

## 기계적 합금법으로 제조된 Ni기 산화물 분산강화 합금의 마찰압접에 관한 연구 (Friction Welding of Ni-Base ODS Alloy Prepared by Mechanical Alloying)

울산대학교 김지훈\*, 박성계, 김지순, 권영순

MA ODS 합금의 보다 폭넓은 실용화를 위해 크게 요구되고 있는 적정 접합기술 개발의 한 방안으로, 마찰압접(Friction Welding) 방법의 가능성을 조사하기 위하여 마찰압력과 시간, 마찰 후 접촉압력(Upset Pressure) 등을 다양하게 변화시켜 접합체를 제조한 후, 접합체 강도에 대한 인장시험과 접합계면의 결합 및 미세구조에 대한 현미경 관찰, EDS에 의한 원소분석, 접합이음부의 경도분포와 파단면 분석 등을 행하였다.

실험에 사용된 모재는 기계적 합금법으로 제조된 Inco사의 Ni기 MA754 합금이었으며, 직경 10 mm, 길이 50 mm로 가공한 후, 아세톤으로 초음파 세척하여 접합에 사용하였다. 접합은 브레이크식 마찰압접기를 사용하여 행하였으며, 회전시험편의 회전수는 2400 rpm이었으며, 다른 한쪽의 고정시험편과의 마찰압력 및 마찰시간은 각각 50~500 MPa과 1~5초로, 또한 업셋압력도 50~600 MPa로 변화시켰다. 이때 업셋압력은 모든 시험편에 대해 일정하게 6초동안 가하였다. 얻어진 접합체는 각 압접조건 당 2개 이상의 접합시험편에 대해 상온 인장강도를 측정하였으며, 파단이 일어난 위치를 확인한 후 파면에 대한 분석을 주사전자현미경(SEM)과 에너지 분산형 분광분석기(EDS)를 사용하여 행하였다. 접합이음부의 접합성을 확인하기 위하여, 접합체를 접합면에 수직으로 절단, 연마한 후 광학현미경과 SEM, EDS 등으로 관찰, 분석하여 접합부의 형상과 결합형성 여부, 접합계면의 미세조직 등을 조사하였다. 또한 마찰압접에 따른 모재와 접합계면부의 경도분포를 접합이음부로부터 모재쪽으로 일정 간격을 두어 마이크로 비커스 경도기로 측정, 조사하였다.

이상의 실험 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 접합체 강도가 모재 강도의 95% 이상이 되는 양호한 접합체를 얻기 위한 마찰압력 조건은, 2400 rpm의 회전속도와 6초의 업셋압력 유지시간에서 마찰압력과 업셋압력, 그리고 마찰시간이 각각 400 MPa 이상과 500 MPa 이상, 2초임을 확인하였다.
- (2) 접합이음부의 관찰 결과, 모든 마찰압접 조건에서 접합이음부는, 기존 모재의 texture 조직을 유지하고 있는 모재부 영역(영역 III)과 접합계면부에 인접하여 업셋압력이 주어질 때 단조 효과에 의해 계면 외부로 metal flow가 일어나면서 형성된 영역 II, 매우 미세한 결정립으로 구성된 중앙부의 영역 I로 이루어져 있음을 확인하였다.
- (3) 최적접합조건이 충족되지 않은 경우, 접합부의 영역 I에서 관찰된 void와 균열, 불균일한 접합계면 등의 접합결함에 Al과 Y, Ti 등으로 구성된 산화물들이 응집되어 있음을 확인하였다.
- (4) 접합체의 파단 양상은 크게 접합부 파단과 모재부 파단, 이들의 혼합형 파단으로 나눌수 있었다. 모재부 파단의 경우, 파단면이 매끄럽고 파면상의 결정립도 매우 미세하였으며, 산화물의 응집도 찾아보기 어려웠으나, 접합부 파단의 경우에는 파면의 굴곡이 비교적 심하고 연성입계파괴의 형태를 보였으며, 결정립도 모재부 파단의 경우에 비해 조대하였다.