

Al-12Si합금의 열간단조 특성 연구

권용남¹, 하상백², 서희식²

Hot forging characteristic of Al-12Si Alloy

Y.-N. Kwon, S.-B. Ha, H.-S. Seo

고강도 내마모 소재인 Al-(10~15%)Si 합금은 열간 단조를 통하여 자동차 에어컨 컴프레서 피스톤 등의 부품에 적용되고 있다. 본 연구에서는 수평 연속주조공정으로 제조된 Al-12Si 합금의 고온소성변형 거동을 평가한 후 이를 바탕으로 열간 단조 특성을 고찰하였다. 또한, 연속주조재와 압출재의 특성을 비교하기 위하여 상용 AHS2 압출봉재를 사용하였다. 이상의 두 가지 소재에 대해 압축시험을 이용하여 변형 거동의 변화를 조사하였으며 모델 금형을 이용하여 열간단조시험을 수행하였다.

압출재를 이용하여 압출방향 및 압출수직방향에 대해 압축시험을 수행하였으며 압축 방향에 대해 유동응력의 차이는 크게 발생하지 않는 것을 확인하였다. 압출에 의해 Si입자의 배열이 이방성을 일으킬 수 있는 요인으로 작용함에도 불구하고 고온 변형시에는 큰 차이를 나타내는 수준은 아닌 것으로 결론지을 수 있다. 변형방향 및 온도에 관계없이 변형율속도가 낮아질수록 변형은 정상상태 변형에 의해 진행되고 있음을 확인할 수 있다. 정상상태는 변형의 진행을 위해 발생하는 전위와 결정립계에서 크라이프 등에 의해 소멸되는 전위의 농도가 일정함을 의미하기 때문에 변형과정 중에 미세조직에 큰 변화를 발생시키지 않을 것으로 판단된다. 하지만, 변형율속도가 증가함에 따라 변형초기에 최대 유동응력을 나타내고 이후 유동응력이 낮아지는 연화현상이 발생하였다. 특히 변형속도가 일반적인 열간단조속도에 해당하는 10 ~50/s의 변형율속도 범위에서 가공연화현상이 발생하는 것을 확인할 수 있다. 주조재에서도 낮은 변형율속도에서는 정상상태에 가까운 변형곡선을 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 높은 변형율속도에서는 가공연화현상이 발생하여 재결정 등에 의해서 내부조직변화가 압출재와 동일하게 진행됨을 확인할 수 있었다.

열간단조 시험결과, 압출재의 경우 압출공정을 통해 주상정 조직이 사라져 알파상이 일반적인 결정립과 같은 형상을 가지고 있으나 주조재의 경우 열간단조를 실시한 후에도 주상정의 형상을 그대로 가지고 있으며 알파상이 등방성을 가지는 결정립으로 진화하지는 않는 것을 확인할 수 있었다. 즉, 열간단조를 통해 가해지는 50~70%의 변형량은 내부 조직을 압출재와 유사한 수준으로 진화시키기에는 부족하다는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 압출재의 경우 빌렛주조 후 균질화처리, 압출을 위한 가열 등으로 인해 Si 입자들이 수 μm 의 크기까지 성장할 수 있는 열적 환경을 가진다. 이에 비해 주조품은 Si입자들이 열간단조 후에도 여전히 미세한 수준을 유지하게 된다. 열간단조 후의 미세조직적 특징을 조사하기 위하여 공정 Si 및 초정 Si입자의 크기를 측정하였다. 열간단조 후 평균 공정 Si입자크기는 1.7 μm 으로 측정되었다. 또한, 초정 Si입자의 크기는 16.6 μm 으로 측정되었다. 이상의 열간단조 실험을 통하여 주조재 압축시험의 결과에서 관찰된 가공연화현상은 압축변형시 주상정 조직의 배열의 변화와 일정 정도 관계가 있음을 확인할 수 있었다. 또한, 주조재가 압출재에 비해 높은 유동응력을 가지는 원인도 이상의 초기 주조조직과 일정 정도 연관이 있을 것으로 판단된다.

- 본 연구는 부품소재기술개발사업의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

1. 한국기계연구원 부설 재료연구소 융합공정연구부
2. (주)엘엠에이티 기술연구소
#교신저자: 재료연구소, E-mail: kyn1740@kims.re.kr