

마찰교반접합한 5052 알루미늄합금의 미세조직 및 기계적 특성

Microstructure and Mechanical Properties of Friction Stir Welded 5052 Aluminum Alloy

심성범*, 박동환*, 권용재**, 변재원**, 이광학**

* 울산대학교 자동차·선박기술대학원

** 울산대학교 첨단소재공학부

1. 서 론

알루미늄합금과 마그네슘합금을 중심으로 한 경량고속재료를 자동차 등과 같은 운송기기에 적용하면, 운송기기의 경량화 및 소비에너지의 절감이 기대되므로, 이들 재료에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 한편, 다양한 산업분야에의 적용을 고려하면 이들 재료에 관한 접합 및 용접 기술에 관한 연구·개발 역시 매우 중요하다.

최근, 이러한 경량고속재료의 접합방법으로서 주목을 받고 있는 기술 중의 하나가 재료의 소성유동을 이용하는 고상접합법인 마찰교반접합법(Friction Stir Welding; FSW)이다.

따라서 본 연구에서는, 많은 산업분야에서 적용이 기대되고 있는 알루미늄합금에 마찰교반접합법을 적용하여, 접합조건이 접합부특성에 미치는 영향을 조사하였다.

2. 실험방법

Fig. 1 에 본 연구에 있어서의 실험방법을 도식적으로 나타내었다. 피접합재로서는, 길이 200 mm, 폭 30 mm, 두께 2 mm의 A5052P-O 알루미늄합금 판재를 사용하였다. 마찰교반용 공구는 Shoulder 부의 직경이 10 mm 이었으며, Probe 의 형상은 M4 의 원나사로 길이가 1.7 mm 이었다. 그리고 접합용 공구의 재질은 담금질한 SKD61 공구강이었다.

마찰교반접합은, 공구의 이동속도를 100 mm/min 로 일정하게 유지하고, 회전속도를 500

에서 3000 rpm 까지 변화시켜 행하였다. 공구의 회전은 시계방향으로 하였고, 이동방향은 모재의 압연방향에 수직한 방향, 즉 모재의 길이방향과 일치시켰다. 이때, 전진각은 3°로 하였다.

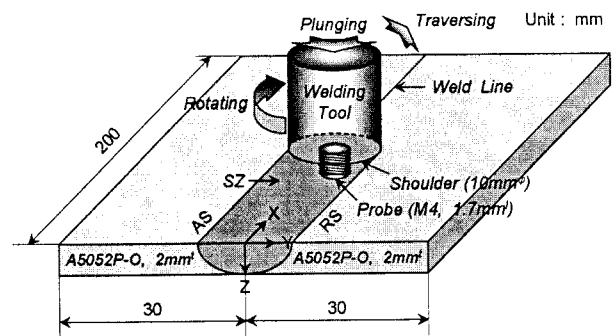


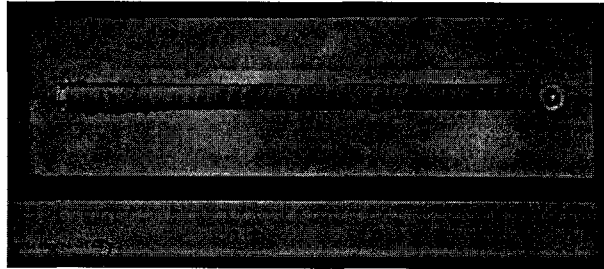
Fig. 1 Schematic illustration of the basic principle of the friction stir welding (FSW) in the present research. The friction-stir-welded zone, the advancing side and the retreating side are labeled SZ, AS and RS, respectively. And then, X, Z and Y represent the tool traverse direction, the tool rotation axis direction and the rolling direction of base metals, respectively.

3. 실험결과 및 고찰

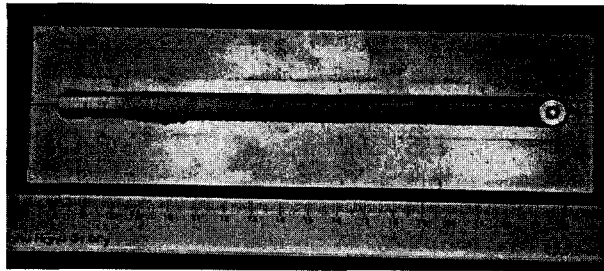
3.1 접합체의 외관형상

Fig. 2에 각각의 공구회전속도에 있어서의 접합체의 형상을 나타내었다. 500 rpm의 경우에는 접합부 표면에서 물결무늬의 모양이 관찰되었지만,

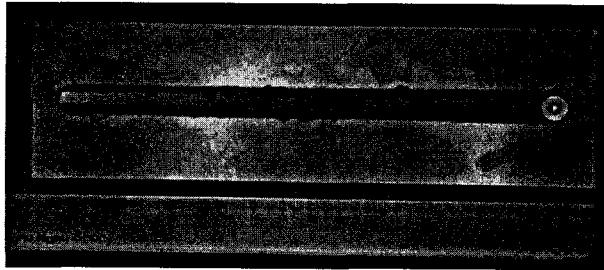
1000 rpm 이상에서는 관찰되지 않았다. 그러나, 모든 조건에 있어서 육안으로 관찰할 수 있을 정도의 결함은 관찰되지 않고 비교적 건전한 접합체가 얻어졌다.



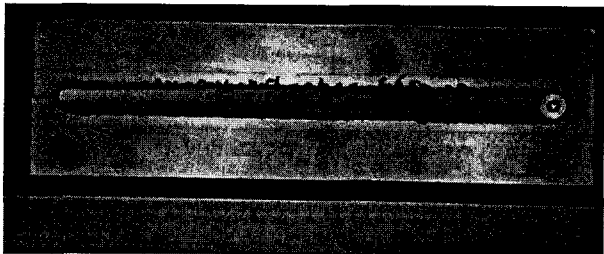
500rpm



1000rpm



2000rpm



3000rpm

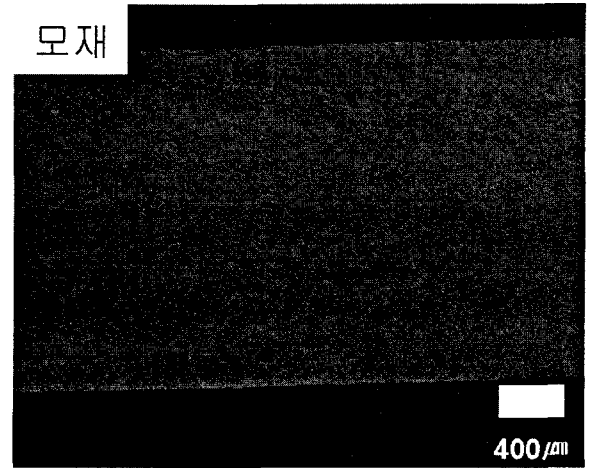
Fig. 2 Appearances of the friction-stir-welded specimens.

3.2 접합부의 미세조직

Fig. 3에 접합시편을 공구의 이동방향에 수직인 방향으로 절단한 단면의 미세조직을 나타내었다. 접합부의 중앙에서는 Onion Ring조직이 형성되었으며, 모재에 비하여 접합부의 결정립이 미세화된 것을 알 수 있다.

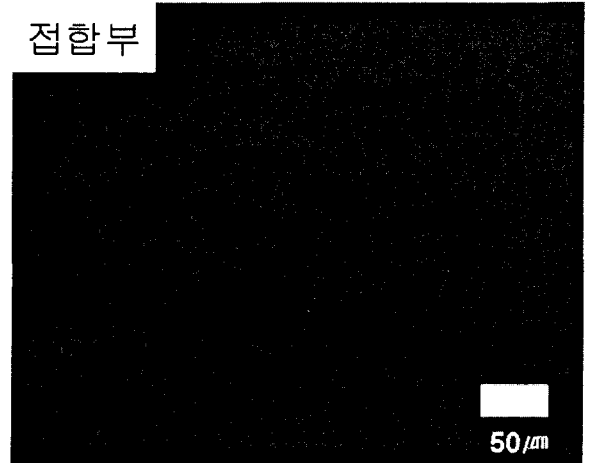


모재



400/μm

접합부



50/μm

Fig. 3 Optical micrographs of the cross-section perpendicular to the tool traverse direction of the friction-stir-welded specimen.

3.3 접합체의 인장강도

Fig. 4에 접합체의 인장강도를 나타내었다. 여기에서, 점선은 모재의 인장강도를 나타낸다. 공구의 회전속도 3000 rpm에서는 인장시험편의 접합부에서 파단이 일어났으며, 모재보다 낮은 인

장강도값을 나타내었다. 그러나, 공구의 회전속도 2000 rpm 이하에서는 모재부의 강도와 유사한 값을 나타내었으며, 인장시험편의 모재부에서 파단이 일어났다.

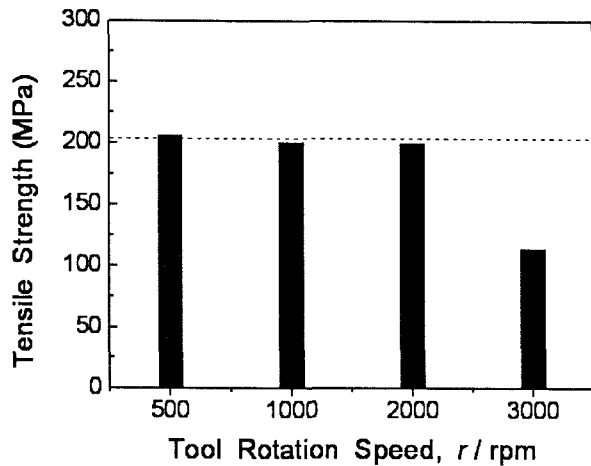


Fig. 4 Tensile strength of the friction-stir-welded specimens.

4. 결 론

1. 모든 조건에 있어서 접합부에서는 육안으로 관찰할 수 있을 정도의 결함은 관찰되지 않았다. 500 rpm의 경우에는 접합부 표면에서 물결무늬의 모양이 관찰되었지만, 1000 rpm 이상에서는 관찰되지 않았다.
2. 접합부의 중앙에서는 Onion Ring 조직이 형성이 관찰되었으며, 접합부의 결정립이 모재에 비하여 미세화되었다.
3. 인장시험의 결과, 3000 rpm에서는 접합부에서 파단이 일어났으며, 모재보다 낮은 인장강도값을 나타내었다. 그러나, 공구의 회전속도 2000 rpm 이하에서는 모재부에서 파단이 일어났으며, 모재부의 강도와 유사한 값을 나타내었다.