

모래에 발사된 포탄의 관입깊이에 대한 실험적 연구 Experimental Study on Penetration Depth of Cannonball Fired into Sand

*전재원¹, 김윤건¹, #최우천², 김재갑³, 김봉수³

*J. W. Jeon¹, Y. K. Kim¹, #W. C. Choi(wchoi@korea.ac.kr)², J. K. Kim³, B. S. Kim³

¹고려대학교 기계공학과 대학원, ²고려대학교 기계공학부, ³국방과학연구소

Key words : Sand, Cannonball, Penetration depth, Compaction

1. 서론

현재 비활성 포탄의 발사 시험에 대해 다양한 연구가 진행 중이다. 그 중 모래로 발사된 K307 포탄의 충돌과 침투특성에 대한 해석적 연구가 이루어지고 있다. 포탄은 모래와 충돌할 때 모래의 물성에 따라 포탄이 관입하는 정도가 달라지게 된다[1]. 모래의 초기 상태에 따라 결과가 달라지므로 여러 조건의 모래에 대한 실험이 이루어질 필요가 있다.

수직으로 발사된 모형포탄이 모래와 충돌할 때, 모래의 다짐방법에 따라 그 관입깊이는 다르게 나타난다. 국내 규격에 맞춘 다짐방법을 모래에 적용하여 모형 포탄 발사시 어떤 결과가 나타나는지 실험을 수행하도록 한다.

2. 실험 방법

실험방법에 대한 모식도가 Fig. 1에 나타나 있다. 실제 발사 시험에 사용되는 포탄은 155mm 곡사포용 포탄으로써 Fig. 2에 나타나 있다. 실제 포탄의 1/10 크기의 알루미늄 모형을 제작하고, 원통형 아크릴에 모래를 적재하였다. 공압을 이용하여 포탄을 발사했고, 압력을 조절하여 초기 발사 속도를 변화시켰다.

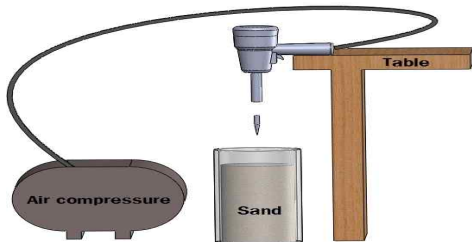


Fig. 1 Experimental setup for cannonball shooting



Fig. 2 K307 cannonball



Fig. 3 Sand pictures before and after the test

실험에 사용된 모래는 주문진 표준사이다. 완전 건조시킨 모래를 사용하였고, 한국산업표준인 KS F 2312 방법을 적용하여 모래 다짐을 수행하였다 [2]. 실험에 사용한 다짐 방법의 종류는 Table 2에 나타내었다. 실험은 각 다짐방법에 따라 포탄 발사시 모래의 표면 높이로부터 포탄 후미까지의 깊이를 측정했다. 아크릴 원통에 담긴 모래와 실험 후 포탄의 관입된 모습이 Fig. 3에 나타났다. 압력을 5bar로 유지하여 발사된 모형 포탄의 속도는 약 25.4m/s이다.

Table 1 Data of a cannonball model

Material	Diameter	Length	Mass
Aluminum	10.85g	65.85mm	11.14g

Table 2 Kind of a compaction method

Type	Rammer mass	Compaction repeat
A	2.5kg	25 times
B	2.5kg	55 times
C	4.5kg	25 times
D	4.5kg	55 times

3. 실험 결과

각 다짐 방법에 대하여 수직으로 발사된 포탄의 관입깊이를 측정하였다. 각 방법당 3회씩 실험을 하여 구한 결과를 Table 3에 정리하였다.

A 방법이 평균 26.4mm의 관입 깊이로 가장 얇았고, D 방법은 평균 3.6mm의 관입 깊이로 가장 깊게 나타났다. 다짐 래머의 질량보다 다짐 횟수가 관입 깊이에 큰 영향을 끼친다는 것을 확인할 수 있다.

Table 3 Result of fire test

Type	1st	2nd	3rd	Average
A	27.4mm	26.4mm	25.4mm	26.4mm
B	3.9mm	3.9mm	4.3mm	4.03mm
C	14.4mm	15.4mm	19.4mm	16.4mm
D	3.5mm	3.5mm	3.8mm	3.6mm

4. 결론

실험을 통해 포탄이 건조된 모래에 충돌할 때, 모래가 다져진 방법에 따라 관입깊이가 달라진 것을 확인할 수 있었다. 모래의 다짐 횟수가 많을수록 모래 입자간격을 더 조밀하게 만들어 포탄이 파고드는 데 영향을 끼친 것으로 보인다.

모래와 같은 매질에 대한 실험적, 해석적 연구를 진행하기 위해서는 매질에 대한 초기 조건이 중요하다. 함수비, 입자균등계수, 밀도 등 매질의 상태에 큰 영향을 미치는 요인에 대하여 객관적인 조건을 부여해서 연구가 이루어져야 한다. 향후 연구에

서는 모래의 함수비를 변화시켜 실험적 연구를 수행할 계획이다.

후기

본 연구는 국방과학연구소의 일반기초연구사업(ADD-11-01-04-09) 지원으로 수행되었음.

참고문헌

1. 전재원, 최우천, 김재갑, 김봉수, "다양한 밀도의 모래에 충돌하는 포탄의 응력 해석," 한국정밀공학회 춘계 학술대회 논문집, 805-806, 2013.
2. 한국산업규격 KS F 2312 흙의 다짐시험방법, 2001