

Al-Si합금분말을 이용한 신 접합소재 개발 (Development of New PM Brazing Materials by using Al-Si Alloyed Powder)

한국기계연구원 김용진
(주) 선광금속 김기홍

1. 서론

현재 각종 열 교환기 시스템에 사용되는 Al의 접합공정은 용해 주조에 의해 제조된 Al-Si 판재나 봉재를 플럭스와 함께 가열하여 사용하고 있다. 이때 사용되는 플럭스의 대부분은 공정 제어가 쉬운 염화물계 플럭스(flux)이다. 그러나 염화물계 플럭스를 사용할 경우, 공정제어가 쉬운 장점이 있지만 질산, 황산 등을 사용하는 전·후처리 및 세척공정과 접합 중 Cl계의 부식 및 환경오염 가스가 대량 배출되는 문제점이 있다. 본 연구에서는 기존의 이러한 단점을 해결하고자 Al-Si합금분말과 비부식성 플럭스를 사용하여 혼합 및 압출공정에 의해 새로운 접합소재를 개발하는 연구를 수행하였다.

2. 실험방법

원료분말은 가스 atomizer를 사용하여 제조하였고, 합금 성분은 Al-10wt%Si로 고정하였다. 분말제조를 위한 분사변수는 가스분사압력 10-20bar, 이때 분사가스는 순수 질소에서부터 최대 30%산소가 포함된 질소와 산소의 혼합가스를 사용하였다. 제조된 분말은 입도 분석, 산소함량분석 및 BET 등을 측정, 분말특성을 조사하였다. 분말의 성형성은 Al-Si합금분말과 비부식성 플럭스와 혼합한 후, 3ton/cm²의 압력으로 원통형 빌렛으로 성형하여, 압축실험을 이용해 측정하였다. 성형 빌렛은 다시 가열, 압출공정을 통해 튜브형상으로 제작한 후 접합실험을 하여 접합성능성을 조사하였다.

3. 연구결과

분말제조 시 분말의 평균입도는 분사가스의 압력에 거의 반비례함을 알 수 있었고 제조된 분말의 평균입도는 분사압력범위 10~30bar범위에서, 약 110~72 μ m범위였다. 분말의 형상은 순수질소를 사용한 경우 진구형에 가까운 분말형상을 나타내고 있으며, 분사가스에 산소가 함유되어 있는 경우, 불규칙 형상의 분말이 제조되고 있음 알 수 있었다. 이는 용탕이 분사되어 분말로 응고되는 도중에 산소와의 반응에 의해 분말표면에 산화막이 형성되어 응고되기 때문이다. 순수 질소가스를 이용해서 분말을 제조한 경우, 약 350ppm정도의 산소가 분말 내에 존재하고 있었고 분사가스에 산소함유량이 10%로 증가하면 분말내의 산소함유량도 500ppm수준으로 증가하였다. 한편 분말의 표면적은 순수 질소를 분사가스로 사용한 경우 0.15m²/gr이며 산소를 함유한 가스를 사용한 경우 0.30~0.35m²/gr으로 나타났다. 성형성에 있어서는 동일한 성형압력에서 성형밀도는 분말의 종류에 따라 큰 차이가 없이 상대성형밀도 85~87%로 나타났지만 성형체의 파괴강도는 분말제조 시 분사가스에 함유된 가스의 함량에 매우 큰 영향을 받을 수 있었다. 성형된 빌렛을 가열, 압출에 의해 파이프 형상으로 제조한 후, ring형으로 절단하여 Al튜브의 접합에 적용한 결과, 인장시험 시 파단은 대부분 모재에서 파단이 발생하여 접합강도가 우수한 것으로 판명되었다. 또한 70~80kgf/cm²의 고압을 이용한 내압실험 결과에서도 균열이 발생하지 않았다.

4. 결론

Al-Si분말과 비부식성 플럭스를 혼합 사용한 Al계 분말 접합소재를 개발하기 위한 연구결과, 분말제조에 있어서는 산화성 가스를 분사매체 사용하는 것이 비록 분말 내의 산소함량은 증가시키지만 성형성이 크게 향상되었다. 제조된 분말을 이용해 성형, 압출공정에 의해 플럭스가 함유된 ring형상의 분말접합소재를 제조하여 Al파이프를 대상으로 접합성능을 측정된 결과, 접합부위에서 균열이 전혀 발생되지 않는 우수한 결과를 얻을 수 있었다.