

Di-nitro-diaza-alkane 계열 에너지 가소제를 활용한 온도 둔감 추진제 특성 연구(I)

주현혜* · 주형욱* · 권태수* · 권순길**†

A Study on Characteristics of Temperature Independent Propellant Using Di-nitro-diaza-alkane Series Energetic Plasticizers(I)

Hyunhye Joo* · hyung-uk Joo* · Tae Soo Kwon* · Sun-kil Kwon**†

ABSTRACT

Over recent several years, researches for the less sensitive gun propellant development have been carried out with promising the product of propellants which have temperature independent characteristics using the new energetic plasticizing mixture as Di-nitro-diaza-alkanes. During this study, the promising propellant formulation having temperature ballistic properties as well as better behaviors concerning the cold brittleness of the materials was confirmed by results in tests of a closed bomb and 40mm Gun firing. On-going research on the optimized shape, formulation and processes of the propellant is progressing. From now on it should be done present study to establish the better composition and processes.

초 록

근래 추진제의 개발 동향은 온도 둔감 특성을 가지는 것을 목표로 온도에 둔감한 특성을 가진 DNDA-57을 활용한 개발이 이루어지고 있다. 이번 연구에서는 DNDA-57이 포함된 추진제에 대해 Closed Bomb Test 및 40MM 발사시험을 통해 온도 둔감 효과를 확인하였다. 현재 최적의 추진제 형상 및 조성, 그리고 작업 공정에 대한 연구가 진행 중이다. 향후 최적의 조성 및 공정을 수립하기 위한 연구를 지속적으로 수행할 계획이다.

Key Words: Temperature low dependent, Temperature independent(온도 저의존성), DNDA(디-니트로-디-알칸), Low Temperature Coefficient(낮은 온도 계수:LTC), DNDA-57(디-니트로-디-펜탄, 헥산, 헵탄 : DNDA-5,-6,-7)

* (주)풍산 개발실

** 국방과학연구소

† 교신저자, E-mail: ksk@add.re.kr

근래 운용되는 방호 능력이 대폭 강화된 전차에 대응하기 위해서는 성능이 개선된 운동에너지 발사체의 필요성이 절실히 대두되고 있다. 현재의 운동에너지 발사체는 추진제의 화학에너지를 운동에너지로 변환시켜 목표물을 명중 및 관통, 파괴시키는 메커니즘을 가진다. 관통 능력을 향상시키기 위해서는 발사체의 속도를 증가시켜야 하며 그 방안으로 추진제의 고에너지 및 고성능화가 요구된다. 그러나 발사체의 속도를 증대시키는데 가장 큰 제약 조건은 발사기 강내 안전성을 위해 허용압력 한계 내에서만 속도를 증대시켜야한다는 것이다. 일반적으로 발사체의 속도 증대를 위해 추진제의 에너지를 높이거나 약량을 증가시키지만 이는 속도뿐만 아니라 강내 압력을 증대시키게 된다. 따라서 강내 압력 허용 한계 내에서 발사체의 속도를 극대화할 수 있는 연구가 진행되고 있다[1,2]. 기존 재래식 화포용 추진제의 경우 운용온도에 따라 저온, 상온, 고온의 순으로 압력과 속도가 비례하여 증가한다. 그러나 추진제의 온도 의존 특성을 낮추어 온도에 둔감한 추진제를 적용하여 발사체의 운동에너지를 증대시킬 수 있다. 즉, 운용온도에 따른 특성을 최소화하는 것이 기본 원리다.

2. 온도 둔감 특성 시험

2.1 DNDA-57

온도 둔감 특성을 가진 물질로 널리 알려진 DNDA-57은 Di-nitro-diaza의 약자로 DNDA-5, DNDA-6, DNDA-7이 일정 비율로 혼합된 물질로 IUPAC에 근거한 정식 명칭은 아래 Table 1에 나타내었다.

Table 1. DNDA-57

DNDA-5	2,4-Dinitro-2,4-diaza-pentane
DNDA-6	2,4-Dinitro-2,4-diaza-hexane
DNDA-7	3,5-Dinitro-3,5-diaza-heptane

위 물질은 독일 업체인 Dynitec에서 생산되고 있으며 온도 둔감 특성을 갖는 비율은 00 : 00 : 00로 혼합된 물질이다. 특히에 따르면 생성물질은 각각을 제조하여 혼합한 것이 아니라 반응 단계를 거쳐 일정 비율로 합성되어 생성된다 [3,4]. 물질의 구조식은 다음의 Fig. 1과 같다.

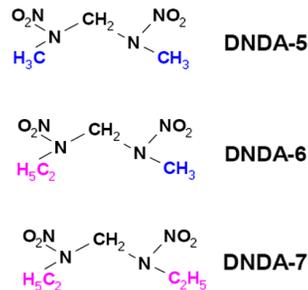


Fig. 1 Structural formula of DNDA-57

2.2 DNDA-57 함량에 따른 온도 둔감 효과

온도 둔감 특성을 나타내는 DNDA-57의 함량은 정해진바가 없다. 따라서 해외 자료를 참고하여 다양한 조성으로 시험을 실시하였다. 최초 X%로 시험 작업 및 Closed Bomb Test를 시행한 결과 온도 둔감 효과를 확인하였으며 추진제의 상대적인 연소속도(Relative Quickness, RQ)는 Reference 추진제 대비 고온에서 0.619, 상온에서 0.749로 나타났다. 이 값에서 주목할 만한 것은 상온에 비해 고온에서의 연소속도가 감소했다는 것이다. 일반적인 재래식 화포용 추진제는 고온에서의 연소속도가 상온에 비해 빠르나 DNDA-57을 적용한 추진제는 고온에서 상온보다 느리게 연소된다고 해석될 수 있다. 이후 Y%와 Z% (DNDA-57 함량 : X>Y>Z)로도 같은 공정 조건에서 시험작업을 시행하였으며, 각각의 Dynamic vivacity curve는 아래 Fig. 2에 Reference 양산용 추진제와 함께 나타내었다. Dynamic vivacity란 시간변화에 따른 압력변화를 볼 수 있는 그래프로 환산을 통해 P×Pmax에 대한 dp/dt 값을 P/Pmax에 대해 그린 값이다.

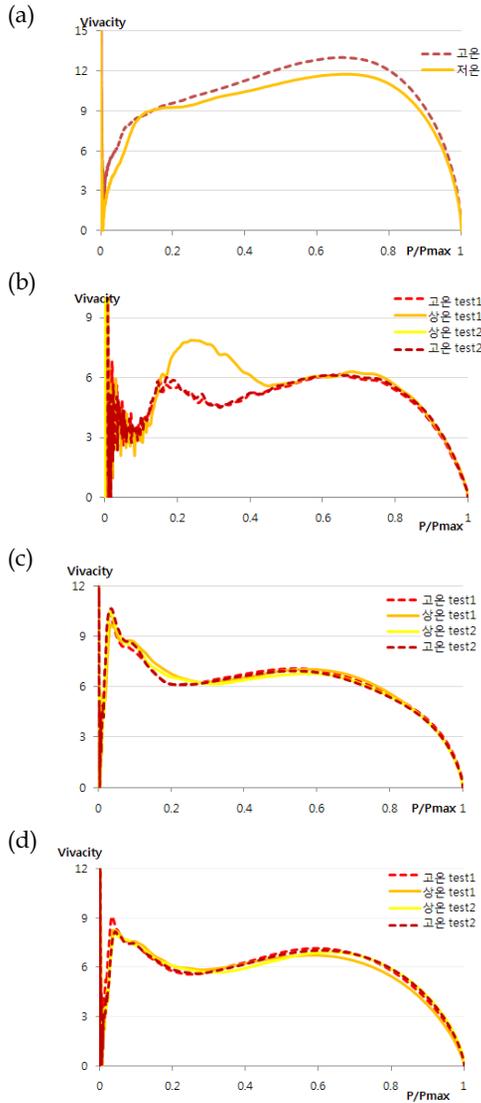


Fig. 2 Dynamic vivacity curve of Propellant ;
 (a) Reference propellant, (b) DNDA-57 X% propellant, (c) DNDA-57 Y% propellant, (d) DNDA-57 Z% propellant

위 Fig. 2에서 볼 수 있듯이 기존 재래식 화포용 추진제(a)의 Dynamic vivacity는 상온의 그래프가 고온에 비해 낮은 구간에 존재함을 확인할 수 있다. 이 그래프로 고온에서의 시간에 따른 압력이 상온에 비해 고온에서 전 구간 높다고

판단할 수 있다. Fig. 2의 (b)는 DNDA-57 함량이 X%로 전 구간 상온 그래프가 고온보다 상위에 존재하나 X%는 작업성이 좋지 못해 개발에 부적합했다. (c)의 DNDA-57 함량 Y% 추진제는 고온과 상온이 교차되었으며, RQ값 역시 고온 0.807, 상온 0.850로 상온에서 빠른 연소속도를 확인하였다. (d)의 DNDA-57 함량 Z% 추진제는 대부분 전 구간에서 일반 추진제와 같은 경향을 보이며, Closed Bomb Test를 통한 RQ값 역시 상온에 비해 고온이 높게 나타나는 재래식 화포용 추진제와 같은 양상을 보였다. 이로써 온도 둔감 추진제의 DNDA-57의 최적 함량 구간을 파악할 수 있었으며, 그 구간은 Fig. 2의 (c)에 적용된 Y%를 중심으로 이루어진다고 판단된다.

최적의 함량에 가깝다고 판단할 수 있는 (c)의 DNDA-57 함량 Y% 추진제를 40MM 고중량탄에 적용하여 발사시험을 실시하였다.

3. 성능 시험 [발사 시험]

3.1 발사 시험

Closed bomb Test를 통해 온도둔감 효과가 확인된 DNDA-57 함량 Y%의 추진제에 40MM 고중량탄을 적용하여 성능시험을 실시하였다. 약량은 300-400g에서 실시하였으며, 40MM 고중량탄은 기존 40MM탄에 비해 탄두 중량이 증대된 탄이다.

3.2 발사 시험 결과

DNDA-57 함량 Y% 추진제의 발사 시험 결과는 Closed Bomb Test와 일치하는 결과가 도출 되었으며, 결과이래 Table 2와 같다.

Table 2. Results of performance test for DNDA-57 Y% propellant

약량 (g)	상온 (21℃)		고온 (52℃)	
	속도(mps)	압력(psi)	속도(mps)	압력(psi)
300	-	-	517.4	21,000
350	590.7	27,300	568.4	22,900
400	639.4	31,700	644.7	31,100

상기 Table 2에서 볼 수 있듯이 DNDA-57 함량 Y% 추진제는 각 약량에서 상온에서의 압력이 고온에서의 압력보다 높게 측정되었다. 이러한 측정 결과는 본 개발 추진제가 온도 둔감 효과가 있음을 보여준다.

4. 결 론

본 연구는 온도에 둔감한 물질을 적용하여 온도에 둔감한 특성을 가진 추진제의 조성을 개발하고 성능을 평가하였다. 최적 함량으로 판단되는 시료를 제조하여 Closed bomb test의 RQ값 및 Dynamic vivacity, 40MM 고중량탄 발사 시험을 통해 고온에서의 압력이 상온에서의 압력보다 낮게 나타나는 온도 둔감 효과를 확인하였다.

아직은 그 단계가 미진하기 때문에 이번 연구를 바탕으로 온도 둔감 특성을 지닌 DNDA-57을 추진제에 적용시킨 온도 둔감 추진제의 조성을 확정시킬 계획이다. 현재 추진제 Dimension에 관한 영향요인을 파악하기 위한 연구를 진행하고 있으며 향후 완전한 온도 둔감 추진제로서 양산 가능한 단계로 공정 수립까지 진행되도록 연구할 계획이다.

참 고 문 헌

1. 강인영, 양성진, "105mm 날개안정철갑탄의 개발 추세 및 성능 향상 방안", 제 12회 지상무기체계 발전 세미나, 2004
2. 노만균, 고체 추진제, 1998, PP.312-316
3. Thomas Knott, Waldkraiburg, "Method for producing dinitro-diaza-alkanes and interediate products thereof," United States Patent, December 2003, US 6,670,506 B2
4. Rainer Schirra, Lohmar, Heinz-Gerd Emans, zNieder-kassel, Leonard Lichtblau, Cologne, "Method for producing DNDA," United States Patent, November 2004, US 6,815,516 B2