

産業用ロボットのマテリアルハンドリング作業への応用

Application of Industrial Robot to Material Handling

生産のトータルコストダウンは、工作機のNC (Numerical Control) 化、溶接作業のロボット化など加工作業自体の自動化とワークの着脱、移載、パレタイジングなど工程間の自動化が協調してこそ実現することができる。

日立製作所では、この点にかんがみ溶接、塗装など加工作業用ロボットのほかに、マテリアルハンドリング用として汎用性の高い「日立モジュール形マシンハンド」の開発と実用化を重ね、来るべき無人化工場時代への足掛かりを築いている。

自動化に必要な各種ユニットを豊富に準備し、ビルディング・ブロック方式でニーズに即応する体制をとっており、今後ともコストパフォーマンスの優れたシステムを提供していく考えである。

福地文夫* *Fukuchi Fumio*

伊藤源治* *Itô Genji*

榎 智正* *Enoki Toshimasa*

1 緒 言

成長期に入った我が国の産業用ロボットは、高度成長下の労働力補充形から、安定成長下の労働環境改善形へとその形態を変えつつあり、過酷作業、危険作業、単純繰返し作業などをロボットで代替しようとする気運が強く、その対象業種も多岐にわたり、システムも大形化してきている。

日立製作所ではこのようなすう勢に対処するため、画一的なロボットではなく、より柔軟なロボットを指向して、マテリアルハンドリング(以下、マテハンと略す)作業用に「モジュール形マシンハンド」^{1),2)}を開発し、着々と実績を積み上げている。

本稿は、その設計思想と一部応用例について紹介する。

2 基本的な考え方

自動化、省力化の担い手としてのマテハンロボットに対する最近の市場ニーズは、

- (1) 多様化する仕様に柔軟に応じられること。
- (2) コストパフォーマンスの良いこと。
- (3) 信頼性の高いこと。
- (4) 短納期であること。
- (5) 保守が容易であること。

などであるが、従来のロボットはこれらの点についてユーザーの要求を十分満足させるまでには至っていなかった。そこで日立製作所は、これらの要望をかなえる一つの手段として、モジュール形マシンハンドの開発を推進し、数多くのマシンハンド及びマシンハンドシステムを市場に送り出してきた。

モジュール形マシンハンドとは、自動化、省力化システムを構成するシステム・コンポーネントとしてのマシンハンドに必要な種々の動作を分類整理し、その動作単位ごとにユニット化し、それらユニットの組合せによりユーザーの要求する仕様をむだのない最適な形に構成するビルディング・ブロック方式のロボットであり、より汎用性、融通性が高く、しかも経済性をも追求したロボットである。

ユニットは徹底した部品の標準化の基礎の上に立って、一

動作一ユニットを原則とし、動力としては電気、空気圧及び油圧を採用し、それぞれの長所を巧みに生かした設計になっている。以上に述べた、標準部品から構成されるモジュール形マシンハンドの展開を図1に示す。なお、ユニット品及び組立品もシステム・コンポーネントとして使えるように考慮してある。

ロボットの特長は、「汎用的自動機械」であるといわれ、どのような用途にも使えるということであるが、あまり汎用性、融通性だけを追い求めると標準化も困難になり、当然コストアップにもつながるので、当面の適用分野は製造業をねらいとし、ワークの着脱、移載、パレタイジングなどを行なうマテハン作業用に限定した。

3 日立モジュール形マシンハンド

前述したように、日立モジュール形マシンハンドは、これまでのロボットに有りがちな余分な機能を排除し、ユーザーの仕様に適合する専用ロボットを提供するフルチョイス・システムのロボットである。その特長は、

- (1) 徹底した部品の標準化の基礎の上に立ち、豊富な各種ユニットを用意しているので、余分な機能のないユーザー・オリエンテッドなシステムを経済的に構成することができる。
 - (2) 各ユニットは構造の単純化を図り、電気、空気圧及び油圧のもつ長所を巧みに生かして構成され、分解及び組立が容易で周辺装置にも使える。
 - (3) 長寿命化のため、摺動部はすべてボールベアリングを採用し、異常事態に対するフェールセーフを考慮した高信頼性設計
 - (4) メインテナンス・フリー又はメインテナンスの容易さを追求したモジュール化設計
- などである。なお、オプション機能を付加することにより作業ロボットにも応用できるものである。でき上がりの形がスタンド形と門形のモジュール形マシンハンドの一例を図2、3に示す。

* 日立製作所習志野工場

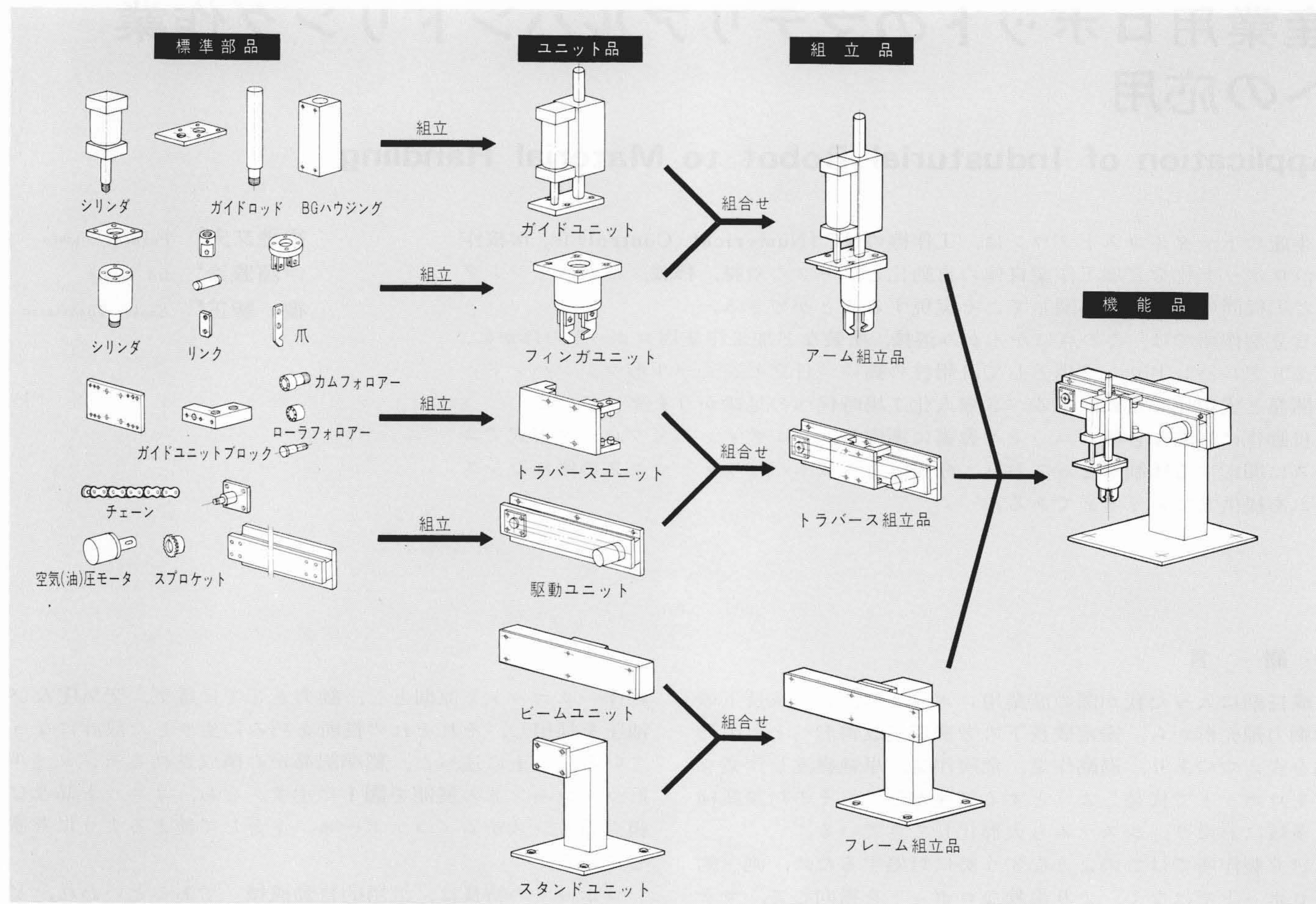


図1 モジュール形マシンハンドの展開される関係を示す。 標準部品からユニット品、組立品、機能品とビルドアップ

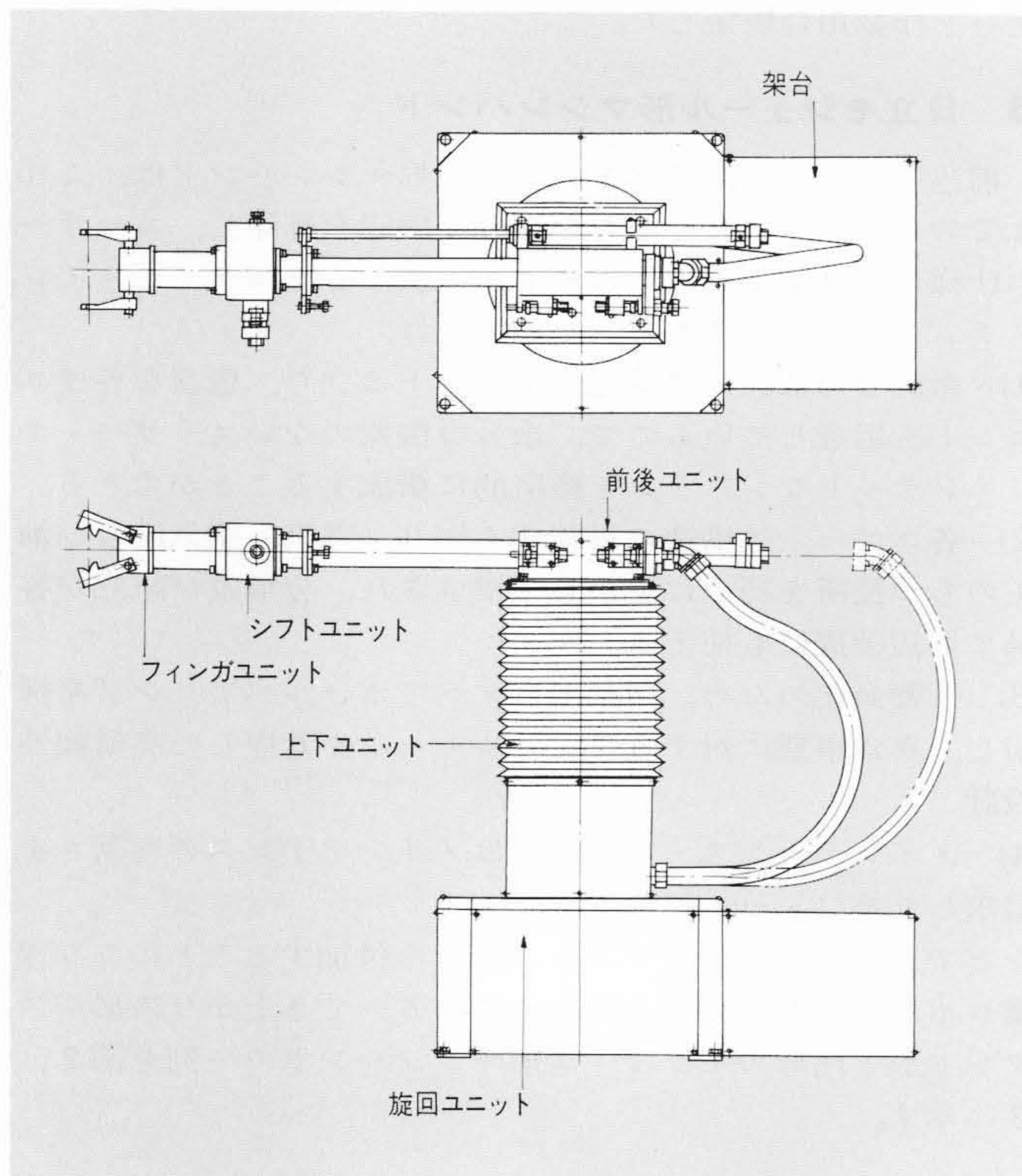


図2 スタンド形マシンハンド フィンガユニット、シフトユニット、前後ユニット、上下ユニット、旋回ユニット及び架台から構成されるマシンハンドの一例を示す。

4 応用例

モジュール形マシンハンドの応用例を次に紹介する。

4.1 工作機械群自動化への適用(I)

4.1.1 概要

機械群の自動化を行なう場合、経済性の観点から、最小台数のマシンハンドで、最大台数の機械群をサービスする方式が用いられる。

本システムはその典型例で、機械群やコンベヤを円形に配置し、中心にマシンハンドを設置して、これをフル稼働させ効率アップを図ったものである。

図4(a)に概略平面図を示す。加工機3から搬出コンベヤへとワークを移し、次に加工機2から同3へと順次移載して、搬入コンベヤへと進む。この間、移載完了の加工機は他機の移載中フルに加工時間がとれ、有効に使うことができる。同図(b)に稼働中の外観を、表1に概略仕様を示す。

4.1.2 特長

- (1) 旋回軸は往復とも多点停止するが、ロケータの併用により精度が良く、割出し位置変更もできる。
- (2) ワークの向きを崩さないように移載するため、補助装置が付属している。
- (3) 空気圧が低下しても、ワークを放さないよう自己保持式のフィンガを使用している。
- (4) 機械群のメインテナンスに備えて、マシンハンドは外部に退避できる。

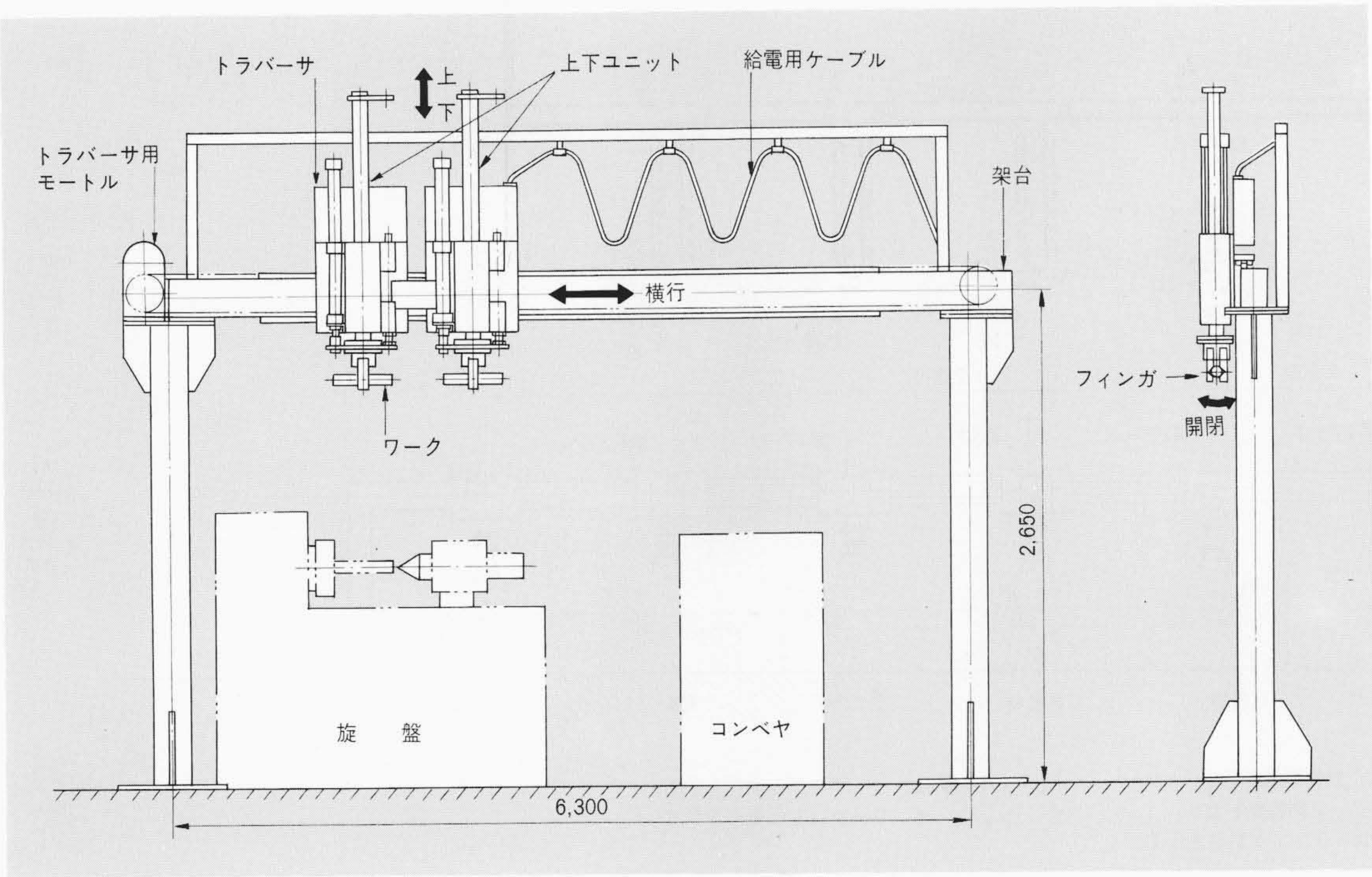
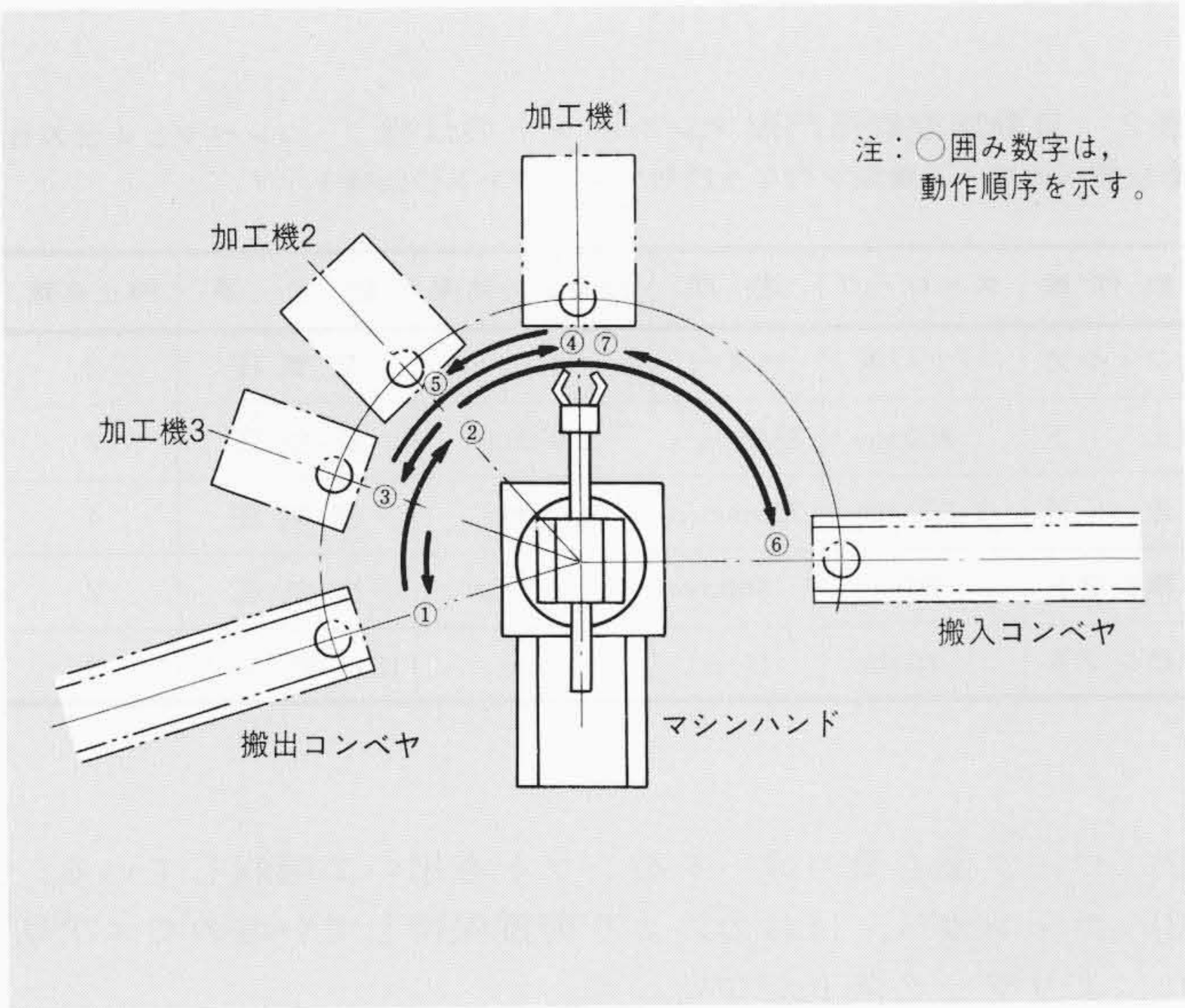
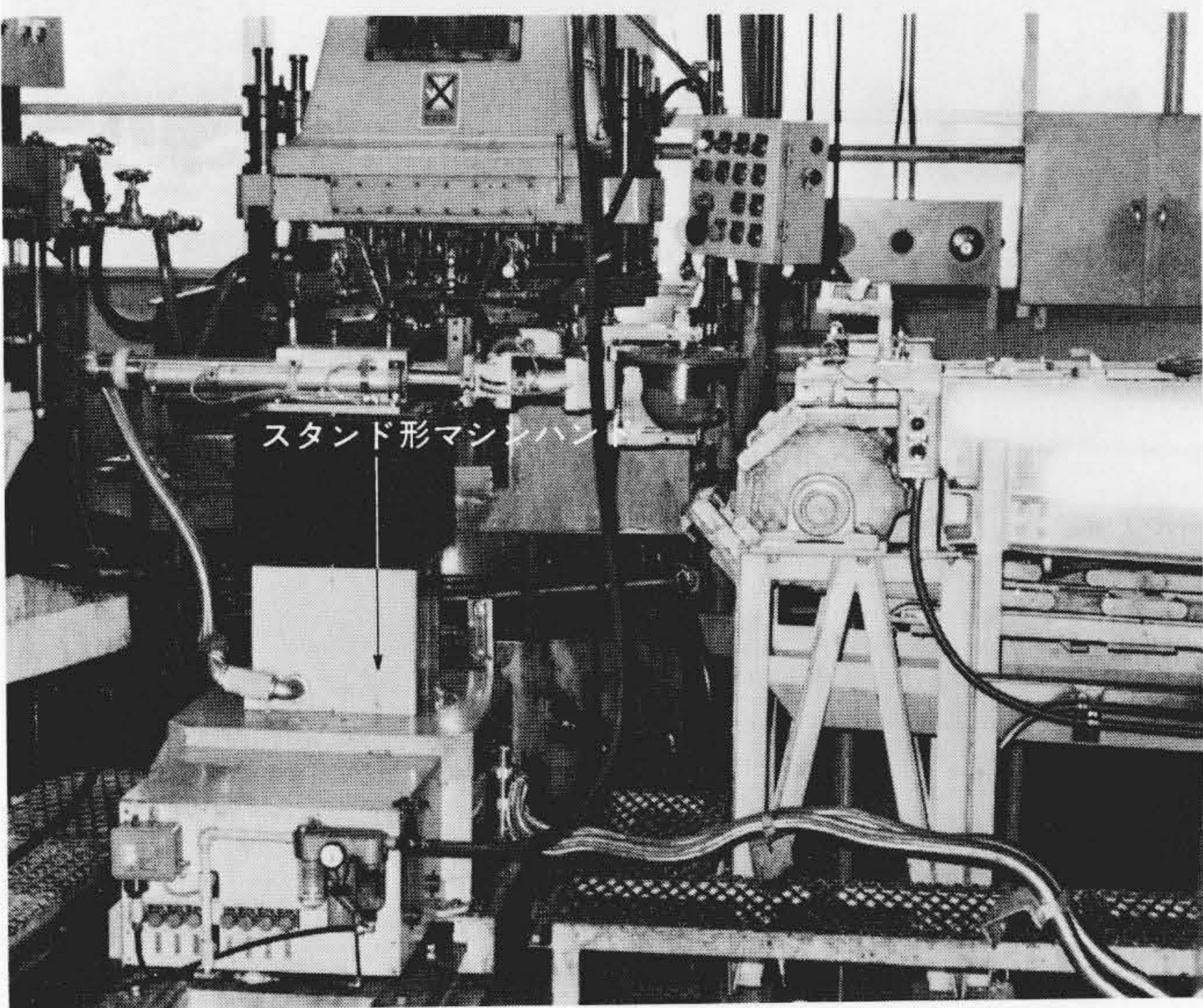


図3 門形マシンハンド フィンガユニット×2，上下ユニット×2，トラバーサユニット×2及び架台より構成される片持形トラバーサでタンデム構成の，ツインアーム門形マシンハンドの一例を示す。



(a) 概略平面図



(b) 外 観

図4 工作機群自動化用スタンド形マシンハンド 1台のマシンハンドで複数台の加工機，コンベヤをサービスでき，経済的に自動化ができる。

表1 工作機群自動化用スタンド形マシンハンドの仕様 必要なユニットとストロークを選定して，対象物にマッチしたマシンハンドを構成できる。

動作軸	ストローク	速度	位置決め精度	駆動源	停止点数
フィンガ	(7+7)度	14度/s	±0.5mm	空気圧	2
前後	400mm	200mm/s	±0.5mm	空気圧	2
上下	200mm	150mm/s	±0.5mm	空気圧	2
旋回	270度	45度/s	±0.5mm	空気圧-油圧	5
走行	1,000mm	—	—	手押し	—

(5) ワークの変更に伴う段取替えは，フィンガの金具入替えだけで済むように構成してある。

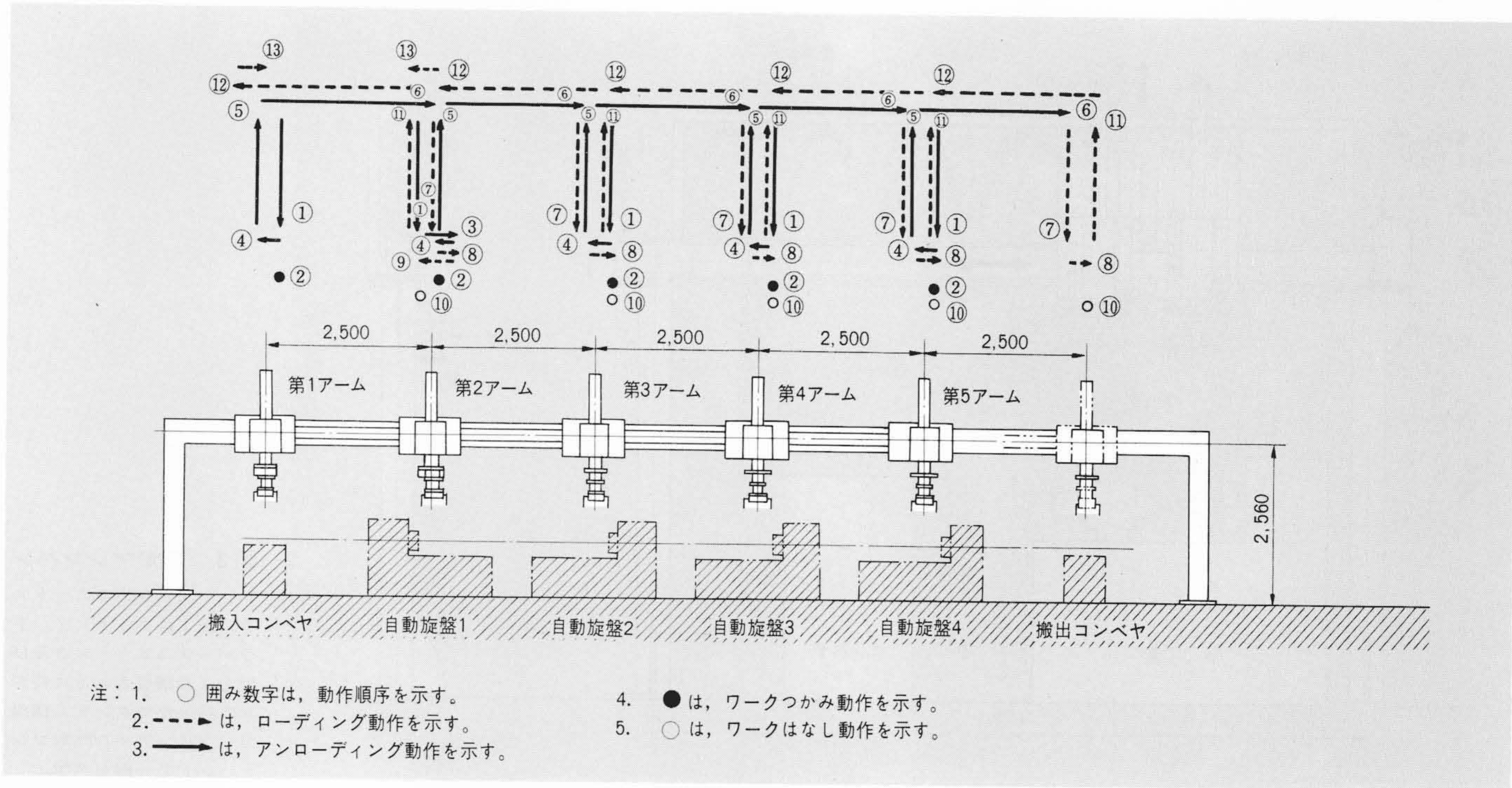
4.1.3 効果

加工機群の自動化は，ややもすると高級なロボットでしか不可能というイメージが強く，経済面での制約から作業者に依存させることが多い。本例は，機械群の一部改造，画一配置などにより，ロボットの動作を単純化させ経済的に自動化を行なった代表例である。

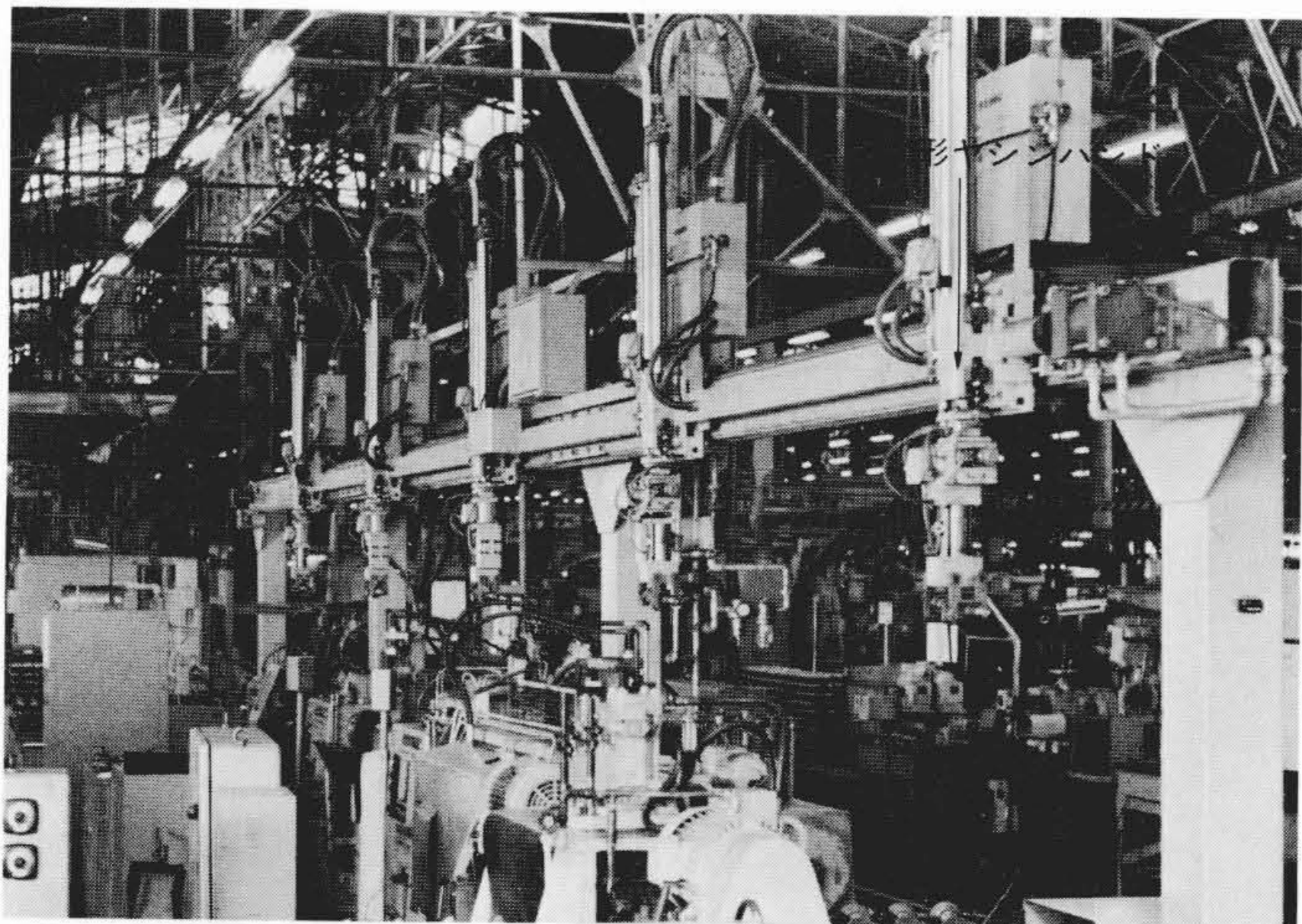
4.2 工作機群自動化への適用(Ⅱ)

4.2.1 概要

本システムは，各工程の加工時間がほぼ一致している場合で，アンローディング，トラバース，ローディングをそれぞれ



(a) 概略正面図



(b) 外 観

図5 自動旋盤群用門形マシンハンド 自動旋盤及びコンベヤを等間隔に配列し、ワークのローディング・アンローディングを門形マシンハンドに取り付けられた5本のアームの同時動作により行なっている。

れ同時に行なうトランスファ方式の一例である。図5(a)に示すように、コンベヤ及び自動旋盤を等間隔に配置しその上に取り付けられた5本のアームが同時に動作し、第1アームが未加工ワークを搬入コンベヤから自動旋盤1へ、第2アームが自動旋盤1で加工済みのワークを自動旋盤2へと1ピッチの往復運動により順次工程へ搬送し、ワークの自動切削加工を連続的行なうものである。その外観を同図(b)に、仕様を表2に示す。

4.2.2 特 長

本システムは、多機種中量産設備でサイクルタイムを少しでも短くするため駆動源をエアとした。また段取替えを少なく、行ないやすいよう考慮し、多種類のワークに対処できるようにしてある。次に主な特長について述べる。

- (1) 走行軸は駆動シリンダと補助シリンダの組合せにより4点停止とし、停止精度±1mmと高精度である。

表2 自動旋盤群用門形マシンハンドの仕様 コンベヤと4台の自動旋盤へのワーク着脱を行なう門形マシンハンドの仕様を示す。

動作軸	ストローク	速度	位置決め精度	駆動源	停止点数
フィンガ	(7+7)度	14度/s	±0.5mm	空気圧	2
上 下	800mm	350mm/s	±0.5mm	空気圧	2
走 行	2,560mm	700mm/s	±1mm	空気圧	4
横シフト	60mm	100mm	±0.5mm	空気圧	2
縦シフト	10mm	—	—	ばね復帰方式	2

- (2) ワーク偏心量の違いを縦シフトを用いて吸収している。
- (3) フィンガは、ばね力により荷重保持しているのでエア切れによりワーク落下がない。
- (4) ショックアブソーバを用いて、ストローク端での衝撃力の吸収を行なっている。
- (5) 横シフト機構と自動旋盤を1台反対向きに設置することにより、ワーク反転機構をなくし、簡単な段取替えで多種類ワークの取扱いを可能にしている。

4.2.3 効 果

本システムは省人効果のほか、自動旋盤及びコンベヤを直線配置し順次工程にワークを移載し、ワークの中間ストックをなくし、物の流れ時間も含めた加工時間を短縮した。また門形マシンハンドにより、移載は自動旋盤上の空間を利用しているため設置スペースが小さく、保守点検が行ないやすく、万一マシンハンドが故障した場合でも手動運転への切換えが簡単である。

4.3 コンベヤつり掛け作業への適用

4.3.1 概 要

静止工程間でのワーク移載は、比較的自動化しやすいが、移動中のコンベヤへのワーク積込みや取出し、といった移動

工程間の自動化はまだ広くは行なわれていない。移載時、コンベヤを一時停止できれば問題は少ないが、生産タクトが速く、一貫工程の中でコンベヤを間欠運転することが不可能な場合、移動工程間の自動化が要求される。実施に当たっては、治具の位置検出や同期方法、サイクルタイムの制限などの問題が多かったが、本機はそれらを解決し開発したもので、図6(a)に加工工程中のテレビジョン用ブラウン管を2台の機械から交互に取り出し、連続移動中のハンガコンベヤにつり掛ける状態を概略平面図に示す。マシンハンドは加工機1又は2に向かってワークを受け取り、図示の位置にもどってコンベヤと同期走行中に積込みを行なう。

図6(b)に稼動中の外観を、表3に概略仕様を示す。

4.3.2 特 長

- (1) 重いワークを高速移載し、タクトタイムの短縮を図った。
- (2) コンベヤ速度がかなり変動しても追従する。
- (3) ハンガ位置をキャッチし追跡するので、位置決め精度が高い。
- (4) ハンガの振れを検出するので、移載ミスがない。

4.3.3 効 果

従来は、連続移動し振れのあるハンガコンベヤに、重いブラウン管を自動で積み込むことは、経済的見地より自動化対象から外されて人手に頼っており、重量物の短時間繰返し運搬は重労働であったが、本機の完成によりこれらの問題が大きく改善された。

4.4 ダイキャスト作業への適用

4.4.1 概 要

ダイキャストマシンによる鋳込み作業は、重熱悪環境作業であるうえ、重量ワークの金型への着脱は不安定な姿勢で高精度の挿入を行なう困難な作業でもある。また、万一の誤動作、誤操作によりプラテン間にはさみ込まれそうな危険感があり、給湯の際や射出の際の溶湯の噴出、飛散など危険性の高い過酷な作業である。そのため自動化が真剣に考えられ、かなり進歩してはいるがコールドチャンバのワーク取出しの自動化率は、15%程度とかなり低い。

次に紹介するシステムは、アルミ・ダイキャスト作業を自動化した例で、図7(a)に示すようにモジュール形マシンハンドである重量物移載用門形マシンハンドを中心に、給湯装置、湯口切り装置、位置決め装置などの周辺装置より構成されている。

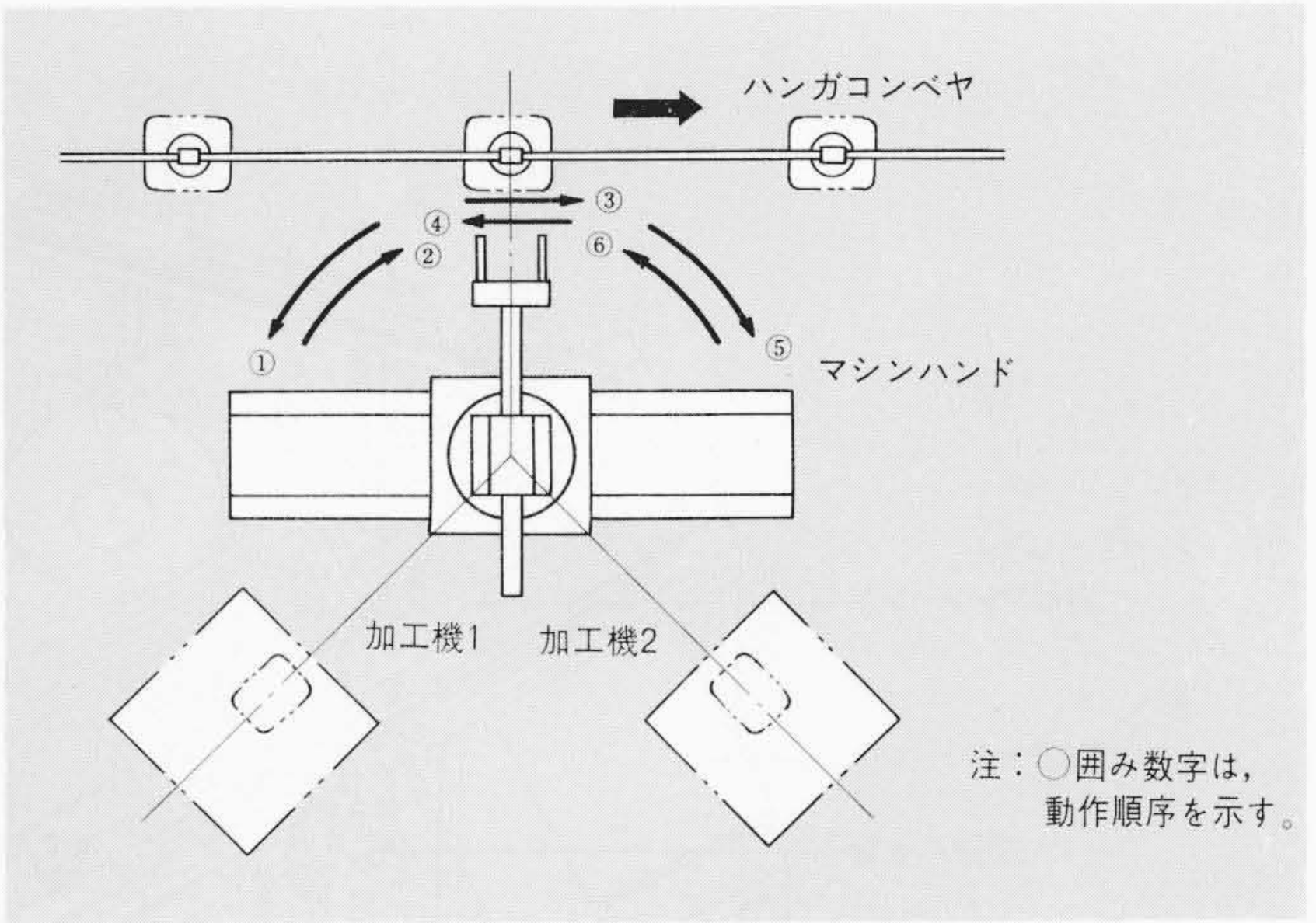
この動作の大要を説明すると、部組台でセットされたワークがシュータ、反転装置を経て位置決め装置に送られ、姿勢を規制した後、門形マシンハンドによりダイキャストマシンのセンタまで搬送し、一方の金型へのセッティングとダイキャスト済みのワークの取出しを同時に行なうとともに、取り出されたワークを湯口切り装置まで搬送する。湯口の回収及び心金の回収後、仕上工程を経てパレットへ積み込まれるものである。

システムの外観を同図(b)に、門形マシンハンドの概略仕様を表4に示す。

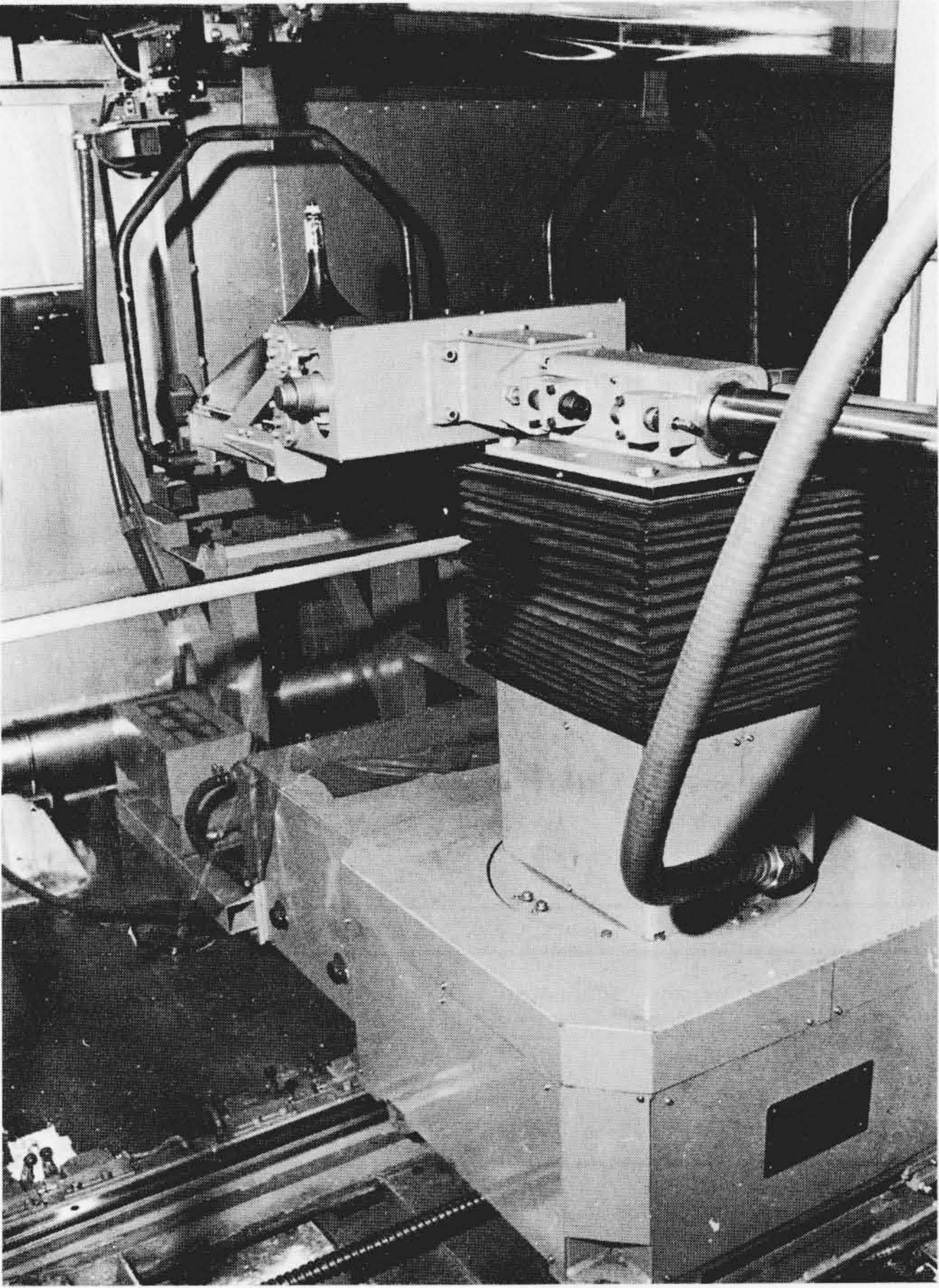
4.4.2 特 長

重量ワークのダイキャスト作業で、門形マシンハンドと周辺装置を狭い場所に適切に配置して、一貫的自動化システムを構成し、重熱悪環境作業から作業者を解放した。本システムのマシンハンド関係の特長は、次に述べるとおりである。

- (1) ダイキャスト型内へのワークの横挿入をスムーズにするため、走行軸駆動には可変速モートルを使い、かつ位置決めロケートピンの差込みを行ない、ON-OFF制御で高精度



(a) 概略平面図

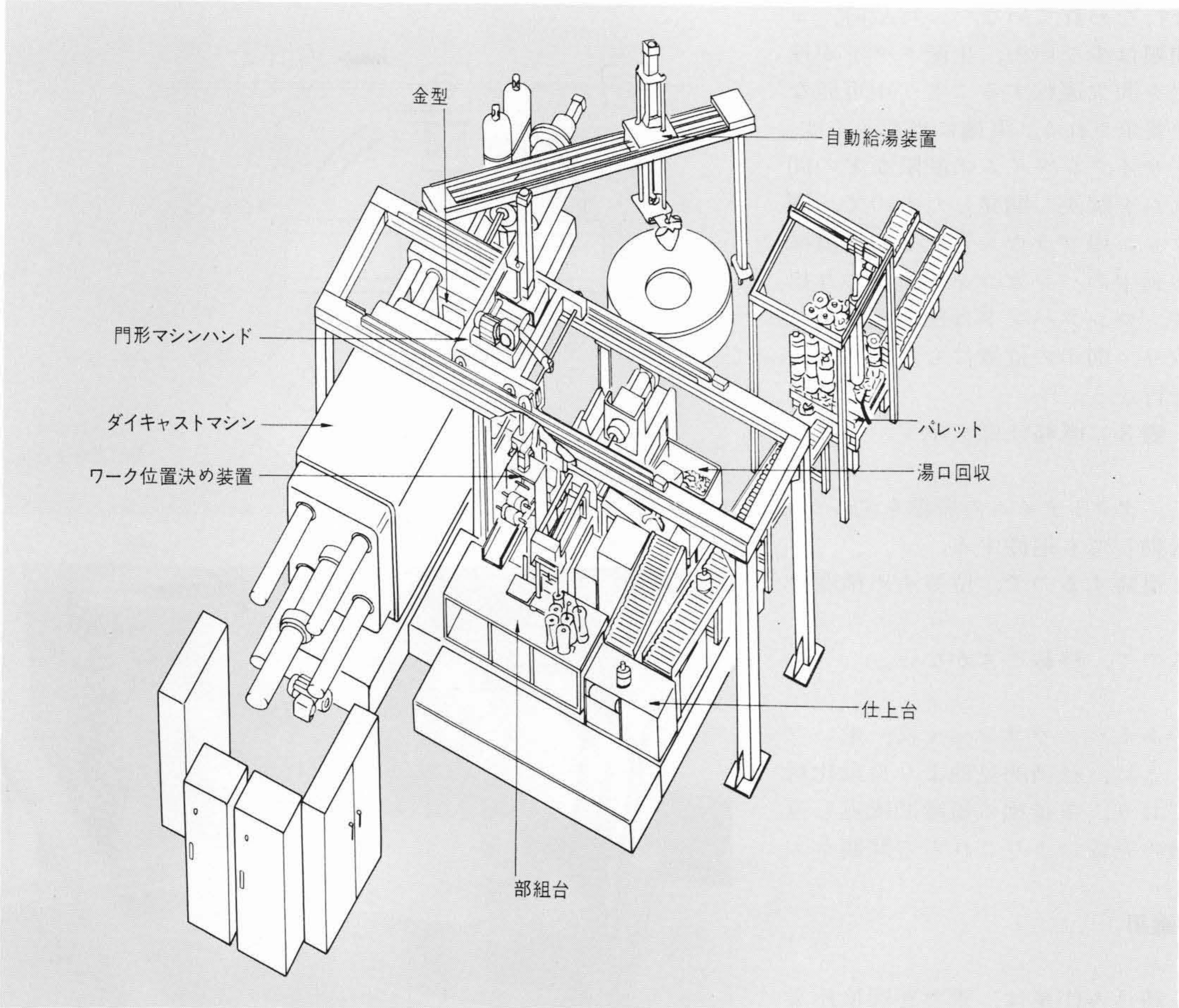


(b) 外 観

図6 コンベヤつり掛け作業用スタンド形マシンハンド 加工機1又は2からブラウン管を取り出し、ハンガコンベヤと同期走行しながら積込みを行なう。

表3 コンベヤつり掛け作業用スタンド形マシンハンドの仕様
ハンガコンベヤとの同期走行は、DCモートルを速度制御して行なっている。

動作軸	ストローク	速度	位置決め精度	駆動源	停止点数
フィンガ	(40+40)mm	40mm/s	±0.5mm	空気圧	2
前 後	500mm	300mm/s	±0.5mm	空気圧	2
上 下	100mm	100mm/s	±0.5mm	空気圧	2
旋 回	270度	45度/s	±0.5mm	空気圧-油圧	3
走 行	650mm	100mm/s	±2.5mm	DCモートル	多点



(a) 概略構成図

図7 アルミ・ダイキャスト自動化ライン 門形マシンハンドを中心に、給湯装置、湯口切り装置、位置決め装置などから構成される電動機回転子のアルミ・ダイキャスト自動化ラインを示す。

表4 ダイキャスト作業用門形マシンハンドの仕様 アルミ・ダイキャスト自動化ラインで、ワーク位置決め装置～ダイキャストマシン～湯口回収装置間のワークの移載及び着脱を行なう門形マシンハンドの仕様を示す。

動作軸	ストローク	速度	位置決め精度	駆動源	停止点数
走行	4,000mm	500mm/s	±0.5, ±2mm ダイキャスト上位置 決め装置上その他2点	PC (Phase Control) モートル	4
横行	150mm	50mm/s	±0.5mm	空気圧	2
上下	1,000mm	250mm/s	±0.5mm	空気圧	3
フィンガ	—	—	—	空気圧	2

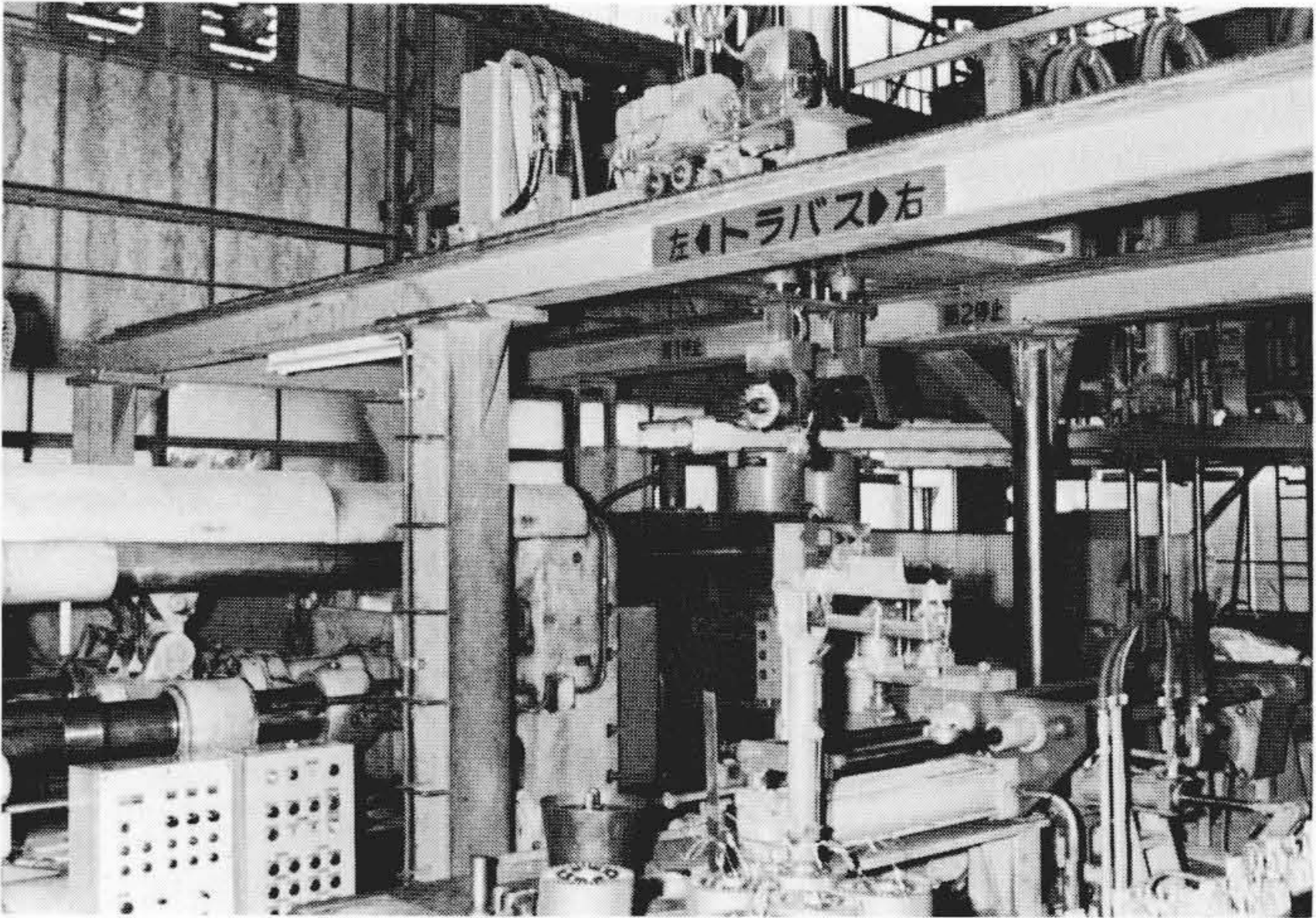
- (±0.5mm)停止を可能とした。
- (2) ワークの金型への挿入及び取出しを同時に行ない、サイクルタイムの短縮を図った。
- (3) 狭い場所でのワークの着脱を行なうので、フィンガの開閉機構部に特殊シリンダを用い、小形化を図っている。
- (4) ワークの心金先端部にテーパを付け、ガイドピンを兼ねさせ、型への挿入精度 $\pm 0.03\text{mm}$ を門形マシンハンドの動作で可能にした。

4.4.3 効果

自動化による省人効果はもとより、作業者を重熱悪環境作業、及び危険作業から解放することができた。また、手作業ではできなかったワークの同時着脱を行ない、サイクルタイムを大幅に短縮した。

5 結 言

顧客の多様化するニーズの中で、むだのない、信頼性の高



(b) 外 観

い、保守点検の行ないやすいシステムがフレキシブルに組める「日立モジュール形マシンハンド」を開発し、現在まで既に多数の納入実績をあげユーザーの好評を得ている。今後更に、ユーザーのニーズをより多く取り入れて基本ユニットの拡充を図り、幅広いシステムが組めるようにしていく考えである。

終わりに本モジュール形マシンハンドの導入に当たり、御協力をいただいた関係各位に対し、感謝の意を表わす次第である。

参考文献

1) 真船：産業用ロボットの動向，日立評論，57，812（昭50-10）
2) 森合ほか：日立マシンハンドシリーズとその応用，日立評論，57，837（昭50-10）