

소구경 탄자 연발사격 시 콘크리트 관입깊이 오차 상쇄 실험 연구

Experimental Study of Error Canceling on the Piercing Depth of Concrete by Single Shot and Barrage of Small Caliber Bullets

임 채 연*

Lim, Chaeyeon

김 국 주**

Kim, Kuk-Joog

박 영 준***

Park, Young-Jun

Abstract

Major influence factors for piercing depth of concrete against small caliber bullet are target's property such as compression strength of concrete and bullet's property such as the velocity and weight of it. In particular about the bullet's property, velocity and incidence angle could be controlled by specific position or distance between targets and shooter, but the angle of yaw of bullet dose not. Because the the angle of yaw of bullet causes lower piercing force of bullet, some errors on piercing depth of concrete could be appeared by live fire test for the evaluation of protective performance. Therefore, we have checked the error canceling effect on the piercing depth of concrete by single shot and barrage of small caiber bullets. As a result, we identified that the error of piercing depth by the angle of yaw of bullet could be cancelled by barrage.

키 워 드 : 관입깊이, 소구경 탄자, 정규성 검정

Keywords : piercing depth, small caliber bullet, test of normality

1. 서 론

일반적으로 탄자가 총구를 떠나 목표물에 충돌하는 관입현상은 표적과 탄자의 특성에 따라서 좌우되며, 콘크리트에 대한 관입현상은 탄자가 표적에 맞는 타격 각도에 따라서도 다소 달라진다. 탄자의 콘크리트 관입현상에 영향을 주는 인자로는 콘크리트 압축강도와 같은 표적 특성 인자와 탄자의 속도 및 무게와 같은 탄자 특성인자로 대별된다.¹⁾²⁾ 탄자 특성인자에 대하여, 지정된 거리와 위치에서 사격을 수행할 경우 충격 속도와 입사각은 제어가 가능할 것으로 판단되지만 편주각의 경우 제어가 어렵다. 탄자의 회전수가 요구치를 충족시키지 못하거나 회전량이 너무 높으면 편주현상이 발생하게 되며, 이는 관통력이 약해지는 현상을 일으킨다.³⁾

이와 같은 편주각에 대한 오차를 줄이기 위하여 미군 야전교범 FM 5-103의 내용과 선행연구자료⁴⁾에서는 사수와 표적의 이격거리를 90m 혹은 75m 로 제시하였고, 단발사격이 아닌 6발 연속사격을 제안하였다. 따라서 본 연구에서는 선행연구자료의 제안을 반영하여 사거리 90m에서 단발과 5발 추가 연속사격을 통해 편주각에 대한 오차가 상쇄되는 것을 확인하는 실험을 진행하였다.

2. 실험계획

실험체는 콘크리트 30.4 cm(가로) × 30.4 cm(세로)의 크기로, 5cm, 10cm, 15cm, 20cm, 25cm, 30cm의 두께로 제작하였으며, 두께별로 5개씩 제작하여 총 30개의 실험체를 제작하였다. 실험은 각 실험체별로 단발사격과 추가 5발의 연속사격을 통해 총 6회씩 수행하여 관입깊이를 측정하였다. 관입깊이는 그림 1와 같이 3D 스캐너를 통해 측정하였으며, 모든 실험체에 대하여 3회씩 스캔하여 사격 전/후 스캔 데이터의 편차를 비교 분석하여 수치화하였다. 스캔 시점은 사격전/ 1회 사격 후/ 추가 5회 사격 후 이다.

3. 실험결과 및 분석

단발 사격 후 측정 결과는 총 30건 중 관통된 4건을 제외한 26건을 확보하였고, 총 6발의 사격 후 측정된 결과에서는 총 30건 중 관통된

* 육군사관학교 토목환경학과 연구원

** 육군사관학교 토목환경학과 조교수

*** 육군사관학교 토목환경학과 교수, 교신저자(parky@mnd.go.kr)

17건을 제외한 13건의 데이터를 확보하였다. 연발사격의 경우, 모든 실험체에서 탄착점이 우수하게 형성되었음을 확인하였다. 측정결과는 표 1과 같다. 측정된 데이터의 정규성을 확인하기 위해 표 2와 같이 제곱근, 로그, 역수변환을 통해 정규성을 검토하였다. 검토 결과 단발사격의 경우 아웃라이어를 제거한 역수의 p-value가 가장 높게 나타났으며, 연발사격의 경우, 로그 변환의 p-value가 가장 높게 나타났다. 단발사격과 연발사격의 데이터 속성을 같게 하기 위하여 본 연구에서는 log 변환을 통해 데이터를 분석하였다.

데이터 속성을 통계적으로 확인하기 위해 단발사격과 연발사격의 관입깊이 결과값이 등분산이라는 귀무가설을 설정하여 등분산 검증을 수행하였다. 그 결과 p-value가 0.05보다 작은 값이 도출되었기에 귀무가설을 기각하여 두 데이터는 등분산이라고 볼 수 없음을 확인하였다. 이후, 두 집단의 차이가 같다는 귀무가설을 수립하고 등분산이 아니므로 웰치 t 검증을 수행하였다. 그 결과 같이 p-value가 0.05보다 작은 값이 도출되었기에 귀무가설을 기각하여 연발사격에 의한 관입깊이가 단발사격에 의한 것보다 통계적으로 유의미하게 깊다는 것을 확인하였다. 단, 이 경우 두 집단의 잔차는 정규분포에 문제가 없어야 하므로, 잔차에 대한 샤피로 윌크 검정(Shapiro-Wilk test)를 통해 정규성검증을 수행하였다. 그 결과, 잔차의 p-value는 0.1563으로 0.05보다 큰 값이 도출되었으므로 정규분포 가정에 문제가 없음을 확인하였다. 즉, 통계적 검증에 의해 연발사격이 단발 사격보다 일관적인 관입깊이를 보여주고 있는 것이며, 이는 편주각을 포함한 발생 가능한 오차들에 대하여 상세효과가 발생하였다고 추론해 볼 수 있다.



그림 1. 사격실험 결과 및 3D 스캔

표 1. 사격 결과 박스플롯

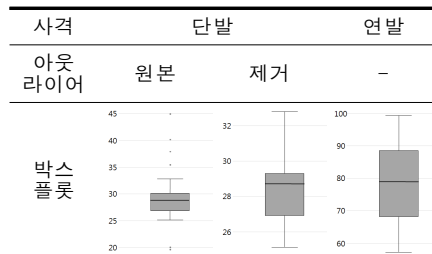


표 2. 정규성 검정

사격	아웃라이어	통계치	정규성 검정			
			원본	루트	로그	역수
단발	원본	w	0.878	0.898	0.907	0.890
		p	0.004	0.012	0.020	0.008
단발	제거	w	0.972	0.975	0.977	0.978
		p	0.787	0.846	0.882	0.902
연발	-	w	0.940	0.944	0.945	0.937
		p	0.453	0.512	0.527	0.413

4. 결 론

연발사격에 의한 관입깊이가 단발사격에 의한 것 보다 통계적으로 유의미하게 깊다는 것을 확인하였다. 이는 미군 야전교범 FM 5-103에서 제안된 비와 같이 탄자의 편주각에 의한 오차를 연발사격에 의해 상세시킬 수 있음을 의미한다. 이에 따라, 향후 수행될 탄자의 충격에 의한 콘크리트 구조물의 방호성능 확인 실험의 정확도 향상을 위해서는 연발사격을 수행하는 것이 타당하다고 사료된다.

Acknowledgement

This research was supported by a grant(06CIT-D05-01) from Construction Technology Innovation Program funded by Ministry of Land Transport & Maritime Affairs of Korean government.

The ROKA Nuclear · WMD Protection Research Center at Korea Military Academy is gratefully acknowledged for providing the financial support that made this study possible. The authors would like to acknowledge ROKA Nuclear · WMD Protection Research Center for their assistance with data collection and technical advice.

참 고 문 헌

1. 김석봉, 오경두, 백상호, 이준학, 박영준, 백종혁, 방호공학 제2판, 청문각, 2013
2. 서관세, 비핵탄용 다층복합 군방호 구조물 연구, 화랑대연구소, 1885
3. 조필균, 이강일, 알기쉬운 총포와 탄도학, 신화전산기획, 2013
4. 동양건설산업, 콘크리트 구조물의 방호력 향상 방안 연구, 육군사관학교, 2005