

국부 표면개질된 알루미늄 합금 판재의 성형성

이창길^{1#} · 김성준¹ · 이태호¹ · 박신상¹ · 한흥남²

Formability of Locally Surface-Modified Aluminum Alloy Sheets

C. G. Lee, S. J. Kim, T. H. Lee, S. S. Park, and H. N. Nam

Abstract

Surface friction welding (SFW) is a newly developed technology for joining thin metal sheets, which utilizes friction between tool and weldment. In the present study, the 5052 and 1050 Al sheets were locally surface-modified using SFW technology. Formability of the locally surface-modified sheets was superior to that of the parent material. Yield or tensile strengths of the locally surface-modified specimens were lower than those of the parent material, but elongations of the locally surface-modified specimens were higher than that of the parent material.

Key Words : Surface Friction Welding, Locally Surface-Modify, Aluminum Alloy Sheet, Formability

1. 서론

최근 두께가 얇은 금속 박판재를 고상접합할 수 있는 표면마찰용접(Surface Friction Welding, 이하 SFW) 기술이 한국기계연구원(KIMM)에서 제안되었다¹⁾. SFW 기술에서는 접합재 내부로 삽입되는 pin이 없는 접합용 공구와 접합재와의 마찰을 이용한다. 따라서, 접합용 공구와 접합재의 접촉면에서 마찰이 발생하며, 접합용 공구의 회전으로 인한 소성유동이 접합재의 내부로 침투하여 접합된다. 이 과정에서 접합부 내부는 결정립이 미세화 되는 등의 미세조직의 변화와 함께 기계적 특성이 변화된다.

한편, 전기자동차 등 미래형 자동차에서는 차체의 경량화 목적으로 차체 및 새시 부품에 알루미늄 합금, 특히 5000계 알루미늄 합금과 같은 가공경화형 합금이 많이 사용될 것으로 전망된다. 석출경화형 알루미늄 합금의 경우에는 부품의 성형 후 시효처리 과정에서 변형이 유발될 가능성이 매우 높은 반면, 가공경화형 합금은 성형 후의 열처리가 필요치 않기 때문에 변형이 발생하지

않는다. 그러나, 알루미늄 합금 자체의 성형성이 비교적 열악하기 때문에 자동차에 폭 넓게 적용되기 위해서는 부품의 성형시 변형과 응력이 집중되는 부분의 성형성을 국부적으로 향상시킬 수 있는 방법이 필요하다. 이에 본 연구에서는 SFW 기술을 활용하여 알루미늄 합금 판재의 성형성을 향상시킬 수 있는 가능성에 대해서 조사하였다.

2. 실험 방법

SFW 기술을 이용하여 국부 표면개질(locally surface-modified, 이하 LSM)된 5052 및 1050 알루미늄 합금 판재와 동일한 공급상태(as-received, 이하 AR) 판재에 대하여 LDH(limited dome height) 시험을 실시하였다. LDH 시험은 직경 101.6mm 펀치를 사용하여 펀치속도 분당 2mm로 무운활 조건에서 실시하였다. 시편의 크기는 길이 210mm, 폭 120mm이며, 판재의 압연 방향과 시편의 길이 방향이 일치하도록 가공하여 사용하였다. 또한 국부 표면개질 부위에서 gage부 길이 25mm, gage부 폭 6.3mm 인장시편을 채취, 인장시험을 하였다.

1. 한국기계연구원 환경재료연구센터

2. 서울대학교 재료공학부

cglee@kmail.kimm.re.kr

3. 실험 결과

그림 1에 두께 1.5mm 5052 알루미늄 합금판재의 LDH 시험 결과를 정리하여 나타내었다. 그림 1에서 5φ LSM의 표기는 지름 5mm의 접합용 공구를 사용하여 국부 표면개질된 판재를 나타내며, 이는 다른 국부 표면개질 판재에도 동일하게 적용된다. LSM 판재들의 LDH 값이 AR 판재보다 높으며, 표면개질에 사용된 공구의 지름이 증가할수록 LDH 값도 증가한다.

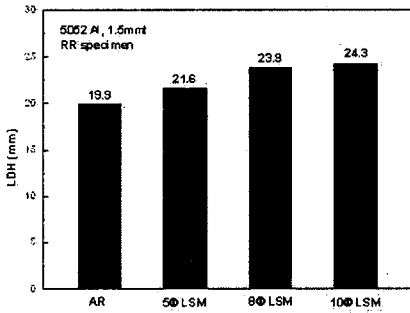


Fig. 1 LDH values of the 5052 Al AR and LSM specimens.

그림 2는 두께 1.0mm 1050 알루미늄 합금판재의 LDH 시험 결과이다. 그림 1과 마찬가지로 LSM 판재의 LDH 값이 AR 판재보다 20% 가량 증가하였음을 볼 수 있다.

그림 3은 5052 알루미늄 LSM 판재의 국부 표면개질 부위와 AR 판재에서 채취한 시편을 인장하여 얻어진 진응력-진변형율(true stress-true strain) 곡선이다. 그림 3에서 LSM 시편의 항복응력과 인장응력은 AR 시편보다 낮으나 균일변형율은 크게 증가하였다. 특히, 균일연신 구간에서 LSM 시편이 AR 시편보다 변형율을 증가에 따른 가공경화가 활발하게 진행되는 것을 볼 수 있다.

그림 1~3의 결과는 SFW를 이용한 국부 표면개질에 의해 성형성이 향상되며, 이를 활용하여 부품 성형시 응력과 변형이 집중되는 부위를 성형 전에 적절하게 국부 표면개질하면 파단의 발생을 억제하면서 용이하게 성형할 수 있음을 보여 준다.

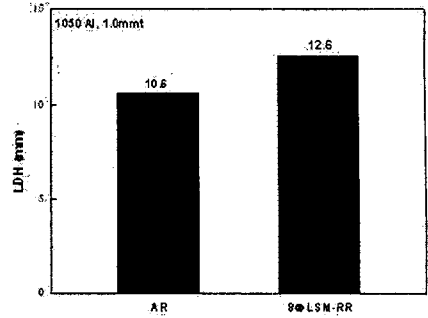


Fig. 2 LDH values of the 1050 Al AR and LSM specimens.

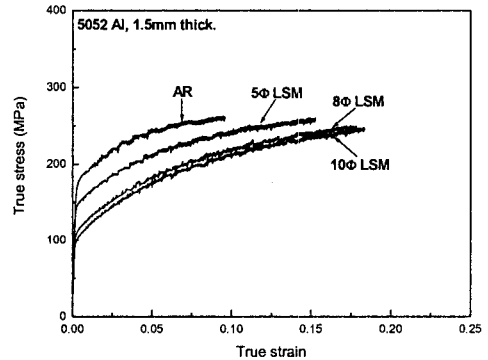


Fig. 3 True stress-true strain curves of the 5052 Al AR and LSM specimens.

4. 결론

표면마찰용접법을 이용하여 국부 표면개질된 알루미늄 합금 판재는 모재보다 높은 성형성을 가지며, 이는 국부 표면개질 영역이 외부 응력에 대하여 많은 변형을 수용할 수 있기 때문이다.

후기

본 연구는 산업자원부의 21세기 프론티어연구 개발사업의 일환인 '차세대 소재성형 기술개발 사업단'의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

참고 문헌

- (1) 한홍남, 이창길, 김성준, 2003, "박판접합용 표면이동 마찰용접 방법", 대한민국 특허, 출원중, 2003-68113.