キャンペーン特集

生産技術のニューウェーブ
＜溶接の脱技能化＞

7 自動車産業における脱技能化の展開*

福留 信夫**, 竹内 英世***

Transfer to De-Technologized Phase in Automobile Industry*

by Nobuo Fukutome** and Hideyo Takeuti***

キーワード: 人手不足, 高齢化, 脱技能化, 自動化, 省力化, ロボット

1. はじめに

わが国の自動車産業は、石油ショックや排ガス・安全規制などの課題を乗り越え、省資源・省エネ・安全性などの社会的ニーズに応える車を市場に送り出し、着実な成長を遂げてきた。また最近では、多様化するユーザーニーズに対応すべく、差別化された商品開発や環境にやさしい車造りに取り組んでいる。

一方、バブル経済の崩壊に伴う景気不透明感から、好調を支えてきた内需景気に陰りが見られるが、労働力は相変わらず不足状態にあり、若年労働者の製造業離れと相俟って、高齢者や期間労働者の活用が避けられない状況にある。弊社も、中高齢者の比率は益々増加の傾向にあり、きつい・やりにくい作業の排除、ポカミスを起こし難い方法の採用、作業環境の整備など製造ラインの改

革に力を注いでいる。

以下、自動車製造ラインのうちボデー組付（溶接）工程を中心に、脱技能化へのアプローチについて述べる。

2. 脱技能化の背景

図1に示すように、製造業では人手不足への対応、生産性の向上など時代の趨勢の中で必然の結果として、一面では熟練（高技能）を必要としない作業、即ち、脱技能化への方向と、他面では、設備の維持管理・ロボットのティーチングなど高度の知識や訓練を必要とする業務、即ち高技術化への両極が要求されてきた。

そこで、時代の流れと共に進められてきたFMS化・自動化・単純作業化および環境改善などに関連した生産技術面の革新や作業改善に的を当て、その動向を紹介することが、弊社に於ける脱技能化への取り組みにつながる

図1 脱技能化・高技術化への流れ

*原稿受付 平成 年 月 日

** ダイハツ工業㈱ Daihatsu Industry Corp.

***正 員 ダイハツ工業㈱ Member, Daihatsu Industry Corp.

図2 技能検定合格者の推移 ('83年を1.0とした場合)

図3 高技能講習参加者の推移 ('87年を1.0とした場合)

る。

なお参考までに、弊社における作業者の教育、訓練の状況を図2、図3に示す。数年前から技能検定受験者数ならびにその合格者数は減少しており、逆に、産業ロボット、マイコン制御などハイテク設備の維持管理に必要な技術講習への参加者が急増している。

3. 脱技能化への取り組み

自動車製造業のうち、ボデー組付(溶接)工程において技能を要する作業(業務)には、およそ下記のようなものがある。

(1) 溶接作業

- ① アーク溶接 (CO₂, MIG, MAG, など)
- ② ろう付け (真鍮ろう付け, ハンダ付け, など)
- ③ スポット溶接 (ポータブルガンによる溶接)

(2) 溶接作業以外のライン作業

- ① 建て付け (ドア取り付け, など)
- ② 仕上げ (外観仕上げ, 手直し, など)
- ③ 品質検査 (溶接品質検査, 精度測定, など)

(3) ラインの付帯作業

- ① 電極研磨 (スポット溶接用)
- ② 設備保全 (含, ソフト)
- ③ 溶接条件設定 (含, ソフト)
- ④ ロボット等ティーチング

(注記)

(注記) これらは、技術(知識)を要する業務としての色合いが濃い

これらの作業(業務)のうち、いくつかは、自動化・単純作業化すべく生産技術面における革新・改善が進め

られてきたが、概ね以下に述べるようなアプローチ手段をとってきた。

3.1 設計面からのアプローチ

車両構想(初期検討)段階から、設計企画部門と生産技術部門が一体となって、生産性・作業性に優れたボデー構造の検討を行い、溶接構造部位についても作業者の技能を軽減する方向への改善を行っている。その事例を i), ii), iii) に示す。

なお、設計作業そのものは、CAD システム等を利用して製図の自動化や機械化図られ、脱技能化に寄与しているが、ここでは省略する。

i) 自動化しやすい構造の採用

- ・小物部品の大物一体化(図4)
- ・組付性、把持性向上のための部品形状改善(図5)
- ・スタッドボルト化(図6)

図4 小物部品一体化の例

図5 部品形状改善の例

従来の構造	スタッドによる構造
カーペット、サイレンサー等	
チューブクランプ、ハーネス等	

図6 スタッドボルト化の例

図7 A車種の車体溶接工程における作業時間比率

表1 スポット溶接の最適板組み合わせ

材質	重ね枚数	総板厚
普通鋼板	4枚以下	≦5.0mm
防錆鋼板	3枚以下	≦4.0mm

ii) 溶接工法の採用優先順位付け

基本的には次のような順位付けで溶接工法を選定している。

- ・スポット溶接>アーーク溶接>ろう付け

図7は、A車種の車体溶接工程における、各作業の時間比率を示す。スポット溶接が主流になっており、生産性向上や省力化と共に脱技能化に寄与している。

iii) 溶接しやすい構造・継手の採用

- ・スポット溶接の最適板組み合わせの標準化(表1)

3.2 設備面からのアプローチ

省人化や省力化のための自動化が、結果的には熟練を必要とせず作業への負担が少ない生産設備へと進歩させ、脱技能化に大きく貢献している。

とりわけ、ロボットの導入台数の急増には、目を見張るものがある。アーーク溶接、スポット溶接、ろう付けなどの自動化にもロボットの採用が一段と進んでいる。

図8はアーーク溶接の作業比率の推移を示す。車種変動や生産変動に対処し易いロボットが急増し、技能の必要なハンドアーークが減少して、脱技能化が進んでいる。ハンドアーーク溶接は、特別に技能を必要とする作業であるが、大部分がロボットに置き替わってきており、今後、熟練溶接作業者の育成不足の問題が懸念されている。

図9はスポット溶接の作業比率の推移を示す。従来、ポータブルスポット溶接は重筋作業の代表格であったが、大型ロボットの導入と共に、きつい作業や、やりにくい作業から解放されてきている。

図8 アーク溶接の作業比率推移

図9 スポット溶接の作業比率推移

図10 ろう付けの作業比率推移

図10はろう付けの作業比率の推移を示す。高い技能を伴い、しかも作業環境の悪い真鍮ろう付け作業がロボットに置き換えられ、作業改善が図られると共に脱技能化に結びついている。

3.3 治工具面からのアプローチ

従来、車体溶接品質は作業者の技能や注意力に大いに依存してきた。しかし、要求品質の多様化、設備や治工具の高度化・複雑化が進む中で、作業者の技能や注意力に頼り続けることは困難になってきている。そのため、作業者の負担を軽減し、作業の容易化を図り、ミスをおかし難い工夫が最近の溶接治具等に取り入れられるようになった。

溶接治具については、表2に示すように、作業姿勢の適正化、作業の効率化・簡素化などをねらいとして、治具の改良や方式の改善が進められてきた。

また、作業者のミス防止や作業の簡素化のために、ワー

表 2 溶接治具の動向

ロボット用	専用機用	ハンド作業用
<ul style="list-style-type: none"> ・完全固定式 ・溶接姿勢制御式 ・ワークハンドリング式 ・ステーション式 <ul style="list-style-type: none"> シフト (水平) 式 ターンテーブル式 電車式 	<ul style="list-style-type: none"> ・固定式 ・ターンテーブル式 ・アリゲータ式 ・シフト式 (水平、垂直) 	<ul style="list-style-type: none"> ・固定式 ・自由回転式 ・溶接姿勢制御式 ・シフト (水平) 式

表 3 ワークセット方法の改良例

項 目	改 良 事 例
セットしやすい方法・工夫	<ul style="list-style-type: none"> ・テーブルの前傾斜 ・自動クランプ機構
セットミスににくい工夫	<ul style="list-style-type: none"> ・ラフガイド (四方ガイド) ・着座検知センサー ・クランプ不良の (異常) ブザー
誤欠品防止	<ul style="list-style-type: none"> ・ワーク検知センサー ・治具とチェッカーの一体化
セットの自動化	<ul style="list-style-type: none"> ・ハンドリングセットロボット ・自動建て付け装置

表 4 信頼性確保のための装置の例

項 目	事 例
溶接電源の信頼性	<ul style="list-style-type: none"> ・インバータ方式の採用 ・低インピーダンスケーブルの採用 ・パルスMAGの採用
溶接条件の信頼性	<ul style="list-style-type: none"> ・マイコン制御の採用 ・溶接2次電流フィードバック制御の採用
保護ガスの信頼性	<ul style="list-style-type: none"> ・ノズルクリーナの取り付け

表 5 ポカヨケ装置の例

項 目	事 例
電極研磨忘れ	<ul style="list-style-type: none"> ・研磨警報装置の取り付け
冷却水忘れ	<ul style="list-style-type: none"> ・水流異常検知装置の取り付け
アーク切れ	<ul style="list-style-type: none"> ・アーク切れ検知装置の取り付け
その他のポカヨケ	<ul style="list-style-type: none"> ・誤欠品チェッカーの取り付け ・工程間インターロックの取り付け ・打点カウンターの取り付け

図 11 電極研磨方式の変遷

図 12 自動研磨装置台数の推移 ('84年を1.0とした場合)

クのセット方法については表3のような改良が行われている。

また従来、スポット溶接の電極研磨はヤスリ研磨が主体であったが、研磨の信頼性に問題があり、最近では、作業者の技能に頼る電極のヤスリ研磨作業をなくするため、チップドレッサによる電極研磨、自動研磨および交換・集中研磨方式に移行し、作業者の技能を排除しつ

つある。

図11はヤスリ研磨から自動研磨や交換方式などへの変遷状況を、また図12は自動研磨装置の増加状況を示す。

3.4 信頼性保証の面からのアプローチ

人材確保が困難な現状では、従来のように作業者の注意だけに頼っていると、意外なところで重大な不具合を起こす恐れがある。このため、作業者の不注意やポカミスの低減を図るために、信頼性確保のための装置やポカミス防止のための装置などを取り付けている。更に、決められた通りに作業が確実に実施されたか分かるように、様々な工夫が取られている。その事例を次に示す。

i) 設備の信頼性を高めて作業者の負担を軽減するための装置の設置例 (表4)

ii) 作業者に代わって注意したり、ポカミスを防止するポカヨケ装置の設置例 (表5)

表6 管理方法の工夫の例

項 目	事 例
設備の管理・点検	・故障モニター表示 ・故障診断システム ・故障情報集中処理
電極の管理	・電極使用限度見本の設置 ・電極交換告知灯の設置
溶接条件管理	・計測のデジタル化 ・集中モニター化

表7 品質検査の容易化・単純化

項 目	事 例
溶接外観検査	・品質限度見本の掲示
タガネチェック	・見本掲示と部位、方向の明示
破壊検査	・切断見本展示と判定基準の明示
自動化	・自動検査機の設置（誤欠品等）

表8 自動車ボデー組立工程の将来の課題

項 目	課 題
熟練作業の機械化、自動化	・アーク溶接、ろう付け部の仕上げ作業の自動化 ・ドア等の自動建て付け調整、外板の面品質の自動検査など
品質検査の容易化	・溶接部の信頼性の高い非破壊検査方法の開発 ・適応制御の実用化による検査の無検査化
電極の長寿命化	・耐久性のある電極開発（素材、形状など）
組立の高自動化	・ボデー精度の飛躍的向上
人材育成	・高技術者、多能者の育成
高齢者対策	・高齢者適職工程の開発、整備

iii) 製造設備や製造条件などの点検を容易化し、誰でもできる管理方法や装置の工夫（表6）

iv) 品質検査業務の判断の容易化や自動化による検査の単純化（表7）

4. 将来の課題

自動車ボデー組付工程では、さまざまな脱技能化のための工夫がおりこまれているが、現実にはまだ解決しなければならない問題や、改善しなければならない課題を数多く残している。

たとえば、薄板アーク溶接においては、穴明きや溶け落ちのないものにするには熟練作業が必要であり、ろう付け部の仕上げやドア等の建て付け調整も、自動化が困難なためやはり熟練作業に頼らねばならない。

また、最終機装組立工程においては、ボデー組付工程

での精度向上や車体構造の変更等により自動化向上が可能とされているが、現状はまだ作業者の技能に頼らねばならない。

これら熟練を要する作業を排除し、さらに脱技能化を進めるための課題の一例を表8に示す。

5. 最 後 に

自動車産業は、労働力集約方産業の典型であり、広範囲な分野から成り立っている。そのため、ここで述べたボデー組付工程以外にも作業者の技能に頼らねばならないところが多く、脱技能化のころみも思いのままに進まないところも多い。

そのような中で、今回紹介した内容がいくらかでも参考になれば幸いである。