

전자기기 케이스를 위한 마그네슘 판재 스티드 용접 기술에 관한 연구 A study for CD stud welding of Magnesium alloy for electric device case

이목영*, 류충선*, 장웅성*, 최상운**

* 포항산업과학연구원(RIST) 용접센터

** 포스코 마그네슘사업부

ABSTRACT Magnesium sheet used in electrical device due to mobility and EMF shielding characteristics. Magnesium case by press forming was advantageous compare with conventional die casting process, because of its thin gauge of wall and surface quality. But it need to makes the boss to fix inner part or assemble the case. CD stud welding was effective way for joining the boss to the thin gauge case of the electrical devices. In this study, we investigated the performances of the magnesium boss welder. To measure the process parameters such as the force and the weld current, we design the monitoring system for CD stud welding. We test the characteristics of CD stud welding for AZ31 sheets at some variables. Finally we select the optimum welding range of magnesium sheets in CD stud welding process.

1. 서 론

"Digital Nomad" 열풍에 따라 최근 각종 휴대용 전자기기의 수요가 증가하고 있다. 휴대용 전자기기는 무게가 가벼우면서도 충격에 강해야 한다. 마그네슘은 실용금속중에서는 가장 가벼우면서도 육방조밀형 결정구조를 갖기 때문에 단단한 소재이다. 가령 알루미늄으로 제조된 휴대폰, 디지털카메라, 노트북 등의 케이스는 작은 충격에 쉽게 찌그러지는 단점이 있으나, 마그네슘 케이스는 쉽게 변형이 되지 않는다.

전자기기 케이스는 주로 다이캐스팅에 의하여 제조되고 있으나, 두께감소의 한계 특히 코너부위, 기공 등 외관불량 등의 한계점이 지적되고 있다. 이러한 재처리 공정으로 인하여 중국 대비 경쟁력이 약화되고 있는 상황이다.

이에 반하여 마그네슘 압연판재의 프레스 성형에 의한 전자기기 케이스 제조기술은 소재제조기술, 성형기술, 부품용접/접합기술 등 기술집약형 고부가가치 산업으로 경쟁력 유지가 가능한 산업이다. 특히 포스코에서 세계 최초로 박판주조 및 압연에 의한 마그네슘 코일 생산기술을 확보하여 이 판재를 이용한 부품제조산업은 높은 경쟁력 확보가 예상된다.

마그네슘 판재의 성형에 의하여 전자기기 케이

스를 제조하기 위해서는 회로기판, 내장부품 등을 고정하기 위한 보스 형성이 요구된다. 그러나 마그네슘은 소성변형이 어려우므로 용접에 의하여 보스를 형성해야 한다. 일반적으로 보스 용접에는 스티드 용접 공정이 적용되고 있는데, 전자기기 케이스 등과 같은 얇은 판재에 보스를 용접하기 위해서는 간극이 있는 콘덴서 방전형 스티드(CD stud) 용접 공정이 적합하다. 그러나 박판 비철소재에 대한 스티드 용접에 관한 연구는 거의 이루어지고 있지 않은 실정이다.

본 연구에서는 두께 1.0mm 이하의 마그네슘 판재에 보스를 용접하기 위한 기술에 관하여 서술하였다. Gap CD stud 용접 장치의 공정변수 특성에 대하여 조사하고 적정 용접 조건을 선정하여 성능이 우수한 마그네슘 스티드 용접장치 개발 및 이를 이용한 부품실용화에 도움을 주고자 하였다.

2. 사용재료 및 실험방법

2.1 사용재료

본 실험에서는 단조형 마그네슘 합금중에서 가장 널리 사용되고 있는 AZ31B 합금을 사용하였다. 이 소재는 모합금을 용해한 후, 쌍롤주조기를 사용하여 두께 4mm 가량의 박슬라브로 주조하

고, 온간에서 두께 1.0mm 이하로 압연하여 조직이 매우 미세한 소재이다. 표 1에 실험에 사용된 소재의 화학조성 및 기계적 특성을 나타내었다.

Table. 1 Chemical compositions and mechanical properties of AZ31B.

Chemical composition (weight)(%)						
Material	Al	Zn	Mn	Cu	Si	Mg
AZ31B-H24	3.18	1.02	0.30	0.03	0.02	Bal.
Mechanical properties						
Material	Tensile Strength(MPa)	Elongation (%)	Yield Strength(MPa)			
AZ31B-H24	220	15	160			

2.2 실험방법

본 연구에서 사용된 용접기는 스프링 가압방식의 gap CD stud 용접기 이었으며, 그림 1에 용접장치의 외관을 나타내었다. 스테드는 모재와 동일한 재질을 사용하였으며, 공정변수로는 충전전압, 모재와 스테드 핀의 간극 및 스트로크 등을 변화시켰다. 표 2에 실험에 사용된 용접조건을 나타내었다.

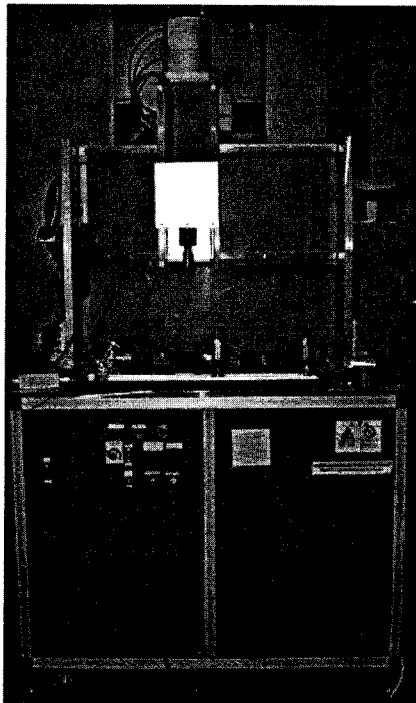


Figure 1 Gap CD stud welder

Table 2 Variables for stud welding test

재질	직경	충전전압 (V)	Gap (mm)	Stroke (10mm)
AZ31	3~6mm	30~80	2~8	2~10

용접상태를 조사하기 위하여 트로이드 코일에 의하여 전류를 측정하는 weld checker를 사용하여 용접전류를 측정하였으며, 압전센서를 이용한 압력측정장치를 이용하여 압력을 측정하였다. 또한 고속카메라를 사용하여 용접현상을 관찰하였다.

접합부 내부의 상태를 조사하기 위하여 스테드 용접부 단면에 대한 조직시험을 하였다. 스테드 용접부 샘플을 채취하여 resin 마운팅을 한 후, 연마 및 부식을 시켜서 광학 현미경으로 관찰하였다.

접합부의 기계적 특성을 조사하기 위하여 최대 용량 50kgf의 로드셀을 사용하여 인장강도를 측정하였으며, 최대용량 1,000mm-kgf의 토크셀을 사용하여 비틀림 강도를 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

그림 1은 보스 직경 4mm 및 소재 표면과 보스 핀의 간극 2mm인 경우의 충전전압 증가에 따른 용접부 표면상태를 나타낸 것이다. 사진에서 중앙의 흰 부분이 실제 접합이 이루어진 부분이며, 사진 주위의 연소흔적은 용접과정중에서 발생한 아크플라즈마에 의하여 발생한 것이다. 이러한 연소흔적은 종이 등으로 쉽게 제거가 되었다. 충전전압에 비례하여 용접부 직경은 증가하는 경향을 보였다.

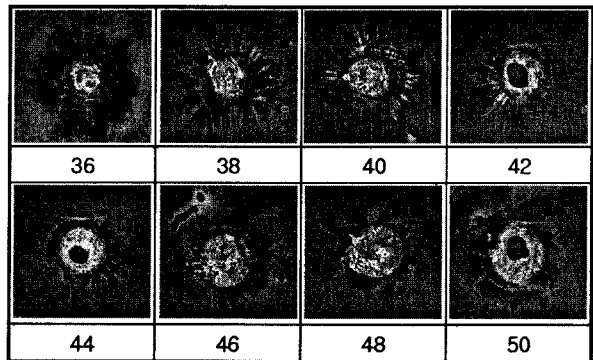


Figure 2 Appearance of stud weldment

그림 3은 소재표면과 핀의 간극 및 충전전압에 따른 용접부 강도를 나타낸 것이다. 충전전압에 비례하여 용접부 강도는 증가하는 경향을 보여주었으나, 충전전압이 높은 경우에는 스파터의 발생에 의하여 용접부 강도가 다소 감소하였다. 소재와 핀의 간극이 증가하면 보스에 작용하는 압력이 증대하여 적정용접범위는 높은 전압측으로 이동하였으며, 강도도 다소 증가하였다.

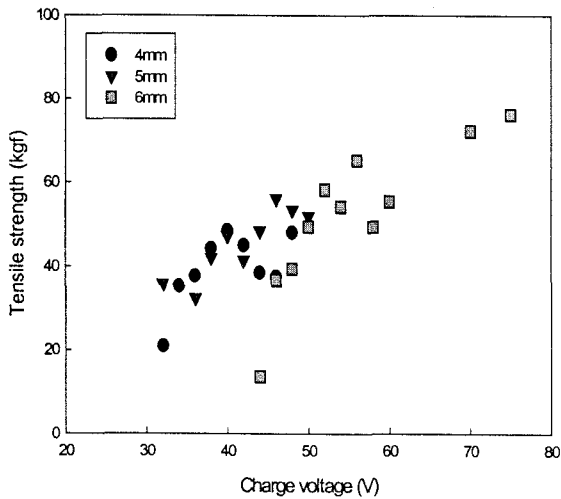


Figure 3 Tensile strength change according to charge voltage

그림 4는 소재표면과 핀의 간극 및 충전전압에 따른 보스 용접부 비틀림 강도를 나타낸 것이다. 인장강도와 유사하게 비틀림강도 역시 충전전압에 비례하여 증가하는 경향을 보여주었으며, 충전전압이 높은 경우에는 스패터의 발생에 의하여 비틀림 강도가 다소 감소하였다. 소재와 핀의 간극이 증가하면 보스에 작용하는 압력이 증대하여 적정용접범위는 높은 충전전압측으로 이동하였으며, 강도도 다소 증가하였다.

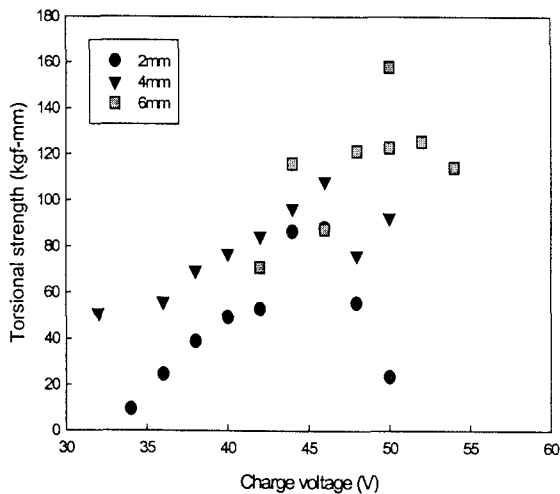


Figure 4 Torsional strength change according to charge voltage

그림 5는 마그네슘 보스 용접부 단면조직을 충전전압에 따라 나타낸 것이다. 충전전압이 낮은 35V인 경우, 보스와 소재 사이의 용접이 부족하

였으나, 그 이상의 충전전압에서는 대체로 양호한 용접부를 형성하였다. 그러나 대부분의 조건에서 용접부내부 기공이 발생하였으며, 일반적으로 스테드 용접에서 이러한 내부 기공은 방지가 어려운 것으로 알려졌다.

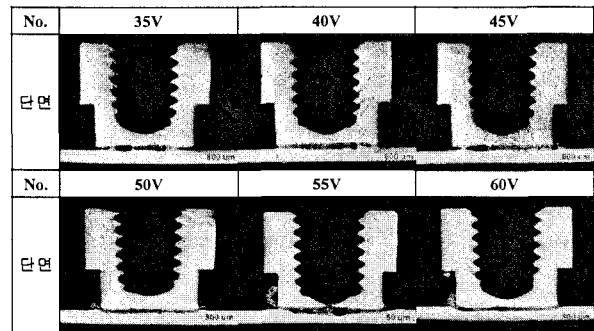


Figure 5 Cut views of magnesium boss weld

그림 6은 간극이 있는 CD 스테드 용접에 의하여 두께 0.6mm 마그네슘 성형판재에 직경 4mm의 보스를 용접한 샘플의 외관을 나타낸 것이다. 용접직후에는 연소흔적이 발생하였으나, 쉽게 제거가 되었다. 인장시험시 파단은 주로 모재에서 발생하여 용접부 강도는 모재와 유사한 수준이었다.

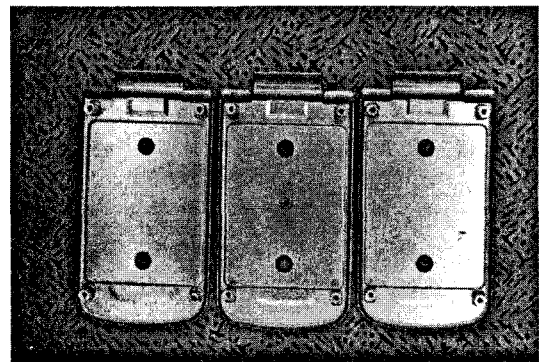


Figure 6 Boss welded sample (cellular phone case)

4. 결 론

박판주조 및 온간압연에 의하여 제조된 마그네슘 합금 AZ31B 판재에 대한 간극이 있는 CD 스테드 용접시험 결과는 다음과 같다.

- 1) 용접부 주위에는 아크플라즈마에 의한 연소흔적이 발생하였으나, 쉽게 제거가 되었다.
- 2) 보스용접부 인장강도는 충전전압에 비례하여 증가하였으며, 파면상의 용접부 면적은 충전전압에 비례하여 증가하였다.

3) 충전전압이 적정한 경우 파단이 모재에서 발생하여 마그네슘 보스 용접부 강도는 모재와 유사한 수준으로 판단되었다.

4) 용접부 인장강도와 유사하게 비틀림 강도 또한 충전전압에 비례하여 증가하였다.

5) 소재와 핀의 간극이 증가하면 적정한 용접부 형성을 위하여 상대적으로 많은 입열량을 필요로 하였으며, 용접부 강도는 다소 증가하였다.

7) Gap CD stud 용접에 의하여 마그네슘 판재 성형 휴대폰 케이스를 성공적으로 제조하였다.

참 고 문 헌

1. AWS: Welding Handbook, Vol.2, 1991, 299-327
2. ASM Handbook Committee: ASM Handbook, Vol.6, 1993,
3. Hyun-Seok Oh and Choong-D. Yoo: Analysis of CD stud welding process and defects, Journal of KWS, Vol.24, No.3 2006, pp.34-48