

우주 기반 전자전 대응을 위한 대위성 재밍체계 연구

조성환, 윤영삼, 김용철*

육군사관학교

scho@kma.ac.kr, yyoon4@kma.ac.kr, kyc6454@kma.ac.kr

A Study on Anti-Satellite Jamming Systems for Space-Based Electronic Warfare Countermeasures

Cho Sunghwan, Yoon Youngsam, Kim Yongchul*

Korea Military Academy

요 약

현대전에서 위성 의존도가 높아지며, 적 위성 통신·감시 기능을 마비시키는 대위성 재밍이 핵심 전자전 수단으로 부각되고 있다. 본 연구는 미국, 러시아 등 군사 선진국 운용 사례를 토대로 한국군에 적용 가능한 운용 개념을 구축하기 위해 통신위성·전자정보 수집위성·위성관제 링크·항법신호 재밍이라는 네 가지 세부 분야로 나누어 각각의 운용 방안을 제시한다. 다계층 신호 수집 체계와 정밀 신호 분석 능력을 전제로 상향링크 차단, 기만 신호 방사, 관제 신호 교란, 항법신호 재밍이 효과적인 방안으로 도출됐으며, 이는 한국군의 대응 전략과 무기체계 개발에 실질적 기여를 할 것으로 기대된다.

I. 서 론

현대 군사작전에서 위성 기반 기술은 지휘·통제, 정찰, 통신, 항법 등 핵심 역할을 수행하며 중요성이 날로 높아지고 있다. 제사용 발사체의 등장으로 위성 운용 비용이 낮아지면서, 전 세계적으로 위성 활용이 급증하고 있으며, 이에 따라 다수의 군사 선진국은 위성을 기반으로 한 군사력을 강화하고 있다. 이런 배경에서 위성 통신 및 감시 체계를 무력화할 수 있는 대위성 재밍(Anti-Satellite Jamming) 기술의 필요성이 커지고 있다 [1].

대위성 재밍은 크게 물리적 파괴를 의미하는 Hard Kill 방식과, 전자파를 통해 기능을 마비시키는 Soft Kill 방식으로 나뉘며, 후자는 운용 위험이 낮고 실전 활용도가 높아 선호된다 [2]. 특히, 상향링크 및 하향링크 신호를 교란하는 방식은 효율적인 재밍 전략으로 활용된다. 미국은 CCS(Counter Communications System) 체계를 통해 통신위성 재밍 능력을 확보하고 있으며, 러시아도 다양한 전자전 장비를 운용 중이다 [3].

이에 본 연구는 미국과 러시아 등의 사례를 바탕으로 한국군에 적합한 대위성 재밍체계 운용 개념을 정립하고자 하며, 통신위성, 전자정보수집위성, 위성관제링크, 항법신호 등 4개 분야별로 재밍 운용 방안을 구체화하였다. 또한, 대위성 통제센터를 중심으로 한 신호 수집·분석 및 재밍 프로세스를 제시하여 실질적인 운용 방안을 도출하는 데 초점을 맞추었다.

II. 군사 선진국의 대위성 재밍체계 운영사례

현대전에서 위성 기술의 중요성이 커짐에 따라 주요 군사 강국들은 대위성 재밍 기술 확보에 주력하고 있다 [4]. 미국은 정지궤도 통신위성의 상향링크를 교란하는 CCS 체계를 2004년부터 도입해 지속적으로 개량해왔으며, 최신 모델인 CCS Block 10.2는 이동식 차량 형태로 실전 배치 가능해 전장에서 높은 유연성과 효과를 제공한다 [5].

러시아는 미국의 우주전력을 견제하기 위해 Tirada-2S와 Krasukha-4와 같은 고출력 재밍 시스템을 개발했다. 이들 장비는 각각 통신위성과 저궤도 레이더 정찰위성을 무력화하는 역할을 하며, 분쟁 지역에서 실제로 운용된 사례도 있다 [6].

중국은 GNSS 신호 및 위성통신 교란 능력 강화를 통해 적극적인 전자전

역량을 구축하고 있으며, 상하이 항과 남중국해에서 GPS 및 위성통신 재밍 사례가 보고되었다. 비록 구체적인 체계 명칭은 공개되지 않았지만, GEO 위성까지 영향을 미치는 전파 교란 능력을 보유한 것으로 평가된다 [7].

이처럼 선진국들은 위성 기반 전자전 능력 강화를 통해 전략적 우위를 확보하고 있으며, 이는 한국군에 중요한 시사점을 제공한다. 현재 한국은 425 사업 및 ANASIS-II 위성을 운용하고 있으나, 대위성 재밍 능력은 매우 제한적이다. 일부 지상 기반 재밍 장비는 존재하지만, 이는 전통적인 레이더·통신 교란용이며, 위성 신호를 표적으로 한 우주 기반 재밍 기술은 아직 확보되지 않았다. 특히 북한과 중국의 위성 능력 확대를 고려할 때, 한국군의 우주 전자전 역량 부족은 중대한 안보 취약점으로 작용할 수 있다.

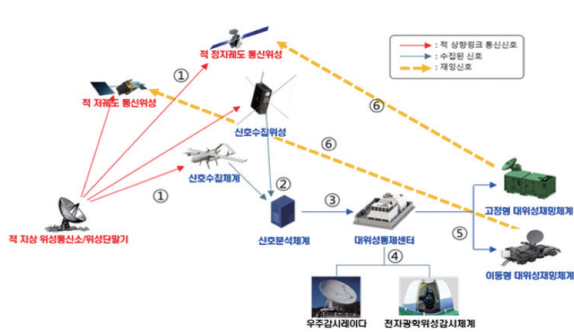
III. 대위성 재밍체계 운용개념

한국군 대위성 재밍체계의 운용 개념을 설계함에 있어 가장 중점적으로 고려해야 할 요소는 효력성이라고 할 수 있다. 본 연구는 한국의 군사 안보 환경에서 실질적인 위협이 되는 제사용 위성을 얼마나 신속하고 확실하게 무력화할 수 있는지를 우선순위로 선정하여 운용 개념을 정립하였다. 북한, 중국, 러시아 등 적대 및 주변국이 운용 중인 위성을 임무 유형별로 분석한 결과, 통신위성, 전자정보수집위성(ELINT/SIGINT), 위성관제 링크, 항법위성(GNSS)이 가장 심각한 위협 요소로 도출되었으며, 이에 따라 한국군의 대위성 재밍체계는 이 네 유형을 주요 표적으로 설정하였다. 각 재밍 작전은 대위성통제센터를 중심으로 통합적으로 운영되며, 표적 유형에 따라 구체적인 재밍 방식이 차별적으로 적용된다.

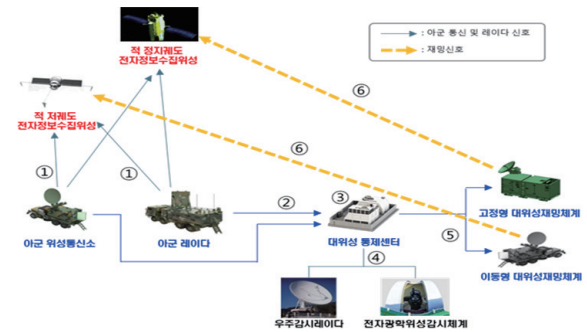
운용 개념은 정밀한 궤도 및 위치 추적을 기반으로 한다. 이를 위해 한국형 우주감시레이더(KOSPAW)와 전자광학 감시체계 등을 활용하여 표적 위성의 궤도, 신호 특성, 방사 주파수 등을 실시간으로 감시·분석한다. 우주 전파환경까지 고려한 정밀한 신호 분석 결과는 재밍 신호의 최적 방향, 거리, 세기 등을 결정하는 데 활용된다. 아군 신호수집체계는 적 위성이 사용하는 주파수 대역, 변조 방식, 진폭 등의 세부 특성을 실시간으로 감청 및 추출하며, 이를 바탕으로 재밍 신호를 설계하고 효과적인 교란 작전을 수행한다.

* 교신저자 : 김용철 kyc6454@kma.ac.kr

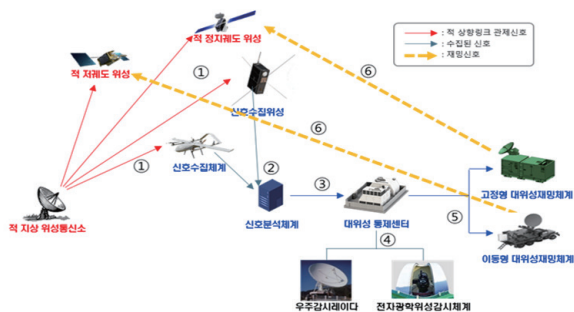
2025년도 한국통신학회 하계종합학술발표회



(a) 통신위성 재밍 운용개념



(b) 전자정보수집위성 재밍 운용개념



(c) 위성관제링크 재밍 운용개념



(d) 항법신호 재밍 운용개념

그림 1. 대위성 재밍체계 운용 개념

대상 위성 및 링크 별로 개략적인 재밍 운용 개념은 다음과 같다. 첫째, 통신위성 재밍은 적의 상향링크에 고출력 신호를 방사하여 군사 통신망을 무력화하는 전략으로, 적 위성이 정상 신호와 교란 신호를 구분하지 못하게 하여 통신 차단을 유도한다. 둘째, 전자정보수집위성 재밍은 가짜 신호를 송신해 적의 감청 및 분석 기능을 교란하는 작전이다. 셋째, 위성관제링크 재밍은 적 위성에 대한 지상 통제 신호를 분석한 후, 동일하거나 유사한 주파수로 간섭을 유발함으로써 궤도 수정이나 자세 제어와 같은 기본 기능을 마비시킨다. 넷째, 항법위성 재밍은 고출력 노이즈 방사(커버 재밍)를 통해 신호 수신 자체를 방해하거나, 스푸핑 기법을 통해 잘못된 시간·위치 정보를 제공함으로써 적의 정밀 유도 무기 및 작전 수행 능력을 저해한다. 각각의 운용 개념도를 그림 1에 제시하였다.

이러한 대위성 재밍체계는 단순한 신호 차단에 머무르지 않고, 적이 우주 기반 지휘·통제 및 정찰 체계를 효율적으로 운용하지 못하도록 하는 종합 전자전 전략의 일환이다. 운용의 효과성을 높이기 위해서는 고도화된 신호 감청 및 분석 능력, 실시간 궤도 추적 체계, 그리고 표적별 특성을 반영한 재밍 방식의 통합 운용이 반드시 요구된다. 본 연구에서 제시한 운용 개념은 이러한 조건들을 포괄하며, 향후 우주 기반 군사력이 중요한 전략 자산으로 부상하는 현대 전장에서 한국군이 전략적 주도권을 확보하는 데 기여할 수 있을 것이다.

IV. 결론

본 연구는 현대 군사 작전에서 위성 의존도가 높아짐에 따라, 적 위성의 기능을 무력화하기 위한 대위성 재밍 운용 개념을 분석하였다. 이를 위해 먼저 미국·러시아 등 선진국의 대위성 재밍체계 운용 사례를 조사한 뒤, 한국군에 적용 가능한 운용 개념을 구축하기 위해 통신위성·전자정보수집위성·위성관제 링크·항법신호 재밍이라는 네 가지 세부 분야로 나누어 각각의 운용 방안을 구체화하였다. 분석 결과, 대위성 재밍체계는 적 통신 및 정찰 활동을 차단하는 핵심 전자전 수단으로 평가되며, 이를 효과적으로 수행하려면 정밀 신호 분석 능력과 다층 감시·재밍 시스템이 필수적임

을 확인하였다. 특히 통신위성 상향링크 차단과 정찰위성에 대한 기만 신호 방사 전략이 높은 효율성을 보였으며, 관제 신호 교란으로 위성 자체 운용을 마비시키거나 GNSS 재밍으로 정밀 타격 능력을 약화시키는 방식도 전략적 가치가 큰 것으로 나타났다. 본 연구가 제안한 다양한 재밍 체계와 운용 개념을 토대로, 한국군은 대위성 재밍 역량을 강화하고 우주 전력의 전쟁의 향배를 가를 미래 전장에 대비해 체계적인 대비 태세를 갖추어야 한다.

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 2023년도 정부(방위사업청)의 재원으로 국방기술진흥연구소의 지원을 받아 수행된 연구임.(KRIT-CT-23-052)

참 고 문 헌

- [1] Weeden, B., & Samson, V. (Eds.), Global Counterspace Capabilities: An Open Source Assessment, Secure World Foundation, 2020.
- [2] Grego, L., A History of Anti-Satellite Programs, Union of Concerned Scientists, 2012.
- [3] Erwin, S., "Space Force satellite jammers would shut down enemy communications temporarily," SpaceNews, November 15, 2021.
- [4] Harrison, T., Johnson, K., & Roberts, T. G., Space Threat Assessment 2020, Center for Strategic and International Studies (CSIS), 2020.
- [5] Erwin, S., "U.S. Space Force gets upgraded satellite communications jammers for 'offensive' operations," SpaceNews, February 4, 2020.
- [6] Gady, F. S., "Russia gears up for electronic warfare in space (part 1)," The Space Review, October 26, 2020.
- [7] DIA, Challenges to Security in Space - China, 2022.