

<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2024.10.2.267>

JCCT 2024-3-32

## 한국 메가시티 지하시설 작전에 요구되는 능력

### Capabilities Required for Underground Facility Operations in Korean Megacities

심준학\*, 조승진\*\*, 김준우\*\*\*, 최지웅\*\*\*\*, 최원준\*\*\*\*\*, 양순일\*\*\*\*\*, 박상혁\*\*\*\*\*

**Jun Hak Sim\*, Seung Jin Jo\*\*, Jun Woo Kim\*\*\*, Ji Woong Choi\*\*\*\*,  
Won Jun Choi\*\*\*\*\*, Sun Il Yang\*\*\*\*\*, Sang Hyuk Park\*\*\*\*\***

**요약** 최근, 주요 선진 국가들은 인구문제 해결, 정치·경제, 그리고 국가 경쟁력 강화 등을 이유로 정책적으로 메가시티를 육성하고 있다. 그 변화의 추세는 더욱 가속화되고 있다. 한국도 서울·경기권에 이어 부산·울산·경남권, 대구·경북권, 광주·전남권, 대전·세종·충남·충북권 등지에 메가시티 정책이 추진되고 있다. 이런 도시화 현상으로 인해 군사전문가들은 미래의 전쟁 환경을 우주나 대도시(메가시티)로 예상한다. 이런 관점에서 한국도 미리 준비하지 않으면 메가시티가 직면한 위협에 효과적으로 대응하지 못할 것이다. 따라서 메가시티의 거대한 규모와 지하 작전환경의 특징에 최적화된 지하시설작전 능력이 요구되는 것이다. 이런 배경에서 메가시티 지하 작전환경의 특징과 미국, 이스라엘 등 군사 선진국의 지하시설작전 준비 사례를 분석하였다. 이를 기초로 한국 메가시티 내 지하 작전환경에 적합한 지하시설작전에 요구되는 능력을 아이디어 차원에서 군의 조직 및 전투계, 전투원 생존을 보장할 특수장비 및 물자 확보, 소부대 전투기술 개발과 훈련시스템 구축 측면에 우선순위를 두고 제시하였다.

**주요어** : 메가시티, 지하작전환경, 국가기반체계, 지하시설작전, 유·무인복합전투체계, 소부대 전투기술

**Abstract** Recently, major advanced countries are fostering megacities through policy for reasons such as solving population problems, political and economic issues, and strengthening national competitiveness. The trend of change is accelerating. In Korea, following Seoul and Gyeonggi, mega city policies are being promoted in Busan, Ulsan, Gyeongnam, Daegu and Gyeongbuk, Gwangju and Jeonnam, and Daejeon, Sejong, South Chungcheong and North Chungcheong areas. Due to this urbanization phenomenon, military experts predict that the future battlefield environment will be space or a large city (mega city). From this perspective, Korea will not be able to effectively respond to the threats facing megacities if it does not prepare in advance. Therefore, underground facility operation capabilities optimized for the huge scale of the mega city and the characteristics of the underground operational environment are required. Against this background, the characteristics of the underground operational environment of mega cities and cases of preparation for underground facility operations in advanced military countries such as the United States and Israel were analyzed. Based on this, the capabilities required for underground facility operations suitable for the underground operational environment within Korean megacities are developed from an idea perspective to military organization and combat system, securing special equipment and materials to ensure combatant survival, developing small unit combat techniques, and establishing a training system. It was presented with priority given to.

**Key words** : Megacity, Underground Operational Environment, National Infrastructure System, Underground Facility Operations, Manned and Unmanned Complex Combat System, Small unit Combat Technology

\*정희원, 육군대학 지상작전 교관(제1저자)

\*\*정희원, 육군대학 지상작전 교관(참여저자)

\*\*\*정희원, 육군대학 지상작전 교관(참여저자)

\*\*\*\*정희원, 육군대학 지상작전 교관(참여저자)

\*\*\*\*\*정희원, 육군대학 지상작전 교관(참여저자)

\*\*\*\*\*정희원, 육군대학 지상작전 교관(참여저자)

\*\*\*\*\*정희원, 중원대학교 국가안보학과 조교수(교신저자)

접수일: 2024년 1월 5일, 수정완료일: 2024년 1월 21일

게재확정일: 2024년 2월 3일

Received: January 5, 2024 / Revised: January 21, 2024

Accepted: February 3, 2024

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

Dept. of National Security, Jungwon Univ, Korea

## I. 서 론

현재, 세계의 도시는 인구문제 해결, 정치·경제력 강화 등을 이유로 인구 1,000만 명 이상이 거주하는 메가시티로 변하는 추세다. 국가 차원은 물론 기업들에서도 메가시티에 관한 관심이 증가하고 있다[1].

메가시티는 핵심 도시를 중심으로 일상생활이 가능하며 주변 지역과 기능적으로 연계된 인구 1,000만 이상의 도시를 의미한다. 세계적으로 메가시티는 2018년 33개에서 2020년 43개로 증가하고, 전 세계 인구에서 차지하는 비중도 6.9%(2018년)에서 8.8%(2030년)로 확대될 전망이다[2]. 우리나라도 서울·경기권에 이어 부산·울산·경남권, 대구·경북권, 광주·전남권, 대전·세종·충남·충북권 등지에 메가시티 정책이 추진되고 있다[3].

메가시티는 초연결·초지능화 된 시스템을 추구하며 지상·지하 교통체계, 통신·전력·에너지체계 등 기반체계가 집중되어 도시 운영을 지원한다. 거대화된 메가시티는 정치적 목적을 달성하기 위해서 수행하는 전쟁의 관점에서 간과할 수 없는 전략적 수준의 중심(Center of Gravity) 역할을 할 것이다.

또한 다각화된 개발로 지상에서의 공간은 부족해지고 기반체계를 보호하기 위해 지하공간에 대한 활용도는 점차 높아지고 있다. 이런 도시화 현상 속에서 군사전문가들은 미래의 전장 환경을 우주나 대도시로 예상한다.

특히, 미국 등 군사 선진국들은 대도시의 지하시설작전에 관심을 보이고 있다. 일례로 2018년부터 미 육군은 보병부대들의 다음 전장은 거대 도시가 될 것이라고 보면서도, 지상 시가전이 아니라 지하시설로 전망하고 전투력 배양을 위해 5억 9,000만 달러를 투입했다. 총 31개 정규 전투여단 가운데 26개 여단에 대해 지하전투훈련과 장비 및 물자 지급을 추진하고 있다[4].

결국, 우리나라도 미리 준비하지 않으면 메가시티화로 인한 위협에 효과적으로 대응하지 못할 것이다. 따라서 메가시티의 거대한 규모와 지하 작전환경의 특징에 최적화된 지하시설작전 능력이 요구되는 것이다.

이러한 문제의식을 바탕으로 미래 메가시티 내 지하 작전환경에서 효과적으로 작전할 수 있는 우리 군의 조직 및 전투체계, 전투원 생존을 보장할 특수장비 및 물자 확보, 소부대 전투기술 개발과 훈련시스템 구축 측면에서 지하시설작전에 요구되는 능력의 발전 방향을 제시한다.

## II. 메가시티 지하 작전환경 특징

메가시티를 중심으로 국내·외적인 영향력과 경제적 의존도가 증대되고 있다. 산업구조가 지식·서비스·금융 중심으로 재편되어 글로벌 영향력 또한 확대되고 있다. 이런 상황에서 메가시티 내에 형성된 인공구조물, 복합도로망, 초고층 건물, 거대 네트워크 등은 가용공간을 최대한 활용할 수 있도록 메가시티는 형성된다[5].

메가시티 지하공간 또한 최대한 개발하여 수송 및 교통체계, 통신체계, 에너지체계와 같은 지하기반체계 뿐만 아니라 메가시티의 각 기능의 저장공간 등으로 활용하는 추세다[6]. 즉, 지상 및 공중영역과 더불어 메가시티의 지하영역이 새로운 작전영역으로 확장된 것이다.

군사적으로 메가시티 내 지하환경은 지하터널, 지하시설(UGF: Underground Facility), 지하 도시기반시설 3가지로 분류한다[7]. 지하터널은 암석지대 내에 형성된 터널, 자연적으로 생성된 동굴을 포함하며 인공적인 터널에는 제한적인 배수, 전기, 환기시설을 보유하고 있다.

또한, 지하시설은 군사 목적으로 지휘·통제, 작전, 생산, 저장, 방호 등의 기능을 발휘하기 위해 구축한 시설로 정의한다. 마지막, 지하 도시기반시설은 군사적인 측면에서 보호되어야 할 지하에 설치된 시설을 말하며, 지하철, 공동구, 하수구, 지하수로 등이 해당한다.

이러한 지하환경의 특징으로 첫째, 활동공간이 협소하다는 점이다. 도시는 거대화된다고 해도 지하 시설들은 각각의 격벽으로 구성되어 있어 팀 또는 분대 단위 소부대 위주의 분권화된 작전을 강요한다. 또한 도비탄의 위험성과 제한된 높이는 전투원들의 행동 및 화력지원에 제한을 준다.

둘째, 는 어둡고 밀폐된 환경이다. 이는 전투원들의 시계(視界)를 제한하며 밀폐된 공간은 총격 등의 소음을 극대화한다. 어두운 환경으로 인한 오인사격으로 화재, 폭발, 붕괴 등 다양한 우발상황이 발생할 수 있다. 무엇보다도 전투원의 심리적 불안감을 증폭시킬 수 있다.

세 번째로는 복잡한 시설구조이다. 이는 지하시설 작전을 수행하는 전투원 간 통신장애를 유발하여 의사소통을 제한한다. 격벽 간 개폐장치 등 다양한 구조물을 극복 소요가 있어 다양한 개척 장비가 필요하다. 더욱이 개척 시 붕괴 우려로 인한 폭파 장비 사용도 제한적이다.



출처: <https://www.army.mil/>  
 그림 1. 美 제2스트라이커여단 워싱턴주 지하시설작전  
 Figure 1. U.S. 2nd Stryker Brigade Operation Underground Facility in Washington Stat

이런 메가시티 지하 작전환경의 특징을 극복하고 효과적인 지하시설작전을 위해서는 <그림 1>과 같이 그에 걸맞은 전투부대와 장비 및 물자를 갖춘 전투원과 전투원들의 전투기술 숙달 등이 요구되는 것이다.

### III. 지하시설작전 준비 사례

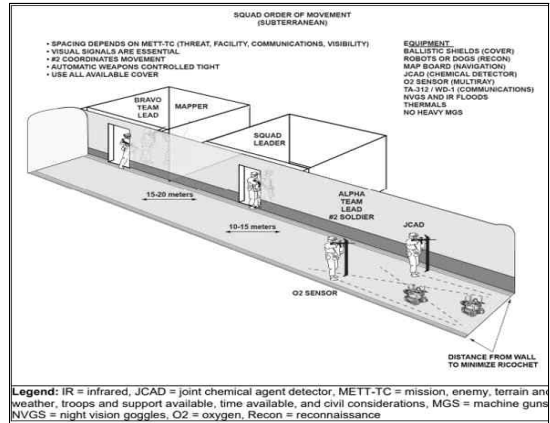
전 세계의 도시 거주 인구는 꾸준히 증가하고 있다. 이런 도시화는 지하공간 확장으로 연결될 수밖에 없다. 전술한 메가시티의 지하환경의 특징으로 인해 군사작전에 미치는 영향은 지대하다. 즉, 기존의 도시지역 작전의 부대편성과 작전개념, 무기체계로는 효과적 대응이 제한적이다.

이러한 배경에서 2018년부터 미군은 지하시설 작전의 중요성을 인식하고 대비하였다. 현재 이스라엘-하마스 전쟁에서 가자 메트로에 은·엄폐한 하마스의 지도부를 제거하거나 인질을 구출하는 이스라엘 특수부대의 지하시설작전도 미군의 개념과 다르지 않다. 미 육군의 지하시설작전 준비 사례를 분석하면 다음과 같다[8].

첫째, 유·무인 복합전투체계이다. 이것은 개별 전투원과 무인체계 간의 유기적인 협업(Manned & Unmanned Teaming)을 의미한다. 전투원의 생존성을 강화하고 시간과 공간의 제한을 극복하여 효율성을 극대화하는 것이다.

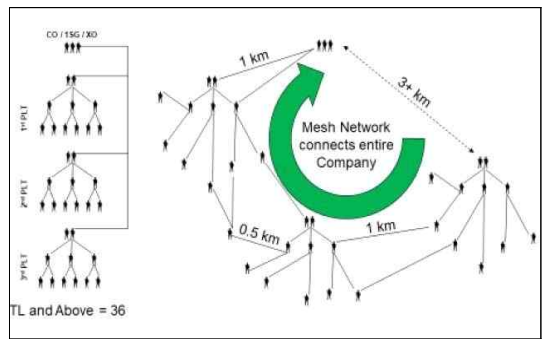
미 육군이 발간한 Subterranean Operations에는 <그림 2>와 같이 9명의 전투원과 2대의 소형 로봇이 결합된

분대급 전투체계가 중점적으로 제시되어 있다[9]. 소형 로봇은 지하 작전환경에서 제한된 시계 확보를 위해 감시·정찰의 역할을 한다. 또한 밀폐된 지하 환경에서 적의 오염물질, 대기환경의 유독성 여부와 산소 농도를 탐지한다.



출처: <https://www.military.com/daily-news/2018/06/24/>  
 그림 2. 美 육군의『Subterranean Operations』에서 제시한 분대급 유·무인 복합전투체계  
 Figure 2. Squad-level Manned and Unmanned Complex Combat System Presented by the U.S. Army's Subterranean Operations

둘째, 메쉬(Mesh) 네트워크 기반 통신체계이다. 이것은 지하에 전개한 전투원이 노드가 되어 릴레이 방식으로 네트워크를 형성하는 방식이다. 미군은 전술한 지하작전환경의 특징을 극복하기 위한 <그림 3>과 같은 메쉬 네트워크 기반의 통신기를 전력화했다.



출처: [https://www.army.mil/article/222056/mpu5\\_radio\\_rakkasan\\_tested](https://www.army.mil/article/222056/mpu5_radio_rakkasan_tested)  
 그림 3. 미 육군의 전투중대급 메쉬 네트워크 모델  
 Figure 3. U.S. Army Combat Company-Level Mesh Network Model

셋째, 지하시설작전 훈련장이다. 지하시설 작전에 투입된 전투원의 효율적인 작전을 보장하기 위해서는 강한 훈련이 요구된다. 이를 통해 미군은 전투원이 통신장

비 및 소형로봇과 함께 지하 작전환경에서 소부대 전투 기술을 습득하기 위해 집중했다.

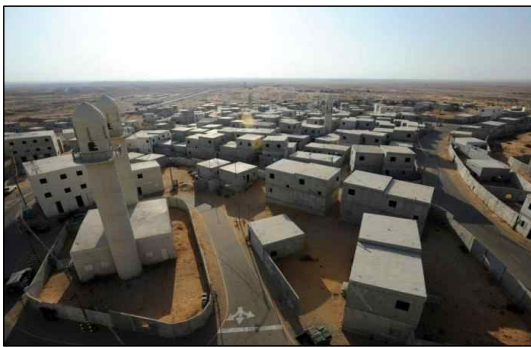
일례로, 지하터널 특징을 갖춘 6개 훈련장(Texas의 Fort Hood Virginia의 Fort Story 등)을 <그림 4>와 같이 갖추어 미 육군 여단 전체가 지하시설 작전을 훈련토록 하였다[10].



출처: <https://img.bemil.chosun.com/nbrd/data/10044/upfile/202207/2022070714351899380.jpg>

그림 4. Virginia, Fort A.P. Hill Asymmetric Warfare Group 훈련 센터  
Figure 4. Virginia, Fort A.P. Panoramic view of Hill Asymmetric Warfare Group Training Center

이스라엘 군은 2006년 제2차 레바논 전쟁의 교훈을 도출한다. 이를 반영하여 2011년에 <그림 5>와 같이 지하시설 작전 훈련센터(Urban Warfare Training Center)를 설립하여 지하시설 작전 소부대 전투기술을 연마한다. 이런 결과로 이스라엘-하마스 전쟁에서 지하시설 작전 성과로 이어질 수 있었다고 평가한다[11].



출처: <https://www.israeldefense.co.il/en/content/urban-warfare-training-center-opens>

그림 5. 이스라엘군의 지하시설작전 훈련장  
Figure 5. Israel Army's Underground Facility Operation Training Site

이와 같이 메가시티의 지하 환경을 새로운 전장영역으로 인식하여 미래 위협을 대비하고 있다. 도시화에 따

른 메가시티는 근(近) 미래에 우리에게 다가올 전장이기에 우리 또한 준비가 시급하다.

전술(前述)한 지하 작전환경의 특징과 주요 선진국의 사례를 기반으로 우리 메가시티에 최적화된 지하시설작전을 위한 능력을 발전시켜야 할 것이다.

#### IV. 지하시설작전에 요구되는 능력

주요 선진국의 준비 사례를 그대로 적용하는 것도 하나의 방안이 될 수 있다. 그러나, 분단된 한반도의 상황과 우리 메가시티 지하 작전환경에 적합한 제반 요구능력을 발전시키는 것이 더욱 중요할 것이다. 이런 관점에서 우선순위를 고려하여 요구되는 능력을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 제병협동작전이 가능한 조직편성과 유·무인 전투체계이다. 작전부대 조직편성은 지하시설의 특징과 수행하는 임무를 고려하여 소부대로 편성한다. 더불어 화생방반, 공병반, EOD반, 통신반, 저격반, 경찰반 등 소부대 제병협동작전이 가능하도록 편성한다. 일례로, 소대급 편성은 본부분대+보병분대(3개)+화기분대(1개)로 편성하며 그 이하 분대의 편성은 10명으로 한다. 그 이유는 지하 작전환경 자체가 분권화 작전을 요구하고 있어 분대 단위 역할 수행을 보장하기 위함이다[12]. 또한, 분대 편성은 본부를 분대장, System Operator 2명과 A팀 4명, B팀 4명으로 구분하여 공격과 지원, 방어와 지원, 2개 팀 공격, 2개 팀 방어 등 유연한 작전이 가능하기 때문이다.

또한, 유·무인 전투체계는 효율적인 지하 작전을 보장하기 위한 체계를 추가 편성한다. 이는 도시전투용 경찰·감시와 유해물질 감지 센서가 장착된 경찰·감시 드론과 지휘자 ↔ 전투원, 전투원 ↔ 전투원 간 네트워크 기반의 통신체계와 이를 중계하는 통신용 로봇을 편성한다.

그리고, 지하작전 상황을 실시간 가시화할 수 있는 개인용 전장가시화체계를 편성하여 소부대 지휘자의 결심을 지원함과 동시에 네트워크 기반의 통신체계로 구현한다.

둘째, 전투원의 생존을 보장할 특수장비 및 물자 확보이다. 적에게 전자공격(Jamming)을 통해 적 지휘통제체계를 마비시킬 수 있는 전자전 장비를 편성하여 적의 공격을 억제토록 한다. 팀별 방탄 방패를 편성하며, 소대 및 분대가 작전에 필요한 물자 및 장비를 지원하는 드론 또는 무인 로봇을 편성한다. 더 나아가 지하시설 작전을

효과적으로 수행하기 위해서는 기존의 편제 장비 외, 지하 환경을 극복하여 생존 능력을 증가시키는 추가적인 특수장비가 필요하다. 예를 들어 전투원이 착용할 방음 헤드셋, 지하시설 산소 및 유독가스를 탐지할 수 있는 복합감지기, 지하통로 상에 설치된 인계철선 형식의 부비트랩 및 대인지뢰 탐지용 적외선 레이더 등을 편성해야 한다. 또한, 작전간 지하공간에서 폭발 시 순간적으로 압력이 대기압 이상으로 상승하는 과압(過壓)이나 도비탄에 의한 우군 피해 최소화해야 한다. 예를 들어 살상·비살상 무기를 선택적으로 사용하거나 개인방호체계를 갖추어 생존을 보장해야 한다.

셋째, 지하시설작전 소부대 전투기술 개발과 훈련시스템 구축이다. 지하시설 내·외부에는 시설을 차단하고 방호하기 위한 다양한 형태(일반, 방화, 방폭)의 출입문이 있다. 출입문 형태에 따라 이를 개척할 수 있는 전투기술을 개발해야 한다. 개척 방법에 따른 절단기 등 개척도구 SET, 소총 및 산탄총과 같은 소총, 열을 이용하는 열전달 토치, 폭파 SET 등에 대한 조작 능력을 전투원들은 숙달해야 한다. 메가시티별 지하시설 특징은 각기 다를 것이다. 이를 고려한 이동대형·기술을 훈련하기 위한 훈련장을 구성한다. 일례로 ㄱ자형 통로, T자형 통로, Y자형 통로, +형 통로, 상·하향식 계단 이동 등 다양한 상황별 사격과 기동훈련이 가능해야 한다.

이외에 <그림 6> 이스라엘 특수부대와 같이 밀폐된 지하통로에서 도비탄 극복 기술, 환자 응급처치 기술, 작전지속지원 기술 등 지하시설 상황과 여건을 고려한 다양한 지하시설 전투기술을 개발하고 훈련해야 한다.



출처: <https://images.chosun.com/resizer/91et04yCHdK-xqrfwpA5dppnta4=/16x0/smart/cloudfront-ap-northeast-1.images.arcpublishing.com/chosun/ETRDLXJSEVCQ3EITLIX2CX3LZE.png>

그림 6. 이스라엘의 지하터널작전 특수부대인 야할롬 부대훈련  
Figure 6. Training of Yahalom, Israel's Special Underground Tunnel Operation unit.

지금까지 지하 작전환경 특성과 주요 선진국의 준비 사례를 기초로 우선순위를 고려하여 아이디어 차원에서 우리 메가시티 지하시설작전에 요구되는 능력의 발전 방향을 제시하였다.

## V. 결 론

오늘날 주요 선진 국가들은 인구문제 해결, 국가 경쟁력 강화 등을 이유로 정책적으로 메가시티를 육성하고 있다. 인구와 산업이 집중된 메가시티에는 지상 및 지하교통체계, 통신체계, 전력체계, 에너지체계 등 기반체계 등이 집중되어 있다. 이런 기반체계는 과학기술이 발달하면서 초연결되고 지능화되고 있다.

메가시티로의 변화는 피·아 모두에게 도전이면서 기회요인을 제공한다. 이를 인식한 주요 선진국들은 메가시티작전, 지하시설작전 등과 같은 새로운 작전영역 위협에 대비하고 있다. 특히, 내·외부의 위협으로부터 메가시티의 기반체계를 보호하기 위한 대안으로 지하공간은 더욱 확장될 것이다. 지하 작전환경은 활동공간이 협소하고, 어둡고 밀폐된 환경이면서 복잡한 시설구조라는 특징이 있다. 이 특징은 군사작전에 미치는 영향이 클 수밖에 없다. 따라서, 기존의 도시지역작전에 요구되는 능력으로는 효과적인 대응이 제한될 수밖에 없다.

따라서 메가시티의 거대한 규모와 지하 작전환경의 특징에 최적화된 지하시설작전과 요구되는 능력이 필요한 것이다. 이러한 문제의식에서 지하 작전환경에서 효과적으로 작전하는데 요구되는 능력의 발전 방향을 제시하였다. 이는 아이디어 차원에서 제시한 하나의 안(案)에 불과하다. 앞으로 4차 산업혁명으로 핵심 기술이 발전함에 따라 메가시티는 초연결·초지능화 될 것이다. 이러한 작전환경에 가해지는 위협은 군사작전을 수행하는 전 영역에 영향을 줄 것이다. 따라서 후속 연구를 통해 군 차원의 메가시티작전과 메가시티 지하시설작전을 최적화시키길 기대한다.

## References

- [1] Cha, Dowan and Sang Keun Cho, "Study on Threats and Defense Policy According to Appearing Mega City in the Future Korea", 『*Journal of Social Convergence*』 Volume 4, No. 3, Seoul: Daegu Scie

- nce University Defense and Security Research Institute, p. 12. June 23, 2020
- [2] Kyunghyun Park, “Implications of ultra-metropolit an areas and megacities in Asia” 『*Current Issues and Policy Implications*』 Volume 2, Number 46 (Volume 85), November 21, 2022
- [3] Han Jeong-sik, “We must come together to survive, Mega City”, 『*Future Korea*』 March 16, 2022 Internet address: <https://www.futurekorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=146448>(Search date: March 18, 2023)
- [4] The U.S. Army Goes Underground... Most of the combat brigades receive training for underground warfare, Yonhap News (yna.co.kr) (June 27, 2018)
- [5] Joint government-related ministries, 『Sutra-regional cooperation support strategy (draft)』, Sejong: Government of the Republic of Korea, pp. 2~3. October 14, 2021
- [6] Jun Hak Sim, Jang chan Kyu, “How to Identify Critical Nodes of National Infrastructure Systems in Megacities” 『*The Journal of the Convergence on Culture Technology*(JCCT), Vol. 8, No. 6, p.532, November 30, 2022.
- [7] Army Headquarters, “Special Mobile Support Brigade” 『*Army Headquarters*』, p.2-1.
- [8] Cho Sang-Keun, “Underground combat, only those who are prepared can do it!” (Chosun Ilbo), Internet address: [https://bemil.chosun.com/nbrd/bbs/view.html?b\\_bbs\\_id=10158&branch=&pn=2&num=6269](https://bemil.chosun.com/nbrd/bbs/view.html?b_bbs_id=10158&branch=&pn=2&num=6269)
- [9] U.S. ARMY, 『*Urban Operations*』 (U.S. ARMY, 21. July. 2022), p. 4-25.
- [10] How is the U.S. military preparing for underground warfare? (Chosun Ilbo), Internet address: [http://bemil.chosun.com/nbrd/bbs/view.html?b\\_bbs\\_id=10044&branch=&pn=1&num=225492&pan](http://bemil.chosun.com/nbrd/bbs/view.html?b_bbs_id=10044&branch=&pn=1&num=225492&pan)
- [11] Cho Sang-Keun, “Underground combat, only those who are prepared can do it!” (Chosun Ilbo), Internet address: [https://bemil.chosun.com/nbrd/bbs/view.html?b\\_bbs\\_id=10158&branch=&pn=2&num=6269](https://bemil.chosun.com/nbrd/bbs/view.html?b_bbs_id=10158&branch=&pn=2&num=6269)
- [12] Baek DongHwan, Young Joo Yoon, “A Research for conducting successful Urban Operation in Korean peninsular” 『*Journal of convergence security*(KOCOSA), Vol.15, No.3 p.52