

120mm 전차탄용 모사 장치에서의 점화 특성

이정환* 권순길* 황준식* 김동섭* 김태인* 김진호**

Ignition properties in simulator of 120mm tank charges

Jeong Hwan Lee*, Kwon Soon Kil*, Hwang Jun Sik*, Dong Seob Kim*, Kim Tae in*, Jin-Ho Kim**

ABSTRACT

This study was conducted via diagnostics in a transparent 120mm tank gun chamber simulator. Pressure rises at the breech and forward ends of the simulator chamber were measured by using PCB pressure gages. This technique has been used to develop various advanced HEAT and KE rounds of 120mm tank gun. In the studies, many ignition phenomena occurring during the early phase of the ballistic cycle was observed and analyzed. It can provide insights into the functioning of the igniter, flame spreading, and formation of pressure waves in the gun chamber.

초 록

본 연구는 투명한 120mm 전차포 약실 모사장치를 통하여 수행 했다. 모사장치에서의 포미와 탄저(전위)의 압력 상승은 PCB 압력 센스로 측정하였다. 여러 종류의 신형 120mm 전차탄 개발에 이와 같은 장치를 이용되고 있다. 120mm 전차탄에서 초기 강내탄도의 점화현상에 대하여 관찰 분석하였다. 이는 점화제의 기능 화염 전파 그리고 약실 내부의 압력과 형성을 이해할 수 있게 한다.

Key Words : 120mm tank gun(120mm 전차포) simulator(모사장치) pressure wave(압력파)

1. 서 론

120mm 차기 전차탄 용 추진장약 개발을 위해서 고에너지 둔감 추진제 연구에서 고에너지 JA2 추진제와 RDX/CAB계 고에너지 둔감 추진제의 120mm 전차탄 적용 가능성을 판단하는 연구가 필요하였다. 120mm 전차 탄에 적용 가

능성을 판단하기 위해서는 체계 요구 조건의 강내 탄도 특성을 가져야한다. 체계요구 조건의 만족 여부는 강내탄도의 이론적 해석과 사격 시험에 의한 확인이 수반되어야 만이 판단된다. 사격 시험을 수행하기 위해서는 적절한 추진제 형상 설계 및 점화 시스템이 결정되어야 한다. 만약 부적절한 점화 시스템의 적용이나 추진제 형상 설계의 부적절한 경우에는 차압이 발생하

* 국방과학연구소(Agency for Defence Development)
** (주)한화 여수공장(HANWHA Yosu Plant)

거나 강내 압력이 급격히 상승하여 인명의 손실이나 장비의 파손 등의 악 작용이 발생할 수 있다. 이러한 악작용 발생을 근본적으로 피할 수는 없으나 사격 시험 전에 약실 형상과 유사하게 설계된 모사 장치에서 강내 압력 생성과 화염전파 현상을 해석하면 상기와 같은 악작용을 어느 정도 예측 가능하며, 부적절한 변수를 사격 시험에서 제외함으로써 악작용 발생을 최소화 할 수 있다. 따라서 실제 사격 이전에 모의 사격 장치로 안전을 확인하는 것은 추진장약 개발에서 기본적인 사항으로 실시되고 있다.^(1,2,3)

120밀리 전차 탄약의 추진제의 점화 특성 해석하여 점화계 설계와 추진장약 개발을 위해서 이와 같은 모사장치의 설계 제작하여 시험을 수행하였다.

본 연구에서는 120mm 전차탄 K276의 약실 내부의 형상과 유사한 장비를 설계하고 이 장비를 이용하여 JA2 추진제를 120mm 전차용 추진제를 설계하여 기존의 뇌관결합체를 이용하여 안정된 점화가 됨을 확인하고 120mm 전차탄에 K276에 적용하여 안정적으로 사격할 수 있었다.

RDX계 LOVA 추진제의 점화 시스템 설계에 대한 연구와 더불어 차기 세대 120mm 전차탄약 개발의 점화 시스템 설계에 본 장비를 활용할 예정이다.

II. 본 론

1. 시험 장치

JA2계 추진제와 RDX계 추진제를 기존의 개발 탄종인 120mm K276 날개 안정철갑탄에 적용하여 기존의 K276용 추진제 K683과 점화 특성을 비교 분석하였다. 점화 모사 시험의 평가 분석을 통하여 JA2계 및 LOVA 추진제를 K276에 적용 사격 가능성을 판단하였다. 점화 모사 시험의 목적은 사격시 초기 압력 거동과 점화 화염 전파를 분석함으로써 사격시 발생할 수 있는 차압에 의한 악 작용 발생을 최소화하고 불완전 점화를 줄일 수 있는 방법을 모색하고자 한다. 따라서 점화 모사장치의 내부의 형상은 추진제

점화 초기의 압력 형성과 화염 전파를 확인하여 점화 시스템의 적절성을 파악하고 새롭게 설계하는 것을 목적으로 약실 조건과 같은 형상으로 설계하였다. 아래 그림은 본 연구에서 사용한 120밀리 전차탄의 점화 모사 장치의 개략도이다.

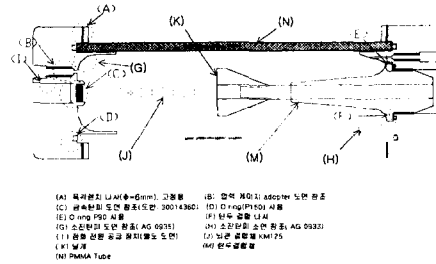


그림 1. 120밀리 전차탄용 모사장치 개략도

약실 압력 측정은 그림에서 폼리 부분 (B)의 상하와 탄저(저위) 부분 (H) 상하 4곳에 PCB 108A2 피에조 게이지를 결합하여 측정하였다. 시험 장치의 전방 50m 부분에 HSDC(high speed digital camera)와 16mm HSC(high speed camera)를 설치하여 각각 2,000프레임/초 5,000프레임/초로 화염 전파 영상 자료를 획득하였다. 강내 압력곡선에서 시간은 IR 센스를 사용하여 뇌관 화염이 외부로 누출된 시간을 제로로 설정하였다.

2. 점화 특성

시험에 사용된 추진제는 아래 표1과 같다. K683은 현용 K276 120밀리 전차탄의 추진제보다기 추진제이며 JA2-01과 JA2-02는 차기전차의 추진제로 적용 예정인 무용제 복기 추진제이며 DKL 추진제는 RDX계 둔감 추진제이다.

K683은 현용 추진제로 비교 시험 시료로 사용되었으며 JA2 추진제는 차기 전차 체계 적용성 및 추진제의 형상 설계 및 성능확인을 위한 사격 시험 적용 여부를 판단하기 위해서 실시하였다. DKL 추진제는 둔감 추진제로 기존의 점화관 결합체 KM125 를 사용하여 적절한 점화를 구현할 수 있는 지를 평가하여 부적절한 경우에는 새로운 점화계를 설계하기 위해서 실시

하였다. 기존의 양산 추진제 K683과 신규 JA2 및 DKL 추진제를 점화 모사 시험의 결과인 추진

표 1. 추진제 주요 성분 단위(%)

성분	K683	JA2-01	JA2-02	DKL
NC	52.35	59.4	59.4	4.0
NG	30.0	14.9	24.8	-
DEGDN	-	24.8	14.9	-
NQ	15	-	-	-
RDX	-	-	-	76
CAB	-	-	-	12
BDNPF/F	-	-	-	7.6

제의 점화특성을 비교 분석하여 JA2 및 DKL 추진제의 사격 시험가능성을 확인하였다. 아래 그림2~5는 각 추진제의 시간대비 압력 곡선을 나타낸다. 그림 2와 3은 기존의 K276탄의 추진제와 JA2-01 추진제를 각각 7,884g과 7,900g을 사용한 것으로 포미압력이 2,000psi 상승까지는 압력의 역전 현상이 발생하지 않는다. 따라서 사격에서는 100Psi 내외에서 탄의 거동이 시작되므로⁽⁴⁾ 탄저에서 압력이 더욱 낮게 생성되어

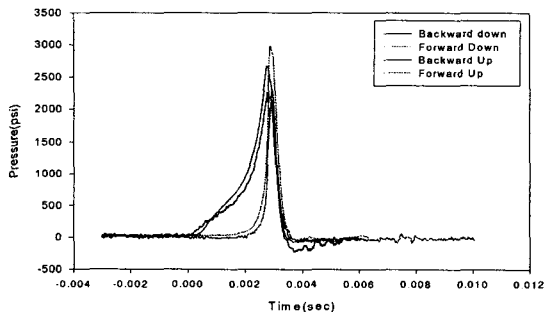


Fig. 2 Pressure vs time for K683(Lot. 1179) propellant 7884g round #1 fired with a BS ignite (K611) in 120mm simulator(2003. 4. 21)

사격 시험에서 차압이 발생하지 않을 것으로 판단된다. 반면에 K683 추진제를 8,100g 충전하여 사격하는 경우에는 1,500~2,000psi에서 전후의 압력이 역전되는 현상이 발생하였다. 이는 사격 시험에서 탄의 거동에 의한 차압이 감소될 수 있으나 차압이 발생할 확률이 상대적으로 높다. 그림4는 JA2-02 조성 8,000g 약량의 경우로 JA2-01 조성 7,900g 약량과 유사한 압력 곡선을

보인다. 이는 web 크기가 증가되어 포미에서의 압력 상승이 억제되어 차압이 발생하지 않은 것으로 판단된다. 아크릴의 파열은 포미 부분에서 발생함을 압력 곡선에서 최고압력 도달시간과 화염 이동 사진 결과에서 확인 수 있었다. 압력 곡선에서 탄저의 압력 상승은 포미의 압력상승에 비하여 급격하게 상승하는데 이는 차압 발생의 원인이 될 수 있다.

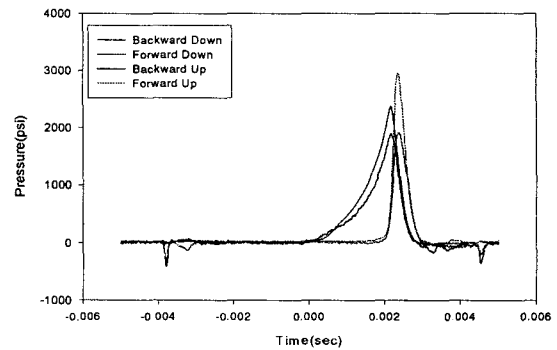


Fig. 3 Pressure vs time for 7,900g of JA2-01 propellant round #2 fired with a BS ignite (K611) in 120mm simulator(2003. 4. 21)

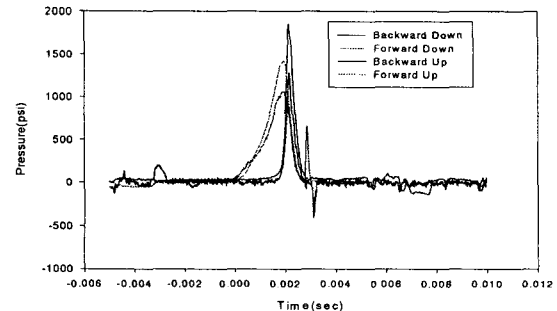


Fig. 4 Pressure vs time for 7,900g of JA2-02 propellant round #4 fired with a BS ignite (K611) in 120mm simulator(2003. 4. 21)

하지만 실제 사격에서는 압력 도달과 동시에 탄의 이동이 시작되므로 점화 모사장치 시험에서 차압 발생을 단정적으로 판단하기 곤란하나 그림 5와 같이 전후위의 압력이 역전되고 전위(탄저)에서의 압력이 급격히 증가하는 경우에는 차압이 발생할 소지가 충분히 있다고 판단된다. 따라서 DKL 추진제의 경우에는 사격 시험에서 악작용 발생될 우려가 있어 적절한 점화 시스템을 설계 중에 있다.

JA2와 K683 추진제의 경우 포미 압력 상승 시작 후에 1.5~1.8msec 후에 탄저 압력 상승이

시작되며, LOVA 추진제의 경우 3~3.5msec에

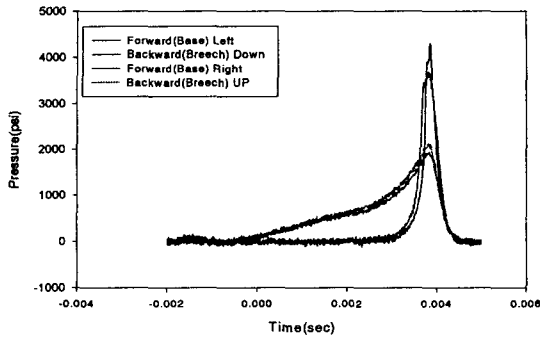


Fig. 5 Pressure vs time for DKL propellant round #6 fired with a B ignite (K611) in 120mm simulator(2003. 2. 13)

서 압력 상승이 시작된다. 이 시간 차이가 클수록 탄저에서의 압력상승이 급격하게 일어나고 전 후의 압력이 역전되어 차압이 발생할 가능성이 높다. 탄저(전위)의 급격한 압력 상승은 화염 전파에 의한 전방의 추진제 연소 가스의 압력과 후방에서 발생한 압력파가 함께 작용한 결과라고 판단된다. 따라서 점화 시스템 설계에서 가능한 모든 추진제에 동시에 점화하는 것이 가장 이상적이나 120밀리 전차탄과 같이 점화관의 길이가 약실내부의 탄의 형상에 따라 한계가 있는 경우에는 최적의 설계로 이 시간 차이를 최소화하여야 한다.

영상자료에서 JA2 추진제에 비하여 DKL 추진제의 화염전파가 느리고 탄저 부분의 dark zoom이 있음을 확인하였다.

3. 강내탄도 특성

상기 추진제에 대한 사격 시험을 K276 slug 탄에 충전하여 120밀리 44 구경장 전차포에서 실시하였다. 점화 시험에서 K683 추진제의 약량이 8,100g에서 압력의 역전 현상이 있었으며 차압 발생이 예측되었다. 사격 시험에서 아래 그림 6과 같이 차압 발생을 확인 할 수 있었다.

반면에 JA2 추진제의 경우에 8,100g까지 거의 차압이 발생하지 않았다. DKL 추진제는 기존의 점화 장치로는 사격이 불가능할 것으로 판단되어 사격 시험은 수행하지 않았다.

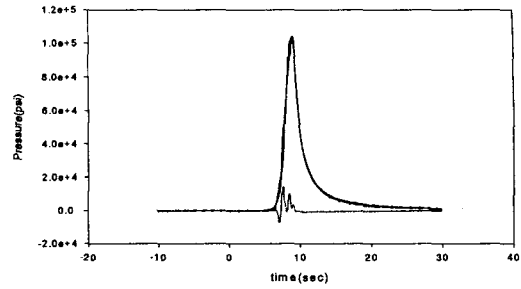


Fig. 6 Pressure curves of #3, 8100g of K683 propellant at 55°C, 120mm tank 44 caliber gun and dummy mount, K276 projectile

III. 결론

120밀리 전차탄의 장약 개발에서 사격 시험전에 모사 장치로 점화 특성 시험을 수행함으로써 사격시험에서 점화 특성을 예측할 수 있음을 확인하였다. 따라서 차기 전차 탄약 개발에 모사 장치를 이용하여 사격 시험에서 부적절한 점화계에 의해 발생 할 수도 있는 악작용을 최소화할 수 있다고 판단되며 최적의 장약 설계에 활용될 것으로 판단된다.

참고문헌

- (1) "Pressure-Flamespread Correlations in Simulator Ignition Studies of 105mm Tank charge", Lang-Mann Chang, BRL-TR-2891, 1986
- (2) "Flamespreading in granular solid propellant: Initial result", D. E. Kooker, S. L. Howard, and Lang-Mann Chang, ARL-TR-446, AD-A284 245, 1994
- (3) " Ignition Diagnostics of the 120mm XM859-MP Cartridge", Lang-Mann Chang, BRL-TR-2840, AD-A187 867, 1987
- (4) "IBHVG2- A User's Guide", R. D. Anderson and Kurt D. Fickie, 1987