

Cu-7.5wt% Zr 삽입 금속을 이용한 Al₂O₃ - STS 304 접합체 계면 조직에 관한 연구

A Study on the joining of Al₂O₃ to STS304 with using Cu-7.5wt% Zr Insert metal

한 원 진* · 김 병 무 · 강 정 윤 · 이 상 래

(부산대학교 공과대학 금속공학과)

1. 서론

활성 브레이징법을 사용한 알루미늄과 금속의 접합에 관한 연구는 주로 하나의 합금계 삽입금속에 대한 기계적 성질 및 접합계면의 생성물에 대한 연구가 대부분이다. 그러나 생성상과 접합강도와의 관계 및 생성상의 생성기구, 즉 접합기구에 대해서도 명확하지 않다. 뿐만 아니라 산화물계 세라믹스와 금속간의 접합시 응력완화를 위한 기지금속과 활성금속으로 가장 유효한 원소가 무엇인지에 대해서도 아직 명확하게 규명되어있지 않다.

따라서 본 연구에서는 산화물계 세라믹스와 금속간의 접합기술을 확립하기 위한 일환으로 알루미늄과 304 스테인레스강을 연결 금속인 Cu기지에 대표적 활성금속인 Zr을 첨가한 삽입금속을 사용하여 활성브레이징법으로 접합한 경우에 접합부 조직의 변화에 미치는 접합조건에 대한 영향을 검토하고 접합계면에 형성되는 생성상 및 반응상에 대한 분석과 동정(identification)을 행하였다. 상기의 실험결과를 기초로 활성금속인 Zr의 역할을 검토하고 접합부 조직을 분류하여 알루미늄과 금속과의 접합에 대한 접합기구를 규명할 수 있는 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 실험 방법

본 연구에 사용된 세라믹스 모재는 국내에서 제조된 Al₂O₃로써 순도가 99.9%이고 크기가 ϕ 10mm × t 10mm인 봉재물 사용하였으며, 금속모재는 알루미늄과 동일한 크기의 STS 304 스테인레스 봉재물 사용하였다. 삽입금속은 순도 99.99% Cu와 Zr의 순금속을 이용하였으며 Cu-7.5wt% Zr조성이 되게 ϕ 10mm × t 8mm인 봉상으로 주조하여 사용하였다. 알루미늄과 금속의 양모재 사이에 준비된 삽입금속을 장착하고 알루미늄 holder로 고정하였다. 하중은 약 25g의 dead load를 가하였다. 접합은 진공도 $10^{-3} \sim 10^{-4}$ torr로 유지한 고온수평관상로에서 행하였으며 냉각속도는 3°C/min로 유지하였다. 접합온도는 1323K, 1373K, 1423K로 변화시켰고 각각에 대해 10분, 30분, 60분간 유지하여 접합을 행하였다.

접합후 접합부의 조직관찰을 위해 광학현미경과 주사식 전자현미경으로 접합부의 조직을 관찰하였으며 다음으로 EDX와 WDX의 분석을 통해 접합부에 존재하는 생성상의 성분을 우선 확인한 후 XRD를 이용하여 생성상을 동정하였다.

3. 결과 및 고찰

Cu-7.5wt% Zr 삽입금속을 사용한 경우 알루미늄과 304 스테인레스강과의 접합기구 및 합성금속의 역합동을 검토하기 위하여 접합부 근방에 형성되는 조직의 종류를 분류하고 접합부에서 나타난 Layer I과 Layer II에 존재하는 각각의 생성상에 대하여 EDX와 WDX로써 점분석 및 면분석을 행하여 생성상의 성분을 조사한 후 XRD로 각 생성상의 동정한 결과는 다음과 같다.

Photo.1은 계면과 각 층내에 존재하는 상의 종류와 특징을 검토하고 각 층을 분류하기 위해 $\phi 400\mu\text{m}$ 의 텅스텐선을 marker로 삽입금속 중에 삽입하여 1373K에서 30분동안 유지하여 접합한 경우 광학 현미경 조직이다. 접합부에서 나타난 반응층을 구분하여 보면 알루미늄과 계면을 이루며 광학 현미경상으로는 노란색을 띠는 기지위에 흰색과 회색의 생성상이 공존하는 영역인 Layer I과 그 아래 일정한 형태의 연속된 피상을 하고 있는 Layer II, 그리고 원래의 삽입금속으로 간주되는 Layer III와 용융 삽입금속과 304 스테인레스강의 반응층인 Layer IV로 크게 4영역으로 분류할 수 있다.

Layer I과 Layer II에 존재하는 상의 특징을 더욱 자세히 관찰하기 위해 고배율로 확대하여 보았으며 Photo.2는 그 결과이다. Layer I은 광학 현미경상에서 노란색을 띠는 B의 기지내에 회색의 A상과 흰색의 C상, 즉 3상이 존재함을 알 수 있었다. 한편 Layer II는 전체가 연속적인 피상을 하고 있었으며 피상 아래 요철부분에는 흰색의 E상이 부분적으로 형성되어 있음을 볼 수 있다.

Photo.3은 1323K에서 10분 동안 접합한 시편의 Layer I, II를 EDX분석 결과 검출된 원소들인 Al, Cu, Zr에 대해 면분석하였으며 a)는 주사식 전자현미경 사진이고 b) c) d)는 각각 Al, Cu, Zr에 대해 면분석한 결과이다.

이상의 분석결과 Photo.2에서 Layer I의 A상은 ZrO_2 이며 B상은 Fe-Cr-Ni이고 이들이 C상인 Cu기지내에 혼재하고 있음을 알 수 있다. 한편 Layer II의 D상은 ZrO_2 이고 Fe-Cr-Ni이 부분적으로 형성되어 있음을 알 수 있었다.

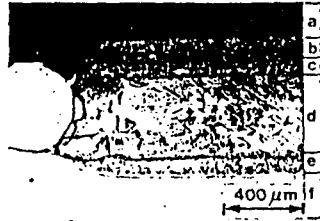


Photo.1 Cross-sectional microstructure of a $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Cu}-7.5\text{wt}\% \text{Zr}/\text{STS304}$ joint brazed at 1373K for 1.8ks (a: Al_2O_3 , b: Layer I, c: Layer II, d: Layer III, e: Layer IV, f: STS304)

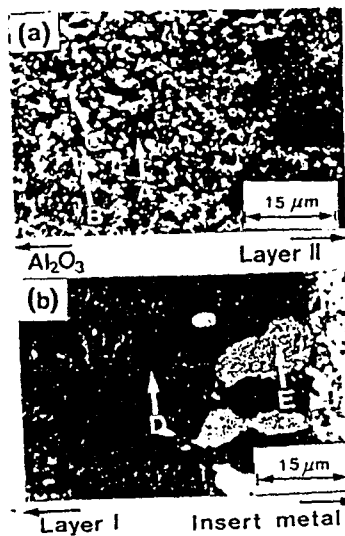


Photo.2 Cross-sectional microstructure of the layer I and II of a $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Cu}-7.5\text{wt}\% \text{Zr}/\text{STS304}$ joint brazed at 1373K for 1.8ks
 a) Microstructure of the layer I
 b) Microstructure of the layer II

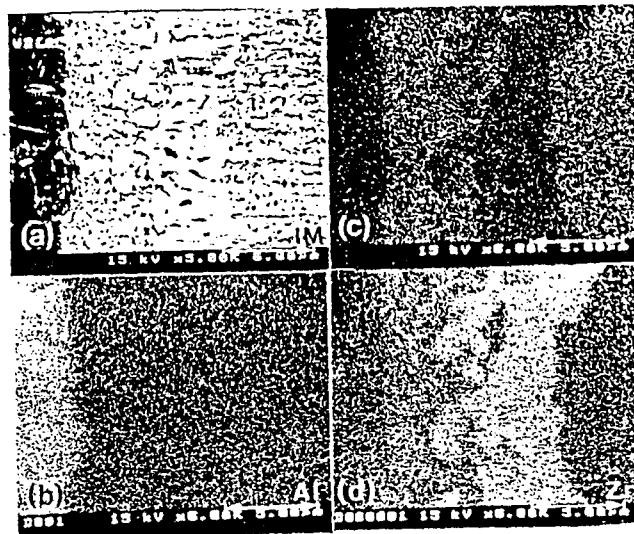


Photo.3 SEM micrographs and X-ray image patterns for Al, Cu and Zr of the layer I and II brazed at 1323K for 0.6ks