

# 고체 추진제 절단시험의 위험요인

정민철\*, 김동희\*, 황경섭\*, 김일환\*\*

\*국방기술품질원, \*\*강원대학교

e-mail:herpress@naver.com

## Risk Factors in Solid Propellant Cutting Test

Min-Cheol Jung\*, Dong-Hee Kim\*, Gyeong-Seop Hwang\*, Il-Hwan Kim\*\*

\*Defense Agency for Technology and Quality

\*\*Kangwon National University

### 요약

본 논문에서는 유도무기의 저장신뢰성평가(Ammunition Stockpile Reliability Program) 성능시험 수행을 위해 추진기관에서 시편을 추출하기 위한 절단시험의 위험요인에 관한 연구이다. 유도무기의 추진기관 절단시험은 추진기관의 연소관 부분을 절단하여 시편을 제작하고 분석을 하기 위한 필수 시험이다. 추진기관은 로켓 모터의 고체 추진제를 연료로 사용함으로써 발화에 특화된 추진제로 절단시험 과정에서 내부의 추진제가 점화될 위험이 있다. 그러므로 절단시험 수행 시 화재 발생에 특별한 주의가 필요하다. 절단시험에서 발생할 수 있는 위험요인에 대해 파악하고 본 논문의 결과를 활용하여 절단시험 운용의 안전성 및 효율성을 높일 것으로 판단된다.

### 1. 서론

고체 추진기관은 군사용 유도무기를 표적까지 운반하는데 필요한 에너지를 공급하는 장치이다. 이러한 고체 추진기관은 실제 운용상황에 따라 사용 전까지 많은 시간을 저장 또는 이송의 형태로 유지/관리 된다. 장기간 저장할 경우 내부 추진제의 물성 변화가 생길 수 있어 내부 추진제에 대한 신뢰성 평가를 위해 절단시험을 수행한다. 추진기관의 고체 추진제는 산화제를 포함한 추진제로 연소하는 경우 연료와 산화제가 모두 소모될 때까지 연소가 지속 되어 절단 장비 및 인명 위험까지 발생할 수 있다. 이러한 절단시험에는 화재위험이 내재되어 있어 시험 전 위험요인을 선형적으로 파악하여야 한다. 본 논문에서는 절단시험에서 발생할 수 있는 화재 위험요인을 사전에 파악하여 절단시험 운용의 안전성 및 효율성을 높일 수 있다.

### 2. 다이아몬드 와이어를 이용한 절단 시험

다이아몬드 코팅 와이어를 이용한 절단 방법은 일반적인 반도체 공정의 절단 및 콘크리트 절단 방법으로 많이 사용된다. 다이아몬드 와이어는 단결정 실리콘, 다결정 실리콘, 사파이어 등 단단하고 부서지기 쉬운 재료를 절단하는데 널리 사용된다. 다른 와이어에 비해 높은 절단 효율과 우수한 절단면 품질, 작은 절단 크기 및 단단하고 부서지기 쉬운 재료를 절단할 때 환경에 대한 오염이 없는 등 많은 장점이 있다. 절단 시험에 사용하는 다이아몬드 와이어는 직경이 330 $\mu\text{m}$ 이며 약 20~50 $\mu\text{m}$ 의 다이아몬드가 접착제로 고정되어 있고 다이아몬드 입자의 위치 분포, 밀도, 크기 및 돌출 높이가 모두 다르다. 직경이 작은 다이아몬드 와이어를 사용하여 절단 부위를 최소화할수록 한정된 추진제에서 최대의 시편을 제작하기 용이하다.

### 3. 위험요인

위험성 평가를 위한 위험요인 파악은 사업장의 유해·위험요인을 파악하고 해당 유해·위험요인에 의한 부상 또는 중대성(강도)을 추정·결정하고 감소 대책을 수립하여 실행하기 위한 과정이다.

절단시험에서의 위험요인은 절단시험 준비과정과 절단시험 진행 및 절단시험 후의 과정으로 나눌 수 있고 이번 연구에서는 절단시험 과정에서 발생할 수 있는 화재·폭발 위험에 대한 위험요인을 사전에 파악하였다. 화재·폭발 원인 중 주요 위험요인은 고체 추진기관의 이동, 설치 및 절단 과정에 있다. 절단 시험의 준비과정에서 추진기관 이동 중 추진기관 충격에 의한 위험이 발생할 수 있고 절단 과정에서 시험대 고정 미흡으로 인해 추진기관 및 절단장비가 이탈할 위험이 있다. 또한 마모된 다이아몬드 와이어가 절단되지 않는 단순 마찰이 일어나 발생하는 마찰열과 다이아몬드 와이어의 단선 위험으로 화재가 발생할 수 있다. 고체 추진제의 절단에는 다른 기본적 절단 시 사용되는 수분 또는 윤활유를 사용하지 못함으로 인하여 발화 위험이 내재되어 있다. 마모된 다이아몬드 와이어의 마찰열에 의한 온도 상승으로 1, 3급 화약류의 가스, 증기, 분진 발생 위험과 다이아몬드 와이어와 연소관 마찰 시 스파크로 인한 비정상적 점화로 화재·폭발 위험이 발생할 수 있다. 다이아몬드 와이어가 끊어져 주변 절단 장비 등의 장비 파손 및 화재가 발생할 수 있다. 또한 마지막 절단 단계에서 와이어의 장력 약화로 인한 끊어짐 또는 이탈이 발생 시 연소관과 충돌 및 스파크로 인한 화재가 발생할 수 있음을 확인할 수 있었다.

### 3. 결과

본 연구에서 절단시험 중 발생할 수 있는 위험요인으로 기계적인 요인, 전기적 요인, 화학적 요인, 작업 특성 요인, 작업 환경 요인 및 화학(물리)적 요인 중 화재·폭발이 발생할 수 있는 위험 요인에 대해 연구하였다. 본 연구의 결과가 절단시험에서 재해에 대한 효율적인 안전관리와 예방대책 선정에 도움이 될 수 있기를 기대한다.