

Ni-Fe계 초내열합금에서 열간 변형 조건에 따른 동적 재결정립 구조의 변화  
Variations of Dynamically-Recrystallized Grain Structure with Hot  
Deformation Conditions in a Ni-Fe Base Superalloy

한국기계연구원 나영삼, 염종택, 박노광

니켈계 내열합금의 성형은 수백 ℃에 이르는 고온에서 이루어지기 때문에 열간성형 과정에서 소재 내부의 미세조직 변화에 대한 이해는 부품의 특성 제어 측면에서 매우 중요하다. 특히 열간 동적 재결정에 의해 발생하는 결정립 구조의 변화를 적절히 조절함으로써 부품의 특성을 극대화 할 수 있다. 본 연구에서는 Ni-Fe계 초내열합금에 대한 고온 압축실험과 압축시편에 대한 EBSD 분석을 통해 열간 변형 과정에서 발생하는 소재 내부의 동적인 결정립 구조의 변화를 정량적으로 분석하고자 하였다.

고온 압축실험은 1010℃, 1066℃의 온도 조건과 0.5s-1, 0.005s-1의 변형율 속도 조건에서 최대 진변형을 0.7까지 수행하였으며 진변형율에 따른 결정립 조직 변화를 관찰하기 위해 진변형율에도 변화를 주어 실험을 수행하였다. 이들 고온 압축시편은 응력방향에 평행한 면에 대한 미세조직 관찰을 통해 재결정립 크기, 분율 및 결정립계의 특성 변화에 대한 정량적 연구를 수행하였다.

동적 재결정된 결정립은 수  $\mu\text{m}$ 의 매우 미세한 크기로 관찰되었으나 1066℃-0.005s-1의 압축 조건에서 발생한 재결정립의 경우 약 20 $\mu\text{m}$ 에 이르는 큰 재결정립을 보였다. 또한 1066℃의 고온에서 진변형을 0.7까지 고온 압축된 경우 변형율 속도에 따라 재결정 분율이 달리 나타나는 반면에, 유동응력의 감소로 표현되는 가공 연화의 크기는 재결정 분율에 관계없이 일정하였다. 이는 비록 동적 재결정 발생 분율이 작은 압축실험 조건에서도 활발한 동적 회복이 발생하였기 때문으로 판단되며 저경각입계에 대한 EBSD 분석으로부터 고온(1066℃)에서의 활발한 동적 회복을 확인할 수 있었다. 한편 고온 압축 변형 조건에 따라 동적 재결정된 결정립의 입계 특성이 달리 나타났는데, 입계 에너지가 낮은 CSL 입계의 빈도가 고온, 저변형율 속도 조건에서 높게 나타나는 것으로 관찰되었다.