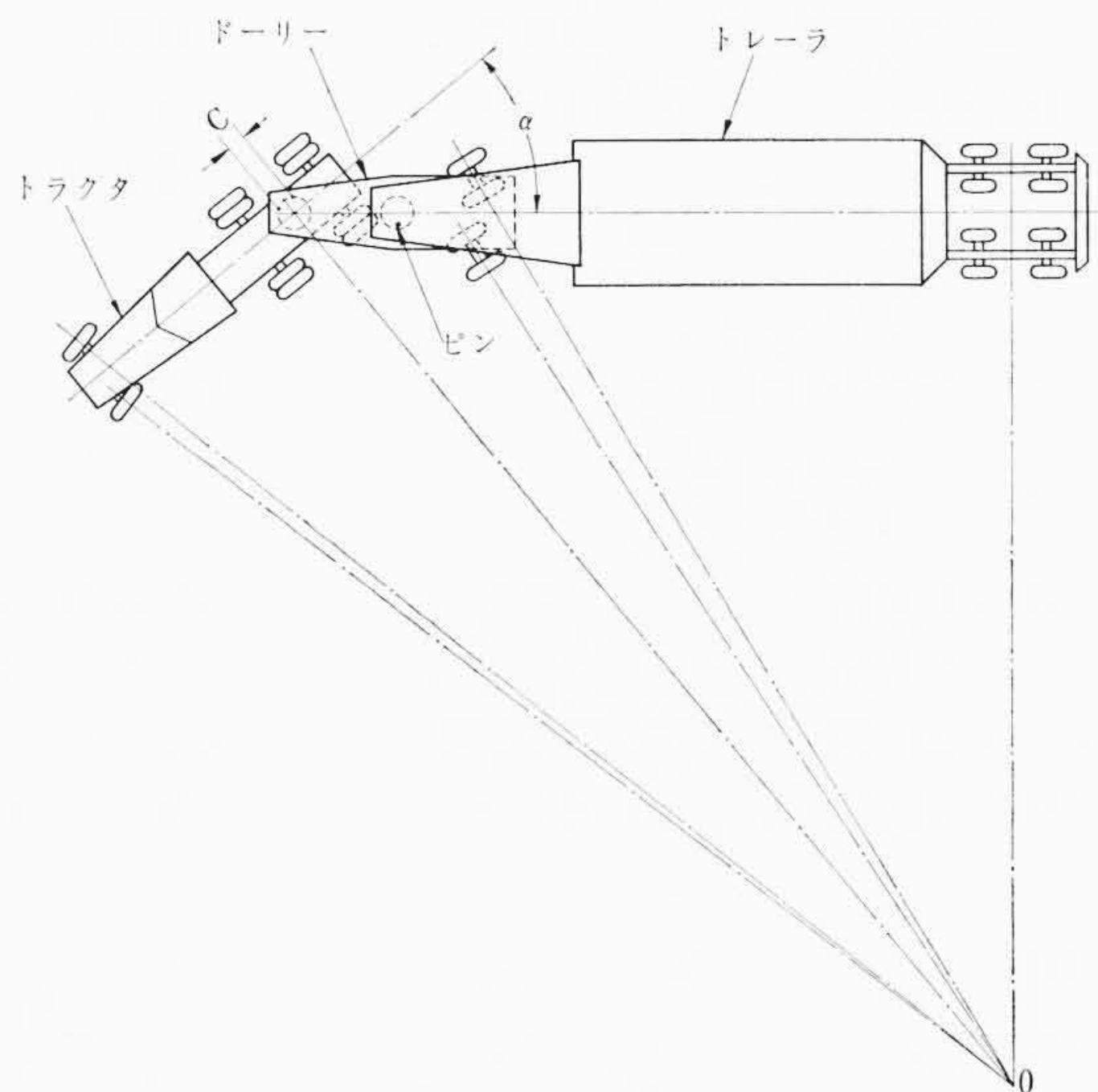


図2 ドーリー車輪の操向