

파편탄류 탄두(FSP,RCC)를 사용한 방탄성능시험 기법에 대한 연구

박중화* 송승환

국방기술품질원

e-mail:mys00v@dtaq.re.kr

e-mail:song81gogo@dtaq.re.kr

A study on bulletproof testing techniques using fragment type bullets

Jung-Hwa Park*

Seong-Hwan Song

DTaQ(Defense Agency for Technology and Quality)

요 약

본 연구는 파편탄류 탄두(FSP, RCC)를 사용한 방탄성능시험 기법연구의 필요성과 기술적 장애요인에 대하여 연구하였다. 파편탄류 탄두를 사용하는 방탄성능시험은 소총탄, 권총탄류의 기존탄약을 사용하는 시험방법에 비해 연구결과의 신뢰성에 영향을 미치는 장애요인이 다양하며, 장애요인을 제거하기 위한 기술적 연구가 필요한 실정이다. 시험결과에 영향을 미치는 장애요인들의 파악을 위해 실제시험경험을 바탕으로 장애요인에 대하여 연구하였으며, 파편탄류 사격의 특수한 요인에 대하여 연구하였다.

1. 서론

1.1 방탄시험의 종류

방탄성능을 평가하는 방법은 크게 3가지로 나눌 수 있다. 첫 번째는 관통여부를 확인하는 방법이며, 시편자체의 관통 발생여부를 측정하는 것이 아닌 시편후면에서 15cm 떨어진 위치의 알루미늄 확인판의 관통여부를 확인하는 방법이다.

두 번째는 후면재를 사용하여 관통여부 및 후면변형량을 측정하는 방법이다. 주로 개인용 방탄복과 방탄판에 사용되는 방법이며 시편후면에 일정규격의 후면재(Oil-Clay)를 위치하여 사격 후 관통발생여부와 미관통시 후면재가 얼마나 깊게 변형되었는지 측정하는 방법 이다.

세 번째는 시편이 관통 될 확률 50%의 탄속을 산출하는 V_{50} 측정기법이며, 완전관통(Complete Penetration, 이하 CP) 과 부분관통(Partial Penetration, 이하 PP)을 일정 격발수로 발생시켜 가장 높은 PP와 가장 낮은 CP탄속으로 V_{50} 탄속을 산출하는 방법이다.

위 세가지 방법 모두 매사격마다 유효탄속범위가 정해져있어 이를 위해 추진제조절 및 기타시험기법을 활용하여 탄속을 조절하여 사격해야 한다.

1.2 연구 배경

파편탄류 탄두를 사용하는 방탄시험방법은 주로 관통발생 여부 확인방법과, V_{50} 산출방법이다. 파편탄류 탄두는 일반

소총탄, 권총탄류 탄약의 사격방법과 다르게 기존탄약의 탄두를 제거 후 파편탄류 탄약을 탄피에 삽입하여 사격하는 방식이다. 이러한 사격방법은 일관된 유효탄속조절에 큰 장애요인이며, 높은 수준의 사격기술이 필요하다.

또한 주로 사용되는 2가지의 시험방법의 경우 탄속계측장비가 측정할 측정탄속이 아닌 탄두가 시편에 충돌할때의 탄속, 즉 충돌속도(Striking Velocity)를 사용하는데 일반적으로 사용되고 있는 탄속계측스크린 측정방식으로는 충돌속도를 측정하지 못하는 실정이다.

파편탄류 탄두 사격의 유효탄속조절에 대한 장애요인과 충돌속도 산출방식에 대한 연구가 필요한 실정이며, 경험적 데이터를 기반으로 실제 시험방법에 적용가능 한 시험기법을 연구할 필요가 있다.

2. 본론

2.1 파편탄류 탄두의 종류

실제 전사상황에서 직격탄으로 인한 사망률보다 파편탄에 의한 사망률이 매우 높다는 연구결과가 지배적이다. 이러한 실정으로 인해 다양한 종류의 방탄물자 방탄성능시험에 파편탄류의 탄두가 사용되고 있다. 파편탄류 탄두는 크게 2종류로 나눌 수 있다.

첫 번째는 FSP(Fragment Simulating Projectile)이다. FSP는 파편의 피탄을 고려하여 방호성능을 시험하기 위해 개발

된 탄두이며 아래사진과 같이 일정규격으로 탄두충돌부위에 각도가 형성되어 파편이 피탄시 충돌하는 상황을 가정하여 설계되었다. 17grain, 44grain, 207grain, 830grain의 무게별, 구경별 종류가 있다.



[그림 1] FSP 형상

두 번째는 RCC(Right Circular Cylinder)이다. RCC는 FSP와 다르게 탄두 충돌부위에 각도가 형성되지 않았으며, 현재는 주로 최신형 방탄헬멧 방탄성능시험에 사용되고 있는 탄두이다. 2grain, 4grain, 16grain, 64grain의 종류가 있다. 2grain, 4grain RCC와 같은 매우 작은 탄두를 사격하여 탄속을 측정하기 위해서는 특수한 탄속계측장비가 필요하다.



[그림 2] RCC 형상

파편탄류 탄두는 표1과 같이 각 무게별 호환구경이 있어 탄두별로 호환되는 구경의 탄피에 결합하여 사용해야 한다.

[표 1] FSP, RCC 탄두별 호환 구경

Bullet	Mass(grain)	구경 (mm)
FSP	17	5.56
	44	7.62
	207	12.7
	830	20
RCC	2	5.56
	4	5.56
	16	7.62
	64	12.7

2.2 파편탄류 탄두 방탄시험방법 및 시험장애요인

파편탄류 탄두는 호환구경에 맞는 탄피에 탄두를 별도 삽입하여 사격하여야 한다. 이 과정에서 일관된 깊이로 탄두가 삽입되어야 유효한 탄속조절이 가능하다. 하지만 탄두마다 미세한 크기차이 및 손상이 있어 일관된 삽입을 위해서는 높은 기술력을 요한다. 일관된 깊이로 탄두가 삽입되지 않을 경우 탄속에 영향을 미치는 탄피내부의 Air Space 및 압력이 일정하지 않아 탄속조절이 어려워진다.

FSP와 RCC는 아래 사진과 같은 Sabot과 결합하여 사격하게 된다. Sabot은 정확한 탄두비행에 도움이 되지만 일관된 Sabot분리가 이루어지지 않을 경우 오히려 탄속 및 탄착위치에 큰 영향을 미치게 된다. Sabot의 상태에 따라 큰 영향을 미치게되며 Sabot이 분리될 때 탄속계측장비의 손상 및 탄속계측오류에 대한 영향을 고려해야 한다.



[그림 3] Sabot 형상

파편탄류 탄두를 사용한 방탄시험은 주로 충돌속도를 산출한 시험방법으로 수행된다. 그림4와 같이 일반적으로 방탄시험에 사용되는 탄속계측스크린에 의해 측정된 탄속은 스크린 간 거리중심에서 측정되는 측정탄속이며 충돌속도 산출이 불가능하다. 충돌속도는 미국 군사규격 MIL-STD-662F에 의해 산출하게 되는데 각 탄약별 항력계수 및 탄도계수를 파악해야 산출할 수 있다. 하지만 탄약별 항력계수 및 탄도계수는 미군사기밀 정보로 획득하기 어려운 실정이며, 계수들을 파악하기 위한 기초연구를 수행하기 위해서는 비용적인 측면과 수행기술력의 한계가 있다.



[그림 4] Test configuration

2.3 장애요인 해결방안 연구

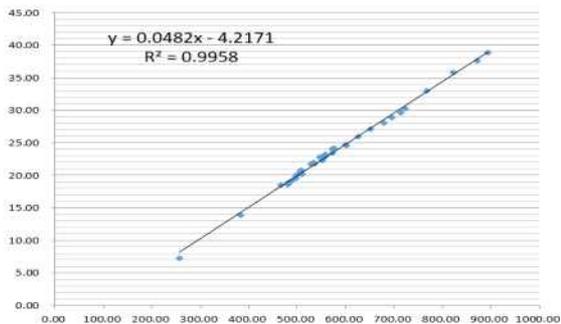
탄두삽입관련 장애요인 해결을 위해서는 사격에 사용할 탄두 선정이 매우 중요하다. 보관 시 방녹제를 사용하여 탄두에 발생하는 녹과 탄두변형을 방지해야한다. 선정된 탄두는 구경별 일정깊이로 탄두를 고정시킬 수 있는 고정치구로 탄두 분리장치에 결합시켜야 한다. 고정치구는 상용품이 없기 때문에 정밀한 설계 후 특수제작되어야 하며, 탄두에 손상이 없도록 제작되어야 한다.

Sabot 또한 사격마다 사용될 Sabot의 선정이 중요하다. Sabot은 1개 형상으로 이루어진 One piece류와 2개로 분리되어진 Two piece류가 사용된다. One piece형태는 탄두가 결합

되어진 부분이 갈라진 형태로 갈라진 깊이가 일정치 않을 경우 탄두를 견인해주는 힘이 일정하지 않아 정확한 탄착점 사격에 영향을 미치게 된다. 또한 플라스틱 재질의 Sabot마감상태가 일정한지 확인해야 한다. 마감이 일정치 않을 시 다른 Sabot을 선정하거나 손수 마감상태를 정비해야한다. 마감상태에 따라 탄피에 결합되는 부분이 달라지게 때문에 탄피에 결합 시 견인력 변동으로 탄속영향에 영향을 미치기 때문이다.

사격 후 Sabot의 정상적인 분리여부와 분리시 탄속계측장치 작동오류 및 장비손상에 영향을 주는지 확인해야한다. Sabot이 탄두와 분리가 되지 않고 시험시편에 피탄되는 경우 무효탄으로 간주해야 하며 이는 시험결과 및 시험수행에 있어 큰 지장을 초래한다. 이를 확인하기 위해서는 시편과 탄속계측장비 사이에 Yaw Card를 설치하여 탄두구경 이상의 Yaw각 흔적이 남았는지 확인할 수 있다. 탄두분리가 이루어지지 않을 시 앞서 설명한바와 같이 Sabot선정 및 마감상태의 재확인이 필요하다.

파편탄류 탄두의 충돌속도 산출을 위해 회기분석을 사용한 충돌속도 추정방법을 참고 할 수 있다. 파편탄류 탄종은 일반적인 소총탄 및 권총탄류의 형상과 달리 탄두 Nose부위가 평평한 형태로 항력의 영향이 일괄적인 편이다. 이를 토대로 일정한 거리에서 탄속측정 위치와 탄착위치를 가정한 탄속측정 위치를 설정하여 측정위치 간 탄속별 감속을 통계분석하였다.



[그림 5] 17grain FSP 탄속별 감속 그래프

탄속측정위치는 2.5m와 5m로 설정하였고 17grain FSP를 400~1,000m/s 탄속구간으로 사격하여 측정위치간 거리 2.5m에서 어떻게 감속되는지 살펴보았다. 그림5 그래프와 같이 결정계수(R)가 매우 높은 수준인 선형 회귀 모델과 유사한 결과를 도출하였다. 매우 비례적으로 동일구간에서 탄속이 높을수록 크게 감속하는 결과를 살펴볼 수 있다. 이는 상대적으로 비례적이지 않게 감속하는 일반탄약류 감속과 상이한 결과로 감속계수를 추정하면 충돌속도를 도출할 수 있는 바를 시사한다. $Y=0.0482X-4.2171$ 의 1차방정식에 $X(2.5m$ 측정탄속)을 대입하면 탄착위치를 가정한 5.0m 위치의 탄속을 추정할 수 있다. 감속계수 추정방안은 실제 측정탄속을 기반하여 측정된 방식으로 신뢰도가 높다고 볼 수 있으며, MIL-STD-662F에서 제시하는 산출방식에 비해 경제적이고, 실용적으로 충

돌속도를 산출할 수 있다. 단, MIL-STD-662F에서 제시하는 충돌속도 산출방식과 추가적으로 비교분석해볼 필요가 있다.

3. 결론

파편탄류 탄두를 사용한 방탄시험기법에 대해 크게 3가지 요인으로 나누어 연구해보았다. 탄두와 Sabot에 대한 기술적 장애요인은 수행원의 수련도로 일정부분 해결할 수 있는 부분이지만 충돌속도 산출요인은 장기적으로 기초연구 및 해결방안에 대해 추가연구가 될 필요가 있다.

본 연구에서 제시한 참고방안은 추가적인 사격을 통해 기초데이터를 지속적으로 획득하여야 하며, 일정구간에서 탄속별 감속계수를 추정할 수는 있지만 감속거리별 감속계수를 추정하기에는 한계가 있다.

본 연구를 바탕으로 신뢰성 높은 방탄시험결과 획득을 위해 파편탄류 탄두 시험기법을 비롯한 일반탄약류 방탄시험기법의 장애요인 및 기법연구가 추가적으로 이루어지길 바란다.

참고문헌

- [1] 구승환, “방탄복 방탄시험 기준에 관한 연구” 한국산학기술학회논문지, 2021.
- [2] 구승환, “로지스틱 회귀모형을 활용한 방탄시험에서의 V50 산출방안”, 한국품질경영학회, 2018(46권 3호)
- [2] U.S Department of Defense, “V50 Ballistic Test for Armor”, DOD Test Method Standard, MIL-STD-662F, 1997.
- [3] Gu. S. H., Kim T. H., Song. S. H., Lee. J. H., and Park. S. W., A Study on Advanced Measures of Ballistic Performance Test Method pp. 1157-1160, 2016
- [4] U.S. National Institute of justice, “Ballistic Resistance of Body Armor”.NIJ Standard-0101.06, NIJ Standard, 2008.
- [5] Army 3 Academy of Loyal University, Study on the application concept of bulletproof and mine protection and test evaluation. 2014