

TIG 용접에 의한 동-알루미늄의 접합

주성민* · 김성주* · 방한서** · 片山肇二 · ***

*조선대학교 선박해양공학과 대학원

**조선대학교 항공·조선공학부

***오사카대학교 접합기술연구소

TIG welding of copper and aluminum

SUNG-MIN JOO*, SUNG-JOO KIM*, HAN-SUR BANG** AND SEIJI KATAYAMA***

*Dept. of Naval Architecture & Ocean Engineering, Graduate School of Chosun University

**Dept. of Naval Architecture & Ocean Engineering, Chosun University

***Joining and Welding Research Institute, Osaka University

KEY WORDS : TIG welding, Lap joint, Dissimilar welding, Tensile test, Vickers Hardness

ABSTRACT : *Joining or welding of dissimilar metallic materials is very difficult problem because material properties like heat conductivity, melting points, coefficient of thermal expansion, etc. are different each other and cracks are occurred easily due to formation of intermetallic compounds. Nevertheless, deep attention from great industrial demands and trials to joining dissimilar materials has been increased steadily. In this study, TIG welding of Cu to Al is tried and tensile test, SEM and EDX analysis are carried out.*

1. 서 론

이종재질간의 접합관련 연구분야는 생산기술의 첨단화, 효율화의 요구에 따라 장래 집중적으로 여러 가지 노력이 집중될 것이 확실하다. 이러한 이유는 이종재질의 접합을 실현함으로써 갖는 많은 기술적 경제적 잇점 때문이며 점차 적용되는 재료도 다양해지고 있다.

본고에서는 알루미늄과 동을 TIG용접으로 접합을 시도하였으며 접합시편에 대한 인장시험을 통해 접합강도를 알아보고 접합면에 대한 SEM, EDX 분석을 실시하였다.

2. 실험내용 및 방법

실험에 사용한 시편은 순동과 알루미늄합금이며 용접법은 Ar가스를 차폐가스로 한 TIG용접이다.

동판의 두께는 1.2mm이며 알루미늄시편은 두께 1mm와 2mm의 A1100과 A5052(Mg 2.52%)이며 Table 1에 실험에 사용된 두께 1mm에 대한 알루미늄시편의 화학조성을 나타내었다.

동판과 알루미늄판의 용접시 접합부 형상은 겹침부의 길이가 10mm인 Lap welding이며 Fig.1에서 보이는 것처럼 알루미늄판을 아래쪽에 동판을 알루미늄판의 상부에 위치시켜 아크가 동판에 투입이 되도록하였다. 알루미늄표면의 산화막을 용접전에 제거를 하고 용접결과에 미칠수 있는 좋지않은 영향을 방지하기 위해 산화막제거후 시편 표면을 아세톤액을 이용하여 세척한 후 용접을 하였다.

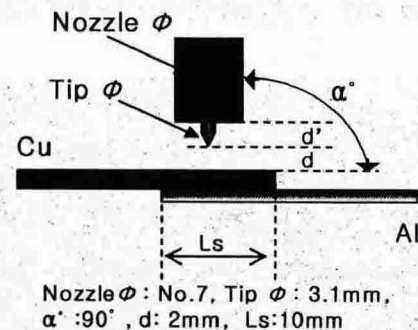


Fig. 1 Schematic diagram of welding joints

TIG용접시 조건은 모두 동일하게 하였으며 용접전류는 D C 150A, 차폐가스 종류와 유량은 Ar가스를 15 l/min로 하였

Table 1 Chemical composition of Al specimens used

성분 (%)	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Al
A1100P H14	0.11	0.57	0.12	0.01	0.01	-	0.00	0.03	99.14
A5052P H32	0.10	0.29	0.00	0.01	2.52	0.22	0.00	0.01	RE.

다. 이와 같은 조건에서 용접속도를 5 mm/sec에서 10 mm/sec 까지 변화시켜 용접하였으며 용접후에는 1.5mm/min의 하중속도로 인장시험을 하였다.

3. 결과 및 고찰

Fig. 2에 용접속도 10mm/sec의 Cu-Al 접합부의 SEM과 EDX분석결과를 나타내었다. Cu의 두께는 1.2mm, Al1100의 두께는 2mm이고, Cu시편을 상판으로 하여 용접하였는데 이것은 Al의 열전도도가 Cu보다 더 낮지만 용접이 Cu가 더 높아 열전도에 의해 Al시편을 용융시킬 수 있고 또한 Al시편을 상판으로 하였을시 Cu를 용융시킬 수 없기 때문에 시편의 배치는 모두 Cu시편을 위로 하여 실험을 진행하였다.

Fig. 2로부터 Cu-Al 접합부 경계면에 금속간 화합물층이 발생하여 존재하고 있는 것을 알수 있으며 일반적으로 금속간 화합물은 각각의 모재보다 매우 취성이므로 용접부에 좋지 않은 결과를 미친다.

EDX결과로부터 Cu와 Al성분이 모두 함유되어 반응하는 층이 비교적 두꺼운 두께로 존재하는 것을 분명히 볼 수 있는데 이 층은 용접속도가 감소할수록 즉, 입열이 증가하게 될 수록 두껍게 형성된다.

EDX spot analysis로 정량분석을 한 결과 금속간화합물층은 Cu와 Al의 접합면을 경계로 하여 크게 2개층으로 나뉘어짐을 알수 있다. 즉 접합면의 상부에 형성되는 Cu쪽의 금속간화합물은 62.98 wt.% Cu와 36.60 wt.% Al(41.76 at.%Cu - 57.15 at.% Al)의 성분비를 나타내고 있으며 Al쪽의 금속간화합물은 40.20 wt.% Cu와 59.08 wt.% Al(22.07 at.%Cu - 76.40 at.% Al)의 성분비를 나타내고 있다.

용접속도가 점차 감소함에 따라 금속간 화합물층의 두께가 증가함을 확인하였으며 DC150A의 용접전류에서 용접속도 10mm/sec이하에서는 입열량의 감소에 따라 충분한 용접이 이루어지지 않았다.

용접한 시편들의 용접속도에 따른 재질별, 두께별 인장시험 결과를 Fig. 4에 정리하여 도시하였다.

인장시험결과 중 한 시험편의 예를 Fig. 3에 도시하였는데 그래프의 종축의 S(N/mm)는 응력단위가 아니라 시험편의 최고 인장강도를 시험편의 폭으로 나눈 단위이며 이것은 실험에

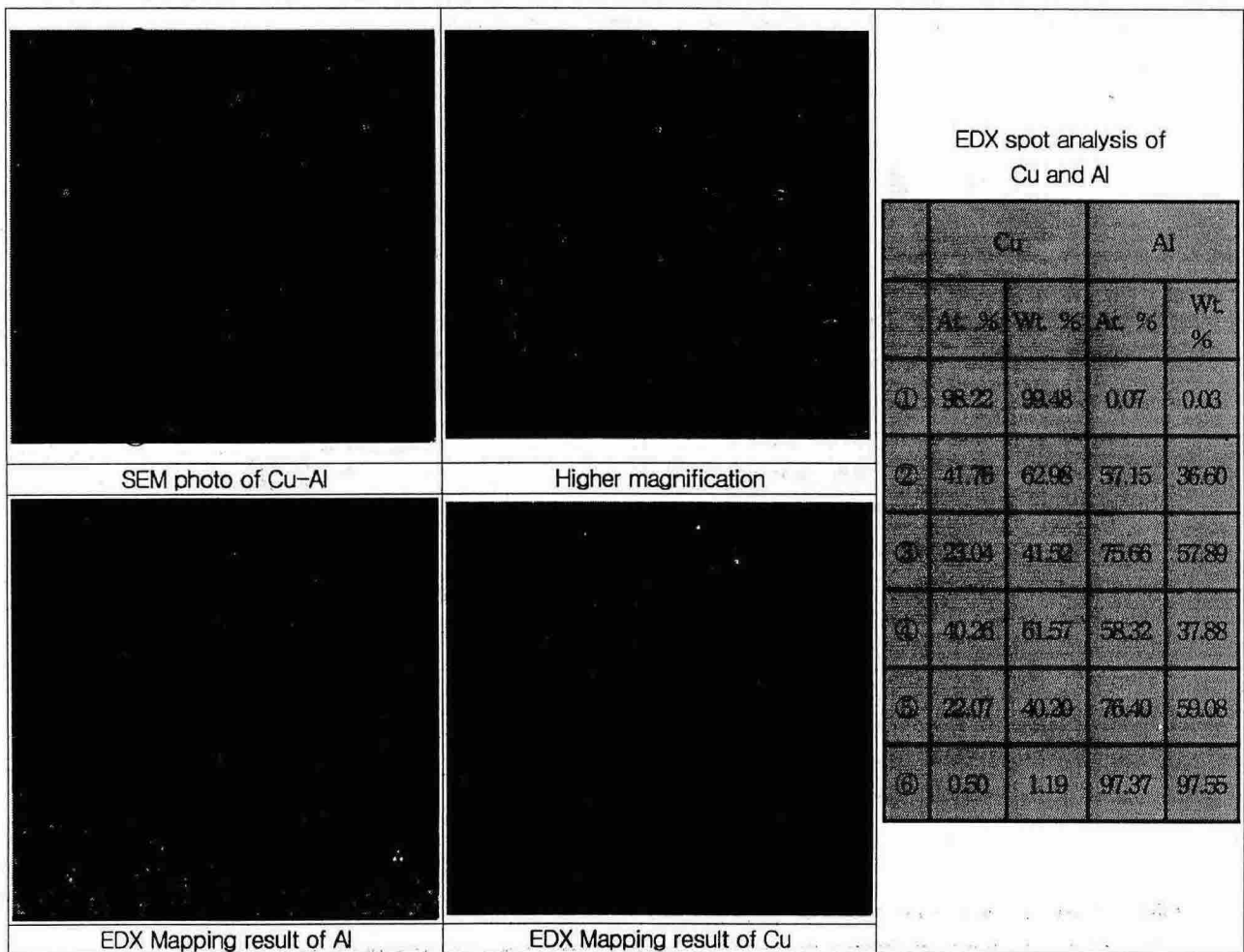


Fig. 2 SEM photo of Cu-Al lap joint and EDX area mapping results

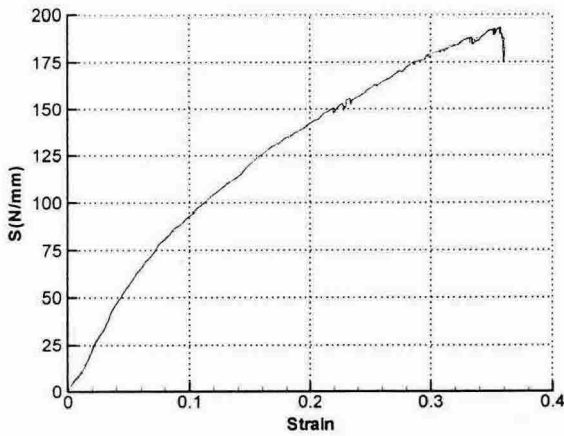


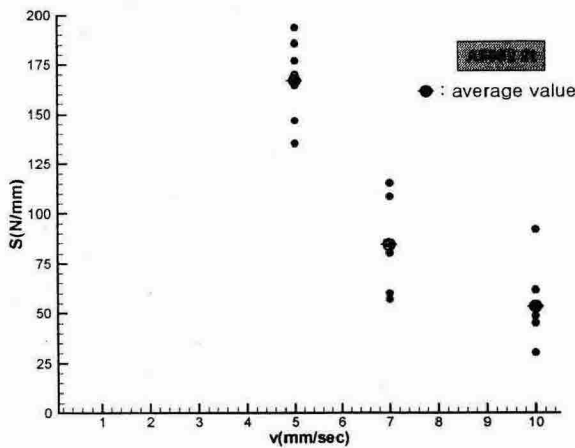
Fig. 3 Example of tensile test of Cu-Al lap welded joint.

사용된 Al시편의 두께가 1mm와 2mm의 두 종류이지만 Cu-Al의 이종재질간 lap joint의 접합이 성분이 동일한 용융금속에 의한 것이 아니라 금속간 화합물층에서 이루어지고 있으

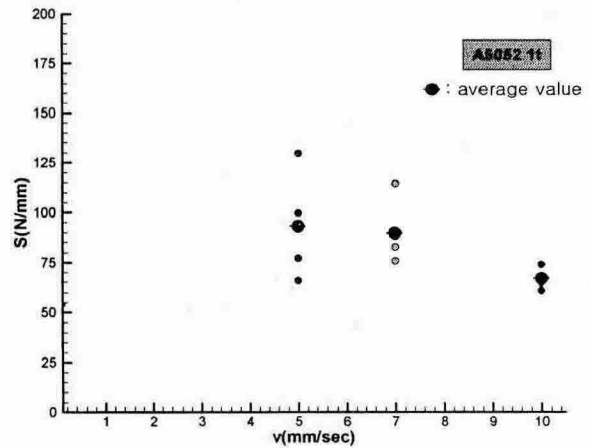
므로 시험편의 폭 길이로 인장강도를 나누어 그 결과를 비교하였다. 인장강도의 증가에 따라 변형이 비례하여 증가하고 있으며 두께 2mm의 A5052합금과 Cu의 접합시 주어진 실험조건에서 가장 용접속도가 낮은 조건인 용접속도 5mm/sec의 경우 가장 큰 인장강도를 나타내고 있다.

즉 Cu-Al의 이종재질간 접합에서 접합강도는 모재의 강도에 비례하여 증가하고 있으나 TIG용접의 경우 접합강도는 알루미늄의 모재강도에 미치지 못하고 있다.

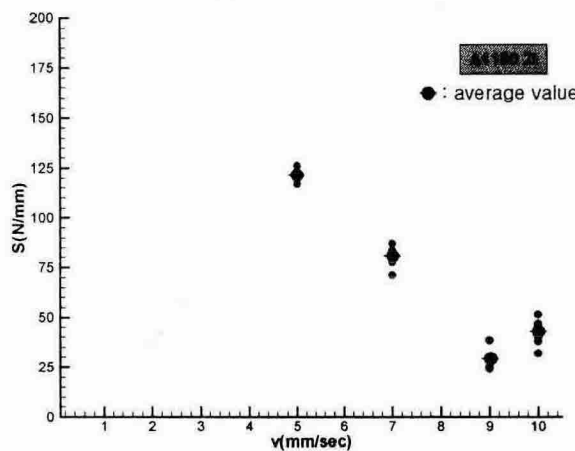
금속간화합물은 이종재질간 접합에서는 용접법의 종류에 무관하게 발생할 수밖에 없으며 접합강도를 저하시키는 가장 큰 원인이 된다. SEM분석을 통하여, 본 실험에서의 각 재질 및 두께별 조합의 경우에서 금속간화합물층의 두께는 용접속도가 증가할수록 감소하는 것을 볼 수 있었지만 접합강도는 금속간화합물층의 감소에 따라 증가하는 것이 아니라 오히려 강도가 감소하는 결과를 나타내었다. 접합면적이 동일한 경우라면 접합강도는 금속간화합물층의 감소에 따라 증가할 것으로 예상되지만, 본 실험에서의 TIG용접에서는 열전도도가 큰 Cu시편 쪽에 입열이 이루어지고 용접속도가 감소함에 따라 용융지의 증가가 두드러지게 된다.



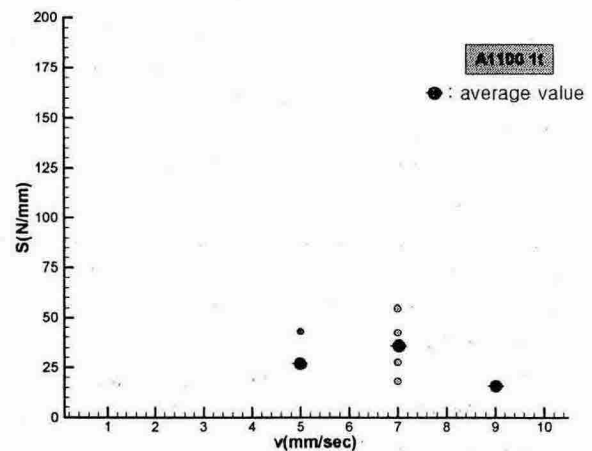
(a) 1.2t Cu - 2t A5052



(b) 1.2t Cu - 1t A5052



(c) 1.2t Cu - 2t A1100



(d) 1.2t Cu - 1t A1100

Fig. 4 Tensile test results of Cu-Al lap joint welded specimens

즉 열전도에 의한 접합에서는 금속간화합물층의 두께를 최소화함으로써 접합강도가 향상되는 효과보다 접합면적의 증가로 인해 접합강도에 미치는 영향이 크다는 것을 알 수 있다.

2003년 10월 일 원고 접수
2003년 10월 일 최종 수정본 채택

4. 결 론

이상과 같은 연구에서 얻어진 결과는 아래와 같다.

1) TIG용접에 의해 Cu-Al lap joint 용접시 Al을 상판으로 하는 경우, 접합이 매우 곤란하였으나 Cu를 상판으로 하여 입열하는 경우, 열전도에 의해 아래판의 Al시편을 용접이상으로 승온시켜 비교적 쉽게 접합이 가능하였다.

2) Cu-Al의 이중 금속의 TIG용접시 접합면에 형성되는 금속간 화합물층의 두께는 용접속도를 변화(입열량 조절)함에 따라 조절할 수 있었다.

3) 이중재질접합부의 접합강도는 모재의 인장강도에 비례하며 열전도에 의한 용접에서는 접합면의 증가로 인한 접합부의 인장강도향상에 미치는 영향이 금속간화합물층의 두께조절에 의한 영향보다 더 크다.

후 기

본 연구는 2002년도 두뇌한국 21사업에 의하여 지원되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- K. SURESH KUMAR, G. PHANIKUMAR, P. DUTTA and K. CHATTOPADHYAY(2002), "Microstructural development of dissimilar weldments: case of MIG welding of Cu with Fe filler", Journal of Material science, vol 37, pp 2345-2349
- HIRAGA Hitoshi, FUKATSU Ken-ichi, OGAWA Kohsaku, NAKAYAMA Mitsuru and MUTOH yoshiharu(2001), "YAG Laser Welding of Pure Titanium to Stainless Steel", Vol.19 No. 4, pp 717~726
- Shizuo Mukae, Mitsuaki Katoh Kazumasa Mishio and Kyouichi Araki(1989). "Development of Eutectic and Change of Hardness of TIG Welding Metals of Al-Cu Alloys", Vol. 27, No. 12, pp 18~25
- Seihi KATAYAMA, Masami MIZUTANI and Akira MATSUNAWA(1992), "Laser Welding of Aluminum and Steel", IIW Doc. IV-814-02, pp1~5
- Hongwei Shen and Mool C. Gupta(2001), "YAG Laser Welding of Copper to Stainless Steel", ICALEO2001