

大形アーク溶接用ロボット「ミスターアロス」の機能拡大

Expansive Performance of Mr. AROS, a Large Robot for Arc Welding

土橋 亮* Akira Tsuchihashi

少量生産の大形構造物をロボットで溶接しようとする傾向は、最近特に活発化している。これは、個々の自動化よりもラインとしての自動化の効果を重視する傾向の現れである。大形構造物は、形状が多種多様であり、大形溶接ロボットはたえず、機構的、制御的に新規性を加えて、対応していくことが求められている。

少量生産のため、ティーチングの簡易化も強く求められ、特殊アルゴリズム、データ特殊編集機能で対処している。

昭和50年に発売されたセンサ付大形ロボット「ミスターアロス」は、このようにして利用分野を拡大している。

本稿では、「ミスターアロス」の標準機能が、新開発機能とどのように組み合わせられて利用されるについて述べる。

1 緒言

産業用ロボットは、はじめ、熟練労働者の不足、悪環境作業対策、景気変動に即応できる企業体質作りなど、1台を作業員1人に代える立場で導入された。しかし、その普及と共に、品質の均一化による信頼性向上、検査工程の簡素化、一貫自動化による生産ラインの効率向上のように、ロボットの生産システム全体に及ぼす効果が重要視されるようになってきた。

このため、従来、投資効果の点で顧みられなかった少量生産の大形ワークにも、大形産業用ロボットを適用し、大規模な流れラインを構成しようとする気運が強まっている。

本稿で述べる大形溶接ロボット「ミスターアロス」も、このような気運に乗って生産を伸ばしており、昭和50年開発以来蓄積した各種機能を生かす好機となっている。

「ミスターアロス」は、発売時、世界初のセンサ付きロボットとして、内外に高い評価を得た¹⁾が、現在なお、ならい制御と事前位置検出の両機能をもつ点でユニークさを誇っている。

大形ワークの自動化の問題点として、生産量の点以外に、ワークごとの寸法上のばらつきが大きい点、また形状が特殊である点を挙げるができる。

上記の問題を克服して自動化するためには、センサ機能を最大限に利用するとともに、ワークの特徴を生かして、最少の教示で多くのワークに対応させる工夫が大切である。

2 「ミスターアロス」の標準機能²⁾

「ミスターアロス」(図1)は、直角座標構造に、振り軸と曲げ軸から成る手首を設けた5自由度のロボットである。

直角座標構造は、動作領域内の位置に関係なく、同じ精度で位置決めができ、手首姿勢も本体の姿勢の影響を全く受けない利点がある。またこの構造は、大形構造物のほとんどを占める箱形構造物の壁面に沿った溶接ができるため、大形構造物向きといえる。

ワーク誤差の補正のために、図2のセンサを手首先端に備えている³⁾。

制御機能は、大別して、表1のように、センサ機能、演算

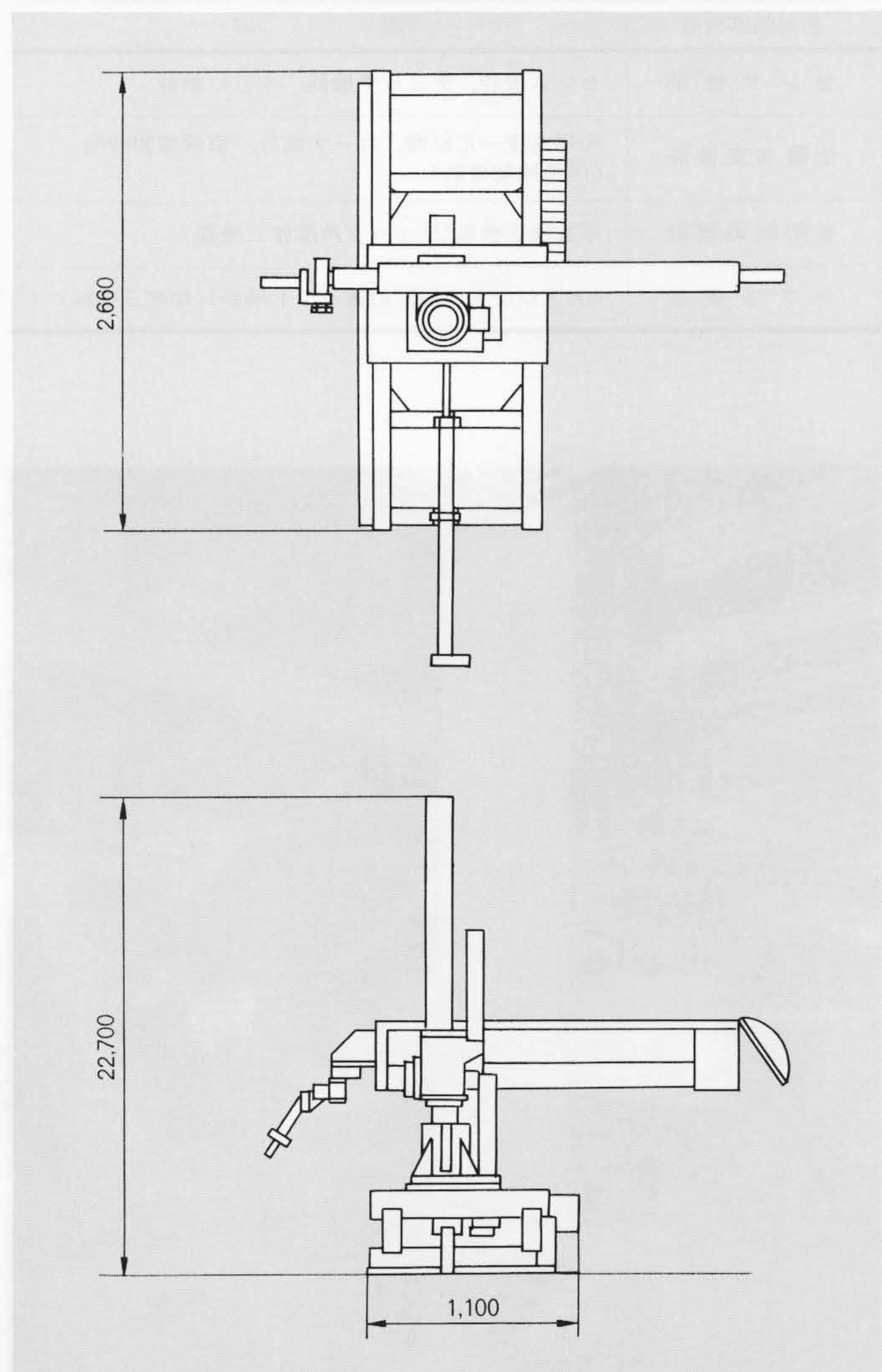


図1 「ミスターアロスSL」の構造 直角座標は大形ワーク向きの構造である。

* 日立製作所習志野工場

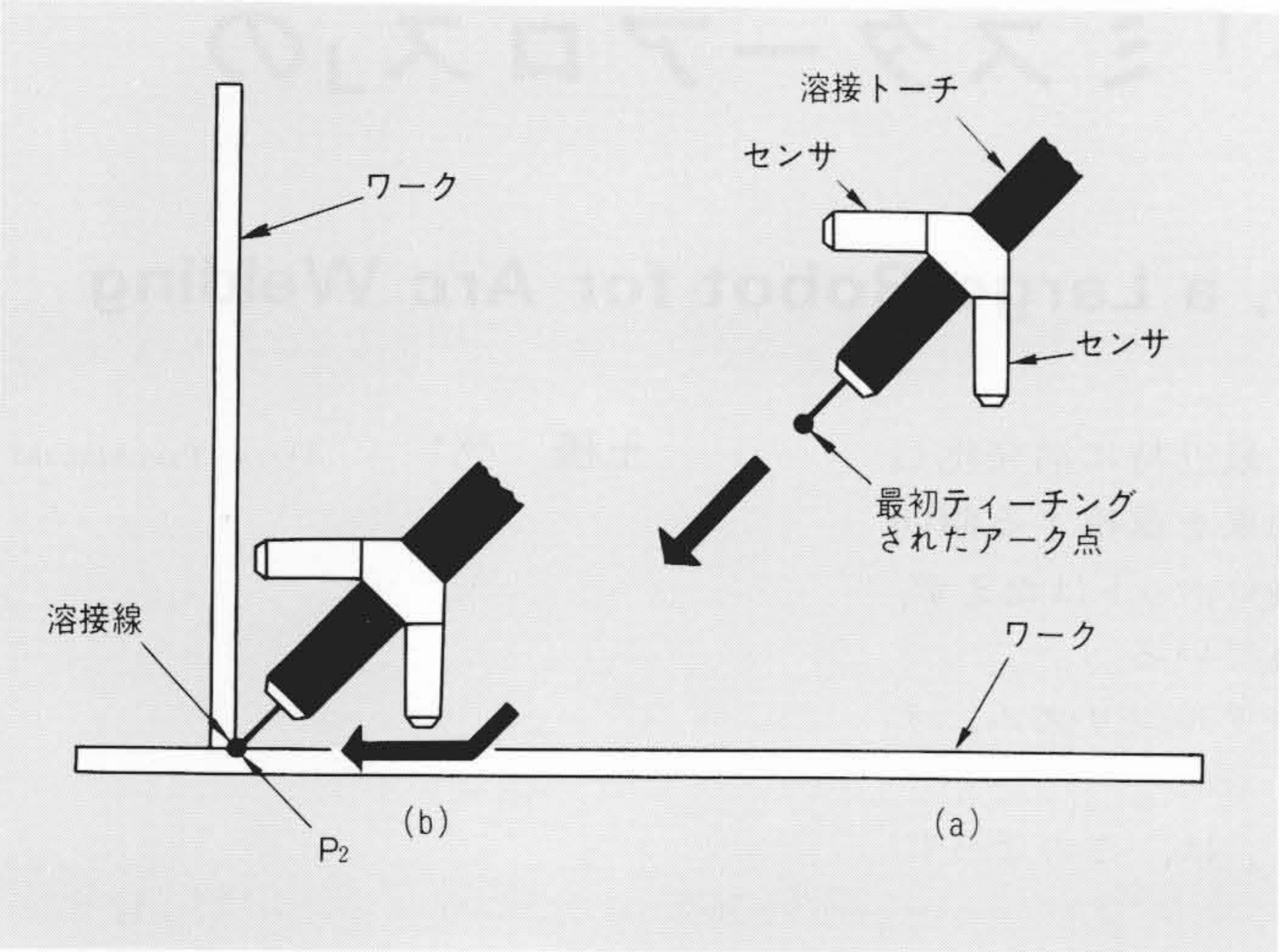


図2 「ミスターアロス」のセンサ ティーチング時にセンサを使う機能をセンス機能、溶接に先立ち、事前検出するのをチェック機能と呼ぶ。

表1 各種制御機能一覧表 ティーチングデータとともに、これらの機能を指定することによりロボットの動作径路が決定する。

基本制御機能	内 容
センサ機能	センス機能, チェック機能, ならい機能
位置演算機能	先端速度一定制御, コーナ演算, 直線補間機能(円弧補間機能)
姿勢制御機能	手首補正機能(チェック角度修正機能)
シフト機能	(上下シフト機能)(前後シフト機能)(軸修正機能)



図3 「ミスターアロスSP」 ポジショナは、ワークを乗せて反時間方向に145度反転している。

機能、姿勢制御機能、シフト機能に分けられる。

センサ機能は、ワーク表面を直角方向から検出して、あらかじめ入力された位置情報を修正する機能である。

位置演算機能は、あらかじめ入力された2点の位置情報によって、その中間点の位置も所望の径路に制御する目的などに有効な機能である。

姿勢制御機能は、手首の姿勢に関するもので、手首の姿勢を変えても、ロボットの先端位置が変わらないようにするものである。

シフト機能は、ティーチングやセンサによって得た位置情報を一定方向に移動する機能である。

なお、「ミスターアロス」は、図3のように、ワークを反転するポジションとの組合せ機能も標準装備している。

3 制御機能面の多様化

3.1 センサ機能の拡大

図2のセンサは、従来、平面の検出が目的で、曲面の場合は、ワーク面と検出面の傾角を30度以内になる場合に適用してきた。

図4は、曲率半径φ25のパイプ表面を検出した例で、上記の条件に合わない。このため検出ミスを防ぐためセンサの方向がほぼパイプの中心線に向くよう使用条件を規制することとした。

すなわち、センサを図5の構成とし、スぺーサ表面を検出した後で、パイプ側面に接近する方法をとった。スぺーサ用センサとパイプ側面用センサの高さ関係は、スぺーサとパイプのすべての組合せを検討して決定した。なお、検出位置と溶接部位との位置関係は、図5のH、Dによって変わるので、シフト機能を併用した。

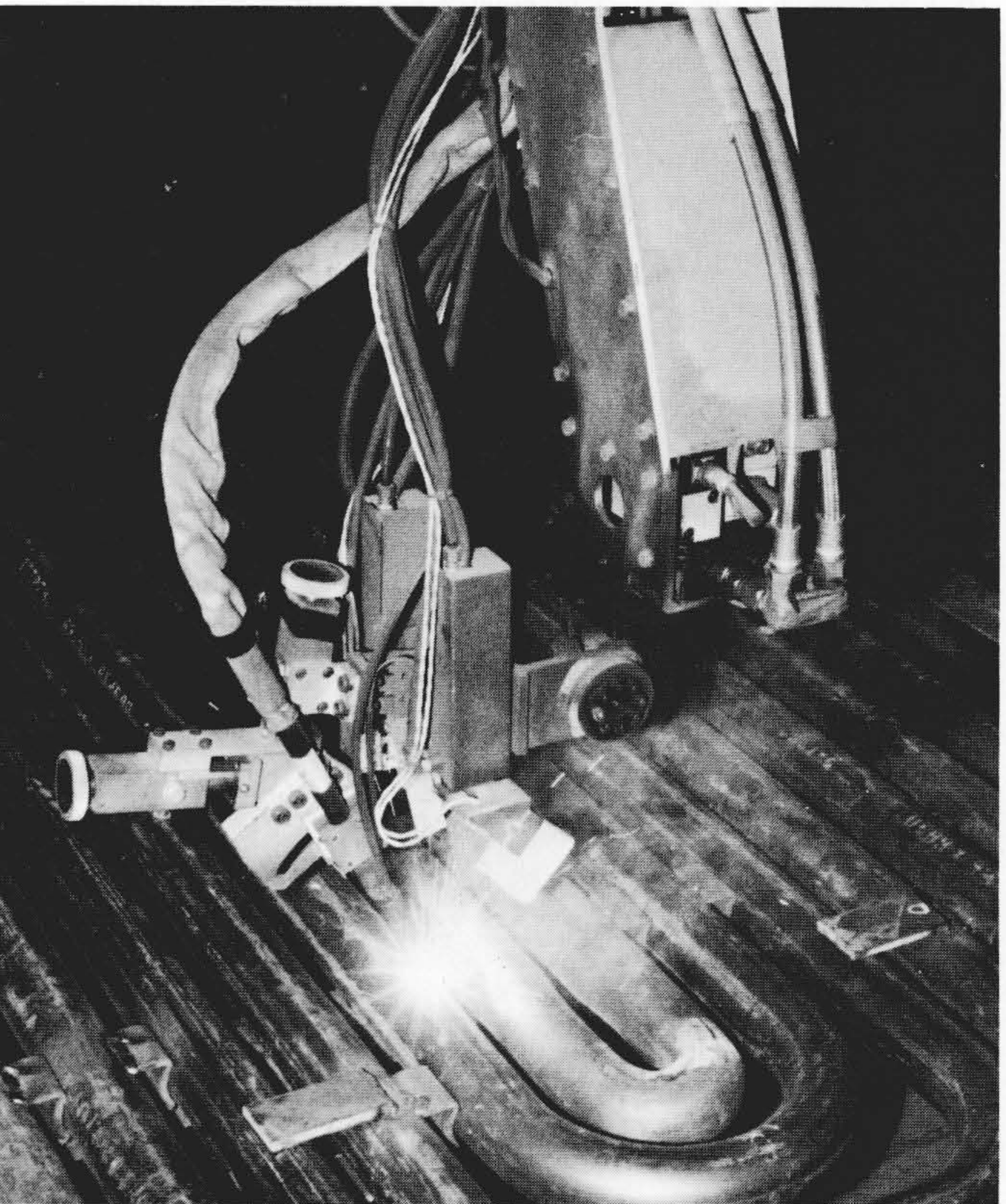


図4 配管用スぺーサの自動溶接 左下の2個のスぺーサは、左側を直径50mmのパイプに溶接されている。

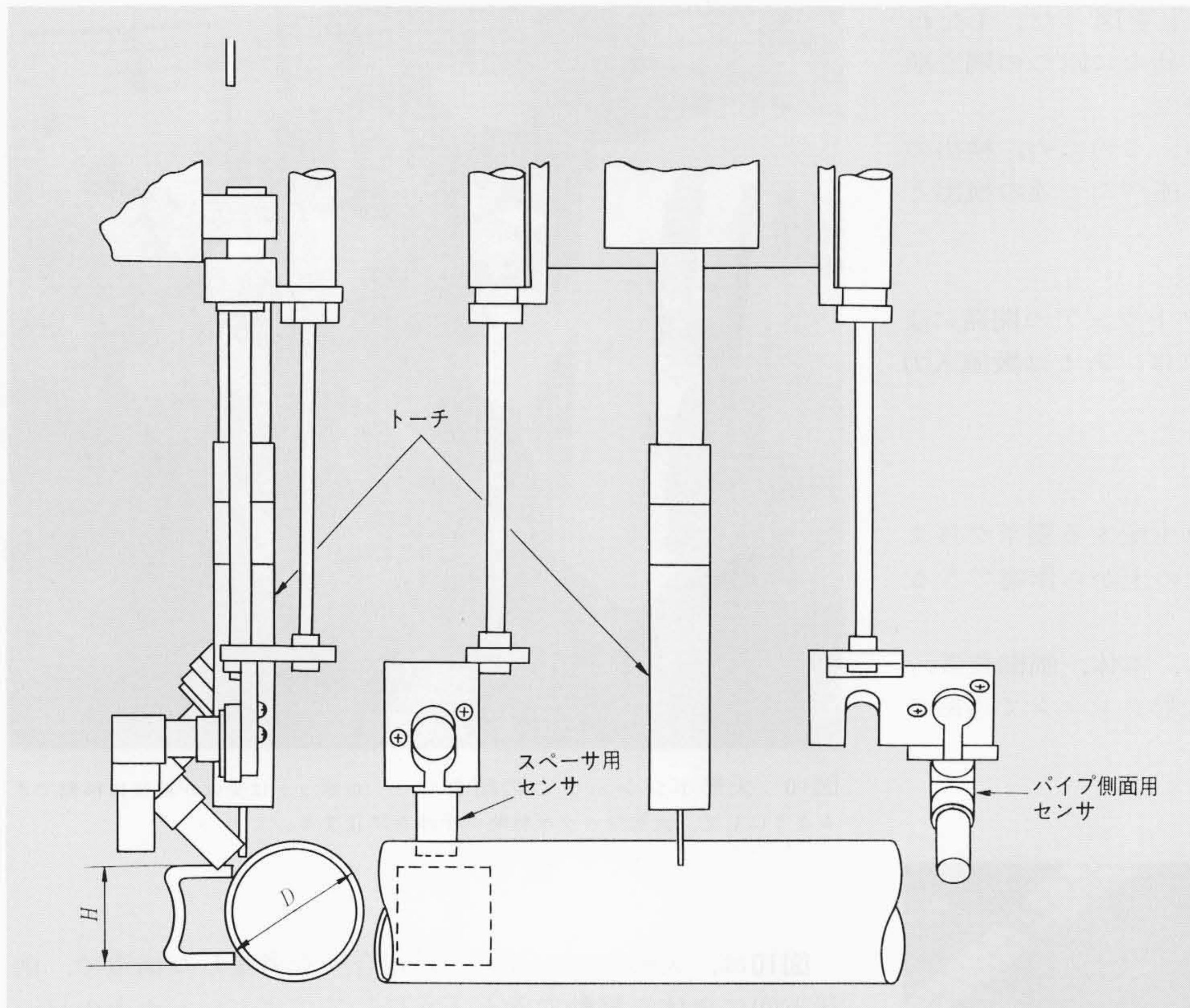


図5 センサの取付構造 スペーサ用センサでスペーサを検出した後、その高さを維持してパイプ側面用センサでパイプ側面を検出する。

3.2 演算機能の拡張

図6は、山形鋼を組み合わせて筐体のフレームにしたものである。このような溶接線は突合せ部であるため、従来の検出方法は使用できない。

そこで、基準点を求めて、その点に、一連の教示データを連結する機能を開発した。まず、センサで、図6の $\overline{AB}$ 及び $\overline{DE}$ を見つけ、コーナ演算機能によりC点を見いだす。コーナ点Cでは、別に用意した教示データ①～⑧を呼び出すことを指令しておくことにより、C点基準の溶接作業が実行できる。山形鋼の断面寸法は正確であるから、C点が見いだされればそれ以上の検出は不要である⁴⁾。

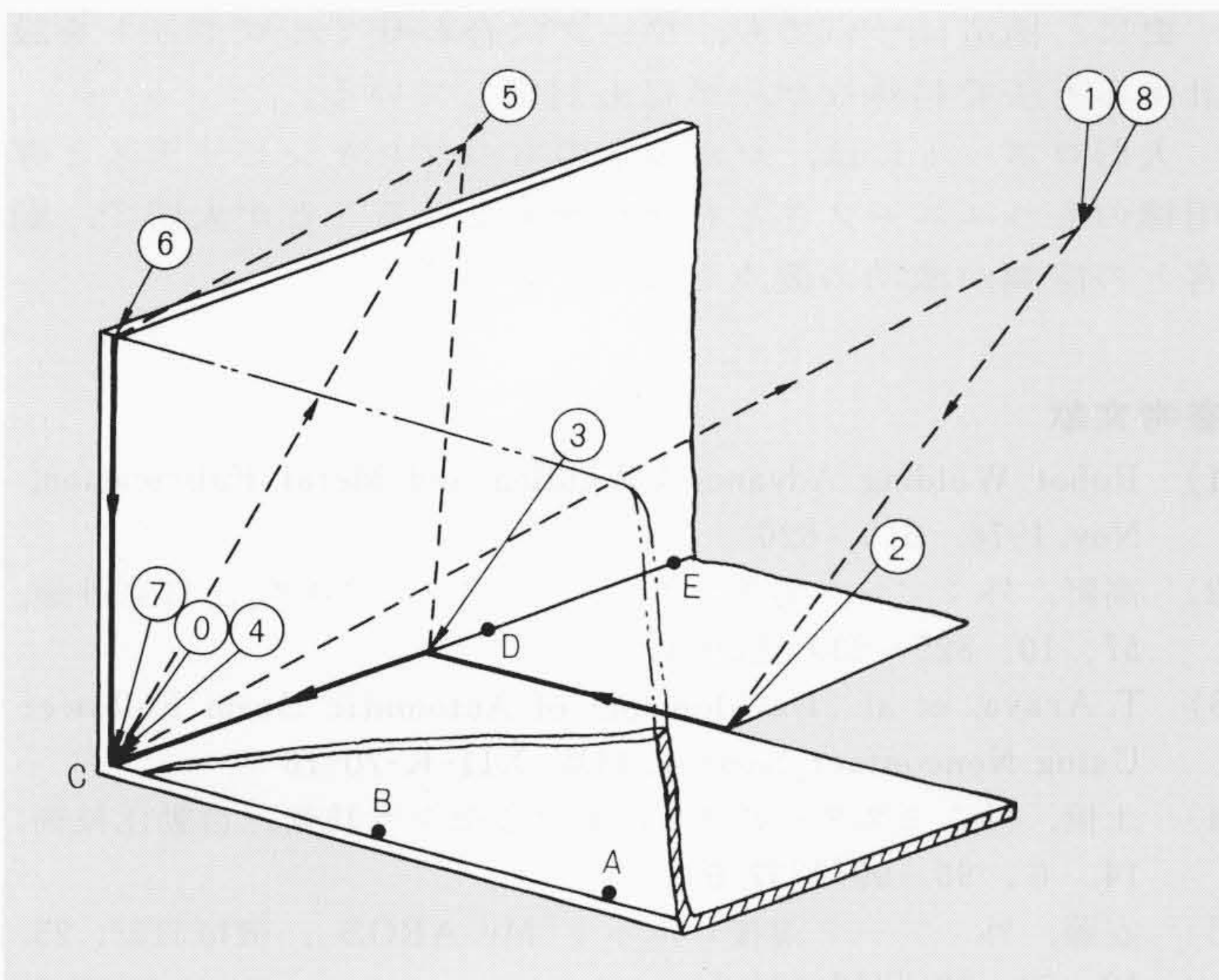


図6 筐体フレームのコーナ部 数字はコーナ点を基準点とした溶接線の溶接順序を示す。

なお同じ手法は、円周を検出して中心点を求め、中心点を基準として、別に用意した教示データを呼び出すことにも応用している。

3.3 データ編集機能の開発⁴⁾

図7は、図6の構造をそれぞれ四隅にもつ筐体フレームである。この場合、寸法 L 及び B は違っていても、同じティー

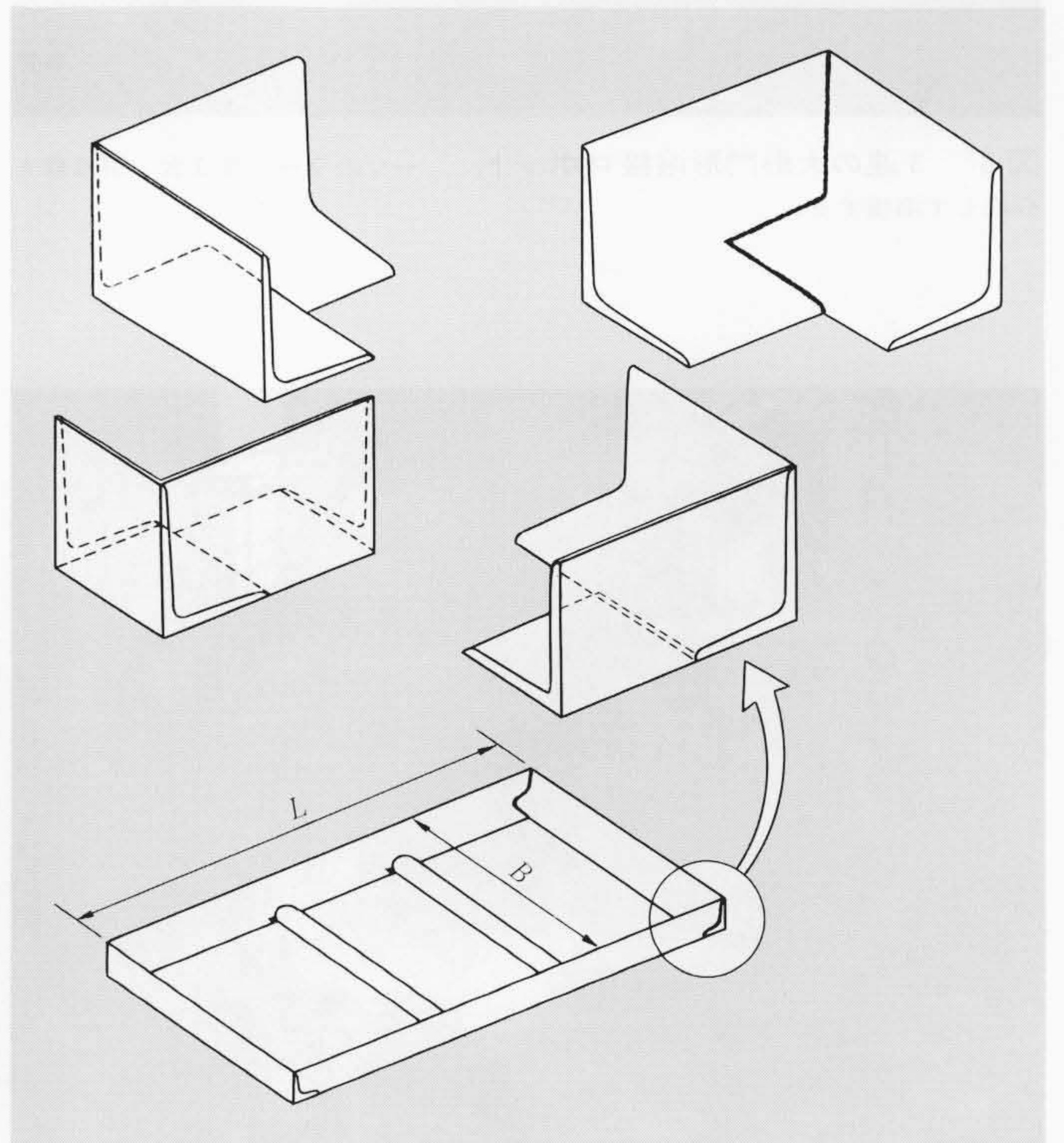


図7 筐体フレームとその溶接線 L と B は違っていても四隅が同じであれば同じティーチングで溶接できる。

チングで検出し溶接することで効率向上を図った。すなわち、隅の教示データを別に作っておき、新たに四つの隅を順次見つける教示を行なって自動編集させた。

また、図4は溶接部位が散在している。このため、検出の開始点だけ教示すれば、その点で、3.1に述べた一連の検出と溶接ができる機能をもたせた。

3.4 くら形専用機能⁵⁾

p. 39の図1のくら形溶接は、専用ソフトウェアの開発により、枝管の両端部と開先形状を教示すれば、あとは数値入力だけで自動溶接できるようになった。

4 本体構造面の多様化

大形ワークも、コンベヤを用いて流れ生産する要求が強まり、図8、9のように門形にしコンベヤの上から作業できることが必要になっている。

更に、船用エンジンの溶接用としては、本体、制御装置、溶接装置一式を共通台車の上に乗せ、大形クレーンで運搬できるようにしたものが多い。

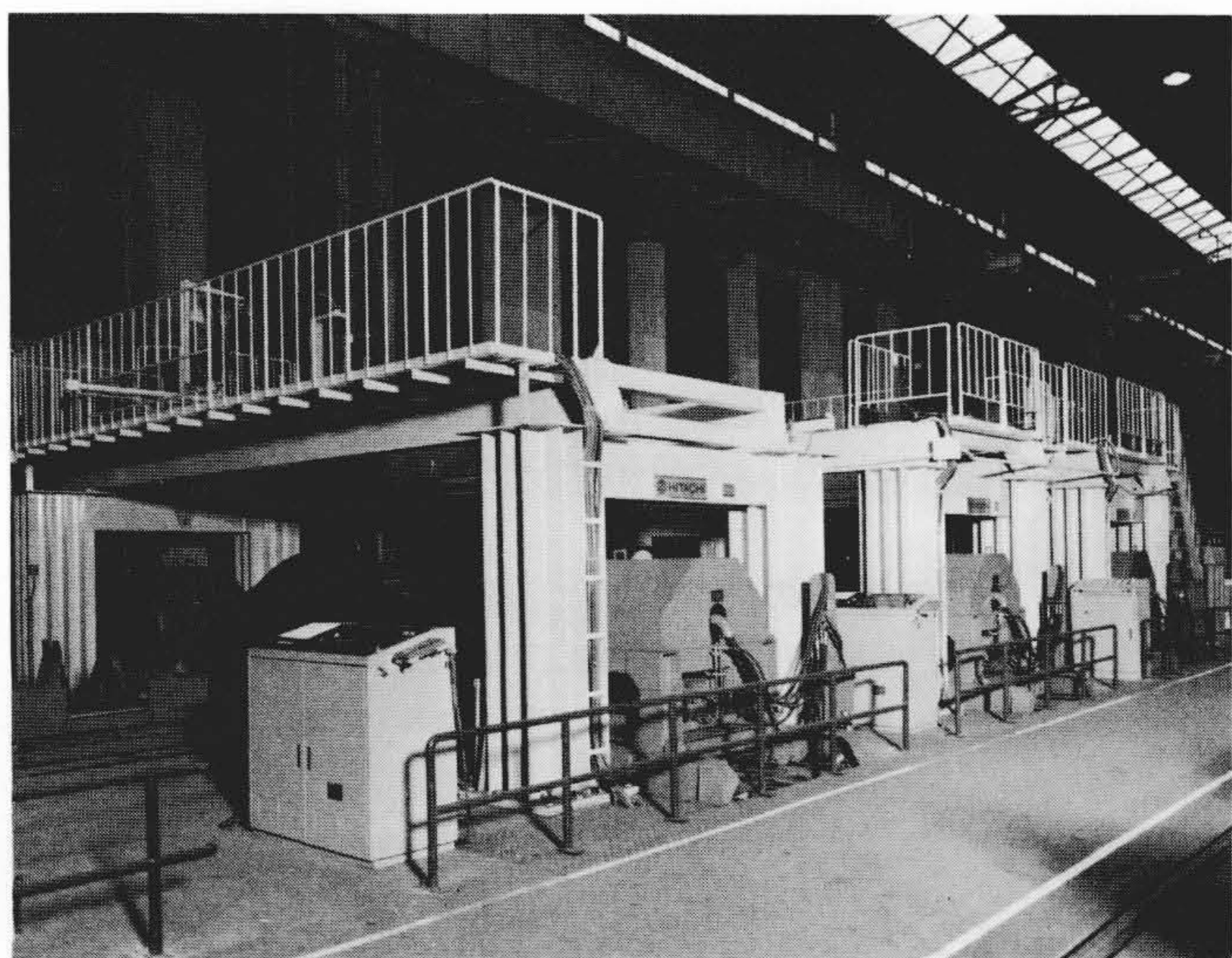


図8 3連の大形門形溶接ロボット 一つのワークを3台で溶接線を分担して溶接する。

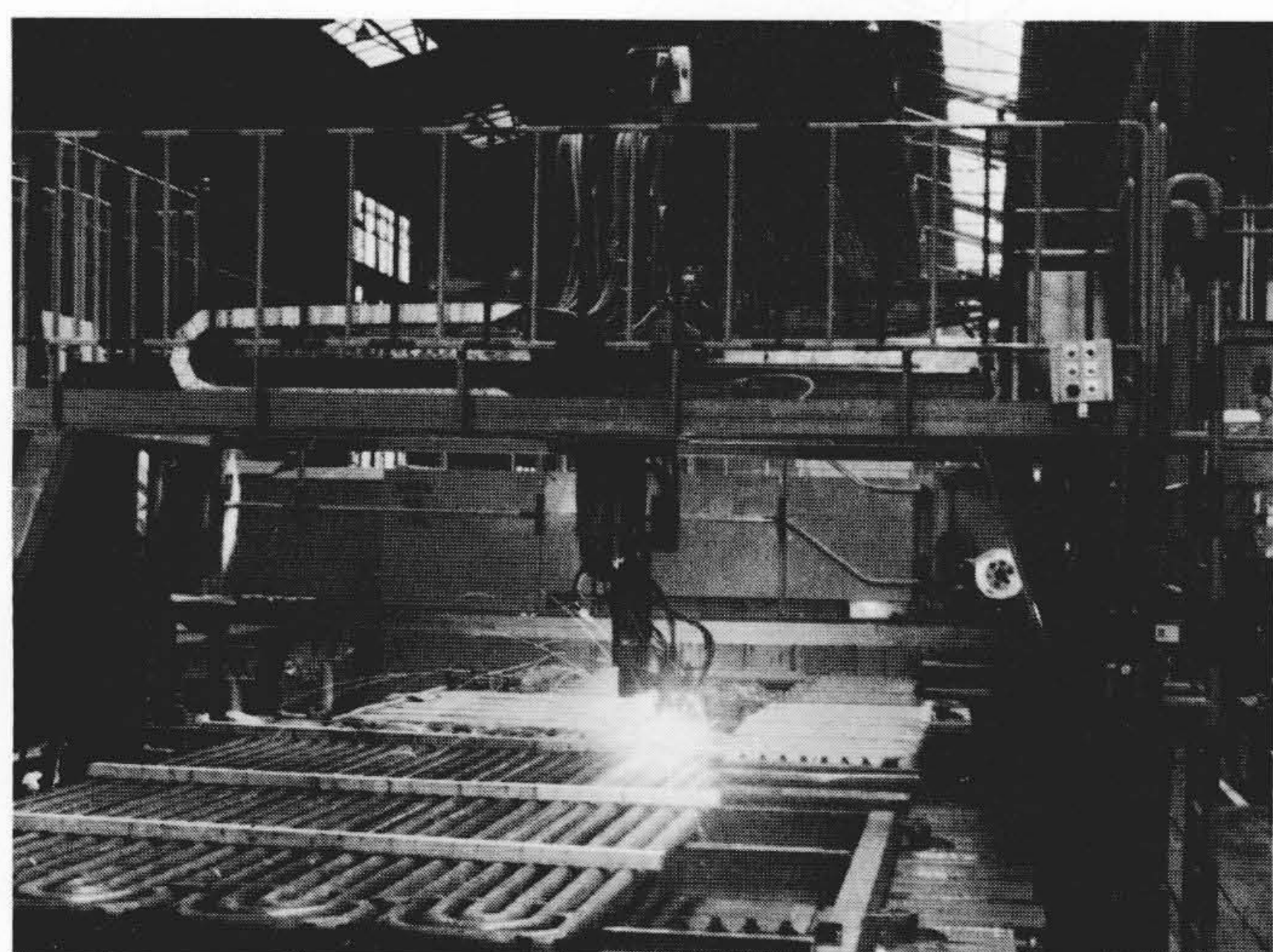


図9 配管用スペーサ溶接ロボットの稼動状況 パイプがコンベヤで流れてきて停止する。

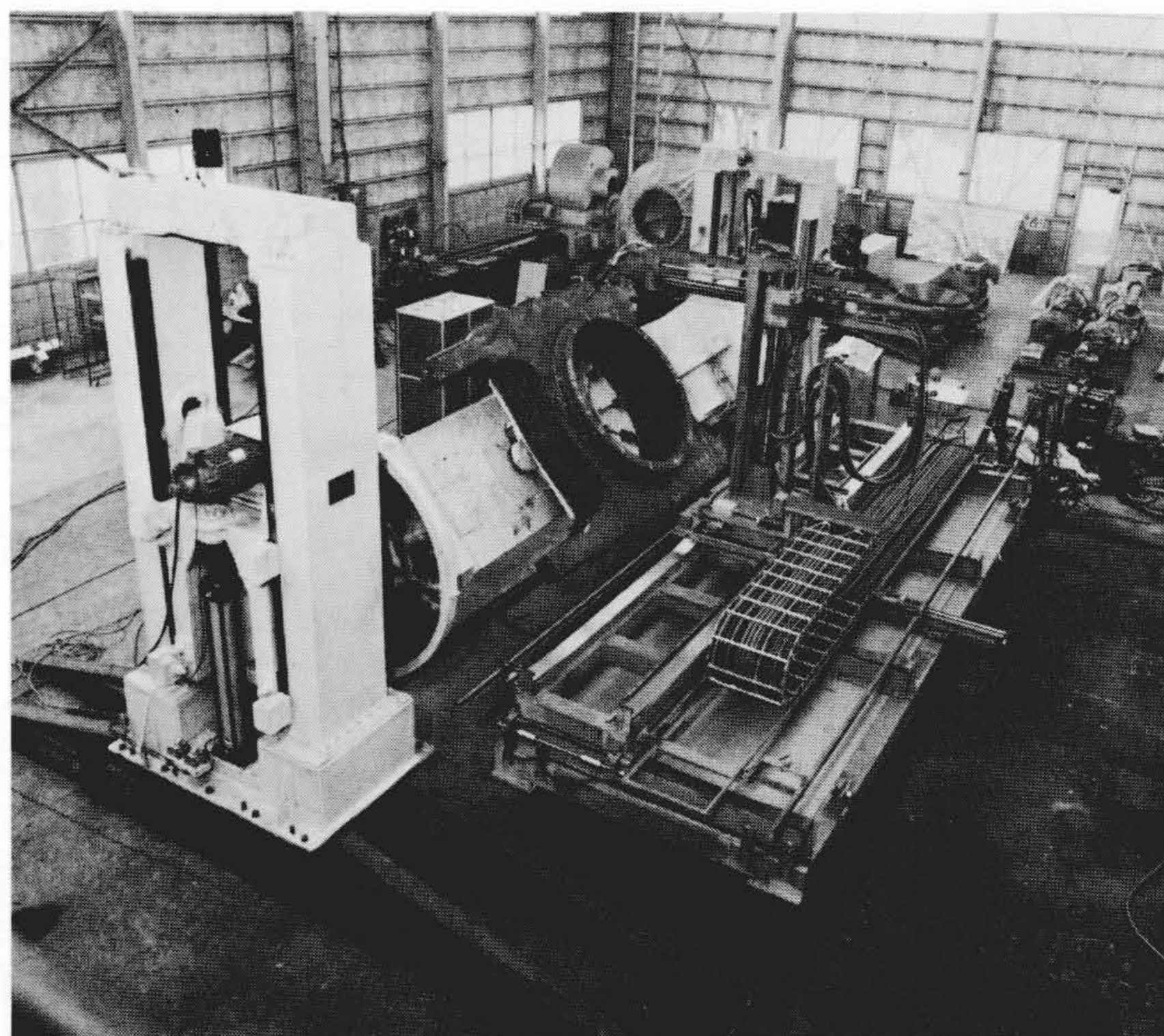


図10 大形ポジショナとの組合せ ロボットは全体が前後に移動できるようにして、大形ワーク反転時の干渉を防止する。

図10は、大形ポジショナとの組合せを考慮した構造で、前後方向に全体を移動できるようにして、ポジショナ上のワークの反転時の干渉を避けるようにしている。

5 結 言

大形ロボットは、FA(ファクトリーオートメーション)推進上の難問、少量生産の自動化を目指す装置であり、少量生産のかかえる問題点を一つ一つ解決しなければならない宿命をもっている。

寸法精度の悪さからセンサが必要であるが構造が独特であるので、それぞれのワークごとにセンサの使い方を工夫していく必要がある。特定の点を基準として測ると寸法精度が高い場合のためには、基準点を見だし、その後その点を基準とした教示データと呼び出す方法を開発した。

また教示時間を短くする方法として、特定の教示データを組み合わせたり、繰り返したりして既存のデータの組合せで新しい教示データを作るためのデータ編集機能を開発した。

更に、構造についても、ワークに合わせて、ロボットを設計する方法で特殊なケースにも対応している。

大形ロボットには、ロボットのもつフレキシビリティと専用機のもつユニークさとを合わせもたせることが大切で、顧客との協調が成功の要点となっている⁶⁾。

参考文献

- 1) Robot Welding Advance: Welding and Metal Fabrication, Nov. 1976, 613~620
- 2) 高野, 外: アーク溶接ロボット「ミスターアロス」, 日立評論, 57, 10, 825~830(昭50-10)
- 3) T. Araya, et al.: Development of Automatic Seam Follower Using Noncontact Sensor, 11W-X11-K-70-76
- 4) 土橋, 外: ミスターアロスにおけるセンサ技術, 自動化技術, 14, 6, 95~99(昭57-6)
- 5) 安藤, 外: アーク溶接ロボット「Mr. AROS」, 機械設計, 25, 12, 69~72(昭56-10)
- 6) 土橋, 外: アーク溶接のロボット化はどこまで進む, 溶接技術, 29, 13, 36~40(昭56-12)