

<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2023.9.3.257>

JCCT 2023-5-28

## 국가중요시설 방호력 강화를 위한 대드론체계 발전방향

# Development Directions for Enhanced Protection of National Major Facilities Countering Drone Threats

조상근\*, 김기원\*\*, 손인근\*\*\*, 서강일\*\*\*\*, 정민섭\*\*\*\*\*, 박상혁\*\*\*\*\*

Sang-Keun Cho\*, Ki-Won Kim\*\*, In-keun Son\*\*\*,  
Kang-Il Seo\*\*\*\*, Min-seop Jung\*\*\*\*\*, Sang-Hyuk Park\*\*\*\*\*

**요약** 최근 드론을 공격적 목적으로 활용하는 사례가 증가하면서 소형드론의 위협으로부터 효과적으로 국가중요 시설을 방호할 수 있는 대책이 필요하다는 주장이 등장하고 있다. 2022년 2월 발발한 우크라이나와 러시아 간 전쟁에서는 상대국의 주요시설에 대한 공격을 위해 소형드론을 적극적으로 활용하고 있으며, 우리나라의 경우에도 2022년 12월 북한에서 침입한 5대의 소형드론이 서울 및 경기도 지역을 7시간가량 활동하였으나 이를 효과적으로 식별하고 대응하지 못하였다. 대드론체계(Counter-drone System)는 저고도로 비행하여 위협을 가할 수 있는 소형드론을 탐지 및 식별하고 이를 무력화하는 시스템으로 소형드론 위협을 효과적으로 대응하려면 필수적으로 요구된다. 본 고는 소형드론의 활용성과 위협이 증가하는 가운데 앞으로 국가중요시설을 방호하기 위한 대드론체계를 구축할 때 무엇을 고려해야 하는 지를 살펴보았다. 이를 위해 관련분야 전문가들에 대한 표적집단면접(Focus Group Interview)을 실시하였고, 그 분석결과를 국가중요시설 방호력 강화를 위한 발전방향으로 제시하였다.

**주요어 :** 대드론체계, 국가중요시설 방호, 대드론체계 고려요소, 소형드론 위협

**Abstract** Recently there are increasing number of claims that it is necessary to build a countermeasure in case of aggressive threats by small drones. During Russia-Ukraine war ignited by Russian invasion on February 2022, attacking drones have been being used widely to damage other country's national major facilities. On December 2022, 5 drones sent by North Korea made a flight around Seoul, South Korea about 7 hours, but it was not successful to search and track them. Furthermore, none of these were destroyed and shot down. Counter-drone system is essential system to search and identify unintended small drones and disable them. This paper is for proposing required functions for building a counter-drone system for national major facilities. We conducted focus group interviews with relevant government officials and analyzed their suggestions on how to augment protection capabilities to defend against small drone attacks.

**Key words :** Counter-drone system, Protection of national major facilities, Threat of Small drones

\*정회원, KAIST 국가미래전략기술 정책연구소 미래기술 환경 예측·분석센터 연구교수(제1저자) Received: March 29, 2023 / Revised: April 10, 2023  
\*\*정회원, 대경대학교 군사학과 교수 (참여저자) Accepted: May 3, 2023  
\*\*\*정회원, 아주대학교 장위국방연구소 연구교수 (참여저자) \*\*\*\*\*Corresponding Author: plbas@hanmail.net  
\*\*\*\*정회원, 육본 정책실 드론봇전투체계발전장교 (참여저자) Dept. of Military Science, WooSuk Univ, Korea  
\*\*\*\*\*정회원, 육군미래혁신연구센터 연구장교 (참여저자)  
접수일: 2023년 3월 29일, 수정완료일: 2023년 4월 10일  
게재확정일: 2023년 5월 3일

## 1. 서론

지난 2014년 3월 두 대의 북한발 소형드론이 각각 과주시와 백령도에 추락하여 발견된 후, 같은해 4월 강원도 삼척에서도 추가로 발견된 사건이 있었다. 이후, 8년 뒤 2022년 12월 26일 북한 드론 5대는 우리 영공을 침투하여 약 7시간 동안 서울·강화·과주시 일대를 비행하였으며 우리 군은 북한 드론 5대를 격추하지 못해 국민의 우려는 높아지고 있는 상황이다[1]. 또한, 대통령 경호목적의 비행금지구역인 P-73A공역(반경 1.6km)에 드론이 사전승인 없이 불법적으로 진입, 탐지된 사례는 2014년 12건에서 2015년 37건으로, 이듬해인 2016년에는 1월~7월에만 14건으로 증가하였다[2].

이러한 소형드론 위협은 국내뿐만 아니라 해외에서도 사례를 다양한 찾아볼 수 있다. 지난, 2015년 일본에서는 40대 일본인이 날린 미량의 방사성 물질을 함유한 드론이 일본 총리 관저 옥상에서 발견되었던 사례가 있었으며, 2017년 2월에는 이슬람 무장세력 IS가 쿠르드족에게 폭탄이 탑재된 드론을 실어 보내 쿠르드족이 드론을 살펴보던 중 폭발한 사례가 있었다. 이외도 남아프리카 공화국 원전 내에서 발생한 허가되지 않은 드론 비행의 식별과 더불어 영국 런던에서 벌어진 여객기와 드론의 충돌은 드론을 통한 국가중요시설에 대한 공격이 언제든 가능한 것임을 주시시켜준다[3].

본 연구는 이렇게 국가중요시설에 가해질 수 있는 드론 위협을 상쇄시킬 수 있는 ‘대드론체계’ 구축 시 적용되어야 하는 고려요소를 도출하고 발전방향을 제시하는데 있다. 이를 위해, 산업통상자원부(이하 ‘산업부’)와 산하의 국가중요시설을 담당하는 11개의 전력그룹사(社)의 대드론체계 관계관을 대상으로 표적집단을 구성하여 인터뷰(FGI)를 진행하였다. 이후 도출된 유의미한 데이터는 연구진에 의해 정리 및 분석되어 3장에 구체적으로 제시하였다.

## II. 대드론체계 관련 이론과 기술적 이해

대드론(Counter-Drone)의 개념은 아직 충분히 논의되어 정립된 것은 아니다. 이 개념은 2021년 1월 美 국방부에서 발표한 ‘소형무인기체계 대응전략 보고서’에서 최초로 다루어지고 있다. “소형드론의 급격한 진화가 국제질서를 혼란케 하고 아울러 美 합동군에 심각한

한 악영향을 유발할 수 있어 종합적인 대응 역량을 개발 및 추진해야 한다”라고 강조하며 카운터(Counter)라는 ‘대(對)’개념을 적용하고 있다[4].

2021년 1월에 美 국방부에서 발표한 첫 무인기 대응 전략보고서인 ‘소형무인기체계 대응전략(Counter-s UAS Strategy)’에서는 소형드론(600kg 미만의 드론을 적용)의 급격한 진화는 국제질서를 깨뜨리고, 美 합동군에 심각한 악영향을 끼칠 수 있어 종합적인 대응 역량을 개발하고 추진해야 한다고 밝혔다. 이를 위해, 美 국방부는 아래 ‘Figure1’처럼 합동군과 동맹의 수준을 뛰어넘어 전방위적인 민·관·군·산·학·연 간의 노력의 통합(Unity of Effort)을 강조했다[5]. 즉, 카운터(Counter)의 개념을 적용한 종합적인 소형드론의 위협에 대한 대응을 발전시키고 있는 것이다. 우리 군에서도 대침투작전(Counter-Infiltration Operation), 대테러작전(Counter-terrorism Operation) 등의 용어와 같이 대드론(Counter-Drone)이란 용어로 사용 중에 있다[6].

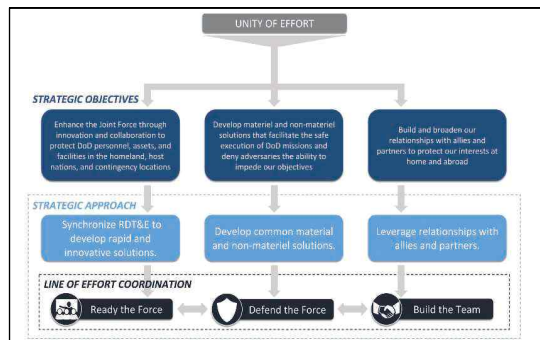


그림 1. 미 국방부의 소형무인기대응 노력의 통합  
Figure 1. C-sUAS unity of effort of the US DoD

반면, 산업계와 학계, 일부 정부기관에서는 ‘안티드론(Anti-Drone)’이란 용어를 사용하고 있는데, 이것은 불법드론이 테러에 사용될 가능성이 높아짐에 따라 ‘드론테러’의 개념이 생기면서 불법드론에 맞선다는 의미에서 실무적으로 사용하고 있는 것이다[5]. 두 용어 중에 어떤 것을 사용해야 하는지는 추가적인 연구가 필요하나, 본 연구에서는 ‘카운터(Counter)’의 의미를 적용하여 ‘대(對)드론(Counter-Drone, 이하 대드론)’으로 사용하고자 한다[7].

이러한 대드론 개념과 모습은 현재 민·관·군·산·학·연이 집단지성을 모아 점차 가시화되고 있고, 이를 구

현하기 위한 구체적인 기술도 상용화되고 있다. 대드론은 탐지하는 기술과 무력화시키는 기술로 구분할 수 있다[8]. 탐지하는 기술은 음향탐지(드론이 동작할 때 발생하는 특유의 소음을 탐지), 방향탐지(조정자와 드론에서 발생하는 RF 신호의 방향과 위치 탐지), 영상(EO/IR 영상정보를 활용하여 탐지), 레이더(RF 신호를 송출, 표적에서 반사되는 신호를 수신하여 탐지)가 있다[9]. 무력화 기술은 드론을 포획하는 방식(그물망, 맹금류), 드론을 파괴하는 방식(드론에 직접 물리력을 가해 파괴), 전파를 교란하는 방식(조종 신호를 받는 주파수대역에 방해전파를 방사)등이 있으며, 제도적으로 예방(드론/조종사 등록, 지오펜싱 설정)하는 방식도 있다[10].



그림 2. 국가중요시설 소형드론 대응방안  
 Figure 2. Important national facilities C-SUAS

### III. 대드론 관련 전문가 인터뷰 분석

산업부(2명)와 산하 11개 전력그룹사(社)의 대드론체계 관계관(18명)은 “국가중요시설에 대드론체계 구축 시 제한사항은 무엇인가?”, “이런 제한사항을 극복할 수 있는 방안은 무엇인가?”, “국가중요시설에 대드론체계 구축 시 고려사항은 무엇인가?” 등 3개 질문에 대한 다양한 아이디어를 발산했다. 연구진은 이들의 아이디어를 재구성했다. 보안상 산업부와 산하 전력그룹사(社)의 직책·회사명은 알파벳으로 표현했고, 중복되는 내용은 통합했다. 그 결과, <표1·2·3>과 같이 국가중요시설에 대드론체계 구축 시 필요한 유의미한 데이터를 확보할 수 있었다.

1. 국가중요시설에 대드론체계 구축 시 제한사항은 무엇인가?

연구진은 관계관들이 발산한 제한사항을 <표 1>

과 같이 정리했다. 이들이 언급한 주요 키워드를 가시화하면 <그림 3>과 같고, 주요 제한사항으로는 자원부족(인력 및 예산), 체계 및 장비의 작전요구성능(ROC) 미비, 군-시설간 협조체계 미비, 위협분석 부족, 법규 미비 등을 꼽을 수 있다.

표 1. 제한사항  
 Table 1. Restrictions

구분	인터뷰 결과
산업부	· 군·경·시설(장)간 불명확한 협조체계 미비 · 전·평시 위협 분석 부족 · 체계 및 장비의 작전요구성능(ROC) 설정 모호
전력 그룹사 (11개)	A · 군·경·시설(장)간 불명확한 협조체계 미비 · 체머 및 레이더 사용 관련 법규 미흡 · 대드론체계 구축 소요비용 부담 모호
	B · 시설(장)의 대드론체계 필요성 인식 부족 · 관련자 전문성 및 의지 부족 · 예산 편성(부족 및 미확보)
	C · 전·평시 위협 분석 부족 · 체계 및 장비의 작전요구성능(ROC) 설정 미흡
	D · 검증된 체계 및 장비 부족 · 예산(인력 및 장비) 부족
	E · 예산편성(부족 및 미확보)
	F · 체머 및 레이더 사용 관련 법규 미흡 · 예산편성(부족 및 미확보)
	G · 대응체계 미정립(부재) · 예산편성(부족 및 미확보)
	H · 관련자 전문성 및 의지 부족 · 관련 법제화 필요 · 체계 및 장비의 작전요구성능(ROC) 설정 미흡 · 예산편성(부족 및 미확보)
	I · 대응체계 미정립(부재) · 체머 및 레이더 사용 관련 법규 마련 · 군·경·시설(장)간 불명확한 협조체계 미비
	J · 전·평시 위협 분석 부족 · 예산편성(부족 및 미확보)
	K · 군·경·시설(장)간 불명확한 협조체계 미비 · 사업장별 위협분석에 따른 대응체계 모호 · 예산편성(부족 및 미확보)

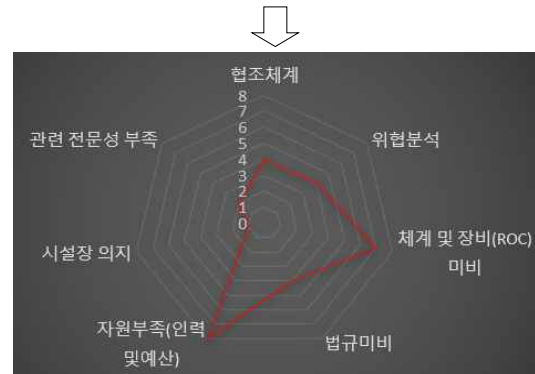


그림 3. 제한사항 관련주요 키워드 마이닝  
 Figure 3. Keyword Mining in terms of Restrictions

2. 이런 제한사항을 어떻게 극복할 수 있는 방안은 무엇인가?

관계관들이 생각하는 극복방안은 <표 2>와 같고, 이들이 발산한 아이디어 중 주요 키워드를 정리하면 <그림 4와> 같이 군-시설간 협조체계 정립, 법규정비, 정부지원, 체계 및 장비의 작전요구성능(ROC) 정립, 위협분석, 상황인식 순이다.

표 2. 극복방안  
Table 2. Solutions

구분	인터뷰 결과
산업부	· 군·경·시설(장)간 명확한 협조체계 · 작전요구성능(ROC) 및 법적근거 정립(재머, 전파)
전력 그룹사 (11개)	A · 군·경·시설(장)간 명확한 협조체계 · 관련 법규 정비 · 대드론체계 구축을 위한 정부지원
	B · 정부 및 관련기관(장) 대상 인식개선 교육 · 정부 및 시설(장) 체계 구축 교육 및 포상
	C · 관련 기관 업무분장 · 전·평시 위협 구체화
	D · 군·경·시설(장)간 명확한 협조체계 · 작전요구성능(ROC) 및 법적근거 정립 · 대드론체계 구축을 위한 정부지원
	E · 법제화 추진 · 군·경·시설(장)간 명확한 협조체계
	F · 법제화 추진 · 대응체계를 공공기관 경영평가에 반영
	G · 체계 구축방안 정립 · 대드론체계 구축을 위한 정부지원
	H · 작전요구성능(ROC) 및 법적근거 정립 · 대드론체계 구축을 위한 정부지원
	I · 군·경·시설(장)간 명확한 협조체계 · 작전요구성능(ROC) 및 법적근거 정립(재머, 전파)
	J · 군·경·시설(장)간 명확한 협조체계 · 전·평시 위협 구체화 · 대드론체계 구축을 위한 정부지원
	K · 군·경·시설(장)간 명확한 협조체계 · 시설장별 위협 구체화 및 대응체계 소요판단



그림 4 : 극복방안 관련 주요 키워드 마이닝  
Figure 4 : Keyword Mining in terms of Solutions

3. 국가중요시설에 대드론체계 구축 시 고려사항은 무엇인가?

이들은 <표 1>의 제한사항을 상쇄시키고 <표 2>의 극복방안을 구현시 고려해야 할 사항으로 <표 3>과 같은 아이디어를 도출했다. 이것들을 수렴하면 'figure5'과 같이 체계 및 장비의 작전요구 성능(ROC) 고도화, 작계검증, 군-시설간 협조체계 구축, 위협분석, 법규정비 순으로 가시화할 수 있다.

표 3. 고려요소  
Table 3. Considerations

구분	인터뷰 결과
산업부	· 체계성능(탐지 및 무력화 등) · 군·경 협조체계(정보공유 및 통합훈련 등)
전력 그룹사 (11개)	A · 군·경·시설(장)간 협조체계 · 체계 및 운용능력
	B · 체계성능(탐지 및 무력화 등)
	C · 군·경과의 협조체계 · 체계성능(탐지 및 무력화 등)
	D · 체계성능(탐지 및 무력화 등) · 진화하는 위협 대응대비 확장 및 유연성
	E · 대응체계 구체화 및 행동화 숙달 · 군·경·시설(장)간 명확한 협조체계
	F · 작전 운용성 및 전파 영향성(안전)
	G · 체계성능(탐지 및 무력화 등) · 체계 운용성에 따른 교육훈련 복잡성 근절
	H · 적 위협 분석결과에 따른 계획 검증 · 대응체계 구체화 및 행동화 숙달
	I · 작전 운용성에 따른 계획검증
	J · 적 위협분석에 따른 계획검증 · 체계 운용성 보장(인력 및 예산, 조직 등)
	K · 적 위협분석에 따른 계획검증 · 체계성능(탐지 및 무력화 등) · 군·경·시설(장)간 명확한 협조체계



그림5 : 고려사항 관련 주요 키워드 마이닝  
Figure 5: Keyword Mining in terms of Considerations

이를 종합적으로 분석해봤을 때, 대드론체계 구축을 위해서 대내·외적 드론 구축의 필요성에 대한 인식 부족, 이에 따른 법규, 체계, 자원 등의 미비한 것으로 분석된다. 이러한 제한사항이 해소되기 위해서는 우선 군-시설간 명확한 협조, 책임 한계 등을 법제화하여 명확히 하고 정부의 적극적인 지원 하에 위협분석으로부터 대응체계 및 장비를 확충해 나가야 하는 것으로 보인다. 이러한 제한사항이 해소되어 대드론 체계를 구축하게 되면 가장 우선적으로 필요한 고려요소는 대드론 체계 및 장비의 작전요구성능(ROC)을 고도화하고 이를 검증하는 것으로 보고 있다.

#### IV. 발전 방향

본 연구의 목적은 국가중요시설에 가해지는 고도화된 드론 위협을 상쇄하기 위한 대드론체계 구축 시 고려요소를 도출하는 것이다. 이를 위해, 산업부와 산하 11개 전력그룹사(社)의 대드론체계 관계관 20명을 대상으로 표적집단면접법(FGI)을 적용하였다. 그 결과, 전술(前述)한 것처럼 국가중요시설에 대드론체계를 구축할 시 제한사항과 극복방안, 그리고 전자를 상쇄시키고 후자를 구현할 시 고려해야 할 사항을 도출할 수 있었다.

이와 같은 유의미한 결과를 구체화하기 위해서는 다음과 같은 사항이 후속, 뒷받침되어야 한다. 이것은 국가중요시설에 대드론체계를 덧입히는데 있어서 지속가능성을 보장하는 전제조건이다. 또한, 민·관·군·산·학·연 간 노력의 통합을 위해 반드시 필요한 조치이기도 하다.

첫째, 국가중요시설에 대드론체계를 구축하기 위한 관계 '법령'이 제·개정되어야 한다. 군과 시설의 명확한 책임과 한계가 불명확하고, 대드론전을 수행하는데 발생하는 민·형사상의 제한사항이 있어 드론 위협이 가중됨에도 적극적으로 대드론체계를 구축하기 어려운 상황이다. 이로 인해, 대드론체계의 필요성, 체계 및 장비 작전요구성능(ROC)의 모호함, 소극적 예산 편성 등의 제한사항을 수반하고 있다. 따라서 대드론체계 구축을 위한 추동력 보장을 위해서 법제화가 선행되어야 할 것이다.

둘째, 실제적인 대드론체계를 구축하기 위해서는 민·관·군·산·학·연간 전략적 제휴를 강화해야 한다.

무엇보다도, 위협 관련 전문성을 보유한 군에 의해 시설별 드론 위협을 명확히 분석하여야 하고, 이에 대한 대응개념은 민·관·군이 함께 발전시켜야 한다. 또한, 대응개념을 구현할 수 있는 무기체계는 신속 획득이 가능하도록 민·관·군·산·학·연이 함께 개발해야 한다. 즉, 민·관·군·산·학·연의 융통성있는 주도, 지원, 공조 등의 역할 분담을 통해 실효성 있는 대드론체계를 구축해야 할 것이다.

셋째, 국가중요시설별 대드론체계 구축에 필요한 예산은 중앙정부에서 지원할 필요가 있다. 국가중요시설은 전·평시 국가 운영 및 안보의 핵심적 역할을 요소이다. 현대전은 이미 오래전부터 국가 총력전으로 국가의 제 요소가 안보와 전쟁의 주체로 인식되고 있다. 이에 따라, 현대전에서 국가중요시설은 전쟁지속능력의 핵심으로 안보적 가치가 매우 높아졌다. 따라서 국가중요시설에 대드론체계를 덧입히는 것은 국가 안보의 핵심사업으로, 중앙정부에서는 체계 구축, 검증, 평가 등에 필요한 가용 자산의 적극적인 지원이 이루어져야 할 것이다.

본 연구는 산업부와 산하 전력그룹사(社)의 대드론체계 관계관만을 대상으로 진행된 제한적인 연구이다. 이에 따라, 국가중요시설별로 최적화된 대드론체계를 구축해 나가기 위해서는 민·관·군·산·학·연의 전문가들과 함께 집단지성을 모으고, 이를 바탕으로 다양한 후속연구가 진행되어야 할 것이다. 본 연구를 바탕으로 고도화되어 가고 있는 드론 위협에 선제적으로 대응할 수 있는 한국형 대드론체계의 발전을 기대해본다.

#### References

- [1] <http://www.pennmike.com/news/articleView.htm?idxno=59573>
- [2] [http://www.youtube.com/watch?v\\_yVNaHi4Zlc](http://www.youtube.com/watch?v_yVNaHi4Zlc)
- [3] D. W. Cha, J. O. Park, C. H. Son, Y. W. Park & K. W. Kim (2018). Current status of military drones and countermeasures against drones. *Defense & Technology*, (417), 140-153.
- [4] K. I. Seo, K. W. Kim, J. H. Kim, S. K. Cho, S. H. Park (2023). A Case Study on the Threat of Small Drone and the Development of Counter-Drone System, *The Journal of the Convergence on Culture Technology*.

- gence on Culture Technology, vol. 9, No. 1, pp. 323-328.
- [5] U.S. Department of Defense (2021). Counter-s UAS Strategy, p.3.
  - [6] K. I. Seo, K. W. Kim, J. H. Kim, S. K. Cho, S. H. Park (2023). A Case Study on the Threat of Small Drone and the Development of Counter-Drone System, The Journal of the Convergence on Culture Technology, vol. 9, No. 1, pp. 323-328.
  - [7] D. H. Lee, W. Kang (2019). A Study on the Establishment of Anti-Drone Concept and Effective Response System, Korean Security Journal, No. 60, pp. 9-31.
  - [8] K. H. Ka, Y. H. Yeong, Y. M. Lee(2021). A study on Responding System against Illegal Drone at Airport, Journal of the Aviation Management Society of Korea, 19(3), pp. 15-32.
  - [9] H. J. Kim, B. M. Kim(2019). A Study on the Evolution of Drone Technology and Anti-Drone Jamming, The Journal of Police Science, 19(3), pp. 123-151.
  - [10] J. C. Choi, S. H. Lim(2021). Anti-Drone, KISTEP Technology Trends Brief, 2021-10, pp. 1-40.