資 料

工業高等学校における溶接教育の実態*

溶接学会溶接教育委員会

Actual Conditions of Welding Instruction at Technical High Schools*

by Committee of Welding Education Takashi Ogita

I. ま え が き

高等学校学習指導要領の改訂¹⁾にともなう溶接教育の見直しに必要な資料の収集を主目的として標題の調査を実施した。なお、この度の調査が溶接実習に関係する事項のみに限定しているのは、次のような考えによるものである。

初等中等教育は、文部省告示の学習指導要領に準拠して行われており、このわくの中でそれぞれの学科に適した教育課程が組まれている。工業科の教育課程では、どの学科でも実習を柱にして組み立てられている。このような実習中心の考えは、「体験学習こそ、工業教育の最大の特徴」との判断によるものであろう。したがって、各学科の専門科目は、実習の学習に必要な基礎をかためるための科目と考えてさしつかえない。溶接教育においても、溶接実習がかなめとなり、この実習に必要な基礎的事項が関連科目で補われている。たとえば機械科では、次のような関連科目が溶接実習の学習を補っている。

(1) 機械工作 工作法全般から管理まで広い範囲に及んでいる。履修単位数は4～6単位²⁾程度がふつうである。この科目の中で溶接に直接関係する内容は、各種溶接法の紹介から欠陥の検査法までである。溶接関係の相当時間数は、だいたい10～15時間程度である。

(2) 機械材料 おもに金属材料を取扱う。溶接にはもっとも関係の深い科目で2単位の履修がふつうである。材料に関係する学習を上記の機械工作の科目の中に含めて指導する方法もとられている。

(3) 機械設計 機械に働く力から簡単な機械部品の設計まで広範囲にわたっているが材料の強さが中心になっ

ている。内容は、高等学校生徒に理解できる程度の内容をゆっくり時間をかけて消化させている。履修単位数は4～6単位がふつうであり、溶接関係では継手の選び方や簡単な継手の応力計算ができる程度まで履修する。

(4) 機械製図 製図の基礎から簡単な機械の設計製図(手巻きウインチなど)ができるまでとなっている。履修単位8～9単位がふつうである。溶接関係では継手の種類、溶接記号の解説、簡単な溶接構造物(圧力容器)の製図など8～12時間程度が配当されている。

(5) その他の科目 溶接に関連する科目として、電気的基础を学ぶ「電気一般」がある。また、「計測制御」の科目では、数値制御についても履修する。両科目とも2単位がふつうである。このほか、水力機械や熱関係の機械を取扱う「原動機」3～5単位も履修する。

工業高等学校における溶接教育は、このような関連科目と溶接実習との組合せで進められており、溶接実習は溶接教育の集大成の場ともいえるほどである。

II. 実態調査の方法とその内容

1. 調査の方法 関係学校約600校中より100校を次の条件でぬきとり、100校188学科より、85校138学科の回答を得た。回収率は表1ようになる。

イ. 溶接関係学科としては、全日制では機械、金属工業、自動車、造船、溶接の5学科とし、定時制では、表2のような実態を考慮して機械科に限定した。

ロ. 地域の特徴を反映させるために各地域当り2校(大都市を含む地域3校)とした。

調査実施日 昭和54年6月上旬～同年7月5日

2. 調査の内容 溶接実習の見直しをめざして、次の諸項目について調べた。とくにこの調査では、現状の問題点を明らかにして、どこをどのように改めるとよいのか、の手がかりをつかむため、実習の設備と授業の内容、実習用の学習書や教材の整備状況、関係教員の構成

1) 昭和57年度より学年進行で実施される

2) 1単位の授業時数は、50分授業35単位時間を標準としている

*原稿受付 昭和55年8月11日

表1 調査対象学科数と回収率

学校	機械	金属	自動車	造船	溶接	機(定)	計
調査対象	100	99	32	17	11	2	27
回収数	85	78	19	11	9	1	20
回収率	—	78.9	59.4	64.7	81.8	50.0	74.0

表2 溶接関係学科の構成

学科(関係学科を含む)	全 日 制			定 時 制			生徒数 (全+定)
	総数	公立	私立	総数	公立	私立	
機 械	532(2)	436(2)	106	198(1)	102(1)	96	175,518
自 動 車	94	30	64	11	11	0	19,816
造 船	15	12	3	1	1	0	2,059
金 属	34	34	0	4	4	0	4,905

注()内は溶接科を示す。 昭和51年度学校基本調査(文部省)より

と教員の研修に対する要望調査が中心になっている。

イ. 溶接実習施設と設備の実態

ロ. 溶接実習の履修内容

ハ. 教材の整備と活用状況

ニ. 溶接実習担当教員の構成

ホ. 研修(講習会等)に対する要望

ヘ. 在学中のライセンスの取得状況

III. 調査のまとめ

1. 溶接実習施設と設備

(1) 溶接実習室 実習室の床面積は平均して 130 m² (約40坪)程度である。機械科は、100~165 m² のものが多く、金属工業や自動車科はこれよりもひとまわり少ない 70~165 m² となっている。造船科は 165~200 m² がふつうである。この調査では、機械科の標本数が多いため平均値が 130 m² となっている。この値は最近まで適用されていた機械科における溶接実習室の施設の基準 160 m² の80%に相当するものであり、各地域ではだいたいこの線にそって施設が整備されたものと考えられる。しかし、現在の基準は従来よりも相当ふやされているので、必要により増設は可能となっている。

(2) 溶接実習設備

1) 被覆アーク溶接機 この種の溶接機はさすがに普及しており充足率 100%である。各科当りの設置数は、学科の種類や学級編成の規模によって異なるが、分布表からまとめると次のようになる。溶接科は1校だけの調査であるが20台設置している。

機 械 科 2~5 台 (平均 4.0 台)

金属工業科 3~4 台 (平均 3.5 台)

自 動 車 科 2~4 台 (平均 2.9 台)

造 船 科 3~5 台 (平均 4.6 台)

機種の違いは、交流が大部分で全体の96%を占めてい

る。容量別で分けると 250 アンペア 38.1%, 300 アンペア 32.1%, 200 アンペア 18.3% となっている。

2) ティグ溶接機 最近かなり普及していると聞いていたが意外に少なかった。充足率は次のようになり、自動車科はあまり充足されていないようである。

機械科 61.0% 金属工業科 71.4%

造船科 87.5% 溶接 100%

電源には交流、直流単独のものよりも交直両用のものが最も多く全体の44.4%を占めている。容量は交直両用及び直流電源では 200 アンペアが最も多く約40%を占めているが、交流では250アンペアがやや多くなっている。

3) 炭酸ガスアーク溶接機 この種の溶接機の充足率はかなり低い。これは最近までの設備基準に含まれていなかったためと考えられる。新基準では、どのような溶接機でも購入できるように改められているので、おいおい充足されることであろう。現在の充足率は次のようになる。電源は交流直流ほぼ半々であり両者とも 300 アンペアのものが最も多い。

機械科 35.1% 金属工業科 35.7%

自動車科 28.6% 造船 50% 溶接 100%

4) その他のアーク溶接機 サブマージアーク溶接機、プラズマ溶接機などは溶接科以外はほとんど設置していない。中でも比較的普及しているのがエンジンウェルダで充足率約17%に達している。

5) 抵抗溶接機 スポット溶接機が普及している。充足率は、全体で約80%に達している。

6) ガス溶接及び切断装置 どの学校でも設置している。同時にガス溶接や切断のできる作業台数(トーチ数)の平均値は次のようになる。自動ガス切断機もかなり普及しているが、それでも全体で60%程度である。

機械科 3.8台 金属工業科 2.8台 自動車科

3.6台 造船科 2.9台 溶接 4.0台

7) 検査装置 引張試験、かたさ試験などの装置は、どの学校でも整備されているので、この度の調査では、非破壊検査装置に限定した。調査結果は全体で次のようになる。

工業X線装置 38.3% 超音波探傷機 28%

磁気探傷機 14%

2. 溶接実習の履修状況

(1) 溶接実習を履修する学年 溶接実習の履修方式には、1 個学年に集中して行う場合と 2 個学年以上にわたり継続履修する場合とがある。現状を度数分布表にしてまとめると表3のようになる。機械科や自動車科では比較的低学年が多いが、金属工業科や造船科は高学年が多くなっている。昭和57年度からは、第1学年に実習中心の「工業基礎」とよばれる科目が導入されることになっ

表3 溶接実習の履修学年

学 科	学 年										学 校 数
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	
機 械	13	12	2	13	19	14	15				78
金 属	1	7	3		2	6					19
自動車	1	1	1	3	4	1					11
造船	5	3	1								9
溶 接	1										1
機(定)											1
								1	1	1	3
								3	3	3	3
								2	3	3	2
											20

表4 溶接実習の履修時間数

学 科	時 数	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	≧ 76	回 答 不 良	学 校 数
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
		15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75			
機 械 金 属 自 動 車 造 船 溶 接 機 (定)	3	5	13	8	12	7	4	5	5	2	2	1	2	2	2	7	78
	1	1	4	2	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	1	2	19
	1	2	1		3					1					3		11
									2			1	2	1		2	9
															※ 1		1
	1	2		4	1	1	1	3			1				3	3	20

※805h

ているので、各学科の溶接実習は、2,3年で履修する場合が多くなると考えられる。機械科や自動車科では、おそらく第2学年に集中することになるだろう。

2) 溶接実習の履修時間 溶接実習に配当されている時間は、地域差がひどくまとめるににくい。表4の度数分布表からみると機械科では20~40時間が多くなっている。金属工業科や自動車科もよく似ているが造船科はかなりの時間を溶接実習に充当しているようである。学科別の平均履修時間と実習総単位数の関係を示すと図1のようになる。この図から造船科が溶接科を除いて最も多くの時間をさいていることがわかる。最も少ないのは機械科で機械実習の平均履修総単位数14単位(履修時間490時間)に対し、36.7時間しか配当されていないことになる。これは機械科の実習内容が次のように広範囲に及んでいるからである。

鋳造実習、塑性加工実習、溶接実習、仕上組立実習、機械加工実習、試験計測実習、原動機(熱機関、流体機械)実習、電気実習

3) 溶接実習の内容 学科の特性を反映するのでかなりの差はあるが、実習課題に対する配当時間数を百分率でまとめると図2のようになる。依然として被覆アーク溶接やガス溶接の比重が大きい。なおこれらの実習は、1学級(定員40名)を数個班にわけて巡回する方式をとっている。4個班(10名単位)編成が基準になっているが、5個班編成の学校もかなり見られる。調査では、4個班編成によるもの44.3%、5個班編成41.2%となっている。3個班編成も少しみられた。

学 科	溶接実習履修時間	実習総単位数
機 械	36.7 h	14単位(490h)
金 属	39.2 h	14.1単位
自動車	41.6 h	15.0単位
造船	63.7 h	10.8単位
溶 接	805h	
機(定)	42.1 h	13.4単位
		23単位(805h)

1単位は35単位時間を意味する。

図1 各学科の実習総単位数と溶接実習履修時間数の平均

図2 溶接実習の内容(課題別の実習時間配当率%)

3. 教材の整備とその活用

溶接実習関係では、視聴覚教材はあまり活用されていないようである。表5のように掛図がよく使われているが、それでもわずか9%程度である。実習用テキストには、市販品と地域や学校で編集したものが使われている。この種のものには文部省検定済の教科書がないので、すべて副読本として取扱われている。実習用テキストの使用状況をまとめると表5のようになる。機械科では、市販品を72%も使用している。この中には地域や学校編集のものと併用する学校も含まれている。

4. 溶接実習担当教員の構成と教員の研修

溶接の授業を直接担当する教員数は、1学科当り2~3名となっている。学科別の平均値は、機械科(全日制)2.6人、機械科(定時制)1.8人、金属工業科2.1人、自動車科1.8人、造船科2.4人となっている。機械科の場合は、1個学年1学級の小規模学校から数学級に及ぶ学

表5 教材と教具の整備状況

教 具 の 活 用 状 況				実習用テキストの使用状況							
活用		よく使用	ときおり 使 用	学 校 数	細 科	市 販	学校編	地区編	使 用 す	無回答	学校数
教具											
掛 図	12	39	132	機 械	56	19	9	1	3	78	
映 画	3	67	"	金 属	5	6	5	1	2	19	
スライド	4	26	"	自 動 車	4	7		2		11	
○ H P	4	28	"	造 船	2	2	4	1	1	9	
V T R	1※		"	溶 接			1			1	
※毎日ライブラリー「溶接」				機 (定)	11	7		1	1	20	

表6 講習会の参加状況

講習会の名称	参加経験者		無回答	学校数
	あり	なし		
工高教員のための溶接工学講座	66	63	9	133
アーク溶接実技実技講習会	70	59	9	138

表7 講習会の形式

講習会の形式	実技中心	講義中心	実技・講義 半々	無回答	学校数
要望数(1つ選択)	29	5	95	9	138

表8 講習会の内容(実技関係)

実技の種目	被覆アーク溶接	イートガス溶接	炭酸ガス溶接	プラスチック溶接	ガス溶接	その他	無回答	学校数
要望数(2つ)	90	81	55	5	10	2	9	138

表9 講習会の内容(講義関係)

講義の内容	溶接冶金と材料	溶接現象と機器	溶接力学と設計	溶接施工と管理	試験と検査	無回答	学校数
要望数(3つ)	90	74	51	60	85	13	138

表10 講習会の期間

期 間	1～2日	3～4日	5～6日	無回答	学校数
要望数	11	84	34	9	138

表11 講習会参加費の負担状況

負担状況	正規の旅費	実費学校負担	一部自己負担	全額自己負担	無回答	学校数
該当数	40	40	36	7	15	138

校もある。学級別でみると1学級の場合2.2人, 2学級2.3人, 3学級3人, 4学級以上3.3人となっている。教員構成は, 教諭1～2人に対し, 実習助手1人が多いようである。

なお, これら関係教員の研修についての調査では, ほとんどが講習会への参加や関係機関への出向による研修によって行われている。調査の回答136学科の中で講習会等への参加が76%にも達している。

表12 在学中のライセンスの取得状況

学科・区分 (学校数)	検定名	溶接技術検定									
		製造業(校長協会)	計算尺検定(同左)	計算尺検定(同左)	ガス溶接技能講習	ボイラ技能講習	危険物取扱主任者(丙)	火薬取扱主任者	ボイラ技士	電気工事士	自動車整備士(3級)
機械(72)		41	28	38	40	31	9	2	2	15	4
金属(16)		1	6	4	10	8	3			1	1
自動車(11)		6	3	4	9	3	2			3	1
造船(8)		1		5	3					1	1
溶接(1)		1	1	1	1						
機(定)(14)		4	3	3	11	5	1			6	2

5. 講習会等の参加状況と講習会に対する要望

(1) 講習会の参加状況 工業高等学校教員を対象にした溶接関係の講習会には, 現在のところ全国工業高等学校長協会主催の「アーク溶接実技講習会」と溶接学会溶接教育委員会主催の「工業高校教員を対象にした溶接工学夏期講座」の2つである。どちらも20年に近い歴史をもち, 開講以来多くの教員が参加されている。参加状況をまとめると表6のようになる。

(2) 講習会に対する要望 溶接関係の講習会に対する要望事項をアンケート形式で調査した。その結果は表7～表10のようになる。なお, 参考までに講習会参加のための経費の負担状況の調査結果を表11に示しておく。

6. 在学中のライセンスの取得状況

最近, 高等学校在学中でのライセンスの取得が注目されている。とくに職業高校では学習面だけでなく, 生活指導の観点からも積極的に取り組む学校がふえている。受検可能な科目は, 実地経験の制約等で限定されるが, 調査では表12のように広範囲に及んでいる。

IV. む す び

この度の調査は, 冒頭に述べたように高等学校学習指導要領の改訂にともなう工業高等学校における溶接教育の再検討に必要な資料の収集を主目的にして実施した。毎年開催されている溶接学会主催の「工業高校教員を対

象にした溶接工学夏期講座」の席でも、数年前から溶接教育のあり方、とくに溶接実習の再検討の気運がめばえていた。この気運は、新制高校発足以来約30年、わきめもふらずひたすら走り続けてきた反省と70年代にみられた目まぐるしい技術革新時代の中での基礎的、基本的学習の見直しの必要性を反映したものと思われる。

昭和57年度から改められる学習指導要領の基本方針はい、人間性豊かな生徒を育てること。

ロ、ゆとりある、しかも充実した学校生活が送れるようにすること。

ハ、国民として必要な基礎的、基本的な内容を重視するとともに、生徒の個性や能力に応じた教育が行われるようにすること。

をねらいにしている。とくに工業教育では、基礎教育の重視と絶えず新しい変化に対応できる知識と技術を吸収することができる素地を培うことを重点に置くべきであると指摘している。なかでも、工業教育のかなめとなる実習については、今まで以上にその重要性を強調しながら実技と知識の融合一体化をめざした授業の導入の必要

性を力説している。たとえば、実習の指導方法についても発想の転換を求めている表現が随所にみられる。指導要領解説工業編では、実習の内容について次のように指摘している。

「旧指導要領では、実習の内容を一つ一つの作業の実習ととられ、技能訓練に近い実習と解されて指導されてきたうらみがある。……」

溶接実習の場合も、このような傾向は否定できない。設備基準の関係で実習課題の選択に制約があったことも理解できるが、多くの面でくふうが欠けていたことも見逃すことができない。また、実習用の学習書や指導書のねらいや内容についての研究が不足していたのではないだろうか。副読本という軽い気持が以外に影響を与えているのかもしれない。

今後、ゆとりのある教育課程の中で、基礎的、基本的な知識と技術を習得させる教育をめざして、本格的な研究が進められる事になるだろうが、この資料が溶接教育の改善のお役に立てば幸いである。

(三重県立津工業高等学校 荻田 傑)

溶 接 に 関 す る 国 際 行 事 案 内

1. International Conference on Welding Research in the 1980's
Osaka (Japan) 27-29 Oct., 1980
Welding Research Institute of Osaka University
2. International Conference on Pipeline & Energy Plant Piping"-Fabrication in the 80's
Calgary (Canada) 10-13 Nov., 1980
Welding Institute of Canada
3. Design of Welded Joints in General Engineering (a five-day course)-School of Welding Technology
Abington (UK) 10-14 Nov., 1980
The Welding Institute
4. International Conference on Developments in mechanised automated and robotic welding
London (UK) 17-20 Nov., 1980
THE WELDING INSTITUTE
5. International Conference on Mechanised automatated and robotic welding
London (UK) 18-20 Nov., 1980
The Welding Institute
6. 5th International Conference on Fracture (ICF 5)
Cannes (France) 29 March-3 April, 1981
la Societe Francaise de Metallurgie (SFM)
7. 1st Symposium "Cracks in Steel Welded Joints"
The High Tatras (Czechoslovakia) 6-10 April, 1981
Welding Research Institute in Bratislava

(60頁へつづく)