A9

W 중합금에서 미세조직 변화가 기계적 성질에 미치는 영향

(The Effect of Microstructural Change on Mechanical Properties of 93W-5.6Ni-1.4Fe Heavy Alloy)

국방과학연구소 김 은표*, 송 홍섭, 노 준웅

1. 서론

W-Ni-Fe계 중합금 재료의 기계적 물성 향상을 위한 연구는 다각도로 수행되고 있다. 최근 다단열처리 공정을 도입함으로써 재료의 조성 변화없이도 재료의 조직 및 물성, 특히 충격에너지 값을 크게 향상시킬 수 있다는 결과가 보고된 바 있다. 그 보고에 따르면 W계 중합금에서 가열과 냉각을 반복시키면 기지상과 W 입자의 열팽창계수 차이에 의하여 발생된 열응력을 구동력으로 취약한 W-W 입계로 기지상 침투해 들어와 W-계면으로 변화시켜줌으로써 충격에너지가 크게 증가한다고 한다. 본 연구에서는 W 입자 크기의 변화에 따른 다단열처리 효과에 대하여 물성 및 파괴 거동을 중심으로 연구하였다.

2. 실험 방법

본 실험에 사용된 시편의 조성은 93W-5.6Ni-1.4Fe (무게비)였다. 동일조성에서 W 입자 크기를 변화시키기 위하여 1485℃에서 0.5시간에서 50시간 동안 소결을 하였다. 소결된 시편의 다단열처리는 질소분위기에서 1단부터 20단까지 행하였다. 다단열처리는 전체 열처리시간을 1시간으로 고정하고 가열 및 냉각를 반복하여 행하였다. 열처리된 시편은 미세조직을 관찰하고 경도, 인장시험 및 충격시험을 행하였으며 SEM을 이용하여 파면을 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

W 입자 크기는 소결을 1시간 행한 경우 약 20 ㎛였으나, 50시간 행한 경우에는 약 100 ㎛ 이상으로 W 입자는 계속 성장하였다. 1단열처리 시편의 인장강도와 연신율은 소결시간이 증가할 수록 그에 반비례하여 감소하였으며, 특히 충격에너지의 경우는 1시간 소결 시편의 값이 57J이었으나 50시간 소결시편은 22.5J로서 약 50%가 감소하였다. 다단열처리를 행한 경우에는, 인장성질은 변화하지 않았으나, 충격에너지는 0.5시간이나 1시간 소결된 시편의 경우 57J에서 170J로 약 3배 가량 향상된 반면 장시간 소결한 시편은 크게 증가하지 않았다. 충격시편의 경우, 단시간 소결한 시편은 주로 W-W 입계파괴를 나타내었으나 8시간 이상 장시간 소결한 시편은 W 입내파괴가 대부분을 차지하였다. W 입자크기에 따라 파괴양상이 바뀌게 되는 것은 W 입자가 작은 경우 취약한 W-W 계면으로 파괴가 일어나나, W 입자가 조대할 경우 W-W 계면에서 생성된 crack이 파괴경로가 긴 W-matrix 계면이 아니라 파괴경로가 짧은 W 입내파괴로 전파하기 때문으로 생각된다. 따라서 W 입자가 조대한 경우 파괴경로의 변화로 인해 다단열처리의 효과가 적게 나타나게 된다.