

외부 충격탄에 의한 전투시스템의 순간화재 발생 확률 산정에 관한 연구

이승철 · 전우철* · 이현주** · 이해평

강원대학교 소방방재 학부, *강원대학교 방재전문대학원, **국방과학연구소

1. 서론

전투시스템은 적에게 노출되어 외부의 충격 및 폭발에 의해 손상을 입더라도 작동 가능한 상태를 유지하여 작전을 수행하여야 한다. 그러므로 전투시스템 생존성 향상을 위하여 외부 충격에 의한 전투시스템 구성품의 손상 원인을 분석하고 취약성을 파악하여 예측하는 것이 필요하다.

외부 충격탄, 폭발물과 같은 물체에 의해 충격을 받았을 때 전투시스템 내부에 발생하는 순간화재를 예측, 분석하여 시스템의 작동가능성 및 취약성에 대한 해석과 분석 기법 연구는 아직까지 국내·외적으로 잘 알려져 있지 않은 상황이다. 따라서 순간화재에 의한 전투시스템의 취약성 모델 개발을 위한 기초기술을 사전에 확보할 필요성이 대두되고 있다⁽¹⁾.

본 연구는 외부 위협탄에 의한 전투시스템의 취약성을 분석하기 위한 선행연구로써, 성형작약 탄이 장갑을 관통하여 가상의 전투시스템에 탑재되어있는 적재포탄 내부의 고폭탄 재료에 충격을 가했을 때, 순간화재가 발생하는지에 대한 전산해석을 수행하였다. 전산해석은 장갑 두께 및 적재포탄 내부의 고폭탄 재료의 종류에 따라 수행하였으며, 그 결과는 외부 위협탄에 대한 전투시스템의 취약성을 분석하는 피해확률 계산의 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

2. 순간화재 발생 전산해석

Figure 1에는 본 전산해석의 해석영역 및 대상을 도시하였다. 그림에서 보이는 바와 같이 성형작약 탄이 장갑을 관통한 후, 적재포탄 내부의 고폭탄 재료에 충격을 가하여 순간화재 여부를 해석하게 된다. 이때, 성형작약 탄은 관통깊이가 300 mm급인 type A이고 장갑은 RHA(Rolled homogeneous armour)로 가정하였으며, 두께를 100 mm에서 50 mm씩 증가시키며 계산하였다. 또한 적재포탄 내부의 고폭탄 재료는 COMPB(Composition B), TNT(Trinitrotoluene), PBX9404(Plastic-bonded explosive)를 사용하였다.

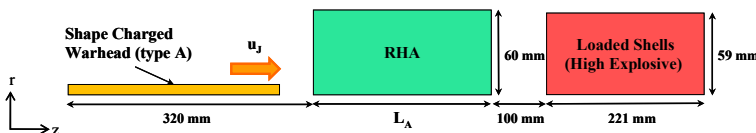


Figure 1. Computational region

Table 1. Cases of calculation

case	Shape Charged Warhead	High Explosive	L _A (mm)
1	type A	COMPB	100~290
2		TNT	100~290
3		PBX9404	100~290

실제 해석은 3차원으로 하여야 하나 계산의 효율성을 위하여 2차원 축대칭 문제로 가정하여 해석하였다.

Table 1에는 계산종류별 적재포탄 내부의 고폭탄 재료의 종류 및 각 체원을 나타내었다. 각 체원들은 인터넷 매체 등을 통하여 취득하였으며^(2,3), 각 재료의 특성값

은 사용 프로그램(Autodyn)에 있는 것을 사용하였다. 성형작약 탄 type A의 경우 최고속도는 약 7,400 m/s이다.

본 연구에서는 전산해석을 수행하기 위하여 Autodyn 프로그램⁽⁴⁾과 Lee-Tarver⁽⁵⁾의 기폭 및 전파 모델(ignition and growth model)을 이용하였다.

순간화재의 발생 여부는 전체 폭발의 질량에 대한 가스폭발물의 질량 비인 반응비(reaction ratio)로 판단하였으며, 반응비는 0과 1 사이의 값을 갖는다. 반응비가 0인 경우는 반응 자체가 없어 순간화재가 발생하지 않는 것을 의미하며, 반응비가 1인 경우는 가스폭발에 의한 순간화재가 발생하는 것으로 간주하였다. 또한 성형작약 탄의 장갑 관통과 적재포탄 내부의 고폭탄 재료의 순간화재 발생 여부를 해석하기 위해 고체 연속체 및 구조해석에 주로 사용되는 라그랑지 처리기법(Lagrange processor)를 사용하였다.

3. 결과 및 검토

Figure 2에는 고폭탄 재질과 장갑 두께에 따른 순간화재 발생확률 결과를 도시하였다.

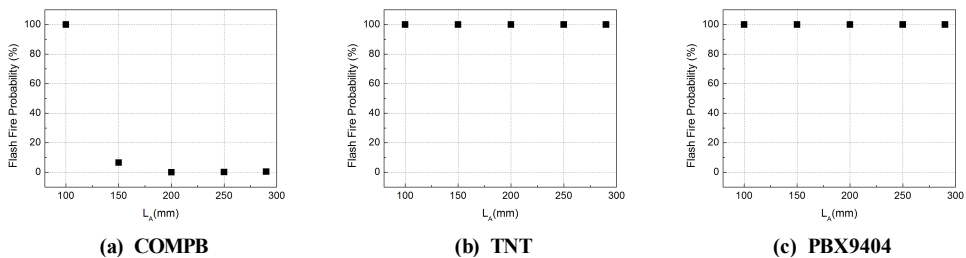


Figure 2. Flash Fire Probabilities of the type A

그림에서 적재포탄 내부의 고폭탄 재질이 COMPB이고 장갑두께가 100 mm일 때 순간화재 발생 확률이 100%이며 장갑두께가 150 mm, 200 mm, 250 mm 및 290 mm일 때 순간화재 발생확률은 6.6%, 0.088%, 0.14% 및 0.51%로 각각 나타났다. 또한 적재포탄 내부의 고폭탄 재질이 TNT와 PBX9404인 경우, 장갑두께가 290 mm까지 순간화재 발생확률이 100%로 동일하다. 따라서 적재포탄 내부의 고폭탄 재질이 TNT와 PBX9404인 경우가 COMPB인 경우보다 순간화재 발생확률이 상당히 높음을 알 수 있다.

감사의 글

이 논문은 국방과학연구소 생존성 기술 특화연구센터의 사업으로 지원받아 연구되었음 (계약번호 UD1200190D).

참고문헌

1. Kim, In-Ho, Baek, Min-Seok, "Explosion phenomenon and High-pressure physics", Physics & High Technology, V.15, No.1/2, pp.31~35, 2006.
2. <http://www.defense-update.com>
3. <http://weapon.tistory.com>
4. ANSYS AUTODYN User's Manual Release 14.5, 2012.
5. Lee E.L. and Tarver C.M., "Phenomenological model of shock initiation in heterogeneous explosives", Physics of Fluids, V.23, No.12, p.2362, 1980.