한국방위산업학회
제16권 제1호
2009년 6월

120미리 전차포용 지능탄약의 체계분석

김 형규[1†] 박 우동[2] 최 상경[3]

내용목차

1. 서론
2. 개발현황과 발전추세
3. 한국형 상부공격 전차지능탄
4. 탑재형 탄약과 유도형 탄약
5. 결론

1† ㈜풍산 기술연구소 연구원
(교신저자 Tel: 041-740-5605 E-mail: khkbogus@poongsan.co.kr)
2 ㈜풍산 방산총괄 부사장
3 국방과학연구소 책임연구원

논문접수일: 2009년 03월 31일 게재확정일: 2009년 06월 05일
논문수정일 (1차: 2009년 5월 13일, 2차: 2009년 05월 29일)

Korea Association of
Defense Industry Studies
Vol.16, No.1, June 2009

Systems Analysis on Smart Ammunition for 120mm Tank Gun

Kim, Hyeong Gyu[1†] Park, Woo Dong[2] Choi, Sang Kyeong[3]

Abstract

'APFSDS(Armor Piercing Fin Stabilized Discarding Sabot)' and 'HEAT(High-Explosive Anti Tank)' are most commonly used tactical ammunition types for modern main battle tanks to confront against hostile armor vehicle. Due to the technical advancements for ordnance field, ballistic performances of those ammunitions have been improved, but they still have limitations against targets in none line-of-sight range. Moreover, protection level of the modern main battle tanks has been greatly increased due to the contemporary countermeasures such as 'ERA(Explosive Reactive Armor)' and 'APS(Active Protection System)'.

In order to resolve those urgent issues, the concept of smart top attack munition has been focus recently which is able to strike preemptively none line-of-sight targets in long range.

In this paper, the development status and forecast of foreign smart tank ammunition is investigated to make provisions for the 'KSTAM(Korean Smart Top Attack Munition)' program. The system concept for the 120mm KSTAM which had been obtained through the joint technical cooperation between 'Poongsan' and 'DBD(Diehl BGT Defence GmbH & Co. KG)' is presented.

Also, through following detailed analysis and comparison to currently ongoing smart ammunition programs thoroughly, distinctive superiority of the KSTAM has been proved objectively and fully described in this paper.

<*Key Words*> *System Concept, Technical Cooperation, Smart Ammunition, KSTAM (Korean Smart Top-Attack Munition)*

1. 서론

현재 세계 각국에서 장갑표적 공격에 주로 사용중인 '120mm 전차포 탄약'은 '날개안정분리철갑탄(APFSDS; Armor Piercing Fin Stabilized Discarding Sabot의 약칭)'과 '대전차 고폭탄(HEAT; High-Explosive Anti Tank의 약칭)'이다. 'APFSDS탄'은 장약의 폭발력을 운동에너지로 전환하여 가속시킨 관통자를 이용해 목표물을 파괴하고, 'HEAT탄'은 화학에너지를 이용하여 성형작약(Shaped Charge)의 liner를 금속제트(Metal Jet)로 변형시켜 표적을 파괴한다.

전차 장갑재의 발달과 더불어 'APFSDS탄'과 'HEAT탄'은 관통력 증대, 정확도 향상 및 다목적 탄약으로의 지속적인 성능개량이 이루어지고 있지만, 현재 운용되고 있는 전차포탄은 사거리가 제한적이고 가시거리내의 노출표적에 대해서만 타격이 가능하다. 또한 '반응장갑(ERA; Explosive Reactive Armor의 약칭)' 및 '능동방호 시스템(APS; Active Protection System의 약칭)' 등의 발달로 전차 방호력이 증대함에 따라 보다 원거리에서 방호력이 약한 전차의 상부를 정밀하게 공격하려는 경향이 대두되었다.

이와 같은 문제를 해결하고자 비가시선상의 표적타격이 가능하고 사거리의 증대와 정확도의 향상 그리고 취약한 전차의 상부를 공격하는 개념의 '지능형 탄약'이 지속적으로 연구되고 있다.

따라서, 본고에서는 현재 군사선진국에서 개발 또는 양산중인 '전차지능탄'의 특성을 조사하였고 당사에서 개발 중인 한국형 상부공격 전차지능탄인 「KSTAM (Korean Smart Top Attack Munition의 약칭)」에 대한 소개와 함께 시스템 성능, 소요비용 및 복잡성 등에 대하여 객관적으로 상세비교연구를 수행하여 '지능탄 무기체계'의 적합성 여부를 분석하였다.

2. 개발현황과 발전추세

2.1 STAFF

1990년대 미국에서는 새로운 120mm 상부공격 개념의 탄약인 XM943 「STAFF (Smart, Target Activated, Fire and Forget의 약칭)」를 개발하였다.

「STAFF」는 발사 후 망각 개념의 전차 상부 공격탄약으로 비행 중 표적탐지를 할 수 있는 밀리미터파 센서를 장착하였으며, '폭발성형관통자(EFP; Explosively Formed Penetrator의 약칭)'를 발사하여 장갑표적을 제압한다.

라이너는 텅스텐(Tungsten)을 사용하였으며, 주작약에 의해 변형 및 가속된다. 관통자의 속도는 약 2000~3000m/s이고 살상확률은 경장갑 40%, 주력전차 30%이다.

탄도비행 중, 「STAFF」는 수직 기준선을 설정하여 지표면에 대한 위치를 계산하고 기준선에 따라 롤(Roll) 안정을 유지하며 표적의 탐색 및 추적 모드가 시작된다. 전방 및 하방 관측용 밀리미터파 센서가 표적을 탐지하면 탄두가 표적 정렬을 이루도록 탄체를 회전한 후 기폭하여 전차의 상부를 향해 EFP를 발사한다.

「STAFF」의 장점은 기존 전차포 체계의 교환 없이 발사가능하며 센서 탐지영역이 크고 원거리 공격능력이 뛰어난 것이다. 그러나 이 탄약은 현재 기술적 난이도로 인하여 개발이 취소되었다.[1][4]

<표 1> 120mm XM943 「STAFF」의 성능 및 제원

구 분	내 용
최대사거리	4,000m
구 경	120mm
적 용 센 서	Dual MMW Sensor
탄두형태/라이너	EFP탄두 / Tungsten
EFP 발사속도	2,000~3,000m/s
장갑 관통력	RHA 120mm

<그림 1> 120mm XM943 「STAFF」의 형상

2.2 SPEAR

「SPEAR」는 이미 러시아에서 실전 배치된 100mm 9M117 BASTION과 125mm 9K120 SVIR 기술을 NATO기준에 맞추어 개량 중인 모델로서, 독일의 Diehl사와 Krauss Maffei Wegmann사 및 러시아의 KBP 무기설계국과 함께 팀을 구성하여 개발중이다.

「SPEAR」는 레이저 기반의 반자동 빔 편승기술을 채택하여 미부에는 레이저 수광부인 레이저 유도창(laser guidance window)과 레이저 탐지센서가 있다. 레이저 유도창에는 기준정보를 포함하고 있어 중심선에서 탄도가 벗어나면 탐지센서가 중심선과의 차이를 탐지하여 자동적으로 탄도를 수정하게 된다.

조준경을 사용하면 유도창은 「SPEAR」의 탄도상 어느 위치에서든 항상 일정한 크기를 유지하고 교전 중 운용자는 표적에 조준경의 십자선을 맞추면 된다. 실제적인 타격정확도는 'CEP(Circular Error Probability의 약칭)' 0.7m이내이며, 장전 및 발사는 기존 재래식 탄과 동일한 방식이다.

「SPEAR」는 비행 중 소형조종 날개(Canard)를 이용하여 공기유입량을 조절하며 탄의 비행안정화 및 자세를 제어하고, 수광부에는 전자회로가 있어 레이저 유도 정보를 획득한다. 평균속도는 로켓모터에 의해 약 390m/s이며 사거리는 4,500m이다. '이중성형작약 탄두'를 적용하여 반응장갑이 부착된 전차 및 헬기에 대하여 살상력이 뛰어나며 관통력은 'RHA(Rolled Homogeneous steel Armour)' 기준으로 750mm이다.[3]

<표 2> 「SPEAR」의 성능 및 제원

구 분	내 용
최대사거리	주간 4,500m / 야간 3,500m
구 경	105mm
중량 / 길이	25.4Kg / 1,015mm
탄 두 형 태	이중성형작약 (Tandem HEAT)
정 확 도	CEP < 0.7m
살 상 확 률	측면 55%
장갑 관통력	RHA 750mm

'개량형 유도장치'는 가시선 유도장치, 자동추적 장치, 출력화면, 탄도 계산컴퓨터, 안정화 제어장치로 구성되어 있다. 전차에 통합이 용이하도록 개량되었고 센서 및 열상장비를 추가하여 야간에도 3,500m까지 표적 탐지가 가능하다.

현재 BASTION(100mm)은 NATO기준에 맞춰 105mm로 개량 중이고, SVIR(125mm)의 120mm 개량은 2년 이상 소요될 것으로 발표되었다.[3]

<그림 2> 「SPEAR」의 형상

2.3 STAR

이스라엘 IMI(Israel Military Industries의 약칭)사는 1999년에 처음으로 공개한 바 있는 발사 후 망각 개념의 전차포용 신형 상부 공격탄으로 「STAR (Smart Top Attack Round, Excalibur)」를 개발 중이다. 이 탄약은 두부에 표적의 획득, 추적 및 유도용으로 밀리미터파 탐색기가 장착되고, 'GPS/INS(Global Navigation System/Inertial Navigation System의 약칭) 모듈(Pure Heart)'을 사용하여 유도비행 하게 된다. 열전지로 전원을 공급하며 내장컴퓨터는 탄의 모든 작동절차를 제어한다. 탄의 전부에는 4개의 공력조종날개(Canard)가 부착되어 있고, 후미에는 6개의 회전안정날개가 부착되어 있다. 「STAR」는 적 장갑 차량의 취약한 상부 장갑에 타격을 가할 수 있으며, 반응 장갑이 부착된 전차를 파괴할 수 있는 '이중성형작약 탄두'를 탑재하고 있다.

「STAR」는 현재 운용중인 120mm 전차의 변형 없이 발사가 가능하다. 일단 탄이 전차에서 발사되면 후미에 위치한 6개의 꼬리 날개가 동시에 전개되면서

비행을 안정화 시키고 탐색기에서 하늘과 땅을 구분한 다음 목표물을 탐색하기 시작한다. 후미날개는 계속해서 회전을 하지만 탄체와 분리되며, 일정시간이 지난 후 목표물 획득 상황에 따라 내장컴퓨터의 명령에 의해 소형조종날개가 전개되고, 김발이 부착된 밀리미터파 레이더의 제어를 통하여 목표물이 감지되면 '밀리미터파센서'를 목표물에 록온(Lock On) 시킨 후 상부공격을 위해 유리한 각도를 얻도록 수평 소형조종날개를 제어하면서 탄도상승(Pop Up)하여 상부를 타격한다. 이 때문에 유리한 상부공격각도를 획득할 뿐만 아니라 장애물 뒤편에 있는 목표물의 타격도 가능하다.

IMI사는 「STAR」를 105mm 및 120mm 구경으로 개발 추진하고 있지만, 아직 개발 초기 단계에 머물러 있는 상태로 자국 군이나 해외 협력선을 통해 추가 재원이 확보될 때까지는 본격개발로 이행되지 않을 것으로 보인다. [1][3]

<표 3> 「STAR」의 성능 및 제원

구 분		내 용
완성탄	전장	1000 mm
	무게	23 kg
탄 두 형 태		이중성형작약 (Tandem HEAT)
센 서		MMW radar & radiometer
유도방식		GPS/INS
발사속도		750 m/s
발사충격		12,000G
사 거 리		2,500m ~ 5,000m
장갑 관통력		약 800 mm

<그림 3> 「STAR」의 형상

2.4 LAHAT

「LAHAT(LAser Homing Anti Tank의 약칭)」는 이스라엘의 IAI(Israel Aircraft Industries의 약칭)사가 장갑차량 및 헬기용으로 개발한 105mm 및 120mm 전차포용 대전차 레이저 유도포탄으로, 1998년 미 육군협회(AUSA; Association of the United States Army의 약칭)의 무기전시회에서 처음으로 공개되었다.

현재 이 탄약은 개발이 완료된 것으로 파악되고 있으며 프랑스 파리에서 열린 'Eurosatory 2004 무기전시회' 기간에 이스라엘 IAI사와 독일의 Rheinmetall Defence Electronics사는 독일의 주력전차인 'Leopard 1' 및 'Leopard 2'에 「LAHAT」를 적용할 수 있는 개량 키트를 공급하기로 협의한 것으로 알려졌다. 또한 몇 년 전부터 105mm 및 120mm 구경에 대하여 미 육군의 'M1A1 전차'용으로 판로를 개척하기 위하여 미국의 General Dynamics Ordnance사와 공동으로 협력하고 있다.

1991년 개발초기에는 125mm 구경으로 개발하였으나, 이스라엘 군이 105mm 구경의 주력전차를 상당수 운용중인 점을 감안하여 기본 탄체를 현재의 105mm 구경으로 변경하였다. 120mm 구경의 경우는 120mm 전차포에 적용할 수 있도록 포구를 벗어남과 동시에 제거되는 이탈피를 탄에 적용하였다.

「LAHAT」는 '반능동 레이저 유도포탄'으로 발사 플랫폼에 의한 정상적인 '지시모드'로 작동되고 발사 후 '추적모드'로도 운용될 수 있다. '직사형 모드'에서는 발사차량에 탑재되어 있는 자체 레이저 지시장치를 이용하나, '간접사격 모드'에서는 제2의 전차가 레이저를 표적에 조사하여 탄을 유도한다. 또한 탄의 충돌각을 높이기 위하여 중간비행단계에서는 일반적으로 '포물선형 탄도'를 채택하나, 헬기와 같은 표적에 대해선 '직선형 탄도'를 선택한다.

이 탄약은 '재래식 탄약'과 동일한 방식으로 장전되고, 부스터 장약이 충전된 '재래식 탄피'를 갖고 있어 전차의 포신에서 저속으로 발사된다. 발사된 이후 4개의 조종날개가 펼쳐지고, 주 로켓모터가 작동, 표적을 향해 가속되며, 두부에 장착된 레이저 탐색기를 이용하여 탄도종말단계에서 지정된 장갑 표적의 상부를 높은 정확도로 공격하는 일련의 작동구조를 가지고 있다.[1][4]

<표 4> 「LAHAT」의 성능 및 제원

구 분	내 용
구 경	105mm, 120mm(이탈피 적용)
적 용 포	105mm, 120mm 전차포
적 용 탄 두	이중성형작약 (Tandem HEAT)
유 도 방 식	반능동 레이저 유도 (주, 야간 운용가능)
최대사거리	6,000m
발 사 속 도	300m/s
장갑 관통력	약 800mm

<그림 4> 「LAHAT」의 형상

2.5 MRM

「MRM(Mid Range Munition의 약칭)」은 미 육군이 'FCS(Future Combat System의 약칭)'의 무장체계용으로 개발중인 유도포탄으로 가시선 및 8Km 이상의 비가시선 지역에 위치한 표적들을 선택적으로 식별하고 공격할 수 있는 능력을 보유하고 있다. 이 탄약은 ATK(Alliant Techsystems의 약칭)사와 Raytheon사가 참여하여 각각 'MRM-KE(MRM-Kinetic Energy의 약칭)'와 'MRM-CE(MRM-Chemical Energy의 약칭)' 모델을 개발 중이다.

2006년 5월, ATK사는 'MRM-KE탄'의 마하 비행시험을 성공하였고, 2007년 6월 미 육군의 「MRM」사업에 경쟁하기 위하여 'Team MRM'을 구성하였다. 'MRM-CE탄'은 2007년 3월 이중모드 탐색기를 이용한 발사시험에 성공하였으며,

12월 Raytheon사는 MRM-KE 개발에 관하여 계약하였다.

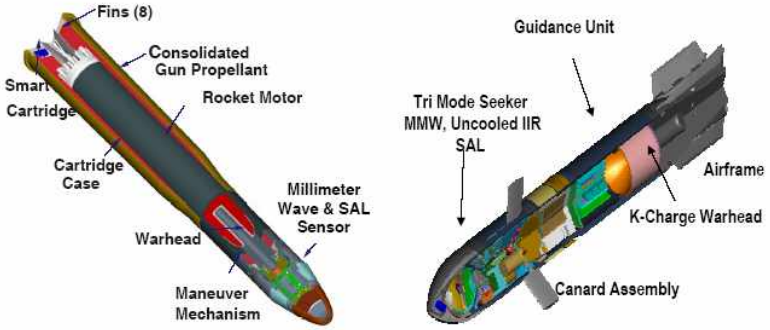
「MRM」의 특징은 원거리의 표적획득 및 유도를 위하여 무인 정찰기, 전차 등 여러 시스템을 이용할 수 있다는 것이다. 표적 상공의 정찰기가 디지털화된 정보를 전차로 보내면 '사격통제시스템'이 조준점 설정 및 주변지형의 특성을 탐지하여 자동적으로 포의 위치수정을 하며, 탄약에 데이터 링크를 통하여 탄도를 입력하게 된다. 발사 후 탐색기가 활성화되어 표적을 추적하며 정찰기에 지시된 표적은 계속적인 반송신호 업데이트를 통하여 허위의 표적 또는 파괴된 표적을 공격하는 경우가 없도록 한다.

ATK사의 'MRM-KE 탄'은 수년전에 'TERM-KE 탄'을 기본모델로 하여 개발되고 있다. 개념은 '밀리미터파 탐색기'를 사용하여 자동적으로 표적의 탐지 및 추적을 하게 되고, '추력기(Impulse thruster)'를 사용하여 12Km 이상의 표적에 대하여 직접타격이 가능하다. 초기 포구의 속도를 증대시키지 않고 비행 중 로켓모터로 탄을 가속하여 표적에 근접하면 긴 관통자를 초음속으로 표적에 충돌케 함으로써 관통력을 증대하고 종말 유도방식을 통해 표적에 대한 명중률을 향상하였다.

Raytheon사의 MRM-CE의 개념은 장사거리의 '유도 HEAT탄'이며, 탄도 종말단계에서 급강하하여 보유하고 있는 성형작약 탄두로 장갑의 상부를 공격한다[2].

<표 5> 「MRM」의 성능 및 제원

구 분	내 용
적 용 포	120mm 전차포
적 용 탄 두	관 통 자
적 용 센 서	밀리미터파
최대사거리	8,000m
발 사 속 도	초기 포구속도 : 800 ~ 900m/s 종말속도 : 약 1,650m/s



<그림 5> MRM-KE(좌)와 MRM-CE(우)의 형상

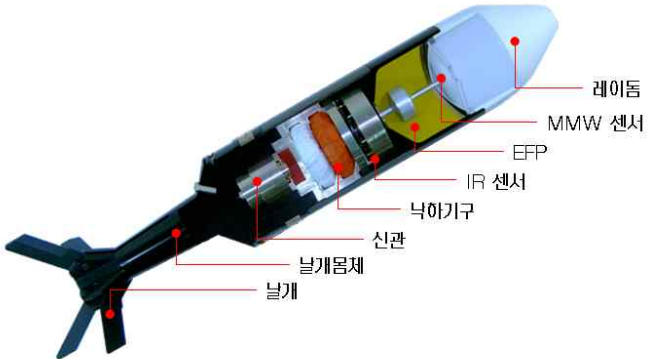
3. 한국형 상부공격 전차지능탄

「KSTAM」은 독일에서 개발 완료하여 실전배치된 'SMArt(Sensor fused Munitions for the Artillery의 약칭) 155mm 곡사포 탄약'의 지능자탄을 축소하여 전차탄약으로 운용이 가능하도록 한 상부공격개념의 탄약이다. 현재 당사는 독일의 DBD사와 사전개발 가능성 연구를 수행하였으며, 주요 연구내용은 '120mm급 지능자탄 체계 개념 설계', '핵심부품 기초 설계', '완성탄 및 지능자탄 인터페이스 설계' 그리고 '무기체계 효과도 분석'이다.

3.1 구조/형상

KSATM은 지능자탄 1발과 비행안정날개 결합체 그리고 탄저식 신관으로 구성되어 있다. 지능자탄은 EFP 탄두 및 안전/장전장치, 다중모드 센서 및 신호처리 시스템, 비행/낙하 안정화 시스템으로 구성되어 있으며 구조 및 형상은 <그림 6>과 같다.

탄체, 라이너, 주작약, 부스터, 폭발파 변조기(Wave Shaper) 등으로 구성된 'EFP 탄두'는 기폭시 원거리에서 표적상부를 관통하는 역할을 수행한다. 라이너의 재질은 탄탈륨(Tantalum)이며 주작약이 기폭하여 발생한 압력으로 관통자를 형성하게 된다.



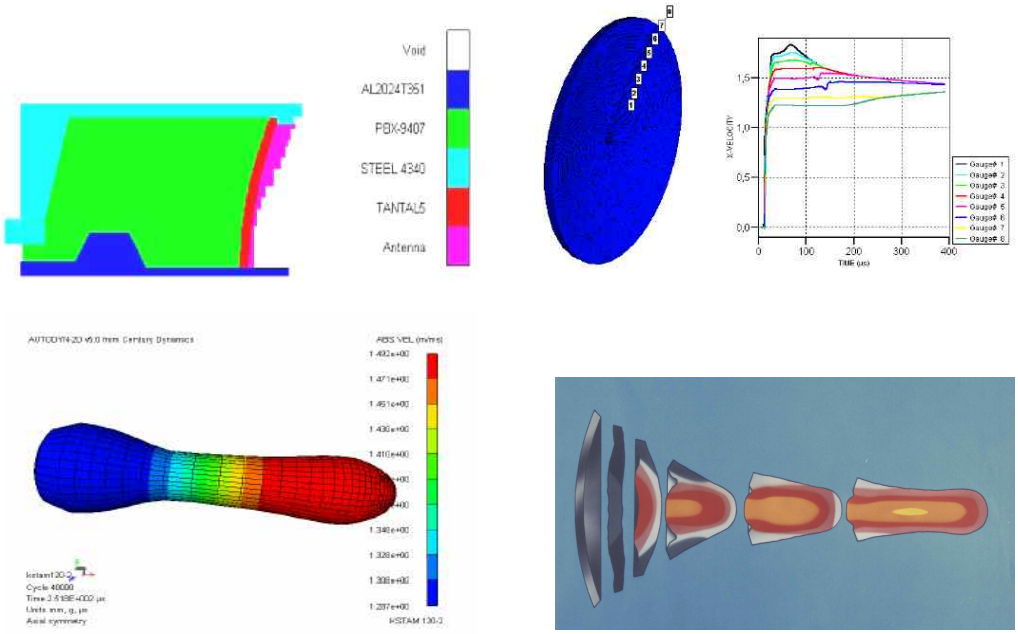
<그림 6> KSATM 형상

관통자는 큰 운동에너지를 포함하고 장갑의 표면을 약 2000m/s의 빠른 속도로 타격함으로 관통 후 관통자 뿐 아니라 관통자에 의해 파괴된 장갑이 내부의 파편을 형성하는 'Behind armor fragmentation effect'로 살상효과가 극대화된다.

기폭 후, EFP의 생성특성 및 관통특성은 'AUTODYN-2D 프로그램'을 이용하여 폭발파 변조기를 갖는 복잡한 형상의 「EFP 탄두 모델링」과 「시뮬레이션」을 통하여 라이너의 두께 및 형상을 정의하고 최적화하였다. <그림 7>은 「EFP 성능 시뮬레이션」 결과와 형상을 나타내었다.

<표 6> 「KSTAM」의 성능 및 제원

구 분		내 용
완성탄	구 경	120 mm
	전 장	985 mm
	중 량	21.5 kg
자 탄	직 경	120 mm
	중 량	9.03 kg
	기 폭 고 도	150 m 이내
	적 용 센 서	적외선 센서 + 밀리미터파 레이더 및 라디오미터
	탄두형태/라이너	EFP 탄두 / Tantalum
	EFP 발사속도	2,000 m/s 이상

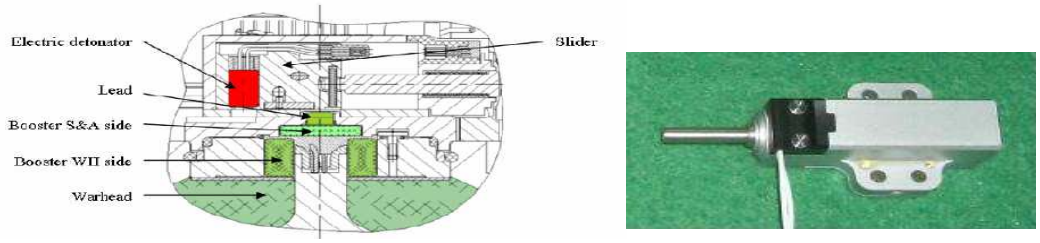


<그림 7> 「KSTAM」 EFP 시뮬레이션 모델(상)과 EFP 형상 및 형성과정(하)

'안전/장전장치(Safety & Arming Device)'는 기폭소자를 포함한 슬라이더로 구성되며, 슬라이더는 2중 잠금장치로 구속되어 있다. 1차 잠금장치는 2개의 핀으로 구속되어 있고, 발사시 1,550G 이상의 발사 가속도에 의해서만 해제된다. 2차 잠금장치는 자탄이 분리되어 감속 및 자동회전 낙하산 덮개가 분리되면 슬라이더를 구속하던 핀이 해제되고, 슬라이더가 이동한다. 슬라이더 이동 후 자탄은 장전상태가 되어 EFP가 발사 가능한 상태를 유지한다. 안전/장전장치의 구조는 <그림 8>과 같다[3].

'탐색장치'는 금속물체에 대한 탐지능력이 우수한 중적외선(파장 3~5㎛) 파장대를 적용한 적외선 센서와 94GHz의 레이더 및 라디오미터로 구성되는 다중모드 센서, 그리고 신호처리장치 및 전원장치 등으로 구성된다.

'적외선 센서'는 검출소자, 냉각장치 등으로 이루어진 검출기, 전자회로 등으로 구성된다. 검출소자는 탐지영역에 대한 장갑 표적과 지형지물의 밝기온도(Bright Temperature) 차이를 감지하고, '적외선 탐색시스템'은 방사되는 적외선 스펙트럼을 전기적 신호로 바꾸는 역할을 한다.



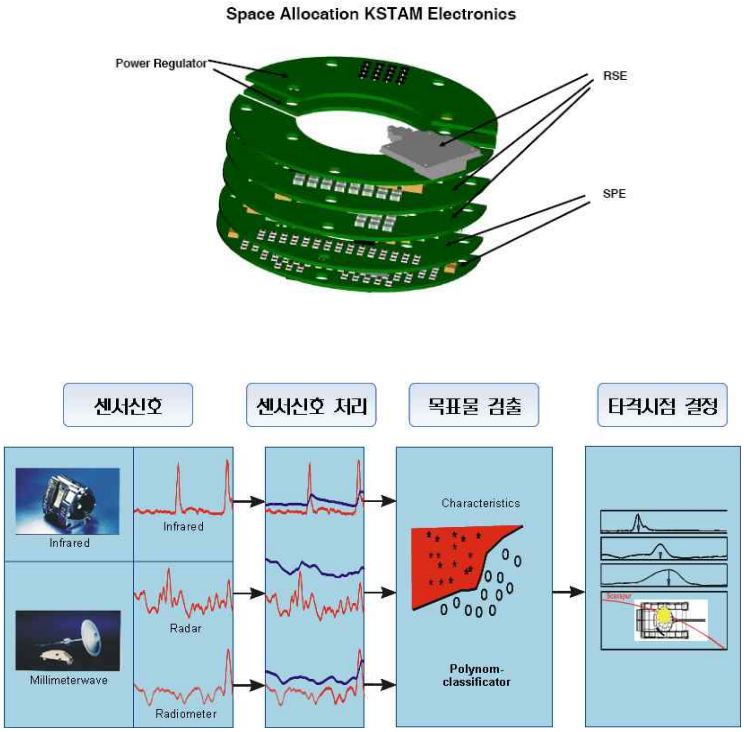
<그림 8> 「KSTAM」의 자탄 안전/장전장치

'밀리미터파 센서 시스템'은 안테나, 레이더 및 라디오미터 센서로 구성된다. 안테나는 급전부, 반사경으로 구성되며 카세그레인 형태로 밀리미터파 신호를 송·수신하는 역할을 한다. 안테나의 직경은 약 96.6mm로 94GHz 파장의 30배를 넘지 않는 '고이득 안테나'를 사용한다.

'밀리미터파 레이더'는 능동형 센서로 전자기파를 발사하고 표적에서 반사되는 '밀리미터파 레이더 반사면적(RCS; Radar Cross Section의 약칭)'을 수신기로 감지하여 표적의 기하학적 형태 및 자탄의 높이를 측정한다. '밀리미터파 라디오미터'는 수동형 센서이며 적외선 센서와 마찬가지로 물체에서 방출되는 에너지의 복사량을 탐지하여 표적을 검출한다.

적외선 센서의 해상도는 뛰어나지만 구름, 안개 및 클러터에 의한 산란이나 흡수로 인해 투과가 어려운 반면, 밀리미터파는 투과 능력이 우수하고 인공적인 장애물도 쉽게 투과할 수 있어 위장상태의 차폐된 표적의 탐지가 가능하다.

'신호처리회로'는 다중채널 센서의 아날로그 신호를 필터링 및 디지털화를 거쳐 디지털 신호로 변환 후 디지털 신호처리 프로세서에 탑재된 소프트웨어를 통하여 센서데이터를 처리하는 역할을 한다. '소프트웨어'는 적절한 임계값(threshold)을 생성하고, 디지털 신호처리 프로세서에 탑재된 알고리즘으로 처리하여 메모리에 저장된 데이터와 비교함으로 목표물을 정확하게 식별하고 기폭신호를 출력하여 EFP를 발사시킨다. 전자회로결합체와 목표물 식별과정은 <그림 9>에 나타내었다.



<그림 9> 전자회로 결합체(상)과 목표물 식별과정(하)

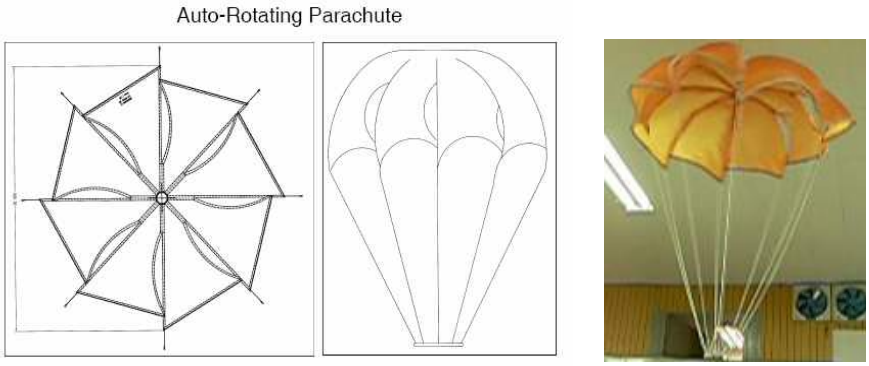
'전원장치'는 열전지 및 전원안정기(Power regulator)로 구성되어 있다. 전원안정기는 열전지를 통하여 1차 전압이 공급되면, 전원안정기의 컨버터에 의해 신호처리회로, 다중모드 센서구동에 필요한 2차 전압 및 전류를 안정적으로 공급하는 역할을 한다. 또한 신호처리회로에서 낙하산 방출 및 기폭신호를 입력받아 발사신호로 변환하고, 일정전압 이하로 떨어지면 자폭신호를 신호처리회로에 보내는 역할을 한다.

'비행/낙하 안정화 시스템'은 감속 및 자동회전 낙하산으로 구성되어 있으며 '지능자탄'이 기울기 30°의 고정된 각도와 3rps(1)의 회전률 및 13m/s 낙하속도를 유지하여 전장지역을 탐색할 수 있도록 자탄을 안정화시키는 역할을 한다.

'감속 낙하산'은 전개되어 운반체로부터 자탄이 분리된 후 비행속도를 75m/s 이하로 감속하여 자동회전 낙하산이 원활히 전개되도록 하는 역할을 한다. '자동

(1) rps : rotation per second

회전 낙하산'은 공력해석을 통한 특수한 캐노피(Canopy) 형상을 설계하여 자탄이 낙하할 때 일정한 기울기, 낙하속도 및 회전속도를 유지하며 표적을 탐색하도록 하는 역할을 한다. '비행/낙하 안정화 시스템' 형상은 <그림 10>에 나타내었다[3].



<그림 10> 「KSTAM」의 자동회전낙하산

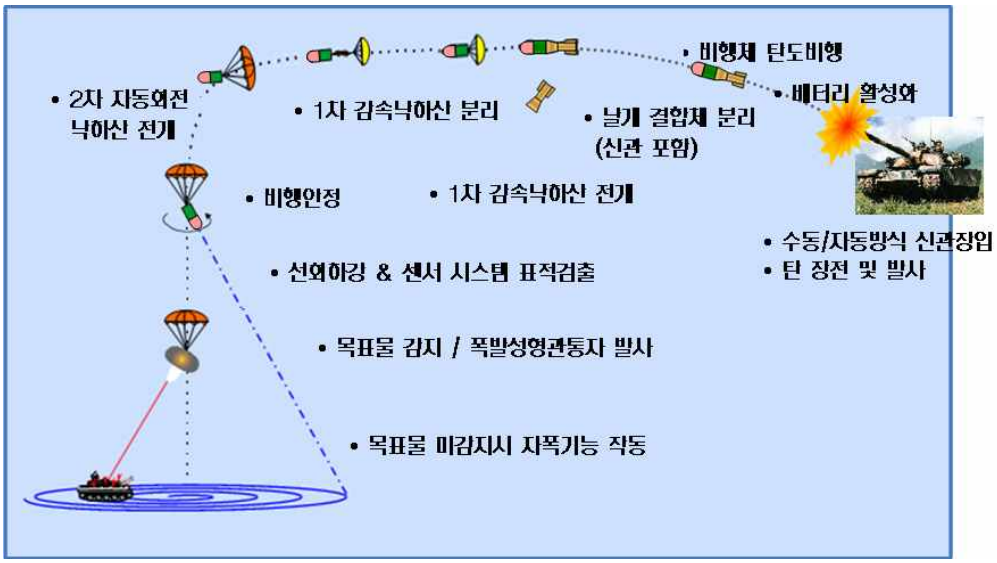
3.2 작동순서

'사격통제시스템'에서 시한신관을 수동 혹은 유도식 시한 설정장치로 장입하여 발사하면 셋백장치에 의해 열전지가 활성화된다. 탄체의 탄도비행 후 표적지역 상공에 이르게 되면 시한신관에서 출력된 전기신호에 의해 분리장약(Cutting Charge)에 점화펄스를 발생시켜 '신관을 포함한 날개결합체'와 '지능자탄'이 분리된다.

자탄이 분리되는 동시에 센서를 포함한 탐색장치가 활성화 되고 '감속 낙하산'이 전개되어 자탄의 비행속도 및 회전속도를 감소시킨 후 분리된다. 이 후 '자동회전 낙하산'이 전개되어 일정한 낙하속도와 회전속도를 유지하며 안정하게 하강한다. 자탄은 지표면의 수직방향에 대해 30°의 경사각을 유지하며, 나선형으로 회전하강하는 동안 센서는 일정한 고도에서 하부 표적지역의 탐색을 시작한다.

'다중 모드 센서'가 신호처리 과정을 거쳐 표적을 발견하면 기폭소자가 즉시 기폭하여 EFP를 발사, 장갑 표적의 취약부분인 상부에 타격을 가한다. '지능자탄'이 목표물을 탐지하지 못하고 탐색종료의 높이 이하가 되거나 열전지가 방전

되었을 때 불발탄을 피하기 위해 자폭기능이 수행된다. 작동순서는 <그림 11>에 나타내었다[3].



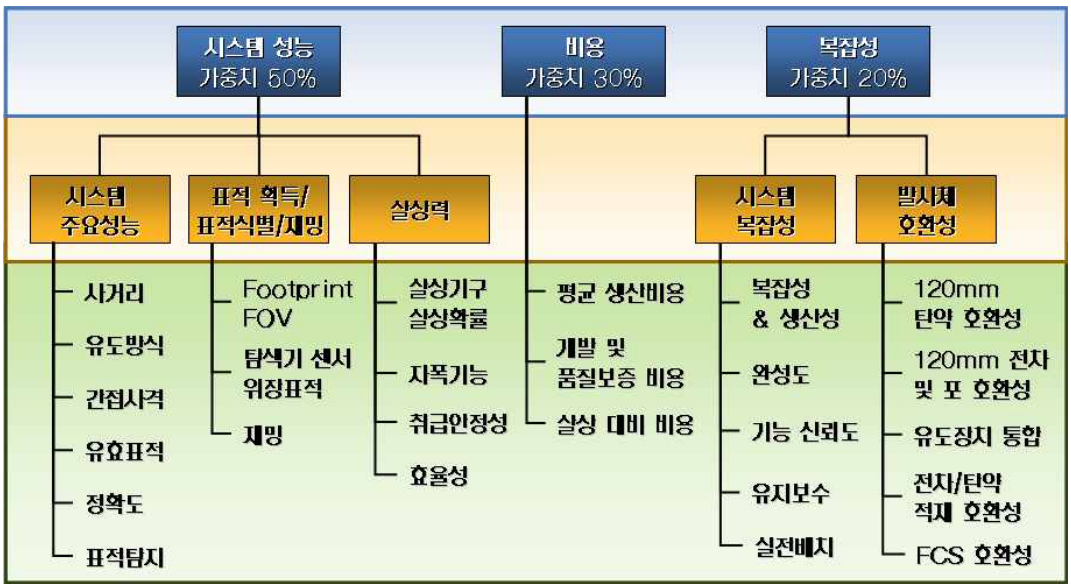
<그림 11> 「KSTAM」의 작동 순서

4. 탑재형 탄약과 유도형 탄약

‘자탄탑재형 지능탄약’ 「KSTAM」와 「STAFF」외 4종의 ‘유도형 탄약’의 성능, 소요비용 및 복잡성에 대하여 객관적으로 비교분석함으로써 향후 한국형 전차지능탄약 개발방향을 제시하고자 한다.

‘유도형 탄약’의 선정은 다음의 조건 중에 한 가지 이상 만족하여야 한다. 첫째, M256 Abrams/L55 Leopard 2 전차포 체계에 적용할 수 있는 120mm 탄약, 둘째, 주력전차와 반응장갑 및 ‘능동방호 시스템’에 효과적인 탄약, 셋째, 최대 사거리 8,000m에 이르는 비가시선상의 표적 획득이 가능한 탄약이다. 이와 같은 조건을 만족하는 ‘유도형 탄약’은 미국의 「STAFF」, 러시아와 독일의 「SPEAR」, 이스라엘의 「STAR」, 이스라엘과 독일의 「LAHAT」 및 미국의 「MRM」 등이다[2][3].

'유도형 탄약'과 '자탄탑재형 탄약'을 비교하기 위하여 시스템의 성능, 소요비용 및 복잡성 분야로 나누었다. 비교대상의 탄약들은 현재 개발 중인 탄약으로 개발 단계에서 시스템의 성능을 가장 중요한 요소로 연구진이 판단하여 50%의 가중치를 부여하였으며 비용 및 복잡성에 따라 다음 <그림 12>와 같이 가중치를 각각 50%, 30%, 20%를 부여하였다.



<그림 12> 탄약별 비교항목 및 가중치

4.1 주요성능

시스템의 성능은 가장 중요한 요소이며 크게 시스템의 주요성능, 표적획득/표적식별/재밍, 대항 및 살상력 분야로 분류하여 탄약별 성능을 비교하였다.

1) 시스템의 주요성능

시스템의 주요성능을 유도방식, 간접사격 가능여부, 사거리, 유효표적, 정확도 및 표적획득 방법 등의 6개 세부사항으로 나누고 각 항목의 만점은 5점으로 하였다.

각 항목에 대한 만점기준은 발사 후 망각방식의 자동시스템일 것, 비가시선

영역에서 간접사격이 가능할 것, 최대 사거리 8,000m이상일 것, 주력전차/경장갑차/병력수송 장갑차(APC; Armoured Personnel Carrier의 약칭) 등의 표적타격이 가능할 것, CEP가 0.7m 이하일 것, 정찰기 및 정찰대 사격요청에 의한 협력 교전이 가능할 것으로 정하였다.

<표 7> 탄약별 시스템의 주요성능비교

항목 / 탄종	평균	시스템 주요 성능											
		사거리		유도방식		간접사격		유효표적		정확도		표적 탐지 / 발사지령	
KSTAM	4.7	5	8Km	5	Fire & forget	5	간접사격	4	비가시선 주력전차	4	CEP <1m	5	FSCS의 화력요청
STAFF	1.8	2	4Km	3	〃	2	직접사격	2	신형전차에 취약	1	재래식 탄약	1	운용자 판단
SPEAR	2.7	2	4.5 Km	2	Man in loop	2	관측 목표 직접사격	5	가시선 주력전차	4	CEP < 1m	1	운용자 판단
STAR	4.5	3	4Km	5	Fire & forget	5	간접사격	4	가시선 주력전차	5	CEP < 0.7m	5	탐지시스템 (정찰기, UAV 등)
LAHAT	4.0	3	6Km	3	반능동 레이저 유도	5	직접/ 간접사격	5	비가시선 주력전차	5	〃	3	가시선: 운용자 판단 비가시선: 탐지시스템
MRM	5.0	5	8Km	5	자동/Man in loop	5	〃	5	〃	5	〃	5	레이저 조사(UAV등) FSCS
만점(5)		사거리 >8Km		자동/ Fire & forget		비가시선 간접사격		비가시선 주력전차		정밀타격		FSCS를 통한 협동교전	

❖ FSCS : Future Scout Cavalry System (미래 정찰 시스템)
❖ UAV : Unmanned Aerial Vehicle (무인 항공기)

「STAFF」와 「SPEAR」의 경우, 사거리가 짧고 운용자의 판단에 의해 표적을 탐지함으로 타 탄약에 비해 성능이 저하되는 것으로 판단되고, 「STAR」와 「LAHAT」는 모든 항목에서 성능이 우수하지만 사거리가 상대적으로 짧은 단점이 있다.

「KSTAM」 및 「MRM」은 발사 후 망각형식의 탄약으로 최대 사거리는 약 8,000m이고, 비가시선상의 주력전차 및 장갑표적에 대하여 취약부분인 상부를 공격하여 제압이 가능하다. 또한 전방의 정찰기 및 정찰대의 사격요청에 의하여 후방지원사격이 가능한 탄약으로 시스템의 주요성능면에서 다른 탄약에 비해 가장 우수한 것으로 분석되었다.

2) 표적획득/표적식별/재밍

표적획득, 표적식별, 재밍(Jamming) 항목은 탐색기 탐지영역(Footprint) 및 시야각(Field of View), 위장 및 탐색기 센서, 재밍의 영향여부 등 3개의 세부사항으로 나누었으며 각 항목의 만점은 5점으로 하고, 각 항목의 만점기준은 탐색직경 150m이상, 탐색면적 35,000m^{2}이상, 모든 위장상태의 표적에 대한 탐지가 가능할 것, 재밍에 강할 것 등이다.

<표 8> 탄약별 목표물 인식/구분/재밍의 비교

항목 / 탄종	평균	목표물 인식 / 판별 / 재밍					
		Footprint / FOV		탐색기 센서 / 위장 표적		재밍	
KSTAM	5.0	5	반경 105m, 면적 35,000m^2	5	자탄 센서(IR, radar, radiometer) 위장 표적에 효과적	5	재밍에 강함 (다중모드 센서)
STAFF	2.3	2	전방관측 적외선 센서에 의해 협소	2	이중 모드 센서(MMW, IR)	3	전방관측 IR 센서 재밍에 약함
SPEAR	2.3	1	사수의 시야에 의존	1	위장 표적 대비 미비	5	재밍에 강함 (미부에 수신기 부착)
STAR	4.0	4	탐색기 FOV 25°	4	단일 모드 센서 IR 또는 MMW센서 적용 예정	4	전방관측 IR 센서 또는 MMW 센서 재밍에 약함
LAHAT	4.0	4	탐색기 FOV 25°	4	이중 모드 센서. RF 및 IR 탐색기 Radiometer 없음	4	비교적 재밍에 강함
MRM	4.0	4	탐색기 FOV 25°	4	이중 모드 Radiometer 없음	4	비교적 재밍에 강함
만점(5)		탐색반경 > 105m 탐색면적 35,000m^2		모든 위장표적에 효과적		재밍에 강함	

❖ FOV : Field of View
❖ MMW : Millimeter Wave, IR : InfraRed

「STAFF」와 「STAR」는 센서 탐색기를 사용하지만 재밍에 매우 약하다. 「SPEAR」는 '빔라이딩 방식'의 탄약으로 재밍에 강하나 상대적으로 시야각이 좁고 위장된 표적의 탐지가 어렵다. 「LAHAT」와 「MRM」은 탐색기 시야각이 넓고, '이중 모드 센서'를 사용하여 재밍에 비교적 강한 탄약으로 판단된다.

「KSTAM」의 '지능자탄'은 탐색직경 154m, 탐색면적 35,000m^{2}에 달해 광범위한 전장 지역의 목표물 탐지가능하고, '밀리미터파 센서'를 사용하여 인공적으로 위장된 표적 뿐 아니라 나무와 같은 자연위장으로 은폐, 엄폐한 표적도 쉽게 식별할 수 있다. 또한 적외선, 레이더 및 라디오미터의 '다중모드 센서'를 사용하

여 전천후 기상조건에도 목표물을 식별할 수 있고, 적의 재밍에 영향을 받지 않아 비교된 탄약 중 가장 우수한 것으로 분석되었다.

3) 살상력

살상력에 대하여 세부항목은 살상기구 및 살상확률, 자폭기능, 취급 안정성, 표적에 대한 효율성 등으로 분류하였으며 만점기준은 한 발당 살상확률 55%이상일 것, 탄의 자폭기능이 있을 것, 취급시 안전할 것, 반응장갑 또는 능동방호 시스템을 갖춘 주력전차의 타격이 가능할 것이다.

<표 9> 탄약의 살상력 비교

항목 / 탄종	평균	살상력							
		살상 기구 / 살상 확률		자폭기능		취급 안정성		효율성	
KSTAM	4.7	4	35% 추정(EFP 탄두)	5	고 신뢰 자폭 기능	5	둔감화약 사용	5	모든 장갑에 효과적 능동방호 체계에 효과적 (고각 상부공격)
STAFF	3.3	3	30% (경장갑 40%)	4	자폭기능 추정	5	둔감화약 사용 추정	1	상부공격, EFP 탄두
SPEAR	3.3	2	0%(상부), 55%(측면) (이중성형작약)	4	자폭기능	5	〃	2	정면공격 능동방호 체계에 비효과적
STAR	4.8	5	최고 55% 추정 (성형작약)	4	자폭기능 추정	5	〃	5	정면공격. 고각 상부공격 능동방호 체계에 효과적
LAHAT	4.5	5	최고 55% 추정 (이중성형작약)	4	〃	5	〃	4	정면 및 상부공격. 이중성형 작약 탄두 능동방호 체계에 비효과적
MRM	4.8	5	최고 55% 추정 (KE, CE 탄두)	4	〃	5	〃	5	상부공격. 이중성형 작약 탄두 능동방호 체계에 효과적
만점(5)		살상 확률 55% / 단발		불발탄 없음		둔감화약 사용		주력 전차 및 능동방호 체계에 효과적	

모든 비교탄약이 자폭기능을 갖추었으며 취급의 안정성을 위하여 둔감화약을 사용하였다. 「LAHAT」의 살상확률은 약 55%로 추정되고 유효표적에 대한 효율성도 뛰어나지만 '능동방호 시스템'에 대하여는 비효과적인 것으로 나타났다. 특히, 「MRM」과 「STAR」의 경우 살상확률이 뛰어나고 표적의 상부를 공격하므로 '능동방호 시스템'에 대하여 효과적인 것으로 분석되었다.

「KSTAM」의 살상확률은 35%이며 주력전차, 경장갑차, 장갑병력 수송차량 및 기타 고가 장비의 탐지 및 타격 가능하다. 고신뢰성의 자폭기능이 있고, 둔감화약을 사용하여 이동 및 운용에 있어 취급 안정성이 뛰어나다. 표적의 타격시

공중에서 EFP를 발사하여 표적의 상부를 공격하므로 '능동방호 시스템'을 갖춘 중장갑 주력전차에 효과적이다. 따라서 살상력은 「STAR」가 가장 우수하였고, 다음으로 「LAHAT」, 「MRM」과 「KSTAM」이 우수하였다.

4.2 소요비용

<표 10> 탄약별 소요비용 비교(2)

항목 / 탄종	평균	비용					
		평균 생산 비용 (10,000발 기준)		개발 및 품질보증 비용		살상 비용*	
KSTAM	3.0	4	$20,000 이하. 유도장치 추가 비용 없음	3	개발 노력필요, 자탄 센서 변화 없음	2	$57,000 / Kill
STAFF	4.0	5	저비용 탄약. $3,000 유도장치 추가 비용 없음	2	생산 및 생산라인 품질보증 필요	5	$10,000 / Kill
SPEAR	2.7	2	$14,000. 주력 전차 유도장치 $56,000	3	유도장치 추가시 전차 개량 필요 탄약 및 전차 품질보증 필요	3	$52,000 / Kill**
STAR	4.0	5	저비용 탄약. $4,000	2	전체 개발 및 품질보증 비용 필요	5	$7,300 / Kill
LAHAT	3.0	1	고비용 탄약. $24,000 주력전차 유도장치 $120,000	4	유도장치 추가시 전차 개량 필요	4	$44,000 / Kill**
MRM	2.3	3	고비용 탄약. $30,000	1	탄의 개념단계. 전체 개발 시작 최초 탄 전체개발 및 품질 보증 필요	3	$55,000 / Kill
만점(5)		평균 생산비용 < $3,000 유도장치 추가 비용 없음		개발 및 품질보증 불필요		$10,000 / Kill	

소요비용은 시스템의 성능 다음으로 중요한 항목이다. 소요비용은 평균생산가격, 개발 및 품질보증 비용, 살상비용 등 3개의 세부사항으로 나누었다. 각 항목에 대하여 평균 생산가격 미화 10,000$ 이하일 것, 유도장치 추가비용이 필요 없을 것, 실전배치를 위한 개발 및 품질보증 비용이 필요 없을 것, 살상비용은 전차 1대당 파괴에 소요되는 비용으로 미화 10,000$ 이하일 것이 만점의 기준으로 정하였다.

「STAFF」와 「STAR」를 제외한 '유도형 탄약'은 고가의 유도장치를 추가하거나 전차의 개량이 필요하다.

하지만, 「KSTAM」의 평균생산가는 약 미화 20,000$로 중저가의 탄약이며, 다른 탄약과 비교하여 유도장치에 대한 추가비용 부담이 없다는 점에서 경쟁력

(2) * : 살상비용은 참고문헌[3]에 포함된 무기 효과도 분석 인용
** : 능동방호 시스템 채용 전차에 대해서는 적용 불가

이 있다. 또한 개발이 필요하지만 독일 및 여러 국가에 이미 실전배치 된 SMArt 155mm를 개량한 탄약이므로 개발의 가능성 및 신뢰성이 높다.

살상비용면에서는 모든 탄약이 만점인 10,000$를 상회하지만, 그 중에서 「STAR」가 살상비용이 비교적 저렴한 탄약으로 분석되었다.

4.3 특성분석

여기서는 탄약별 특성을 크게 시스템의 복잡성과 발사체의 호환성으로 분류하여 분석하도록 한다.

1) 시스템의 복잡성

<표 11> 탄약별 시스템의 복잡성 비교

항목 / 탄종	평균	시스템 복잡성									
		복잡성 및 생산성		개발단계		기능 신뢰도		유지보수		실전배치	
KSTAM	4.6	4	자탄 센서 복잡. 근접신관 필요, 자탄 생산 중	4	탄약 TRL3 자탄 TRL6	5	155mm 실전배치 고 신뢰성 자탄	5	필요없음	5	8년 이내
STAFF	3.0	2	표적 탐지 센서 복잡	2	실험단계. TRL6	3	성공적 시범	5	〃	1	계획 없음
SPEAR	3.4	2	레이저 센서, 자이로, CAS, 로켓모터	4	TRL8 NATO기준 개발필요	4	러시아 실전배치 (100, 125mm급) 고 신뢰성	5	〃	2	NATO 기준 부적합 4년 이내
STAR	3.2	2	IMU, 탐색기, GPS 수신기, CAS	3	실험단계 TRL6	3	'05년 말 최초 기능시범	5	〃	3	10년 이내
LAHAT	3.8	2	레이저 센서, 자이로, CAS, 로켓모터	3	성능개량 중 TRL6	4	개량 키트 성공적 시범	5	〃	5	전력화(이) 성능개량 중
MRM	3.0	2	레이저 탐색기 IMU, CAS	3	실험단계 TRL6	3	'04년 시험	5	〃	2	10년 이후
만점(5)		복잡한 부품의 수가 적음		TRL10 = 실전배치		신뢰성 시험 또는 비행 시험 성공		필요없음		8년 이내 실전배치	

❖ TRL : Technical Readiness Level (기술적 완성단계)
❖ CAS : Control Actuation System (구동 날개 장치)
❖ IMU : Inertial Measurement Unit (관성 항법장치)

세부항목은 복잡성 및 생산성, 개발단계, 기능신뢰성, 유지보수, 실전배치 여부 등 5개의 세부사항으로 나누었고 복잡한 부품의 수가 적을 것, 실전배치 가능한 개발단계일 것, 신뢰성시험 또는 비행시험을 성공했을 것, 8년 이내에 실전배치가 가능할 것을 만점으로 하였다.

「LAHAT」는 이미 전력화 되어 성능개량 중이고, 「SPEAR」는 러시아에 실전 배치된 탄약을 NATO 기준에 맞추어 개량함으로 개발기간이 짧은 것으로 분석되었다. 하지만, 다른 '유도형 탄약'은 「KSTAM」에 비해 '유도제어 시스템'이 복잡하여 기술적으로 높은 난이도가 요구되어 개발기간이 길다.

「KSTAM」의 운용 및 체계 개념은 독일의 SMArt 155mm를 개량하였고, '자탄 센서체계'는 약간의 수정으로 사용이 가능하므로 상대적으로 복잡한 부품의 수가 적다. 따라서 다른 탄약에 비해 기술개발단계가 높고 기능신뢰성이 우수할 뿐 아니라, 개발 가능성이 상당히 높아 8년 이내 실전배치가 가능할 것으로 판단된다.

2) 발사체의 호환성

<표 12> 탄약별 발사체의 호환성 비교

항목 / 탄종	평균	발사체 호환성									
		120mm 탄약 호환성		120mm 전차포 호환성		유도장치 통합		전자/탄약 적재 호환성		FCS 호환성	
KSTAM	5.0	5	완전호환 설계개념	5	K1A1 전차포와 동일	5	유도장치 결합체 필요없음	5	기존 탄약 동일한 설계개념	5	소폭 개량
STAFF	4.6	5	완전 호환	5	완전 호환	5	〃	5	기존 시스템과 호환	3	보정사격장치 개량필요
SPEAR	1.2	1	오지이브 영상 개선 필요	2	낮은 발사압력으로 포 반동/복좌 영향	1	신종 전차에 적용할 유도장치 개량필요	1	오지이브 영상 개선 필요	1	계량 (유도장치 용)
STAR	4.6	5	완전 호환	5	완전 호환	4	AFATDS 필요	5	기존 시스템과 호환	4	S/W 개량
LAHAT	3.8	5	105/120mm 탄종	5	105/120mm 전차포 호환	1	레이저 거리측정기 교체 필요	5	〃	3	발사컴퓨터 개량
MRM	3.4	4	설계 개념만 존재	3	FBCB2 호환 가능한 전차 개량	4	AFATDS 링크 필요	5	기존 탄약 동일한 설계개념	4	S/W 개량
만점(5)		120mm 탄종과 호환가능		120mm M256 전차포 호환가능		유도장치 결합체 및 FCS 개량 필요없음		기존탄의 저장 및 장전 과정과 동일		FCS 개량 없음	

❖ AFATDS : Advanced Field Artillery Tactical Data System (첨단 포병 화력전술지원 시스템)
❖ FBCB2 : Force XXI Battle Command-brigade and Below (여단급 이하 지휘통제체계)
❖ FCS : Fire Control System (사격 통제장치)

발사체의 호환성에 대하여 세부항목은 120mm 탄약의 호환성, 120mm 전차포의 호환성, 유도장치, 전차/탄약 적재의 호환성, '사격통제장치(FCS; Fire Control System의 약칭)'의 호환성이며, 각 항목의 만점기준은 120mm 탄약에 완전히 호환될 것, M256 Abrams 또는 L55 Leopard 120mm 전차포에 호환될 것 등이다. 그리고 별도의 유도장치 및 '사격통제시스템' 개량이 필요 없을 것, 기존 재래식

탄약의 저장 및 장전과정이 동일할 것 등이다.

현재 개발중인 '유도형 탄약'은 「SPEAR」를 제외하고 120mm 탄약 및 전차포에 호환 가능하고 기존의 탄약과 동일한 방법으로 적재가능하다. 그러나 「STAFF」를 제외한 모든 탄약이 복잡한 유도장치가 필요하다.

「KSTAM」은 M256 M1A1 뿐 아니라 현 120mm급 K1A1전차 및 K2전차에 호환 운용이 가능하고, '자탄의 센서'를 이용하여 표적을 탐지한 후에 타격하므로 별도의 유도장치와 사격통제장치의 개량이 필요없다. 또한 탄약의 저장, 장전방식 및 운용방식이 재래식 탄약과 동일하여 별도의 교육이나 훈련없이 사용가능하여 비교된 탄약 중 가장 우수한 것으로 분석되었다.

4.4 종합검토

'유도형 탄약'과 '자탄탑재형 탄약'인 「KSTAM」과 다른 탄약과 비교하면 <표 13>과 같다.

<표 13> 탄약별 성능/소요비용/복잡성의 비교요약(3)

항목 / 탄종	평균	시스템 성능		소요비용		복잡성	
KSTAM	4.26	4.8	▪Fire & forget / 상부공격 ▪LOS/BLOS, 8Km ▪모든 장갑 및 능동방호에 효과적 ▪넓은 면적 표적탐지/짧은 반응시간	3.0	▪평균생산가 $20,000 ▪유도장치 추가개발비 없음 ▪FCS 개량시 소요비용 적음 ▪155mm급 자탄 소형화만 필요	4.8	▪지능자탄 센서 복잡 ▪유도장치 없음 ▪K1A1/전차포 호환가능 ▪8년내 배치가능
STAFF	2.61	2.5	▪Fire & forget ▪4Km/운용자 표적 탐지 ▪정확도 재래식 탄약 유사	2.0	▪평균생산가 $30,000 ▪유도장치 추가개발비 없음 ▪FCS 개량시 적은 비용 소요 ▪생산 및 라인 추가비용 소요	3.8	▪개발 계획 취소 ▪표적 탐지 센서 복잡 ▪전차 발사체 호환가능
SPEAR	2.61	2.8	▪반자동 man in loop ▪4.5Km / 관측 표적타격 ▪정면 및 측면 타격	2.3	▪평균생산가 $14,000 ▪전차당 $56,000 유도장치 추가 소요 비용	2.3	▪레이저 센서, 자이로, CAS, 로켓모터 복잡 ▪복잡한 유도장치 필요 ▪4년이내 생산가능
STAR	3.97	4.4	▪Fire & forget / 상부공격 ▪4Km/탄도 상승 후 타격 ▪모든 장갑 효과적(능동방호 제외)	3.3	▪평균생산가 $20,000 ▪유도장치 추가비용/전차개량 필요 ▪전체 개발 및 품질보증 비용 소요	3.9	▪IMU, 탐색기, GPS 수신기, CAS 복잡 ▪전차 발사체 호환가능 ▪10년이내 배치가능
LAHAT	3.59	4.2	▪LOS/BLOS, 6Km ▪반능동 레이저 호밍 ▪모든 장갑 효과적(능동방호 제외) ▪운용자 표적 탐지/긴 반응시간	2.7	▪평균생산가 $24,000 ▪전차당 $120,000 유도장치 비용 ▪전체 개발 및 품질보증 비용 소요	3.7	▪레이저 센서, 자이로, CAS, 로켓모터 복잡 ▪전차 발사체 호환가능 ▪유도장치/FCS 개량필요
MRM	3.63	4.6	▪자동 / man in loop ▪LOS / BLOS, 8Km ▪반응시간 짧음	2.3	▪평균생산가 $30,000 ▪FCS 및 컴퓨터 개량 필요 ▪최초 탄 전체개발 및 보증 필요	3.2	▪탐색기 IMU, CAS 복잡 ▪전차 발사체 호환가능 ▪유도장치/FCS 개량필요

(3) 비교대상의 탄종이 개념설계 또는 개발 중인 탄약이므로 정확한 데이터 확보가 어려운 관계로 부득이 인터넷 자료, 홍보자료 및 참고문헌[3]을 통하여 추정하였음.

「STAFF」의 장점은 평균 생산가격이 낮고, 전차의 개량이 거의 필요하지 않은 것이다. 단점은 최대 사거리가 4,000m로 짧고, 가시선상의 표적에 대하여 운용자의 판단에 의해 직접사격 하는 것이다. 또한 측면에 'EFP 탄두'를 장착하여 전차의 상부공격이 가능하지만, 현재 「STAFF」 개발계획은 기술적 난이도에 의하여 잠정적으로 취소된 상태로 알려져 있다[9].

「SPEAR」는 '빔 라이딩 방식'의 탄약으로 단발 살상확률은 높지만, 'Man-in-the- Loop 개념'의 탄약으로 관측 가능한 표적만 타격이 가능하여 운용자가 표적을 계속 조준해야 한다. 또한, 최대 사거리가 4,500m로 비교적 짧으며 위장된 표적에 대한 탐지가 어려우며 기상 조건에 제약을 많이 받는 단점이 있다. 평균 생산가는 타 탄약에 비하여 낮은 것으로 분석되었지만 복잡한 유도장치의 개발 또는 개량이 필요하다.

「STAR」의 장점은 가시선 및 비가선상의 표적에 대한 탐지 및 타격이 모두 가능하고, 전차 뿐 아니라 직접사격으로 헬기공격도 가능한 점이다. 단점은 최대 사거리가 5,000m로 짧고, 'CAS(Control Actuation System의 약칭)' 및 소형조종 날개(Canard)의 제어구조가 복잡하여 유도장치의 개발과 전차에 대한 개량이 필요하다.

「LAHAT」의 장점은 가시선 및 비가선상 표적의 탐지 및 타격이 가능하고, 최대 사거리가 약 6,000m에 달하며 직접사격 혹은 간접사격으로 지상의 표적 및 헬기 타격이 가능하다. 단점은 레이저로 표적을 조사하므로 역추적의 위험성이 있고, 탄약 뿐 아니라 유도장치의 가격이 비싸며 사격통제장치 컴퓨터의 개량 및 레이저 지시장치 등의 추가 설치비용이 필요하다.

「MRM」은 반능동 레이저 및 자동 모드의 이중모드 탐색기를 사용하며 현재 미국에서 최대 사거리 8,000m의 120mm용 탄약으로 개발 중인 것으로 알려져 있다. 단점은 탄약 및 유도장치의 가격이 비싸고 복잡하며 사격통제장치 및 컴퓨터 개량비용의 추가소요가 예상된다.

이상 탄약별로 비교한 결과, 「STAR」와 「LAHAT」, 「MRM」 및 「KSTAM」이 높은 평균점수를 획득하였다. 「STAR」는 성능이 뛰어나고 비용대비 살상효과가 뛰어나지만, 최대 사거리가 짧고 시스템이 복잡하여 평균 4.0점을 획득하였고, 「LAHAT」는 성능이 뛰어나고 최대 사거리가 길지만, 탄약의 생산가격과 유도장치의 추가비용이 높아 평균 3.8점을 획득하였다. 「MRM」의

성능도 뛰어나고 최대사거리가 유도형 탄약 중 가장 길지만, 구성부품이 복잡하고 생산가격이 높으며 실전배치까지 10년 이상 소요될 것으로 예상되어 평균 3.6점을 획득하였다.

이에 비해 「KSTAM」은 운용거리가 2~8Km이며, 광범위한 탐색범위를 갖추었을 뿐 아니라 '능동방호 체계'를 갖춘 전차 및 위장상태의 목표물도 타격이 가능하고 유도장치의 추가 소요비용이 없어 가장 높은 점수를 획득하였다. '지능자탄'의 '다중모드 센서'는 다소 복잡한 단점이 있지만 이미 독일 및 여러 국가에 실전배치 된 SMArt 155mm 자탄의 소형화 및 성능개량을 통하여 사용가능한 것으로 판단되었다. 「KSTAM」은 '유도형 탄약'에 비해 기술적인 난이도가 상대적으로 낮고 개발의 가능성이 높은 것으로 분석되어 평균 4.3점을 획득하여 다른 탄종과의 비교에서 가장 우수한 것으로 분석되었다.

5. 결론

미래의 전장 양상은 하나의 복합체계로 가시선상의 표적은 물론 비가시선상의 원거리 표적까지 타격하는 다양한 전투능력이 소요되는 형태가 될 것이다. 탄약분야에서도 소량의 탄약으로 표적을 정밀 타격함으로써 전장손실을 최소화하고 전투력의 우위를 선점하는 개념의 '정밀타격 무기체계'로 발전하고 있다.

본 논문에서는 이러한 개념에 부합하는 해외 '유도형 탄약' 「STAFF」, 「SPEAR」, 「STAR」, 「LAHAT」, 「MRM」 등의 '전차포 지능탄'의 특징과 현황을 살펴보고, 당사에서 개발중인 '120mm 전차포용 지능탄약(KSTAM)'에 대한 소요기술과 체계개념을 소개하였다.

소개된 '유도형 전차포탄'과 '자탄탑재형 전차포탄'에 대하여 시스템 성능, 소요비용 및 복잡성에 대하여 중요도에 따라 가중치를 부여하여 비교한 결과, '지능자탄 탑재형의 KSTAM'이 우수한 것으로 분석되었으며, 향후 우리 군이 정보화되고 과학화된 정예군으로 발전하는 과정에서 「KSTAM」과 같은 탄약을 다수 개발하여 활용해야 할 것이다.

참고문헌

[1] 국방과학연구소, 『지능탄약의 최근 개발동향』, 2004.

[2] 홍종태, 최상경, 김기표, “상부공격 전차 지능탄에 대한 상쇄연구”,『제3회 지능탄약 기술 워크샵』, 제2권, 제1호(2005). pp.1-4.

[3] DIEHL *Pre-Feasibility Study on Korean Smart Top Attack Munition KSTAM 120mm Final Report*, BGT Defence, 2005.5.

[4] Leland Ness, *Jane's Ammunition Handbook*, SMALL ARMS, 2004