

**다양한 중간층 증착이 CrAlN 코팅의 상온 및 고온 특성에 미치는 효과에 관한 연구**  
**Effect of Various Interlayer Deposition on Room Temperature and High Temperature Properties of CrAlN Coatings**

김희근\*, 라정현, 이상율

한국항공대학교 표면기술응용센터 (E-mail: ndkim2@naver.com)

**초 록:** CrAlN 코팅은 높은 경도, 낮은 표면 조도 등의 상온에서의 우수한 기계적 특성 이외에 고온에서 안정한 합금상의 형성으로 인하여 우수한 내산화성 및 내열성을 보유하여 공구 코팅으로의 적용 가능성이 크다. 그러나 최근 공구사용 환경의 가혹화로 인하여 코팅의 내마모성 및 내열성 등의 물성 향상을 통한 공구의 수명 향상이 필요시 되고 있으며, 다양한 코팅 물질을 활용하여 다층 코팅을 합성함으로써 난삭재용 공구 코팅의 물성을 높이는 연구들이 진행되고 있다. 본 연구에서는 CrAlN 코팅과 WC-Co 6wt.% 모재 사이에 CrZrN, CrN, CrN/CrZrSiN 등의 중간층을 합성하여 CrAlN 코팅의 상온 및 고온 특성을 향상시키는 연구가 진행되었다. 합성된 코팅의 구조 및 물성을 분석하기 위해 field emission scanning electron microscopy(FE-SEM), nano-indentation, atomic force microscopy(AFM) 및 ball-on-disk wear tester를 사용하였다. 코팅의 고온 특성을 확인하기 위해 코팅을 furnace에 넣어 공기중에서 30분 동안 annealing 한 후에 nano-indentation을 사용하여 경도를 측정하였고, 500°C annealing 코팅의 표면 조도 분석 및 500°C 에서 마찰마모시험을 실시하였다.

CrAlN 코팅의 상온 특성을 분석한 결과, 모든 코팅의 경도(35.5-36.2 GPa)와 탄성계수(424.3-429.2 GPa)는 중간층의 종류에 상관없이 비슷한 값을 보인 것으로 확인됐다. 그러나, CrN/CrZrSiN 중간층을 증착한 CrAlN 코팅의 마찰계수는 0.33로 CrZrN 중간층을 증착한 CrAlN 코팅의 마찰계수(0.41)에 비해 향상된 값을 보였으며, 코팅의 마모율 및 마모폭도 비슷한 경향을 보인 것으로 보아 코팅의 내마모성이 향상된 것으로 판단된다. 이것은 중간층의 H/E ratio가 코팅의 내마모성에 미치는 영향에 의한 결과로 사료된다. H/E ratio는 파단시의 최대 탄성 변형율로써, 모재/중간층/코팅의 H/E ratio 구배에 따라 코팅 내의 응력의 완화 정도가 변하게 된다. WC 모재 (H/E=0.040)와 CrAlN 코팅(H/E=0.089) 사이에서 CrN, CrZrSiN 중간층의 H/E ratio 는 각각 0.076, 0.083 으로 모재/중간층/코팅의 H/E ratio 구배가 점차 증가함을 확인 할 수 있었고, 일정 응력이 지속적으로 가해지면서 진행되는 마모시험중에 CrN과 CrZrSiN 중간층이 WC와 CrAlN 코팅 사이에서 코팅 내부의 응력구배를 완화시키는 역할을 함으로써 CrAlN 코팅의 내마모성이 향상된 것으로 판단된다. 내열성 시험 결과, CrN/CrZrSiN 중간층을 증착한 코팅은 1,000°C 까지 약 28GPa의 높은 경도를 유지한 것으로 확인 되었다. 500°C annealing 후 진행된 표면 조도와 마모시험 결과, 모든 코팅의 조도 값 및 마찰계수는 상온 값에 비해 증가하였으며 CrN/CrZrSiN 중간층을 증착한 CrAlN 코팅의 변화량이 가장 낮은 값을 보였다. 이는 CrZrSiN 중간층 내에 존재하는 SiN<sub>x</sub> 비정질상이 고온 annealing시에 산소 차폐막 역할을 하여, 코팅내의 잔류 산소에 의한 산화작용을 효과적으로 방지함으로써 코팅의 고온 특성이 향상된 것으로 판단된다.

### 사사의 글

본 연구는 산업통상자원부가 지원하는 산업기술혁신사업(10047864)의 연구비 지원으로 수행되었습니다.