

대공방어무기의 자기생존성 확보를 위한 공격능력분석

김세일 · 신진[†]

Attack Capability Analysis for Securing Self-Survival of Air Defense Weapons

Sea Ill Kim · Jin Shin[†]

ABSTRACT

The 30mm anti-aircraft gun has been developed with various types of weapon systems such as protective, protective complex, and wheel-type anti-aircraft artillery. The role of this anti-aircraft gun is an important anti-aircraft weapon in charge of air defense. Anti-aircraft weapons are tasked with defending the airspace from aircraft attacks. In particular, anti-aircraft weapons are organized in combination with mechanized units. And anti-aircraft weapons are prone to attack by enemies because they operate on the front lines of the battlefield. The enemy is expected to attack our troops by covering up or concealing as much as possible in order to increase their viability. Therefore, this study analyzed whether our 30mm anti-aircraft bullets could subdue the enemy in cover. This study analyzed the performance of 30mm anti-aircraft bullets using the M&S technique. For this study, live shooting and simulation method by M&S were used for the experiment. In this study, steel plate and plywood were used for the live shooting experiment. In addition, in the simulation process through M&S, this study used the PRODAS model, AUTODYN model, and Split-x model to analyze the trajectory, penetration, and fragmentation capability of 30mm anti-aircraft bullets. According to the experimental results, it has been proven that 30mm anti-aircraft bullets can destroy enemy armored vehicles. 30mm anti-aircraft bullets succeeded in quickly subduing enemies concealed in general buildings or forests. In this way, it was possible to minimize damage to allies in advance.

Key words : 30mm anti-aircraft, M&S system, concealment and concealment, penetration and fragmentation capability, Destroy Armored Vehicles

요약

30mm 대공포는 비호, 비호복합, 차륜형대공포로 다양한 형태의 무기체계로 개발되어 방공 기능의 주요 대공무기로 그 역할을 수행하고 있다. 대공무기는 비행체의 공격으로부터 영공을 방어하는 임무를 수행한다. 특히 공격작전 시 대공무기는 기계화부대와 혼합 편성된다. 그리고 대공무기는 전방에서 이동하기 때문에 적에게 공격 받기 쉽다. 적군은 자기의 생존성 보장율을 높이기 위하여 최대한 은폐나 은폐하면서 아군을 공격할 것으로 예상된다. 따라서 본 연구는 아군의 30mm 대공탄이 은폐하고 있는 적군을 제압할 수 있는지를 분석하였다. 이 연구는 M&S 기법을 사용하여 30mm 대공탄의 성능을 분석하였다. 본 연구는 실험을 위하여, 실사격과 M&S에 의한 모의 방법을 이용하였다. 본 연구는 실사격 실험을 위하여 강판과 합판을 사용하였다. 또한 M&S를 통한 모의실험 과정에서 본 연구가 30mm 대공무기의 탄도와 관통·파편능력을 분석하기 위하여 PRODAS모델, AUTODYN모델, Split-x모델을 활용하였다. 실험결과에 의하면 30mm 대공탄으로 적의 장갑차량을 파괴할 수 있는 것이 증명되었다. 30mm 대공무기는 일반건물이나 숲속에 은폐한 적을 신속하게 제압하는데 성공하였다. 이로써 사전에 아군의 피해를 최소화할 수 있다.

주요어 : 30mm 대공무기, M&S 체계, 은폐·은폐, 관통·파편능력, 장갑차량 파괴

Received: 16 April 2021, Revised: 16 August 2021,
Accepted: 22 August 2021

[†] Corresponding Author: Jin Shin

E-mail: jinshin@enu.ac.kr

Chungnam National University Political Science and
Diplomacy

1. 서론

4차 산업혁명의 발전에 따른 다양한 형태의 무인항공기(드론)의 등장은 전 세계적으로 경제 발전에 엄청난 영

향을 미치고 있으며, 또한 군사용이나 민간용으로 획기적으로 발전되어 그 활용도는 다양하게 사용되고 있다. 무인항공기에 대한 대응을 위한 최첨단 장비들도 날로 발전하여 직접 조준 타격이 가능한 장비로부터 주파수를 활용하여 기능을 상실시킬 수 있는 대(對)드론 등 다양한 형태의 무기체계들이 개발되고 있다(Lee and Kang, 2019). 이런 대드론 무기체계 중에서 직접 조준 타격이 가능한 대공무기들 중에서 최근 그 능력을 입증 받고 세계 여러 국가들로부터 장비 구매를 위한 노력들이 이루어지고 있는 무기체계가 30mm 대공무기이다(Chosun Biz, 2019).

30mm 대공포는 비호, 비호복합, 차륜형대공포로 다양한 형태의 무기체계로 개발되어 방공 기능의 주요 대공무기로 그 역할을 수행하고 있다. 30mm 대공무기는 비행체에 대한 대공방어 임무수행을 해야 할 뿐만 아니라 군작전 시에는 기계화부대와 혼합 편성하여 운용하므로 최전방에서 작전에 참여하기 때문에 적으로부터 공격을 받을 가능성이 크다.

30mm 대공무기는 공중에서 공격하는 적을 방어할 뿐만 아니라 자체의 생존성 보장을 위하여 엄폐하여 공격하는 적 보병 화력까지도 선제적으로 제압해야 할 필요성이 있다. 자기생존성이 보장이 되지 않으면 대공 및 지상방어에 대한 지속적인 임무수행은 제한된다.

건물이나 병커에 엄폐한 인원이나 전투차량, 장갑을 선제적으로 제압하지 못하면 작전에 참여한 30mm 대공무기는 기본 임무인 대공방어와 지상화력 지원 기능이 소멸되기 때문이다.

생존성은 적을 타격하기 위하여 스스로를 보호하는 수동적인 능력과 적을 타격하여 파괴함으로써 적극적으로 자신을 방어하는 능력을 말한다. 생존성은 합참(Joint Chiefs of Staff, 2015)과 국방대(National Defense University, 2011). 등에서 현대의 무기체계에서 ROC의 중요한 요건의 하나로 지적하고 있다.

따라서 30mm 대공무기 운용에서 필수적인 기능은 무인항공기 및 무인기 방어는 물론이고, 신속 기동 간 적의 장갑차량이나 도시지역에 엄폐·엄폐한 적의 공격에 즉각 대응하여 적을 제압할 수 있는 능력이 필수적이다.

이에 본 연구는 30mm 대공탄을 사용하여 적 항공기 및 무인기를 대응하면서 제압이 가능한 범위를 분석하였다. 또한 지상의 적 차량이나 장갑차량에 대한 대응에 있어서도 제압이 가능한 범위를 분석하였다.

본 연구는 30mm 대공무기가 적의 항공무기와 지상무기에 대하여 가장 효과적으로 운용될 수 있는 범위를 제공할 것이다. 이로써 대공무기를 가장 효율적으로 사용할

수 있는 범위를 제공하는 데에 큰 기여를 할 것이다.

본 연구가 성능을 분석한 30mm 대공탄약은 최초 스위스 오리콘사와 면허생산으로 국내에서 개발되었다. 이 대공탄은 탄도성능이나 기술시험에 대한 정확한 수치의 공개가 제한되었다. 또한 탄종별로 탄약 성능에 대한 정확한 데이터 제한으로 실질적인 데이터 성능이 필요하다(Defense Development Institute, 1982).

대공탄 성능 분석을 위하여 관통능력, 파편능력, 탄도능력을 분석하기 위하여 M&S를 활용한 모의 방법과 실탄사격으로 적의 차량 및 장갑차량을 제압하기 위한 데이터를 분석하였다.

또한, 30mm 대공탄으로 엄폐물인 콘크리트나 두꺼운 강철에 대한 관통 여부도 연구가 지속 필요하다.

2. 30mm 대공탄 관통·파편 실험 분석

30mm 대공탄의 실탄사격 실험을 위하여 실험 전에 탄약의 성능 및 제원 분석으로 항온항습 및 비활성 뇌관준비, 실험 계측장비, 단열포, 표적을 준비하였다. 실험은 탄착점 사격, 표적간 거리 도출, 탄종별 관통능력, 파괴능력에 대하여 분석하였다.

2.1 실탄사격 분석

30mm 대공무기는 유효사거리가 3km 이며, 탐지·추적 레이더가 장착되어 있어 탐지는 21km, 추적은 7km까지 가능하다. 사격은 표적의 성질에 따라 1발, 5발, 10발, 20발 모드 중 선택하여 사격이 가능하며, 전자광학추적장치(EOTS : Electro-Optical Targeting System)가 부착되어 주·야간 전천후 사격이 가능한 장비이다(Field Manual Note-5-21, 2019).

30mm 대공탄은 3개종을 사용하고 있으며, HEIT-SD, HEI-SD, HEI탄이다. 실험은 탄종별로 관통 및 파편효과 분석하기 위하여 실탄사격 시 사거리 200m로 설정하였고, 사거리는 신관이 충격 및 자폭 신관으로 탄두가 포신을 벗어나서 정상적으로 작동하는 거리를 고려하여 실시하였다(Technical Manual K9(0)-1300-260, 2011).

표적재질은 강판 및 합판으로 탄체의 변형형태와 변형 속도, 탄체금속의 재질, 형상 및 변형화약의 크기에 의하여 결정되기 때문에 실탄사격 간 적용하여 실험하였다.

본 연구에서 실험대상으로 2mm 강판과 12mm 합판을 설정한 것은 전투기의 표면 두께가 2mm 이며, 항공기의 장갑 보호 능력을 대상으로 한 것이다. 또한, 12mm 합판은 항공기 표면의 강판을 관통한 파편이 내부에서 비산될 때,

파편효과를 분석하기 위한 것이다. 즉, 항공기 내부 공간을 고려한 비산효과로 살상효과를 분석하기 위하여 50cm와 100cm 간격의 합판에 미치는 효과를 분석함으로써 항공기 내부에서 비산되는 효과를 검증하였다(Joint Chiefs of Staff, 2020).

30mm 대공탄이 항공기 표면의 강판을 관통하고 들어온 이후에 항공기 내부의 전자기기나 플라스틱 등을 관통하여 조종사를 살상할 수 있는 능력을 측정하기 위하여 30mm 대공탄이 2mm 강판을 관통한 후에 50cm와 100cm 간격으로 배치된 12mm 합판에 미치는 충격을 측정하는 조건을 형성하였다. 이 합판들을 관통한다면, 비행기 표면을 관통하고 들어온 대공탄이 항공기 내부에 있는 조종사를 살상하기에 충분한 능력을 가지고 있는 것으로 추정할 수 있다.

Table 1은 실탄사격을 위하여 탄약을 최적의 조건 상태로 유지하기 위하여 사격전에 30mm 탄약 탄도수리시험 절차 및 방법에서 적용한 데이터로 온도는 21℃, 습도는 60% , 향온·향습은 24시간 유지하였다.

Table 1. Preferences by Coal Species

Division	Air Temperature (°C)	Wind speed(mph)	Relative Humidity(%)
HEIT-SD	5.7	9.9	27
HEI-SD	7.8	7.3	24
HEI	4.1	4.2	27.5

Fig. 1은 실사격으로 탄종별 사격 시 표적으로 관통 및 파편능력을 분석하기 위하여 표적재질과 표적간격을 4개 형태로 구성하였다. 표적과 표적 사이의 간격을 50cm와 100cm로 구분하였고, 표적 재질은 강판 1장, 합판 1장을 겹친 표적과 강판 2장, 합판 1장을 겹쳐서 설치하였다.

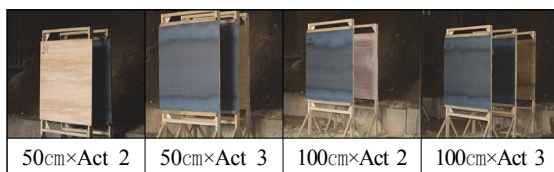


Fig. 1. Target Count

실험은 관통능력과 파편능력으로 각각 구분하여 실시하였다.

Table 2에서 관통능력은 탄종별로 보면 2mm 강판을 실험한 결과 HEIT-SD탄은 평균 6.15cm 크기, HEI-SD탄은

평균 13.75cm, HEI탄은 평균 19.25cm로 관통크기가 각각 다르게 형성되었다. 12mm 합판은 탄종과 상관없이 3cm 크기로 비슷하게 나타났다.

Table 2. Penetration capability

Division		HEIT-SD	HEI-SD	HEI
Steel Plate (2mm)	Average	6.15cm	13.75cm	19.25cm
	Min	6.1cm	13cm	18.5cm
	Max	6.2cm	14.5cm	20cm
Plywood (12mm)	Average	-	3.4cm	3cm
	Min	-	3.3cm	3cm
	Max	-	3.5cm	3cm

관통능력에 대한 실험결과로 2mm 강판은 스틸재질로 탄종별로 평균값이 6.15cm~19.25cm로 형성되었다. 폭발 변형식 파편탄은 외부에 부착된 변형화약이 먼저 폭발하여 탄체의 일부를 변형시키며, 탄체의 변형형태와 변형속도는 탄체금속의 재질, 형상 및 변형화약의 크기에 의하여 결정되기 때문이다. 파편의 분산형태는 탄체 변형상태에 의하여 결정되며, 변형화약과 주장약의 기폭시간 차이에 따라서 파편집속 효과가 다르다(Four people including Kwon, 1993). 따라서 탄종별로 크기의 변화가 다른 것은 충격매체와 탄체금속의 재질과 형상, 신관기폭 시간의 차이로 탄두중심에서 기폭된 파편의 신관기폭 시간이 150~250μs로 관통 크기가 서로 상이하다.

12mm 합판은 연한 나무재질로 30mm 탄종별로 사격 시에 탄체 재질과 형상, 신관기폭 시간과 관계없이 비슷하게 나타났다.

실험 결과에서 보듯이 파편의 집속효과를 증대시킬 수 있기 위해서는 파괴효과를 증대시킬 수 있는 파편탄두의 개발이 필요하다.

Table 3. Fragment capability

Division	Average Fragment diameter(cm)	
	50cm gap target	100cm gap target
HEIT-SD	63	90
HEI-SD	60	96
HEI	65	105

Table 3은 파편능력으로 탄종별로 표적간격을 고려하여 산출하였다. 파편직경은 표적간격을 50cm 이격 시 60~65cm로 0.5cm가 발생하였고, 100cm 이격 시 90~105cm

로 15cm가 발생하였다. 파편직경은 신관 기폭시간 150~250 μ s과 탄체의 변형형태와 변형속도, 탄체금속의 재질, 형상 및 변형화약의 크기로 탄종별로 대등하게 분포되었으며, 30mm 대공탄 파편충격시험 기법개발에서 분석한 결과로도 알 수 있다(Ham and Lee, 1999).

2.2 M&S 모의 분석

30mm 대공탄의 관통·파편능력 및 탄도능력을 정확히 분석하기 위하여 M&S 모의 방법으로 3가지 모델을 적용하였다. PRODA 모델(Park and Cha, 2012)에 필요한 온도, 압력, 중량, 포구초속, 강선각도, 공력계수, 탄 중심, 최초 회전각 및 탄 설계도에 대한 데이터값을 입력하여 탄도표 및 사표(직사 / 곡사)에 대한 값을 도출하였다. 관통·파편능력은 AUTODYN·Split-X 모델(Jeong and Park, 1996)로 관통·파편능력을 분석하기 위하여, AUTODYN 모델은 탄두가 표적에 관통 시 인장, 항복강도, 연신율에 대한 데이터값 입력으로 충돌, 잔류속도, 관통깊이 및 기폭 시 현상에 대한 값을 도출하였다.

파편능력은 Split-X 모델은 표적 재질 및 두께, 탄 중량 및 관통 후 속도에 대한 데이터값 입력으로 파편 비행 경로, 충돌위치, 관통 및 충돌수, 파편 분포에 대하여 값을 도출하였다.

M&S 모의로 탄약은 고폭소이탄(HEI)의 사표 및 탄 궤도 분석, 표적 두께별 관통능력 분석, 고폭화약(COMP.A3) 사거리별 파편능력 분석과 H계열 탄종 비교기준은 신관 자폭기능을 고려하여 HEI탄으로 모의를 하였다.

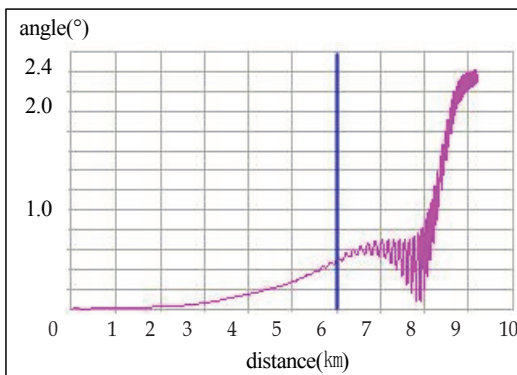


Fig. 2. Ammunition trajectory

탄도능력 분석을 위한 실험 조건으로 탄종은 HEI탄으로 중량은 306g, 포구초속은 1080m/s, 강선각도는 6°, 사거리는 6km를 적용하였다. 사거리 6km는 계수조정 1,056

으로 30mm 대공포 탄약(비호) 사표와 탄도표의 공력계수를 기준하여 설정하였다(Technical Manual K9(0)-1300-260, 2011).

Fig. 2에서 보는 것과 같이 탄의 궤도는 사격 시 거리 6km까지 안정적으로 유지되다가 6km 이후부터는 불안정해지는 것을 확인하였다. 30mm 대공탄은 최대사거리 6km까지는 일정하다가 6km 이후부터는 탄의 무게중심에 따라서 급격히 변화하는데 탄체의 변형형태와 변형속도, 탄체금속의 재질, 형상 및 화약의 크기로 분석되었다.

Fig. 3에서 탄도 도표에 의한 고사계 사격 시 탄의 무게중심 고려 시 5.6~9.2km 이내까지 사격은 가능하다(Four people including Lee, 1999).

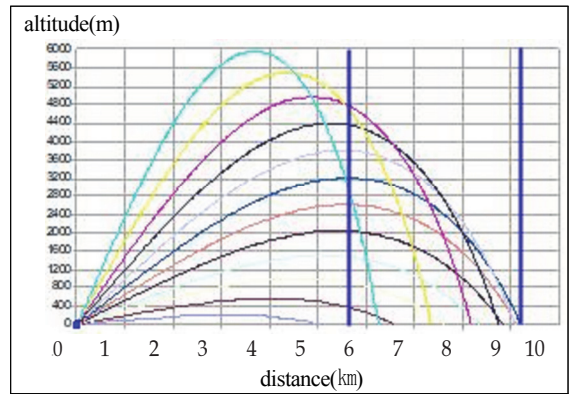


Fig. 3. trajectory diagram(high-angle fire)

관통능력 분석을 위한 실험조건으로 탄종은 HEI탄으로 표적거리 3km, 충돌속도 349.9m/s, 표적재질은 강판(AISI 1006)을 사용하였고, 순발신관의 기폭시간은 150~250 μ s를 적용하였다(Technical Manual K9(2)-2350-410-10, 2009).

Table 4. Experimental Conditions

Division	Target Thickness(mm)	Ignition time(μ s)
#1 / #2	2	150 / 250
#3 / #4	4	150 / 250
#5 / #6	6	150 / 250
#7 / #8	8	150 / 250
#9 / #10	10	150 / 250

Table 4는 적이 사용하는 장갑의 표적두께로 전투차량 2 $\frac{1}{2}$ t은 4mm이며, 선박은 하부 기준으로 6mm, 전차는 측면

이 8mm, 장갑차량은 정면이 10mm를 고려하여 실험하였다 (Field Manual-3-41, 2020).

Table 5는 실험결과로 유효사거리 3km를 기준으로 표적두께 2~6mm 강판인 #1~#6번 표적에 대한 사격 결과로 완전관통되었고, 표적두께 8~10mm 강판인 #7~#10번 표적은 미관통되었다. 실험 결과에서 보듯이 차량이나 선박하부 구조의 두께는 타격이 가능하나, 전차측면이나 장갑차 정면의 표적 두께와 같은 두꺼운 표적은 타격이 제한되는 것으로 분석되었다.

Table 5. Penetration capability

Division	Target Thickness(mm)	Penetration result
#1 / #2	2	Complete Penetration
#3 / #4	4	
#5 / #6	6	
#7 / #8	8	Failed to penetrate / -
#9 / #10	10	Failed to penetrate

파편능력 분석을 위한 조건으로 고폭화약(Comp.A3)과 탄체 재질은 강판(AISI 1010)과 표적 재질은 강판(AISI 1006)으로 두께는 2mm 이다. 표적 개수는 4개로 표적 간격은 50cm로 하였다. 표적거리는 0.2km, 1km, 2km, 3km로 구분하여 실시하였다.

Table 6에서 파편능력은 표적거리 0.2km에서 총돌수는 포구초속 349.9m/s에서 155개만 발생하였고, 파편수는 1018.6m/s부터 이하는 전혀 발생하지 않았다. 표적거리 1km에서 총돌수는 포구초속 549.9m/s~1018.6m/s에서 1,423개가 동일하게 발생하였고, 349.9m/s에서는 1,226개가 발생하였다. 파편수는 포구초속이 1018.6m/s 일 때 186개, 791.9m/s에서 76개만 발생하였고, 549.9m/s 이하에서는 거의 발생하지 않았다. 표적거리 2km에서는 총돌수로 포구초속이 1018.6m/s 일 때 186개, 791.9m/s 일 때 76개가 발생하였고, 549.9m/s 이하에서는 거의 발생하지 않았다. 파편수는 포구초속이 1018.6m/s에서 5개만 발생하였고, 이후에는 발생하지 않았다. 파편수는 포구초속에 관계없이 발생하지 않았다. 3km에서는 총돌수가 포구초속 1018.6m/s 일 때 5개만 미약하게 발생하였고, 나머지는 발생하지 않았다. 파편수는 1018.6m/s 부터 이하에는 발생하지 않았다.

Table 6. Fragment capability impact number/debris number

Division	1018.6m/s	791.9m/s	549.9m/s	349.9m/s
Fragment flight course				
0.2km	0 / 0	0 / 0	0 / 0	155 / 0
1km	1423 / 186	1423 / 76	1423 / 0	1226 / 0
2km	186 / 5	76 / 0	0 / 0	2 / 0
3km	5 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0

3. 결과 종합

실험 결과로 H계열 탄약은 지상사격 시 효과가 제한적이었다. 현재 사용하고 있는 H계열 탄약은 표적두께가 6mm 이상 장갑표적은 파괴하지 못하였다.

30mm 대공탄인 HEIT-SD, HEI-SD, HEI탄의 관통 및 파편능력은 대등하였다. 그러나 0.2km 이내 거리에서 지상표적 사격 시 30mm HEI탄은 충분한 파괴력이 있는 것으로 나타났다.

이러한 파괴력은 0.2km 이내의 거리에서 사격한 것에 한정하기 때문에 실질적으로는 자기생존성 확보를 위한 능력은 불가능하겠다. 즉, 대공방어무기가 근접한 적의 공격에 대비하여 타격할 경우 현재의 30mm 대공탄인 HEIT-SD, HEI-SD, HEI탄은 방어능력이 거의 제한된다.

다만, 0.2km 이내의 거리에서 관통·파편능력 분석결과로 표적의 두께를 고려하여 대응한다면, 효과를 발휘할 수 있다. 미래 전장 환경은 다양한 형태로 방어와 공격이 동시에 이루어지기 때문에 전장 환경에 맞는 대응무기의 개발은 매우 필연적이다.

상시 장비를 운용하는 용사들이 전장 환경 맞게 공격과 방어작전 간 대공탄 및 지상탄 사용을 위한 전환 훈련으로 즉각적인 대응이 가능하도록 숙달이 필요하다.

4. 결론

실탄사격 시 0.2km 거리에서 분석한 결과 30mm H계열의 탄종별 관통 및 파편능력은 대등하게 적을 제압할 수 있다. 그러나, 30mm 고폭소이탄(HEI)은 지상표적 중 인마 살상은 가능하지만, 차량 및 장갑차량에 대한 사격효과는 제한적인 것으로 분석되었다. 또한 0.2km 거리를 벗어난 적의 공격에 대하여 현재의 대공무기체계는 자체 방어능

력이 매우 제한된다. 따라서 지상표적 중 차량 및 장갑차량을 제압하기 위한 별도의 지상탄 개발이 필요하다.

4차 산업혁명 시대에 걸맞게 미래 전장 환경은 나날이 발전해 가고 있으며, 전장 환경에 맞는 무기체계와 탄약을 개발하는 것은 매우 중요한 과제이다.

과거 작전형태가 방어 위주였다면, 미래 전쟁 양상은 공격적 형태로 발전되어 가기 때문에 방어용 탄약에서 공격용 탄약 개발도 중요하다. 이제는 방어만하는 것이 아닌 방어와 공격을 동시에 병행할 수 있는 무기체계와 탄약을 보유함으로써 수시로 변화하는 전장 환경에 맞는 대응태세를 갖추어야 한다.

항공기 또한 탐지레이더에 탐지되지 않는 스텔스 기능 추가와 대공화기에 일부 피해를 입어도 비행체 자체에 장갑보호 능력을 개선하여 피해를 최소화하는 등 생존성 보장과 임무수행 능력을 극대화시키고 있다(Lee, 2007).

대공탄을 활용하여 지상 표적인 장갑차량이나 일반건물 및 숲속에 은폐해 있는 표적에 대하여 타격이 가능한 탄을 개발하여, 방어나 공격 시 동시에 사용할 수 있다면 매우 용이하게 적을 제압할 수 있다.

시시각각 변화되는 전장상황의 변화에 신속하고 적절하게 대응할 수 있는 무기체계 개발은 확고한 방어태세를 유지할 수 있다.

References

- Chosun Biz said, “Dron catching is a combination of currency defense and incompatibility…3 trillion won worth of orders from India”, 2019.9.24. https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2019/09/23/2019092302273.html (Downloaded March 10, 2021).
(조선비즈, “드론 잡는 환화디펜스 비호복합…3조원 인도 수주 청신호”, 2019.9.24.)
- Defense Development Institute, “30mm and 35mm ammunition ballistic acceptance test procedures and methods”, 1982.6.
(국방과학연구소, “30mm 및 35mm 탄약 탄도수락시험 절차 및 방법”, 1982.6.)
- Field Manual-3-41, “Armoured Brigade and Mechanized Infantry Brigade”, Army Headquarters, 2020.7.1.
(야전교범 운용-3-41, “기갑여단 및 기계화보병여단”, 육군본부, 2020.7.1.)
- Field Manual Note-5-21, “antiaircraft gun”, Army Headquarters, 2019.12.31.
(야전교범 참고-5-21, “대공포”, 육군본부, 2019.12.31.)
- Ham Deok-su and Lee Jin-sung, “The Development of Fragment impact test devices”, Defense Development Institute, 1999.12.
(함덕수 · 이진성, “파편충격시험 기법개발”, 국방과학연구소, 1999.12.)
- Jeong Soo-kyung and Park Kwan-jin, “AUTODYN SYSTEM USING TRAINING”, Defense Development Institute, 1996.1.
(정수경 · 박관진, “AUTODYN SYSTEM 사용교육”, 국방과학연구소, 1996.1.)
- Joint Chiefs of Staff, “North Korean Air Force combat rank”, 2020.12.10.
(합동참모본부, “북한 공군 전투서열”, 2020.12.)
- Joint Chiefs of Staff, “Guidelines for Preparation of Joint Operational Performance (JROC)”, 2015.
(합동참모본부, “합동작전운용성능(JROC) 작성 지침”, 2015.)
- Kwon Soo-jae, Lee Eun-Soo, Oh Kyoung-Hwan, Song So-Young, “Focusing of the fragment for aimable fragmentation warheads”, Institute of Defense Science, 1993.12.
(권수재 · 이은수 · 오경환 · 송소영, “목표 지향성 대공 탄두의 파편집속에 관한 연구”, 국방과학연구소, 1993.12.)
- Lee, Hak Gil, “Development Technology Analysis of F-22 stealth fighter”, Defense Development Institute, 2007.11.
(이학길, “F-22 스텔스 전투기 기술 분석”, 국방과학연구소, 2007.11.)
- Lee, Dong hyuk and Kang Wook, “A Study on the Establishment of Anti-Drone Concept and Effective Response System”, Korean Security Science Association, No. 60, pp.9-31, 2019.8.15.
(이동욱 · 강욱, “안티드론 개념 정립 및 효과적인 대응 체계 수립에 관한 연구”, 한국경호경비학회, pp. 9-31, 2019.8.15.)
- Lee Kyo-bok, Ahn Sung-Ho, Yun Sang-Yong, Lee Chun-Sik, “Results of 30-millimeter Non-Hotan (K156) Ballistic Experiment”, National Defense Research Institute, 1999.8.
(이교복 · 안성호 · 윤상용 · 이춘식, “30밀리 비호탄 (K156) 탄도실험결과”, 국방과학연구소, 1999.8.)

National Defense University, “Major Planning (Operational Operational Performance Verification and Review)”, 2011.
(국방대학교, “소요기획(작전운용성능 확인 및 검토)”, 2011.)

Park Kwang-soo and Cha gi-eop, “Introduction to PRODAS, Technology Seminar on Ground”, Defense Development Institute, 2012.11.
(박광수 · 차기엽, “지상 M&S 기술세미나 PRODAS 소개”, 국방과학연구소, 2012.11.)

Technical Manual K9(2)-2350-410-10, “User instructor 30 milli self-propagation, K-30”, Army Headquarters, 2009.12.10.
(기술교범 K9(2)-2350-410-10, “사용자교범 30밀리 자주대공포, K-30”, 육군본부, 2009.12.10.)

Technical Manual K9(0)-1300-260, “Ammunition Supplement and Handling”, Army Headquarters, 2011.3.31.
(기술교범 K9(0)-1300-260, “탄약제원 및 취급”, 육군본부, 2011.3.31.)



김 세 일 (ORCID : <https://orcid.org/0000-0003-3257-7931> / kimseail@naver.com)

2000년 2월 서경대 산업공학 학사
2004년 2월 충남대 안보정책 석사
2021년 2월 충남대 군사학 박사

관심분야 : 군사학, M&S, 대공무기학



신 진 (ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-5777-6403> / jinshin@cnu.ac.kr)

1986년 8월 충남대 정치외교학 교수
2011년 4월 평화문제연구소 소장
2011년 6월 국가전략연구소 소장
~ 현재 충남대학교 정치외교학 교수

관심분야 : 국제정치, 국가전략