昭和57年度春季全国大会シンポジウム報告

アーク溶接ロボット*

稲垣道夫**

Arc Welding Robots*

by Michio Inagaki**

1. はじめに

シンポジウムの基調講演は、昭和57年4月14日(水) 13,00~14,50分次のとおり行われた。

- 1) アーク溶接ロボットの展望と位置づけ
中村 孝(電元社)
- 2) アーク溶接ロボットに関する要望
西口公之(大阪大学)
- 3) アーク溶接ロボットの適用
 - i) アーク溶接ロボットの適用性と使い方
中村春雄(住友重機)
 - ii) アーク溶接ロボットのマニュアル C. P. ティー
チング方式とその適用例 大沢 誠(神戸製鋼)
- 4) アーク溶接ロボットの課題と方向
 - i) アーク溶接ロボットの課題と今後の展開
島田 弥(三菱電機)
 - ii) アーク溶接ロボットの課題
高野悠敬(日立製作)
 - iii) 重電・重機から見たアーク溶接ロボットの課題
竹中一博(東芝電気)

座長稲垣道夫(金材技研)の司会により、上記7件の基調講演が約2時間にわたって行われ、その後1.5時間ほどの討論が行われた。質問者は、中立側井上(阪大)、岡田(金材研)、メーカ側金谷(川重)、永富(安川)、奥(松下)、ユーザ側品田(三菱重工)、峰久(日立造船)等の諸氏であり、回答者は主として基調講演者であった。

基調講演の内容は、本誌第51巻(1982)第2号に詳しく掲載されており、討論の主な内容は「溶接ニュース」昭和57年4月20日付に紹介されている。ここでは、これ

らの基調講演と討論のもように基づき、アーク溶接ロボットの現状と課題についてまとめた結果とその後の進展について報告する。

2. アーク溶接ロボットの位置づけと展望

今日の産業用ロボットの実用機が試作されたのは1960年(昭和35年)であり、これが我が国に導入されたのは1986年であった。そのころは我が国の高度経済成長期であって、産業用ロボットが労働力不足解消の有力手段として脚光を浴びたが、1973年10月のオイルショックを契機に低成長時代に移行し、生産の変動に対応する柔軟性のある自動化手段としてロボットが再認識された。初めは自動車工業を中心にスポット溶接ロボットなどが導入され、1980年にはアーク溶接ロボットの需要が急増し、この年をロボット普及元年と言われるほどに売行きが伸びた。

(1) ロボットの歴史と進展

空想のロボットのようなものは、すでに紀元前の神話時代から出現している。その時代の空想ロボットは、①つらい労働を助ける奴隷的なロボット、②兵士のわかりをする味方のロボット、③理想の女性としてのロボットであり、これらはいずれも人間の形をした人造人間派と呼ばれるロボットである¹⁾。

「ロボット」の語源は、1920年にチェコスロバキアの劇作家カレル・チャペックの書いた「ロッサムのユニバーサル・ロボットたち(R. U. R.)」という戯曲に由来するといわれている。「ロボット」の意味はチェコ語のロビット(働く)やロボタ(強制労働)のことで、古代スラブ語のラポータ(奴隷)からきているという。この戯曲は、ロッサム社が人造人間を開発し量産するが、そのうちロボットが人間の奴隷として使われることを不満とし、反抗のための暴動を起こす。そして人間もロ

*原稿受付 昭和57年10月13日

**正員 金属材料技術研究所 Member, National Research Institute for Metals

ボットもほとんど滅亡の危機にさらされるが、最後に残った若いロボットのペアに愛が芽生え人間の生命が与えられるというのである²⁾。この戯曲には、神話時代の空想的なロボットすなわち奴隷、味方及び愛情のロボットが描かれており、これらが人間とロボットのかかわり合いにおいて悲劇的な結末となっている。これは、現代のロボットとその将来について多くの示唆を与えるものである。

我が国では、SF 漫画として昭和25年ごろ手塚治虫の鉄腕アトムが発表され、昭和31年には横山光輝の鉄人28号が発表された。両者はかなり対照的で、鉄腕アトムが人間性に徹した人間形ロボットであるのに対して、鉄人28号は操縦者の意のままに動くような人間の将来の夢を託した巨人として描かれた。一方、現実の産業用ロボットは実用性を重視した機能派ロボットで、どんな仕事が経済的に効率よくできるかが重要である。

このように、ロボットは人造人間（サイボーグ）派と機能派に大別され、人造人間派は限りなく人間に近づけようとするロボットであり、機能派はむしろ人間から遠

ざかるような、ロボットであるということが出来る。しかし、両者はいずれも人間に役立つものとして共存し補完し合うべきものであると考える。

ロボットとは人間に相当するような柔軟な動作ができるまとまった筒体で、動作の自由度が要求され、この動作を制御する必要がある。このため人間の動作の解析が行われ、人間の機能のある部分、特に上肢を強調しその単純化がはかられる。したがって、ロボットは結果的に人間に似て非なるものとなる。

産業用ロボットは人間のやっている仕事の中で人間に不向きな仕事をさせる目的のもので、特に人間の上肢に相当する柔軟な作業ができるものである。産業用ロボットの進化は図1のように考えられ、現状の産業用ロボットの多くは第1世代の繰返しロボットで、いまや第2世代の知覚判断ロボットに突入しているところである。この第2世代の産業用ロボットはセンサ付ロボットであるといわれる。現状のスポット溶接及びアーク溶接ロボットの大部分はティーチングによるプレイバック方式で、ある部材の繰返し溶接作業に使われているが、今後はセンサ付ロボットとその高度化が必要で、また移動機能の付加も重要であろう。なお第3世代の学習機能を持った自立作業ロボットは、約10年後を達成目標と想定される³⁾。

図2はセンサ付ロボットのシステムを示したもので、外部環境をセンサによって知覚し、コンピュータを介して人間がロボットと対話してこれを制御するシステムである。

(2) 産業用ロボットとアーク溶接ロボット

産業用ロボットの工場内の作業工程別用途は、表1に例示するように大部分は加工組立て産業に集中しており、加工品の着脱と移載作業が全体の約60%を占めている。これらは人間にとって単調な反復作業であり、また危険作業や悪環境作業もある⁴⁾。JIS B 0134-1979「産業用ロボット用語」によれば、産業用ロボットの種類は機

図1 ロボットの進化 (中野)

図2 ロボットと人間とのかかわり合い

表 1 産業用ロボットの作業工程別用途

作業工程別	件数	%
1 ローディング・アンローディング作業	222	40.1
2 移載作業	117	21.1
3 パレタイズ箱詰作業	50	9.0
4 漏注ぎ作業	8	1.4
5 選別作業	3	0.5
A 抵抗溶接作業	14	2.5
B アーク溶接作業	19	3.4
C ガス溶接作業	1	0.2
D 保持作業	20	3.6
E スプレー作業	12	2.2
F はけ, ロール塗り作業	1	0.2
G くず処理作業	0	0
H ネジ締め作業	13	2.4
I 組合せ作業	17	3.1
J リベッティング, かしめ作業	9	1.6
K スカーフィング作業	2	0.4
6 その他	46	8.3
合 計	554	100.0

(日本産業用ロボット工業会)

能的に見て, 表 2 のように入力情報・教示から分類されるが, 通常産業用ロボットは溶接などで多く使用されているプレイバック・ロボット以上の機能を持つものとしている。したがって, アーク溶接ロボットなどは産業用ロボットの代表的なものである。また, 順序情報すなわち繰返し作業機能の程度や構造上の動作形態すなわち円筒座標, 極座標, 直角座標及び多関節ロボットなどで分類される。

上肢は, 下記によって構成される。

日本産業用ロボット工業会の長期予測によると, 図 3 のように各種産業用ロボットはほぼ直線的な発展が期待され, 昭和60年で3000億円, 昭和65年で 2 倍の6000億円が見込まれている。

溶接生産におけるロボット作業の対象に材料の搬入, 切断加工, 組立て, 溶接施工, 非破壊試験, 塗装, 製品

表 2 入力情報・教示によるロボットの分類 (JISB0134)

番号	用語	読み方	意 味	対応英語
1101	マニプレータ		人間の四肢の機能に類似した機能を持ち, 対象物を空間的に移動させるもの。	manipulator
1102	マニュアル・マニプレータ		人間が操作するマニプレータ。	manual manipulator
1103	シーケンス・ロボット		あらかじめ設定された順序と条件及び位置にしたがって動作の各段階を逐次進めていくマニプレータ。	sequence robot
1104	固定シーケンス・ロボット	こていしーけんす・ろぼと	あらかじめ設定された順序と条件および位置にしたがって動作の各段階を逐次進めていくマニプレータで, 設定情報の変更が容易にできないもの。	fixed sequence robot
1105	可変シーケンス・ロボット	かへんしーけんす・ろぼと	あらかじめ設定された順序と条件及び位置にしたがって動作の各段階を逐次進めていくマニプレータで, 設定情報の変更が容易にできるもの。	variable sequence robot
1106	プレイバック・ロボット		あらかじめ人間がマニプレータを動かして教示することにより, その作業の順序, 位置及びその他の情報を記憶させ, それを必要に応じて読み出すことにより, その作業を行えるマニプレータ。	playback robot
1107	数値制御ロボット	すうちせいきようろぼと	順序, 位置及びその他の情報を, 数値により指令させた作業を行えるマニプレータ。 例: せん孔紙テープ, カードやデジタルスイッチなどによるもの。	N.C. robot
1108	知能ロボット	ちのうろぼと	感覚機能及び認識機能によって行動決定のできるロボット。	intelligent robot

図 3 産業用ロボットの長期予測 (日本産業用ロボット工業会)

図4にアーク溶接ロボットの構成を示す。このシステムは次の3系統により構成される。

a) ロボット (RO), ロボット制御盤 (RC), ティー

b) ジグ (FX), ジグ制御盤 (FC), ジグ操作盤(FO) 系統

c) 溶接電源 (WP), ワイヤスタンド (WS), ガス供給装置 (GA), ワイヤ送給機 (WF), 溶接トーチ (TO) 系統

システム全体の制御・管理は、通常ジグ制御盤で行われ、ロボット系もその管理下にある。各系統間での個々の信号の授受はロボット制御盤、ジグ制御盤及び溶接電源を介して行われる⁶⁾。

3. アーク溶接ロボットの適用

(1) アーク溶接ロボットのあり方

図5は現状のアーク溶接ロボットの性能と従来の被覆

図4 典型的なアーク溶接ロボットの構成
(日本産業用ロボット工業会規格案—1981による)

図5 アーク溶接ロボットと他のアーク溶接との大よその性能比較 (中村春雄)

アーク手溶接及び片面自動溶接や立向自動溶接などの専用自動アーク溶接との大よその比較を示したもので、アーク溶接ロボットの種々の変化に対する適応性は被覆アーク手溶接には及ばないが、専用自動アーク溶接よりは弾力的で柔軟性を持っている。

溶接構造物や製品すなわちワークには小形大形、薄肉厚肉、ワークの種類と生産量など産業分野によって多種多様であるが、現状の標準形アーク溶接ロボットは数品種中量の混流生産向きであるといえることができる。すなわちすべて中間的なものが最適で、中種中量のものを生産する中流企業が主体で、ロボット機能も一般的には中級で(中)がロボットの象徴である。

各ロボットメーカは、ロボットの具備すべき要件として適応性、機能性、経済性、生産性、信頼性及び安全性を追究し、標準形アーク溶接ロボットを指向しながらどこかに特徴を打ち出すべく懸命の努力を払っている。ユーザはそれぞれの産業分野において、ロボット導入の経済性を重点に必要にして十分な条件を検討している²⁾。近年におけるアーク溶接ロボットなどのプレイバック・ロボットの平均価格と1人当たり年間平均労働費用の比率の推移を見ると、その比率は昭和47年ごろには10倍もしたものが、昭和55年には約3倍に低下し、昭和57年には約2.5倍以下と推定される。実績ではロボット1台で人間1.2~1.5人と代替できるので、2年前後でロボットの投資額を償却でき、2直制の場合は約1年で償却できることになる。また産業用ロボットの普及促進手段として、リース制度による契約手続きが昭和55年4月に決定されるなど、産業用ロボットの導入が資金面でも容易になっている²⁾。

現在高級ロボットの大半を占めている溶接ロボットのうち、その約半分のアーク溶接ロボットの台数がやっと2000台弱である。日本中のアーク溶接工は約50万人といわれるので、現状アーク溶接ロボットの比率は僅か0.4%程度である。溶接生産工場のロボット溶接比率を約6%と見て、アーク溶接ロボットが将来広く行きわたったとしてその台数は約3万台程度で、ロボット1台の価格が仮りに700万円とすると合計約2100億円となり、この台数と総額で一応飽和状態になると推定される。ただし、アーク溶接ロボットが多様化してロボット溶接化率が上昇すれば、この総額の数倍にもなり得るであろう。

アーク溶接ロボットの導入に当っては、まずそのニーズを具体的に把握することであり、次に導入方法と経済性などを検討する必要がある。アーク溶接ロボットのニーズを挙げると、一般に次の事項がある³⁾。

④ 省人化：労働者(若年労働者と熟練労働者)の不足と不安定の解消、高齢労働者の雇用問題

② 省力化：重労働や単調労働からの解放と作業環境の改善、労働の質の向上

③ 人間性：生きがいと働きがい、新しい能力の開発

④ 溶接製品の多様化：小形薄肉製品と中形中肉製品と大形厚肉構造物、品種と生産量等への対応

⑤ 生産性・経済性：中量生産製品への適用性、人件費・溶接コストの低減

⑥ 信頼性：構造設計と継手設計の検討、溶接精度の向上、品質の安定化、溶接品質保証

⑦ 溶接技術のシステム化：能率と品質の向上、FMS(Flexible Manufacturing System)への指向、生産合理化のためのコンピュータ援用自動設計(CAD)、自動生産(CAM)及び総合管理(CAT)システムの確立

⑧ 省資源・省エネルギー：各種産業分野、関連機器及びプラントへの適用など

導入方法にはメーカ依存、自社開発あるいは両者の組合せがあるが、自社の技術力と経済性などを考慮して決定する。一般に市販の標準形ロボットを導入すれば、自社の技術開発力が弱くても適用可能で経済的でもある。大手企業で技術力があれば自社開発ができるが、一般に経済的ではない。しかし工場内のノウハウがある場合、周辺機器は自社開発されることも多い。ロボット溶接導入のアプローチは、まず社内でプロジェクトチームを編成して社内の総力を結集し関係者の理解と協力を得ることが必要で、適用しやすく効果の大きいものをまず対象に選ぶことが大切で、無理にロボットで全溶接することを考えない方がよい。

(2) アーク溶接ロボットの選び方使い方

アーク溶接ロボットの適用に当っては、各産業分野すなわち自動車、鉄道車両、家庭用品、電子機器、事務機器、建築鉄骨、鉄塔、橋梁、造船、貯槽、压力容器、ボイラ、配管、重電・重機、さらに原子力等のエネルギー開発、宇宙航空開発及び海洋開発設備の製作又は補修溶接等によって対応が異なり、また横通しの対象物として大きさ、形状、肉厚、重量、体積、ワークの重量や体積当りの作業量、品種と生産量の多少又は大小などによって対応を検討する必要がある。

アーク溶接ロボットの種類は、入力情報・教示などの機能上の分類と動作形態を左右する構造上の分類の組合せによって区分される。汎用的な標準形アーク溶接ロボットとしては、構造的には多関節形が多く機能的にはプレイバック形であるが、適用の対象に対して市販のままの標準形のものを導入するか又はその構造や機能を簡易化するかあるいは高度化するかを検討する。この場合、アーク溶接ロボットのシステムを構成するロボット系統、溶接機器系統及びジグ系統などの周辺機器を含め

て総合的に選び方使い方を検討する必要がある。

アーク溶接ロボットの選び方としては、上記のほか次の事項を考慮する。

1) ワーク精度：品質管理上重要で、特に中大形・中厚肉・中少量製品や構造物に対して重要⁹⁾。(通常のワーク精度要求 $\pm 0.5\text{ mm}$)

2) ロボットの構造と動作形態：多関節、直角座標、極座標、円筒座標の各ロボットと制御軸数(通常5軸)の選択、特にアーク溶接ロボットでは多関節形か直角座標形が主流で、前者は主として小形薄肉用、後者が大形厚肉用。両者のロボットの占有領域とワーク領域との比の検討要^{9,10)}。

3) ロボットの作業機能：ティーチングの簡易化と時間短縮¹¹⁾、位置再現性と設定精度(通常 $\pm 0.2\text{ mm}$)ヘッド部の重量や速度変化の影響¹²⁾。

4) ロボットの価額：設備費、リース料、耐用年数、維持費等周辺機器を含めた経済性の評価。市販機と自社開発の比較^{9,10)}。

5) 溶接方法とその機器：ワーク精度や溶接姿勢に対応し、スパッタの少ない溶接方法とその機器の選択、例えばパルスマグ溶接や高溶着ティグ溶接など¹³⁾。

5) ジグ系統などの周辺機器：下向姿勢を基本。ジグの再現精度の確保。ロボット機能の補完的役割¹⁴⁾。

7) 安全対策：人的災害の防止対策、例えばロボットと人間の隔離、ロボットの誤操作の排除、非常停止装置の設置、作業環境の改善など¹⁴⁾。機器側の保護機能¹²⁾。

8) 機器の保守管理：メーカ側とユーザ側の役割分担と相互理解。故障などによる運転休止時間の短縮と平均故障間隔(MTBF)の延長¹³⁾(目標1000~1500時間)。

9) センサの要否：センサの適用効果の検討。適用可能範囲、検知精度、故障対策、信頼性など¹²⁾。現状のセンサは溶接線の検出やならいを中心に開発されつつあるが、今後は溶接現象を直接モニタして溶接条件設定及び修正アルゴリズムにより状況変化に即応できる高級なロボット化も必要に応じて検討する^{10,13,15)}。この場合、継手形式、開先形状、単層溶接か多層溶接かの別、ウィービング方式、ねらい位置許容誤差(通常約 $\pm 2\text{ mm}$)等を勘案する。

アーク溶接ロボットの使い方としては、次の事項を考慮する。

a) 溶接構造物や製品の設計：まず現状の設計でアーク溶接ロボットの適用しやすく効果の大きいものを選ぶ。次にロボットの適用拡大を図るためには、下拵え、組立て、溶接施工の各作業工程ごとに作りやすい構造にする。その基本は形状の単純化と標準化、ワーク内部の溶接箇所を極力減らし外部より溶接することと狭隘部を

減らすこと及びブロック分割できる構造にすることが基本¹⁰⁾。

b) 効率的なティーチングと作業：ワークに対する効率的な作業計画の作成¹⁹⁾。作業サイクル・タイムの中でアークタイム率を最大限にするようロボットとジグと作業者の作業の組合せを考慮してレイアウトやジグの構造と位置等を検討する¹⁶⁾。

c) ロボット技術者及び作業者の育成：ロボットは構造的なハード技術と機能的なコンピュータソフト技術と溶接技術の組合せ技術であるので、これらの技術に精通したメーカ及びユーザの技術者が必要である。またロボットを操作するロボット作業者が作業や判断に誤りのないように知識と技能を習熟させる必要がある。このためモラルの維持向上の動機づけとして彼等の資格認定や検定を行うことも有効¹⁰⁾。

d) 人員配置と職域の問題：作業者のロボットとのかかわり合いを考え、人間尊重の人間主導形の生産態勢とする必要がある⁹⁾。さらにロボット溶接化率が進展し、また組立て作業のロボット化などが進展すると、雇用問題への対策が重要となる可能性がある^{5,10)}。

e) 溶接生産のシステム化指向：FMSやCAD-CAM-CATの生産システムへの各種産業用ロボットの組み込み。簡易ロボットや高級ロボットの半専用ライン化。このための入力プログラムと制御用インターフェースとファイル管理方式の検討。無人化作業や無人化工場への指向^{11,13)}。大形・厚肉・多品種少量生産への対応。サイボーグ形(アトム形)ロボットのような人間に近いロボットの出現期待¹⁷⁾。

4. アーク溶接ロボットの課題

前述のアーク溶接ロボットの選び方及び使い方において、基調講演内容等を引用して考慮すべき事項を要約した。ここでは基調講演のあと討議された課題について以下に要約する。

i) アーク溶接ロボットの方向

中村(孝)：アーク溶接ロボットは人間尊重の立場で使うべきで、人間作業の不向きな長時間単調作業や作業環境の悪い所などに使うことにする。したがってロボットを限りなく人間に近づけようとする方向には反対で、これはむしろロボットの自殺行為であるというように考えている。

島田：アーク溶接ロボットには汎用ロボットと高度機能(知能)ロボットがある。前者は低価格が最大条件で、人間作業の不利なところに最小限の機能を持ったロボットを使用する。この場合構造設計を見直して低機能のロボットの適用範囲の拡大を図る。後者の高度機能

ロボットは工場の長期的 FMS 計画の中で位置づけられるべきものとする。

ii) 溶接方法の選択指針

西口：ロボット用の溶接方法の選択は、ロボットの弱点は何かということから行うべきである。

島田：溶接方法の低コストと例えば高溶着ティグ法などのように入熱量やワイヤ溶着量を目的に応じて任意に独立制御できる柔軟性のある溶接方法を使用する。

iii) ティーチングについて

中村（孝）：小形薄肉量産の自動車部品のようなものは、三次元の複雑なものの場合ティーチングに4時間もかかることがあるが、年間1000個以上の生産量であれば引合う。

大沢：ティーチングには動作軌跡の教示と溶接条件等の教示がある。これらのティーチングを簡易化するには、これらの要素をうまく組合せると同時にそれぞれを独立して修正、変更、削除できるようにすることが大切である。例えば軌跡教示は溶接開始と終了位置のみを教示し、溶接条件は別途プリセットできる仕組みとする。

iv) 安全対策について

高野：これは現状困難な課題で、人間がロボット周りに入れないようにすればよいが、現在の作業状況では無理である。一つの方法として柵を設け、その扉を開けるとロボットが停止することも考えられるが、その場合稼働率が著しく低下することになる。

v) ロボットの耐久性と寿命について

中村（孝）：彼の関係する自動車部品工場の例ではアーク溶接ロボットを40数台使っており、古いもので約3.5年になるが、この間の状況を見ると驚くほど故障は少なく、精度においても当初は毎日原点を調整していたが、最近では1週間に1度も行っていないほどである。しかし社会的寿命ということになると、技術革新の早い分野であり、加えて日本人は新しいもの好きで、次に出たものが少しでもメリットがあればすぐにでも取換える傾向があるので、7～8年もとは持たないと思う。

vi) 教育・訓練について

西口：大学教育ではロボットを直接とり上げるのではなく、基礎教育として情報処理関係を充実させることが必要で、その一つの対応がロボットであるという程度の範囲内で柔軟性のある教育の方が大事なのではないかと思う。

高野：アーク溶接ロボット作業者の訓練では、溶接現象を定量的に教えることが最も大切だと考える。これはロボットに限らず、自動溶接全般に言えることで、例えば溶接線が1mmづれたらどのような結果になるかというようなことを定量的に示し体験させておくことが必要

である。

vii) センサについて

中村（孝）：彼の年来の自論として、小形薄肉量産の場合センサは麻薬であって、そういう方向に逃げるべきではなく、あくまでワーク精度を高めるべきである。安く品質のいいものを作るにはどうしても精度をあげねばならない。この場合彼が工場にロボットを与える立場ならセンサを取除いて与える。ただし、中厚肉少数生産でワーク精度がそれほど望めない場合には、センサによって精度を補充するもよし、ティーチングが楽になるということもいえ、センサがついていた方が便利である。

岡田：センサが必要でない状態で作業ができるのであれば、それにこしたことはないが、溶接は多種多様であり、結論としてセンサは必要と考える。

井上：この課題に関連して、ロボットの知能化の方向では結局ロボットは人間に近づいてゆく機械であり、その一環としてセンサも考えてゆかねばならない。

viii) 溶接生産のシステム化

中村（春）：溶接施工後の検査のロボット化については、非破壊試験方法に適合した検査ロボットが必要で、アーク溶接ロボットをそのまま流用することは得策でない。半専用の検査ロボットの方が機能的に優れ、結果的には安くつくのではないかと考える。

高野：溶接生産に FMS を導入するとき仮組み作業を行うロボットの必要性については、仮組みロボットはアーク溶接ロボットよりもはるかにむづかしいといえる。なぜなら重量、大きさ、作動域の問題があり、位置決め精度がアーク溶接よりなおきびしく、組立てロボットの進展と合せて考えた方がよく、アーク溶接ロボットの進展よりは遅くなると考える。

竹中：CAD-CAM へのアーク溶接ロボットの組込みについては、現状 CAD から直接アーク溶接ロボットを動かすオンライン方式には問題があり、したがっていま直ぐインターフェースを設置してオンライン化することは困難である。現状では CAD-CAM の情報をオフラインで入力してワークを送り込み、これをロボットでティーチングのチェックを行う。センサはワーク精度、取付け精度及び溶接変形による溶接線のずれを検出し、位置修正を行うことになる。

5. む す び

今回の「アーク溶接ロボット」に関するシンポジウムにおいては、アーク溶接ロボットの現状把握とその課題について検討した。

これに基づき、アーク溶接ロボットの位置づけと今後の方向を展望した。そしてアーク溶接ロボットの適用に

当って、そのあり方、選び方及び使い方に関する留意事項を整理した。また討議された課題について要約した。

アーク溶接ロボットは1980年（昭和55年）のロボット普及元年以来、これに対する関心が急速に高まり世の中がロボットフィーバーク味であり、このためかシンポジウムは極めて多数の参加者を集め熱気に溢れた雰囲気であり盛会であった。今回の討論の結果、かなり当を得たアーク溶接ロボットの現状把握を行うことができ、その課題がかなり鮮明に浮きぼりにされたものと信ずる。

文 献

- 1) 石原：ロボット学の新局面，ロボットピア，No. 1 (1982)，10-11
- 2) 中村孝：ロボット革命がやって来た，メカトロニクス入門，産報出版（株），（1982）
- 3) 中野：彼らはどのように進化するか，ロボットピア，No. 1 (1982)，20-25
- 4) 岩崎：ロボット社会の見取図，ロボットピア，No. 1 (1982)，26-30
- 5) 中村孝：アーク溶接ロボットの展望と位置づけ，本誌，51-2 (1982) 212-216
- 6) 日本機械工業連合会，日本産業用ロボット工業会：産業用ロボッ

トの電気信号に関する団体規格作成，昭和56年度産業用ロボットの標準化推進事業報告書，（1982年5月）

- 7) 日本工業新聞社：「アーク溶接ロボット—メーカーとユーザの接点」座談会記事（座長稲垣，コーディネータ中村孝），日本工業新聞社，（1982年9月22日）
- 8) 稲垣：ロボット溶接研究委員会の発足と今後の方向について，溶接技術，30-1 (1982) 15-19
- 9) 中村春雄：アーク溶接ロボットの適用性と使い方，本誌，51-2 (1982)，223-228
- 10) 妹島，高野，松本：アーク溶接ロボットの課題，本誌，51-2 (1982)，240-245
- 11) 津田，嘉田，関野，大沢：アーク溶接ロボットのマニュアル C. P. ティーチング方式とその適用例，本誌，51-2 (1982)，229-234
- 12) 西口：アーク溶接ロボットに関する要望，本誌，51-2 (1982)，217-222
- 13) 島田，平本，伊藤，志賀，鶴飼：アーク溶接ロボットの課題と今後の課題，本誌，51-2 (1982)，235-239
- 14) 佐久間：ロボットの危険要因と安全対策，ロボットピア，No. 1 (1982)，69-73
- 15) 井上：アーク溶接ロボット用センサ，本誌，51-9 (1982)，735-741
- 16) 中村孝，浅川：アーク溶接ロボットの応用例，本誌，51-9 (1982)，742-747
- 17) 本多，竹中，水宿：重電・重機から見たアーク溶接ロボットの課題，本誌，51-2 (1982)，246-251

——溶接学会講座・講習会及び学習図書案内——

〔Ⅰ〕講座・講習会

1. 溶接技術基礎講座
溶接関連分野技術者及びフレッシュマン等を対象に溶接工学と技術の基本をわかり易く解説する。
毎年6月，東京で開催
2. 溶接工学夏季大学
溶接専門技術者を対象に溶接工学の基礎講義と工場見学を実施する。
毎年7月，大阪（阪大）で開催（大阪大学溶接工学教室後援）
3. 工高教員のための溶接工学夏季講座
工業高校教員のための研修講座（実習を含む）
毎年7月又は8月大阪（阪大）で開催
4. 溶接技術講習会
一般技術者を対象に，プロフェッショナルな課題について講義及び討論を行う。
年度内1～2回，東京及び大阪で開催

〔Ⅱ〕学習用図書

1. 新版溶接技術入門
溶接施行技術者をこころざす人のための入門書
溶接学会編，産報出版発行 定価1,600円
2. 溶接工学の基礎
大学・高専及び他専門分野技術者向溶接工学の標

準教科書

- 溶接学会溶接教育委員会編，丸善発行
3. 溶接学会技術資料—JWS Bulletin—
溶接技術者向け，溶接技術に関する資料を逐次刊行する。
生々文献サービス発行
No. 1 鋼材の溶接割れ（低温割れ）定価 3,000円
鈴木春義 著
No. 2 鋼溶接部の熱ひずみ脆化（レビュー）
定価 3,000円
日本溶接協会 HSE 委員会編
No. 3 溶接冶金レビュー（上） 定価 4,000円
No. 4 同 上 （下） 定価 4,000円
溶接学会溶接冶金研究委員会編
No. 5 溶接部の超音波探傷試験ハンドブック
定価 2,000円
国際溶接学会（IIW）編（日本語版）
No. 6 実験溶接工学
大阪大学溶接工学教室編 定価 4,000円
No. 9 抵抗溶接現場とその応用（第2編）
一重ねプロダクション溶接，突合せプロダクション溶接・アブセット溶接—
定価 4,500円