Ceramics 및 stainless 강 접합 특성에 대한 접합 변수의 영향

산업과학기술연구소 권영각
김원배
김숙환

1. 서 론

최근 첨단 산업과 관련되는 각종 제품의 정밀화 및 고급화가 점점 더 절실히 요구되고 있는 상황에 따라 기계류 및 산업 설비 부품에 세라믹을 비롯한 많은 신소재들을 복합적으로 적용하는 경우가 많아지고 있으며 이에 따라 정밀 가공기술이 필수적으로 요구되고 있는 실정이다. 이와같은 소재의 복합사용은 동일 소재에서는 얻을 수 없는 여러가지 기능을 동시에 얻을 수 있다는 점에서 최근 많은 연구가 진행되고 있으며 접합을 통한 세라믹 및 이종재료의 응용기술 역시 최근 많은 관심을 끌고 있는 분야이다.

세라믹 및 이종재료 접합을 위한 기술로서 가장 많이 적용되고 있는 것이 Brazing 이며, 그중에서도 최근 많은 연구가 진행되고 있는 것이 Direct brazing process 로 이는 Ti, Zr 등의 활성금속을 포함한 용가재를 사용하여 1차의 공정으로 접합을 완료하는 방법이다.

본 연구에서는 산화물계 세라믹 및 세라믹과 스텐레스강의 접합부 특성에 접합 변수가 미치는 영향을 조사하기 위해 Brazing 열 cycle 및 용가재의 성분을 변화시키가며 접합부의 조직검사 및 굽힘강도 test를 행하였다.

2. 실험 방법

본 실험에서 사용한 세라믹재는 직경 6mm, 길이 30 mm 의 99.8%의 알루미나를 선정하였고 스텐레스강은 SUS304와 SUS430을 선정하였다.

실험에 사용한 용가재는 Silver-base 로 활성금속 Ti 가 약 3% 함유한 두께 100 ㎛ 의 foil상의 비정질 재료로 Table 1에 각각의 성분 및 작업온도를 나타내었다.

시험편은 접합전에 표면을 granding후 아세톤으로 세척후 시험하였으며 고주파 유도가열로에서 99.999% 순도의 Argon gas분위기를 사용하여 시험편을 제작하였다. 시험편에 주어지는 열 cycle은 R-type의 열전대를 사용하여 소재표면의 온도를 직접

측정하여 조절하였으나, 알루미나간의 접합시에는 소재에 직접 열전대를 붙일수 없는 관계로 Fig. 1과 같은 steel tube 를 사용하여 시험을 행하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 2 는 용가재 D type을 사용하여 얻은 접합부의 EDAX 분석결과를 나타낸 것이다. 접합부의 중심부위에는 용가재의 주성분인 Ag 와 Cu가 분포하고 있으나 용가재와 접합소재 사이에는 Ti가 밀집되어있는 반응층이 형성되어 있음을 확인 할 수 있었다.

Fig. 3는 각각의 용가재를 사용하여 얻은 Al2O3/Al2O3 접합부의 굽힘 강도를 나타낸 것으로 확산층의 형성이 양호하고 금속간 화합물의 형성이 제일 적게 발생하는 3% Ti를 함유한 D type의 경우가 제일 높은 강도를 나타내었다. 여기에서 B type의 경우에는 작업온도가 너무 높아 본 실험 조건에서는 소재 표면 및 용가재의 산화가 발생하는 것으로 생각되며, A,C type의 경우에는 용가재와 접합 소재간의 확산층의 형성은 양호하나 용가재 내부에 Ti와 Cu의 화합물 (TiCu, Ti2Cu 등)의 형성 및 불균일한 분포로 인해 강도가 저하하는 것으로 생각된다. 또한 활성 금속이 포함되지 않은 E type의 경우 접합부에 거의 반응층이 형성되지 않음으로서 접합이 이루어지지 않거나 매우 약한 강도를 나타냄으로서 세라믹 소재의 접합시 활성 금속의 역할을 확인 할 수 있었다.

Fig. 4 은 brazing 온도에서의 유지 시간을, Fig. 5 는 brazing 작업온도를 그리고 Fig. 6는 소재 가열 속도를 각각 변화 시켰을 때의 굽힘 강도를 나타낸 것이다. 용가재와 접합 소재와의 반응 및 상호 확산은 유지시간이 길수록, 작업온도가 높을수록 양호하게 이루어지기 때문에 이에 따른 굽힘강도 값이 증가하는 경향을 나타내고 있음을 알 수 있었으나 가열속도의 경우에는 본 실험 범위 (10-20°C/min) 내에서와 같이 비교적 균일하게 가열될 수 있는 범위내에서는 굽힘 강도값에 별 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.

4. 결 론

Alimina 세라믹 및 stainless 강의 brazing시 접합 변수가 접합부 강도에 미치는

영향을 조사하였다. 세라믹재의 접합시 접합부내에서 형성되는 반응층 및 금속간 화합물의 형성 및 그 분포 여부가 접합부 강도에 큰 영향을 미침을 알 수 있었으며, 접합시 유지시간이 길수록 접합강도는 증가하였으나, 10-20°C/min 범위의 가열 속도에서는 별다른 영향을 끼치지 않았다.

Table 1 Chemical compositions and working temperature of brazing filler metals used

Filler metal	Ag	Cu	Ti	In	Melting temp.	Working Temp.
Type A	72.5	19.5	3	5	732 - 811	850 - 950
Type B	96	-	4	-	960	960 - 1060
Type C	91	6	3	-	715 - 917	920 - 1000
Type D	70.5	26.5	3	-	803 - 857	860 - 950
Type E	72	28	-	-	779	779 - 899

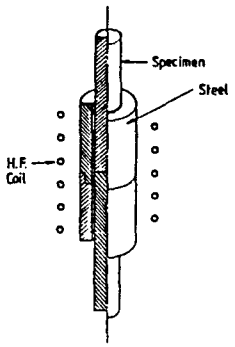

Fig. 1 Assembly of braze specimen

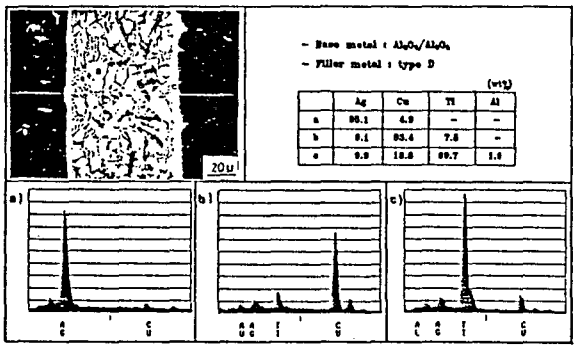

Fig. 2 EDAX analysis of brazed A1203/A1203 joint

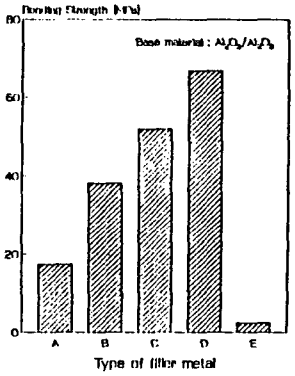

Fig. 3 Fracture bending strength of brazed A1203/A1203 joints

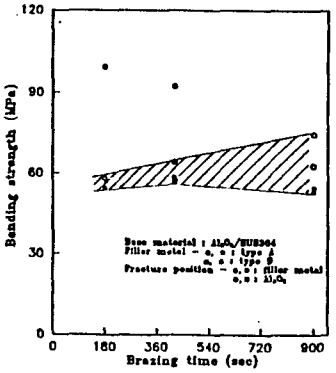

Fig. 4 Bending strength of brazed A1203/SUS304 joints with different brazing conditions

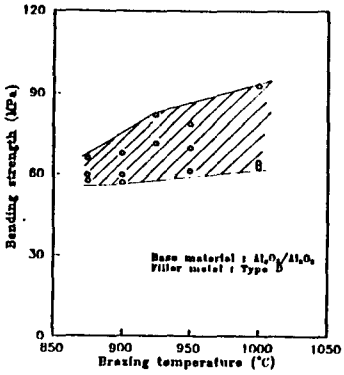

Fig. 5 Bending strength of brazed A1203/A1203 joints with different brazing conditions

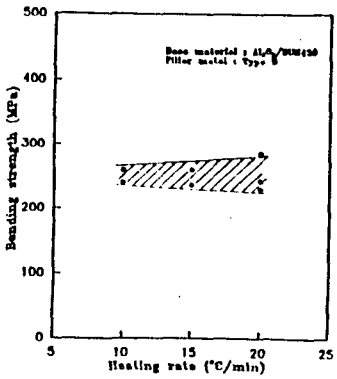

Fig. 6 Bending strength of brazed A1203/SUS430 joints with different brazed conditions