

Active Metal Brazing법에 의한 Al_2O_3/STS 304의 접합에 관한 기초적 연구

A study on bonding of $Al_2O_3/STS304$ by active metal brazing method

부산대학교 신순범*, 김병무

이상래, 강정은

1. 서론

최근 신소재로서 각광을 받고 있는 세라믹스는 내열성, 내마모성, 내식성은 물론 고온강도 및 재료 경량화 등에서 우수한 성질을 갖기 때문에 여러 분야에서 금속의 대체재로서 그 응용이 확대되고 있는 실정이다. 그러나 세라믹스는 인성이 부족하고 가공이 곤란하다는 결점이 있으므로 그 응용범위가 제한되고 있다. 그러므로 금속과의 복합화를 통하여 세라믹스의 결점을 보완함과 동시에 응용범위를 확대시키기 위하여 많은 연구가 진행되고 있다.

그러므로 본 연구에서는 세라믹스/금속의 접합법 중에서도 비교적 공정이 간단하고 높은 접합강도를 얻을 수 있어 현재 각광을 받고 있는 활성 Brazing법을 이용하여 Cu-Ti합금을 삽입금속으로 $Al_2O_3/STS304$ 의 접합을 행하였을 때 접합조직에 미치는 삽입금속의 조성과 두께의 영향 및 접합조건에 대하여 계통적으로 검토하였다.

2. 실험방법

세라믹스는 내열성, 내마모성, 절연성이 우수한 Al_2O_3 를 사용하였고, 금속으로는 현재 구조용 재료로 가장 많이 사용되고 있는 STS304를 선택하였다. 삽입금속으로는 연질금속인 Cu와 활성금속인 Ti를 선정하였으며, 고주파 유도토에서 용해하여 $\phi 8mm$ bar로 제조하였다. 접합은 Al_2O_3 holder내에 Al_2O_3 /삽입금속/STS304순으로 장착하였으며, 하중은 25g의 Dead load를 가하여 고온관상토에서 접합하였다. 진공도는 $10^{-3}torr$, 냉각속도는 0.05K/sec로 일정하게 유지하였으며, 삽입금속내의 Ti농도는 5, 10, 15wt%로 변화시켰다. 접합온도는 1373, 1423, 1473K로 변화시켰고, 접합시간은 1.8ks, 3.6ks, 5.4ks로 변화시켰다. 생성상의 동정은 우선 EDX를 사용하여 접합부에서 나타나는 상에 대한 성분분석을 행한후, X-ray를 이용하여 생성상을 동정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Al_2O_3 와 304스텐레스강을 상기의 방법으로 제조된 삽입금속을 사용하여 접합한 경우, 온도, 시간 및 삽입금속의 영향에 따른 접합부조직의 변화와 생성상 등의 분석 및 동정을 OM,

SEM, EDX 등으로 관찰한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

Photo.1은 Cu-5wt%Ti합금의 삽입금속을 사용하여 1423K, 3.6ks동안 Al_2O_3 /STS304를 접합한 경우의 광학현미경 조직사진이다. 이 사진으로부터 세라믹스와 STS304사이의 조직을 크게 대별하면 세라믹스 계면에서 백색의 생성상이 존재하는 영역인 Layer I 과 원래삽입금속으로 간주되는 Layer II와 삽입금속과 STS304의 반응층의 경계로 간주되고 백색의 생성상이 존재하는 Layer III와 용융삽입금속에 의해 STS304가 용융하여 응고된 것으로 간주되는 Layer IV로 분류할 수 있다.

Photo.2는 Layer I 에 존재하는 상들의 조성을 알기 위하여 SEM과 EDX를 이용하여 Ti 및 Fe 를 면분석한 결과이다. 광학현미경상으로는 단상이 존재하는 것처럼 보이지만 Photo.2에서 알 수 있는 것처럼 백색의 생성상은 Fe-Cr-Ti rich 상과 Fe-Cr-Ti poor상으로 분류되고 조직으로는 구별이 어렵지만 세라믹스 계면에서 Ti rich인 층상의 조직이 존재함을 알 수 있다. 이 층상조직을 WDX로 분석한 결과 O도 포함되어 있었다.

Photo.3은 Photo.1과 동일한 접합조건으로 Al_2O_3/Al_2O_3 를 접합하였을 경우의 광학현미경 조직사진이다. 접합부에서 나타나는 조직은 세라믹스계면에서 백색의 생성상이 존재하는 Layer I 과 삽입금속인 Layer II의 2영역으로 분류할 수 있다. Layer I 의 백색 생성상은 EDX 분석한 결과 Ti-O화합물이었고 Layer II에서는 흑색의 기지와 백색의 생성상이 존재하고 EDX 분석결과 각각 Cu, Cu-Ti화합물이었다.

이상의 결과로부터 Al_2O_3 /STS304를 접합한 경우 Layer I 에서는 괴상의 Fe-Cr-Ti상과 아주 얇은 Ti-O의 상이 존재하고 있음을 알 수 있다. Layer II에서는 EDX분석결과 거의 Cu로 되어 있는 기지와 입계에 Fe-Cr-Ti의 생성상이 존재함을 알 수 있었다. Layer III의 백색상도 Fe-Cr-Ti화합물이었다. Fe-Cr-Ti의 화합물은 Layer I, Layer II 및 Layer III 에 존재한다. 이것은 용융삽입금속과 STS304가 반응하여 STS304의 접합부 근방의 일부가 용융되어 응고시 계면 및 입계에서 정출된 것으로 사료된다.

Al_2O_3 /STS304 접합한 경우의 접합부 조직에 미치는 삽입금속의 양, 시간 및 온도의 영향에 대한 결과는 다음과 같다.

Layer I 의 Fe-Cr-Ti의 생성상은 접합시간이 길어짐에 따라 (30-90min) 약간 감소하는 경향을 보였으나 접합온도가 1373K, 1423K, 1473K로 높아짐에 따라 현저히 감소하는 것으로 나타났다. Layer III의 폭은 접합시간에 영향을 거의 받지 않고 접합온도가 증가함에 따라 감소하는 것으로 나타났으며 삽입금속의 양이 증가함에 따라 증가하는 것을 알 수 있었다. Layer IV의 폭은 접합시간이 증가함에 따라 별다른 변화를 찾을 수 없었으나 접합온도가 높아지고 삽입금속의 양이 증가함에 따라 증가하였다.

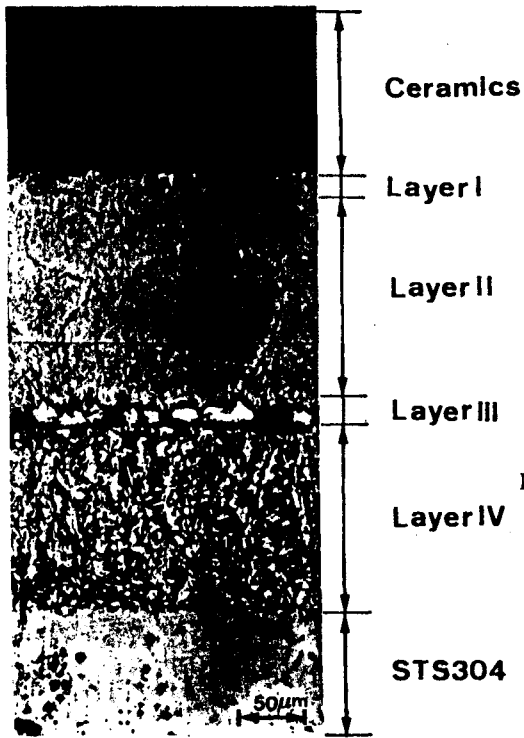


Photo.1 Microstructure of cross section of the interlayer of the $Al_2O_3/STS304$ joint

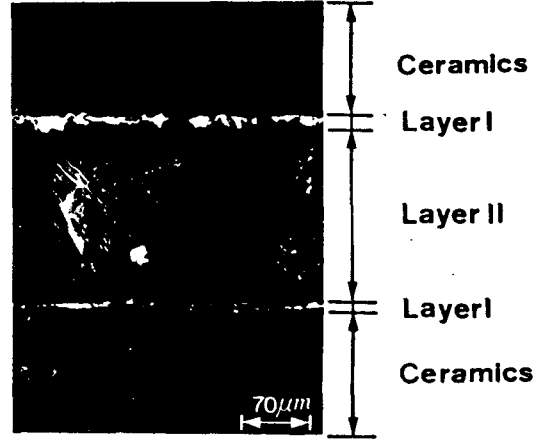


Photo.3 Microstructure of cross section of the interlayer of the Al_2O_3/Al_2O_3 joint

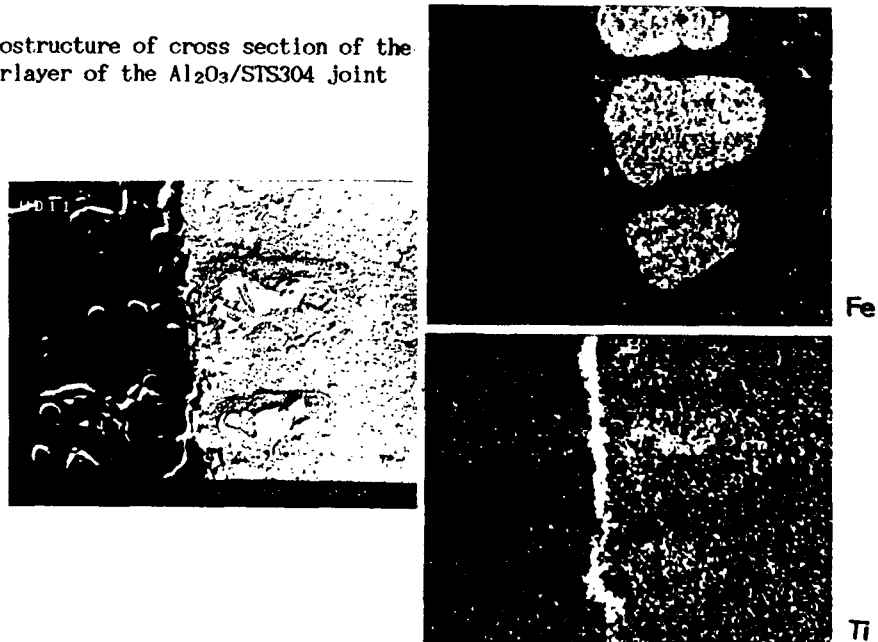


Photo.2 SEM and EDX analysis of the interlayer of the $Al_2O_3/STS304$ joint at 1473K for 3.6ks