

熔接技術

現 況

熔接技術 教育의 國內外 現況

黃 善 孝

韓國機械研究院

1. 서 언

대한용접학회가 설립된지 10년이 된 시점에서 용접기술분야의 교육에 관한 국내의 현황을 살펴보고 앞으로 나아갈 방향을 생각해 보는 것은 의미 있는 일이다.

교육과 훈련은 가장 효과적이고 가장 저렴한 품질 보증 수단이라 할 수 있다. 필요할 때 교육된 용접기술 인력을 고용하여 필요없을 때 해고하는 것 보다는 고용한 후 훈련을 시키고 계속 유지하는 것이 중요하다. 특히 우리나라와 같이 기존 용접기술 인력이 부족하고, 단지 우수한 인력으로서만 국제경쟁력에 이길 수 있는 나라에서는 교육과 훈련에 의한 높은 수준의 기술인력을 충분히 확보하는 것이 요망된다.

그러나 우리나라 용접기술분야의 교육은 체제가 미비하고, 그 질과 양에서도 부족한 상태에 있다. 동 보고에서는 몇몇 선진공업국과 국내의 용접기술 교육사정을 기술하고, 국내 용접기술 교육의 몇가지 문제점과 개선책을 생각해 보고자한다.

2. 국외 용접기술 교육

용접기술 교육은 크게 용접기능사교육, 용접기술자교육, 대학교육, 단기교육 등으로 분류하고 있다. 용접기능사 교육과 검증은 대체로 규격(국가 및 단체)화 되어 있고 자격증이 교부되며 교육은 국가 및 사설단체에서 시행한다. 용접기술자 교육역시 일반적으로 규격화되어 자격증이 교부되며, 유럽 등지에서는 교육이 규격에 따라 의무적으로 시행되고 있다. 대학교육은 전문 용접공학에서 전문적으로 혹은 금속

/기계 등의 학과에서 부분적으로 이루어지고 있다. 용접기술 관련 단기 교육과정들은 협회, 학회, 연구기관, 대학 등에서 이루어지고 있다.

2.1. 유럽의 용접기술 교육

EC내에서는 용접기술분야 특히 교육 및 훈련 관련 규격이 통합 실시되고 있다. 용접기능사와 용접기술자 자격규정에 따른 교육과 시험에 의해 자격증이 교부되고 있다.

용접기술자로는 European Welding Engineer와 European Welding Technologist가 있고, 용접기능사로는 European Welding Specialist, European Welding Practitioner, European Welder가 있다.(표1 참조)

EC 각회원국에서는 유럽용접연합(European Welding Federation)의 용접기술자 규정에 상응하는 규정을 만들어 사용하고 있다(독일의 예; EWF-DVS guideline 1173/1177). 그리고 각종 용접관련 법규 및 기타 단체 규정에 적용하여 시행함으로써 용접관련 제품의 생산성 및 품질향상에 기여하고 있다.

현재 EC에서 활동하고 있는 용접기술자는 약 18,500명이고, 용접기능자는 약 864,000명이다(표 2). 독일에서는 독일용접협회 산하 8개 용접연구소에서 600명의 용접기술자가 배출되고 있다.

표 1. 유럽에서의 용접기술자와 용접기능사 구분

	Main Education	Additional Education	Job Function
Engineering Degree	European Welding Engineer (최소 : 446시간)		Welding Coordinator Level 1
Engineering Qualification	European Welding Technologist (최소 : 271시간)		Welding Coordinator Level 2
Craft Qualification	European Welding Specialist (최소 : 120시간)	Welding Inspection	Welding Coordinator Level 3 Welding Inspector
	↑		
	European Welding Practitioner (기업경력)	Welding Supervision	Welding Supervisor
	↑ European Welder		

표 2. EC 각국의 용접기술자 및 기능자 수

국 명	용접기술자(명)	용접기능사(명)
독 일 (서 독)	5,000	285,000
이 태 리	3,700	140,000
불 란 서	2,450	110,000
영 국	2,410	110,000
기 타	3,930	219,000
계	18,500	864,000

대학에서는 금속, 기계 등의 학과에서 일부 교수들이 용접관련 교육을 실시하고 있는 경우가 대부분이고, 독일의 Aachen, Braunschweig 같은 대학에서는 용접공학 전문학과를 설치하여 운영하고 있다. 이들 대학에서 배출되는 학사, 석사, 박사의 수는 많지 않으며 이들이 기업에서 용접관련 업무를 취급하는 경우에는 용접기술자 교육 및 자격을 받아야 한다. 단기 교육은 독일의 DVS, 영국의 TWI 등 용접관련 단체, 대학, 기업 등에서 많이 수행한다.

2.2. 미국의 용접기술 교육

미국 용접협회(AWS) 규정에 의한 용접기능사 자격과 Certified Welding Inspector(CWI) 자격제도에 따른 교육 및 시험이 있으나, 용접기술자 자격제도는

없다.

수많은 대학에서 일부 교수들이 용접관련 교육을 하고 있으며, OHIO 주립대학에서는 Welding Engineering Department를 40년 전부터 설치 운영하여 매년 40~50명 정도의 졸업자를 배출하고 있다. 재료공학과, 생산공학과, 기계공학과 등에서 배출된 기술자로서 용접기술분야에 종사하는 기술자도 매년 몇백명정도 된다.

그림 1은 미국에서의 몇몇 비자격 교육과정을 포함한 전통적인 용접기술 교육 계통을 도식적으로 보여주고 있다. 교육과정들은 vocational, associate, engineering, technology, bachelor, master 그리고 doctor degree로 구성되어 있으며, 기타 교육과정으로는 기업내 훈련, AWS 같은 사회단체에서 행하는 단기 교육과정 그리고 연구기관과 대학의 공동 교육과정 등이 있다.

현재 미국에서는 산업의 고도화에 따른 용접기술 교육의 변화 예로서 자동 및 로봇용접 그리고 플라 스틱 용접등은 교육과정에 설치하는 문제가 논의되고 있다. 또한 용접기술자 양성이 유럽, 일본등 선진공업국에 비하여 매우 미흡하므로, 국제적으로 경쟁하기 위해서는 미국기업과 정부는 용접기술자를 더 많이 양성하여야 한다고 생각하고 있다.

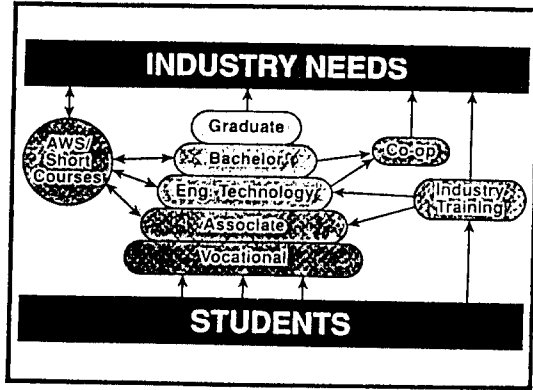


그림 1. 미국에서의 용접기술 교육계통

2.3. 소련의 용접기술 교육

소련에는 고급 용접기술자를 교육하는 41개소의 연구소가 있으며 매년 약 5,000명(주간 3,000명, 야간 2,000명)을 배출하고 있다. 졸업자들은 방위산업, 우주항공산업, 조선, 건설, 계기산업, 기계공업, 기술연구소 및 교육기관에서 일하고 있다.

2.4. 중국

중국의 공업화가 진행됨에 따라 용접기술자, 전문가, 협력자 등이 필요하게 되었다. 1950년도초에 대학 등에 용접을 주로하는 학부과정이 설치되었다. 현재 30개 이상의 대학에서 매년 900명 이상의 졸업생을 배출하고 있다.

1980년 중국정부는 대학원 제도를 도입하였으며 15개 대학에 용접공학과가 설치되어 석사학위 수여권이, 이중 청화, 천진, 하얼빈, 진린 공과대학에서는 공학박사 학위수여권이 주어졌다. 석사과정은 2~2.5년, 박사과정은 2년의기간이 필요하다.

중국에서는 노동성 제정의 용접기능사 자격인정 제도가 있으나 시험이 매우 어렵다. 기업이 독자적인 용접훈련소를 운영하고 있으나 시험과 자격증 발급은 노동성 소속기관이 실시한다.

1982년 중국 기계협회와 독일 용접협회는 사업을 시작했고, 여기에 기초하여 중국정부는 독일정부의 원조로 하얼빈에 중국최대의 용접훈련센터를 설립하였다.

2.5. 일본

용접기능사 자격규정은 일본공업규격 및 일본용접협회 규정에 규정되어 있으며, 일본용접협회 용접기술검정위원회에서 시험을 실시한다. 매년 약 9,000명 정도가 응시하고 이중 약 70%가 합격한다. 표 3은 일본에서의 년도별 용접기능사 시험 합격자수를 보여준다.

표3. 일본에서의 년도별 용접기능사 자격시험 합격자

년도	아크·가스용접 (JIS Z 3801)	반자동 용접 (JIS Z 3801)	스텐레스용접 (JIS Z 3821)	기타	계(명)
1978	48,494	10,090	3,301	2,037	63,922
1981	51,700	13,689	5,244	2,249	72,882
1983	48,566	15,146	5,949	2,031	71,692
1985	47,295	18,426	6,626	2,194	74,539
1987	38,941	16,679	6,894	1,639	64,153

용접기술자 자격규정과 용접작업지도자 자격규정은 일본용접협회 규정(WES 8103, 8107)에 규정되어 있으며 매년 약 1,300명 정도가 배출되고 있다. 표 4, 5는 일본에서의 년도별 용접기술자 1, 2급 용접작업지도자 시험자격을 보여준다.

표 4. 일본 용접기술자 1, 2급의 년도별 자격 시험합격자

	1급 기술자	2급 기술자	계(명)
1979	218	1,390	1,608
1980	342	1,402	1,744
1981	356	1,728	2,084
1982	486	2,639	3,125
1983	536	2,328	2,864
1984	260	1,296	1,556
1985	246	1,246	1,492
1986	226	1,093	1,319
1987	250	905	1,155
1988	337	926	1,263
총 계	5,789	21,217	27,959

1985년부터는 독일용접협회와 일본용접협회 규정에 따른 용접기술자 1급이 DVS 1173/1174에 따른 용접전문기술자보다 자격기준이 낮으므로, 일본용접기술자 1급 자격소지자로서 이공계 대학을 수료하고 추가강습을 받은자에 대해서 Senior Welding Engineer (SWE) 영문자격증을 발급하고 이것을 DVS의 용접

표 5. 일본 용접작업지도자의 연도별 자격시험 합격자

년 도	자격취득자수(명)
1983	132
1984	37
1985	52
1986	81
1987	29
1988	3
계	361

전문기술자 자격증(SFI)과 상호인정이 되도록 하였다. 그러나 '92년부터 시행된 유럽 규격통합에 의해 일본과 유럽간의 용접기술자격 상호인정이 필요하게 되었다.

일본에서는 오사카 대학에 용접기술 전담 학과가 있으며, 동시에 용접공학연구소가 있어 대학에서의 용접기술교육이 활발하게 이루어지고 있다. 동경대학, 나고야대학, 동북대학 등에도 상당수의 교수들이 용접분야 교육을 실시하고 있다. 일본용접협회, 일본용접학회를 위시한 사회단체, 기관 등에서 수많은 용접기술 분야의 단기교육을 실시하고 있다.

3. 국내 용접기술 교육

국내 용접기술 교육은 1970년대 중화학공업의 급격한 팽창과 함께 본격적으로 필요하게 되었고, 주로 기능교육을 치중하였다. 용접기술자 교육은 아직도 본격적인 케도에 오르지 못하여 현장서 용접작업이 기능중심의 틀을 벗어나지 못하고 있다.

3.1. 용접기능사 교육

1960년대말 용접기능사는 대부분 건설에 의해 양성되었으나 매우 우대받는 기능사에 속했다. 선급협회 규정에 의한 검정, 대형공사시에 검정이 간혹있어 용접기능사의 기량 향상에 기여하였다. 그후 노동부 산하 한국산업인력관리공단에서 규정을 만들고 검정을 실시하여 용접기능사 교육이 체계적으로 진행되었다.

국내에서의 용접기능 교육은 노동부산하의 용접공과가 설치된 22개 직업훈련소, 100개소 이상의 공업고등학교, 기계공업진흥회 등 사설단체, 기업훈련소, 기능대학(기능장) 등에서 이루어지고 있다. 국내 각 직업훈련원 용접기능 교사는 160명 정도이다.

표 6은 1978년부터 1991년까지 국내 용접기능 자격취득 현황을 보여준다. 기능장 자격취득은 68명, 기능사 1급 자격취득은 3,942명, 기능사 2급 자격취득은 113,609명, 기능사보 자격취득은 22,793명으로 총 140,412명이었다. '91년도에는 기능장 16명, 기능사 1급 459명, 기능사 2급 10,100명, 기능사보 1,463명, 총 11,938명이 배출되었다.

현재 국내에는 약 200,000만명의 용접기능사가 일하고 있는 것으로 알려져 있다. 이중 약 절반이 자격증없이 일하고 있는 것으로 보이며, 자격증을 소지하더라도 정식 교육을 받은 용접기능사는 연간 자격증이 발급된 10,000명중 2,000명을 넘지 않는 것으로 알려지고 있다. 따라서 정식교육에 의한 용접기능사는 전체의 10% 정도 수준으로 볼 수 있다.

각종 훈련소에서 시행되는 용접기능사 교육은 많은 개선점을 갖고 있다. 이것은 직업훈련소에서 교육받고 자격증을 획득한 사람이 현장에 바로 투입되지 못하고 기업훈련소에서 다시 교육을 받는다는 사실에서 알

표 6. 국내 용접기능사 배출 실적

자격구분	년 도														
	계	'78	'79	'80	'81	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91
기능장	68					5					47				16
기능사 1급	3,942										3,054				459
기능사 2급	113,609			429							76,423				10,100
기능사보	22,793			27,086							7,055				1,463
계	141,127			14,275											11,938

수 있다. 시설도 미비하지만, 용접기능 교사의 수가 부족하고, 교사의 교육 능력을 개선할 수 있는 재교육 기회가 적다는데서 원인을 찾을 수 있다.

한국기계연구원에서는 한국용접공업협동조합을 창구로 하여 미국용접협회(AWS) 규정에 따른 Certified Welding Inspector(CWI) 자격을 위한 1주간의 교육과 시험을 대해 실시하여 국내에서 CWI 자격증을 취득할 수 있도록 하였다.

최근 한국용접공업협동조합과 일본 용접협회는 일본 용접기능사 자격검정을 한국용접공업협동조합이 창구가 되어 한국기계연구원이 수행하는 방안을 검토중이다.

3.2. 용접기술자 교육

국내 용접기술자 교육은 우선 용접기사 1, 2급 용접기술사 자격을 위한 교육을 생각할 수 있으나 자격검정을 실시하는 것 외에 관련 교육은 없는 실정이다.

한국기계연구원에서는 한독기술협력사업의 일환으로 1986년부터 1990년까지 6년간 매년 1회씩 3개월 동안 독일용접협회 DVS 규정 1173/1174에 따라 이공계대학 출신 이상을 대상으로 교육과 시험을 실시하였다. 145명이 시험에 합격하여 독일용접기술자 자격증을 취득하였다. 1991년부터는 유럽 규격통합의 여파로 독일용접전문기술자 자격을 줄 수 없었다. 대신에 대한용접학회에 내용상으로 유럽의 것과 동일한 규정을 만들어 시행하였다. 유럽 용접전문기술자 자격규정은 독일의 것과 대동소이하나 최소 교육이 46시간 증가한 것이어서 오히려 강화된 것이다. 1991년도에 대한용접학회 규정에 따라 교육을 진행하였으며 27명이 자격증을 취득하였다. 국제적인 교류를 위하여 현재 대한용접학회 용접전문기술자 자격과 유럽과 일본의 자격과의 상호인정을 추진하고 있다.

1984년부터 1991년까지 용접기술사는 50명, 용접기사 1급 211명, 용접기사 2급 454명이 배출되었다. 각종 용접관련 법규에 상기 용접기술자의 역할 및 채용에 관한 규정들이 미비하여 충분히 활용되지 못하고 있다.

3.3. 대학교육 및 단기교육

대부분의 국내 종합대학 기계과 금속과, 조선과 등에서 용접공학 강좌가 개설되어 있으며 용접공학을 전공으로 하는 교수가 상당수 활동하고 있다. 한때

서울대학교 공업교육학과내 용접전공이 있어 상당수의 용접기술자를 배출했으나 학과가 없어진후 국내 종합대학내 용접기술 전문학과는 없었다.

전문대학중 수원전문대학과 천안공업전문대학내에 용접전문 학과가 최근에 설치되고 매년 대학마다 년간 각각 120명, 80명 정도가 배출되고 있다. 이들은 졸업시 용접기능사 2급 자격취득을 목표로 하고 있다.

단기 교육은 대한용접학회, 대한기계학회 등 학술단체, 교육을 전문으로 하는 회사, 공사업연구소 등을 중심으로 많이 이루어졌다.

대부분 2~3일 정도의 교육으로서 체계성이 결여되어 있는 것이 많다. 한국기계연구원에서는 독일 용접연구소 SLV-Duisburg와 공동으로 2주간 교육(50% 실습포함) 2가지를 실시하였다; 고능률 MIG/TIG/SAW 용접, zinc coated steel plate welding. 앞으로 4가지를 더 실시할 계획이다-저항용접, 비파괴검사, AI용접, 용접관련 재료시험.

4. 토 론

용접기술 분야의 교육 및 검정은 세계적으로 각양 각색이나, 긴밀한 경제교류 추세에 따라 통합의 필요성이 대두되고 있다. 구주공동체에서는 이미 통합하여 사용하고 있으며, 환태평양 지역에서도 유사한 움직임이 있다. 국제용접학회(IIW) 교육위원회에서도 국제적으로 통용되는 용접기술교육 체계를 오래전부터 논의하고 있다. 세계적으로 보아 독일과 일본의 용접교육이 가장 체계적으로 되어 있고, 특히 독일의 것이 우수하나 유럽에서는 독일의 것을 모태로 체계화되고 있으므로, 장래에는 유럽의 용접기술 교육체계가 세계적으로 많이 보급될 전망이다.

국내 용접기술 교육은 일본의 체계를 많이 모방한 것이나, 규정이 미비되어 있고 기술자격증 소지자의 적체적소로의 활용이 제도적으로 충분히 보장되어 있지 않아 본격적인 제도에 도달하지 못하고 있다. 국내 용접기술 교육체제는 또한 독일의 것도 상당부분 도입 사용하고 있다. 이와 같은 상황에서 국내 현실과 장래를 충분히 고려한 용접기능사 및 기술자 교육체계에 대한 재검토가 있어야 한다.

그리고 현재 노동부 산업인력관리공단에서 관리하고 있는 기술자격교육 및 검정은 민간으로 이양되어야 한다. 용접기술 관련 교육 및 검정 업무는 용접기술에 가장 애착이 많고 용접기술을 가장 잘 이해할 수 있는

민간단체에서 시행하는 것이 바람직하다. 현재는 용접기술관련 공업분야가 크게 팽창하여 그 필요성이 더욱 절실하다. 대상이 될 수 있는 단체로는 대한용접학회와 한국용접공업협동조합이나, 두단체를 한단체 “용접협회(가칭)”로 통합하고 기존의 기능의 용접기술교육과 검정업무를 수행하는 것이 바람직하다. “용접협회”가 자격검증권을 갖는 경우 협회 재정문제를 상당부분 해결할 수 있는 장점이 있다.

“용접협회”에서는 대학교육과 단기교육 분야에도 교육목표, 교육방향, 교육내용 등에 대한 기준을 설정하여, 국내 용접기술 교육이 체계적으로 이루어지도록 노력하여야 한다.

국내 용접기술 교육의 또하나의 구조적인 문제는 기술자격증의 법적인 활용체제가 미흡하다는 점이다. 용접기술 관련 국내법규로는 “건설법”, “고압가스 안전관리법”, “에너지 이용합리화법”, “원자력법”, “산업안전법” 등 많이 있으나, 용접기술 자격자들의 의무적으로 활용하는 규정이 충분치 않아 제품의 품질 및 생산성이 낮고, 용접기술 교육이 활성화 되지 못하고 있다.

국내 용접기술 교육 활성화를 위해 할 수 있는 방법들로는 또한 선진공업국에서 하고 있는 교육을 국내에 도입 토착화하고, 선진공업국의 용접기술 자격과 국내자격의 상호인정 체제를 구축하고, 선진공업국의 용접기술교육 및 자격검증을 국내에서 대행하는 사업들을 들 수 있다.

4.1. 용접기능사 교육

국내에서 활동하고 있는 200,000여명의 용접기능사중 정규 교육을 받은 경우는 10% 내외라는 사실은 용접기능사 교육의 확대가 얼마나 절실한가를 알려준다. 시설과 용접기능교사를 대폭적으로 증가하여야 한다. 양질의 용접기능사를 얻기 위해서는 우수한 용접기능교사를 확보해야 함으로, 용접기능사 교육과 재교육 제도를 만들어 지속적으로 우수한 기능교사를 공급할 수 있어야 한다.

현재의 용접기능사 자격규정을 정비하고, 교육내용 개정 및 검정을 “용접협회”에서 하도록 하고, 가능한 범위내에서 교육도 협회에서 시행토록 하는 것이 바람직하다. 각종 용접관련 법규에 용접기능사 자격활용을 확대하고, 유럽, 일본, 미국 등 선진공업국과의 용접기능 자격 상호인정을 추진하고, 이들 국가의 자격검정을 국내에서 대행할 수 있도록 하여야 한다.

4.2. 용접기술자 교육

현재 국내 용접기술자는 최소 2,000명은 필요하고, 매년 200명 정도는 배출되어야 하나, 현재 국내에서 활동중인 용접기술자는 약 500명 정도이고 매년 50명 정도가 배출되고 있다. 용접기사 1급, 용접기술사를 용접기술자의 범주에 넣는 것이 타당하나 정규 교육을 받지 않고 자격증을 취득한 약점이 있다.

따라서 용접기술자 교육 역시 확대하여야 할 필요가 있고, 유럽과 일본 등과의 자격증 상호인정을 추진할 필요가 있다. 지금까지는 독일 용접전문기술자 자격교육과 검증을 대행하였으나, 이제는 대한용접학회 자격교육 및 검증(한국용접전문기술자) 제도가 있는 만큼, 이 자격을 국내 자격제도에 포함시켜서 활용하는 것이 바람직하다. 이 자격은 용접기술사와 용접기사 1급 중간에 위치케하여 용접관련 각종 법규에서 활용하도록 하여야 한다. 이 자격은 또 EC의 European Welding Engineer와 일본의 Senior Welding Engineer와 상호인정이 되어 국제적으로 활용이 되도록 노력하여야 한다.

4.3. 대학 및 단기교육

국내 종합대학중 한곳에 용접전문학과를 설치하여 운영하는 것이 국가적으로 필요하다.

현재 국내에서 시행되는 단기교육은 체계성이 결여되어 있으므로 용접학회를 중심으로 체계적이고, 현장적용력이 큰 교육과정을 개발 시행하는 것이 바람직하다.

5. 결 언

현재 우리나라는 고임금 시대를 맞아 제품의 높은 생산성과 품질이 요구되고 있으나 이에 걸맞는 사회적 준비가 따르지 못하고 있다. 우리가 처해 있는 경제적 어려움을 극복하고 국제경쟁력을 확보하는데 무엇보다 중요한 것은 최신기술로 교육된 충분한 기술인력을 양성하여 공급하는 것이다.

용접기술교육 분야는 그 질이나 양에 있어 아직 후진국 수준을 크게 벗어나지 못하고 있으며 관주도의 타당성에 젖어 있어 일대 개혁이 필요하다. 노동부에서 시행하고 있는 용접기술 자격교육 및 검정을 과감히 민간단체(용접협회)로 이양하여 용접기술분야

전문가 집단에 의해서 용접기술 교육이 이루어지도록 해야 한다.

용접기술 인력 자격규정의 정비, 용접관련 법규에서의 용접기술인력 활용, 규정의 확립, 자격이 국제적 상호인증, 외국자격의 국내 대행, 시설 및 교사 양성의

대폭확대 등이 시급히 요구되고 있다.

종합대학에서도 최소한 한곳에 용접전문학과가 설치되어 용접기술 분야의 학문적 연구가 진행되게 하여, 장래 선진국과 경쟁할 수 있는 기반을 마련해야 한다.