

# 자동차 공조용 Al 부품의 자동 GTAW 용접공정 개발 Development of Aluminum Automatic GTAW Process for Automotive Air Conditioning System

김 광수(순천향대학교), 한 상룡(부천기계), 박 송춘(대전산업대학교)

## 1. 서론

자동차 공조시스템에서 냉매 순환용으로 사용되고 있는 일반 저탄소강이나 알루미늄관의 가공과정에는 튜우브와 연결되어지는 유니온이나 플랜지의 접합부가 있다. 이러한 접합부는 일반적으로 전기로에 투입하거나 가스토오치에 의한 브레이징으로 접합이 이루어지고 있으며 특히 알루미늄의 경우에는 거의 대부분이 단일 부품을 삽입금속의 삽입, 예열, 접합, 후열 그리고 냉각의 5단계로 이루어지고 있다. 이들 공정은 항상 작업자의 관찰하에 이루어져야하고 화염이 항상 가동되고 있기 때문에 작업자의 환경을 열악하게 하고 작업의 피로도를 증가시키는 문제점이 있다. 또한 이렇게 만들어진 부품은 브레이징시에 플럭스로부터 발생한 잔류물의 세척이 반드시 이루어져야한다. 이러한 잔류물의 세척작업은 화학약품을 사용하여 이루어지는 공해사업으로 특수시설을 갖추고 있는 다른 공정을 유발하거나 또는 전문시설을 갖추고 있는 다른 회사의 도움을 받아야 하는 단점을 갖고 있다. 따라서 위와같이 열거된 브레이징시의 단점을 보완하고자 시합금으로 된 튜우브와 유니온 또는 플랜지의 접합부를 GTAW용접공정으로 대체하기 위하여 특수하게 제작된 자동GTA 용접장치를 제작 개발하였으며, 만들어진 GTA용접장치에서 만들어지는 용접부의 신뢰도를 조사하여 보고자 하였다.

## 2. 재료와 실험방법

본 실험에 사용된 재료는 Al합금중 Al-Mn계 3003의 튜우브와 Al-Mg-Zn계 7N01의 형재를 유니온으로 가공하여 사용되었으며 그들의 화학성분분석결과는 Table 1에 나타나 있다.

실험은 크게 두단계로 구분되어 자동 GTA용접장치를 설계하여 제작하는 과정이었으며 그다음 단계로는 유니온의 형상을 브레이징시에 사용되던 모양으로부터 변경하여 새롭게 디자인을 한후, 이렇게 디자인된 유니온을 이용하여 튜우브와의 GTA용접공정에서 생산속도를 달리하면서 얻어지는 용접부의 신뢰도를 조사하여 기존의 브레이징 접합부와 비교평가를 하도록 하였다. Figure 1 은 제작된 자동 GTA 용접장치를 보여준다. 이 장치를 이용하여 느린속도, 중간속도, 그리고 빠른속도로 만들어진 3가지 용접부위는 신뢰도를 평가하기 위하여 미세조직관찰, 미세경도검사, 티어링(tearing test)시험, 스프레이식의 침투탐상 비파괴검사, 인장시험 및 침적내식성 실험등을 실시하였다.

## 3. 실험결과

### 3. 1 미세조직검사

Figure 2은 GTA용접공정으로 만들어진 용접부를 저배율에서 관찰된 모양을 나타내고 있다. GTA용접에 의해 만들어진 용접부위는 Figure 2에서 보는 바와같이 모든용접부에서 내부에 기공이 존재하는 것으로 나타났다. 3가지 용접공정에서 얻어진 용접부중 빠른 용접부에서는 기공의 크기가 가장작고 그 수에있어서도 가장 적은것으로 나타났다. 반면에 느린속도에 의한 용접부에서는 기공의 수와 크기가 큰것으로 관찰되었다.

### 3. 2 Tearing Test

제품의 특성상 수요자 측에서 일차적으로 가장 중요시 고려되는 티어링 시험이 시행되었다. 이시험은 Figure 3에서와 같이 용접부를 용접비이드에 대하여 수직이되도록 단면을 절단하여 한쪽부위(유니온)를 여러번의 충격을 주어 접합부에서 파괴가 일어나는지를 검사하였다. 사진에서 보는바와 같이 모든용접부는 이시험에 만족할수 있었으며, 용접시 백비이드에서 돌출부의 양이 중요한 변수가 되는 것으로 나타났다.

### 3. 3 미세경도 검사

Figure 4(a)(b)는 용접부와 브레이징부의 단면에서 Vickers경도기를 이용하여 부위별에 따른 경도변화를 나타낸다. 용접부에서는 속도가 빠른 용접부에서 열영향에 의한 연화범위가 가장 적었으며, 느린속도에 의한 용접부에서는 연화영역이 더 커지는 것으로 나타났다. 비교에 의한 브레이징부에서는 연화영역이 더욱 확대되었다.

### 3. 4 인장시험

Table 2는 인장시험의 결과를 나타내고 있다. 인장시험의 결과는 모든 용접의 경우 브레이징부에 비하여 인장강도와 항복강도는 우수하게 나타났다. 반면에 연신률의 경우 중간 및 느린속도의 용접부에서는 기존의 브레이징부에 비하여 약간 낮은 값을 보여주었으나 빠른 속도의 용접에서는 브레이징부와 거의 동일한 것으로 나타났다.

## 4. 결론

1. GTA용접공정에 의해 만들어진 용접부에서는 내부에 기공이 발생하였으며, 그 기공의 양과 크기는 용접속도가 빠른 경우에 속도가 느린경우에 비하여 감소되었다.
2. 용접부의 강도는 브레이징부에 비하여 우수한 것으로 나타났고, 연신률도 빠른 용접의 경우에는 브레이징부와 거의 동일한 것으로 나타났다. 용접이나 브레이징부에서 모두 연화지역이 발생하였고 이부위에서 인장강도시험시 시료가 파단되었다.

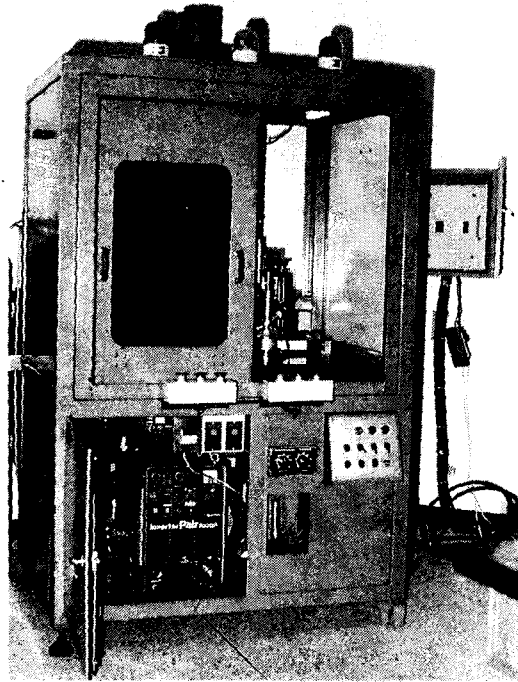


Figure 1. 제작된 자동 GTA 용접장치

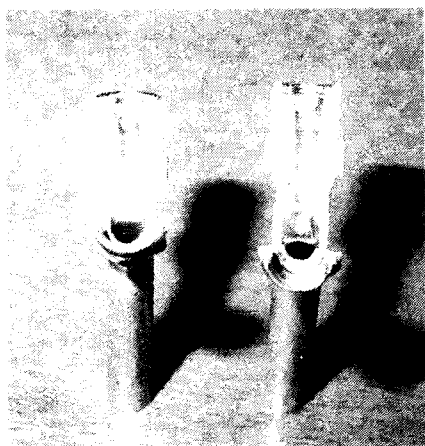


Figure 3. Tearing 시험 결과

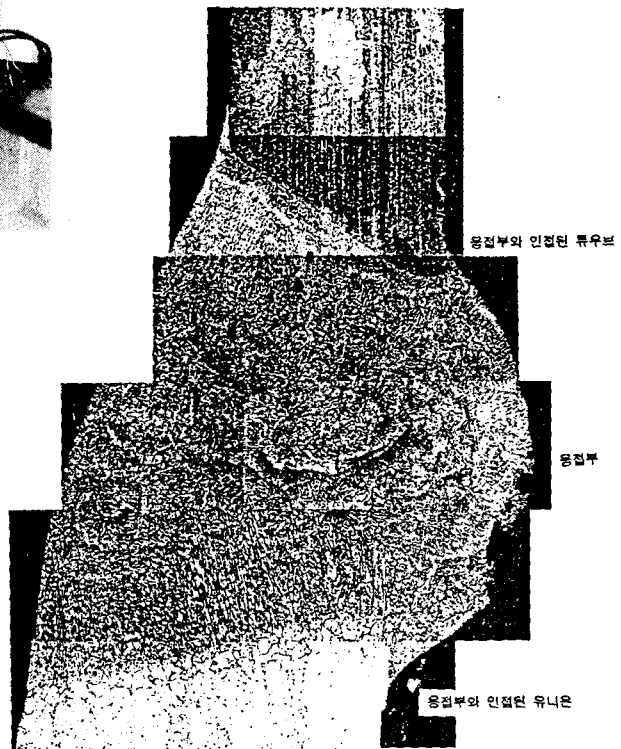


Figure 2. 기공을 포함한 용접부의 미세조직

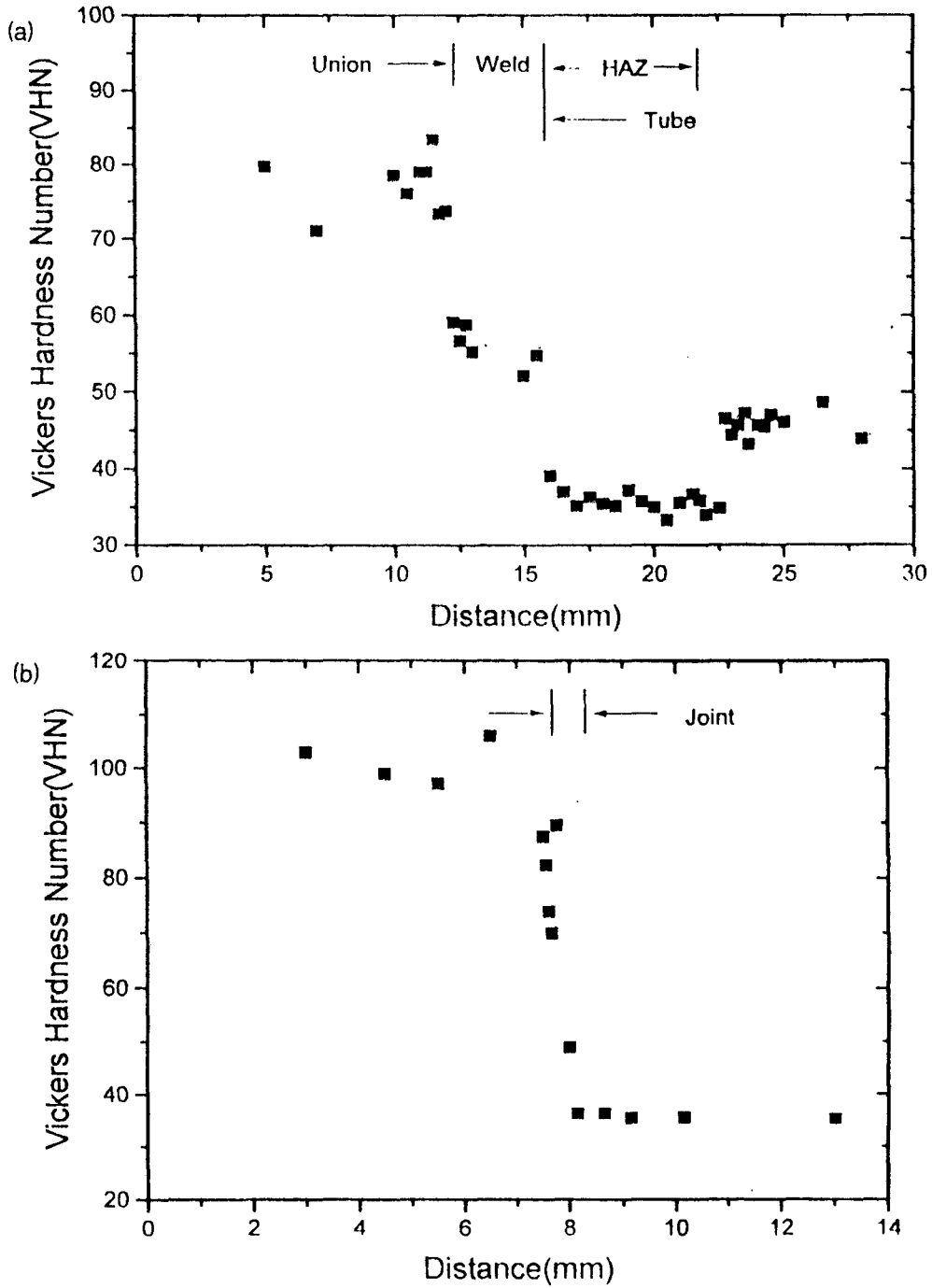


Figure 4. 접합부에서의 미세경도 변화 (a)용접부, (b)브레이징부

Table 1. 튜우브와 유니온의 화학분석결과

	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Cr	Zr	기타	비고
부천튜브	97.877	0.067	0.221	0.181	>1.079	0.023	0.025	0.019	0.023	<0.029	Ni:0.042 Pb:0.012 Sn:0.015	
부천유니온	92.113	0.236	0.266	0.286	0.324	1.384	5.032	0.041	0.134	0.130	Ni:0.013 Pb:0.010 Sn:0.032	
일본튜브	98.862	0.427	0.183	0.036	<0.018	0.416	<0.017	0.014	0.008	0.029	Ni:0.018 Pb:<0.005 Sn:0.02	
일본플랜지	94.039	>2.559	0.219	0.111	0.805	0.621	0.207	0.018	0.012	<0.029	Ni:0.014 Pb:0.005 Sn:0.051	

Table 2. 접합부의 인장시험 결과

시험조건	인장강도(kg/mm <sup>2</sup> )	항복강도(kg/mm <sup>2</sup> )	연신률(2 inch, %)	전단강도(kg/mm <sup>2</sup> )
기본소재(3003), O (소둔)	11.3	4.2	30.0	7.7
기본소재(3003), CW(냉연)	20.4	19.4	4.0	11.3
BRAZED JOINT	12.6	7.2	14.7	
SLOW WELD	13.0	9.8	10.9	
MIDDLE WELD	13.5	8.4	10.8	
FAST WELD	13.6	10.0	14.9	