

모자이크전 기반 적 전력망 마비(Soft-Kill) 운용 개념 연구: 탄소섬유 정밀 살포 기술과 L-PGW 플랫폼 융합을 중심으로

양윤석*, 박창윤(공동저자)**, 최명진(교신저자)***

*합동군사대학교 / 건양대학교 방위산업학과

e-mail:leo83y@naver.com

***건양대학교 유무인항공학과

A Study on the Operational Concept of Power Grid Soft-Kill Based on Mosaic Warfare: Focusing on the Convergence of L-PGW Platform and Carbon Fiber Dispensing Technology

Yun-Seok Yang*, Chang-Yoon Park**,

*Joint Forces Military University / Department of Defense Industry, Konyang
University

Myung-Jin Choi***

***Department of Aerial Manned-Unmanned Teaming Systems Engineering,
Konyang University

최근 미국·이란 군사충돌 등의 사례에서 볼 수 있듯이 현대 전장은 다영역 작전 양상으로 진화하며, 저비용·다수 무기체계를 네트워크로 연동하는 모자이크전(Mosaic Warfare)으로 패러다임이 전환되었다.

이를 한반도 상황에 대입해보면 고도의 중앙집권적 지휘구조를 가진 북한의 지휘통신망을 무력화하는 전력망 마비(Soft-Kill)는 선결조건이며 전술·전략적 효과 극대화를 위한 핵심 수단이다.

따라서 본 연구는 적의 지휘통제 체계를 무력화하기 위한 비살상 전략 자산으로서, 모자이크전(Mosaic Warfare) 교리를 적용한 전력망 마비용 무기체계를 제안한다. 기존 고가의 미사일, 단일 장거리 무인기 등의 한계를 극복하기 위해서 국내 최신 플랫폼인 '배회형 정밀유도무기(L-PGW)'에 탄소섬유 살포 기술과 Edge AI를 융합하였다. 초음속 다련장로켓 기반 사출을 통해 생존성을 확보하고, 군집 메쉬 네트워크를 통해 회복탄력성을 유지하며, 저공 통과 비행 기반의 타격 메커니즘을 공학적으로 설계하였다. 이를 통해 적 지휘통신망을 동시다발적으로 마비시키는 비대칭 전력 확보를 위한 모델을 제시한다.

1. 서론

1.1 지휘체계 마비(Soft-Kill)의 실전적 가치

현대전의 지휘통제(C4ISR)는 네트워크를 기반으로 운용되며, 이를 위한 절대적인 전제 조건은 안정적인 전력 공급이다.

특히, 중앙집권적 지휘구조를 지닌 적의 경우, 전쟁 지도부와 하급 부대를 연결하는 주전력망이 차단될 경우 지휘통제 수단이 마비되어 전술·전략적 이점을 선점할 수 있다.

이러한 전력망 마비의 전술·전략적 가치는 과거의 전쟁 사례에서도 이미 입증되었다. '91년 걸프전과 '99년 코소보 전쟁에서 미군은 토마호크와 F-117 스텔스를 통해 전도성 탄소섬유탄(BLU-114/B)을 투하하였고, 적 전력망의 70~80% 이상을 개전 초에 마비시켰다. 이는 인프라의 영구 파괴(Hard-Kill) 및 인명 피해를 최소화하면서도 적의 전쟁 수행 능력을 마비시킬 수 있을

을 실증하는 사례이다.

1.2 현대 하이브리드전의 교훈 및 기존 무기체계의 한계

과거의 성공 사례에도 불구하고, 최근 우크라이나 전쟁과 이란-이스라엘 군사충돌 양상은 전력망 타격 전술의 또 다른 패러다임의 전환을 요구한다.

우크라이나전에서는 저비용 군집 드론을 활용한 전력 인프라 타격이 국가 지휘통제 마비의 주요 수단으로 부상하였으나, 기존 폭약에 의존한 하드킬 방식은 비용대비 효율이 떨어지는 한계를 드러냈다. 또한 미국-이스라엘-이란의 군사충돌에서는 정밀하게 구축된 현대의 다층 방공망에서 대형 항공기나 고가의 미사일에 의존하는 단일 무기체계는 생존성을 보장하기 어렵다. 또한 과거 정전탄이 사용했던 고고도 면적 살포(Area Dispersion) 방식은 풍속·풍향 등 기상 조건에 제한을 받아 정밀도가 저하되는 한계를 지닌다.

현대전에서는 이를 극복하기 위한 대안으로 모자이크전 (Mosaic Warfare) 개념이 대두되고 있다. 이는 고가 단일 자산 대신 저비용의 다수의 자산들을 네트워크로 연결하여 적의 방어망에 과부하를 강요하고, 일부 노드 상실 시에도 임무를 지속할 수 있는 회복탄력성(Resilience)을 제공한다. 따라서 견고하게 방어되는 적의 분산된 전력망을 효과적으로 마비시키기 위해서는, 이러한 모자이크전 개념에 기반한 다중 노드 군집 정밀 타격 체계가 필수적이다.

1.3 연구의 목적 및 방법

본 연구는 기존 체계의 속도와 기상에 대한 의존성, 생존성 한계를 극복하기 위해 새로운 타격 플랫폼인 L-PGW와 모자이크전 교리를 융합한 새로운 무기체계 운용 개념을 제안한다. '모션 사출', '군집 메쉬 네트워크', 'Edge AI 기반 탄소섬유 전개' 메커니즘의 개념을 제시하고, 방위산업적 군사적 효용성을 검증한다.

2. 본론

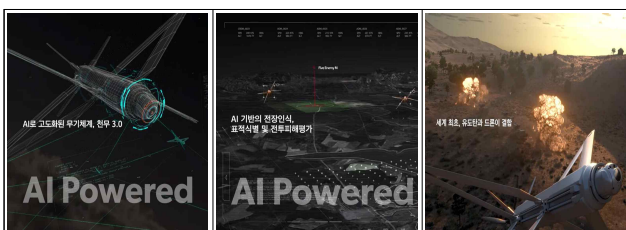
2.1 관련 무기체계 개발 동향과 투발 플랫폼의 진화:

L-PGW의 적합성 판단

현대전은 각종 미사일과 전자전 장비 등이 밀집된 환경으로 패러다임이 전환되고 있다. 이에 전 세계 국방분야 선진국들은 기존 대형 유인기, 고가의 미사일 위주의 무기체계에서 벗어나 생존성과 유연성을 동시에 확보하기 위해 다양한 플랫폼의 무기체계 개발에 박차를 가하고 있다.

- 플랫폼의 고속화, 소형화 : 이스라엘의 PULS 다련장로켓 기반 SkyStriker나 미 육군의 알티우스(ALTIUS)는 '고속 추진체 (로켓/미사일) + 저속 비행체(드론)'를 결합했고, 이는 플랫폼의 고속·소형화는 물론 정밀도를 동시에 확보한 사례이다.
- K-방산의 기술적 발전 : 국내에도 한화에어로스페이스에서 K-239 천무 플랫폼을 활용한 '차세대 채공형 유도무기' 개발이 가시화되었다. 이는 단순한 타격 효과를 넘어, 다양한 페이로드를 교체 탑재할 수 있는 '모듈형 타격 체계'로의 진화를 뜻한다.

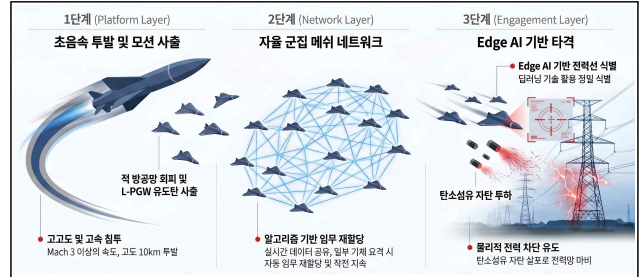
본 연구에서 제안하는 이러한 최신 하드웨어 플랫폼에 폭약 대신 비살상 페이로드(탄소섬유)를 결합하는데 현재 가시화된 L-PGW는 가장 효율적, 실증적인 융합 방안이라 할 수 있다.



[그림 1] 천무3.0 다련장로켓 기반 L-PGW 모듈화 사출 개념 (출처: 한화에어로스페이스 홍보 영상 재구성)

2.2 L-PGW 기반 소프트킬 융복합 운용개념 설계

본 무기체계는 모자이크전의 '분산'과 '연결'이라는 교리에 기반하여, 적의 전력망 무력화를 위해 3단계 운용 개념으로 설계했다.



[그림 2] 3단계 운용 개념 (출처: NotebookLM 활용한 이미지 생성)

2.2.1 1단계: 초음속 투발수단과 모션 사출 (Platform Layer)

먼저 적 중심의 핵심시설을 타격하기 위해서 초음속 다련장로켓을 모션으로 활용한다.

- 발사 및 비행 : 마하 3 이상의 초음속 비행으로 적의 촘촘한 방공망을 회피하여 약 150km 이상 원거리 표적 상공까지 신속히 운반하는 모션으로서 역할을 수행한다.
- 캡슐 분리 및 사출 : 표적 상공 약 10km 지점에서 탄두부에서 폭발형 분리를 통해 내부의 다수 L-PGW를 사출하고, 사출된 L-PGW는 배회 모드로 비행·운용한다.

2.2.2 2단계: 군집 메쉬 네트워크와 자율 임무부여 (Network Layer)

사출된 L-PGW 군집 운용은 모자이크전의 핵심인 '분산' 원칙에 따라 운용된다. 적의 전과교란, 지상 통제소와의 통신 단절에도 임무 수행이 가능토록 자율 군집 지능을 탑재한다.

- 자율 통신망 형성 : 각각의 L-PGW는 독립적 통신 중계노드로 역할을 수행하며 인접해 있는 기체와 '메쉬 네트워크'를 형성한다. 이를 통해 군집 내 각각의 위치정보와 표적 데이터를 실시간 공유하고 활용한다.
- 동적 표적 할당과 회복탄력성 : 군집 내 알고리즘을 활용해 변전소 내 다수 송전 노드들을 식별하고 타격 목표를 상호 분배한다. 이는 적의 촘촘한 방공망에 일부 기체가 요격되어도 군집 네트워크 내에서 임무를 재할당해 임무 달성률을 높인다.



[그림 3] Edge AI 기반 송전탑 객체 인식(출처: The Drone Expert, 2025)

2.2.3 3단계: Edge AI 기반 저공 비행 및 스폴 자탄 투하 (Engagement Layer)

고정의 기체임을 고려해 기상의 영향을 극복하고, 공기역학적 특성을 반영하면서 정밀도 극대화를 위해 자유낙하방식의 스폴 자탄 투하를 제안한다.

- 실시간 객체 인식 : L-PGW 전방 카메라에 Edge AI 딥러닝 (YOLOv8 등) 기능을 탑재해 복잡한 작전 환경 속에서도 ‘고압선’과 절연체인 ‘애자’를 식별 가능토록 한다.
- 저공 비행 : 고정익 기체의 특성상 호버링이 불가능하다. 때문에 AI를 활용해 송전탑 구조물을 전선 위 5~10m 상공을 저공 통과하도록 설계한다.
- 자탄 투하 : 동체 하부에 무게추를 결합한 ‘스폴 자탄’을 분리 투하하는 방식으로 한다. 이는 무게추를 활용해 비행풍을 뚫고 수직으로 하강하도록 설계해 낙하와 동시에 내장된 탄소 섬유가 풀리면서 송전선 2상 이상을 동시에 커버한다. 이는 기체의 비행 안전성도 보장하면서 아크 방전을 유발해 전력망을 마비시키기 위한 방법이다.

2.3 군사 전략적 효용성 분석: 비용 강요(Cost Imposition) 전략

본 운용 개념은 폭약을 사용하던 기존 하드킬 방식의 1:1 교환비 한계를 극복하며, 한발의 투발수단으로 1:N의 다중 비행체를 이용해 순식간에 대량 마비를 유발하는 방식이다. 특히, 적에게는 수백만원 대의 비교적 저렴한 소형 비행체 방어를 위해 고비용 요격 체계 소모를 강요한다. 이는 적의 방어 자원을 조기 고갈시키고 적 방공망의 과부하를 유도할 수 있다. 이와 같은 비대칭 전력은 아군 후속 전력의 침투를 위한 적의 방공망 제압과도 직접적 연계성과 파급효과를 창출할 수 있다.

3. 결론

본 연구는 우리가 직면한 적의 중앙집권적 지휘체계를 조기에 무력화하기 위한 비살상 전략 자산이다. 특히, 모자이크전 교리를 적용에도 적합한 새로운 개념의 전력망 마비를 위한 무기체

이다. 기존의 정전단, 단일 무인기의 기상 의존성, 생존성 한계 등을 극복하기 위해 현재 우리나라에 개발되어 있는 '다련장로켓 플랫폼(모선)'을 적극 활용하여 투발 - 근집 메쉬 네트워크 형성 - 저공 비행 및 자탄 투하로 이어지는 3단계 운용 개념을 제시하였다.

이는 단 한발의 투발만으로도 다중의 효과를 창출한다. 적에게는 막대한 비용을 전가할 수 있는 압도적인 비대칭 전력으로서 의미를 가진다. 또한 단순한 무기체계 제안을 넘어, 현대전의 교훈(우크라이나, 이란 사례)과 국내 방산 기술 트렌드(L-PGW 개발)를 긴밀하게 결합한 실무적 대안이자 현대전의 모자이크전에서도 다방면으로 활용할 수 있다.

본 개념의 전력화를 위해서는 시출 시 발생하는 각종 충격 환경에서 AI 모듈 내구성 확보와, 기상 조건에서 탄소섬유 확산 방안 대한 추가적인 시뮬레이션 연구가 뒷받침되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 배진석, “모자이크전의 발전과 우리 군에 주는 함의”, 한국군사학논집, 제 79집 3권, pp. 137-158, 10월, 2023년.
- [2] 김영길, 김선웅, 이종구, “모자이크 전쟁과 군사 드론 기술 발전: 한국군 미래 전략적 함의와 정책 과제”, The Journal of the Convergence on Culture Technology (JCCT), 제 11권 5호, pp. 395-404, 9월, 2025년.
- [3] 최현호, “비살상 무기체계 발전 동향과 정전단의 작전적 효용성 고찰”, 국방과 기술, 제 498호, pp. 68-79, 8월, 2020년.
- [4] 이재욱, 김동현, “무인기 영상을 활용한 YOLOv8 기반 전력 설비 인식 연구”, 한국통신학회논문지, 제 48권 5호, pp. 1105-1113, 5월, 2023년.
- [5] IEEE, “Analysis of Fault Currents Caused by Conductive Foreign Objects on Transmission Lines”, IEEE Transactions on Power Delivery, 제 37권 4호, pp. 3012-3020, 8월, 2022년.
- [6] 한화에어로스페이스, “AI 기술로 미래 전장을 지배하다 : K-방산의 혁신 천무 3.0”, YouTube (온라인 시청각 자료), 10월, 2025년. (검색일: 2026. 4. 11. <https://www.youtube.com/watch?v=YFH93EoflMM>)
- [7] The Drone Expert, “Drone & AI based Inspection of Transmission Tower | Object Detection”, YouTube (온라인 시청각 자료), 10월, 2025년. (검색일: 2026. 4. 11. <https://www.youtube.com/watch?v=ZplHJHADtDU>)