

Cu-Steel 브레이징용 저Ag-Cu-Zn계 삽입금속 개발(I) - Ag 함량에 따른 브레이징 특성

Development of Insert Metals, low Ag contents in Ag-Cu-Zn system for Brazing of Cu-Steel (I) - Effect of Ag contents on the Characteristics of Brazing

강승호*, 엄인섭*, 이봉근*, 강정윤*

* 부산대학교 재료공학과

1. 서 론

현재 전자회사의 Compressor 및 열교환기 등의 제조공정에서 Cu-Steel용 브레이징에 가장 널리 사용되어지고 있는 삽입금속은 BAg 삽입금속이다. BAg 삽입금속은 Cu-금속 삽입금속 중에서 가장 대표적인 것으로, 접합온도가 타의 삽입금속에 비교하여 낮고, 모재의 열영향부가 적고, 접합 작업이 쉽고, 각종재료에 대한 접합성이 우수하지만, Ag의 가격이 고가이므로 Ag량이 적은 삽입금속의 개발이 요구되고 있다. 본 연구에서는 현재 사용하고 있는 35%Ag보다 Ag량이 적은 삽입금속을 개발하고자 Ag저감을 통한 cost down과 화염 브레이징 특성을 만족시키는 BAg 삽입금속의 미세조직, 용점, 경도, 퍼짐성을 측정하였다.

2. 실험재료 및 실험방법

Ag-Cu-Zn 합금을 고밀도 흑연도가니에서 고주파 유도로를 통해 가열하여 용해하였으며, 현재 사용 중인 35%Ag에서 Ag조성을 1%씩 저감하면서, 총 9개의 시험편 (35Ag-34Cu-31Zn, 32Ag-33Cu-35Zn, 31Ag-34Cu-35Zn, 30Ag-34Cu-36Zn, 29Ag-35Cu-36Zn, 28Ag-35Cu-37Zn, 27Ag-36Cu-37Zn, 26Ag-37Cu-37Zn, 25Ag-38Cu-37Zn)을 제조하였다. 조성성분을 확인하기 위해 35%Ag조성에 대하여 ICP분석을 하였으며, 조직관찰을 위해 알루미나를 이용해 연마하여 2g KCr₂ - 200ml H₂O - 4ml H₂SO₄ 로 3초간 부식 후 광학현미경 및 SEM을 통하여 조직을 관찰하였다.

용점은 고온 DTA를 이용해 측정하였고, 경도는 조성변화에 따른 가공성을 측정하기 위하여, Vickers 경도기(하중 10kg, 유지시간 10sec)를

이용하여 5군데의 경도값을 측정한 후 평균값을 계산하였다.

퍼짐성실험은 실제 사용되고 있는 1tip이 장착된 토치방식의 화염 브레이징 장치를 사용하여 혼합비 LPG : O₂ = 1: 3.5, 토치 불꽃은 LPG 133.3ℓ, O₂ 466.7ℓ, total유량 600ℓ으로 조절하였으며, 가열 전에 시험편과 steel 판재 및 Cu 판재표면에 액상 Flux도포 및 Gas Flux를 사용하였다. 실험재료는 steel 판재(두께:28mm, 가로x세로:50mmx50mm), 시험편(무게:300mg, 단면직경:0.5mm), Cu 판재(두께:5mm, 가로x세로:50mmx50mm)를 사용하였다. 실험방법은 steel 판재와 2.8cm의 거리를 두고 9sec간 유지하였으며, Cu 판재와 7.7cm의 거리를 두고 4sec간 유지하여 용융된 시편의 면적을 측정하였다. 퍼진 면적은 이미징분석기(image analyzer)를 이용하여 측정하였으며 퍼짐성은 Equation 1 을 이용하여 계산하였다.

$$Spreadability(\%) = \frac{(S - S_0)}{S} \times 100$$

Equation 1. Definition of spreadability

S₀는 가열 전 시편의 단면적이고 S는 시편을 가열 후 steel판재 및 Cu판재위에 퍼진 면적을 나타내는 값이다.

브레이징 실험은 위의 퍼짐성 실험조건과 동일하지만 장치만 2tip이 장착된 토치방식의 화염 브레이징 장치를 사용하였다. 실험재료는 와이어 가공된 steel 판재(두께:28mm, 가로x세로:50mmx50mm Hole:8.25mm)와 Cu파이프(외경:7.95mm, 길이40mm), BAg삽입금속(외경:2mm, 삽입량:500mg)를 사용하였으며, 결과는 OM단면조직을 관찰하여 나타내었다.

3. 결과

3.1 미세조직

Fig 1은 35Ag-34Cu-31Zn의 미세조직을 관찰한 것이다. 은납재의 경우 용융이 일어나게 됨으로 자체에 존재하는 불순물 및 성분의 불균일 정도가 브레이징시에 가장 중요한 인자로서 작용하게 된다. 불순물의 존재유무는 에칭 전 관찰을 통해서 검사할 수 있으며, 불균일도는 에칭 후 조직의 균일정도를 통해서 검사할 수 있다.

두 가지 은납재 모두 에칭 전에는 불순물이 관찰되지 않고 있으며, 에칭 후 3가지 상(흑색, 회색, 백색)이 균일하게 존재하는 것을 확인할 수 있다.

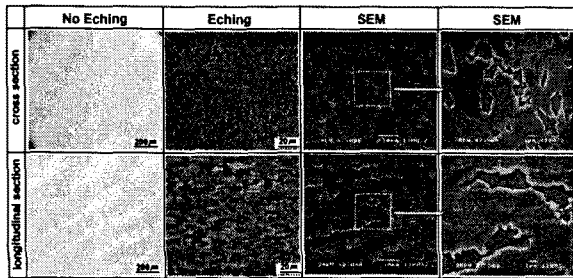


Fig 1. Microstructures of 35Ag-34Cu-31Zn

Table 1은 35Ag-34Cu-31Zn조성의 ICP분석결과를 나타낸다.

Table 1. ICP Analysis of 35Ag-34Cu-31Zn

ICP - Analysis (unit : wt%)					
	Ag	Cu	Zn	Ca	Ti
1	36.599	33.735	29.664	0	0.002
2	37.198	32.992	29.806	0.003	0.001
average	36.898	33.363	29.735	0.002	0.002
BAg35	35	34	31	X	X

3.2 용접, 경도 및 퍼짐성

3.2.1 용접

Table 2는 Ag 첨가량의 감소에 따른 용접측정결과를 나타내고 있다.

Ag-Cu-Zn 3원계 상태도에 따르면 Ag 첨가량이 감소할수록 액상선온도가 높게 되어, 용점이 높아진다. 측정결과 Ag의 첨가량이 감소할수록 용점이 높아지는 결과를 보이고 있다.

Table 2. DSC analysis of Ag Additive

(단위 : ℃)

Sample	#1 (35%Ag)	#2 (32%Ag)	#3 (31%Ag)	#4 (30%Ag)	#5 (29%Ag)
Solidus	671.4	658.4	652.3	647.8	646.2
Liquidus	749.4	743	743	756.9	757.4
ΔT	78	84.6	90.7	109.1	111.2

3.2.2 경도

Fig 2는 Ag 첨가량의 감소에 따른 Vickers 경도값의 변화를 나타내고 있다. 측정결과 경도값이 유사한 경향을 나타내고 있다. 35%조성의 경우 와이어재로 압출하여 사용하고 있으며, 경도 측정결과 Ag 첨가량이 감소된 나머지 조성들도 와이어재로 압출시 문제점이 없음을 나타내고 있다.

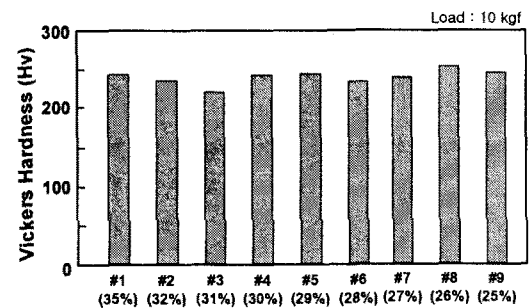


Fig 2. Change of Vickers Hardness with various Ag Additive

3.2.3 퍼짐성

Fig 3는 Ag 첨가량의 감소에 따른 퍼짐성을 나타내고 있다. Ag 첨가량이 감소할수록 steel판재와 Cu판재에서의 퍼짐성이 낮아지는 결과를 보이고 있다.

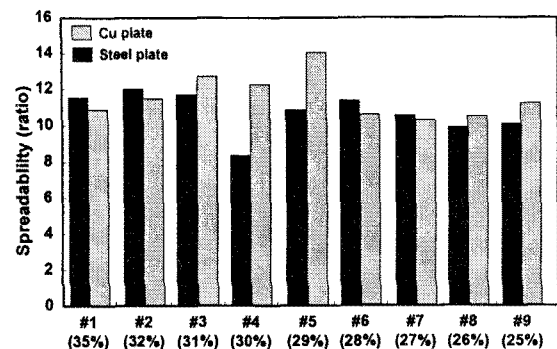


Fig 3. Change of Spreadability with various Ag Additive

3.3 브레이징부 조직 비교

Fig 4은 Ag 첨가량의 감소에 따른 브레이징부 조직 비교 결과를 나타내었다. 35%Ag와 25%Ag 조성 2가지의 브레이징 실험결과의 단면조직을 OM으로 관찰하여 비교하였다. Ag 첨가량의 감소에 따라 용점이 높아져서 Brazing test 결과 filler의 젖음성이 낮아지는 결과를 보여준다.

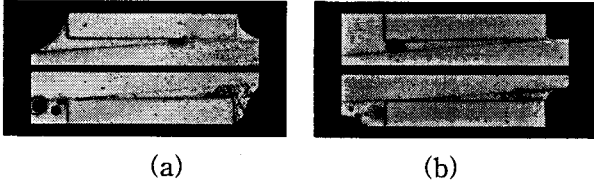


Fig 4. Comparison with various Ag Additive on the Brazing test

- (a) Microstructure of 35Ag-34Cu-31Zn
- (b) Microstructure of 25Ag-38Cu-37Zn

4. 결 론

본 실험의 결과에 따르면 Ag 첨가량의 감소에 따른 BAg 삽입금속의 특성변화는 다음과 같다.

- 1) 35Ag-34Cu-31Zn조성의 미세조직 관찰결과 불순물은 존재하지 않음을 나타낸다.
- 2) 35%Ag에서 25%Ag로 Ag의 첨가량이 감소할수록 용점이 높아진다.
- 3) 35%Ag에서 25%Ag로 Ag의 첨가량이 감소할수록 비슷한 경도값을 가진다.
- 4) 35%Ag에서 25%Ag로 Ag의 첨가량이 감소할수록 steel판재와 Cu판재에서의 퍼짐성이 적은 감소폭을 나타낸다.
- 5) 5%Ag에서 25%Ag로 Ag의 첨가량이 감소할수록 Brazing test 결과 filler의 젖음성이 낮아진다.

참 고 문 헌

1. Mel M. Schwartz, Brazing, pp.174-181 (1987)
2. R. L. O'Brien : Welding Handbook Eighth Edition Vol 2, pp.391-396 (1991)
3. Mel M. Schwartz, Brazing : For the Engineering Technologist, pp.159-164 (1995)
4. ASM Handbook Welding, Brazing and Soldering, Vol 6, pp.906-910 (1993)
5. C. Y. Kang : Brazing기술의 기초와 실제(II), 大韓溶接學會誌, Vol 10 pp13-16 (1992)