

피용접재 재질에 따른 단상 교류와 3상 저주파 교류 저항 용접기의 용접성 평가

A study on the weldabilities for Mild steel, Aluminum alloy and Stainless steel by 75KVA Single-Phase AC and Three-Phase Low Frequency AC Resistance Welder

김 윤 수*, 이 영 배**, 최 상 돈**, 조 상 명***

* 부경대학교 생산가공공학과 대학원, 부산

** (주)매일 정기, 부산

*** 부경대학교 생산가공공학과, 부산

1. 서론

알루미늄합금은 용접시 비저항이 낮고 열전도도 및 비열이 큰 성질 때문에 단시간, 대전류로 용접해야 한다. 스테인리스강은 저항이 높고 열전도도가 낮으며 고온 경도가 높기 때문에 높은 가압력이 요구된다. 단상 교류식은 실효전류에 비해 피크전류가 너무 높아 용접 중 날림이 발생하기 쉽다.

3상 정류식 DC 용접기의 경우 2차측에 정류기를 사용하여 정류하기 때문에 가격이 비싸고 정류기의 손상율이 높다. 또한 단상 교류식 AC 용접기일 경우 1차측의 입력이 커지고 1차측에 불평형 부하가 걸리기 쉽다. 이러한 문제를 개선하기 위하여 시도하게 된 것이 3상 저주파식 저항 용접기이다.

이 용접방식은 저입력으로 높은 허용 사용율을 나타낼 뿐만 아니라, 특히 가격 면에서 3상 정류식 보다 낮은 가격으로 제작할 수 있는 장점이 있다.

따라서 본 연구에서는 75KVA 단상 교류(60Hz) 와 3상 저주파 교류 저항 용접기(9Hz)를 이용하여 연강, 알루미늄합금, 스테인리스강을 각각 점용접하였을 때 나타나는 두 용접기의 성능 및 용접부의 특성을 실험을 통하여 비교 분석하였다.

2. 실험방법

본 실험에 사용한 재료는 A5052-H32, STS304, SPCC이며, 인장-전단시험을 위해 시험편을 100(L)×30(W)×1.2(T)의 규격으로 30mm 겹쳐 1점 용접을 실시하였다. Table 1 은 피용접재의 화학성분을 나타낸다. 이 때 용접조건은 일본 용접 협회(WES)에서 권장하는 Class -A 조건에서 용접전류를 최저에서 최대로 변화시켜 용접을 실시하였고 Table 2에 나타내었다. 사용된 용접기는 75KVA 단상 교류식과 3상 저주파식 교류 공압정치식 용접기이고 용접전류와 가압력은 스폿 모니터링 시스템 및 로드셀을 사용하여 측정하였다. 사용된 전극은 크롬 동으로 CF형을 사용하였다.

그리고 용접부의 강도를 평가하기 위해 인장-전단시험을 실시하였고 용접부의 마크로 단면을 관찰하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1에는 피용접재의 발열량에 따른 3가지 소재에서의 점용접부의 인장전단강도를 나타내었다. 열전도도가 낮아 비교적 쉽게 발열되는 연강과 스테인리스강에서는 용접기에 의한 용접부의 인장전단강도의 차이는 그다지 현저하지 않았다. 그러나 대전류를 요구하는 알루미늄합금에서는 단상 교류식을 사용하면 대전류가 얻어지지 않아 용접이 불가능하였으나 3상 저주파식은 가능했다. 그 이유는 상대적으로 주파수가 낮음으로 임피던스가 적어 같은

정격용량인 단상 교류식 보다 2배 이상의 2차측 출력전류를 얻을 수가 있어 대전류가 요구되는 알루미늄합금 등에는 유리할 것으로 판단된다.

Fig. 2는 용접부의 오목자국깊이를 측정된 결과이다. 스테인리스강에서는 삼상 저주파식이 동일한 발열량에서 오목자국깊이가 작은 것을 알 수 있다.

단상 교류식에 비해 삼상 저주파식은 최대전류값에 대한 실효전류값의 비가 상대적으로 커서 날림의 발생을 줄일 수가 있다, 달리 표현하면 단상 교류식보다 삼상 저주파식이 전류의 피크 치가 낮다는 것을 알 수 있다. 날림의 발생이 적음으로 인해 오목자국의 깊이도 낮은 것을 알 수 있다. Fig. 3, 4에 그 결과를 나타내었다. 같은 소재에 대해서 삼상 저주파식은 날림이 높은 영역에서 발생되고 날림과 비날림이 혼재하는 구간이 넓은 것을 알 수 있다.

Fig. 5는 연강을 용접한 경우, 동일한 발열량에서 그때의 전극에서의 전압 값과 변압기 출력단자의 전압을 계측한 결과이다. 이 결과에서 알 수 있듯이 임피던스는 주파수에 비례하기 때문에 9Hz인 삼상 저주파식이 전압 차가 적어 상대적으로 임피던스의 영향을 적게 받는 것을 알 수 있고, 따라서 대출력을 얻을 수가 있다.

4. 결론

단상 교류식과 삼상 저주파식을 사용하여 용접기의 성능 및 용접부의 특성을 검토한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1)대전류를 요구하는 알루미늄합금에서는 임피던스가 적어 같은 정격용량(75KVA)의 단상 교류식보다 삼상 저주파식이 유리함을 알 수 있다.
- 2)비교적 열전도도가 낮은 스테인리스강이나 연강에서는 용접부의 인장전단강도의 차이는 없었다.
- 3)스테인리스강의 경우 오목자국의 깊이는 삼상 저주파식 일 때가 작았다.
- 4)날림의 발생은 같은 발열량에서 삼상 저주파식이 더 높은 영역에서 발생되고 날림과 비날림이 혼재하는 구간도 넓었다.

Table 1. Chemical composition of base metal

Material	Chemical composition (Wt%)									
	C	Si	P	Mn	Ni	Cr	Mg	Zn	Cu	Fe
STS 304	0.05	0.46	0.03	1.03	8.36	18.13	-	-	0.2	Bal.
SPCC	0.04	0.006	0.01	0.25	0.012	0.04	0.006	-	0.03	Bal.
A5052-H32	-	0.12	-	0.04	0.007	0.24	2.43	0.02	0.007	0.32

Table 2. Welding condition for experiment

Materials	Single-Phase AC(60Hz)				Three-Phase Low Frequency(9Hz)			
	Current (kA)	Force (kgf)	Time		Current (kA)	Force (kgf)	Time	
			(cycle)	(msec)			(cycle)	(msec)
STS 304	5~12	470	8	133	6~18	470	1	111
SPCC	6~13	270	12	200	6~16	270	2	222
A5052-H32	11~14	300	8	133	6~27	300	1	111

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

Materials	Base metal	Spot welds(Class-A)
STS 304	67kgf/mm ²	700kgf
SPCC	33kgf/mm ²	655kgf
A5052-H32	24kgf/mm ²	260kgf

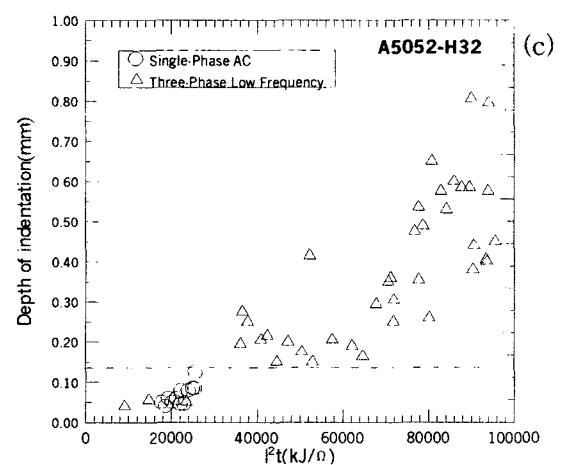
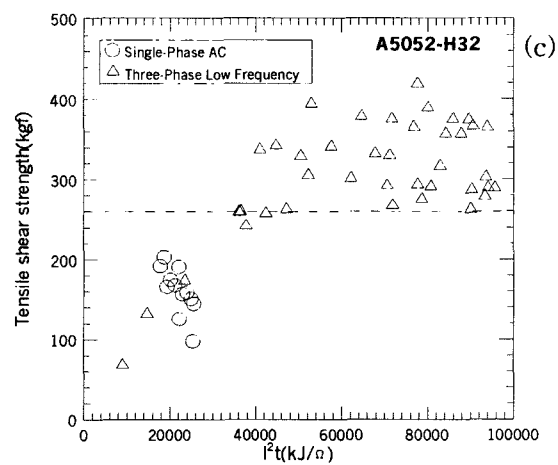
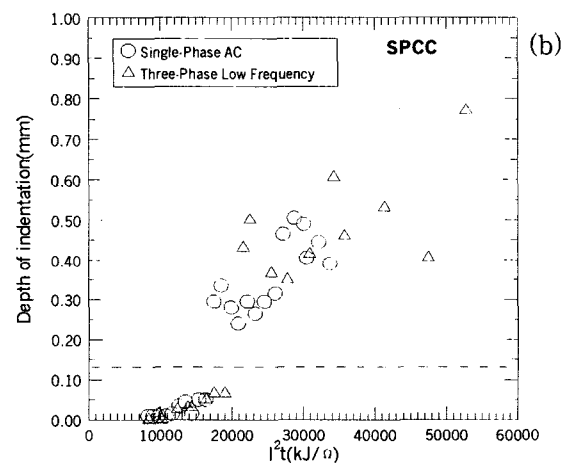
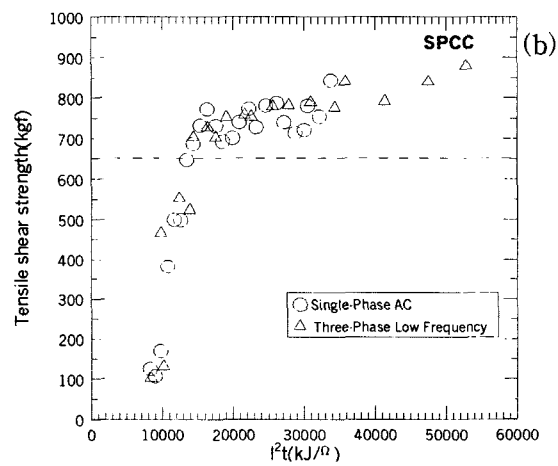
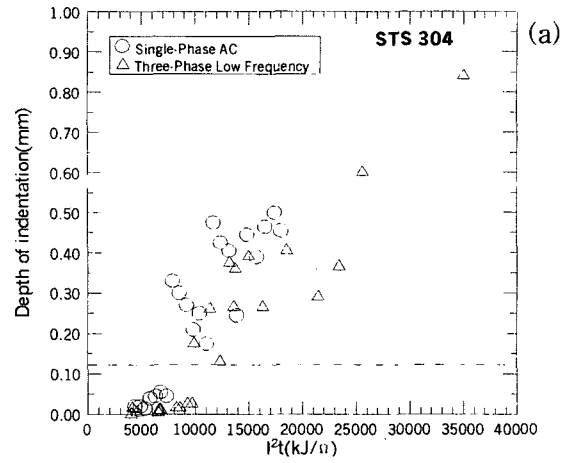
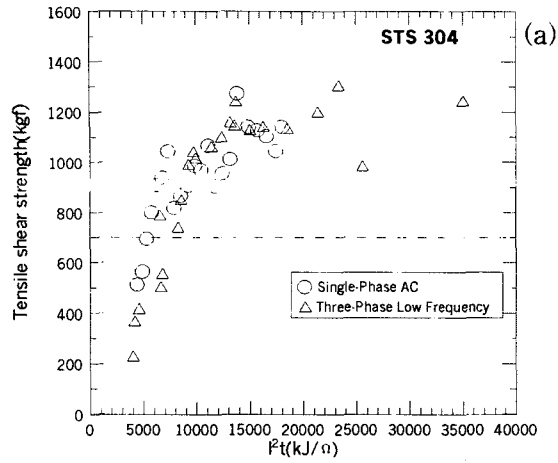


Fig. 1 TS strength of spot welds

Fig. 2 Depth of indentation in spot welds

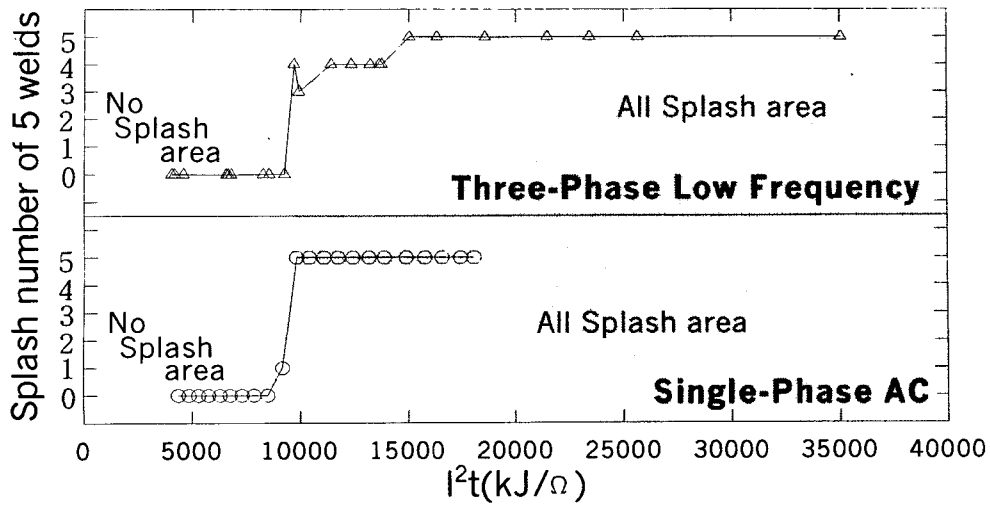


Fig. 3 Splash area at STS 304

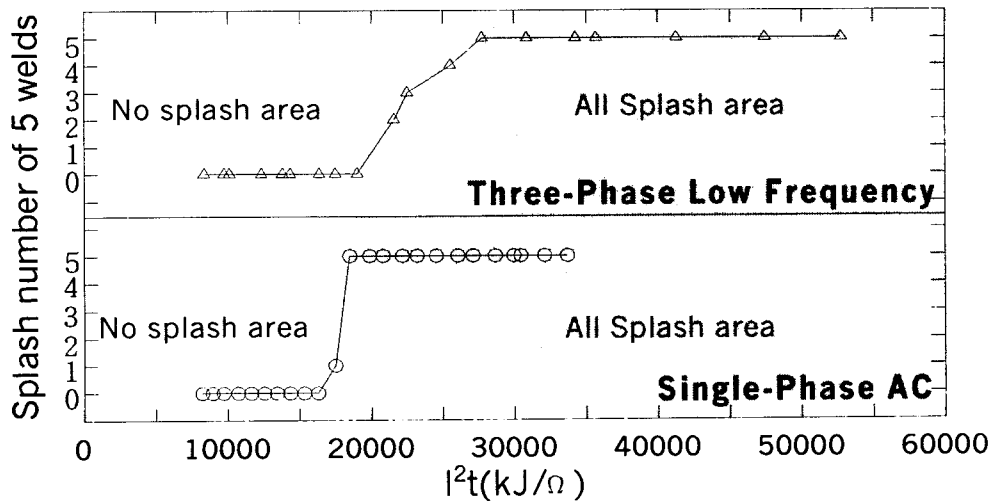


Fig. 4 Splash area at SPCC

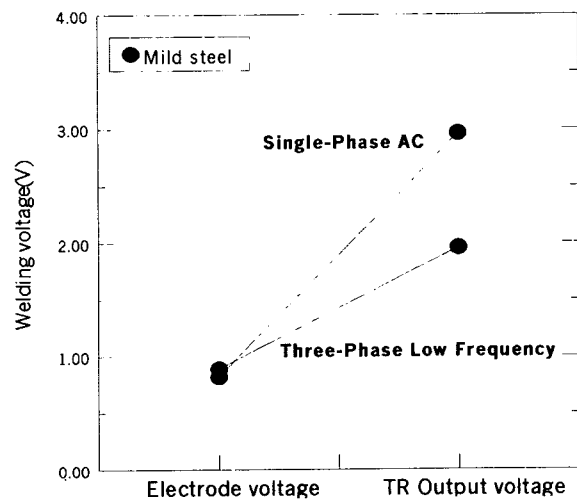


Fig. 5 Comparing Single-Phase AC with Three-Phase Low Frequency of Impedance