

W 중합금에서 불순물과 notch가 물성에 미치는 영향 (Effect of Impurity and Notch on the Mechanical Properties of Tungsten Heavy Alloy)

국방과학연구소 *김은표, 송홍섭, 노준웅, 백운형

1. 서론

W중합금은 밀도가 높고 기계적 성질이 우수하여 운동에너지탄의 관통자로 널리 이용되고 있다. 이 탄은 매우 높은 변형률하에서 사용되므로 재료의 조직 및 형상이 탄의 성능에 큰 영향을 미친다. 본 연구에서는 고변형률에서 취약한 성질을 보인 재료를 미세조직과 탄의 디자인 관점에서 그 원인을 규명하고자 하였다.

2. 실험방법

93W-5.6Ni-1.4Fe 합금을 소결, 열처리를 하였고 20% 냉간가공을 거친후 450℃에서 30분간 시효처리를 하였다. 준비된 시험편으로 고변형률($\epsilon = 2.5 \times 10^3$)하에서 재료의 거동을 조사하였다. 이 과정에서 몇 개의 시험편이 파단되는 취약함을 보였다. 파단이 발생한 시험편과 정상적인 시험편을 인장시험과 unnotch충격시험과 시험편의 형상과 동일하게 notch를 내어 충격시험을 하였다. 또한 SEM으로 미세조직을 관찰하고 파단이 일어난 면에 있는 개재물을 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

인장시험결과 최대인장강도는 파단시험 정상시험 모두 기준치를 넘어서 별 문제가 없었다. 그러나 notch 유무에 따라 충격에너지는 달리 나타났다. Unnotch시험은 파단시험이나 정상시험 모두 63J로 차이가 없는 반면에 notch충격시험에서는 정상시험이 20J이나, 파단시험에서는 평균17J로 약간 낮은값을 보였다. 파단시험이 notch에 민감하였다. 파단재료의 계면을 고배율로 보면 국부적으로 불순개재물이 존재하였다. 시험편의 충격파면을 관찰한 결과 정상시험에서는 아주 미소하게 불순개재물이 있으나, 파단시험에서는 다수의 불순개재물이 있음을 관찰하였다. 이들 개재물을 분석한 결과 Si 22%, Ca 54%, Al 22%이고 나머지는 W, Ni, Fe 및 Ti등이었다. 이같은 불순개재물은 인장시험이나, unnotch충격시험에서는 영향이 없으나, notch충격시험에서는 영향을 미쳤다. 파단시험의 경우 원료분말의 불순물은 기준치에서는 밀돌지만 미량의 불순물이 국부적으로 편석된다든지, 또는 연속로로 소결중 불순개재물이 부분적으로 편재됨에 따라 재료가 취약해진 것으로 판단된다. 이같은 불순물혼입의 원인은 여러 가지로 생각 할 수 있으나, 원료분말, 전처리공정, 소결공정중 tray와 로내부에서 일어날 수 있다고 본다. 전처리나 소결공정은 엄격한 관리로 통제되므로 원료분말에서 불순물혼입이 가장 높다고 생각된다. 한편 notch의 유무에 따라 충격에너지 변화가 큰점을 고려하여 볼때 notch의 형상을 충격에너지를 많이 흡수 할 수 있도록 설계하는 것도 중요한 일이라고 생각된다.

4. 결론

W 중합금을 관통자로 사용할 때에는 원료분말내 불순물 허용치를 보다 낮게 하여야하며, 연속로보다는 batch로를 사용하는 것이 바람직하며 오염의 염려가 적은 Mo tray를 이용하는 것이 좋다고 판단된다. 그리고 충격을 잘 견디도록 notch의 형상을 잘 설계하여야 한다고 판단된다.