고속 충돌된 텅스텐 중합금의 미세조직 변화
(Microstructural Change of 93W Heavy Alloy by High Speed Impact Test)

국방과학연구소 김 은 표*, 노 준웅, 송 홍섭
한 양 대 학 교 문 인형

1. 서 론

텅스텐 중합금(WHA)의 고속변형연구는 다양한 분야에서 연구가 수행되고 있으나 어떤 조성의 재료 또는 미세조직이 관통력에 효과적인지에 관해서는 아직도 명확히 설명되지 못하고 있는 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 WHA의 정상조직과 변형조직의 관통자를 제조하여 장갑판재에 고속 충돌시킨 후 남은 관통자의 선단부위와 파편을 회수하여 미세조직을 관찰함으로써 공통적으로 발생하는 현상과 초기 관통자재료의 미세조직 변화가 파괴거동에 미치는 영향을 분석하고 이를 근거로 self sharpening 효과를 향상시킬 수 있는 방안을 제시하고자 하였다.

2. 실험방법

조성은 93W-4.9Ni-2.1Fe(무게비)로 하였다. 1485 ℃, 수소분위기에서 2.5 시간 소결하고, 열처리, 냉간가공 및 시효처리를 하였다(이하 정상재료라고 함). 한편 상기의 공정 중에서 냉간가공을 한 다음 추가로 재소결을 실시하고 이후 2차 냉간가공과 시효처리를 거쳐 제조하였다(이하 변형재료라고 함). 시편의 단면을 기준으로 표면부와 중심부에서 시편을 채취하여 재료의 물성을 측정하였고 미세조직을 분석하였으며, 기계가공하여 고속충돌시험을 실시하였다. 소진되고 남은 관통자의 끝부분(이하 선단부라 함)과 관통자에서 떨어져 나온 파편들을 회수하여 미세조직을 조사하였다. 파편은 광학현미경과 SEM으로 미세조직을 관찰하였고, 성분분석은 SEM에 부착된 EDS 분석장치를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

변형조직재료는 냉간가공시 받은 응력[10]과 재소결과정을 통한 효과 때문에 W 입자가 찌그러졌다. 인장성질과 경도는 미세조직에 따라서 크게 변화가 없었지만 충격에너지는 23 J로 정상 재료에 비하여 거의 절반 수준이었다. 정상재료는 W-W, W-기지상으로 전파되지만, 변형 재료는 대부분 W 입자의 벽개파괴를 관찰 수 있었다.

고속충돌후 변형재료의 경우가 정상재료에 비하여 균열의 숫자가 많고, 상대적으로 파편의 크기가 작은 것을 볼 수 있다. 또한 고온과 고압에 의해서 텅스텐 중합금은 넓은 지역에 걸쳐서 W 입자의 변형, 기지상의 유동 등으로 응력을 흡수하였기 때문에 단열전단변형이 많이 발생하지 못하였다. 관통자가 장갑판재와 반응한 부분에서는 다량의 Fe와 미량의 Cr이 기지상에 용해되었으며, 1 ㎛ 정도의 W 입자, 또는 10 ㎛ 정도의 수지상을 형성하기도 하였다. 이는 고온에서 기지상내에 과포화된 W가 급냉조건상태에서 석출되거나 장판재 성분인 Fe나 Cr의 영향때문으로 판단된다. W 입자를 변형시켜 파단경로를 W 입내파괴로 유도하거나, 또는 기지상의 용점을 강하시킴으로써 이 계면으로 파단을 유도하여 self sharpening효과를 촉진시키고 이를 통해서 관통력을 향상시킬 수 있을것으로 판단된다.