

Al 합금과 스테인리스 강의 고상 접합성 연구(2) (Solid Diffusion Bonding Properties of Al Alloy/ STS Steel)

이 경식* · 강 태영 · 김 영식
한국해양대학교 공과대학 기계소재공학과

1. 서론

이종재료의 접합에 있어 금속간 화합물의 생성 및 그 접합 기구를 규명하는 것은 매우 중요하다. 그리고, 접합강도의 향상 측면에서 볼 때, 접합면의 제어와 접합 조건의 적절한 선정 또한 중요한 요소들이다. 이러한 관점에서, 본 실험에서는 이전의 보고서에서 언급되었던 여러 접합조건을 기준으로 하여 접합강도의 향상을 위한 접합기구의 규명과 접합면 성상의 영향을 조사할 목적으로 실험을 실시하였다.

2. 실험재료 및 실험방법

실험에 이용한 재료는, 냉간 압출재인 A6061(T6) 및 STS 316L이며, 접합강도 평가와 반응층 관찰 시험편으로 나누어 실험하였다. 접합강도 평가를 위해 A6061은 $\phi 14.5\text{mm} \times 25\text{mm}$, STS 316L은 $\phi 11\text{mm} \times 55\text{mm}$ 로 가공하였고, 반응층 관찰에는 두 모재 모두 $\phi 14.5\text{mm} \times 15\text{mm}$ 로 가공하였다. 접합면의 표면처리는 A6061은 #1500A $\rightarrow 3\mu\text{m} \rightarrow 1\mu\text{m}$, STS 316L은 #1500 \rightarrow wire brush로 스크래치 처리하였으며, 메칠 알코올로 10min 동안 초음파 세척 후, 드라이 기로 건조시킨 다음 접합에 이용하였다. 접합에 이용한 장치는 전체 진공방식인 Vacuum Hot Press를 이용하였으며, 10^5torr 이상의 고진공 분위기에서 접합을 실시하였다. 가압력은 1~3MPa의 범위 내이며, 접합온도는 748K~823K 사이에서 변화시켰다.

접합부의 강도평가는 Instron type 재료 만능시험기로 평가하였다. 온도변화에 따른 파면의 성상을 관찰하기 위해 디지털 카메라로 단면 촬영을 실시하였고, SEM을 이용한 국부적인 관찰과 XRD분석을 통해 접합부에서 파단 영역을 조사함으로써, 이것이 접합강도에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 평가하였다. 그리고, 온도 변화에 따른 반응층의 두께조사를 통해 두께변화에 따른 접합부의 강도평가도 실시하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 온도 변화에 따른 접합부의 강도평가

유지시간 및 가압력을 일정하게 하면서, 온도변화에 따라 접합을 실시하여 접합부의 강도를 평가한 결과를 Fig. 1에 나타낸다. 그래프에서도 알 수 있듯이 온도상승과 더불어 접합부의 강도는 증가해 최대접합강도 약 140MPa의 접합강도가 얻어졌다. 하지만, 온도가 더욱 상승하여 823K 이상이 되면, 오히려 접합강도가 크게 저하하는 것을 알 수 있다. 이것은 취약한 금속간 화합물의 생성에 따른 결과라고 추측되어진다.

3.2 파면의 성상에 따른 접합강도 평가

인장 시험 후 파면의 성상을 디지털 카메라로 관찰·분석한 결과, 접합온도가 비교적 낮은 748K에서는 void같은 구멍들이 파면에서 관찰되며, 이것은 온도상승과 더불어 감소해 감을 알 수 있었다. 하지만, 비교적 높은 온도인 813K에 이르면, 파면의 성상이 강물이 흐른 자국처럼 되며, 823K에서 더욱 뚜렷하게 관찰되었다. 이것을 SEM으로 자세하게 관찰한 결과 비교적 저온 측에서는 dimple형상 파면이 적게 분포되어 있었으며, 비교적 고온 측에서는 거의 관찰되지 않았고, 중간 온도 측에서는 많이 분포되어 있음을 관찰할 수 있었다. 이러한

파면의 성상을 보고, 추측을 해보면, 비교적 저온일 때는 void형성에 의해, 비교적 고온일 때는 취약한 금속간 화합물의 과다 생성에 의해 접합강도가 저하하며, 그 중간온도인 798K에서 803K사이에서는 상호 확산에 의한 적정 두께의 반응층 형성에 기인하여 접합강도가 상승한다고 생각되어진다.

3.3 파면의 성상과 XRD분석 결과의 관계

접합온도 798K와 813K 파면의 XRD 분석결과를 Fig.2, 3, 4, 5에 나타내었다. 비교적 고온측인 813K에서의 STS쪽의 파면의 분석 결과 Al이 검출되지 않은 것으로 보아, 산화피막에 의해 취약한 금속간 화합물이 형성되었고, 그 결과 Al 모재 쪽이 아닌 STS쪽에서 파단이 일어났다고 생각되어진다.

4. 결론

- 1) 접합부의 강도는 두 모재의 상호확산에 의해 상승하고, Al 쪽에서 연성파괴 형식의 dimple 파면이 관찰되어진다.
- 2) 접합온도가 상승할수록 접합강도는 상승하지만, 너무 고온 쪽으로 이행하면, 취약한 금속간 화합물 생성에 의해 오히려 접합강도가 크게 저하한다.
- 3) 파면의 관찰 결과, 비교적 저온 측일 때는 dimple 파면이, 고온 측일 때는 균열이 관찰되고, dimple 형상도 거의 나타나지 않는다.

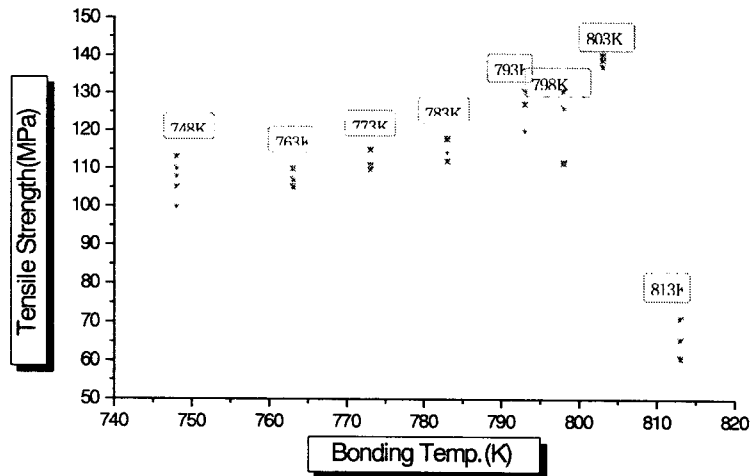


Fig.1 Effect of bonding temp. on tensile strength of A6061/ STS316L joint

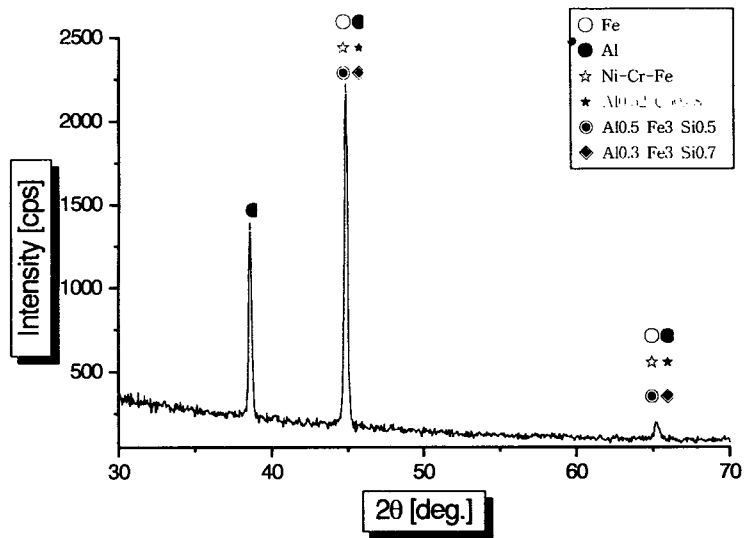


Fig.2 X-ray diffraction patterns from fracture in A6061 side
(Temp. : 798K, Time : 120min)

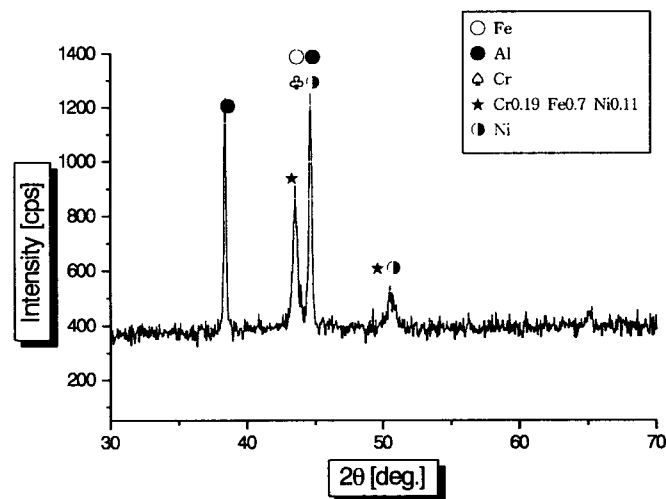


Fig.3 X-ray diffraction patterns from fracture in STS316L side
(Temp. : 798K, Time : 120min)

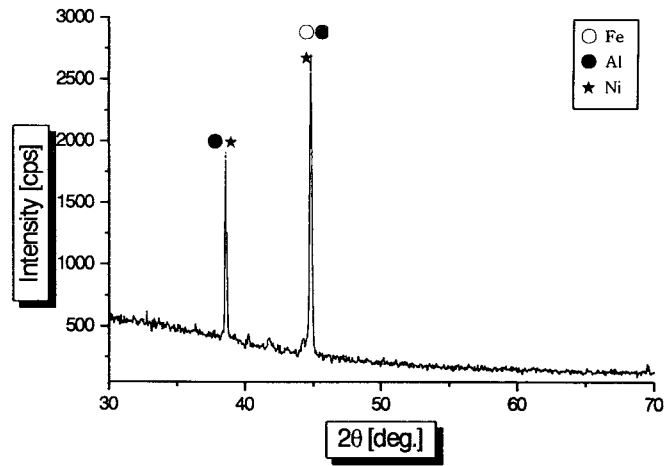


Fig.4 X-ray diffraction patterns from fracture in A6061 side
(Temp. : 813K, Time : 120min)

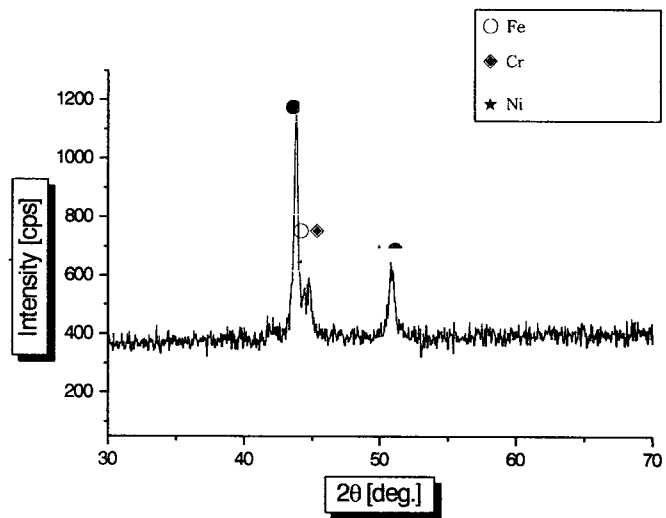


Fig.5 X-ray diffraction patterns from fracture in STS316L side
(Temp. : 813K, Time : 120min)