

<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2023.9.2.307>

JCCT 2023-3-38

특수작전팀의 지하작전용 무인체계 발전방향 연구

A study on the Development Direction of Unmanned Systems for Subterranean Operations for the Special Operations Teams

조상근*, 김종훈**, 박성준***, 권범준****, 정가람*****, 박상혁*****

Sang-Keun Cho*, Jong-Hoon Kim**, Sung-Jun Park***, Bum-June Kwon****,
Ga-Ram Jeong *****, Sang-Hyuk Park*****

요약 북한은 이미 오래 전부터 지하 공간을 군사적으로 활용하고 있으며, 현재는 비대칭 전력을 운용하기 위한 핵심거점으로 고도화하고 있다. 이에 따라, 특수작전팀은 지하작전 수행을 위한 싸우는 방법, 무기체계, 조직 구조 등이 필요하다. 이에 본고에서는 틸트로터형 드론, 칩단센서, 통신 중계기, 소형로봇 등을 융·복합한 지하작전용 무인체계 플랫폼과 특수작전팀이 이를 운용할 수 있는 체계를 제시하였다. 이를 통해, 특수작전팀은 생존성을 강화할 수 있고, 작전 효율성을 극대화할 수 있을 것이다. 향후, 특수전사령부에서 본고에서 제시한 지하작전 관련 아이디어를 집단지성을 통해 더욱 발전시킨다면 단기간 내에 한반도의 전장 환경에 최적화된 지하작전 교리, 무기체계, 조직·편성 등을 도출할 수 있을 것이다.

주요어 : 비대칭 전력, 특수작전팀, 지하작전, 무인체계 플랫폼

Abstract North Korea has already been using underground space for military purposes for decades, and is currently developing it as a key base for operating asymmetric forces. Accordingly, the special operations teams need fighting methods, weapon systems, and organizational structures to carry out subterranean operations. This paper presents an unmanned system platform for subterranean operations that combines tilt-rotor type drones, high-tech sensors, communication repeaters, and small robots, and a system that can be operated by special operation teams. Based on this, the survivability of the special operations teams can be strengthened and operational utility can be maximized. Afterwards, if Special Warfare Command collects collective intelligence based on the ideas related to subterranean operations presented in this paper and further develops these, it will be possible to drive subterranean operations doctrines, weapon systems, and organizational structures optimized for the battlefield on the Korean Theater of Operations in the near future.

Key words : Asymmetric forces, Special Operations Teams, Subterranean Operations, Unmanned System, Platform

*정회원, 육군대학 전략학처 전략학 교관 (제1저자)

**정회원, 육군 30기갑여단 참모장교 (참여저자)

***정회원, 육군대학 전략학처 전략학 교관 (참여저자)

****정회원, 육군대학 교학처 외국군수탁교육장교 (참여저자)

*****정회원, 육군대학 교학처 교육운영지원장교 (참여저자)

*****정회원, 우석대학교 군사학과 조교수 (교신저자)

접수일: 2023년 2월 9일, 수정완료일: 2023년 3월 2일

게재확정일: 2023년 3월 10일

*이 논문은 2022년 육군 특수전사령부에서 발표한 연구내용

『특수작전지』 중, 일부를 발췌하여 수정·보완한 것임.

Received: February 9, 2023 / Revised: March 2, 2023

Accepted: March 10, 2023

*****Corresponding Author: plbas@hanmail.net

Dept. of Military Science, WooSuk Univ, Korea

I. 서론

인간은 역사적으로 지하공간을 다양하게 활용해왔으며[1], 특히 전쟁이나 전투에서 약자는 강자를 상대하는 수단과 방법으로 지하 공간을 활용해 왔다. 현대전에서도 약자는 첨단과학 기술을 덧입은 강자의 감시·정찰을 회피하고, 정밀타격으로부터 생존성을 보존하기 위해 지하공간을 활용하고 있으며, 이스라엘과 대치하고 있는 헤즈볼라(Hezbollah)와 하마스(Hamas)를 대표적인 예로 들 수 있다.

한반도에서도 이와 같은 현상이 발생하고 있다. 북한은 지난 1962년 채택한 4대 군사노선의 일환인 ‘진국도의 요새화’를 지금까지 이어가고 있으며, 이러한 경향은 북한이 핵·대륙간탄도미사일(ICBM), 극초음속 미사일 등 비대칭 전력을 개발하면서 더욱 짙어지고 있다. 북한은 이같은 비대칭 전력들을 요새화된 지하 시설에 보관하고 운용하고 있다. 왜냐하면 이 전력들은 북한 정권의 생존을 유지하기 위한 전략적 수단이자 유사시 전황을 극적으로 전환할 수 있는 게임체인저(Game Changer)이기 때문이다. 이와 같은 이유로 전·평시 특수작전부대의 임무 수행은 더욱 어려워지고 있다. 앞에서 언급한 것처럼 작전목표가 대부분 지하화 되어 있어 정확한 위치를 탐색하기가 어려우며, 다양한 위협이 내재되어 있기 때문이다. 또한, 지하에서는 통신단절 현상이 빈번히 발생하여 지휘통제 및 팀워크에 제한사항이 많다.

본 연구에서는 이러한 문제의식을 가지고 특수작전부대가 지하공간에서 발생할 수 있는 다양한 도전요인(Challenges)을 상쇄하면서 지하작전(Subterranean Operations)을 수행하는데 필요한 무인체계의 발전방향을 제시하고자 한다.

II. 지하공간 도전요인 분석

2.1 차폐성으로부터 발생하는 도전

현대전에서 수행되는 작전은 기본적으로 연합, 합동, 제병협동 등으로 진행된다. 이것은 다양한 작전요소가 융·복합되어 시너지를 창출한다는 의미이다. 예를 들어 특수작전팀이 유사시 적진 깊숙한 곳에 위치한 핵심표적을 감시할 때 드론, 인공위성, 전자전 장비를 동시에 운용한다면 감시효과는 극대화될 수 있을

것이다.

하지만, 지하 공간은 다영역(Multi-Domain) 감시·정찰자산의 효과가 미치지 못한다. 그 이유는 첨단과학 기술로 덧입혀진 자산이라 할지라도 땅 속까지 투시할 수 없기 때문이다. 이로 인해, 특수작전팀은 지하 공간에 대한 지형정보와 적정을 파악하지 못하는 정보 열세에 처하게 되고, 지하기지에서부터 이탈하는 핵심표적을 상실하는 도전에 직면할 수 있다. 실제로, 대륙간탄도미사일은 상대의 감시·정찰을 회피하기 위해 지하기지에 위치하고 있다가 이동발사대(TEL)에 장착되어 여러 개의 지하터널 중 하나를 통과하여 지표면으로 이동한 후 발사된다. 즉, 대륙간탄도미사일이 보관된 지하기지는 그 규모는 거대하고, TEL 통로는 <그림 1>처럼 주변 지형지물로 은·엄폐되어 있기 때문에 다영역 감시·정찰자산으로도 정확한 위치를 찾기가 쉽지 않다.



출처 : <https://edition.cnn.com/2018/11/12/politics/north-korea-hidden-missile-bases/index.html>

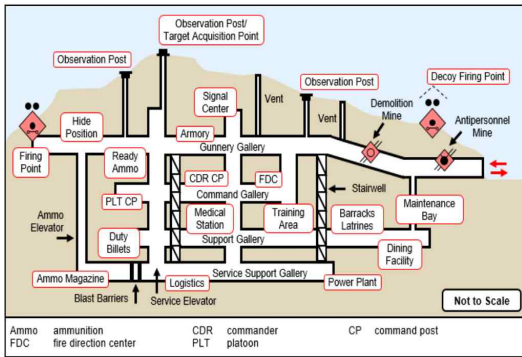
그림 1. 북한 지하 미사일 기지

Figure 1. North Korean underground missile base

이런 상황에서 특수작전팀은 드론, 인공위성 등 첨단무기체계를 중첩적으로 운용하더라도 모든 TEL의 통로를 동시에 감시하는 것은 제한될 것이다. 특수작전팀의 인원은 한정되어 있고, 앞에서 언급한 것처럼 아무리 4차 산업혁명 시대가 열렸더라도 땅 속 깊은 곳을 감시·정찰할 수 있는 뚜렷한 첨단과학기술은 존재하지 않기 때문이다. 결과적으로, 특수작전팀 단독으로는 작전실시간 핵심표적을 상실할 가능성이 크다는 의미이다.

2.2 밀폐성으로부터 발생하는 도전

군사작전에서는 피·아 공허 집중과 분산의 원칙을 적용한다. 지하 공간에 보관 중인 핵과 생화학무기와 같은 대량살상무기(WMD)도 평소에는 관리 차원에서 한곳에 보관되었다가, 유사시에는 작전 가용성을 높이기 위해 분산 배치된다. 이로 인해, 특수작전팀은 작전 지역에 위치한 여러 지하 공간을 수색해야 하는 소요가 발생할 수 있다.



출처 : US Army, NORTH KOREAN TACTICS(ATP 7-10 0.2), July 2020, p. 4-40.

그림 2. 북한 지하기지 단면도

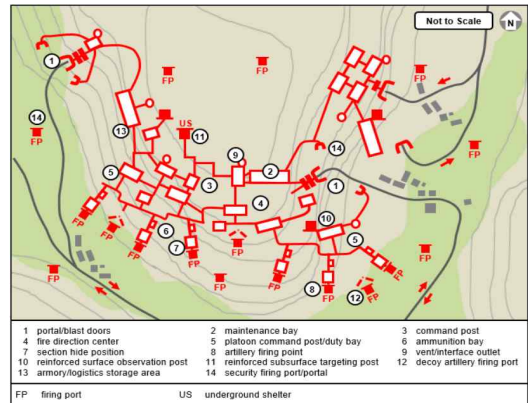
Figure 2. Subterranean complex battle position (side-view) of North Korea's underground base

하지만 군사작전용 지하공간은 <그림 2>처럼 출입구, 환풍구 등 일부를 제외하고 지표면과 분리되어 지하에 밀폐되어 있는 독립공간이다[2]. 이로 인해, 환기가 제한되는 일부지점에서는 CO₂ 농도가 높아 질식의 위험이 있으며, 산소 부족으로 화기 운용이 제한되고, 격렬한 근접전투가 발생할 경우 지하시설이 붕괴될 수도 있다. 또한, 앞에서 언급한 것처럼 지하시설에 핵물질이 보관되어 있을 경우 특수작전팀은 방산능에 노출될 수 있고, 생화학무기가 보관되어 있다면 인체에 치명적인 손상을 유발할 수 있다. 미군이 지하작전 수행간 임무형 보호테세(MOPP)를 갖추는 이유가 여기에 있다[3].

2.3 복잡성으로부터 발생하는 도전

지하공간에 구축되는 지하기구나 지하시설은 기본적으로 복잡하게 설계되어 있다. 이는 상대의 공격을 방해하거나 지연시키고, 일부 구간이 파괴나 붕괴되더라도 그 피해가 다른 구간으로 확대되는 것을 차단하기 위한 목적에서다. 또한, 인원, 장비, 물자 등을 분산 배치함으로써 공격 상황 발생 시 피해를 최소화하고, 신속한 전투준비 역시 가능하다. 이와 같은 이유로 특수작전팀이 지하작전을 시작하면 지하 공간 곳곳에 배치된 적과 치열한 근접전투를 수행할 수밖에 없다. 하지만 적은 지하공간에 익숙하여 근접전투 시 지형의 이점을 최대한 활용할 수 있다. 예를 들면, 특수작전팀이 지하통로에 설치된 장애물에 고착되면 신속하게 비밀통로로 이동하여 특수작전팀의 추·후방을 타격할 수 있다[4]. 이 밖에도 적은 지하를 활용하는 전술과 숙달된 전투기술을 구사할 수 있다. 이로 인해, 특수작전팀은 예상치 못한 적의 기습으로 상당한 피해를 감수할 수 밖에 없는 상황에 처하게 될 수도 있다. 평상시부터 지하공간에 친숙한 적에 비해, 아군의 특수작전팀에게는 복잡하고 지휘통제가 어려운 지하공간에서의 전투가 낯설기 때문이다.

라도 그 피해가 다른 구간으로 확대되는 것을 차단하기 위한 목적에서다. 또한, 인원, 장비, 물자 등을 분산 배치함으로써 공격 상황 발생 시 피해를 최소화하고, 신속한 전투준비 역시 가능하다. 이와 같은 이유로 특수작전팀이 지하작전을 시작하면 지하 공간 곳곳에 배치된 적과 치열한 근접전투를 수행할 수밖에 없다. 하지만 적은 지하공간에 익숙하여 근접전투 시 지형의 이점을 최대한 활용할 수 있다. 예를 들면, 특수작전팀이 지하통로에 설치된 장애물에 고착되면 신속하게 비밀통로로 이동하여 특수작전팀의 추·후방을 타격할 수 있다[4]. 이 밖에도 적은 지하를 활용하는 전술과 숙달된 전투기술을 구사할 수 있다. 이로 인해, 특수작전팀은 예상치 못한 적의 기습으로 상당한 피해를 감수할 수 밖에 없는 상황에 처하게 될 수도 있다. 평상시부터 지하공간에 친숙한 적에 비해, 아군의 특수작전팀에게는 복잡하고 지휘통제가 어려운 지하공간에서의 전투가 낯설기 때문이다.



출처 : US Army, NORTH KOREAN TACTICS(ATP 7-10 0.2), July 2020, p. 4-39.

그림 3. 북한군의 지하화된 지탱점 모습

Figure 3. Subterranean complex battle position configuration of North Korea's underground base

실제로, 이와 같은 현상은 이미 2006년 발발한 이스라엘-레바논 전쟁에서 나타났으며, 당시 레바논의 헤즈볼라가 양측의 접경지역에 구축해놓은 지하터널에서 이스라엘군은 상당한 피해를 입었다[5]. 이처럼 복잡한 구조로 설계된 지하기구나 지하시설은 특수작전팀에게 상당한 피해를 강요하여 임무수행을 어렵게 한다.



출처 : <https://www.jpost.com/middle-east/hezbollah-has-nter-regional-tunnel-network-stretching-hundreds-of-km-676633>

그림 4. 헤즈볼라 지하터널
Figure 4. Underground Tunnel in Hezbollah

III. 지하작전용 무인체계 설계 방향

지하공간에서 작전을 수행하게 될 특수작전팀은 다양한 도전에 직면하게 될 것이다. 지하공간의 차폐성으로 핵심표적에 대한 감시·정찰에 실패할 가능성이 크며 지하공간의 밀폐성과 복잡성은 특수작전팀의 생존성을 위협할 수 있다. 이와 같은 도전이 중첩될 경우 특수작전팀의 임무수행 준비를 어렵게 할 뿐만 아니라 임무수행 자체가 제한될 수 있다. 이에 따라, 특수작전팀의 도전요인을 극복할 수 있는 방안이 필요하다.

다행히 4차 산업혁명 주요기술의 발전으로 유·무인 복합전투체계가 급속도로 발전하고 있다. 이것은 유인 체계와 무인체계가 협업을 이루는 것으로써 육군이 지향하는 첨단과학기술 군의 핵심 플랫폼이 될 수 있고 [6], 이러한 개념은 다음과 같은 순서로 지하작전용 무인체계 설계에도 적용될 수 있다.

첫 번째는 ‘형상화(Platform Shaping)’이다. 군사적 목적으로 사용되는 지하공간은 다양한 크기의 터널들이 복잡되어 있다. 예를 들면, 대륙간탄도미사일이 보관되어 있는 지하기지의 경우 이동발사대 기동로(대형), 자체 경계와 군수지원을 제공하는 전술차량 통행로(중형), 그리고 운용인원 통행로(소형) 등이 형성되어 있을 것이다. 대량살상 무기가 보관된 지하시설, 시한성 표적(Time Sensitive Target)의 은거지 등도 생존성을 향상시키기 위해 이와 비슷하게 다양한 크기의 지하터널로 구성되어 있을 것이다. 또한, 지하통로 곳곳에는

장기간 작전수행과 이에 필요한 의식주를 제공할 수 있는 각종 시설들이 격실로 형성되어 있고, 지하통로 자체에는 격실 붕괴 방지를 위한 지지대와 환풍기, 스피커 등 다양한 장비들이 부착되어 있다

이처럼 군사작전용 지하공간에는 다양한 형태와 크기의 터널이 복잡하게 형성되어 있다. 이같은 환경에서는 지상 기반의 로봇보다는 드론이 적합할 것이다. 불규칙한 노면과 경사, 복잡한 통로와 격실로 형성되어 있는 지하기지에서는 로봇보다는 드론이 보다 신속하게 임무를 수행할 수 있기 때문이다. 미(美) 육군에서도 이와 같은 개념으로 지하터널에서 운용하는 무인체계를 드론 중심으로 발전시키고 있다.

하지만, 지하터널 곳곳에는 드론이 충돌할 수 있는 장애물들이 즐비하다. 이에 따라서 드론이 충돌하더라도 비행 회복탄력성(Resilience)을 강화할 수 있도록 <그림 5>처럼 드론을 감쌀 수 있는 보호막을 부착할 필요가 있다. 이와 같은 아이디어는 도시의 라이프 라인(Life line)이 집중되어 있는 지하 공동구에서 운용되는 드론에 이미 적용되어 있다[7].



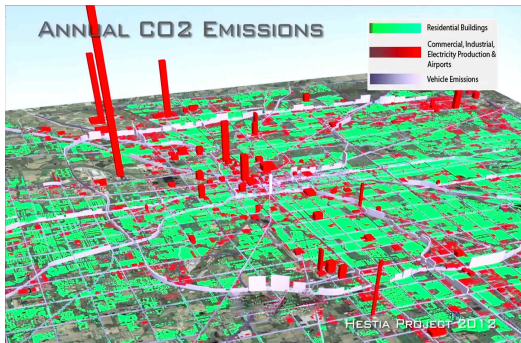
출처 : <https://www.digitaltrends.com/cool-tech/droneball-giant-cage>

그림 5. 보호막으로 둘러싸인 상업용 드론
Figure 5. Dronball in a cage to protect from crashes

즉, 지하기지나 지하시설에는 다양한 목적과 형태의 격실이 형성되어 있으며 이에 따라 특정지역에서는 정밀정찰이 가능한 지하작전용 드론이 필요하다. 따라서 지하작전용 드론은 신속한 기동과 일정시간 체공(Hovering)이 가능한 틸트로터(Tilt-rotor) 형태로 설계될 필요가 있다.

두 번째는 ‘챌린저(Challenge-offset Sensoring)’이다. 지하작전에서 특수작전팀의 생존성과 작전 효율성

을 극대화하기 위해서는 앞서 형상화한 드론에 지하공간에서 발생할 수 있는 도전요소를 상쇄할 수 있는 센서가 추가되어야 할 것이다. 지하공간에서 특수작전팀이 직면하게 될 도전요소는 이미 앞에서 분석되었다.

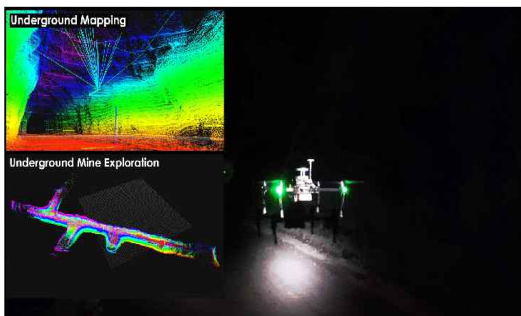


출처 : <https://phys.org/news/2012-10-greenhouse-gas-emissions-street-cities.html>

그림 6. CO₂ 센서를 이용하여 측정한 연간 인디애나폴리스(Indianapolis) 시의 CO₂ 배출량

Figure 6. Annual CO₂ emissions of Indianapolis

이로부터 지하작전용 드론에는 지하공간에서 활동하는 적을 감지하기 위한 열영상 센서, 지하공간을 3D로 가시화할 수 있는 LiDAR 센서, CO₂ 농도 <그림 6>과 같이 화생방·급조폭발물 성분을 감지할 수 있는 센서 등의 내장 필요성을 염출할 수 있다. 이와 함께, 특수작전팀과 드론의 통신 단절에 대비하기 위한 통신 중계기도 내장될 필요가 있다.



출처 : https://www.researchgate.net/figure/LiDAR-based-mapping-of-an-underground-mine-using-an-aerial-robot-Upper-left-Perspective_fig1_331430597

그림 7. LiDAR 센서를 장착한 드론이 지하공간을 3D로 가시화한 모습

Figure 7. LiDAR based mapping of an underground using an drone

이중 가장 중요한 것은 <그림 7>처럼 지하공간을 신속하게 가시화하기 위해 필요한 LiDAR 센서이다. 최근 LiDAR 센서는 무인체계에 부착되어 지하동굴 탐사나 지하시설 인명 구조 등의 분야에서 신속하게 지형정보를 3D로 가시화하는데 사용되고 있다. 차폐성으로 GPS활용이 제한되는 지하기지과 지하시설에서 LiDAR는 지형정보를 획득하기 위한 효과적인 수단으로 활용될 수 있을 것이다.

세 번째는 ‘최적화(Unmanned System Optimizing)’이다. 이전 단계에서 지하작전용 드론의 형태를 보호막으로 둘러싸인 틸트로터형 드론으로 형상화하였다. 그리고 여기에 장착 또는 내장되어야 하는 다양한 첨단센서와 소형 무선 중계기를 도출하였다. 이번 단계에서는 특수작전팀의 유·무인 복합전투가 가능하도록 이것들을 하나의 무인체계에 최적화해야 한다. 하지만 드론 1대에 너무 많은 첨단센서와 중계기를 내장하거나 탑재할 경우 드론 자체가 과도하게 커지고 무거워질 우려가 있다. 이럴 경우, 드론 비행의 마찰이나 장애요소가 즐비한 지하공간에서 효율적이고 효과적으로 드론을 운용할 수 없다. 따라서 드론을 군집 형태로 운용하여 첨단센서와 소형 무선 중계기를 분산하여 내장할 필요가 있고, 드론의 군집 운용을 위한 인공지능(AI) 기술도 가미될 필요가 있다.

IV. 결 론

북한은 이미 오래 전부터 지하공간을 군사적으로 활용하고 있다. 최근 들어, 북한은 지하공간을 군사시설로 고도화하여 비대칭 전력을 운용하기 위한 핵심거점으로 활용하고 있다. 북한은 향후, 지하공간을 전략적으로 활용하기 위해 4차 산업혁명의 주요기술(AICBM)을 접목하여 지하기지과 지하시설을 스마트화할 것으로 보인다.

이를 고려할 때 특수작전부대는 지하작전에 필요한 최적화된 싸우는 개념, 무기체계 및 구조 등을 개선 및 발전시켜 나가야 한다. 유사시 지하공간의 특성인 차폐성, 밀폐성 및 복잡성으로부터 발생하는 다양한 도전요인에 직면할 수 있으며, 이로 인해 최악의 경우 특수작전부대의 임무수행 자체가 제한될 수 있다는 의미이다. 이러한 문제의식을 바탕으로 특수작전팀이 지하작전 간 운용할 수 있는 지하작전용 무인체계는 본 연

구로부터 다음과 같이 설계될 수 있다.

첫째, 지하작전용 무인체계는 보호막으로 둘러싸인 틸트로터형 드론 2대가 편성된다. 둘째, 2대의 드론에는 자모(子母) 분리 개념이 적용되어 <그림 8>처럼 각각 3대의 소형로봇이 내장된다.

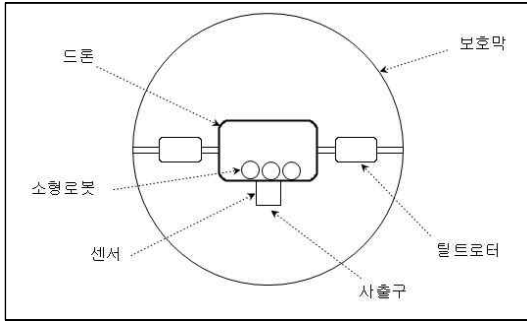
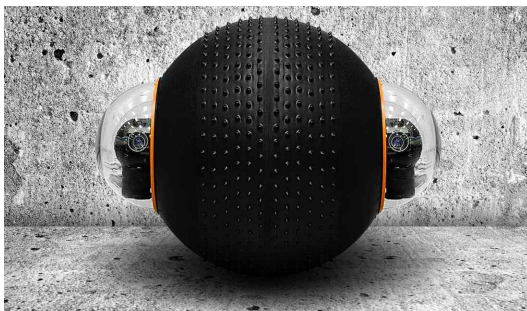


그림 8. 소형로봇 3대가 내장된 드론 단면도
 Figure 8. Cross-sectional view of cage covered tilt-rotor drone with 3 robots

셋째, 틸트로터형 선도드론에는 지하공간을 3D로 가시화할 수 있는 LiDAR 센서가, 후속드론에는 지하공간의 위협을 탐지할 수 있는 CO₂ 농도 감지, 급조폭발물 탐지 및 화생방 감지 센서가 장착된다.

넷째, 소형로봇은 <그림 8>처럼 지하공간에서 복잡한 지형을 극복하면서 신속한 기동력을 발휘할 수 있도록 구동장치가 부착되고, 통신 단절에 대비하고 적 병력의 활동을 감시하기 위해 통신 중계기와 열영상 센서가 장착된다.



출처 : <https://robotchampion.com/guardbot-launches-terrain-security-guard-robot/>

그림 8. 구동장치가 부착된 구형 로봇
 Figure 8. All-terrain spherical robot

이와 같은 사항을 고려하여 후속연구가 지속된다면 전략적 수준에서 지하작전을 수행하는 특수전사령부를

중심으로 앞서 언급한 도전요소들을 극복할 수 있을 것이다. 또한, 이와 같은 지하작전용 로봇은 북한 지역에서의 특수작전 뿐만 아니라, 지하 공동구가 즐비한 메가시티(Megacity)에서도 적의 침투나 테러의 위협에 대응하기 위한 유용한 수단으로 활용될 수 있을 것이다. 또한, 지하작전용 무인체계와 이를 활용한 전투수행방법과 부대구조의 발전은 우리 국민의 생명과 재산을 보호하고, 미래 한반도 전장에서 승리하기 위해 우리 군에게 요구되는 반드시 필요한 변화이며 새로운 도약을 위한 노력이 군사혁신(Revolution in Military Affairs) 차원에서 특수전사령부를 중심으로 이루어지기를 기원하면서 다양한 후속연구를 기대해본다.

References

- [1] J. S. Kim(2015). Civilization Underground Spaces, Paju: Geulhangari.
- [2] US Army, NORTH KOREAN TACTICS(ATP 7-100.2), July 2020, p. 4-40.
- [3] Devon P. Ziller(2018). Training for Subterranean Operations in the KTO, 'Infantry Magazine'.
- [4] US Army, NORTH KOREAN TACTICS(ATP 7-100.2), July 2020, p. 4-39.
- [5] U.S. Army(2008). Combined Arms Center. p. 64.
- [6] Republic of Korea Army(2019). Army TIGER 4.0 Report.
- [7] <https://www.digitaltrends.com/cool-tech/droneball-giant-cage>