

성형파편 형상에 따른 성능 비교

이재근*, 김승엽*, 진희식*

*(주)풍산

e-mail : jae-kun.lee@poongsan.co.kr

Comparison of Performance by Shape of Preformed fragments

JaeKun Lee*, Seong-Yeup Kim*, Hee-Sik Chin*

*Poongsan Defense R&D Institute

요 약

파편형 탄두는 표적을 효과적으로 무력화할 수 있는데, 특히 성형파편 탄두가 가장 효과적이며, 파편 성능 증대를 위해 텅스텐 합금이 파편 재료로 널리 사용되고 있다. 이 논문에서는 텅스텐 합금 파편의 형상에 따른 파편 성능 비교를 위해 4종의 성형파편을 탑재한 탄두를 모델링하여 분석을 수행하였고, 분석 결과 C/M(Charge/Metal) 비가 높은 Type D(Cuboid)의 파편 초기 속도와 10m 내에서의 관통력이 가장 높게 나타났다.

2. 해석 조건 및 모델링

1. 서론

파편형 탄두는 자연형 파편 탄두, 조절형 파편 탄두 및 성형파편 탄두 등으로 구분할 수 있으며, 성형파편 탄두가 가장 효과적으로 표적을 무력화할 수 있다. 파편의 재질과 형상, 고폭화약의 종류, C/M 비는 파편의 속도 및 관통력 등 성형파편 성능에 큰 영향을 미친다. 또한, 표적의 종류(트럭, 항공기, 미사일 등), 탄두 기폭지점에서 표적까지의 거리 등을 고려하여 성형파편 탄두를 설계해야 하며, 실린더형 탄두의 파편속도(v)는 다음과 같이 Gurney Equation을 적용하여 계산할 수 있다.

$$\frac{v}{\sqrt{2E}} = \left[\frac{M}{C} + \frac{1}{2} \right]^{-1/2}$$

Where, $\sqrt{2E}$: Gurney Energy Constant(m/s)

M : Metal Case Weight(kg)

C : Charge Weight(kg)

성형파편의 재질은 주로 스틸(Steel)과 텅스텐 합금(Tungsten Alloy)이 주로 사용되고 있는데, 텅스텐 합금이 탑재 수량을 증가시킬 수 있고 관통력도 우수하여 널리 사용되고 있다. 성형파편의 형상은 구(Sphere), 큐브(Cube) 및 실린더(Cylinder) 등 여러 형태로 적용되고 있다.

본 연구에서는 관통력이 우수한 텅스텐 합금 성형파편의 형상에 따른 파편성능(파편속도, 관통력)을 비교했다.

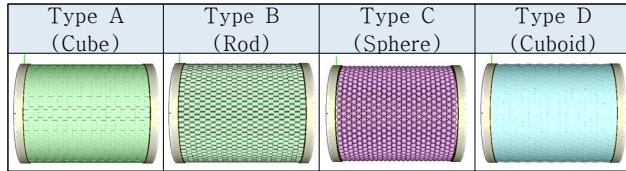
4종의 텅스텐 합금 성형파편 형상에 따른 파편속도 및 관통력 비교를 위해 표 1과 같이 파편 형상별 탄두 제원을 설정하고, 표 2와 같이 물성/특성을 설정하였다. 성형파편 성능 분석은 상용 프로그램인 Split-X V5를 사용하여 그림1과 같이 모델링 수행 후 해석을 진행하였다.

[표 1] 파편 형상별 탄두 제원

구 분		Type A	Type B	Type C	Type D
파편 조립경(mm)		152.0	152.0	152.0	152.0
전장(mm)		200	200	200	200
금속 부품 (M)	형상 (mm)	6.67×6.67 ×6.67  Cube	Φ7.2×7.2L  Rod	Φ8.2  Sphere	8.6×8.6 ×4.0  Cuboid
	단위중량 (g)	5.0	5.0	5.0	5.0
	수량(ea)	1,690	1,512	1,296	1,080
	총중량(kg)	8.449	7.535	6.478	5.549
	몸체중량(kg)	0.626	0.635	0.649	0.584
	금속부품 총중량(kg)	9.075	8.170	7.127	6.133
	화약 (C)				
충전경(mm)		134.7	133.6	131.6	140.0
화약중량(kg)		4.808	4.732	4.591	5.196
C/M비		0.53	0.58	0.64	0.85

[표 2] 성형파편 물성 및 고폭화약 특성

구 분	물성 / 특성
성형파편	압축강도 1,000MPa, 밀도 17.0g/cc
고폭화약	폭속 8,200m/s, 밀도 1.74g/cc



[그림 1] 파편형상별 탄두 모델링

3. 해석결과 및 고찰

3.1 파편 초기속도

각 Type별 파편 초기속도 분포 및 평균속도 해석 결과를 표 3에 나타내었다. 초기속도는 Type D가 가장 높았고, Type A가 가장 낮았다. 이것은 Type D의 파편형상이 Cuboid 형상으로 C/M 비가 가장 크고, Type A의 파편형상이 Cube 형상으로 C/M 비가 가장 작기 때문이다. 고폭화약 충전량은 Type A 대비 Type B와 Type C가 작지만, 파편 초기속도는 Type A 대비 Type B와 Type C가 상대적으로 높다. 그 이유는 파편형상에 따라 파편배열 및 공극이 달라 Type A 대비 Type B와 Type C의 Metal 충전량이 상대적으로 작기 때문이다. 또한 Type D가 파편 초기속도는 가장 높지만, 파편 수량이 가장 작아 원거리 표적에 대한 무력화 확률이 떨어질 수 있기 때문에 탄약 운용성을 고려한 탄두 최적화 설계가 필요할 것으로 판단된다.

[표 3] 파편 초기 속도분포 및 평균속도

구 분	Type A	Type B	Type C	Type D
초기속도 분포 (m/s)	907 ~ 1,377	947 ~ 1,441	961 ~ 1,458	1,329 ~ 1,930
평균 초기속도 (m/s)	1,239	1,298	1,314	1,760

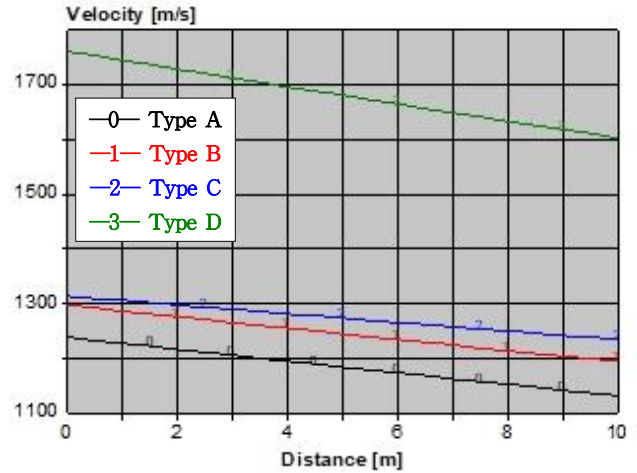
3.2 비행거리에 따른 파편 속도 변화

각 Type별 파편 평균 초기속도를 기준으로 파편 비행시 속도 변화를 그림 2에 나타내었다. 파편 형상에 따라 항력(Drag) 계수가 달라지므로 속도 감소 기울기가 모두 다르게 나타난다. 속도 감소 기울기는 Type D가 가장 크고, Type C가 가장 작다. 0~10m에서의 파편 속도는 Type D가 가장 높지만 파편이 계속 해서 비행한다면, Type D와 Type C의 속도가 역전될 수 있다.

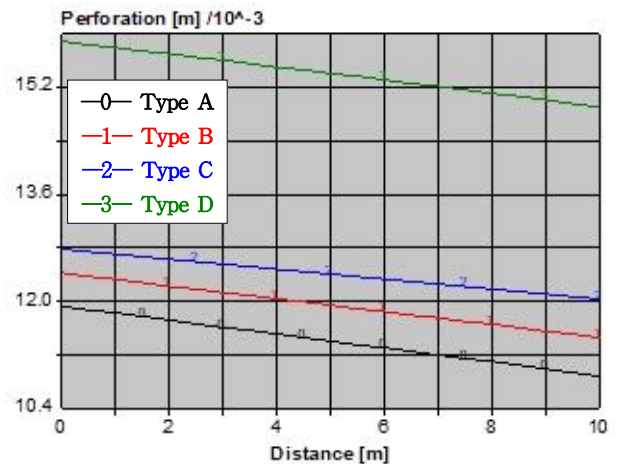
3.3 비행거리에 따른 관통력 변화

각 Type별 파편 평균 초기속도를 기준으로 파편 비행시 연강(Mild Steel)에 대한 관통력 변화를 그림 3에 나타내었다. 0~10m에서의 파편속도가 가장 높았던 Type D가 관통력 또한

가장 높은 것으로 나타났다. 한편, 3.2항에서 살펴본 항력 계수 변화에 의한 속도 감소 기울기 편차 보다는 3.3항의 관통력 감소 기울기 편차가 작은 것으로 나타났다. 이와 같이 성형파편 탄두 설계 시, 탄약의 운용성과 파편 속도 변화와 함께 관통력 변화까지 고려되어야 한다.



[그림 2] 비행거리에 따른 파편 속도 변화



[그림 3] 비행거리에 따른 관통력 변화

4. 결론

해석을 통해 텅스텐 합금 성형파편의 형상에 따른 파편 초기속도와 관통력을 비교해 본 결과, C/M 비가 높은 Type D(Cuboid)의 파편이 초기속도가 가장 높았고, 10m 내에서의 관통력도 가장 우수한 것으로 확인되었으나, 성형파편 탄두를 설계할 때는 운용성까지 고려되어야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] J. E. Kennedy, "Gurney Energy of Explosives", DC-RR-70-790, 1970