

## 동 - 스테인레스강 브레이징 접합부의 계면조직과 접합강도에 관한 연구

\*박 중혁, 이 우천, 강 춘식  
서울대학교 공과대학 금속공학과

A study on the interfacial structure and the joining strength of Cu - Stainless steel brazed joint

J.H.Park, W.C.Lee, C.S.Kang

### 1. 서론

동 및 동합금의 스테인레스강 브레이징 접합시 일반적으로 BAg 계나 BAu 계의 용가재(filler metal)이 추천되어오고 있으며 BCu계 및 BCuZn계도 사용될 수 있다. 그러나 전자의 용가재는 가격면과 Cd와 같은 인체에 독성을 가진 물질을 함유하며 후자는 용융 범위가 높아 에너지적으로 불리하고 Zn과 같은 증기압이 큰 물질을 함유하여 용가재의 control이 힘들다. 이러한 단점들을 완화시키고 고 강도의 접합부위를 얻기 위해서 BCZC-A계의 용가재와 Cd가 첨가되지않은 BCZA 용가재를 사용하여 저 탄소강과 스테인레스 강에서 퍼짐성 실험을 행하여 접합조건을 찾고 스테인레스강과 Cu를 접합시켜서 접합부의 조직 관찰을 통해 반응층과 접합강도와의 관계 및 퍼짐성 과 접합강도의 관계를 조사하였다.

### 2. 실험 방법

퍼짐성 실험과 브레이징 접합 실험을 위하여 스테인레스강과 저탄소강은 SM 15C, 동은 상업용 전기동을 사용하였다. 이 재료들의 화학 조성은 Table 1에 나타내었다. 용가재는 BAg계와 BCuZn계의 중간적인 특성을 가지는 Ag는 10 - 20%, Cd는 0 - 15% 변화시킨 Ag - Cu - Zn - Cd계의 200 mesh이하의 입도를 가지는 powder를 사용하였으며 그 조성은 Table 2에 나타내었다. 플럭스는 붕사계와 불화물이 첨가된 분말 형태의 상업용 U25를 사용하였다. 퍼짐성 실험을 50X50X3t(mm)인 스테인레스강, 탄소강 판재를 #220 사포로 깨끗이 연마한후 아세톤으로 세척하였으며 0.2±0.01의 용가재를 초기 면적 70 mm<sup>2</sup> 정도 되게 도포시킨후 Ar과 N<sub>2</sub> 분위기에서 실험하였으며 전단 시험편은 AWS Single Lap Shear Test Specimen을 사용하였으며 Clearance 는

0.04 - 0.05 mm, overlap length는 7 mm로 하여 Fig.에 나타난 형태의 노에서 지그(jig)를 사용하여 780, 810° C에서 1, 10, 20, 30분간 유지하여 접합시켰다.

### 3. 실험 결과

Fig.2 - 5는 용가재의 퍼짐성 실험을 나타낸것으로 모든 시료에서 온도 증가에 따라 spreading ratio는 증가하는 것이 보여진다. 이는 온도 증가에 따라 용가재의 유동성이 증가하기 때문이다. 이때 BCZA20-Si는 Ar, N<sub>2</sub> 분위기에 관계없이 750°C에서 가장 나쁜 퍼짐성을 나타내었는데 이는 Cd를 첨가하지않고 상대적으로 Cu의 양이 증가하여 Liquidus line이 상승하기 때문이며 또한 소량이지만 Si의 첨가가 퍼짐성에 영향을 끼친것으로 보여지는데 Si 소량 첨가는 퍼짐성에 유리하나 0.1% 이상 첨가시 퍼짐성이 감소되는 것이 보고되어있다.

Fig.6 - 9는 전단 강도의 결과를 나타낸것으로 0.2% Si를 첨가한 시편은 모든 파단이 Cu모재에서 발생했지만 Si가 첨가되지않은 시편은 파단의  $\frac{3}{4}$ 이 모재와 용가재 사이에서 발생하였는데 이때에도 고 강도의 접합 강도가 얻어졌다. 조직관찰을 통해 스테인레스강계면쪽으로 cluster 형태로 보이는 것이 EDS를 통해 68.99% Ag - 21.15% Cd로 확인이 되었으며 기지상은 Cu - Zn이 주로 분포하며 Cd는 거의 없고 Ag는 5%내외로 얻어져 열 팽창율의 차이가 큰 Fe와 Zn사이에서 Ag가 완충 작용을 한것으로 보여진다. 즉, 용가재의 성분에서 Ag는 유동성을 좋게하는 성질이외에 brittle한 계면 주위에서 연성을 유지하여 brittle한 계면의 깨짐을 억제하여 고 강도가 얻어진 것으로 보여진다. 0.2% Si가 첨가된 용가재는 Ag가 20%들어 있어 위의 효과가 크고 Si는 Fe와 반응성이 커서  $Fe + Si = FeSi + 19200(cal)$  의 반응이 일어나 국부적인 가열이 일어나 모재와 용가재사이에 상호 확산이 증가하여 bond strength가 증가해 고 강도가 얻어진것으로 보인다.

한편 파단면을 SEM으로 관찰한 결과 파괴는 석출물에서 기공이 발생하여 깨어지는 물결 무늬 모양의 연성파괴가 일어났으며 석출물을 EDX로 분석하여 Ag rich한 Cr과 Si를 포함한 상으로 확인되었다. 이때 석출물 주위의 파단면의 EDX분석과 비교해 볼때 Cr과 Si는 304 모재에서 용가재로 확산되어 들어온것으로 추정된다.