

전자빔 용접의 특성과 국내 기술현황

신 창 용

Characteristics of Electron Beam Welding and Current Situation of Its Technology in Korea

Chang-Yong Shin

의 현황에 관해 살펴보고자 한다.

1. 서 론

전자빔 용접(Electron Beam Welding)은 기존에 사용되고 있는 일반 용접방법에 비해 매우 뛰어난 용접성과 품질을 보장할 수 있기 때문에, 정밀하고 고품질이 요구되는 제품에 많이 사용되고 있다. 1950년대 말 유럽에서 처음으로 상용화 된 이후, 전자빔 용접은 주로 구미 선진국가에서 활발히 사용되어져 왔으나, 국내에서는 1980년대 초부터 일부 산업을 중심으로 적용되기 시작했다. 현재 범용적으로 널리 사용되고 있는 일반 용접은 국내에서도 이미 많은 기술발전이 이루어져 왔으며 적극적으로 이용되고 있다. 그러나 고밀도 에너지원을 사용하는 전자빔 용접은 타 용접에 비해, 가지고 있는 많은 장점에도 불구하고 아직까지 일반 용접에 비해 국내 활용도가 미비한 실정이며, 용접기술 또한 개척할 분야가 많다고 할 수 있다.

최근 국내 산업은, 과거 단순기술에 의존한 노동집약적 제품을 생산하는 산업구조로부터, 국내외 산업 환경변화에 따라 고부가가치 제품을 생산해야 하는 산업구조로의 이행이 급속도로 이루어지고 있으며, 용접분야 역시 예외일 수 없는 실정이다. 용접 관련제품 역시 과거와 달리 고정밀도 뿐만아니라 높은 용접품질과 성능이 요구되는 경우가 점차 증가하고 있는 추세이다. 따라서 국내 용접산업 또한 이러한 시대변화에 대응하고 국내시장에서 요구되는 각종 용접기술과 다변화된 용접수요를 충족시킬 수 있도록, 전자빔 용접기술과 같은 국내에 미 보급된 특수 용접기술의 개발 및 보급에 노력하여야 할 것이다.

본문에서는 전자빔 용접이 가지고 있는 고유한 특성과 활용분야에 관해 기술하고, 국내 전자빔 용접기술

2. 전자빔 용접의 역사

전자빔 용접은 1950년대 프랑스와 독일에서 거의 동시에 개발되었으며, 프랑스에서는 용접을 위한 목적으로, 독일에서는 전자빔을 이용한 미소 드릴링(drilling) 연구작업의 파생기술로서 탄생되었다. 공식적으로는 1957년 파리 핵연료학회에서 CEA(프랑스 원자력 위원회)의 Dr J. A. Stohr가 자신이 연구한 전자빔 용접기술을 학계에 발표하면서 처음으로 세계의 이목을 끌기 시작했으며, 그후 원자력 산업분야를 중심으로 활발히 이용되기 시작했다.

1950년대 원자력산업계에서는 발전설비의 특성상 요구되는 Zr, Ta, V, Mo과 같은 내화금속(Refractory Metal)의 사용이 주목을 받고 있었는데 이 금속 및 합금들의 만족스런 활용을 위해서는 적절한 접합방법의 개발이 필수적이었다. 이 금속들은 산소 및 질소와 극도로 친화력이 좋은 활성금속(Reactive Metal)이었는데, 당시로는 접합을 위해 불활성 가스분위기를 사용하는 GTA 용접기술이 가장 선호되었다. 이때 엔지니어들은 일반적인 GTA 용접에서 사용되는 분위기보다 더욱 완벽한 불활성 가스분위기를 조성하기 위하여 용접시공시 별도의 Chamber를 제작하여 진공을 시킨 후, 그 속에 불활성 가스를 충전하여 내부에서 용접을 하였다. 그럼에도 불구하고 소수의 경우를 제외하고는 가스순도의 한계로 아주 만족스런 결과를 얻기 어려웠다.

이에 몇몇 엔지니어들은 용접공정중의 하나로 얻어지는 진공 분위기가 불활성 가스분위기보다 완벽한 불활성 분위기를 조성한다는데 착안하여, 진공 분위기에

서 전자빔을 이용하여 금속을 용융 또는 접합시키는 방법을 연구하기 시작했으며, 프랑스의 Stohr가 전자빔 용접에 관해서는 처음으로 구체적인 방법을 발표하였던 것이다. 재미있는 것은 전자빔 용접기술이 당시 사용중인 일반 용접방법에 비해 매우 우수한 여러 용접 특성들을 가지고 있었음에도 불구하고, 최대 관심사항은 가장 고순도의 분위기인 진공상태에서 내화 금속을 원자력산업계에서 요구하는 품질수준으로 용접할 수 있었다는 것이었으며, 당시에 전자빔 용접을 선호하고 주목했던 가장 큰 이유였다. 따라서 전자빔 용접은 원자력산업을 중심으로 활발히 연구 및 적용되었으며, 1958년에는 CEA의 라이선스(License) 하에 영국에서 처음으로 전자빔 용접장비가 상용화되었다.

프랑스에서와 달리 독일에서는 Zeiss 소속의 K. H. Steigerwald가 자신의 연구 분야에 필요했던 미소 드릴링(Drilling)작업을 하기 위하여 전자빔을 이용한 장비를 개발하였다. 1951년에 개발된 초기 장비는 고전압형 전자빔 장비(125 kV, 2.5 kW)였는데 당초 목적이었던 드릴가공 외에도 심용접(Deep-Penetration Welding)이 가능하였다. 하지만 Steigerwald가 전자빔 장비를 개발했을 당시 독일에서는 용접장비로서 활용할 분야가 극히 적었기 때문에, 드릴링(Drilling), 절단(Cutting), 용융(Melting), 솔더링(Soldering), 용융용접(Fusion Welding)등 광범위한 분야에 걸쳐 통상적인 연구만이 행해졌다. 그러나 1950년대 후반 Westinghouse사는 Stohr가 발표한 전자빔 용접 연구사례와 Steigerwald가 개발한 전자빔 장비의 활용 방안에 착안하여 1958년 자사의 공장에 Zeiss사 전자빔 장비를 설치하여 Zircaloy 재질의 원자로 부품을 전자빔 용접으로 생산하였다¹⁾. Fig.1과 Fig.2는 Zeiss사가¹⁾ 초기에 개발한 전자빔 장비의 외관 및 개념도이다.

이와같이 프랑스와 독일에서 독자적으로 개발된 전자빔 용접은 1950년대 후반부터 원자력산업 분야에 사용되기 시작했고, 1960년대 초반 항공산업 분야에 적용된 이후 고정밀도의 용접이 필요한 분야로 널리 이용되기 시작했다. 이후 자동차산업에 적용은 전자빔 용접의 양적인 팽창에 많은 기여를 하였을 뿐만 아니라 전자빔 용접의 일반화 및 저변확대에 획기적인 전환점이 되었다. 현재는 고정밀도 및 고품질의 용접성능이 요구되는 항공우주산업, 반도체 장비산업, 원자력산업 등에 사용되고 있을 뿐만 아니라, 자동차 산업 등과 같은 일반적인 산업에도 널리 이용되고 있다²⁾.

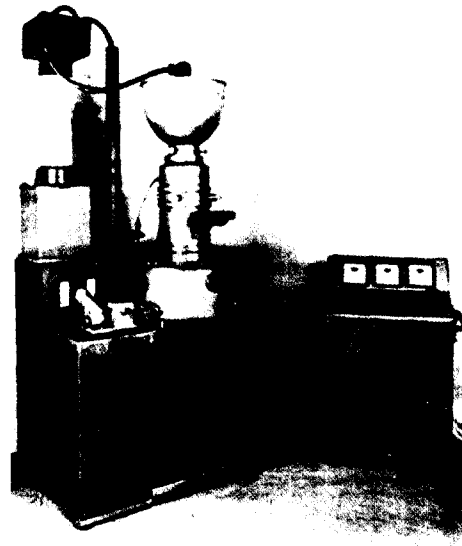


Fig. 1 Zeiss electron beam equipment which operated at 125kV and was rated at 2.5kW

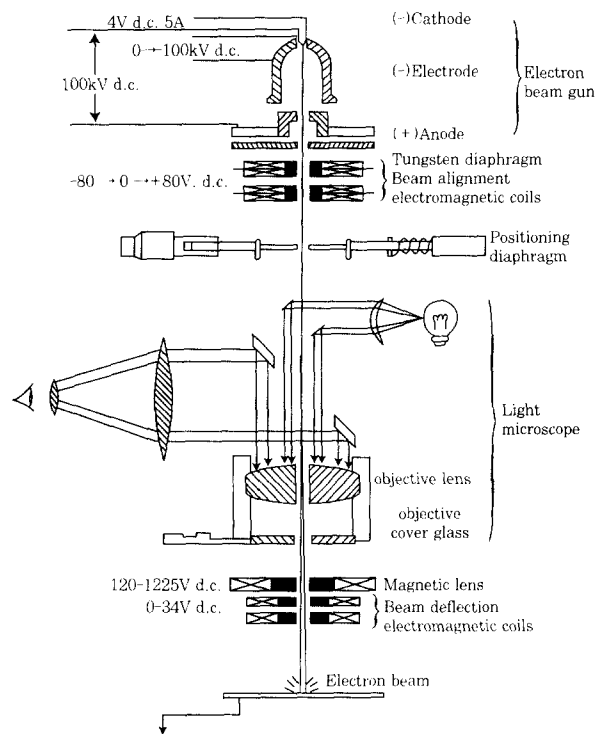


Fig. 2 Early zeiss electron beam equipment system

3. 전자빔 용접의 특성

3.1 전자빔 용접의 원리

고밀도, 고에너지로 가속되고 집속된 전자빔(Electron Beam)을 진공분위기 속에서 피용접물에 조사시키면, 광속의 약 2/3 속도로 충돌된 전자에 의

해 조사부위에는 순간적으로 고에너지가 발생된다. 이때 생긴 고에너지를 열원으로 용접면을 가열, 용융시켜 피용접물을 접합시키는 것이 전자빔 용접의 개략적인 원리이다. Fig. 3은 일반 전자빔 용접기의 구조 및 전자의 이동경로를 나타낸 것이다²⁾. 그림에서 보는 바와 같이 전자빔은 필라멘트(Filament)에서 발생되어 양극(Anode)에 걸린 전위 차에 의해 고속도로 가속되며, 각종 Magnetic Lens에 의해 방향 및 밀도가 조정되어 피용접물에 충돌되게 된다. 이때 전자는 무게가 매우 가벼워 대기 중에서 이동될 경우 공기분자와 충돌하면 산란되어 에너지 밀도가 낮아지기 때문에 이를 피하기 위해 진공분위기를 만들어 주어야 한다.

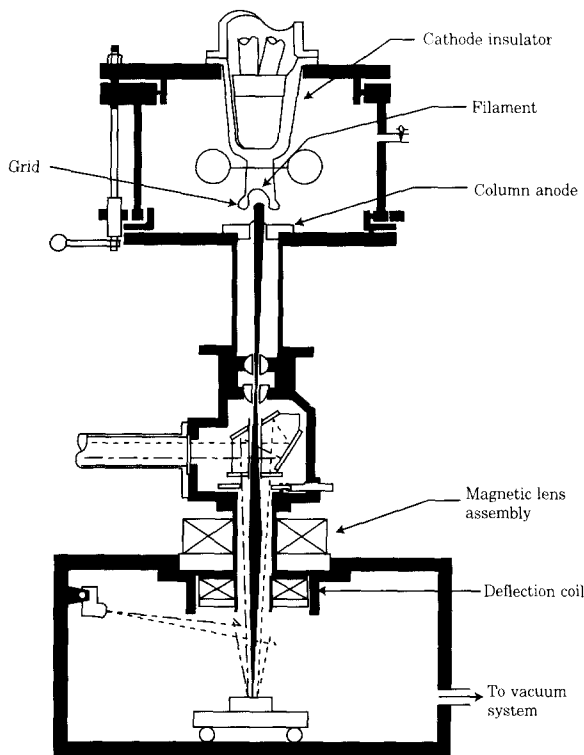


Fig. 3 Simplified diagram showing the essential parts of EB welder

전자빔 용접부의 형상은 일반 용접에 비해 매우 좁고 깊은 썸기모양의 형태를 이루게되기 때문에 다른 용접법에 비해 우수한 용접부 성능과 품질을 확보할 수 있다. 이러한 전자빔 용접의 특이한 형상은 다음과 같은 과정에 의해 형성된다.

고속으로 전자가 피용접물에 충돌하면, 금속표면 직하부분에서는 전자의 운동에너지가 열에너지로 변환되며, 이때 발생하는 고열이 순간적으로 금속을 용융시키고 증발온도 이상으로 가열되게 된다. 증발온도 이상으로 가열된 금속은 용융부 중앙에 증기압을 발생

시키고, 이 증기압에 의해 금속상부는 열리며, 증기부 주위는 금속 용융층이 둘러싸게 된다. 이때 그 다음에 도달한 전자는 저항 없이 증기부를 통과하여 바닥 용융부의 금속표면에 충돌하면, 전술한 과정이 반복되어, 또 다른 증기부와 용융부를 만들어 보다 깊은 용접부를 형성하게 된다. 이러한 과정이 순간적으로 반복되면서 용접부는 전자빔 용접 특유의 키홀(Key Hole)이 형성되게 되어, 고품질의 용접부를 형성하게 된다.

3.2 전자빔 용접의 장, 단점

전자빔 용접 시 용접물에 전자빔이 충돌하여 생기는 에너지의 밀도는 약 10^9 watt/cm²에 이르며, 이는 일반 아크 용접 에너지밀도의 100,000배에 달하는 고밀도 에너지이다. 전자빔 용접에서는 이러한 고밀도의 에너지를 이용, 0.05 mm 박판으로부터 50 mm 이상의 후판에 이르기까지 다양한 용접이 가능하다. 또한 용접 시 투입되는 열량의 용접외적인 손실이 극히 작아, 용접변형 및 열영향부를 최소화 시켜주며, 정밀하고 품질이 우수한 용접부 성능을 실현시킬 수 있다. 이와 같이 전자빔 용접은 일반 용접에 비해 매우 많은 장점을 가지고 있지만 일부 단점도 존재하는데 이를 기술하면 다음과 같다.

장 점

- 고밀도 에너지의 정밀용접이 가능하여 열영향부를 최소화시킬 수 있다.
- 용접변형이 작아 고정밀 용접이 가능하고 대부분의 경우 용접 후가공이 필요없어 생산비용이 절감된다.
- 박판에서 매우 두꺼운 후판에 이르기까지 1회에 완전용입 용접이 가능하다.
- 텅스텐과 같은 고융점 금속의 용접뿐만 아니라 이종 금속의 용접도 가능하다.
- Al, Cu등과 같이 열전도도가 커 심용접이 어려운 금속도 1회 용접으로 가능하다.
- 진공 분위기 속에서 용접하기 때문에 용융부의 산화가 최소화되고, 외부로부터 오염이 방지되어 Ti, Zr등과 같은 활성금속의 용접도 용이하게 할 수 있다.
- 수치제어에 의한 정밀용접이기 때문에 균일한 품질의 용접이 얻어지며, 불량률을 최소화시킬 수 있다.
- 형상이 복잡한 제품을 경제적으로 분할, 가공하여 용접함으로써 생산비용을 절감할 수 있다.
- 내마모, 내열특성등이 필요한 경우, 필요부위만 내열, 내마모 재료를 용접함으로써, 재료비를 절감할 수 있다.

단 점

- 용접시 진공 분위기가 필요하므로, 진공 Chamber 체적에 따라 용접물의 크기가 제한된다.
- Zn, Mg, Pb등과 같이 저용점 및 증기압이 큰 원소가 다량 함유된 경우 용접부 특성을 확보하기 어렵다.
- 장비가격이 고가이므로 피용접물에 따라 용접비용이 올라갈 수 있다.
- 일반용접에 비해 정밀하게 시공되어야 하므로, 가공비용이 많이 든다⁴⁾.

4. 전자빔 용접의 적용사례

Fig.4는 전자빔 용접의 정밀용접 사례 중 하나로 매우 작은 초경 볼을 스테인레스강에 용접한 것이다. 그림에서 보듯이 용접후에도 초경 볼이 손상되지 않았음을 알 수 있다⁵⁾.

Fig.5는 전자빔 용접기의 Power조정이 얼마나 정교하게 이루어 질 수 있는 가를 보여 주는 사례이다. 매우 얇은 0.001 inch (0.025mm) 두께의 Mo 박판을

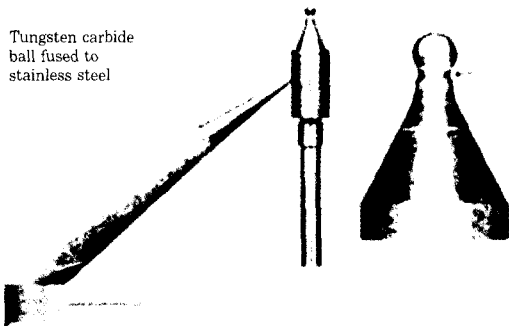


Fig. 4 EBW of WC ball and stainless steel

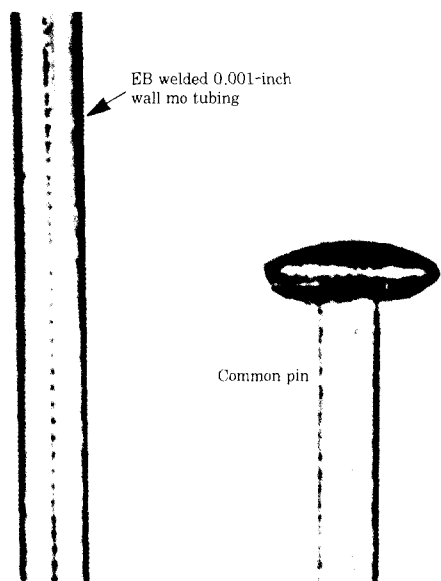


Fig. 5 EBW of thin wall Mo tube

맞대기 용접하여 튜브로 만들 수 있으며 옆의 핀은 우리가 일반적으로 사용하는 핀이다. 전자빔 용접기는 그림과 같은 박판과 함께, Power만 조정하면 동일 용접기로 2 inch 이상 두께의 후판 맞대기 용접이 가능하다⁵⁾. 일반적으로 고속도강은 용접하기 어려운 소재로 알려져 있지만 전자빔 용접을 사용하면 Fig.6과 같이 탄소강에 고속도강도 용이하게 용접할 수 있다⁵⁾. Fig. 7은 경제성을 고려하여, 분할 가공한 부품용 용접 조립한 예로서 한 개의 부품으로 가공할 때 보다 가공비가 절감된다. 이때 용접 조립 후 변형이 문제가 되는 데, 그림에서와 같이 전자빔 용접을 이용하면 Gear와 같이 정밀성이 요구되는 제품도 조립이 가능하다¹⁾. Fig. 8은 다른 일반 용접에서는 볼 수 없는 전자빔 용접의 특수성을 보여주는 예로서, 1회 용접으로 다층 구조의 피용접물을 그림과 같이 용접할 수 있다¹⁾.

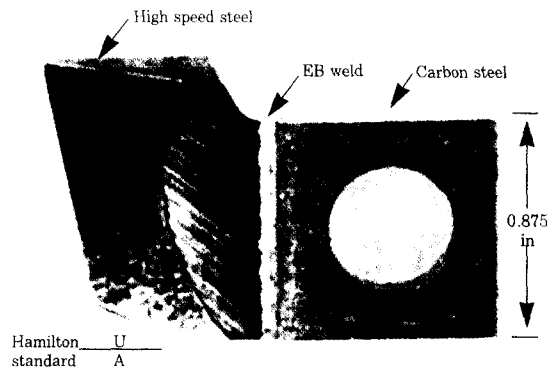


Fig. 6 EBW of C-steel and high speed steel

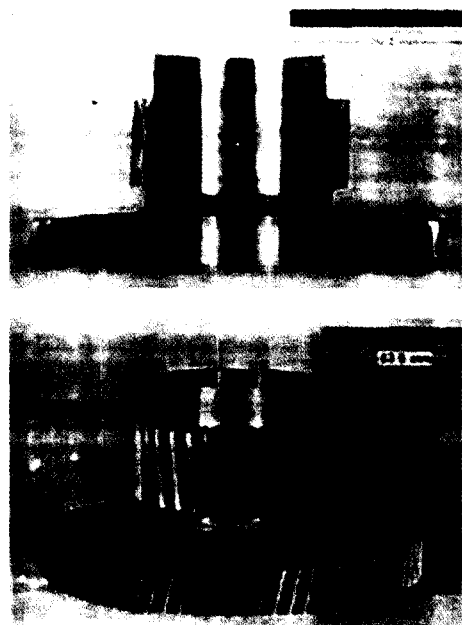


Fig. 7 EBW of double helical gear in automobile industry



Fig. 8 EBW application of multiple penetration

5. 전자빔 용접의 국내 현황

5.1 국내 동향

국내에서의 전자빔 용접기술은 1980년대 초부터 연구소와 일부 제조업체를 중심으로 연구 및 사용되었다. 연구소에서는 전자빔 용접기술이 전무했던 산업계의 기술개발을 의뢰 받아 향후 생산할 제품개발과 순수 연구차원의 용접기술 개발을 병행하여 수행하였다.

생산업체에서는 대부분의 경우, 선진 외국제품의 국산화 과정에서 적용하였으며, 제품 양산 시 용접설비를 수입, 일부 생산라인에서 특정제품의 생산을 위해 전자빔 용접기술을 사용하였다. 즉, 초창기 산업계에서는 자체 보유장비를 자사제품의 생산에만 사용하였으며, 용접기술 자체로 부가가치를 창조하는 타사제품의 용접생산은 이루어지지 않았다. 따라서 용접기술도 자사제품 분야에 한정되어 발달하였다. 초기 국내 산업에서의 전자빔 용접은 자동차산업 및 항공기산업 분야에서 주로 적용되었으며, 다른 분야에서의 사용은 극히 미미하였다.

이후 국내 산업의 발달에 따라 점차 고정밀도와 높은 품질의 용접이 요구되는 제품의 수요가 증가하게 되고, 또한 전자빔 용접이 아니면 제작이 불가능한 제품이 출현함에 따라, 1980년대 후반 전자빔 용접 주문 생산을 전문으로 하는 회사가 나타나게 되었다. 전자빔 용접의 경우 장비가격이 매우 고가이기 때문에 특정 업체에서 일부 소량제품에 대해 기술을 적용하고 싶어도 장비를 보유할 수 없어 적용이 불가능하였지만, 주문생산 업체가 설립됨에 따라 일반업체도 전자빔 용접기술을 적용할 수 있게 되어 소량의 제품생산도 가능하게 되었다. 또한 용접 주문생산 업체에서도

다양한 제품의 용접기술을 개발하고 생산하게 되어, 연구기관과 더불어 전자빔 용접기술 개발의 일익을 담당하게 되었다.

5.2 적용 분야

현재 국내에서 전자빔 용접 기술의 적용은 과거와 달리 전 산업분야에 걸쳐 이루어지고 있으며, 주로 자동차산업, 원자력산업, 항공산업, 반도체장비 산업 등에서 활발히 사용되고 있다. 전자빔 용접은 경제적인 측면에서 범용 용접에 비해 생산비용이 매우 고가이므로, 고부가가치 제품을 중심으로 행해지고 있으며, 원자력산업, 항공산업, 반도체장비 산업 등이 이에 해당된다고 하겠다. 국내에서 원자력산업의 경우 주로 Zr계열의 금속과 Al소재 부품 및 내열강 금속을 중심으로 적용되고 있으며, 항공산업 역시 내열재료 및 Al소재 부품 등에 사용되고 있다. 반도체장비 산업의 경우 과거 전량 수입에 의존했던 반도체 생산장비가 점차 국산화됨에 따라 웨이퍼가공 부품, Al Chamber 등, 장비 부속품들을 중심으로 이용 용도가 점차 늘고 있다.

그러나 양적인 면에서는 역시 자동차산업에서 가장 많이 사용되고 있으며 주로 자동 및 수동변속기와 구동장치를 중심으로 적용되고 있다. 앞의 적용 사례와는 달리 자동차 부품의 경우 대량 생산이 가능할 뿐만 아니라 다른 전자빔 용접제품에 비해 용접품질이 낮아도 사용에는 지장이 없다. 따라서 장비의 전용화와 제작비용의 절감을 통해, 용접비용을 낮출 수 있기 때문에 부품의 원가 절감에도 기여하고 있다.

5.3 문제점 및 대책

국내에서 전자빔 용접기술의 적용사례가 점차 증가하고, 또 일부 분야에서는 활발히 사용되고 있지만, 기존의 용접기술에 비해서는 국내 엔지니어에게 아직 낮은 기술이며, 홍보도 미흡한 실정이다.

이에 따라 고정도의 용접이 요구되는 제품개발 시, 전자빔 용접기술로 용이하게 개발 할 수 있는 제품도 기존의 용접 방법만을 시도하게 되므로서 실패하는 사례가 빈번히 일어나고 있다. 특히 외국제품의 국산화 과정에서 적용된 용접방법이 전자빔 용접이라는 사실 자체도 파악하지 못하여 많은 시간과 노력을 소모하게 되며, 파악이 되는 경우에도 용접 생산업체를 활용하지 못해 개발 지연 등 여러 가지 어려움을 겪게 되는 경우가 흔히 발생하게 된다. 현재 국내 전자빔 용접 관련 단체 및 업체는 각자 독자적인 활동을 하고 있을 뿐만 아니라 기존 용접방법에 비해 용접기술을 교육하고 흥

보할 수 있는 기회마저도 거의 없어 일반 엔지니어가 기술을 접할 수 있는 기회도 매우 제한되어 있는 실정이다. 앞으로 국내의 전자빔 용접기술의 발전을 위해서는 관련 기관들이 모여 연구사례 발표 및 기술 교류의 기회가 많이 이루어져야 할 것이며, 공식적인 단체의 결성을 통해 관련 기술의 일반화 및 보급에 보다 체계적인 접근이 이루어져야 할 것이다.

국내 실정에 비추어 볼 때 전자빔 용접을 적용하는 제품은 거의 소량 생산인 경우가 많다. 특히, 비용 및 납기 등을 고려할 때, 일반업체의 경우 연구기관 보다는 용접 전문업체에 의뢰하는 경우가 많게 되는데, 개발제품의 용접 난이도가 높지 않은 경우는 상관없지만, 제품 특성상 고난도의 용접이 요구될 경우 용접업체의 여건에 따라 의뢰업체가 요구하는 품질수준의 용접결과를 기대하기 어려운 때가 있다. 현재 국내의 대부분 용접 생산업체는 지금 막 시작하는 단계로 전자빔 용접기술이 낮은 수밖에 없고, 국내 용접수요 등을 고려하여 매우 제한된 인원을 가지고 업체를 유지하고 있는 실정이다. 따라서 고정도의 용접이 요구될 경우 필요한 급속학적인 전문지식과 용접경험을 통해 획득하게 되는 전자빔 용접 고유의 테크닉을 충분히 보유하지 못하고 있는 실정이다. 또한 제품개발을 위한 소프트웨어가 확보되어 있어도 하드웨어적인 측면에서의 생산여건이 문제가 되는 경우가 자주 발생된다. 국내 여건에 비추어 볼 때 경제적인 측면에서 전자빔 용접 장비는 고가이기 때문에 용접비용이 상승하여 전자빔 용접기술을 채택하지 못하는 경우가 자주 발생하게 되고 설상가상으로 용접업체의 보유장비가 개발 제품에 비해 너무 용량이 클 경우 용접비용은 더욱 상승하게 된다. 따라서 용접 생산업체도 국내 용접수요가 빠른 속도로 확대되고 있는 만큼, 다양한 장비보유 및 기술축적을 통해 보다 저렴하고 우수한 용접서비스를 소비자에게 제공할 수 있는 방법을 찾아야 할 것이다.

제품개발 및 양산시, 우수한 품질과 최소 생산비용을 추구하기 위해서는 용접 생산업체와 의뢰업체의 유기적인 협조관계도 필수적이다. 또한 용접생산업체 못지않게 의뢰업체도 용접기술에 대한 지식확보가 중요한 요소이다. 그러나 전술한 바와 같이 국내 의뢰업체의 경우 전자빔 용접에 대한 지식은 전무한 것이 일반적이며, 이는 개발시 제품 설계의 초기 단계부터 원활한 제품개발을 가로막는 요인이 되고 있다. 또한 어렵게 제품개발이 이루어져도, 양산시 생산라인의 작업자가 전자빔 용접에 대한 이해가 부족하여 전자빔 용접 특성상 요구되는 정밀한 용접 전처리를 일반 범용용접 관례에 따라 행함으로써 제품의 품질저하 및 불량 발

생원인이 되고 있다. 따라서 용접 생산업체는 의뢰업체에게 초기 단계에서부터 전자빔 용접과 관련된 충분한 정보와 기술자료를 제공하여 적절한 용접부위 설계 및 용접이 이루어질 수 있도록 유도하여야 한다. 또한 양산시 CNC제어에 의해 정밀하게 전자빔 용접이 이루어지기 때문에 제품의 용접부 전처리 상태가 일정하지 않을 경우, 대량 불량사태가 우려되는 만큼, 이에 대한 적절한 교육이 현장 작업자에게도 이루어져야 할 것이다.

만족스런 용접 결과를 얻기 위해서 용접장비의 유지 및 보수가 매우 중요한 것은 전자빔 용접의 경우에도 예외가 아니다. 전자빔 용접장비는 구조상 전기, 전자, 기계 등의 복합기술이 적용되며, 또한 운영 중에도 각종 계기의 보정(Calibration)이 지속적으로 이루어져야 제 기능을 발휘하는 비교적 복잡한 기계에 속한다. 특히 전자총(Electron Beam Gun)부위는 일반 엔지니어에게 매우 낮은 기술로 이루어져 있으며, 고전압 발생 및 진공 배기장치에 적용되는 기술 또한 보편화된 기술은 아니다. 따라서 장비의 원활한 사용을 위해서는 운영자가 장비 관련기술에 대해 기본적인 지식을 습득하고 있어야 하며, 장비에 이상 현상 발생 시 이에 대처할 수 있는 기술을 보유하고 있어야 한다. 전자빔 용접장비의 경우 장비 보유업체의 유지보수능력이 강조되는 이유는, 다른 일반 수입 기계와는 달리 장비 공급업체가 애프터서비스 기능을 국내에 보유하고 있지 않으며, 당분간 국내 용접기 수요 등을 고려할 때 원활한 애프터 서비스를 기대하기 힘들기 때문이다. 그러나 국내 현실은 장비 이상 발생 시 장비 공급업체의 애프터서비스 요원의 도움 없이는 수리가 불가능한 사태가 발생하는 경우가 많고, 또한 유선상의 협조로 수리하더라도 즉각적인 대응이 어렵기 때문에 생산시 많은 문제점을 내포하고 있다. 따라서 장비 보유업체는 장비 수입 시 공급업체로부터 장비관련기술에 대한 정보를 충분히 습득하여야 하며 자체적으로 지속적인 노력을 통해 장비에 문제 발생 시 즉각적인 대처가 가능토록 대비하여야 할 것이다. 또한 전자빔 용접장비 부품은 국내에서 확보할 수 없는 경우가 많으므로 적절한 보수부품 확보에도 신경을 써야 할 것이다.3)

5. 결 론

전자빔 용접은 전술한 바와 같이 일반 용접에 비해 여러 가지 우수한 장점을 가지고 있다. 특히 국내 산업 현장에서 가장 많이 겪고 있는 애로사항 중 하나인 용접변형과 균열발생을 획기적으로 해소할 수 있다는 점

에서, 매우 적극적으로 활용되어야 할 용접기술이다. 또한 국내 시장에서도 날이 갈수록 정밀하고 고품질의 용접성능이 요구되는 고부가가치 제품이 증대되고 있어 전자빔 용접과 같은 특수 용접기술이 매우 필요한 시기이다.

그러나 국내 현실은, 전자빔 용접기술에 대한 일반 엔지니어들의 인식 부족과 용접설비 부족으로, 제품 개발 시 관련기술 적용이 매우 어려운 실정이다. 또한 국내 전자빔 용접 관련 연구기관과 용접생산업체도 장비보유 및 전문인력 확보 면에서 아직까지 열악한 환경에 처해 있는 실정이다..

따라서 현재 국내 시장에서 요구되는 전자빔 용접의 수요를 충족시키고 지속적인 기술 발전을 위해서는, 국내 관련 연구단체와 업계에서 전자빔 용접기술에 대한 체계적인 기술소개, 홍보 및 교육이 이루어져야 할

것이다. 또한, 전자빔 용접 관련 전문가 단체나 모임이 보다 많이 형성되어, 활발한 기술교류 및 연구발표를 통해 관련기술의 저변확대에 주력함으로써 일반 산업체에서도 용이하게 적용할 수 있는 기술로 발전시켜야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. A. H. Meleka : "Electron-Beam Welding", MCGRAW-HILL Publishing Co. LTD.(1971), 1-16
2. Nippon Electric Co., Ltd : "Electron Beam Welding" (1983), 1-5
3. 신 창용 : "국내 전자빔 용접기술의 현황", 대한용접학회 (1999), 69-76
4. (주)한국웰테크 : "전자빔 용접이란?"(1984), 2-10
5. Hamilton Standard : "Electron beam Metalworking"



- 신창용(申昌容)
- 1959년생
- (주)한국웰테크
- 철강 및 비철의 전자빔 용접, 이종재료 용접
- e-mail : weltech@netsgo.com