

분말 용가재를 이용한 무산소 동의 레이저 브레이즈 용접 특성

The Characteristics of Laser Braze Welding for Oxygen-free Cu with Powder Filler Metal

김 우성*, 한 원진*

* 두산중공업(주) 용접기술연구팀

1. 서 론

발전기 고정자 권선은 무산소 동으로서 브레이징 제작되며, 장시간 운전 후 결합이 발생하고 있다. 결합을 방지할 경우 발전기 고정자의 절연체 파괴에 의한 중대사고가 발생하기 때문에 반드시 보수하여야 한다. 일반적인 보수방법을 사용할 경우 과입열에 의한 절연체의 파괴 문제가 발생하기 때문에 절연체 파괴를 방지함과 동시에 결합 부분의 보수를 위해서 고밀도 저입열 열원이 필요하다. 본 논문은 고밀도 저입열 열원을 갖고 있는 레이저를 이용한 결합 보수에 앞서, 무산소 동 분말 용가재 레이저 브레이즈 용접 특성을 조사한 연구 결과 보고이다.

2. 실험 방법

본 시험에서는 Cu plate에 I Groove(일종의 홈 가공)를 가공한 시편을 시험에 이용하였다.

Table 1은 용가재 사양을 명시한 것이다. 시험에 사용되는 용가재는 발전기 고정자 권선의 제작에서와 동일한 BCuP-5로서 분말 형태를 이용했으며, 아울러 플럭스를 혼합하여 Paste 형태로 시험에 이용하였다. 시험에 사용된 장비는 평균출력 500W급 펄스형 Nd:YAG 레이저, CNC 및 레이저 헤드를 이용하였다. Fig. 1은 시험에 이용된 시편의 형상을 나타낸 개략도이다. 아울러 Cu Plate - Groove의 레이저 브레이즈 용접 시험을 통해 얻은 양호한 조건을 이용해 Water clip의 상단부를 절단한 후 소선과 소선의 틈을 레이저 브레이즈 용접 시험을 수행하였다

3. 실험결과 및 고찰

3.1 표면 비드 형상

Fig. 2는 레이저 헤드 이송속도, 펄스폭 및

주파수의 변화에 따른 Cu Plate - Groove 의 레이저 브레이즈 용접 비드 형상에 대한 사진이다. 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 레이저 헤드의 이송속도가 30mm/min까지 높아졌을 경우에는 비드 모양이 다소 거칠었고, 펄스폭에 대한 영향은 주파수가 5Hz 이하 일 경우, 14ms 이상에서는 모두 양호한 비드 형상을 얻을 수 있었다. 또한 주파수가 5Hz 이상일 경우는 비드 형상이 양호하지 못하였다

3.2 단면 조직의 변화

Fig. 3은 Paste 용가재의 Powder : Flux의 비 및 레이저 헤드의 이송속도를 변화 시켰을 경우 레이저 브레이즈 용접부의 단면 미세 조직 변화를 나타낸다. 그림 3에서 볼 수 있는 바와 같이 Powder와 Flux의 혼합비는 레이저 브레이즈 용접에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났지만 혼합비가 30 : 1 이상일 경우에는 기공이 다수 발견되었다

참 고 문 헌

1. M. P. Manning, R. T. Lembke, "Brazing procedure for generator liquid cooled stator bars", US patent No. 5796189, 1998.
2. C. E. Witherell, T. J. Ramos, "Laser brazing", welding research supplement, 1980, p.267
3. K. Hashimoto, T. Sato, K. Niwa, "Laser welding copper and copper alloy", Journal of laser applications, 1991, pp.211. Philip D. Clements: The Development of an Enhanced Aluminised steel for Use in Automotive Exhaust systems, Ph.D. thesis, (1990), 19-25

Table 1 Chemical composition of powder filler metal

Alloy	Powder size	Composition (%)						M.P (°C)
		Ag	Cu	P	Zn	Cd	Other	
BcuP-5	Mesh -100 ~ +150	14.5~15.5	Rem	4.8~5.2	-	-	0.15	802

Table 2 Chemical composition of FB3A Flux

Type	Form	Filler metal type	Typical Ingredients	Activity Temperature(°C)
FB3A	Paste	B _{Ag} and B _{CuP}	Borates, Fluorides	565 ~870

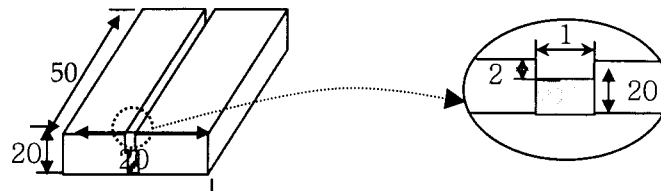


Fig. 1 Schematic of Cu Plate - Groove Specimen

Welding speed Flux ratio	15mm/min	20mm/min	30mm/min
10:1			

Effect of welding speed on bead shape (Pulse width : 18ms, Frequency : 1Hz)


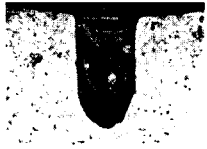
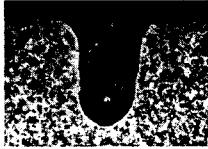
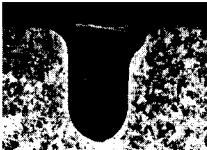
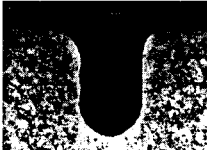




Pulse width Frequency	16ms	18ms	20ms
1Hz			

Effect of pulse width on bead shape (Welding speed : 20mm/min, Voltage : 350V)

Frequency Pulse width	10Hz	15Hz	20Hz
3ms			

Effect of frequency on bead shape (Welding speed : 20mm/min, Voltage : 350V)

Fig. 2 Bead shape in the laser braze welding for Cu Plate

Welding speed Flux ratio	10mm/min	15mm/min	20mm/min
10:1			
20:1			
30:1			

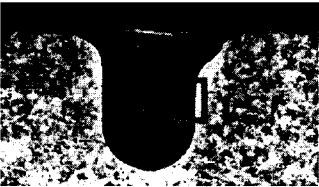
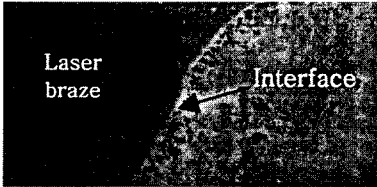
	
500W, 20ms, 1Hz, 10mm/min	Interface Microstructure(x750)

Fig. 3 Change of cross-sectional microstructures of Cu plate – Groove after Laser braze welding.