

대용량 3상 저주파 AC 용접기의 주파수 변환에 의한 알루미늄합금의 용접성 평가

A study on the weldabilities for Aluminum alloy by change frequency on the large capacity Three-Phase Low Frequency AC Resistance Welder

김 윤 수*, 이 영 매**, 최 상 돈**, 조 상 명***

* 부경대학교 생산가공공학과 대학원, 부산

** (주)매일 정기, 부산

*** 부경대학교 생산가공공학과, 부산

1. 서론

알루미늄합금은 열간 및 냉간 가공성이 우수하며 내부식성이 뛰어나 경량화 재료로 많이 사용되고 있다. 하지만 용접시 저항이 낮고 열전도도 및 비열이 큰 성질 때문에 단시간, 대전류로 용접해야 하는 단점이 있다.

특히 교류 용접에서는 전류의 극성이 바뀔 때마다 전류가 흐르지 않는 휴지시간에 의한 전류의 형태가 용접부의 품질에 영향을 미친다는 연구결과가 보고되고있다.

따라서 본 연구에서는 대 출력의 3상 저주파 교류 저항 용접기를 이용하여 주파수를 변화시켜 용접하였을 때 나타나는 휴지시간의 차이에 의한 알루미늄합금의 용접성을 실험을 통하여 검토하여 보았다.

2. 실험방법

본 실험에 사용한 재료는 알루미늄합금 A5052-H32이고 인장-전단시험을 위해 40(W)×125(L)×2(T)로 제작하여 서로 주파수가 다른 조건(12Hz, 6.6Hz, 3.6Hz)에서 용접시간(약 300ms)을 같게 설정하여 용접을 실시했다. Table 1은 피용접재의 화학성분을 나타내었다. 이때 용접조건은 일본용접협회(WES)에서 권장하는 Class-A 조건에서 용접을 실시했다. 사용된 용접기는 180KVA 3상 저주파식 교류 공압 정치식 용접기이고 용접전류와 가압력은 스폿 모니터링 시스템 및 로드셀을 사용해 측정했다. 사용된 전극은 산화알루미늄 분산동으로 외경 16φ D형 전극을 사용했다.

그리고 용접부의 강도를 평가하기 위해 인장-전단시험을 실시하였고 용접부의 마크로 단면 및 오목자국을 관찰했다. Table 3에 본 실험에 사용된 피용접재의 용접부 인장-전단강도 요구치를 나타냈다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1에는 단위 저항당 발열량에 따른 알루미늄합금 점 용접부의 인장-전단강도의 변화를 나타낸 것이다. 최소 용접전류가 약 22000A임에도 불구하고 세 가지 주파수에서 모두 용접부 요구강도를 만족하고 있다. 통상적인 60Hz의 용접기에 비해 용접시간에 대한 휴지시간의 비가 상대적으로 적어, 더 낮은 전류영역에서도 너깃이 성장한 것을 알 수 있다. 그리고 주파수차이에 의한 용접부의 인장-전단강도의 차이는 3.6Hz일 때가 가장 높음을 알 수 있다.

Fig. 2에는 용접 시험편의 오목자국 깊이를 측정한 결과이다. 주파수 3.6과 6.6Hz일 경우가 12Hz일 때보다 오목자국이 적은 것을 알 수 있다. 하지만 전체적으로는 특별한 차이를 보이지는 않는다. 휴지시간의 차이는 있지만 그 차이가 극히 적어 이러한 결과를 나타낸 것으로 판

단된다.

Fig. 3에는 세 가지 주파수 형태에서의 용접전류의 파형을 나타낸 것이다. 3사이클에서 1사이클로 감소함을 알 수 있고, 휴지시간 역시 감소하는 것을 알 수 있다. 이때의 휴지시간은 약 6ms 정도이다.

Photo 1은 주파수 6.6Hz일 때의 용접부 단면사진이다. 전형적인 알루미늄합금의 너깃 형상을 나타내고 있는 것을 알 수 있다.

4. 결론

대 출력의 3상 저주파 교류 저항 용접기를 이용하여 주파수 변화에 따른 알루미늄합금의 용접성을 검토한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 용접부의 인장-전단강도의 차이는 주파수 3.6Hz일 때가 6.6, 12Hz 보다 더 높았다.
- 2) 오목자국의 깊이는 고전류 영역에서 12Hz일 때가 가장 깊었고 요구치를 만족한 영역에서는 12Hz에 비해 3.6과 6.6Hz가 오목자국 깊이를 만족했다.
- 3) 동일한 저 발열량 영역(150000kJ/Ω)에서 3.6과 6.6Hz는 용접부 인장-전단 강도와 오목자국 깊이를 동시에 만족하였다.

Table 1. Chemical composition of Base metal

Material	Chemical composition (Wt%)								
	Si	Mn	Ni	Cr	Mg	Zn	Cu	Fe	Al
A5052-H32	0.12	0.04	0.007	0.24	2.43	0.02	0.007	0.32	Bal.

Table 2. Welding condition for experiment

Materials	Frequency	Current (kA)	Force (kgf)	Welding Time		Cooling Time	
				(cycle)	(msec)	(msec)	ratio(%)
A5052-H32	12Hz	26~40	450	3	251	33.6	13
	6.6Hz	23~40	450	2	301	23.6	8
	3.6Hz	21~40	450	1	284	12.2	4

Table 3. Tensile strength of base metal and required(WES) tensile shear strength of spot welds

Materials	Base metal	Spot welds(Class-A)
A5052-H32	23kgf/mm ²	470kgf

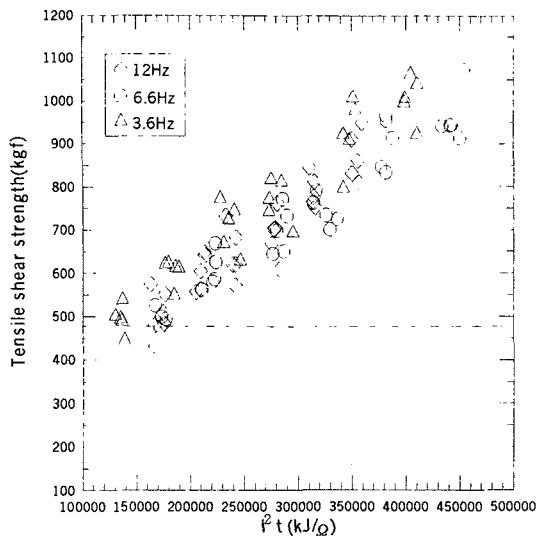


Fig. 1 TS strength of spot welds

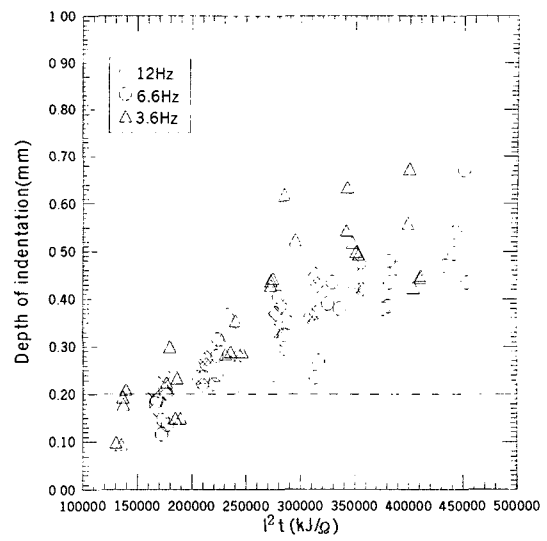


Fig. 2 Depth of indentation in spot welds

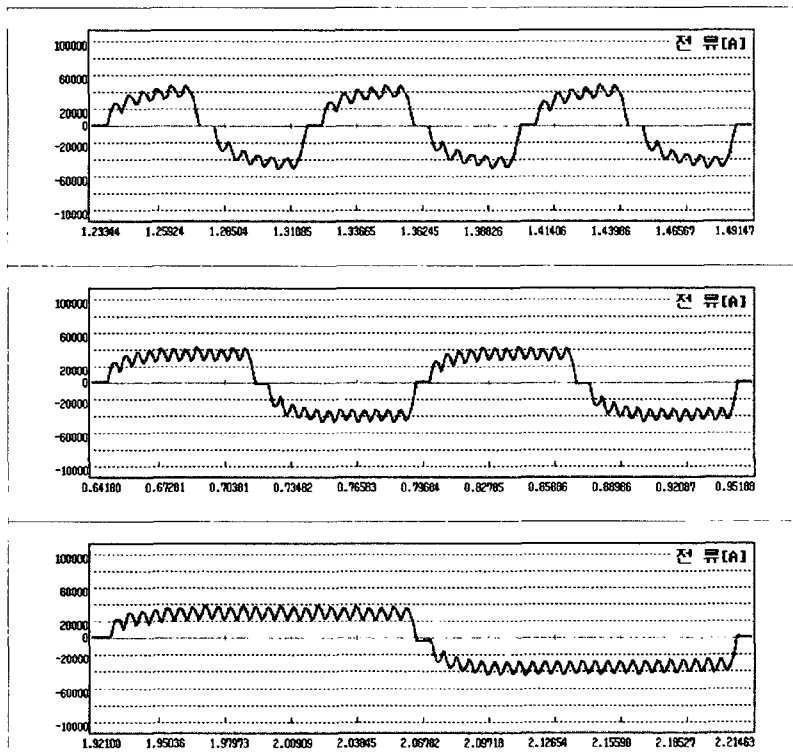


Fig. 3 Welding current wave(12, 6.6, 3.6Hz)

