

스핀들 속도에 따른 Al7075-T6 의 마찰용접효율 분석

Characteristics of the friction welding efficiency of Al7075-T6 according to the variable spindle speed

강희용† · 이일택* · 김현식* · 최남령* · 홍동표*

Heeyong Kang, Iltaek Lee, Hyunsik Kim, Namyoung Choi and Dongpyo Hong

1. 서 론

마찰용접은 회전하거나 상대운동을 하는 공작물 사이에 가압력을 주어 마찰열을 발생시키고, 이때의 소성 유동(plastic flow)에 의한 금속의 확산이동과 단점의 원리로 금속을 접합하는 방법이다. 이 방법에서는 적어도 반자동화된 공작기계를 이용하여 회전수, 마찰압력, 마찰시간, 업셋 길이 등을 제어하기 때문에 용접의 재현성 및 신뢰성이 높고 용접 사이클이 짧아 경제적이다. Al7075-T6 알루미늄 합금은 높은 비강도를 가지며, 절삭성 및 내부응력에 대한 내식성, 연신율 등이 우수하여 경량화가 요구되는 항공기 및 자동차의 기계구조용재, 단조재 등에 많이 사용되는데 이러한 알루미늄 합금은 용접 시 산화물과 기공의 형성뿐만 아니라 용접크랙에 민감하기 때문에 종래의 용융용접으로는 접합하기 상당히 난해하다. 이에 본 연구에서는 마찰용접에 사용되는 스펀들 속도, 업셋 압력의 변화에 따른 Al7075-T6 알루미늄 합금의 용접특성을 분석하였으며 용접효율을 평가하기 위하여 인장시험을 이용하였다.

2. 실험재료 및 실험 방법

2.1 Al7075의 개요

Al7075-T6 알루미늄 합금은 알루미늄, 마그네슘, 구리, 아연 등의 합금으로 현재 알루미늄 중에서 가장 우수한 강도를 지니는 재료 중 하나이며 높은 응력을 받는 곳에 쓰일 수 있는 재료이다. Al7075-T6 합금은 우수한 피로강도를 가지며 절삭성능

좋고 높은 인장강도(509MPa) 성질로 인하여 배, 자동차, 항공 등의 수송산업에 널리 이용되고 있다. 또한 가볍고 강하기 때문에 스포츠용품의 부품으로 많이 쓰인다. 여기서 T6는 열처리의 방법으로 합금 재료를 용체화 처리 후 인공시효경과 처리를 한 값을 나타내고 있다.

Table 1 The chemical composition of Al7075-T6

Chemical compositions (wt.%)							
Al	Mg	Si	Mn	Cr	Cu	Fe	Zn
Balance	1.2	1.3	1.0	0.2	0.1	0.5	0.2

2.2 실험 방법

Figure 1은 마찰용접 기계의 개략도 이다.

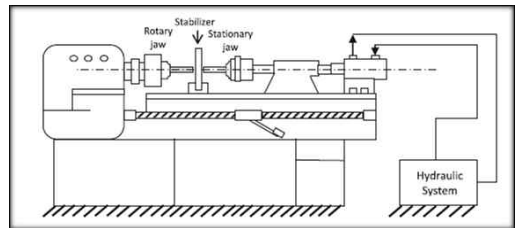


Figure 1 Schematic image of friction welding machine

마찰용접 재료로 사용 된 하나의 봉이 회전 척에 고정되고 다른 봉은 맞은 편 고정 척에 장착된다. 이 봉들이 접촉하면서 표면에서 마찰과 열이 발생한다. 두 부분은 일정 시간 동안 1차 마찰 압력 (Friction pressure, P1)에 의해 마찰된 다음, 2차 업셋 압력 (Upset pressure, P2)로 증가된다. P1에서 줄어든 길이는 1차 업셋 길이, P2에서 줄어든 길이는 2차 업셋 길이이다. 마찰용접 조건은 사전 기초 연구를 통하여 얻은 마찰압력 40MPa, 업셋 압력 60 MPa로 고정 하였고, 1차 업셋 길이는 시스템의 제한된 능력으로 인해 4mm의 제어 값을 사용하였다. 마찰용접기는 Ujintech 15 DF / SF 모델이며

† 교신저자; 비회원, 전북대학교 기계설계공학부

E-mail : hykang@jbn.ac.kr

Tel : 063-270-2456, Fax : 063-

* 전북대학교 기계시스템공학부

시험편의 길이는 100mm, 지름 25mm의 봉 형태이다. 마찰용접 조건은 Table 2와 같으며 각각의 조건으로 4개 시험편을 제작하였다.

Table 2 Conditions for friction welding

Rotational speed (rpm)	Friction pressure (MPa)	Upset pressure (MPa)
1,000	40	60
2,000		

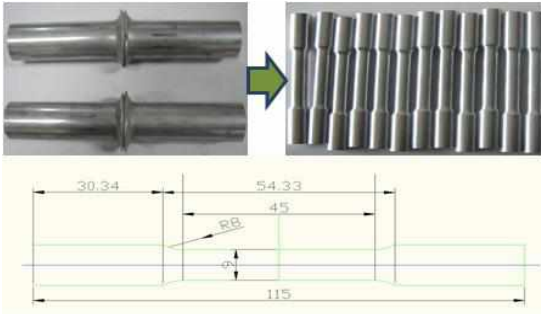


Figure 2 Specimens for friction welding and tensile test

마찰용접 된 시험편은 14일간의 시효경화 기간을 거친 후 Figure 2와 같이 표준 인장시험편으로 가공하였다.

3. 결 론

3.1 인장시험(Tensile Test)

인장시험은 10ton의 최대 안전 하중인 Unitech R & B 시리즈 인장시험기를 사용하였다. 인장시험편의 최대 부하는 510N으로 설정하였다.

Table 3 Results of tensile test

Rotational speed (rpm)	Friction pressure (MPa)	Upset pressure (MPa)	Tensile strength (MPa)	Joint efficiency (%)
1,000	40	60	477	93.7
			429	84.3
			435	85.5
			425	83.5
2,000	40	60	424	83.3
			424	83.3
			403	79.2
			430	84.5

Table 3은 두 회전 속도에 대한 용접 효율을 보여

주며 스피들 속도가 1,000 rpm에서 2,000 rpm으로 증가하면 인장강도는 감소하는 경향을 보였다.

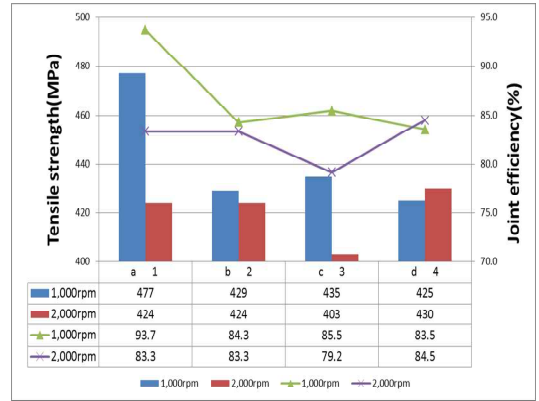


Figure 3 Results of tensile test

최대 인장강도는 스피들 속도 1,000 rpm, 마찰 압력 40 MPa, 업셋 압력 60 MPa에서 477 MPa이다. 접합효율은 순수 Al7075-T6의 인장강도 대비 평균 84.7%의 인장강도를 보였으며, 1,000rpm에서는 평균 86.7%의 접합효율, 2,000rpm에서는 평균 82.6%의 접합효율을 보였다.

본 연구에 있어 알루미늄 합금 Al7075-T6와 Al7075-T6 간의 스피들 속도에 따른 마찰용접 특성은 다음과 같다.

1) 마찰용접 접합 특성은 인장강도를 이용하여 살펴보았으며 만능시험기를 이용하여 인장강도 평가 후 해당 스피들 속도에 따른 마찰용접 변화 특성을 알아보았다.

2) 마찰용접 특성 변수에서 마찰 압력과 업셋 압력은 각 40 MPa, 60 MPa로 고정시켰으며 이는 사전 기초 연구에서 파악된 압력 값이다.

3) 마찰용접 최대 인장강도는 스피들 속도 1,000 rpm, 마찰 압력 40 MPa, 업셋 압력 60 MPa 조건에서 제작된 시험편에서 나타나며 이때 인장강도는 477 MPa로 순수 Al7075-T6 합금 재질 인장강도 대비 93.7% 수준이다.

4) 인장시험 결과 1,000 rpm에서 2,000 rpm보다 평균 4.2% 높은 접합효율을 보였다.

후 기

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행한 연구임 (No.2011-0010316)