

SF-008

## ta-C 후막코팅을 이용한 비철금속가공용 절삭 공구류의 수명향상에 관한 연구

장영준, 강용진, 김동식, 이의영, 김종국

재료연구소 실용화사업단 표면공정연구실

기계 가공품의 정밀화, 경량화 요구로 난색재로 분류되는 비철분야 및 복합재 가공용 공구개발에 대한 수요가 급증하고 있으나, 기존 난삭재 가공 시 절삭공구의 마모가 빠르고, 상대재의 용착 불량 등이 공구 수명 감소의 주요 영향으로 보고된다. 상기문제를 해결하기 위해 절삭가공 공정 중 과도한 절삭유 사용에 따른 가공비용, 에너지소모 증가, 환경오염 등으로 절삭유의 최소화 또는 절삭유를 사용하지 않는 표면처리기술등의 친환경 가공기술의 개발이 필요하다.

내용착 및 내마모 특성 향상을 위한 표면코팅 방법으로 수소가 포함되지 않은 고경도 비정질 카본 (ta-C)이 있으나, ta-C 코팅 막은 경도 30 - 80 GPa, 잔류응력 3 - 10 GPa 범위로 일반 경질 코팅 막 (AlTiN, TiSiCrN : 평균 3 GPa)에 비해 높고 산업적 활용이 가능한 0.5 - 1.5  $\mu\text{m}$  두께 수준의 후막화가 힘들어 매우 우수한 절삭공구용 코팅 막 특성에도 불구하고 적용사례가 매우 적다.

따라서, 본 연구에서는 아크플라즈마 방식 (Filtered Cathode Vacuum Arc Plasma, FCVA)을 활용한 고경도/무수소 카본 코팅 막을 후막형태로 증착하여 비철금속가공용 절삭 공구류의 수명향상 기법을 제시하고자 한다.

ta-C 코팅 막의 기초 공정개발 단계에서는 바이어스 전압, 공정시간을 달리하여 ta-C 코팅 막의 기계적 물성(경도:  $50\pm 3$  GPa, 잔류응력:  $6\pm 1$  GPa, 밀착력: 30N 이상 및 트라이볼로지 특성: 마찰계수 0.1 이하, 마멸량:  $1.85\times 10^{-14}$  mm<sup>3</sup>)을 확보하여 절삭공구로의 공정실용화 적용검토를 실시하였다.

ta-C 코팅 막은 (1) WC 공구 및 기존 상용품인 (2) TiAlN/TiN/WC 구조에 대해 증착을 실시하였으며 코팅 막의 두께 변화에 따른 실제 절삭환경에서의 내수명 관측을 진행하였다. 시험결과, ta-C/WC의 단일 막 구조인 절삭공구의 경우, 실제 절삭환경에서 쉽게 박리가 발생하여 코팅 막으로서의 효과를 나타내지 못하였다. 이는, 기초 공정개발 단계에서의 밀착력 기준이 실제 환경과 부합하지 않는 것을 의미하며 추후 공정개선을 통해 극복하고자 한다.

반면에, 상용품인 (2) TiAlN/TiN/WC 구조의 절삭공구 대비 ta-C/TiAlN/TiN/WC 구조에서 내수명 증가는 약 2.5배 (기존 300회, 코팅 후 800회)로 증가하였으며 ta-C 코팅 막의 두께가 0.6 - 0.8  $\mu\text{m}$  일 때 최대치를 취한 후 감소하였다. 이를 통해, 절삭공구로의 ta-C 코팅 막 효과는 최외각 층의 두께 범위와 모재 강도보강을 할 수 있는 적절한 중간층 막 (TiN/TiAlN 층)이 혼합되어 나타난 것으로 사료되며 현재 산업계로의 적용을 위한 대량생산용 코팅장비의 개발 및 비용절감을 위한 공정개발이 진행 중이다.

본 연구는 국가과학기술연구회에서 시행한 주요사업의 연구결과 및 산업통상자원부 핵심소재원천기술 개발사업의 일환으로 수행되었습니다.

**Keywords:** thick ta-C, cutting tools, tribology