

日立重量物用ロボットとアプリケーション

Hitachi Heavy Weight Handling Robot and Its Applications

日立製作所では、重労働から人間を開放したい、あるいは人間では困難な重作業を自動化したい、という市場ニーズにこたえて、重量物ハンドリング用ロボットを開発した。油圧駆動の特長を生かし、コンパクトながら重量物を取り扱えるようにし、同時に、高速かつ滑らかに動作するように加減速制御に工夫を凝らした。更に、FAシステムの中に組み込まれて使用されることを考慮して、ロボット単体だけでなく、ロボットと周辺機器から成るステーションとしてシーケンス制御が可能な制御装置を開発した。本ロボットの主な用途は、重労働・悪環境下での作業の自動化であり、重量物の移載、貨物のパレタイジング、鋳物工場でのばり取り作業などである。

松浦利治* *Toshiharu Matsuura*

伊津野仁一* *Jin'ichi Izuno*山田 栄** *Sakae Yamada*

1 緒 言

重量物のハンドリング作業、搬送・移載作業、悪環境作業などから作業者を開放したい、あるいは人間では困難な重作業を自動化したい、という昔からの根強い要求があるが、従来のロボットは可搬重量が比較的小さく、これらの要求に十分にこたえられたとは言いにくかった。そこで図 1 に示すような位置づけで、高出力(可搬重量大、高力、高トルク)の重量物用ロボットを新たに開発し、可搬重量により80kg、160kg及び320kgのシリーズとした。

開発に当たり、配慮した主な点は以下に述べるとおりである。

- (1) 重量物を扱うことから軽量・高剛性の構造にすること。
- (2) 油圧系に特に配慮し、全体として小形化を図ること。
- (3) 制御装置には、ロボットと周辺装置を同時に制御できる機能をもたせること。

などである。ここでは160kg用のロボットを中心に述べる。

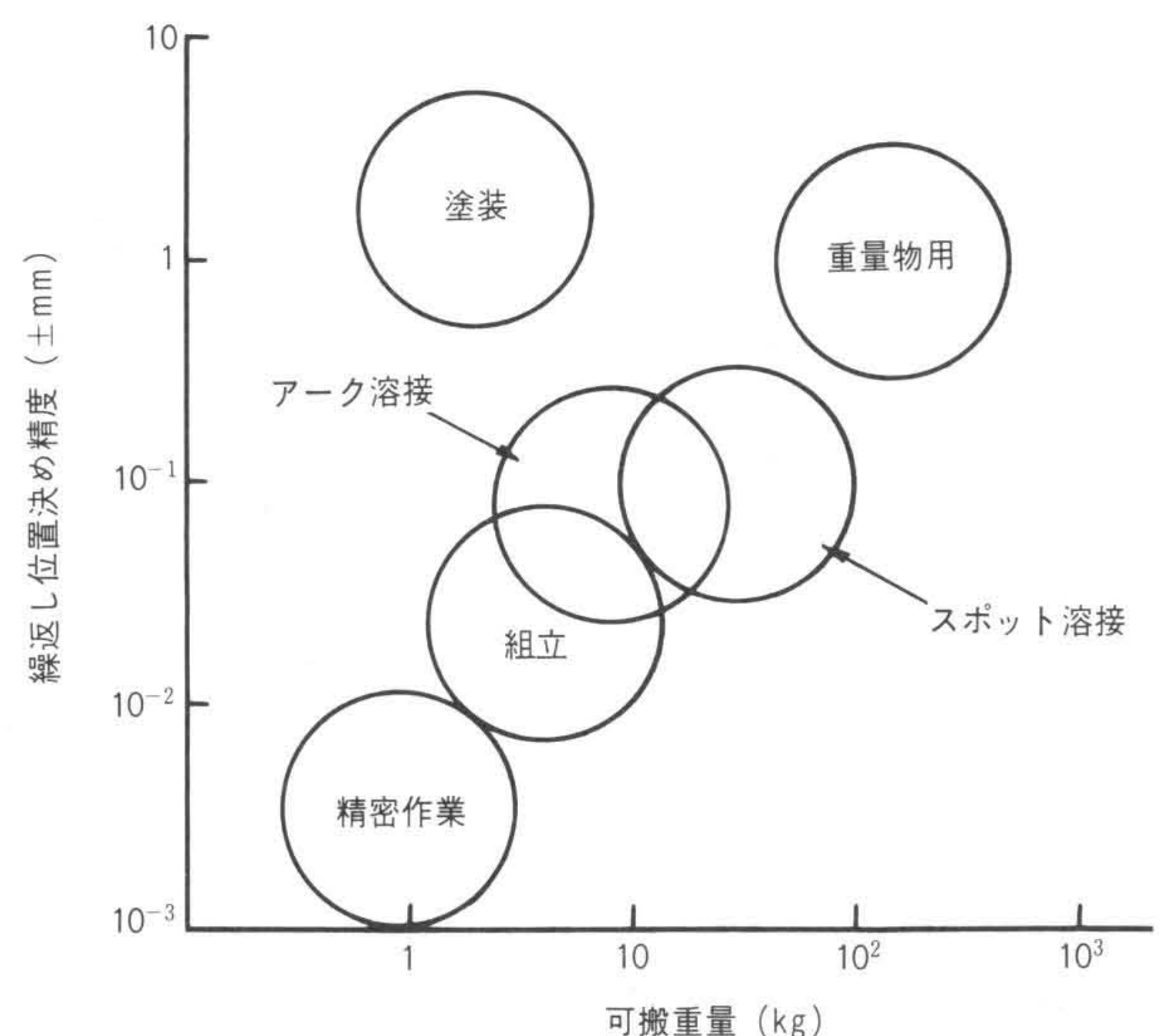


図1 日立重量物用ロボットの位置づけ 日立重量物用ロボットは、可搬重量数十キログラム以上で、繰返し位置決め精度 ±1mm 程度を必要とする重作業・悪環境作業に適している。本図は、各ロボット作業の概略位置を示す。

2 装置概要

2.1 全体構成

重量物用ロボットシステムの基本構成を図2に示す。高速・

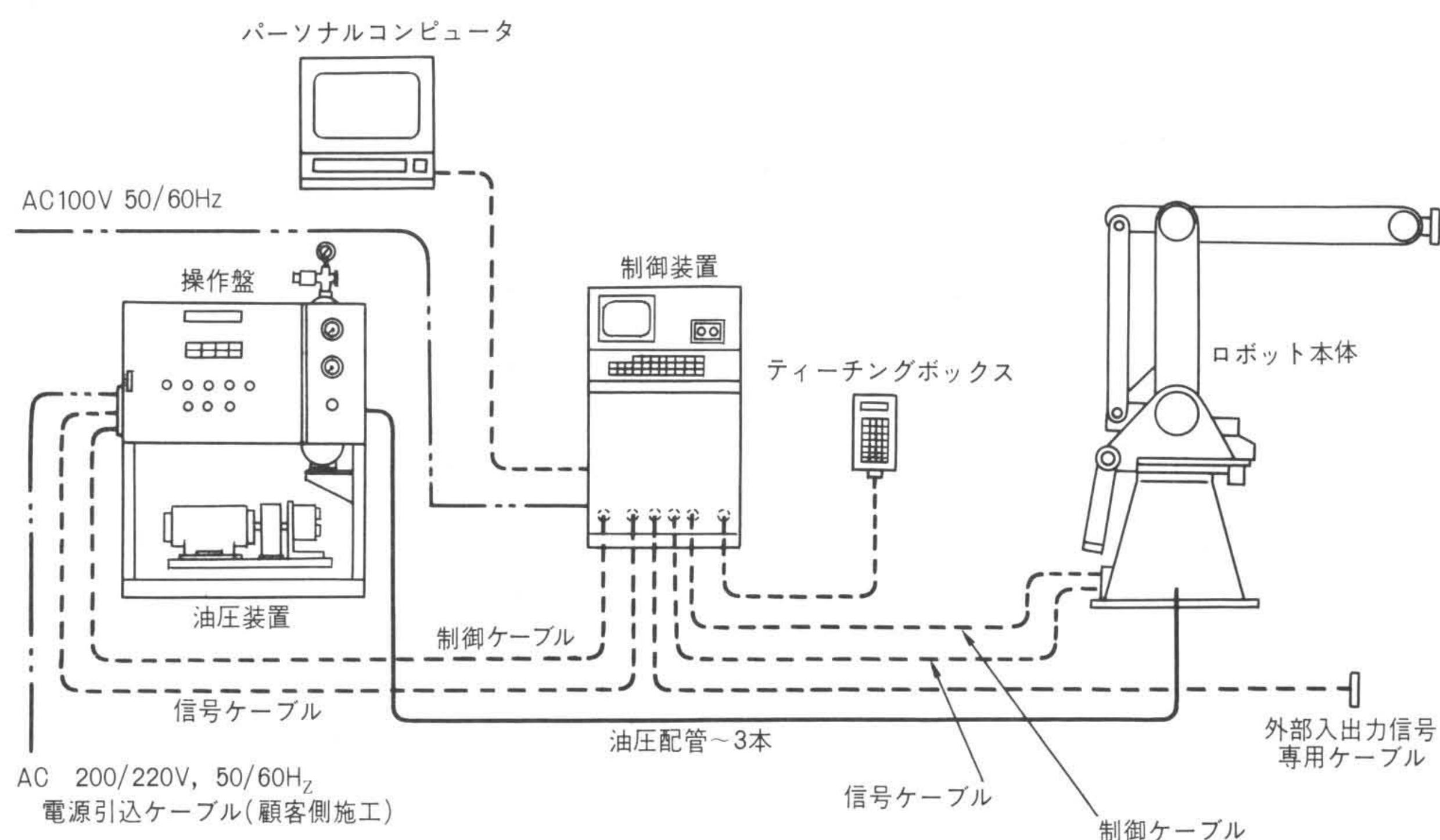


図2 全体構成 高剛性かつスリムなロボット本体と、ロボット単体からシステムまで拡張できる制御装置、及びコンパクトな油圧装置の三つの部分で構成している。

* 日立製作所土浦工場 ** 日立製作所土浦工場 工学博士

表1 重量物用ロボットの仕様 80kgから320kgまで、可搬重量別に三つのタイプがある。FAを指向して、ロボット制御機能と高機能シーケンサ機能とを備えており、ロボットとその他の周辺機器から成るステーションの制御ができる。油圧装置は、RX160での標準仕様を示す。

項 目			仕 様			
口 ボ ッ ト 本 体	形 式		RX80	RX160	RX320	
	構 造		多関節形			
	動 作 自 由 度		5			
	駆 動 方 式		油圧モータ，シリンダ			
	動作 角度	腕	第 1 アーム	−10°〜+60°		
			第 2 アーム	−45°〜+10°		
		手 首	曲 げ	−95°〜+5°		
			ひ ね り	±140°		
		旋 回	±140°			
	動作 範囲	A		2,025	2,025	2,390
		B		1,200	1,200	1,400
		C		1,010	1,010	1,170
		D		810	810	940
		E		1,000	1,000	1,200
		F		2,000	2,000	2,200
		G		1,730	1,730	2,030
		H		460	460	390
	最 大 速 度		1,300mm/s	1,300mm/s	600mm/s	
	繰 返 し 精 度		±1mm	±1mm	±2mm	
	最 大 可 搬 重 量		80kg	160kg	320kg	
	重 量		約1,400kg		約2,800kg	
制 御 装 置	ステーション 制御機能	シーケンス制御		ロボット1台と周辺機器の順序同期排他制御		
		ジョブ数		最大10		
		外部入力信号		最大16入力		
		外部出力信号		最大16同時出力		
	ロボット 制御機能	運 転 方 式		ティーチングプレイバック		
		制 御 軸 数		同時5軸		
		経 路 制 御 方 式		PTP制御		
		プ ロ グ ラ ム 数		最大40		
		ポ イ ン ト 数		最大1,200		
		座 標 系 選 択 機 能		あり		
		緩 加 減 速 制 御		あり		
	操 作 モード		1.教示 2.編集 3.運転（ステーション制御 運転，個別制御運転） 4.管理			
	表示 方式	操 作 卓		12in CRT画面及び発光ダイオード		
		ティーチングボックス		（3＋5）桁数字表示器及び発光ダイオード		
	デ ー タ 記 憶 方 式		磁気バブルメモリ			
	補 助 記 憶		カセット磁気テープ			
	外 形 寸 法		幅600×奥行800×高さ1,270（mm）			
	重 量		約200kg			
	周 囲 温 度 ・ 湿 度		0～40℃，20～90%RH（結露しないこと）			
	電 源		AC100V±10% 50/60Hz			
油 圧 装 置	タ ン ク 容 量		150ℓ			
	油圧ポンプ	形 式		可変容量式		
		吐 出 し 量		22ℓ/min		
		駆 動 電 動 機		7.5kW 三相誘導電動機		
	作 動 油 冷 却 方 式		空冷（ファンクーラ）			
電 源		AC200/220V，±10%，50/60Hz，3相，12kVA				

注：略語説明など
PTP(Point to Point)制御
動作範囲のA~Hは図4参照

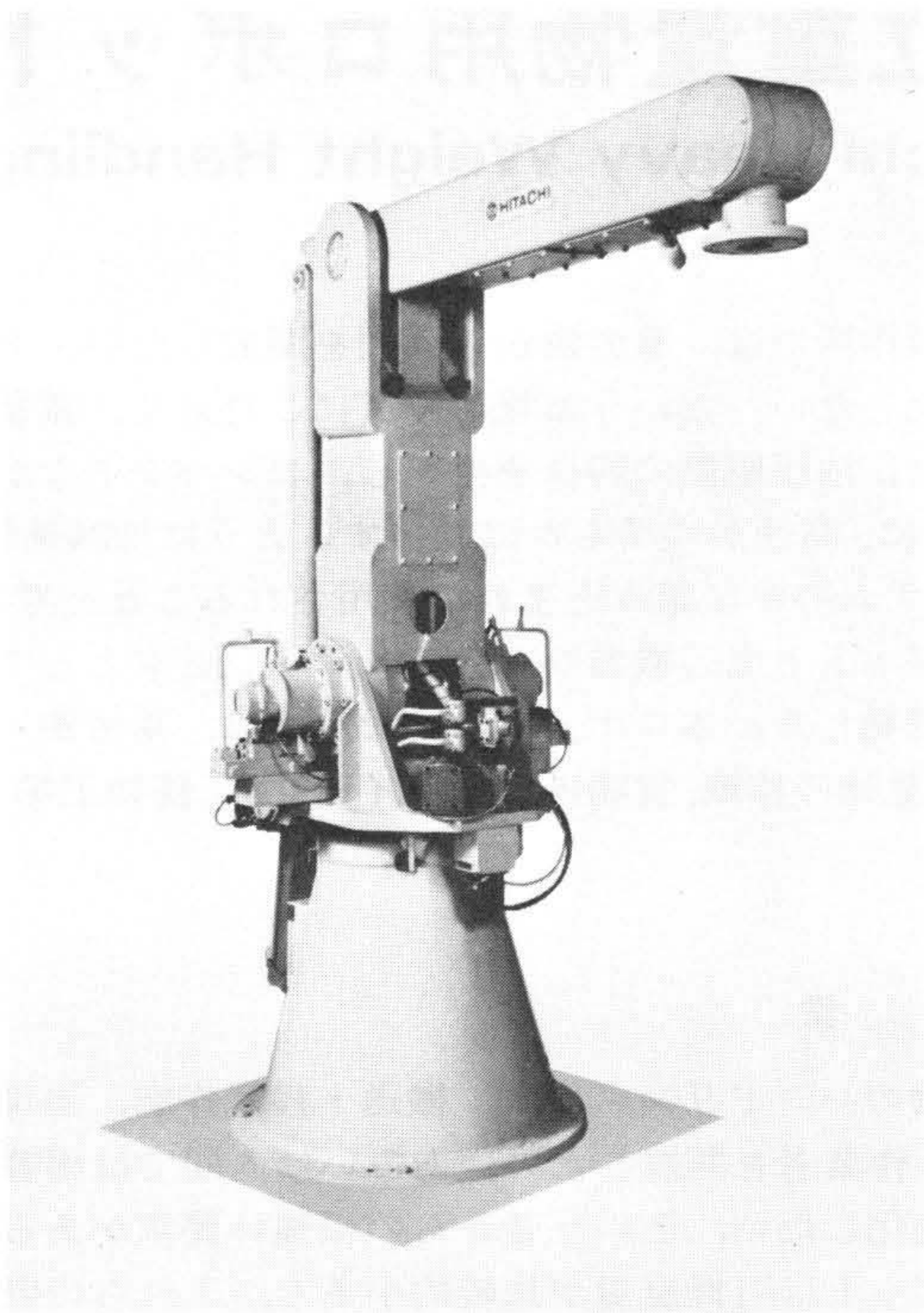


図3 ロボット本体外観 コンパクトで据付面積が小さく、かつ広い可動範囲がとれる多関節構造で、五つの自由度をもつ。重量物作業では上からのアプローチが基本となるので、機構を縦形とした。

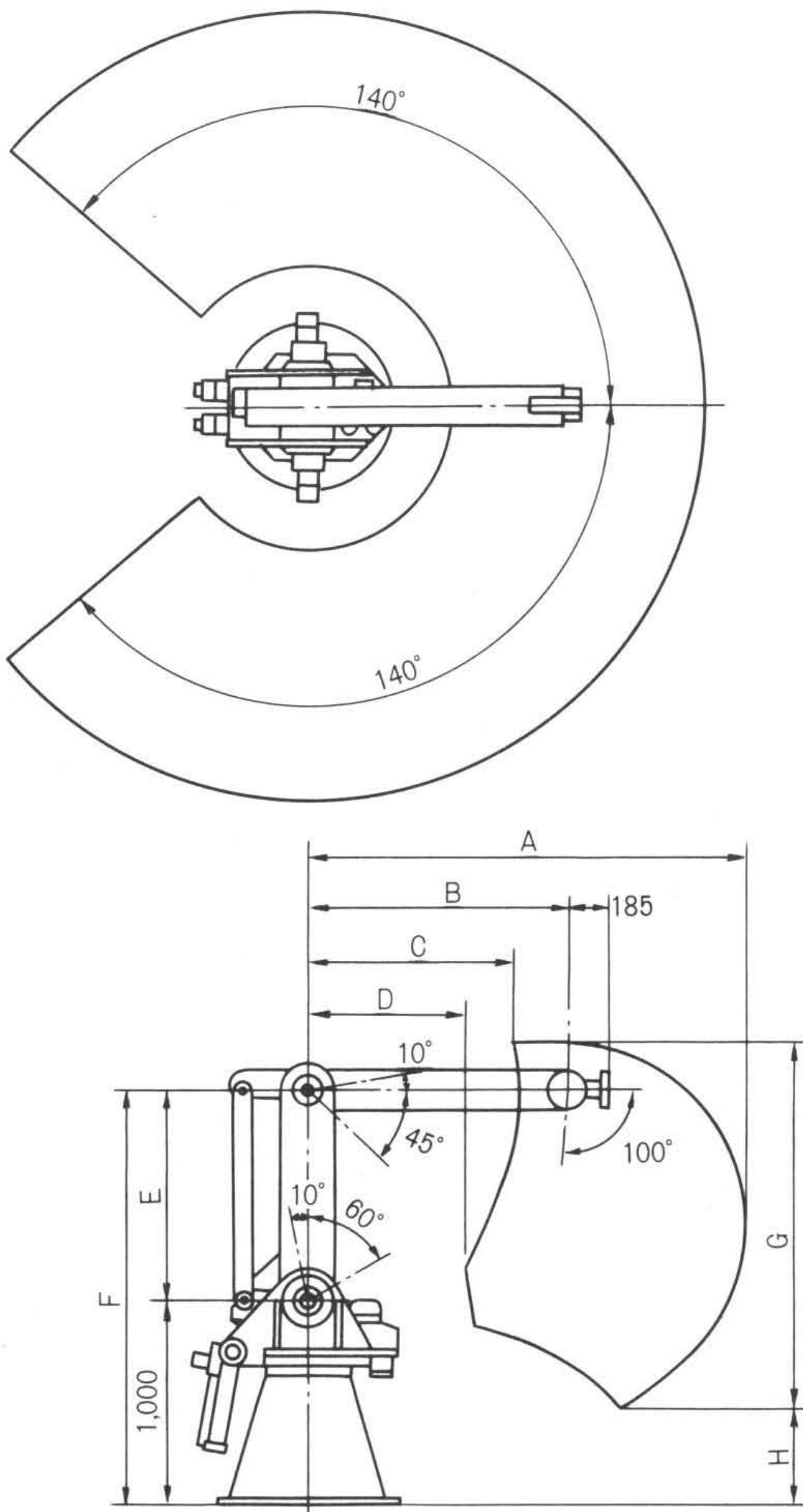


図4 動作範囲 本動作範囲とロボット本体のプロポーシオンは、(1)100kgオーダの可搬重量あるいは出力を必要とする作業に要求される動作範囲、(2)これらは前向き~下向き作業が多い、の二つの観点から決定した。

高精度電気油圧サーボ駆動方式のロボット本体、油圧ユニット、制御装置とティーチングボックスから構成されている。ロボット本体、制御装置及び油圧ユニットの仕様を表1に示す。

2.2 ロボット本体

ロボット本体は多関節構造で、胴体旋回装置と二つの関節をもつ腕から成り、腕の先端には各種ハンドを取り付けることができる。図3にロボット本体の外観を、図4にその動作範囲を示す。

ロボット本体の駆動には、大トルク油圧モータ及びダイレクト駆動形シリンダを採用し、高出力・高精度と同時に装置のコンパクト化を図った。

2.3 制御装置

制御装置はマイクロプロセッサを複数個用い、装置のコンパクト化、高性能化を図った。本体操作盤面にはデータ表示用のCRT(Cathode Ray Tube)を装備し、CRTとキーボードは使いやすい配置にした。本制御装置は、FA(ファクトリーオートメーション)システムでの使用を考慮して、ロボット単体の制御だけでなく、周辺機器との連動動作制御が行なえるようにした。更に入出力機器としてパーソナルコンピュータを接続でき、データ処理を行なわせることができる。制御装置の外観を図5に示す。

3 特 長

可搬重量160kgのタイプを例に、本ロボットシステムの特長を述べる。

(1) コンパクトで可搬重量大

可搬重量を大きくし、広い動作範囲を確保しながら、本体高さを低く、かつ据付面積を小さくしている。これは、パワーと自重の比の良い油圧アクチュエータを用いることにより、実現できた。

(2) 高速かつ滑らかな動作

重量物を不必要に振り回したり、急激な加減速をしたりすると、大きな荷重を発生させ好ましくない。そのため、作業に適した緩加減速を与えることにより、高速かつ滑らかな動作が行なえるようにした。

(3) 他の機器との連動動作(ステーション制御)が可能

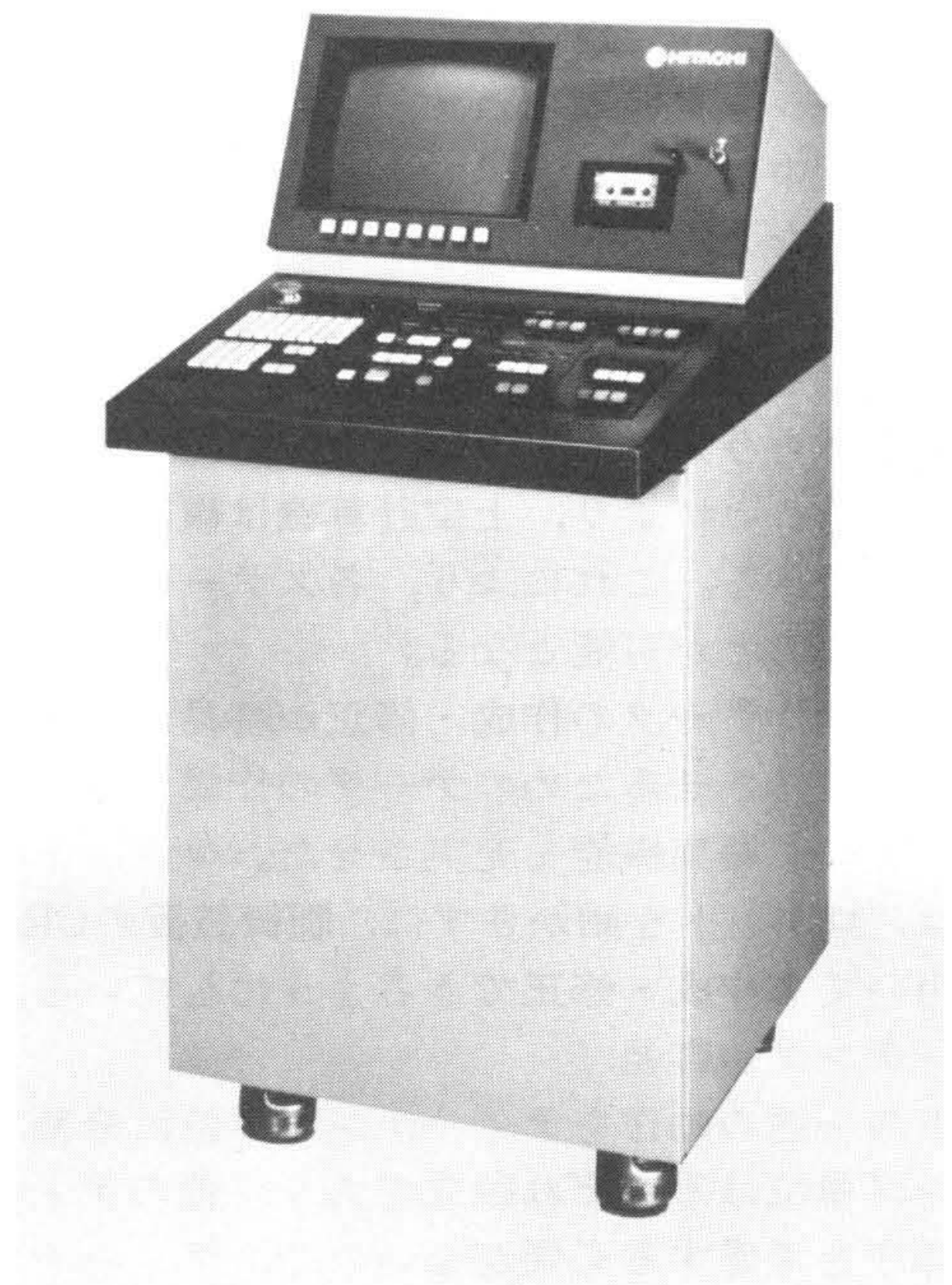


図5 制御装置外観 ロボット単体だけでなく、周辺機器も含めたステーションの制御が可能な制御装置で、人間工学に基づいた機能的なキー、CRTの配置により操作しやすくなっている。

FAシステムではロボットが単独で用いられることはまれで、必ず他の機器と連動して用いられる。このため、本制御装置はロボット制御機能だけでなく、ロボットと周辺機器から成るステーションのシーケンス制御(ステーション制御)¹⁾機能をも備えた。この機能により、ロボットと周辺機器の連動制御が、経済的かつ柔軟性に富む形で実現できる。

(4) ステーション動作シーケンスの設計・変更が容易

図形表示機能をもつパーソナルコンピュータと接続可能なので、FA用簡易言語SCR(ステーションコントローラ)²⁾を用いて、上記ステーション制御用動作シーケンスを、パーソナルコンピュータ上に、図形的に表示できる(オプション)。こ

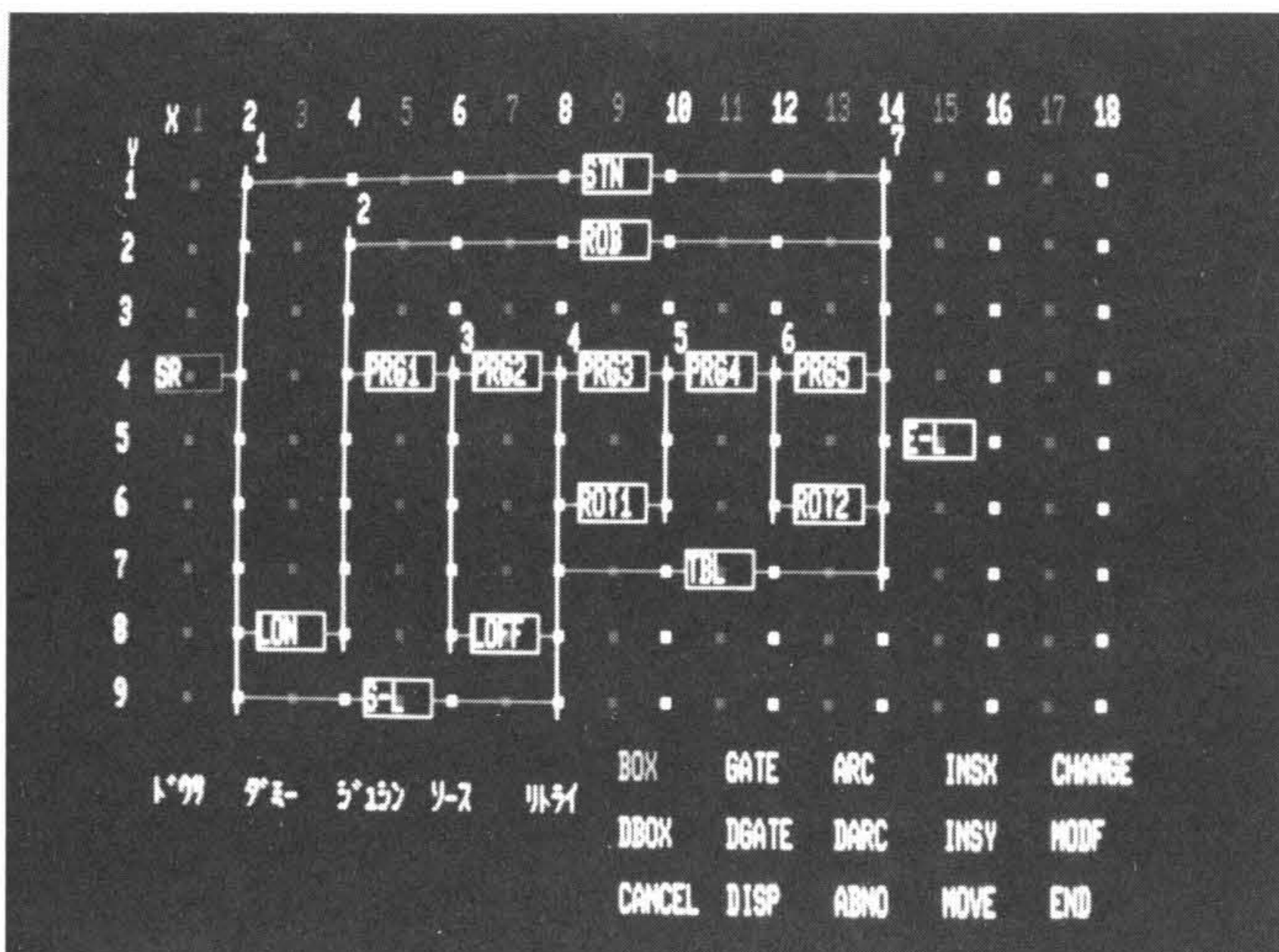


図6 FA(ファクトリーオートメーション)用簡易言語によるステーション制御シーケンスの作成 動作を示す箱と動作遷移条件を示す縦棒とを組み合わせ、シーケンスをパーソナルコンピュータ画面上で容易に作成・修正できる。

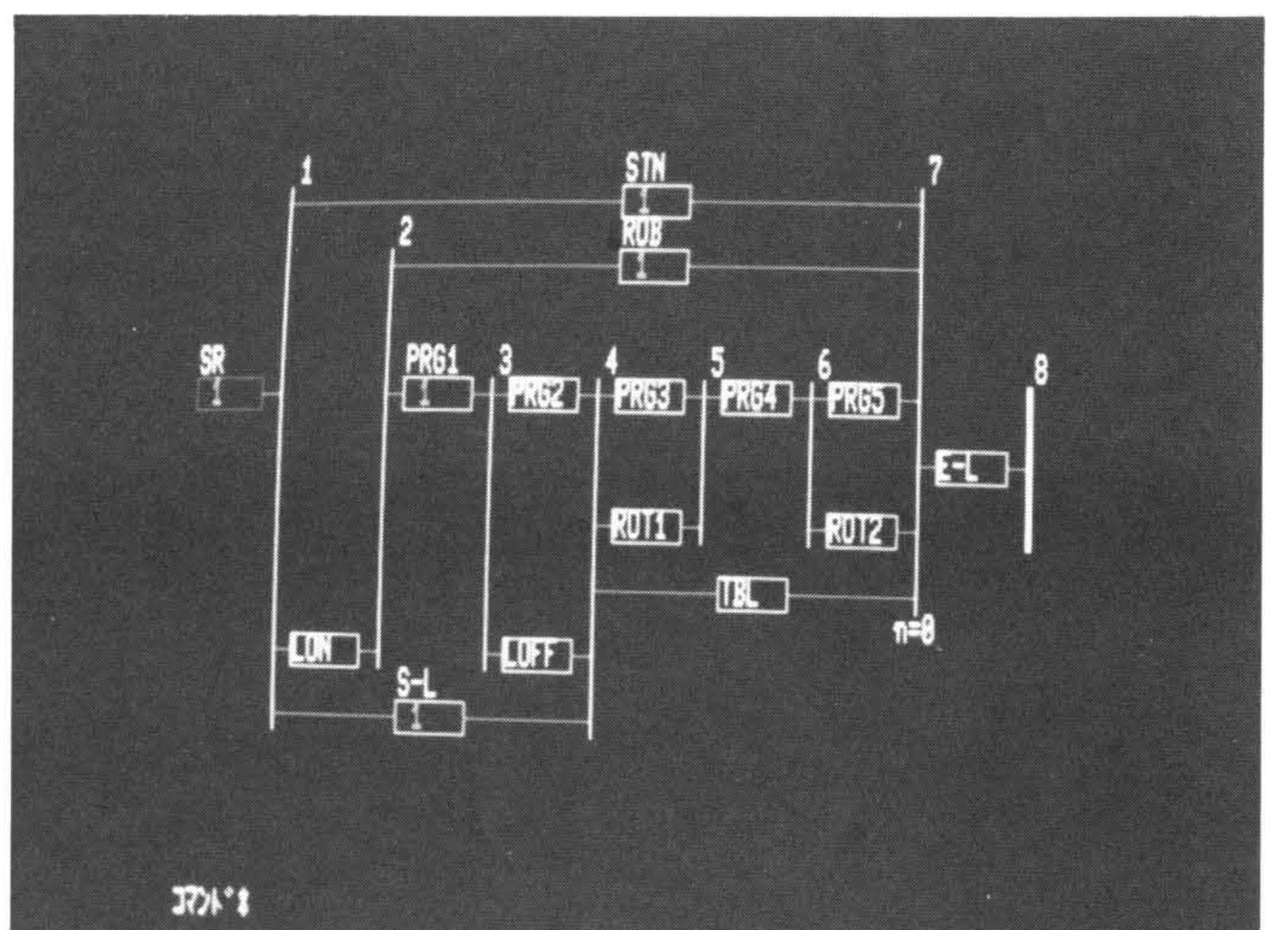


図7 ステーション状態の表示 ステーション内の一連の作業及び現在実行中の動作をパーソナルコンピュータ画面上に表示でき、監視が容易である。

のため、生産現場で動作シーケンスの設計・変更が容易に行なえ(図6), したがってロボットの連動動作の立上げや調整が容易に行なえるようになる。

なお、ステーション稼動中には、上記動作シーケンス図形上に、現在実行中の動作を表示できるので、ステーションの監視も容易に行なえる(図7)。

(5) 上位計算機と接続可能

上位の計算機と接続可能な構造なので、上位からステーションへ制御指示を与えると同時に、上位へはステーションの状態を伝送することにより、上位計算機は複数のステーションを統括制御できる。これにより、各ステーションを最適な稼動状態に保つことが可能となる。

(6) ロボット動作データの作成・修正が容易

ロボットを動作させるためのデータの作成と修正を容易にするため、データ編集機能を充実させた。ロボットの位置データ以外は、ロボットを動かさずに、制御装置のCRTとキーボードを用いても作成・修正できるようにしている。

(7) ティーチングが容易

ロボットの一連の動作をティーチング単位に分割でき、各ティーチング単位はそれぞれ独立であり、他のティーチング単位との順序を考慮する必要がないので、ティーチングが容易である。

(8) 操作しやすいコンソールパネル

制御装置の前に立って、ロボットを見ながら操作できるように、CRT、キーボードを配置した。キーボードはアルファベット順に配列して、初心者でも使いやすいものとした。

4 応 用 例

重量物用ロボットの適用分野として、重量物の搬送・移載、高出力(高力、高トルク)作業、重労働や悪環境での人手作業(鋳物加工、炉前作業など)の自動化がある。以下に幾つかの具体例を示す。

(1) 段ボール箱の積載

図8に、吸盤と保持機構をもつハンドを取り付けたロボットが、コンベヤ及びパレットに同期して段ボール箱を積載する作業を示す。これらの連動作業は、本制御装置1台で制御している。

(2) 工作機械へのワークの供給

重量の大きいワークをNC(数値制御)工作機械に着脱する作業を、高精度位置決め可能な本ロボットを用いて行なえば、長時間無人連続加工が可能となる。

(3) ばり取り作業

鋳物などのばり取り作業や研磨作業は、粉塵が飛散する悪環境下で、大きな押付力を必要とするこれらの作業に、本ロボットの高い剛性が威力を発揮する。

(4) 溶接ロボットとの協調作業

重量物ロボットがワークを支え、溶接ロボットで溶接する作業が非常に多い。本制御装置のステーション制御機能によ



図8 段ボール箱の積載例 図3に示したロボット本体に、段ボール箱用ハンド(約40kg)を取り付け、段ボール箱(20~35kg)を移載している。

り、2台のロボットの協調運転で行なうことができる。

5 結 言

FAシステムの中で使用される重量物用ロボットとして、可搬重量160kg、最大速度1,300mm/s、繰返し精度 ± 1 mmを満足するロボットを開発した。

制御装置として、周辺機器と連動制御が容易で、上位計算機との接続が可能なFA用制御装置を開発した。

これらを用い、コンベヤと連動させて段ボール箱を移載する例、工作機械へのワーク供給例などを示した。このほかに、鋳造品の加工、炉前作業などに適用できる。今後、FAシステムで、高出力が要求される作業への展開を図ってゆく予定である。

参考文献

- 1) 薦田, 外: FAステーションコントローラ(SCR)の開発, SICE第9回システムシンポジウム(昭58-8)
- 2) 松本, 外: ファクトリーオートメーションにおける自律分散制御システム, 日立評論, 65, 12, 823~828(昭58-12)