

Cu와 Stainless Steel의 확산접합계면 조직에 관한 연구

산업과학기술연구소 용접연구센터 김 영 섭*
박 재 현
권 영 각

1. 서론

확산접합은 잘 알려진 바와 같이 용접이 어려운 두께가 두꺼운 재료와 다공성, 섬유질, 분말등 재료의 형상에 큰 구애를 받지 않으며, 유리, 반도체, 세라믹과 같은 비금속과 금속의 접합을 할 수가 있고, 다양한 기계류의 보수, 마모부품, 파손부품에 대한 것에도 응용을 할 수가 있다. 확산접합에 있어서 가장 두드러지는 점은 고품위의 접합부품 형성할 수 있다는 것이다. 그러므로 접합후에도 재료의 특성을 유지할 수가 있으며, 한편 열적, 물리적으로 특성이 다른 이종금속과 합금의 접합이 가능하므로 서로 다른 금속/금속, 금속/비금속의 접합에 있어서도 재료의 특성을 그대로 유지할 수가 있다. 따라서 적층에 의한 복합재료의 제조에도 이용될 수가 있다. 본 연구에서는 확산접합을 이용한 clad sheet 또는 특수전극등의 제조에 필요한 기술확보를 목적으로 Cu와 스테인레스강의 접합계면에 대한 미세조직을 조사 연구하였다.

2. 실험방법

본 연구에서 사용한 접합재료는 순수 Cu와 STS 304 이었으며, 접합하기 전 표면은 #1200으로 연마하여 acetone으로 초음파 세척한 후 건조시켰다. 접합은 Ar 분위기에서 실시하였고 시편은 RF coil로 원하는 온도로 가열시켰다. 압력은 시편이 냉각할 때까지 원하는 수준을 유지시켰다. 접합은 insert metal없이 행한 직접접합과 50 μ m의 Ni foil을 insert metal로 이용한 고상확산접합의 두가지를 실시하였다. 계면은 광학현미경과 전자현미경을 이용하여 관찰하였으며 미소경도 분포도 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

Cu와 STS 304 확산접합부의 조직은 접합조건에 따라 약간의 차이가 있는 것으로 보이지만 etching에 의한 Cu측 계면의 심한 부식으로

부터 알 수 있듯이 Fe, Cr과 Cu가 금속간화합물을 만들어 일부는 석출물형태로 계면에 존재하는 것으로 보인다. 계면의 Auger 분석결과 일부에서 산소가 검출되었는데 Cu내부의 산소인지 표면의 산화막에서 확산되어 들어온 것인지는 확실하지 않다. Auger 선분석에 의하면 약 5 μ m 정도의 확산층을 발견할 수 있었다. 이러한 확산층은 계면을 따라 균일하게 존재하지않고 부분적으로 존재하였다.

Al청동과 STS 304의 확산접합에서 insert metal로서 Ni및 Cu foil을 사용한 연구 보고가 있었는데 Ni을 이용하였을 때 가장 우수한 접합 계면을 형성하여 본 연구에서도 접합을 용이하게 하기위하여 insert metal로서 Ni foil을 사용하였다. 이 경우 Cu측과, STS 304측에 반응층을 형성하고 있는데, EPMA 결과 STS 304측의 반응층에서는 Ni, Fe, Cr이 검출되었고, Cu측에서는 Cu와 Ni이 검출되었다. 2원계 상태도에 따르면 Cu와 Ni은 전용고용체를 형성하고 있으며, Fe와 Ni, Cr과 Ni은 금속간화합물을 형성한다. 여기에서 Ni과 STS 304사이의 반응층의 두께가 접합조건에 큰 영향을 받지않는 것으로 보인다. 그것은 Fe가 Ni에 대한 고용한도가 있기 때문에 그 한도를 넘어서는 반응이 일어나지 않으므로 반응층의 두께가 일정한 것으로 생각된다. 그리고 Cu에 있어서는 확산속도가 Cu의 농도에 따라 변화하며, Ni과의 확산속도 차이에 의하여 확산에 의한 void를 형성할 수 있다. 한편 이 경우 접합부에서의 경도분포는 insert metal을 사용하지 않을 때와 유사한 형태의 분포를 보이고 있다. 900°C에서 접합한 경우 Cu와 Ni사이 반응층은 Hv 148, Ni과 STS 304사이의 반응층은 Hv 201로 측정되었다.

직접접합한 Cu와 STS 304의 접합부는 가공중에 대부분 파단을 일으켰으며, Ni insert metal을 사용한 접합시편의 경우에는 파단이 주로 Cu와 Ni insert metal의 계면에서 많이 발생하였다. Cu측이나 Ni insert metal측에서 모두 많은 dimple들을 볼 수가 있었는데 이러한 dimple은 Cu와 Ni의 확산속도 차이에 따른 Kirkendall 효과에 의해 형성된 void가 변형하여 발생한 것으로 보인다.

4. 결론

Cu/STS 304 확산접합계면을 insert metal이 없는 경우와 있는 경우를 비교 검토하였다. 한편 본 연구를 통하여 이 재료를 이용한 제품의 제조에 필요한 기초 자료로 이용될 수 있을 것으로 기대된다.