企業内における溶接技術者, 技能者の教育訓練*

妹島五彦** 北村紀夫** 行田 豊***

Training Education and Instruction of Welding Engineer and Operators with in the Company*

by Itsuhiko Sejima**, Michio Kitamura** and Yutaka Koda***

1. 緒 言

火力, 水力, 原子力発電機器を主体とした大型重電機器, ならびに圧延機器などの重機械の製作技術の中で, 溶接技術は重要な役割りを果たしつつ, 急速に発展している。この輝かしい技術の進歩の裏方として, 技術者, 技能者の教育訓練, 技術管理の問題が, いかに重要であるかは申すまでもないことである。

これに対処して日立製作所日立工場においては溶接技術者ならびに溶接技能者の養成と教育訓練で, 国内の公私立職業訓練所のそれと異なる, 特色ある独自の教育を実施している。以下その概要を説明する¹⁻³⁾。

2. 溶接技術者および溶接技能者の養成

2.1 溶接技術者および溶接技能者の教育大系

溶接技術者および溶接技能者は企業内に設立されている。日立茨城工業専門学校材料工学科金属コース, 日立溶接学校, 日立工業専修学校溶接科, および日立技能者養成所金属加工科でそれぞれ養成されている。その大系図を図-1に, また各学校の内容やねらいを表-1に示す。

大学を卒業した溶接技術者は, 2年間の研修期間を経て, その間の成果である研修員論文のまとめ, 発表をもって中堅技術者としてその一步を踏み出す。大学卒技術者に続く者として, 工業高校卒業者は入社後2年間の基礎教育と実務経験を積み, その中一部の者は選抜試験を経て日立茨城工業専門学校に学び, 1.3年間の過程でさらに技術者としての実力を身につけ著しい進歩を見せる。このうち成績優秀者は国立大学の研究生として引き続き1年間の教育の道が開かれている。

いっぽう一般の工業高校卒業者は技術員として入社後

2年間の基礎教育を受け, その後も社内外の各種教育や講習会, 研究発表会などに出席して, 自己の実力向上に努める。

溶接技能者の教育機関は, 日立溶接学校, 日立工業専修学校の溶接科および日立技能者養成所金属加工科の3つであるが, 日立溶接学校は高校卒業生を対象として1年間の養成を行ない, 他の2つは中学卒業生を対象として3年間の養成を行なう。近年中学卒業者の高校進学率が高くなり, 将来ますますこの傾向は著しくなると考えられる。したがって中学卒業者を企業内の教育機関で養成する場合, 企業が望むポリシーを明確に打出し教育に関し企業の特徴を持たせる必要があろう。過去の成果として高校卒と中学卒とどちらが企業に有利であるか一義的な簡単な結論はつけがたいが, 両者とも一応の成果があがっていることは事実である。教育の特徴としてたとえば, 日立工業専修学校では, 技能基礎(技能要素)をしっかりと身につけて, 将来技能者の指導層(組長)として伸びてゆける素地を養い, 一方では応用のきく多能工

図-1 溶接技術者, 技能者の教育大系と年令区分

* 原稿受付 昭和43年8月18日

** 正 員 日立製作所日立工場 Member, Hitachi works
Hitachi Ltd.

*** 日立製作所日立工場 Hitachi works Hitachi Ltd.

となる教育がなされる。溶接技術でいえば、今後考えられる各種高級材料や自動、半自動溶接の進展に対処する潜在能力を涵養することであり、日立技能養成所は、在学中に多大な現場実習を課し現場配属後ただちに生産の実戦力に寄与するしくみになっている。すなわち技能者養成所金属加工科はその名の示すとおり、卒業生は原図、組立、下拵部門（切断プレスシャーなど）に配属される者が多く、溶接はあくまで一部の者でしかない。したがって卒業後に取得する資格は、専修学校溶接科の社内溶接格付1級、アセチレン溶接士、ボイラー普通溶接士（JIS検定の場合は基本級と現場作業の実体に合せて専門級を合せ取得する）に対し技能者養成所は

社内溶接格付3級のみである。日立溶接学校と専修学校溶接科は、溶接教育の学習内容については、量的にも質的にもほとんどかわらない。表-2、3に手動アーク溶接員社内格付検定とJIS溶接技術検定の抜萃を示す。

以下主として日立社内の技能者の教育訓練に関して詳述する。

2.2 溶接技能者の教育カリキュラム

溶接技能者教育にあたっては、本人の意欲はもとより養成機関の緻密な教育計画、適切にして内容のある教材さらに経験豊かな優秀な溶接技能者が指導にあたる必要がある。また最近の傾向として全国的に溶接工の絶対数の不足（労働省発表では約4万人）や工場における生産

表-1 各学校の教育内容、目的の一覧

学 校 名	日立茨城工業専門学校	日 立 溶 接 学 校	日立工業専修学校	日立技能者養成所
科 名	材料工学科金属コース		溶 接 科	金 属 加 工 科
入学資格および選 抜 方 法	工業高校卒業男子で入社後2年間の基礎教育を受けた者の中より選抜試験で決定	高校卒業男子 一般公募 全国採用	中学卒業男子 一般公募 全国採用	中学卒業男子 一般公募 茨城県内出身者が多い
教 育 期 間	1年3ヶ月	1 年	3 年	3 年
募 集 人 員	材料工学科 45名 (内溶接 約10名)	25~60名 (年度により異なる)	約20名	約20名
目 的	短期大学程度以上の専門知識と技術を修得し企業の特性に合った専門技術者として大学卒業のエンジニアと共に技術革新に対処して働ける実力の基礎をつける。 優秀な成績の者にはさらに1年国立大学の研究室へ研究生として留学できる道が開かれている。	卒業後直ちに溶接技能者として生産に従事できる技能を修得する。更に溶接技術の進歩に即応できる応用のきく素地を与える。	同 左	金属加工科の名称の通り広く金属加工を修得することを目的として溶接はあくまでもその一部でしかない。 日立溶接学校および日立工業専修学校に比べ在学中より現場実習を多く行なうことにより直ちに実戦力として活動できる技能を修得する。
在学中に取得する溶接技能に関する資格		JIS 基本級 + (A-2F A-2V 労働省アセチレン溶接士	社内格付3級→1級 労働省アセチレン溶接士 労働者ボイラ溶接士(普通)	社内格付3級

表-2 手動アーク溶接員社内格付検定の一例

級	格 付 に よ る 業 務 の 範 囲	試 験	
		実 技	学 科
特級	最上級の溶接技術を有し、単独であらゆる溶接を施行し、取廻め作業に携わることができる。	管 溶 接	業務遂行に必要な知識について行ない細部はその都度定める。
1 級	上級溶接員として高級圧力管溶接、耐真空溶接を除き、全溶接を施行し、取廻め作業に携わることができる。	下, 立, 横 上向 溶 接	
2 級	中級程度の溶接技術を有し、高級圧力耐真空溶接、管及び上向溶接を除き、溶接施行ができる。	立, 横向溶接	
3 級	下向溶接の単純作業のみにつき施行ができるただし特殊事情で立横向溶接を行なう場合は課長の指定する指導者の立会いを必要とする	下 向 溶 接	
4 級	特別に課長の指定する指導者がついて行なう他原則として仮付作業を行なう。	経験6ヵ月以上で3級の基準に達しない者	
級外	製品と名付けるものの溶接は一切できない。	経験6ヵ月未満の者	※

表-3 溶接技術検定試験の方法 (JIS Z 3801-1964)

試験の種類			試験材の作成方法		試験の名称	試験片 試験の種類	記号
溶接姿勢	溶接作業 の区分		継手の種類	溶接方法の 区分(1)			
下 向	薄板	板 の 突 合 せ 溶 接	板厚 3.2 mm	N	薄板下向試験	表曲げ試験 裏曲げ試験	N-1F
	G			G-1F			
	中板		板厚 9 mm	A	中板下向試験	表曲げ試験 裏曲げ試験	A-2F
				N			N-2F
				G			G-2F
厚板	板厚 25 mm 以上		A	厚板下向試験	側曲げ試験(2) 裏曲げ試験	A-3F	
N			N-3F				
立 向	薄板		板厚 3.2 mm	N	薄板立向試験	表曲げ試験 裏曲げ試験	N-1V
	G	G-1V					
	中板	板厚 9 mm	A	中板立向試験	表曲げ試験 裏曲げ試験	A-2V	
			N			N-2V	
			G			G-2V	
厚板	板厚 25 mm 以上	A	厚板立向試験	側曲げ試験(2) 裏曲げ試験	A-3V		
N		N-3V					
横 向	厚板	板厚 25 mm 以上	A	厚板横向試験	側曲げ試験(2) 裏曲げ試験	A-3H	
N	N-3H						
上 向	中板	板厚 9 mm	R	中板上向試験	表曲げ試験 裏曲げ試験	A-2O	
			N			N-2O	
			G			G-2O	
固 定 管	薄肉管	管の突合せ溶接	肉厚 4.0~5.3 mm 外径 100~120 mm	N	薄肉固定管試験	裏曲げ試験	N-1P
	G			G-1P			
	中肉管		肉厚 9~11 mm 外径 150~170 mm	A	中肉固定管試験	表曲げ試験 裏曲げ試験	A-2P
				N			N-2P
				G			G-2P
	厚肉管		肉厚 20 mm 以上 外径 200~300 mm	A	厚肉固定管試験	側曲げ試験(2) 裏曲げ試験	A-3P
				N			N-3P

注1 (1) A: アーク溶接(裏あて金を用いる) N: アーク溶接(裏あて金を用いない)
G: ガス溶接(裏あて金を用いない) (2) 場合により省略してもよい。

表-4 溶接学校授業時間内訳 (Hr)

学 科	教 養 科 目	120
	専 門 科 目	472
実 習	基 本 実 習	880
	現 場 応 用 実 習	576

能力からの強い要望として溶接工の養成期間を短縮し早期戦力化する必要があるが、いっぽうでは長期的視野にたち、高度な溶接技術に対処できる素養のある溶接工の養成も必要である。こうした情勢の中でもっとも効率のよい教育カリキュラムを組むことは大切な問題である。表-4は日立溶接学校の授業時間数内訳を示す。

2.3 講師および教材

溶接学校および専修学校溶接科講師のうち、まず学科教官の基準としては、大学で溶接、金属(冶金)、機械工学などを専攻した者、および工業高校卒で入社後、溶接に関連した研究、現場作業に従事し、じゅう分な実務経験のある者としている。いっぽう実技教官は、工場における優秀な溶接工出身者であって、溶接全般の知識を理解し、常に養成工の身の回りを情熱をもって指導できる人を選び一教官あたりの生徒数も最大10人以下としている(専任制度)。

テキストは企業内の溶接関係のエキスパートと実際の教育にたずさわっている教官との共同作成によるもので、市販の溶接教科書内容にさらに一步を進め企業が生産する製品を考慮に入れた内容であり、図表、写真を豊富に取り入れ、理解しやすいように編集してある。

2.4 教育方法

溶接技能者教育のセンターは溶接学校である。ここでは日立溶接学校生徒、日立専修学校溶接科の2、3年生および日立技能者養成所金属加工科の3年生がそれぞれ溶接に関する講義および実技の訓練を受ける。溶接学校の設備は、生徒数に見合った数の交流アーク溶接機はもちろん、各種半自動および自動溶接機をはじめガス切断から熱処理にいたる通常の製造工程に必要な各種試験機を備えており、いっぽう溶接試験片を研磨して検鏡できるような実験設備も有する。さらに常に溶接に対する関心と興味を抱かせるため、多くの工場側から寄贈されたサンプルや教育備品を集めた陳列室を有している。これらは新しく溶接にとび込んだ若人に、教室で教えた知識に加えて、溶接に対する実験的な興味を持たせ意欲をわかせる環境、雰囲気形成することを目的として活用させている。

実際の教育方法について述べると学科授業には前述のテキストの他にスライド、掲図、実物のサンプルなどを使用し理解や記憶に便なようくふうしている。実技は学科に並行して行なわれこの他工場と学校とが密接に連絡をとり、工場における現場実習や、溶接構造物の見学や工場より納入された重電機器の活動状況の見学会などを教育期間内に実施している。

2.5 学校教育と現場教育の関連

学校教育の目的は、あくまで基礎能力の養成であり、かつ試験片的であることはやむをえない。学校教育を終えた溶接工が工場に配属されて、真に優秀な溶接工として製品の溶接にあたるためには、最少限数年の実際の体験とより一層の技能向上が必要である。溶接工は単に溶接棒をとくす技倆が優秀であるのみでは片手落ちであり、溶接およびそれに関連する作業、現象（たとえば変形やワレ現象など）に対して正しい判断ができなくては

図-2 溶接工の経験年数と不良の傾向

(註) 経験年数6年以下の者に不良が集中しているようにみられるが、これは高級溶接に若い人が当たっていることにもなるので一例として解してもらいたい。

ならない。現地出張作業のような場合は、特にその要求が高い。筆者の経験から压力容器その他重要な溶接構造物の溶接部の非破壊検査結果から判断して、現場配属後3～5年に急激に溶接技倆が伸びかつ6～10年で安定してくることがわかる(図-2参照)。年令的に30才を超えると手溶接工の技倆の伸びは目立たなくなるようである。ということは高級溶接に対しては手溶接の職人としての寿命は作業の性格からして40才どまりで40才以上はそう期待できなくなる。

3. 自動、半自動溶接工の訓練

溶接はその品質の重要性、能率向上の点からして今後ますます、自動化、機械化されることが明白である。そしてこの傾向に対処するために自動、半自動溶接工の教育訓練が、これら上記条件を満たす必要がある。

自動、半自動溶接作業は機器の取扱い、操作、保守など手溶接にくらべて一般に高度の知識と技倆が要求され単に器用さのみでは溶接機器を使いこなすことはできないので当然溶接工の教育概念も変わってくる。じゅうらいから自動、半自動溶接工の選定にあたっては

- (1) 手先が器用である
- (2) 気転がきく
- (3) 研究心が旺盛である
- (4) 知能が優れている
- (5) 注意深い
- (6) 動作速度が早い
- (7) 根気強い
- (8) 責任感が強い

などについて作業内容に対応させ(たとえば、溶接開始のさい、電流、電圧速度などの調整を正確に操作するためには上記項目のいくつかを満足する溶接工が適任であろうと主観的評価を加え)管理者の判断によって選定し仕事に従事させる場合がほとんどであり、科学的に適否を把握している場合は少ない。それゆえ今後は手溶接の教育を終了した者から適性検査を実施してきめることが望ましい。自動溶接工の教育では当初から自動溶接についての専門訓練を実施する方法も考えられるが、筆者の経験からは手溶接の経験を経てからのほうがよい。

3.1 養成段階と期間

養成段階とその期間を図-3に示す。

図-3 自動、半自動溶接工の養成段階とその期間

3.2 養成内容

第1段階; 手溶接を3~6ヶ月コースで基本訓練する。このさい管理者は各養成員に対し, 自動, 半自動工としての適応性も観察しておき, 第2段階の選定資料とする。第3段階で教育過程を設け, それぞれの内容について教育訓練する。(1) 学科, (2) 実技, (3) 実験

3.3 養成基準

- (1) 教育資料; 学科実技の教育にはテキストを使用する。
(2) 教育カリキュラム; 学科, 実技, 実験を対象に

表-5に示す日程で1.5ヶ月の教育を実施する。

(3) 教育目標;

突合せ継手, T継手などの突合せ溶接, すみ肉溶接などの溶接施工法, および品質性能, 能率, 欠陥防止などについての基礎知識と基本的な技倆を習得させる。その後は, すでに熟練した自動, 半自動溶接工とともに, さらに1ヶ月の製品実習に従事した後, 技倆検定試験を受けて格付する。(最近 JIS で半自動の技倆検定が実施されることになった。)

表-5 自動溶接(サブマージアーク)の教育内容と日程

学科編 (40時間)		日 程			
科 目	内 容	1	2	3	4
溶 接 法 の 特 徴	溶接法の特徴	4Hr			
溶 接 機 の 構 成 と 性 能 (SW-3A 型)	電源, 溶接ヘッド制御装置, 自走台車などの機構と働き	4Hr			
溶 接 機 の 準 備	通電準備の順序キャップタイヤケーブルの寸法	4Hr			
溶 接 機 の 操 作	通電試験の順序, 溶接速度, 調整方法, ワイヤの取付方法, 溶接速度の調整	4Hr			
制御装置の機能と動作原理	性能, 機構動作	4Hr			
溶 接 作 業	基本作業, 溶接作業	4Hr			
溶接結果に与える因子	電流値, 電圧値, 溶接速度, ワイヤの太さと溶込み, 母材の溶込みと勾配, ビード巾, コンポジションの深さ	4Hr			
溶 接 材 料	芯線, コンポジション	4Hr			
溶 接 施 工 法	I 型突合せ, V 型突合せ, スミ肉溶接	4Hr			
溶接欠陥とその原因	ブローホール, オーバラップ, アンダーカット, 亀裂溶落ち	4Hr			
実技編 (136時間)		日 程			
科 目	内 容	1	2	3	4
溶 接 装 置 の 準 備	電源とコントロールボックスの接続母材と溶接機の接続 その他		8Hr		
溶 接 装 置 の 取 扱 い	制御装置, 台車, リール, ホッパ, 電流, 電圧, コンポジション量の調整, ワイヤの取付		8Hr		
動 作 機 構	各調整機構部分		8Hr		
平 面 ビ ード 溶 接	アーケの発生, フラックスの散布, 回収, 溶接条件, 溶接操作			33Hr	
突 合 せ 溶 接	I 型, V 型開先の突合せ溶接		33Hr		
下 向 ス ミ 肉 溶 接	脚長 8~9mm, 12~15mm, 25mm のスミ肉溶接, 積層法			33Hr	
装置の分解, 整備	ノズルチップ部の分解, 機構部分の保守, 整備				13Hr
実験編 (75時間)		日 程			
実 験 項 目		1	2		
線材およびフラックス溶融速度の測定		20Hr			
ビード巾および溶込み深さの測定			20Hr		
ルート間隔とルート寸法の影響				15Hr	
突合せ断手の機械性試験				20Hr	

4. 溶接工の性格

溶接のでき栄は、溶接工の技倆とともにその性格に影響されることが大きいといわれる。溶接はみかけは作業が割合に単純であるが、特に神経の集中が要求される作業であるため、各人の性質、気質などが溶接品質の安定性を左右することは明らかである。

4.1 適性検査方法とその結果

筆者らは溶接工の性格検査に一例としてつぎの3種の検査法を採用した。

- (1) 意志気質検査
- (2) 谷田部ギルフォード検査
- (3) クレベリン精神作用検査

意志気質検査では、運動性、進攻性、思慮性の検査を実施し気質の測定を行なうものである。図-4に検査結果を示す。溶接作業において割合不良を出す者は運動性、進攻性が劣っている。この判定からみて、不良を出す者ほど自然の動作、運動の能力が劣り、しかも妨害に対す

図-4 意志気質検査プロフィール

る意志的発動度、自信のなさを示している。

谷田部ギルフォード検査では、主として社会適応性を調査するものである。人間の性格を大別すると陰気な型（内向性）と陽気な型（外向性）の2つの型がある。もちろん一方に片よることはまれであって、二つがいろいろの段階で混っている。各個人の性格プロフィールを示すと図-5のようになる。比較的不良率の高い人も成績優秀者と同じ傾向を示しているが、図-5から両者の

適性検査結果取集表					
意志気質検査	不定型		思慮型		合計
谷田部ギルフォード性格検査	右下がり平均型	左寄り左下がり	右下がり平均型	左寄り左下がり	——
クレベリン検査	定型	15名(49%)	1名(4%)	2名(6%)	18名
	準定型	1.3%	0	1.6%	1.3%
	疑問型	5名(16%)	2名(6%)	4名(13%)	13名
	異常型	0	1.3%	0.8%	1.4%
小計	20名	1.2%	3名	1.3%	6名
合計	23名(74%)	1.22%	8名(26%)	1.96%	31名

右下がり平均型=1.21%(不定+思慮)
左寄り、左下がり型=2.11%(不定+思慮)

図-6 適性検査結果取まとめ

図-5 Y-G 性格検査のプロフィール

相異点をあげれば, 不良多発者は劣等感, 主観的, のんきさが目立って高い。また非協調的な面もあげることができる。

クレペリン検査の結果を合せて示すと図-6 となる。溶接工の養成にあたっては, その人のもつ性格が溶接結果におよぼす影響が大きいので, 性格を検査した上で教育訓練することが望ましい。いっぽう熟練工に対しても適宜性格検査を実施し, 適切な指導のもとに溶接作業に従事させることが大切である(作業変換もありうる)。

5. 現場における溶接工の欠点と追加教育

(1) 工場において溶接作業を行なうにはまず与えられた溶接構造図面の指示に従って, 溶接記号をみて作業するのが常識であるが, 溶接工は案外図面を見ずして作業する傾向が見られる。図-7 は溶接工の図面読解力アンケート結果の一例である。脚長一つにしても図示寸法どおりの溶接をすることが溶接工の義務であって, これを常識的な判断で溶接することは誤りである。図面教育は若いうちに教えこみ, 図面と製品とを対象にした実物教育が理解を早めるのに役立つ。

写真1 手溶接の実習

図-7 溶接工の図面読解力アンケート結果の一例

写真2 資料室の一部

写真3 生徒による機械試験

図-8 溶接工の基礎知識アンケート結果の一例

(2) 溶接工の知識としてはつぎのような項目がまず必要である。図-8は溶接工の基礎知識アンケート結果の一例を示す。

- (a) 材質記号, 溶接記号
- (b) 材料と予約の関係
- (c) 開先形状別標準積層法
- (d) 溶接棒と材料の組合せ
- (e) 溶接欠陥と補修溶接

これらの項目について溶接工としては平均60~70点程度常時とれるように準備しておかねばならない。要は溶接工の知識としてどういう面が不足しているかを把握して逐次追加教育をすべきである。

(3) 教育の効果をあげるには何が大切か

教育の有効性はわかっていても、目に見える効果は仲

々あがらないのが教育でもある。結局は管理者側と溶接工とが一体となって問題を解決するより他に良い方法がない。無理押ししない技倆管理体系の確立が必要である。ハードトレーニングは能力のある人にこそ有効であることを知るべきである。今後高校卒の直接工が多くなることは明らかであり、組長の能力なども現在のままでは不適確となる。溶接工の教育訓練と同時に管理者層の能力向上は非常に大切なものとなろう。

参考文献

- 1) 妹島, 小山 溶接の教え方(1)(2) 溶接技術 Vol. 12 No. 11 1964
- 2) 妹島 Training Education and Instruction of welding Engineer. I.I.W. London 大会提出論文1967, and Operator within the Company
- 3) 妹島 溶接工のトレーニングの仕方 溶接技術 第5回 夏季講座テキスト1968

企業内訓練所における溶接技能者の養成と教育*

高木 乙磨** 高橋 薫**

Education and Training of Welders in the Shop Training School

by Otomaro Takagi** and Kaoru Takahashi**

まえがき

工業生産の担手として最も重要な技術の一つに溶接技術が最近特に脚光をあびているが、製造工場をもつ企業にとって溶接技能者の確保、教育と養成は非常に大切なこととなっている。

とくに溶接技術がますます発展し、新しい材料や手法なりが採用されつつある現状において、これらの技能を伸ばしていくことは企業にとっても大切なことである。したがって各種技能訓練所を有する企業にとっては、常にその運用に意を用いていることと思う。

製造する製品の種類、または量によって企業内訓練所の目的、活用内容において多少異なっていると思うが溶接技術の基本の修得とか、新しい技術に即応できる素地を涵養することは少なくともいづれの工場においても必要なことである。

このような目的遂行に対して、その教育の方法としては、一般教育と特別教育に分類し、さらにこれらを溶接

専門職種と専門外職種にわけ、それぞれの目標、種類、程度などに応じて標準作業手順をもちうるなど技法の統一、能率よき養成要領によって、早期技術の修得を計らねばならない。

以下大企業として各種の製品を生産している一企業内訓練所における溶接技能者育成の現状の概要を紹介してご参考に供したい。

1. 教育組織

優秀な溶接工はすべて溶接の基本技術修得の上、多種多様の製品の実地体験を積むことによりはじめて成るものである。

ここで行なっている溶接工の養成は、この基本技術修得を目的として日進月歩の新技术に即応できる素地を涵養することにあり、工場全般にわたるものでも、溶接技能者はこれを一箇所に集め、適正な技術の指導と訓練に重点を置いている。

教育訓練の組織の一例としてわれわれのところでは、表-1に示すとおり造船工作部溶接指導係として構成され、指導専従者としては、技師3名、指導員5名、補助3名がこれにあたっており、その業務

*原稿受付 昭和43年6月12日

**正員 三菱重工(株)神戸造船所 Member,
Kobe shipyard & Engine works Mitsubishi
Heavy Industries Ltd.