

TiAl 일방향응고 합금의 층상조직 제어

(Lamellar Microstructure Control of Directionally Solidified TiAl)

한국기계연구원 : *김승언, 이용태

금오공과대학교 : 오명훈, 박노진

1. 서론

최근 TiAl기 합금의 미세조직을 제어하는 방법 중 하나로 일방향응고 기술을 이용하여 층상조직을 주상정 방향, 즉 결정성장방향과 평행하게 배열시키는 연구가 진행되었고, 종자결정(seed crystal)을 사용하여 그러한 미세조직을 얻는데 상당한 진척이 있었으며, PST결정처럼 일방향응고 잉고트 전체에 걸쳐 층상방위가 같은 미세조직을 얻는데 성공하였다. 그러나 층상조직이 기계적 성질에 대한 심한 이방성을 갖는다는 점을 고려해 볼 때 그와 같은 미세조직은 개선의 여지가 있다. 따라서 주상정이 결정성장축을 중심으로 서로 다른 방위를 갖는 것이 바람직하다. 본 연구에서는 이 같은 미세조직을 얻기 위해 방향성응고 방법으로 종자결정을 제조하는 종전방법과는 달리 일반 주조방법으로 다결정 종자를 제조하고, 이를 사용하여 주상정 방위가 각각 다르면서 층상조직이 일방향응고 결정성장방향에 평행하게 배열된 미세조직을 얻는 기술을 새롭게 시도하였다.

2. 실험방법

합금 조성으로는 종자결정과 일방향응고 잉고트 모두 Ti-43Al-3Si (at%)을 선정하였고, 모합금은 아크용해로를 이용하여 1기압의 아르곤가스 분위기하에서 제조되었다. 종자결정은 모합금을 Mo도가니내에서 용해하여 금속주형에 주입하여 제조된 다결정 잉고트로부터 채취되었고, 일방향응고 잉고트는 CaO 도가니를 사용하여 Bridgmann 방법으로 제조되었다. 일방향응고 결정성장속도를 5-100 mm/h 범위에서 변화시켜 성장속도에 따른 미세조직 변화를 관찰하였으며, 잉고트 부위별로 집합조직을 측정하여 층상조직이 잉고트 전체에 걸쳐 제대로 배열되었는지 확인하였다. 아울러 층상방위에 따른 파괴인성 값을 구하기 위하여 3점 굽힘시험을 하였다.

3. 결과 및 고찰

Ti-43Al-3Si 다결정 종자합금을 이용하여 층상조직이 성장방향에 평행하고 각 주상정이 성장축을 기준으로 서로 다른 회전방위를 갖는 일방향응고 잉고트를 성공적으로 얻을 수 있었다. 일방향응고 잉고트의 집합조직 측정결과, 전반적으로 성장방향이 <101> 방향에 가깝게 나타나 잉고트 전체에 걸쳐 층상조직이 성장방향에 평행하게 잘 배열되어 있음을 확인하였다. 본 연구에서 제조한 일방향응고 합금의 파괴인성은 균열저항방향의 경우 $K_Q = 21.7-31.7 \text{ MPa(m)}^{1/2}$, 층상분리방향의 경우 $K_Q = 7.4-9.0 \text{ MPa(m)}^{1/2}$ 로서 모두 기존의 단결정 합금에 비해서도 우수하였으며, 파괴인성 이방성도 상당히 개선되었다. 이는 TiAl 금속간화합물의 제조공정기술면에서 대단히 진일보된 결과로서, 본 주상정 합금에 대하여 강도, 연성, 크리프특성 등 다른 기계적 성질도 검증이 된다면 실제 부품에의 조기 실용화도 기대된다.