

溶接ラインシステムへのロボットの適用

Applications of Industrial Robots to Welding Systems

最近、産業用ロボットの各種機能を利用して、大規模なラインや高度なシステムの自動化を図る企業が増している。

特に、自動車ラインでは、薄板製品特有の溶接ひずみ、ワーク成形精度上の問題があり、自動化の際には、これらの問題をすべてシステムの中で解決しなければならない。自動化のためのシステム設計では、ユーザーのノウハウを、装置の中で一つ一つ具体的に実現してゆく心掛けが大切である。

本稿の自動車フレーム用システムは、6～18台をフレキシブルに構成できるラインシステムであり、電動機フレームの場合は、材料の供給、仮付け、溶接工程の一貫自動化システムである。それぞれ、製品に特有の独創性のあるシステムに構成して、品質向上と高い生産性を実現している。

塚越哲朗* Tetsurô Tsukagoshi

深見 弘** Hiroshi Fukami

岡田定雄** Sadao Okada

大和田武義*** Takeyoshi Ôwada

1 緒 言

ロボットによる自動アーク溶接の成否は、ロボットの周辺設備の設計に掛っているといっても過言ではない。

従来、溶接技能者による溶接では、部材の切断精度、取付精度が多少悪くても、ねらい位置の修正で溶接品質を保証することが求められてきた。そのため溶接技能者には、溶融点を常に見つめて、正確な位置決めをするための高度の熟練が必要であった。

自動溶接では、熟練者の目に相当する検出装置を用いて溶接部材をならう方法と、逆に、溶接部材のほうの精度を向上させる方法とがある。しかし、投資効果向上のためには、巧みな治具と周辺設備によって、部材精度の向上を図るのが良策である。

特に、日立製作所のプロセスロボットをはじめとする電気式関節形ロボットは、高機能・低価格を汎用化によって実現しており、これら機能の活用によって、高品質の生産性の高い自動化が達成できる。

2 溶接システムの基本構成

ロボットによる溶接の自動化の目的には、生産性の向上、品質向上、悪環境からの人間の解放、熟練工不足などが挙げられている。

特に、最近の激しい企業競争のなかで生産性の向上が最も重視されており、しかも、それがシステムの信頼性をも含めた形で考えられている。更に、ロボットのもつフレキシビリティのため、作業者がその動作方向を判断しにくく、フェールセーフの立場からのシステム安全性が求められている。

これらシステムの信頼性、安全性は、以下に述べる基本構成の具体化で十分に織り込んでゆくべきである。

2.1 基本構成

自動化に当たっては、材料から完成品の処理まで全体的に見渡し、目的とする性能、品質の安定性、コスト、要求されるフレキシビリティなどを総合的に考えて最適なものとしなければならない。

表1に溶接システムの基本構成を示す。

溶接の自動化だけを考えると、ステップ1～5あるいはステ

表1 溶接システムの基本工程 目的に応じて、各ステップごとに最適の手段を選んでシステムを構成する。

ステップ	工 程	手段・装置
1	ワーク・部品供給	人力、コンベヤ、クレーン、自動マテリアルハンドリング装置、搬送ロボット
2	治具取付け組立	人力、自動専用機、組立ロボット
3	仮 付 け	手動、専用機、溶接ロボット
4	ワ ー ク 搬 送	手動・自動
5	ポ ジ シ ョ ナ 治具への取付け	手動・自動 基準部署のストッパ、ワーククランプ
6	溶 接	手動、専用機、ロボット化 溶接機、ポジショナ、ロボット
7	ワ ー ク 取 外 し	手動・自動
8	ワ ー ク 搬 出	人力、自動 コンベヤ、クレーン、フォークリフト

ップ7～8を全く従来のままにし、溶接ロボットに、人間と同じ機能をもたせようとしがちであるが、それでは局部的な自動化になってしまう。また、投資に比べ効果が上がらないことにもなり、現在のロボットでは機能不足ということにもなる。

量産システムでは、板の切断をNC(数値制御)切断機で行ない、部材の組立に治具を用いて精度を上げたほうがシステム全体として効果を挙げられる場合が多い。

したがって、表1の全工程にまたがる完全自動化を一度は検討し、その後、全体的な視野から平衡をとりながら、必要に応じ作業者の労働を組み合わせるべきがある。

また、自動化に際し、できれば製品の設計や材料についても、自動化しやすいように検討を加えることが大切である。

2.2 品質とタクトタイム

高品質で、ラインのタクトタイムを上げるためには、部品段階で精度を上げておくことが大切で、同時にシステム全体としても安価で高稼働率にすることができる。

* 鈴木自動車工業株式会社生産技術部 ** 日立製作所習志野工場 *** 日立産機エンジニアリング株式会社

また、アーク溶接作業では、局部的に加熱されるため溶接ひずみが発生する。このひずみに対して、治具による拘束、治具によるひずみ方向の限定、又はひずみが作業中に発生しても、常に再現性よく発生させる工夫など、状況に応じて配慮すべきである。治具による拘束は、場合によっては強大な力が発生するため、重量のある大形の治具が必要となり、システムのコストを上げる要因となる。溶接ひずみをアーク溶接後に残さないようにするため、従来から作業手順を重視して施工しており、ロボットでは、ティーチングの際に配慮して行なうべきである。

タクトタイムの検討には、溶接箇所と溶接長、ワークの溶接姿勢変更、溶接速度、溶接手順、ワークの固定法と取外し時間、ワークの搬送など、全体的な関連から何度も検討しなおして最適化すべきである。

2.3 ロボット及びロボットの周辺装置

ロボットによる自動化システムを設計する際、ロボットに対するワークの配置関係によって、システムの性格が大きく変化する。図1は小規模システムの例を示すもので、(a)～(d)はワークの溶接姿勢を変えない場合、(e)、(f)はポジションによってワーク姿勢を変える場合を示す^{1),2)}。

ロボットを中心とするシステムで、ロボットの果たす役割は大きい。特に、最近の電気式関節形ロボットは、数多くの

システム対応機能をもっている。

以下に、日立プロセスロボットのもつシステム対応機能を箇条書きに記す³⁾。

- (1) シーケンサ機能：周辺装置をロボットが制御できる。
- (2) プログラム編集：部分ティーチングの編集ができる。自動編集もできる。
- (3) 座標変換機能：一度ティーチングしたデータを平行シフトなどにより、有効に活用できる。
- (4) 管理機能：各プログラムの使用頻度、アーク合計時間などシステム管理に必要なデータを自動記録している。

3 ロボットによるアーク溶接システム

3.1 複数ステーションにより成る群制御システム

図2に、自動車用フレームラインに多数のアーク溶接ロボットを用いたラインのレイアウトを示す。

このシステムでは、数種類のワークが混合して流され、ロボットはワークの種類を判別し、そのワークに合ったプログラムを自動選択して、アーク溶接を行なう。

部品の供給、治具取付け、仮付けの前工程は人手で行ない、ワークの搬送、反転治具への取付けは機械的に行なう。

後工程では、ロボットで溶接できない部位の人手による溶

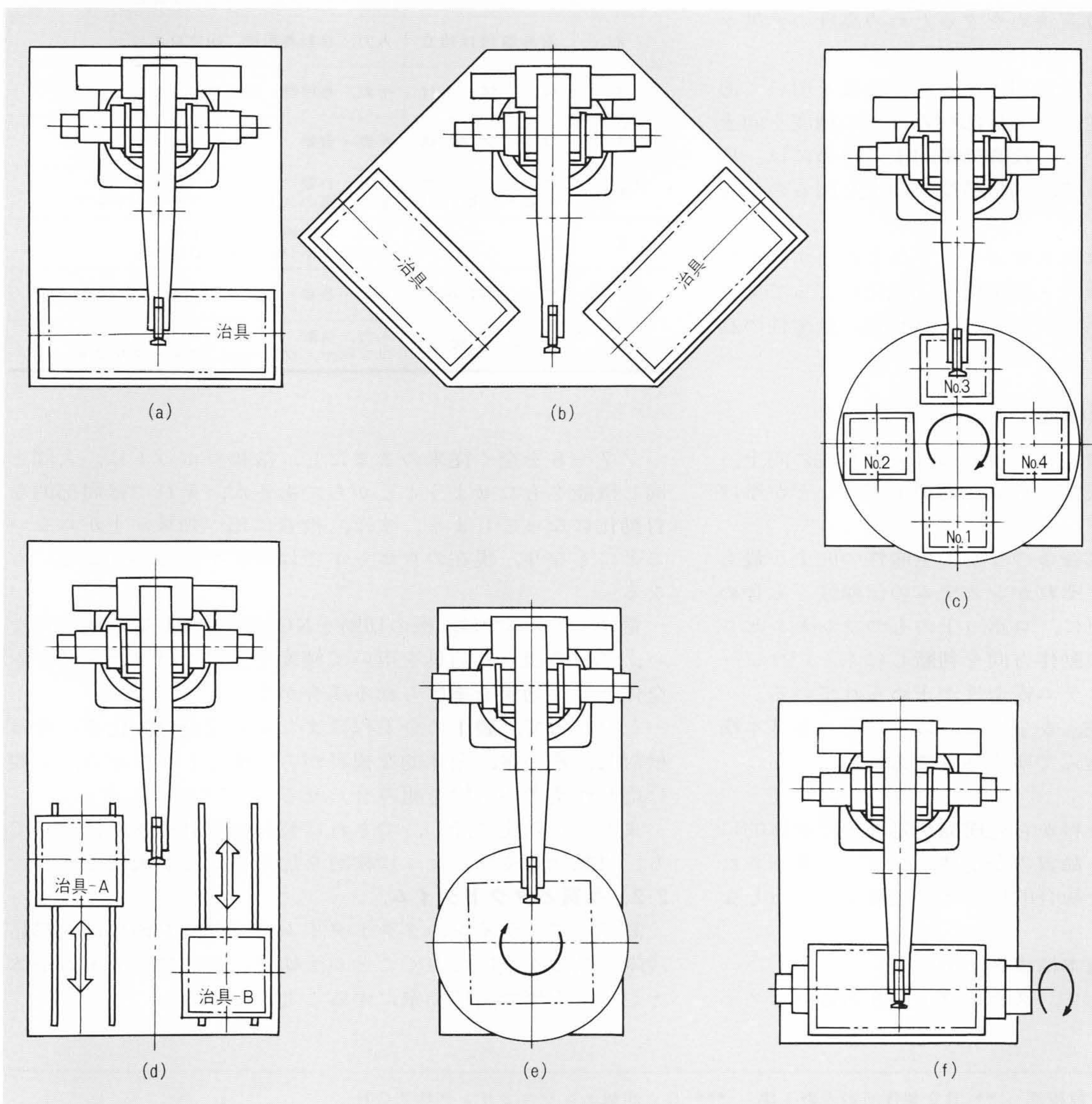


図1 治具類とロボットの組合せ方式 (b)(c)(d)は(a)に比べ、治具を効率的に用いてロボットの稼働率を上げられる。(e)(f)は回転治具でロボット側から見て影になる箇所を適宜割り出し作業する。

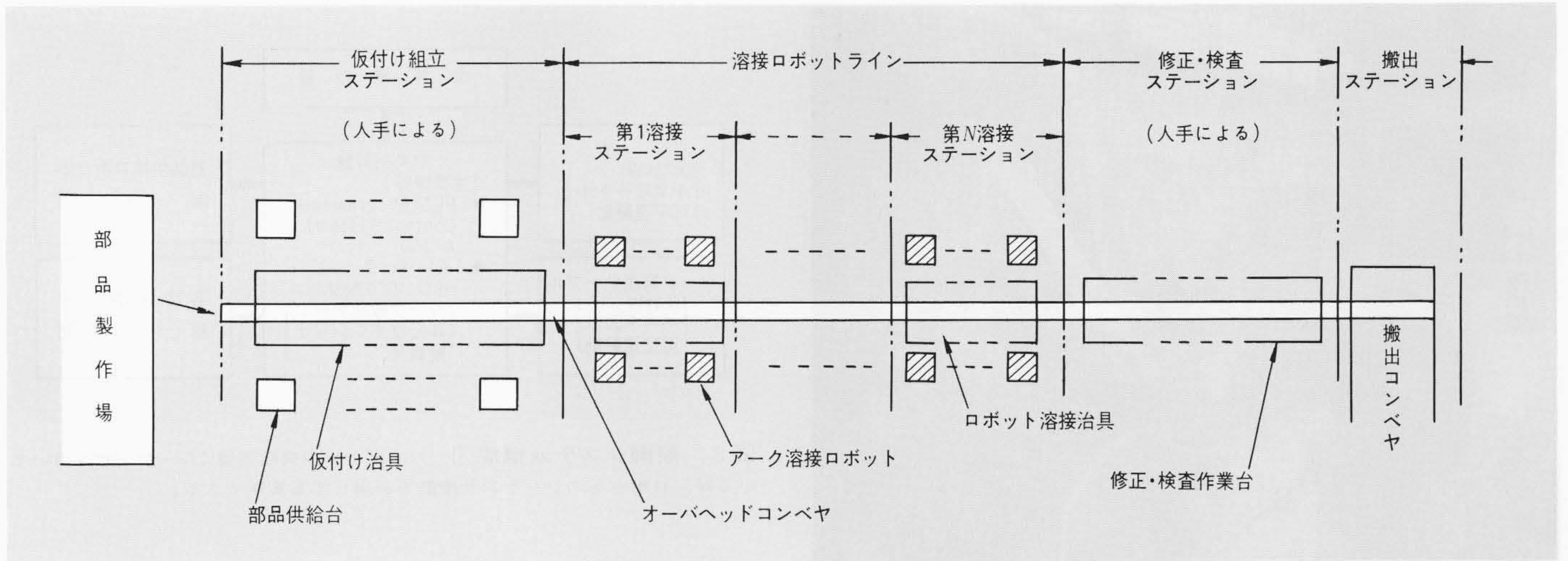


図2 溶接ロボットラインレイアウト 自動車用フレーム溶接ラインに適用したロボットによる溶接ラインシステムのレイアウトを示す。

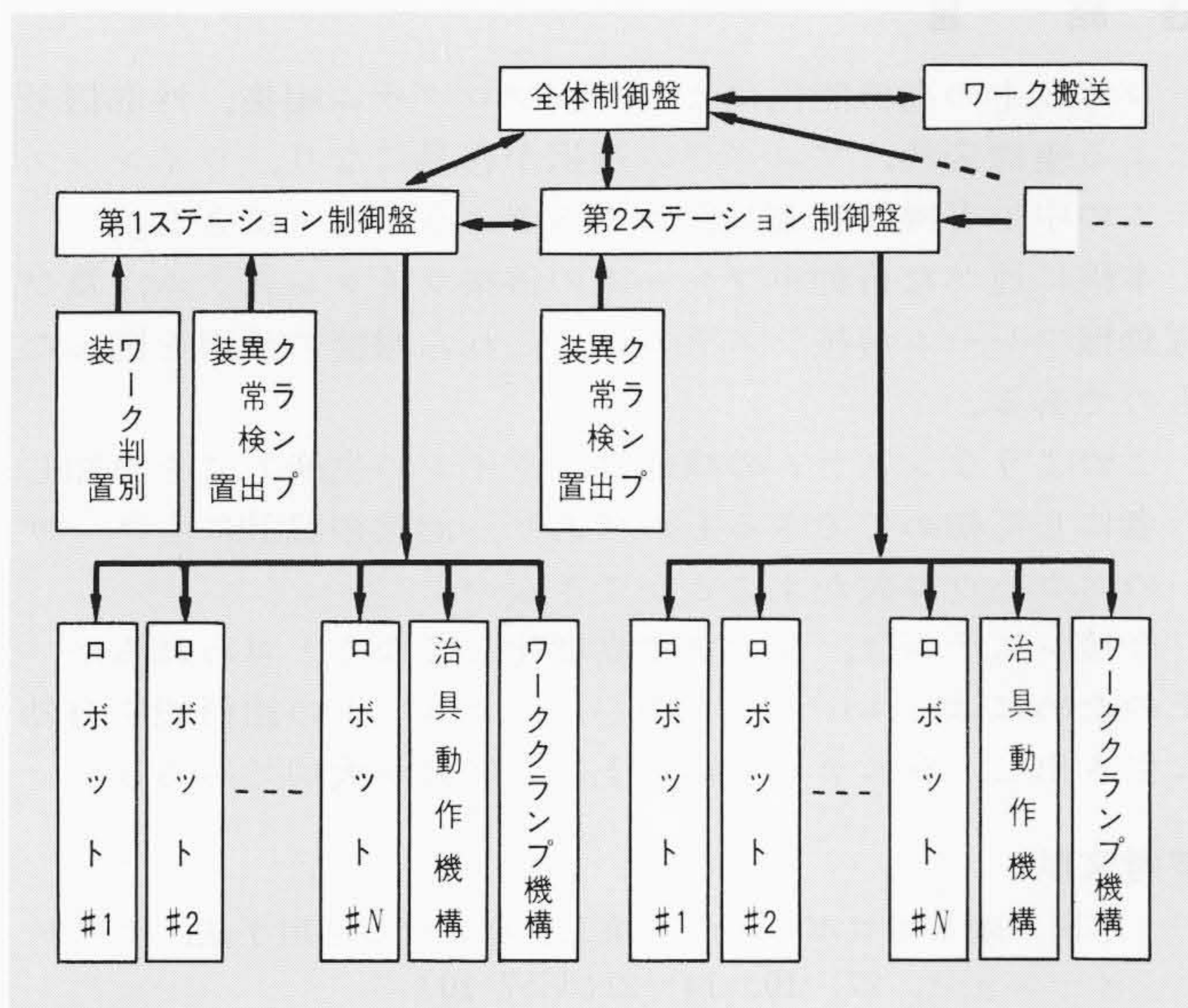


図3 ロボットアーケ溶接システム構成図 システムの運転制御の構成、インターフェースを示す。

接及び検査の後、人手によってワーク取外し、搬出される。

システム構成図は、図3に示すように全体制御盤によって各ステーションの起動、停止を行なうとともに、コンベヤによるワークの移動を行なう。第1ステーションでは、制御盤がワークを検出して機種を判別し、下位のロボットにプログラム番号を指令するとともに、第2ステーションにその機種を通報する。各ステーション制御盤はクランプ異常検出装置をもっていて、クランプ機構やワークに異常が発生すると、その作業を行わずパスさせることができる。

各ステーション制御盤は、ステーションごとのワークの自動クランプ及び反転を指令し、ステーションごとに独立に作業を行なう自律分散システム方式をとっている。また、ワークの精度を治具側で検出し、この情報からロボットの座標変換を指令し、動作点をシフトさせる。

なおこのシステムは、図3に示すように必要に応じてステーションを増減させることのできるフレキシブルシステムとなっている。

以上のシステムによって、作業工数を約70%低減すること

ができた。

3.2 仮付け、組付けを含む全自動溶接システム

図4は、電動機フレームに放熱フィン、取付け足、端子台などの部品を部品供給ロボットで供給し、溶接ロボットが仮付けした後、図5に示すように本溶接する全自動システムである。

放熱フィンは、図6に示すように電動機フレームの周囲に数多く設けられるため、ポジションはサーボ軸をもって位置決めを行なう。

またロボットは、相互の干渉を避け広い作業範囲を得るため移動ベース上に設置されている。

図7にこのシステムのフローチャートを示す。このシステムでは、部材の供給及び搬出に人手を使うだけでワークのポジションナへの取付け、部品の取付け、仮付け、溶接、ポジションナの位置決め、ワーク取外しや排出などすべて自動化している。

なお制御システムは、図8に示すように、ロボットに上位

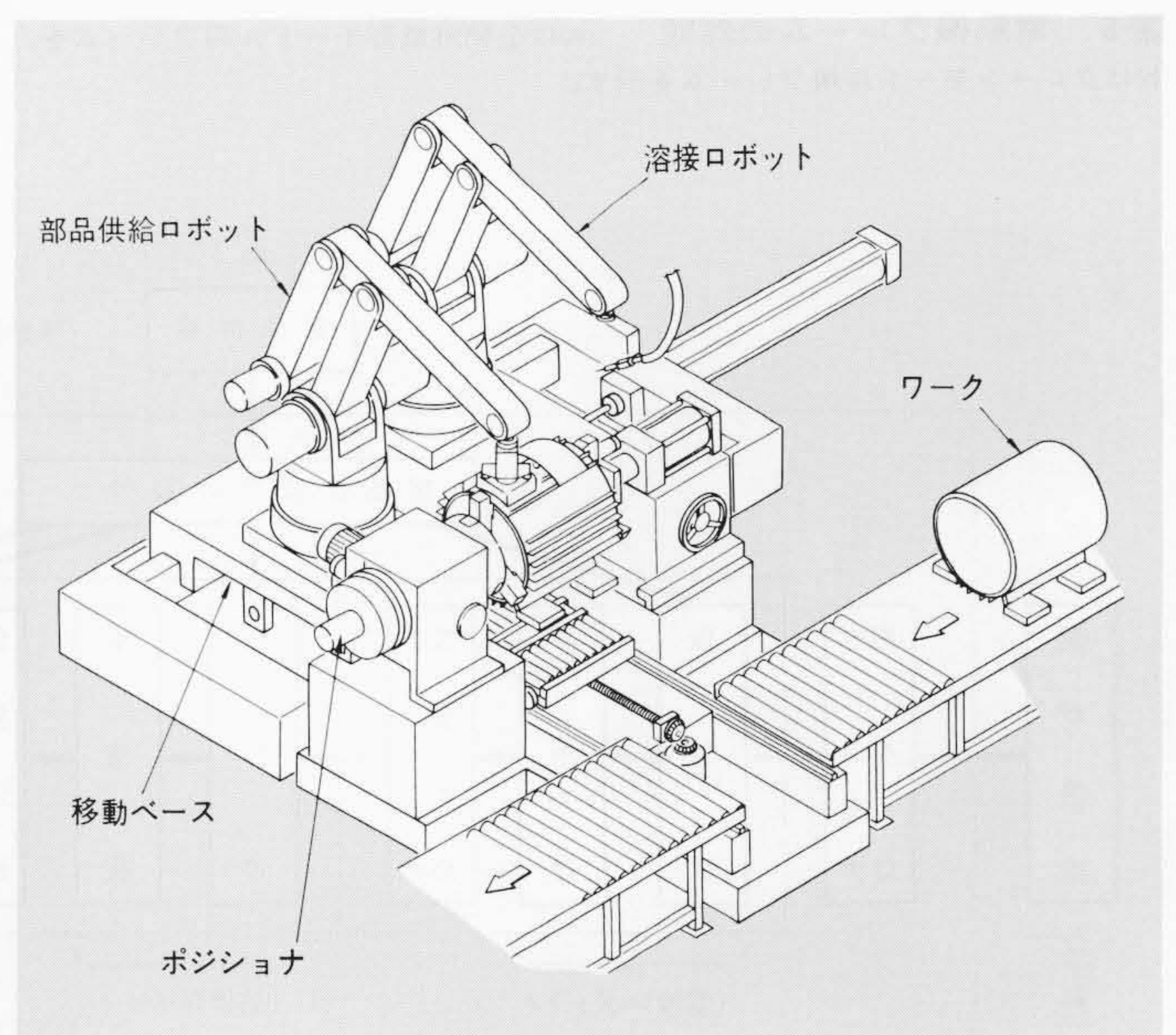


図4 電動機フレーム溶接装置 本装置は、2台のプロセスロボットとこれをシフトさせる移動ベース、ワークポジションナ及び周辺の搬送用コンベヤで構成されている。

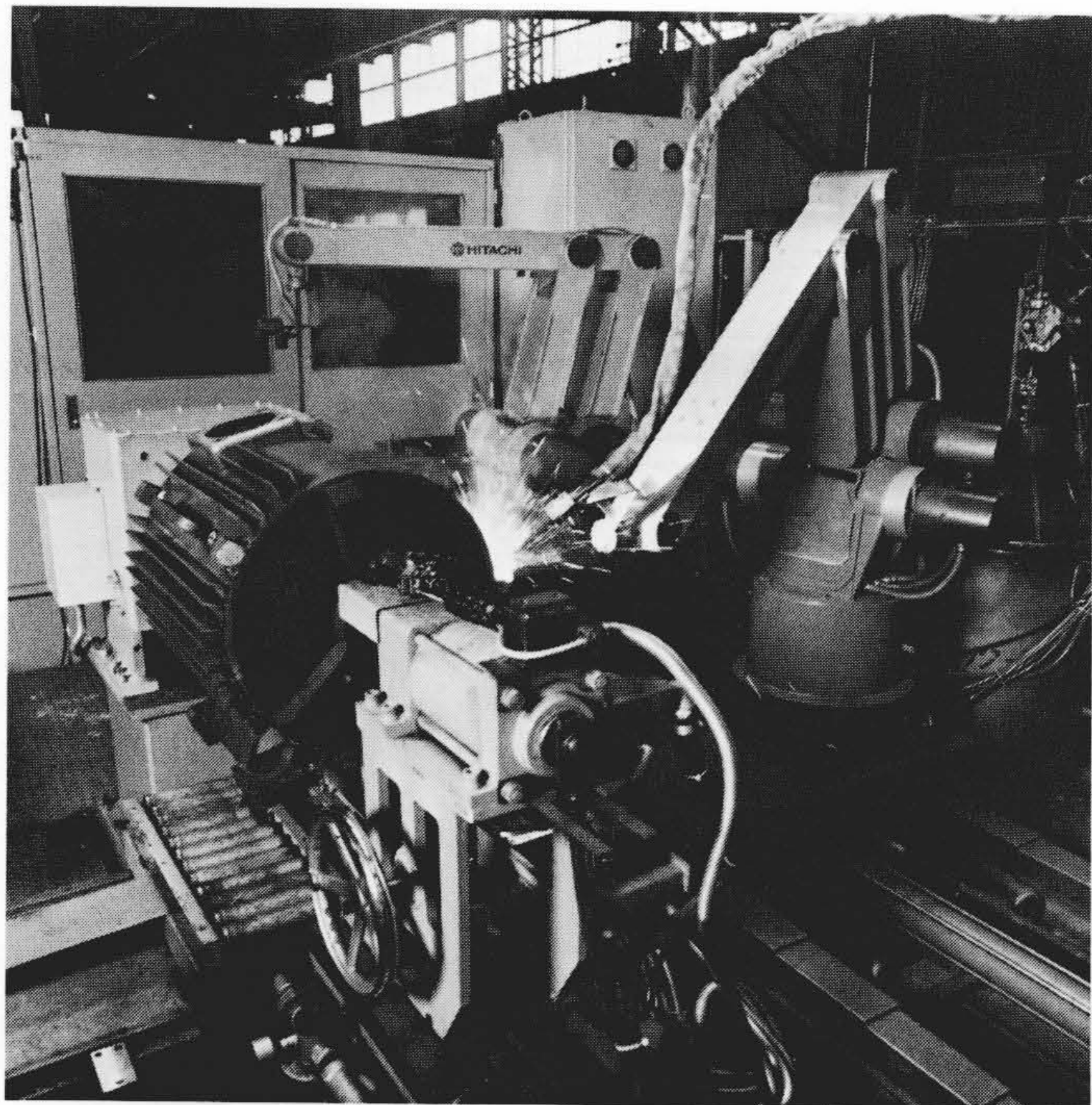


図5 電動機フレーム溶接装置の外観 2台のロボットによる協調システムの稼動状況を示す。

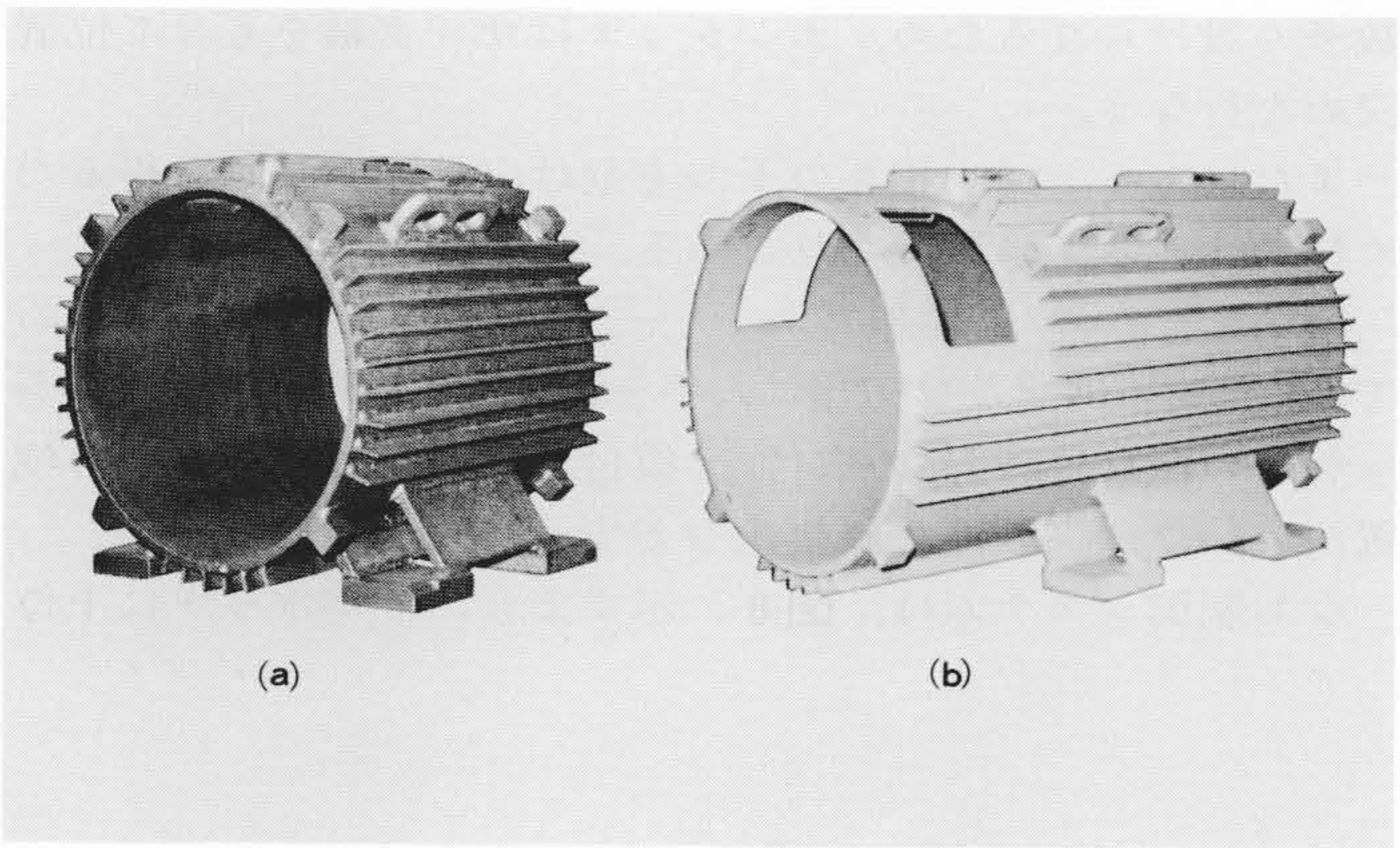


図6 電動機フレームの外観 (a)は全閉外扇形モートル用フレームを、(b)はクレーンモートル用フレームを示す。

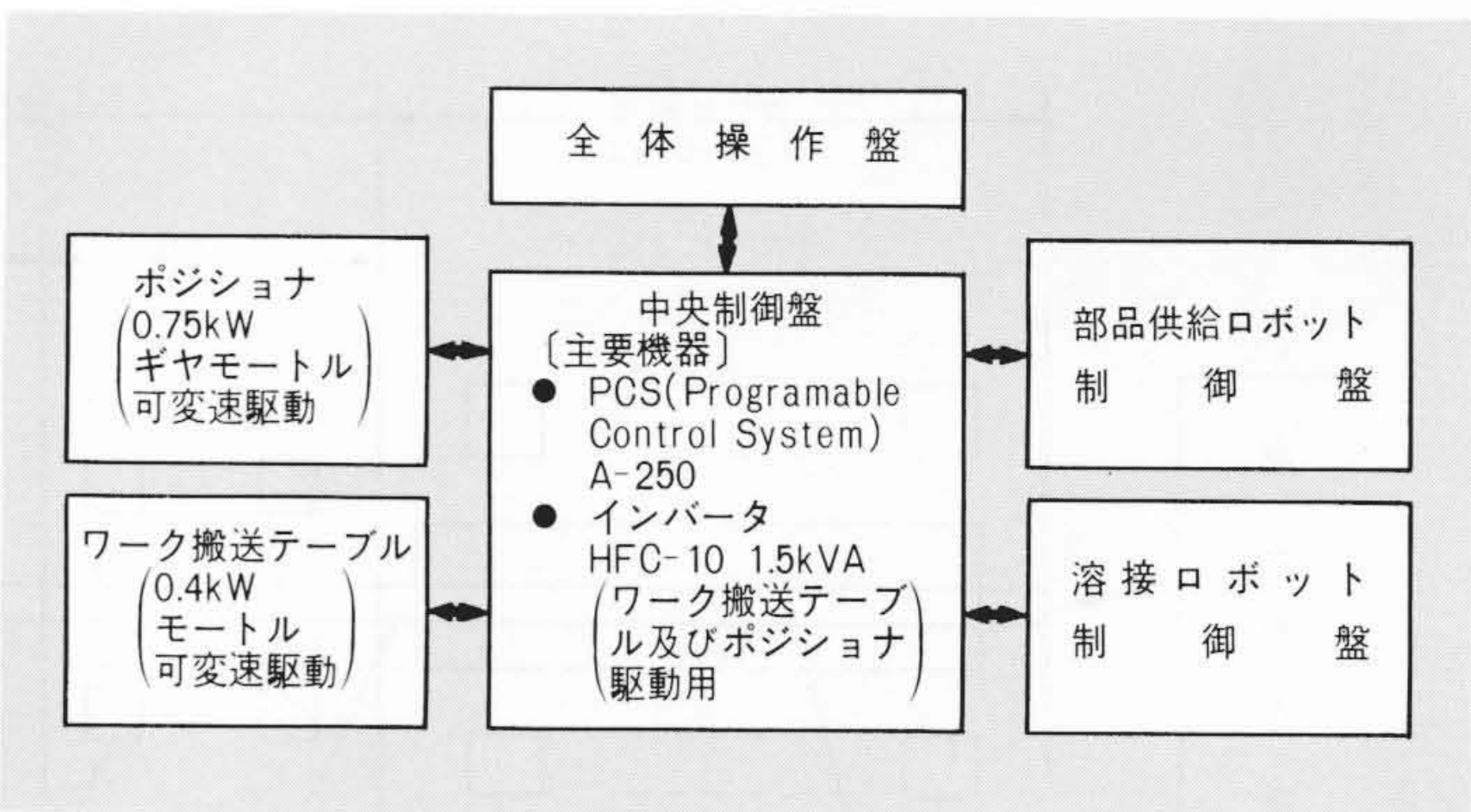


図8 制御システム構成図 本図では中央制御盤にシーケンサを用いているが、ロボットのシーケンサ機能を利用して実現できる。

の中央制御盤を設け、群管理の形となっている。このシステムは、ロボットのシーケンサ機能を利用して実現できる。

4 結 言

ロボットの高機能化によって、プログラム編集、外部信号による座標変換、プログラム選択が容易になり、ラインシステムの中で有機的制御動作ができるようになってきた。

本稿に述べた自動車フレームの溶接ラインシステム、及び電動機フレーム溶接システムは、これら機能の活用を図ったものである。

このようなシステムの構成は、ラインの生産方式を熟知した者にして初めてできるものであり、治具の設計にもユーザーのノウハウは欠かすことができない。

今後システムは、ますます高度化してゆくと思われるが、そのためには、ユーザーを中心に、ロボットの諸機能を有効に引き出し、システムに組み上げる努力が大切であろう。

参考文献

- 1) 本田：産業用ロボットの溶接工程における活用手法，オートメーション，27，10，14～21(昭57-10)
- 2) 藤井，外：産業用ロボット2台と専用ジグ台を用いたアーク溶接を見る，省力と自動化，'82/9，48～53(昭57-10)
- 3) 伊藤：高機能多目的作業ロボット“日立新形プロセスロボット”，ロボット，35，21～28(昭57-8)

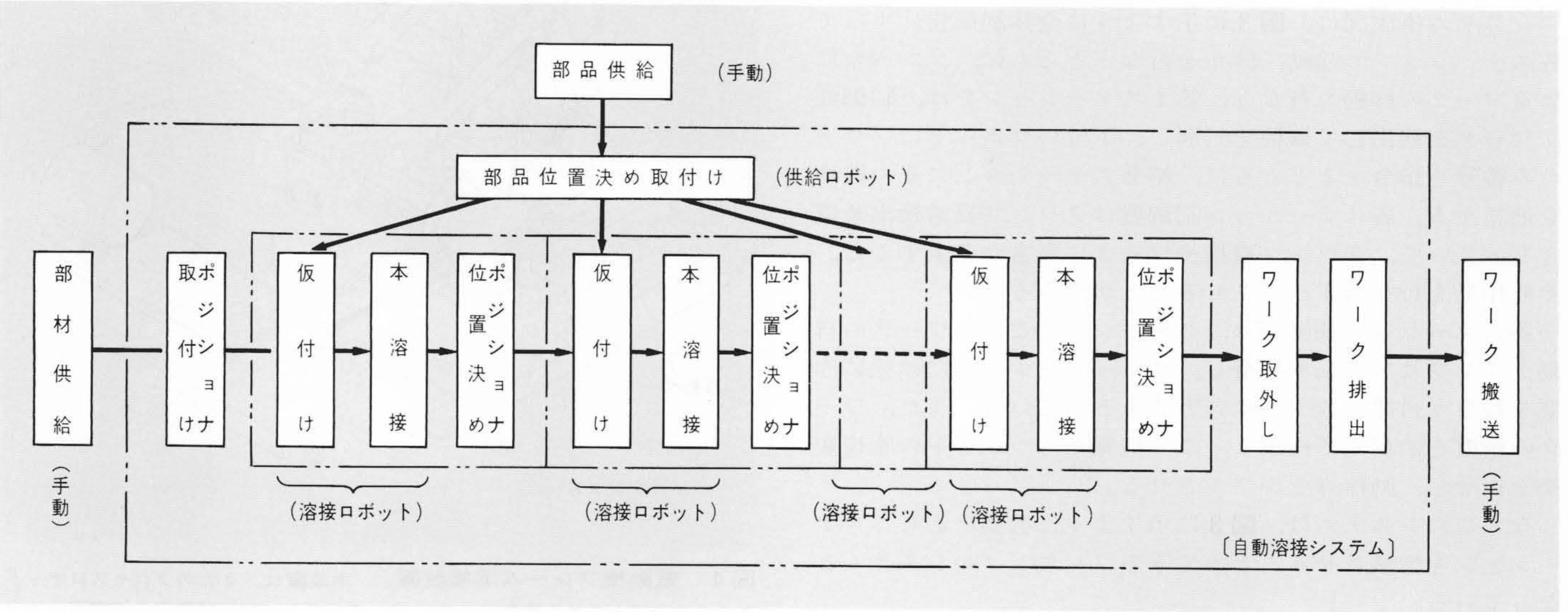


図7 仮付け作業も含む全自動溶接フローチャート 仮付け作業を含めた溶接システムの工程，相互関係，主作業の手段又は，ロボット作業適用を示す。