

포스터 1

니켈계 초내열 주조합금의 압축변형에 따른 조직변화 연구

Microstructure of compressive deformation on Nickel-based single crystal Superalloy

진영훈*, 허무영*, 안성욱*, 임옥동*, 김승호*

* 고려대학교 금속공학과 * 한국과학기술연구원 합금설계 연구실

1. 서론

니켈계 단결정 초합금의 고온에서 변형하는 동안 가장 두드러지는 것 중의 하나는 cuboidal 형태를 가지며 기지와 같은 구조를 가지는 γ' (Ni₃Al) 석출물의 급격한 방향성 조대화 현상이다. 이 합금에서 방향성 조대화에 따른 미세조직 변화가 고온에서의 어떤 응력하에서 재료의 크립, 피로(인장, 압축특성 포함)에 매우 큰 영향을 미치기 때문에 매우 중요하다. 그래서 본 연구에서는 고온에서의 γ' 의 온도와 응력에 따른 미세조직 변화를 알아 보기 위하여 고온 압축실험을 수행하였다.

2. 실험방법

실험에 사용한 단결정 모합금은 KIST의 진공주조 용해로에서 만든 B1914 단결정을 사용했다. 그리고 단결정 모합금의 two step heat treatment를 1080°C/4hr, 900°C/10hr에서 수행했으며 압축실험을 위해 시편형태를 직경 8mm, 길이가 12mm인 실린더 형태로 제작을 했다. 고온에서의 압축응력에 의한 γ' 형상변화를 알아보기 위하여 900°C, 800°C, 700°C의 온도에서 응력을 가하지 않고 holding한 시편과 그 온도에서 압축응력을 가한후의 시편과의 미세조직의 차이를 관찰했다. strain rate는 10⁻³/sec이고 strain은 0.1까지였다. 그리고 석출물과 기지와의 misfit(δ)을 알아보기위하여 X-ray diffractometer를 사용했으며 미세조직은 압축변형후 시편을 (001)과 (010)section으로 나눠서 γ' 의 형상의 차이를 관찰했다.

3. 결과

단결정 시편의 결정방위는 Laue pattern으로 관찰해본 결과 [001]방위에서 약 4-5° 정도의 misorientation angle을 가져서 단결정 시편으로는 적합한 것으로 사료된다. 압축 시험전의 시편의 미세조직을 관찰한 결과 석출물 γ' 형상은 cuboidal 형상을 가졌고 평균크기는 약 0.4 μ m였으며 기지(γ) channel의 평균width는 약 0.09 μ m였다. 그리고 misfit (δ)를 측정해본 결과 약 -3×10^{-3} misfit을 가졌다. 압축실험후의 미세조직을 관찰한 결과 (010)section은 온도가 증가할수록 directional rafting 현상이 두드러진 것을 알수 있었으며 응력축[001]에 평행한 방향으로 석출물들이 조대화됨을 알수있었다. 즉 γ' 의 세로:가로 aspect ratio가 온도가 증가함에 따라 증가함을 알수 있었으며 900°C에서는 약 3정도가 됨을 알수 있었다. (001)section은 온도가 증가해도 방향성 조대화 경향은 거의 볼수 없이 cuboidal형상을 유지하며 석출물의 조대화 현상이 나타났다. 압축실험의 각 온도에서 holding만하고 응력을 가하지 않았을때에는 (001), (010)section모두 방향성 조대화가 거의 나타나지 않았다. 위의 실험결과를 볼 때 음의 misfit을 가지고 압축응력을 받을때는 석출물이 응력축에 평행하게 방향성 조대화현상을 가진다는 것을 알수 있으며 이러한 현상이 생기는 구동력은 chemical potential과 misfit stress를 낮추기 위한 diffusion flow때문이라고 사료된다.