

미래 대기동 작전 능력의 발전방안 연구 -살포식지뢰(FASCAM)로부터 지형 조성 장애물(TSO) 전력을 중심으로-

박병호*, 심재성
국방기술진흥연구소 (KRIT)

The Future of Countermobility Capability with a Literature Analysis from FASCAM to Terrain Shaping Obstacle(TSO)

Byoung-Ho Park*, Jaeseong Sim
Korea Research Institute for defense Technology planning and advancement (KRIT)

요약 본 연구에서는 지뢰 무기체계를 중심으로 대기동 능력의 발전 배경과 현황을 분석하고 미래 발전 방안을 제시하였다. 2차 대전 후 민간인 피해를 야기한 재래식 지뢰는 CCW 및 오타와 협약 등 국제사회의 규제 대상이 되었다. 기존 지뢰의 비인도성을 감안하여 배치된 살포식지뢰는 자폭 기능이 내장되어 있다. 초기형 지능화 대전차 탄약인 호넷의 도태 원인은 복합 센서로 인한 제작비용 상승 대비 저조한 효과로 분석된다. 2016년 모든 대인지뢰를 금지하는 오바마 정부의 정책이 발표되면서 대기동전력의 계획 지뢰지대 및 중심지역 설치 능력에 공백이 생기게 된다. 이를 대비하여 단기적으로는 기존의 살포식지뢰를 활용할 수 있는 SAVO 전력이 개발되고 관련 수명연장계획(SLEP) 사업이 추진되었다. 장기적으로는 미래 정구전을 위한 다영역작전의 핵심전력으로 지뢰를 선정하고 지형조성장애물(TSO)을 개발하고 있다. TSO 전력은 강화된 센서 및 살상능력을 보유하며, 위성통신 네트워크를 구성함으로써 지휘소에서 모든 영역의 지뢰를 개별적으로 제어할 수 있다. TSO 개발에 성공한다면 미군은 2050년까지 전 영역에서 온전하며 강화된 대기동 능력을 발휘할 것으로 분석된다. 우리나라는 특수한 휴전 상황으로 인해 관련 정책의 엄격한 적용은 유예되고 있으나, 단독적인 중심지역 지뢰 살포 능력을 서둘러 갖추어야 하며, 오타와 협약에 적합한 지뢰를 개발할 수 있도록 관련 기술의 선제적인 확보가 필요하다.

Abstract In this study, the future of countermobility capability is presented by analyzing the status of the countermobility obstacles focusing on the history of landmines and munitions. The conventional landmine was forbidden globally by the CCW and Ottawa Treaty because it caused civilian damage after the war. Because the inhumanity of those mines had been acknowledged, shatterable mines with a self-destruct (SD) function and M93 "HORNET" anti-tank munition with enhanced sensors have been fielded. In 2016, the Obama administration announced a policy that banned all antipersonnel landmines, leaving a considerable gap in the countermobility capability. To deal with these problems, the developments of "SAVO" and the SLEP program of Volcano mines were conducted. In the sense of a long-term approach, the countermobility obstacles, including mines, were chosen as fundamental forces for Multi-Domain Operations and were improved to Terrain Shaping Obstacles (TSO). TSO has improved sensors and mobility kill capabilities and features an enhanced remote control over each munition on the battlefield through a network established with satellite communication. The combined arms countermobility might be fully capable until 2050 if the TSO program can be completed successfully.

Keywords : Mine, Countermobility, Scatterable Mines, Networked Munitions, Terrain Shaping Obstacles

*Corresponding Author : Byoung-Ho Park(KRIT)

email: bhopark90@dtac.re.kr

Received April 30, 2021

Accepted June 4, 2021

Revised May 25, 2021

Published June 30, 2021

1. 서론

1.1 연구배경

미 국방부(DOD) 및 NATO 정의에 따르면, 지뢰란 지상 차량, 선박, 항공기에 피해를 입히고 파괴하거나 또는 인원을 살상하거나 무능력화 하기 위해 대상의 행동, 시간 경과를 비롯한 특정 방식에 의해 기폭 되는 밀폐된 형태의 물체(폭발물)를 지칭한다[1].

재래식 지뢰는 지면 아래에 매설되어 별도의 감시 장비 없이도 압력 또는 인계선 등의 감지장치를 통해 반자동적으로 기폭한다. 비교적 단순한 구조로 인해 저비용으로 생산이 가능하므로 비용대비 매우 뛰어난 작전 효과를 나타내었다. 그러나 체계의 태생적 특성상 민간인 피해를 야기하며, 전후 거대한 지뢰지대를 제거하기 위해 소요되는 사회적인 비용과 기술적 어려움은 막대하였다. 지뢰에 대한 우려는 80년대부터 국제사회의 직간접적인 금지 및 규제로 발전하였다. 미 정부에서는 이러한 요구를 감안하여 지뢰 관련 정책을 정권마다 발표하는 한편, 군사적으로는 전력 공백을 최소화하기 위해 자폭기능 등을 추가한 살포식지뢰와 지능형 탄약들을 배치해왔다.

본 연구에서는 지뢰 전력의 현황과 계획에 대하여 관련 문헌에 기반한 분석을 통해 미래 대기동 작전 능력의 발전방안을 제시하고자 한다. 미 육군 야전교범의 개정 내용에 주목하여 살포식지뢰, 지능형 탄약으로 대표되는 지뢰전력 현황을 분석하며, 정책적인 측면에 대하여도 정책연구 보고서와 정부 공식 문서 등을 통해 지뢰 전력에 어떠한 영향을 미쳐왔는지 분석하였다. 지형 조성 장애물(TSO) 프로그램을 중심으로 전문 기고문, 보도자료, 군사 학술대회 자료 등을 통해 분석하고 미래 대기동 작전 능력의 방향성을 제시하였다.

2. 본론

2.1 대인지뢰 금지 국제 협약과 미 정부 대응

재래식 지뢰의 규제 및 금지에 관한 국제 협약은 탐지 불가능한 지뢰의 사용 및 이전을 금지하는 특정 재래식 무기 금지협약(Convention on Certain Conventional Weapon, CCW)과 보다 강제적으로 대인지뢰의 사용, 저장, 생산, 이전을 금지하고 폐기하기까지 동의해야만 하는 내용의 오타와 협약(Ottawa Convention)을 주요 내용으로 한다[2].

미국은 다소 느슨한 CCW 협약에 대하여는 가맹국인 반면 오타와 협약에 대해서는 현재까지도 가입 판단을 유보한 상태이다. 클린턴 정부에서는 2006년까지 대인지뢰의 대안을 확보하고 오타와 협약에 가입하고자 하였으나, 부시 정부에서는 그 시기를 2010년으로 늦추었다. 2016년 오바마 정부에서는 미 정부 제 37호 대통령 정책지시(Presidential Policy Directive, PPD-37)를 발표하여 자폭 여부에 상관없이 모든 대인지뢰를 금지하는 정책을 발표하였으나, 최근 트럼프 정부에 들어서는 2020년 1월 31일 국방부 문건을 통해 현대 전장에서 지뢰의 중요성을 강조하며 PPD-37을 철회할 것임을 발표하였다[3]. 다만 새로 취임하는 바이든 정부 특성상 앞으로 PPD-37이 원상복귀 될 수 있는 여지는 남아있는 것으로 보인다. 이와 같이 범국가적인 대인지뢰 규제 협약과 이에 대한 미 정부의 주요 대응은 Table 1에 정리하였다.

Table 1. Global efforts for banning Antipersonnel Landmines(APLs) and the Presidential action of U.S. administration

Action	Embodiment
CCW (1983)	Amended Protocol II prohibits "non-detectable" APLs and its transfer
Ottawa Convention (1997)	Prohibits the use, stockpiling, production, transfer of all APLs Forces to destruct all APLs
PDD-64 (1998, Clinton)	Agreed to sign Ottawa by 2006 if an APL alternative found
PPD-37 (2016, Obama)	Forbids the use of APLs outside the Korean Peninsula
U.S. DOD Memorandum (2020, Trump)	Decided to cancel PPD-37 prioritizing the utility of landmines for the future combat

2.2 지뢰 전력 야전교범 개정 내역

미 육군 출판국(Army Publishing Directorate)에서는 웹사이트를 통해 제한적으로 교범 정보를 제공하고 있다. 미군 야전교범 FM 20-32 MINE/ COUNTERMINE OPERATIONS(지뢰 및 대지뢰 작전)의 경우 연구를 통해 국내 교범에도 많은 부분이 도입되었을 만큼 지뢰 전력 전반에 대해 기술적 측면과 운영개념의 기본이 되는 내용들을 담고 있다. 단, FM 20-32는 98년 처음 발간된 자료로 현재까지 많은 변화가 있었으며 엄밀히 현재는 실효력이 없는(Inactive) 내용이다.

FM 20-32는 69년에 발간된 기존 FM 20-32A LANDMINE WARFARE(SCATTERABLE MINES)를 대

체하였으며, 2005년까지 5번의 부분 개정(Reprinted)을 거치며 2007년에는 FM 3-34.210 EXPLOSIVE HAZARDS OPERATIONS로 대체되었다(Superseded). 교범의 명칭의 변화에서 알 수 있듯 지뢰보다는 미군에서 취급하는 폭발물, 위험물 전반의 취급 방법을 우선하는 내용으로 전반적인 조정이 가해졌다. FM 3-34.210은 2016년에 다시금 ATP 3-34.20 COUNTERING EXPLOSIVE HAZARDS로 개정되는데, 지뢰 전력에 관련하여서는 ATP 3-90.8 COMBINED ARMS COUNTERMOBILITY OPERATIONS(제병협동 대기동 작전) 교범이 개정되며 모든 내용이 이관되었다[4]. 이와 같은 미 육군 야전교범의 개정 주요사항을 조사하여 Table 2에 정리하였다.

야전교범의 개정 내용을 살펴볼 필요가 있는 이유는 해당 군에서 이제까지는 어떤 무기체계를 운용해왔고, 현재는 어떤 체계를 운용하는지 명확한 요약과 함께 체계별로 세부 운영개념을 제공해주기 때문이다.

Table 2. Changes in U.S. Army Field Manuals dealing with mines

Enact. year	ID / Title	Note
1969	FM 20-32A LANDMINE WARFARE (SCATTERABLE MINES)	-
1998	FM 20-32 MINE/COUNTERMINE OPERATIONS	M93 HORNET added
2007	FM 3-34.210 EXPLOSIVE HAZARDS OPERATIONS	M93 HORNET deleted / Networked Munitions added
2016	ATP 3-34.20 COUNTERING EXPLOSIVE HAZARDS	All chapters w/ mines were moved to ATP 3-90.8
	ATP 3-90.8 COMBINED ARMS COUNTERMOBILITY OPERATIONS	

2.3 지뢰 전력의 운용현황

미 육군 교범의 개정 사항을 통해 추가되거나 제외되는 지뢰 또는 탄약 전력에 대해 주요 사항을 정리하고 추가적인 자료 조사를 통해 관련 경위 및 원인 등에 대하여 심층적으로 분석하였다.

2.3.1 살포식지뢰(FASCAM)

살포식지뢰 전력은 상황에 따라 유연하게 설치가 어려운 재래식 지뢰 전력의 한계를 극복할 수 있는 신속 살포

능력과 전후 피해를 최소화하기 위해 자폭기능을 내장한 점을 특징으로 한다. 대인용은 인계선 센서에 의해 동작하며 대전차용은 자기감응 방식으로 작동한다. 내부에 전자회로가 탑재되어 기계적 장전, 센서에 의한 기폭, 자폭기능 등을 제어하며, 이러한 소형·지능화로 인해 자탄의 제작비용이 상승함에 따라 모든 살포식지뢰 전력은 생산성을 고려해 공용화된 대전차/대인용 자탄이 적용되었다. 다양한 지역에 빠르게 살포할 수 있도록 투발 수단을 다변화 하였으며, 화포 발사식 대인용 ADAM(Area Denial Artillery Munition), 대전차용 RAAM(Remote Anti Armor Mine), 고정익 항공기 투발형 Gator, 지상차량 살포형으로는 Volcano/GEMSS/FLIPPER, 인원이 도수로 설치할 수 있는 상자 살포식 MOPMS(Modular Pack Mine System) 등으로 그 종류가 다양하다. ATP 3-90.8 교범에 의하면 현재는 RAAM/ADAM, Gator, MOPMS, Volcano의 운영개념이 기재되어 GEMSS, FLIPPER 등 일부 지상살포 장비는 도태된 것으로 보인다. 이는 Volcano에 의한 대량 지뢰 살포가 가능해졌기 때문에 기존 단발 살포장비는 그 필요성이 떨어졌기 때문으로 분석된다. Volcano의 경우 UH-60 헬기에 탑재하여 먼 거리까지 더욱 신속하게 설치가 가능하다는 이점을 가진다[5].

2.3.2 M93 호넷(HORNET)

M93 호넷 체계는 FM 20-32 교범에서 특수목적탄(Special-Purpose Munitions)으로 분류하며 세부적으로는 광역탄(Wide Area Munitions, WAM)으로 지칭하고 있다[6]. 대전차지뢰와 유사한 역할을 하나, 더 높은 수준의 지능화가 구현되어 원거리에서 전차의 진동을 감지하고 음향으로 그 방향을 탐지할 수 있는 복합 센서와 전차 상부타격에 의한 살상력 증대, 원격제어기(RCU, Remote Control Unit)를 특징으로 한다. 적 차량 탐지거리만 100 m에 달하는 호넷은 일견 이상적으로 기존의 지뢰를 대체할 수 있는 지능화 탄약으로 보이나, Table 2의 비교란에 기재하였듯이 98년 FM 20-32 교범에 등장한 이후 07년 FM 3-34.210 또는 16년 ATP 3-90.8 등에서는 관련 내용이 삭제되어 배치 이후 얼마 지나지 않아 도태된 것으로 분석된다. 미 군사대학의 관련 연구에서도 실질적으로는 도태된 것으로 보고 있다[7].

호넷의 이른 도태의 직접적인 원인은 관련 후속사업이 예산 문제로 중단되었기 때문이다. 호넷의 초기형은 장전해제 기능을 구현하지 못하고 한번 설치시 적을 타격하거나 또는 자폭하며, 이는 1발 당 5만 달러에 이르는 제

작단가를 감당하기 어렵게 하였다[8]. 호넷의 표준 지뢰 지대 1 km×1 km을 구성하기 위하여 20대의 호넷이 필요하며[9], 따라서 하나의 지뢰지대를 구성할 때마다 대략 10억 원의 비용이 소요됨에도 장전 해제를 통한 재사용은 불가능하였다는 것이 문제였다. 호넷의 엄청난 제작단가와 한번 설치시 회수가 불가능한 기회비용은 후속사업이 제대로 추진되지 못하게 하는 조기 도태의 간접적인 원인으로 작용하였다는 분석이다.

2.3.3 M7 스파이더(SPIDER)

M7 스파이더 체계는 네트워크 탄약(Networked Munitions)으로 지칭되며 2000년대 NSD-A(Non-Self Destructing Anti-Personnel Landmine Alternatives, 비자폭식 대인지뢰 대안)이라는 사업 명으로 지뢰 규제에 충족되지 않는 탄약체계를 확보하기 위해 개발된 탄약체계이다[10]. 07년도 FM 3-34.210 교범에 수록되어 최근 개정에서도 내용이 추가되는 등 운영개념이 발전해가고 있는 체계이다. M7 스파이더는 기본적으로 대인지뢰와 유사한 기능을 수행한다. 감지 방식도 인계선 방식으로 유사하며 인원이 도수로 설치한다. 기존 장애물지대를 보강할 수 있도록 자폭시간 설정도 가능하나 통제부(Munition Control Unit, MCU)와 분리된 소형 유탄발사기 형태(Miniature Grenade Launcher, MGL)의 모듈화 설계가 적용되어 장전 해제 또는 재장전 또한 가능하다. 스파이더의 인계선이 대상을 감지하면 통제 인원에게 경고하며, 통제 인원은 안테나 사용 시 최대 8 km 거리에서 원격으로 타격 지시를 내릴 수 있다. 기존 지뢰와 같이 감지 즉시 기폭하여 살상하는 기능(Battlefield override)은 기술적으로 충분히 구현 가능하나 미 정부의 내부적인 논의를 거쳐 오타와 협약을 우선하여 스파이더에서는 의도적으로 배제된 기능이다. 미 정부에서는 지뢰 또는 지능형 탄약류의 오타와 적합 여부(Ottawa-Compliance)를 판단하는데 있어 Battlefield Override 기능 여부를 기준 삼는다. 특히 대전차가 아닌 인원 거부가 목적인 탄약의 경우 오타와 적합 여부는 더욱 중요하다.

스파이더 체계의 양산 단가는 사업예산에서 역산했을 시 5,000달러 이상으로 추정되며 단순 비교하면 살포식 지뢰 수발 수준의 고가이지만, 설치 이후에도 해제 또는 재장전이 가능함을 고려하면 기회비용 측면에서는 기존 지뢰보다 월등히 유리한 측면이 있다. 인원 통제형(Man In The Loop, MITL) 탄약으로 M18 크레모아에 유사하게 취급되어 지뢰류와 다르게 야전에서 별도의 통제 허가를 요청할 필요가 없다. 오타와 협약에도 적합한 점을

고려하면 현용 장비 중 지뢰를 완벽히 대체할 수 있다는 점에서 고무적인 기술적 성과이다.

2.3.4 지뢰 전력의 운용현황 정리

재래식지뢰 이후 전후 피해를 최소화하고 지뢰지대를 원격으로 신속하게 설치하기 위해 미군은 살포식지뢰를 중심으로 하여 지뢰 전력을 구성해왔다. 또한 CCW 및 오타와 협약을 충족할 수 있는 인원 통제형 또는 지능탄약으로 전환을 모색하였으며, 대전차 탄약으로는 M93 호넷과 대인용 탄약으로는 M7 스파이더를 보유하고 있다. 다음의 Table 3에 이러한 분석 결과를 요약하였다.

Table 3. Current status of mine/countermobility obstacles

System Name	Emplacement	Note	
FASCAM	BLU 91/B, 97/B Gator	Fixed Wing (USAF)	<ul style="list-style-type: none"> · AT or AV mine in service globally · AP mine restricted outside Korean Peninsula
	M139 Volcano	Vehicle, UH-60	
	ADAM RAAM	Artillery 155mm	
	MOPMS	Hand emplaced	
	GEMSS FLIPPER	Vehicle	· Not in service
Special Purpose Munition	M93 Hornet	Hand emplaced	<ul style="list-style-type: none"> · Not in service · Multi-Sensor for AT or AV
Networked Munition	M7 Spider	Hand emplaced	<ul style="list-style-type: none"> · In service · Man In The Loop · No release auth · Ottawa Compliant

2.4 지뢰 전력의 미래 발전방향 분석

지뢰와 지능화 탄약을 비롯한 대기동 전력에 대한 미래 발전 방향성이 도출된 배경과 그 세부적인 내용을 분석하고 종합하여 제시하였다.

2.4.1 비정규전시 살포식지뢰 효과 분석

살포식지뢰 전력의 실전 효과는 중동 전쟁 관련 자료를 통해서 가능해볼 수 있다. 미 회계감사국(GAO)의 보고서[11]와 관련 미 중부사령부의 보도자료[12] 등을 참고하면 걸프전과 이라크 전쟁에서 살포식지뢰의 사용 실적은 Table 4와 같이 조사된다.

미군은 이라크 전쟁에서는 재래식 지뢰 또는 살포식지뢰를 사용하지 않았다고 발표하였으며, 걸프전의 경우에

는 포투발형과 고정익 항공기 살포식지뢰를 운용하였으며 지상 살포식지뢰 또는 인원이 설치하는 형태의 살포식지뢰는 사용하지 않았다.

적 중심 깊이까지 설치가 가능한 고정익 투발형 Gator의 활용성은 부각되는 반면, 아군 인접지역에만 설치가 가능한 지상 살포식지뢰의 활용성은 매우 떨어졌던 것으로 나타난다.

이처럼 살포식지뢰 전력은 중동 전장을 비롯해 많은 현대전의 양상이 된 비정규전 환경에서 기대보다 낮은 활용성을 나타내었으며, 걸프전 이전인 83년에 CCW 협약이 발효되었고, 97년경 오타와 협약이 발효되었음을 고려시 지휘계통에서는 사용 인가를 내리기조차 부담스러웠던 여건으로 분석된다.

2.4.2 미래 정규전시 지뢰 전력의 중요성

비정규전의 평가와는 반대로 미래 정규전에서 지뢰가 차지하게 될 중요성이 주목받게 된다. 테러와의 전쟁이 일단락되는 국면에서 미군은 러시아, 중국 등 수정주의 국가들의 현재 정규전 역량을 분석한 결과 더 이상 미국의 승리가 보장되지 않는다고 판단하였다.

Table 4. U.S. combined arms' use of FASCAM in Gulf and Iraq War

Landmine Type	Munition used (rounds)		Submunition rounds
	Gulf War (1991)	Iraq War (2003)	
Gator	Army	0	No mines were used
	Air Force	1,105	
	Navy Marines	215	
ADAM RAAM	Army	0	· AT 432 · AP 432
	Air Force	0	
	Navy Marines	48(AT) 12(AP)	
M139 Volcano	* No report on the use of Volcano or MOPMS		
MOPMS			

이러한 위험성을 극복하고자 다영역작전(Multi-Domain Operation, MDO)이라는 미래전 수행개념이 대두된다 [13]. Table 5의 내용과 같이 미군은 다영역 작전간 6대 필수 전력을 정의하고, 미래전 수행개념의 달성을 위해 개발 역량을 집중시키고 있다. 이중 Volcano를 비롯한 살포식지뢰와 지능형 탄약, 대기동 장애물 체계들은 교차영역간 사격(Cross Domain Fires) 능력 달성을 위한

전력으로서 장비수명연장계획(Service Life Extension Program, SLEP)을 비롯한 현대화 대상 사업에 선정된다.

Table 5. "Big 6" for Multi-Domain Operations

Multi-Domain Operations	
1	Future Vertical Lift
2	Combat Vehicles
3	"Cross Domain Fires"
4	Advanced Protection
5	Expeditionary Mission Command / Cyber Electromagnetic
6	Robotics / Autonomous Systems (RAS)

2.4.3 대인지뢰 금지 정책 영향 분석

2016년 미 정부에서는 한반도 이외 지역에서 기존 비자폭형 재래식 대인지뢰뿐 아니라 자폭형인 살포식 대인지뢰 또한 금지하는 강화된 정책을 발표하였다. 이로 인해 예상되는 대기동 장애물 전력의 공백을 Table 6와 같이 정리할 수 있다[14].

Table 6. Predicted problems with the combined arms counter-mobility by APL prohibition policy

Time periods		1980-2010	Today	Far-Term	
C o v e r a g e	Deep	Gator	Gator only in Korea	-	
	Mid	ADAM RAAM Air Volcano	RAAM Air Volcano (AT only)		
	C l o s e	Directed	Row Minefields 18~22 km (width)	-	
		Situational	Volcano (Ground) MOPMS	Volcano (Ground) (AT only)	
Minefield Frontage /Division		35 km (depth)	8 km outside Korea	8 km lesser capable	

80년대부터 2010년대까지는 한반도를 포함한 모든 지역에서 대부분의 살포식 대전차/대인 지뢰를 활용할 수 있었다. 특히 계획 지뢰지대의 경우 기존 재래식지뢰를 활용하여 최대 20 km 너비의 지뢰지대 설치가 가능하였다. 모든 지뢰 전력을 활용하여 구성할 수 있는 사단별 장애물지대 최대 깊이는 35 km에 달한다.

그러나 현재부터 장기적인 관점에서는 미 정부 정책을 따라 한반도 외 지역에서 모든 재래식 지뢰와 대인지뢰의 사용이 불가한 상황으로 대전차지뢰로만 구성된 단일

지뢰지대의 효과 자체가 크게 저감된다. 또한 계획 지뢰지대 설치가 불가하며, 적 중심지역의 Gator 지뢰 부설이 불가능하므로 사단별 장애물 지대 깊이는 8 km 수준까지 크게 감소하게 된다. 이러한 대기동 장애물 및 지뢰 전력의 공백이 예상되며 미군에서는 신속하게 적용 가능한 대응 방안을 모색하는 동시에 다영역작전 개념에 근거한 증장기 전력 계획으로 접근하고 있다.

2.4.4 대기동 능력 보안을 위한 단기 대책 분석

SAVO (Standoff-Activated Volcano Obstacle) 체계는 인접지역의 계획 지뢰지대를 보강할 수 있는 신규 지뢰 전력이다[15]. 이름에서도 알 수 있듯이 기존의 Volcano 살포식지뢰의 일부를 활용하는 체계로, 대전차 지뢰만으로 구성된 M87A1 발사관을 4개까지 장착할 수 있는 장착대 구조이다. 하나의 장착대는 최대 24발의 지뢰를 살포함으로 반경 80 m의 지뢰지대를 구성한다. 별도의 통제장비는 없으며 M7 스파이더를 비롯한 기존 통제장비와 유선으로 연동·호환이 가능하게끔 설계된 점이 특징이다.

인접지역의 기동장애물 설치 능력을 보완하고자 기존 Volcano 살포식지뢰의 수명연장계획(SLEP) 또한 진행되고 있다. 제조사인 Orbital ATK 사의 발표자료[16]에 따르면 탄약부의 전자·통신 및 장전계통의 성능개량과 살포장비 경량화를 통한 험비 탑재형 등 플랫폼 다변화가 주요 내용이다. 살포 통제장치(DCU)의 경우 기존 체계와 호환성을 유지하면서도 태블릿 컴퓨터에 가까운 수준으로 개선되었으며 GPS 기능을 활용한 지뢰지대 밀도 조절, 체계 확장성 등을 특징으로 한다.

기술적 대안뿐만 아니라 정책적 임시 조치도 실시되었다. 오바마 정부에서 발표한 대인지뢰 금지 정책에 대하여 트럼프 정부에서는 이를 철회하기로 결정하였다. 이는 특히 중심지역의 지뢰지대 설치 능력의 공백을 우려했기

때문에 분석되며, 해당 조치로 인해 Gator 고정식 살포식지뢰의 사용 제한은 유예된 상태이다.

Table 7에 향후 지뢰를 비롯한 대기동 장애물 전력에서 예상되는 전력공백을 해소하기 위한 단기적 대응 전략을 정리하였다.

2.4.5 대기동 능력 강화를 위한 장기 대책 분석

다영역작전 개념에서는 기존의 지뢰와 대기동 장애물 전력을 다시금 정의하며 기존의 비인도적 무기라는 선입견을 기술로서 해결하고 미래 전장에서 가질 수 있는 뛰어난 활용성(utility)에 주목하였다. 미 국방부는 PPD-37 철회 문건을 통해 지뢰를 다수의 적군을 방해하고 지연 시킴으로 아군 전력의 효율성을 배가시킬 수 있는 핵심 전력으로 평가하였다. 이러한 관점에서 지뢰를 재정립한 명칭이 바로 지형 조성 장애물(TSO)이다. TSO 전력은 적 기동 전력에 대한 증대된 살상효과를 나타내고, 다영역에서의 질적 우세를 보장하며, 아군의 자유롭게 기동하여 지형적 우위를 점유할 수 있도록 전장을 재구성하는 전력으로 정의할 수 있다.

TSO 전력의 관련 보도기사[17][18]를 통해 피카티니 조병창 산하 근접전투체계사업부(PM CCS) 소속 TSO 사업팀(PdM TSO)의 프로그램 주관 하에 텍스트론 시스템스, 노스롭 그루먼의 업체 참여로 시제품 수준의 산출물을 테스트하며 운영개념을 구체화하는 단계에 있는 것으로 분석된다.

TSO 전력을 위한 공용화된 자탄을 개발하기 위해 다양한 형태의 시제 탄약이 시도되고 있다. 상부공격탄(Top-attack) 형태로는 호넷과 유사하나 자탄에 로켓모터가 장착된 탄두 투발형과 공중에서 표적을 선별할 수 있는 체공형 탄두(Loitering munition)의 2종이 식별된다. 또한 계획 지뢰지대를 감안하여 Volcano와 유사한 형태로 스파이더 이상의 네트워크 개념을 적용한 하부공격탄(Bottom-attack) 형태의 TSO 자탄 또한 고려되고 있다.

비교적 구체화된 산출물이 식별되는 자탄류와 달리 TSO 전력의 살포장비(delivery system)는 아직까지 구체화된 사항은 없다. 다만 목표 지역까지의 부설 거리와 살포 목적, 즉 운영개념에 따라 살포장비가 결정되므로 현용 살포식지뢰와 그 형태가 크게 달라지지는 않을 것으로 분석된다. 다만 헬기 탑재형 Air Volcano의 경우 헬기 생존성에 굉장히 취약한 체계로 지적되어 미래에는 다영역작전의 6대 전력중 하나인 수직이착륙기(Vertical Lift)로 대체될 가능성이 크다. 중심지역 인근 대기동 장

Table 7. Immediate action to compensate countermobility capability of U.S. combined arms

Battlefield coverage		Short-term action (18~22)
Deep		Use Gator * PPD-37 cancelled
Mid		Conduct Volcano SLEP Use RAAM
C l o s e	Directed	Develop & field SAVO
	Situational	Conduct Volcano SLEP * Field M7 SPIDER 1A

애물은 대화력전 등에서 그 중요성이 커 현용 포발사식은 향후 유도 미사일 탑재형 등으로 개선될 여지가 있다.

기존 살포식지뢰의 통제장치는 지뢰가 설치되고 나서는 아무것도 제어할 수 없었지만, TSO 전력은 위성통신을 활용한 내부 네트워크를 구성하여 모든 지역의 장애물지대에 대하여 지휘소로 하여금 상황을 식별하고 개별 탄약을 언제든 제어 가능하도록 하는 것을 목표로 하고 있다[19]. 상부 및 하부공격탄은 공통적으로 DLM(Dispenser Launcher Modules)이라는 모탄에서 자탄을 방출하는 형태로, DLM 구조는 직접 적을 공격할 수는 없지만 통신모듈 및 디지털 프로세서를 내장하여 지휘소와 위성통신 네트워크로 연결되어 나머지 자탄을 제어하는 마스터 기능을 수행할 수 있다.

이와 같이 지형 조성 장애물(TSO)로 대표할 수 있는 지뢰 및 장애물 전력에 대한 미래 발전 방향을 Table 8과 같이 정리하였다.

Table 8. Long-term approach to improve TSO capability of U.S. combined arms

Battlefield coverage		Long-term action (23 ~ '50)
Deep		Develop Deep-TSO(DTSO) w/ fixed wing
Mid		Develop Mid-TSO(MTSO) w/ Artillery or Vertical Lift
C l o s e	Directed	Develop Ground-Based Close-TSO(CTSO)
	Situational	Develop Vehicle launched CTSO

2.4.6 지뢰 전력의 발전방향 종합

지뢰는 2000년대까지 국제사회의 규제와 중동 전쟁

Table 9. Combined arms terrain-shaping obstacle capability of U.S. combined arms

Time periods		Past	Near to Mid-term	Far-term	
C o v e r a g e	Deep	Gator	Gator	DTSO fixed wing	
	Mid	ADAM RAAM Air Volcano	RAAM Volcano SLEP (Air)	MTSO Vert Lift	
	C l o s e	Directed	Row Minefields	SAVO	CTSO ground based
		Situational	Volcano (Ground) MOPMS	Volcano SLEP (Ground)	CTSO Vehicle launched
Minefield Frontage /Division		~ 35 km fully capable worldwide			

에서의 실전 효과를 두고 논란의 여지가 있었다. 그러나 미래 정규전을 대비하며 다영역작전 개념의 달성을 위한 지뢰의 필요성이 다시금 강조되었다. 대인지뢰 금지로 인한 전력 공백을 해소하기 위한 단기적인 보완책과 다영역작전에 근거한 지형 조성 장애물(TSO)의 장기적인 확보 계획에 대하여 Table 9에 정리하였다.

3. 결론

지뢰의 발전 과정에는 일반 전력들과는 달리 국제 협약과 미 정부의 대책 발표 등 정책적인 영향이 많았다. 그런만큼 주요국의 현황과 계획 등이 대외적으로 홍보되는 경우가 드물고 제한적으로 공개된 정보들이 흩어져 존재한다. 이러한 정보들을 종합하여 지뢰 전력이 변화되어 온 과정을 문헌적으로 연구하고, 관련 정책 요인과 비용대 효과, 기술 발전 측면에서 이러한 변화의 배경과 원인을 분석하고 미래 방향성을 제시하였다는 점에서 본 연구의 의의가 있다.

휴전 상황에서 정규전 수행을 대비해야만 하는 우리나라 군에 있어서도 지뢰 전력은 전술적으로 높은 효과를 지니고 있다. 그럼에도 우리나라 육군 교범이나 소요문서, 무기체계 선행연구 보고서 등에서는 휴전의 특수성으로 인한 대인지뢰 금지 유예와 유사시 미군 합동 대기동 작전이 가능한 점을 고려하여 오타와 적합 여부 및 TSO 개념 등은 반영되지 않고 살포식지뢰를 중심으로 대기동 작전원리가 수립되어 있다. 현용 살포식지뢰 또한 전장의 모든 영역에 살포가 가능한 수준으로 준비된 상태는 아니다. 특히, Gator 등 중심지역의 지뢰지대 설치 능력은 정규 또는 비정규전을 가리지 않고 높은 효과를 나타내므로 시급히 확보할 필요가 있다. 또한 오타와 협약에 부합하도록 관련 기술의 선제적인 확보가 필요하다. 오타와 협약에 적합한 지뢰는 탄약으로 분류되며 향후 수출 등에도 우위를 가진다. 이처럼 국내 작전 환경과 정책 양면을 충족할 수 있는 대기동 전력을 계획해야 하는 상황에서 지뢰 전력의 현황을 돌아보고 미래 발전방향을 분석함으로써 시행착오를 최소화할 수 있을 것이다.

References

[1] Field Manual(FM) No. 3-34.210, Explosive Hazard Demolitions, Headquarters Department of the Army,

- United States, pp.525.
- [2] Lieutenant Colonel Christopher T. Kuhn, Terrain Shaping in the Twenty-First Century, United States Army War College, United States, pp.3-4.
- [3] U.S. Antipersonnel Landmine Use Policy [Internet], Congressional Research Service, c2021 [cited 2021 April 8], Available From: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11440> (accessed Apr. 26, 2021)
- [4] Army Techniques Publication(ATP) No. 3-34.20, Countering Explosive Hazards, Headquarters Department of the Army, United States, pp.8
- [5] Army Techniques Publication(ATP) No. 3-90.8, Combined Arms Countermobility Operations, Headquarters Department of the Army, United States, pp.107-137
- [6] Field Manual(FM) No. 20-32 Change 4, Mine/Countermine Operations, Headquarters Department of the Army, United States, pp.120-129
- [7] Maj. Nathan J. Smith, Joint Countermobility Capabilities in the Department of Defense, Master's thesis, U.S. Army Command and General Staff College, pp.51-53
- [8] M93 HORNET [Family of Wide Area Munitions - WAM] [Internet], Global Security, c2011 [cited 2011 July 7], Available From: <https://www.globalsecurity.org/military/systems/munitions/m93.htm> (accessed Dec. 29, 2020)
- [9] Maj. Gregory Fields, "The Hornet: A Wide-Area Munition", Engineer, pp.17-20, April 1996
- [10] National Research Council, ALTERNATIVE TECHNOLOGIES TO REPLACE ANTIPERSONNEL LANDMINES p.140, Washington, DC: The National Academies Press, 2001, pp.1-10
DOI: <https://doi.org/10.17226/10071>
- [11] Military Operations : Information on U.S. use of Land Mines in the Persian Gulf War, U.S. General Accounting Office(GAO), United States, pp.9, 2002
- [12] Wade Boese, U.S. Military Did Not Use Landmines in Iraq War [Internet], Arms Control Association, c2003 [cited 2003 July], Available From: <https://www.armscontrol.org/act/2003-07/press-releases/us-military-not-use-landmines-iraq-war> (accessed Apr. 26, 2021)
- [13] Jee, Hyo Keun, "The Development of the U.S. New Warfighting Concept and Its Implication for ROK Armed Forces", Journal of Military History Studies, ROK Army Military History Institute, vol., no.147, pp.155-188, 2019
- [14] Maj. Spenser H. Bruning, Mr. James R. Rowan, "Fighting with (or without) Obstacles", Engineer, pp.17-20, January-April 2019
- [15] Cpts James J. McGeady, Zack A. Pinkerton, "Terrain/Area Denial: What is on the horizon", Marine Corps Gazette, pp 27-31(WE), May 2020
- [16] Gary L. Olson, Transformation of M139 VOLCANO to The Objective Force, Orbital ATK, United States, pp.1-10
- [17] Marc Krauss, Soldiers shape the battlefield with next generation of terrain-shaping munitions [Internet], U.S. Army Articles, c2019 [cited 2019 August], Available From: https://army.mil/article/225611/soldiers_shape_the_battlefield_with_next_generation_of_terrain_shaping_munitions (accessed Apr. 26, 2021)
- [18] Stephen McFarlane, Capt. Harold Trey Bishop, Virtual Review [Internet], U.S. Army Articles, c2020 [cited 2020 August], Available From: https://army.mil/article/238652/virtual_review (accessed Apr. 26, 2021)
- [19] Waliul Mizan, Sean Stevens, A frank and open forum with industry yields new insights [Internet], USAASC, c2019 [cited 2019 January], Available From: <https://asc.army.mil/web/news-alt-ifm19-unique-insight> (accessed Apr. 26, 2021)

박 병 호(Byoung-Ho Park)

[정회원]



- 2014년 2월 : 서강대학교 기계공학과 (공학사)
- 2016년 2월 : 서강대학교 대학원 기계공학과 (공학석사)
- 2016년 8월 ~ 2020년 12월 : 국방기술품질원 연구원
- 2021년 1월 ~ 현재 : 국방기술진흥연구소 연구원

<관심분야>

기계공학, 국방기술기획

심 재 성(Jaeseong Sim)

[정회원]



- 2014년 2월 : 한양대학교 융합전자공학부 (공학사)
- 2016년 8월 : 한양대학교 전자컴퓨터통신공학과 (공학석사)
- 2016년 8월 ~ 2020년 12월 : 국방기술품질원 연구원
- 2021년 1월 ~ 현재 : 국방기술진흥연구소 연구원

<관심분야>

기술기획, 전자전, 정보통신