

## 초미립 WC/Co 초경합금의 경도 예측 모델링 Model on the Hardness of Nanocrystalline WC/Co Cemented Carbides

한국과학기술원 \*차승일, 홍순형  
한국기계연구원 하국현, 김병기

1. 서론 : WC-Co 초경합금은 금속의 가공을 위한 재료로 높은 경도와 내마모성을 가지고 있다. WC-Co 초경합금은 연성이 뛰어난 Co binder에 경도가 높은 WC 입자를 분산시킴으로써 경도와 인성을 동시에 증가시키는 일종의 복합재료의 형태를 가지고 있다. 따라서 WC의 입자 크기가 감소함에 따라 경도가 증가하고 내마모성이 향상되는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 spary conversion 방법을 이용하여 제조된 초미립 WC-10Co 초경합금의 미세조직과 경도의 상관관계를 분석하였다.

2. 실험방법 : WC-10Co 조성의 초경합금의 기본으로 하여, 결정립 성장을 억제하기 위하여, inhibitor로 Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>/VC 및 TaC/VC를 0.7%에서 1.3%까지 첨가하였다. 초경합금 분말은 W와 Co 및 inhibitor가 함유된 염이 용해되어 있는 수용액을 spary conversion 방법을 통하여 W 및 Co, inhibitor를 추출하고 최종적으로 탄화시킴으로써 제조하였다. 제조된 초경합금은 Co 바인더에 WC입자가 50-100nm의 분포로 분산되어 있다. 제조된 분말은 1325-1400℃의 온도에서 1-5시간동안 진공소결되었으며, 소결된 시편을 가공하여 미세조직 및 경도를 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰 : WC-10Co 초경합금의 경도를 WC 결정립 크기의 범위가 4μm에서 300nm의 범위에서 측정하였다. WC-10Co 초경합금의 경도를 Hall-Petch 관계에 적용한 결과 식(1)과 같은 관계식을 얻을 수 있었다.

$$H_v = 550 + 23500 \frac{1}{\sqrt{d_{wc}(nm)}} \quad (1)$$

그러나 초경합금내 WC 결정립 크기가 감소함에 따라 경도값이 Hall-Petch 관계와 차이를 보이고 있다. 이를 분석하기 위하여 초경합금내의 응력분포를 WC에서 Co 바인더상으로의 응력전달을 이용하여 계산하였으며, 초경합금의 변형이 Co rich region에서 발생된다는 가정하에 식 (2)와 같은 미세조직과 경도값의 상관관계를 얻을 수 있었다.

$$H = \frac{\tau_c - \tau_0}{\frac{G(1+\nu)}{4\pi E} \left[ 2\nu \ln(1+\sqrt{2}) - (1-2\nu) \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{\alpha+d^2}} \right]} \quad (2)$$

Hall-Petch 관계와 새로운 모델의 예측값을 비교한 결과 Hall-Petch 관계에서는 WC의 결정립 크기가 감소할수록 경도가 계속 증가하는 경향을 보이고 있으나 새로운 모델에서는 일정한 WC 크기 이하에서는 WC 결정립 크기가 감소해도 경도가 증가하지 않고 일정한 값에 수렴하는 경향을 나타내었다.