

## 95W 중합금에서 Ni/Fe비에 따른 미세조직및 기계적 성질의 변화 (Variations of Microstructure and Mechanical Properties with Ni/Fe Ratio of 95wt% Tungsten Heavy Alloy)

김은표 송홍섭 노준웅 이성홍 문희  
국방과학연구소

### 1. 서론

텅스텐 (W)중합금은 90wt% 이상 W과 그 나머지는 바인더인 Ni과 Fe 또는 Ni과 Cu로 구성된 일종의 복합 재료이다. 이 합금은 밀도  $16 \text{ g/cm}^3$ , 인장강도 900 Mpa 그리고 연신을 10-30%인 고밀도 고강도 고연성 합금으로 액상 소결방법으로 제조되고 있다. 이 재료는 고강도및 고연성을 갖으면서 고밀도를 얻고자 하는 연구가 여러 방법을 이용하여 많이 진행되고 있으나, 아직 바인더비에 따른 소결조건과 기계적 성질에 대한 연구가 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구는 W 함량을 95 wt%로 고정하고 바인더로 첨가되는 Ni/Fe비에 따라 미세조직 변화를 관찰하고 또한 기계적 성질을 측정하여 최적의 소결조건을 구하고 이들 기계적 성질을 비교하여 최적의 바인더 비를 구하고자 하였다.

### 2. 실험 방법

W 함량을 95 wt%로 하고 Ni/Fe 비를 2/8 에서 9/1로 변화시켰다. Ni/Fe 비에 따른 적정 소결온도를 구하기 위하여 소결온도를 1430-1540 °C까지 변화 시켰으며 수소분위기에서 각각 1시간씩 소결하였다. 열처리하는 모든 경우에 1150 °C 질소 분위기에서 1시간 유지후 수냉하였다. 이렇게 준비된 시편을 이용하여 미세조직을 관찰하였고 아울러 인장시험 및 충격시험등 기계적 성질을 측정하였다. 주사 전자 현미경을 이용하여 충격시편의 파면을 관찰하였고 EDS를 통하여 기지상내의 W 용해도를 측정하였다.

### 3.결과및 고찰

미세조직 관찰 결과 Ni 함량이 증가함에 따라서 W 입자가 성장된 것을 알 수 있었다. Ni/Fe 비가 7/3인 경우가 5/5에 비하여 W 입자가 매우 증가된 현상을 보였다. Ni/Fe 비가 2/8 및 3/7인 경우에는 Ni 양이 상대적으로 적으면서, 중간상인  $\mu$ 상이 존재하여 W 입자 성장을 억제하였기 때문이라 생각된다.

최대 인장강도는 Ni/Fe 비가 5/5인 경우 약 90 kg/mm<sup>2</sup>으로 비교적 작은 값을 보였고, 그 이상 Ni 함량이 증가하여도 조성에 관계없이 비슷한 값을 보였다. 연신율은 Ni/Fe 비가 5/5인 경우 8 % 정도로 비교적 낮게 나타났으나, 7/3인 경우 약 18 %로 증가하였고 8/2 및 9/1인 경우 높은 값을 보였다. 한편 충격 에너지값은 Ni과 Fe가 2/8 및 3/7인 경우 모든 소결온도에서 10 J 이하로 나타나 취약한 성질을 보였다. 5/5 역시 15-27 J로 비교적 낮은 값을 보였다. 그러나 7/3 및 8/2인 경우 30-40 J로 높게 나타났으며, 특히 8/2인 경우 1485-1490 °C에서 소결한 시편의 값은 41 J로 가장 높은 값을 보였다. 기지상내 W 용해도를 조사한 결과 Ni/Fe 비가 2/8인 경우 기지상내 W 조성이 70 wt% 정도로 나타나 대부분의 기지상이  $\mu$ 상이라고 추측되었다. Ni/Fe 비가 3/7 예선 용해도가 15 wt%로 감소하여 기지상이  $\gamma$ 상이라고 생각 되었다. Ni 양이 증가할 수록 기지상내 W 용해도는 증가하는 경향을 보였다. 이상의 실험결과를 종합하여 보면 Ni/Fe 비가 8/2인 경우 인장강도, 연신율 및 충격 에너지값이 다른 조성에 비하여 가장 우수하게 나타났다. 이와같은 원인은 Ni 양이 증가함에 따라 기지상내 W 용해도가 증가하고 이것이 기지상의 부피비를 증가시켜 주면서, 경화되지 않았기 때문이라고 생각된다.

### 4.참고 문헌

1. A.Fernandez Guillermet: Metall. Trans. A 17A (1986) 1809
2. R.M.German: Metall. Trans. A 15A (1984) 121
3. B.H.Rabin: Metall. Trans. A 19A (1988) 1523