



Received: 2026/02/26
Revised: 2026/03/06
Accepted: 2026/03/26
Published: 2026/03/31

***Corresponding Author:**

Kyungwon Oh
70, Hannam-ro, Daedeok-gu, Daejeon, Republic of Korea
Tel: +82-42-629-8278
E-mail: kwoh@defense.ac.kr

재사용·소모성 중형급 공중 무인체계 획득에 따른 통합체계지원 요소 탄력적 적용방안

Abstract

본 연구는 재사용·소모성이 가능한 중형급 공중 무인체계에 적용할 수 있는 통합체계지원(IPS) 12대 요소의 탄력적 적용 방안을 제안하는 데 목적이 있다. 무인체계 특유의 소모·순환적 운용 개념과 급격한 기술 발전 주기를 고려하여, 전력 보충 속도와 운용 지속성을 보장하기 위한 '즉응성'을 기준으로 IPS 요소 선별 체계를 재구성하였다. 또한, 제작사 전문가를 대상으로 한 심층 인터뷰를 통해 실무적 타당성을 검증하였으며, 이를 바탕으로 재사용·소모성 중형급 공중 무인체계에 특화된 우선순위 기반의 탄력적 IPS 적용 모델을 도출하여 제시하였다.

This study aims to propose a flexible application framework for the twelve Integrated Product Support (IPS) elements specifically tailored for attritable and reusable medium-class Unmanned Aerial Systems (UAS). Considering the unique operational concepts of "attritable-rotational" deployment and the rapid cycles of technological evolution, the selection process for IPS elements was restructured. This restructuring prioritizes "rapid responsiveness" as a core metric to ensure both the speed of force replenishment and long-term operational sustainability. To validate the practical feasibility of the proposed framework, in-depth interviews were conducted with industry experts and manufacturers. Based on these findings, this paper presents a priority-driven, flexible IPS application model designed to optimize the acquisition and maintenance of attritable and reusable medium-class UAS.

Keywords

재사용·소모성(Reusable·Attritable),
중형급 공중 무인체계(Medium-Class UAS),
통합체계지원요소(IPS Elements),
한국형 계열화·모듈화(K-MOSA),
개별심층인터뷰(In-Depth Interview),

Acknowledgement

본 연구는 2025~2026년 공군본부가 지원한 「공중 무인체계 충수명주기관리방안 연구」(공고번호 R25BK01107133 - 000)의 연구성과 일부를 포함하여 수행되었다. 연구 수행 과정에서 지원을 제공해 준 공군본부에 깊이 감사드립니다.

A Flexible Application Framework for Integrated Product Support (IPS) Elements in the Acquisition of Reusable and Attritable Medium-Class Unmanned Aerial Systems

정진은¹, 오경원^{2*}

¹LIG넥스원 미사일시스템사업부 수석매니저

²한남대학교 기계공학과 교수

Jin Eun Jeong¹, Kyungwon Oh^{2*}

¹Chief manager, Department of Missile Systems Business, LIG Nex1

²Professor, Mechanical Engineering, Hannam University

1. 서론

본 연구는 재사용·소모성 중형급 공중 무인체계에 적용 가능한 통합체계지원(IPS, integrated product support) 12대 요소의 탄력적 적용 방안을 제안하는 것을 목적으로 한다. 소모·순환 운용 특성과 빠른 기술 변화 주기를 갖는 공중 무인체계는 장기 형상 고정을 전제로 한 전통적 IPS 적용 방식과 구조적으로 상충될 수 있다. 이에 본 연구는 공중 무인체계의 운용 특성과 획득 환경을 고려하여, 전력 보충 속도와 운용 지속성을 확보하기 위한 즉응성을 판단 기준으로 재구성한 IPS요소 선별 기준을 제시하고자 한다.

이를 위해 공중 무인체계에 적합하게 탄력적으로 적용 가능한 IPS요소를 도출하고, 선정 과정에서는 공중 무인체계 제작사의 전문가 의견을 수렴하여 실무적 타당성을 확보하였다. 최종적으로 본 연구는 전문가 의견을 종합하여, 재사용·소모성 중형급 공중 무인체계에 특화된 IPS요소의 탄력적 적용 방안을 구체적으로 제시한다.

(1) 운용 특성 강조: 재사용·소모성 중형급 공중 무인체계는 기존의 장기 형상 고정 방식과 구조적으로 상충될 수 있으므로, 이를 극복하기 위한 유연한 군수지원 전략이 필수적이다.

(2) 분류 체계 명확화: 플랫폼 유형은 비무장 재사용, 무장 재사용, 소모성 체계로 구분하며, 특히 소모성 무인체계는 저비용 구조를 바탕으로 일회성 공격을 수행하는 ‘체공탄약’의 성격을 갖는 것으로 명시하였다.

(3) 체계지원관리 정의: IPS 12대 요소는 획득부터 운영유지 단계까지 수명주기비용 절감과 가동률 향상을 목표로 하는 통합관리체계이다.

2. 문헌 연구

2.1 재사용·소모성

공중 무인체계 플랫폼은 기능적 특성에 따라 Table 1과 같이 비무장 재사용 공중 무인체계, 무장 재사용 공중 무인체계, 소모성 공중 무인체계로 구분된다[1]. 여기서 재사용(reusable) 개념은 순항미사일과 같은 완전 소모성 체계와 달리, 임무 수행 이후 회수 및 추가 운용이 가능하도록 설계된 공중 무인체계를 의미한다. 반면, 소모성(attributable) 개념은 저비용 구조를 기반으로 높은 신뢰성과 일정 수준의 내구성을 확보한 새로운 유형의 무인체계를 설명하기 위해 미 공군에서 사용하는 용어로 정의된다[2].

재사용 비무장 공중 무인체계는 무장을 탑재하지 않은 무인항공기로, 주로 감시정찰 임무를 수행한다. 재사용 무장 공중 무인체계는 무장을 탑재한 무인항공기로서 정찰 임무와 함께 정밀 타격 등 공격 임무 수행이 가능하다. 소모성 공중 무인체계는 특정 목표에 대한 타격 이후 회수되지 않고 소멸하는 방식으로 운용되는 단방향 체공 탄약(loitering munition)에 해당하며, 표적 탐색 및 추적 후 일회성 자폭 공격을 수행하는 운용 특성을 가진다.

Table 1. Classification based on platform mission

Platform Type	Description	Mission
Unmanned Aircraft	Reusable unarmed unmanned aircraft	Reconnaissance
Armed Unmanned Aircraft	Reusable armed unmanned aircraft	Strike
Loitering Munition	Expendable unmanned aircraft	One-way attack

2.2 중형급 공중 무인체계

무인비행체는 최대이륙중량(MTOW, maximum take off weight)에 따라 크게 무인항공기와 무인비행장치로 구분되며, 각 범주 내에서 다시 세분화된다. 무인항공기는 대형급과 중형급으로 구분되는데, 대형급 무인항공기는 MTOW 600 kg 초과, 중형급 무인항공기는 MTOW 150 kg 초과 600 kg 이하에 해당한다. 한편, 무인비행장치는 중소형급, 소형급, 초소형급으로 구분된다. 중소형급 무인비행장치는 MTOW 25 kg 초과 150 kg 이하, 소형급 무인비행장치는 2 kg 초과 25 kg 이하, 초소형급 무인비행장치는 2 kg 이하의 비행체를 의미한다[3].

이와 같은 MTOW 기준 분류체계는 무인비행체의 설계, 운용 개념, 군수지원 체계 수립뿐만 아니라 관련 법·제도 및 관리 체계의 적용 범위를 결정하는 중요한 기준으로 기능한다. 무인비행체의 MTOW에 따른 세부 분류 기준은 Table 2에 제시하였다.

Table 2. Classification based on MTOW

Category	System Type	Class	MTOW
Unmanned Aerial Systems	Unmanned Aircraft	Large	> 600 kg
		Medium	150 kg < MTOW ≤ 600 kg
	Unmanned Aerial Device	Medium-Small	25 kg < MTOW ≤ 150 kg
		Small	2 kg < MTOW ≤ 25 kg
	Micro	≤ 2 kg	

2.3 IPS 12대 요소

IPS 12대 요소는 무기체계의 가동률(운용가용도) 향상과 수명주기비용 절감을 목표로 하여 획득단계부터 운영유지단계에 이르기까지 전 과정에서 적용되는 관리 체계이다. IPS 12대 요소의 활동은 다음과 같다.

체계지원관리는 체계지원전략을 수립하고, 모든 IPS요소에 대한 계획·관리·예산 반영을 총괄함으로써 획득 및 운영유지 단계 전반에 걸쳐 일관된 체계지원 활동을 수행하는 관리 기능이다.

연구 및 설계반영은 주장비의 신뢰성, 정비성, 표준화, 호환성 등 설계 특성과 군수지원 요구사항, 선진 기술 및 소재를 설계 단계에 반영함으로써 운용가용

도를 향상하고 수명주기비용을 절감하는 활동이다.

유지관리는 체계 시험 및 운영유지단계에서 고장 원인, 정비 애로사항, 신뢰도·정비도 추이 등을 분석하여 문제점을 식별하고 개선하는 지속적 기술지원 활동이다.

정비계획 및 관리는 적용할 정비단계와 정비방안을 포함한 정비개념을 수립하고, 고장·예방정비 소요를 분석하여 정비절차 및 수행단계를 설정하며, 이에 필요한 인적·물적 자원을 식별·관리하는 활동이다.

지원장비는 주장비의 운용 및 정비 수행에 필요한 각종 지원장비의 소요를 식별·확보·관리하는 활동이다.

보급지원은 초도보급 및 후속보급 소요를 식별·확보·목록화·관리하여 수리부속의 적기 보급과 민수자원을 포함한 공급망 관리를 통해 가동률을 유지하는 활동이다.

인력운용은 무기체계 운용·정비·보급·교관 요원을 포함한 소요 인력을 식별·확보·관리하여 운영유지에 필요한 기술 역량을 유지하는 활동이다.

교육훈련 및 지원은 운용·정비·보급·교관 및 시험평가 요원에 대한 교육훈련 계획을 수립·이행하고, 이에 필요한 교육장비 및 교보재를 식별·확보·관리하는 활동이다.

기술교범 및 기술자료는 운용·정비를 위한 기술교범, 목록화 자료, 규격화 자료, RAM 및 체계지원분석 자료 등을 개발·확보·관리하여 체계 형상 기준과 군수지원 요구를 지원하는 활동이다.

포장·취급·저장 및 수송은 주장비 및 구성품의 가용성을 극대화하기 위하여 포장, 취급, 저장, 수송 요구조건을 식별·개발·관리하는 활동이다.

시설은 주장비의 운용·시험·훈련·정비·보급·저장에 필요한 부동산 및 관련 설비의 소요를 식별하고 이를 획득·관리하는 활동이다.

지원정보체계는 기술자료 관리, 정비·보급지원 관리, 내장형 소프트웨어 유지보수 등을 위한 정보체계 및 전산자원을 식별·확보·관리하는 활동이다[4].

3. 공중 무인체계 IPS요소 탄력적 적용의 타당성 검증

3.1 조사 개요

정책연구 분야에서 널리 활용되는 질적 연구방법

은 연구 대상의 특성과 맥락에 따라 자료 수집 및 분석 과정을 유연하게 설계할 수 있다는 점에서 중요한 방법론적 장점을 가진다. 특히 심층 인터뷰 및 참여관찰과 같은 접근은 연구 참여자의 관점과 주관적 인식을 중심으로 현상을 분석함으로써, 복합적이고 맥락적인 이해를 도출하는 데 효과적이다[5]. 이에 본 연구는 공중 무인체계를 제작하는 산업계 전문가에 대한 심층적 이해를 확보하기 위하여 질적연구방법을 우선 적용하였다.

방산기업의 공중 무인체계 군수개발자를 대상으로 반구조화된 개별심층인터뷰(IDI, in-depth interview)를 실시하였다. 반구조화 인터뷰는 사전에 체계적으로 구성된 질문지를 기반으로 하되, 인터뷰 과정에서 연구자와 참여자 간 상호작용에 따라 질문의 순서와 범위를 유연하게 조정할 수 있는 방법이다. 이는 인터뷰 과정의 비예측성을 일정 수준 통제하면서도 참여자의 경험과 인식을 심층적으로 탐색할 수 있다는 장점을 가진다[6]. 또한 사전에 설정된 핵심 영역과 주제를 중심으로 논의를 구조화할 수 있어 연구 목적에 부합하는 자료를 체계적으로 확보하는 데 적합한 방법으로 평가된다[7].

3.2 제작사군수 전문가 IDI

Table 3에 제시된 바와 같이, 본 연구는 중형급 공중 무인체계 제작사를 대상으로 전문가 IDI를 실시하였다. 인터뷰 참여자는 방산기업에서 공중 무인체계 군수 분야에 최소 10년 이상의 실무 경력을 보유한 전문가 5인으로 선정하였다[8]. 이는 해당 분야에 대한 충분한 전문성과 현장 경험을 확보한 응답자를 대상으로 심층적 의견을 수렴하기 위함이다.

Table 3. Summary of expert IDI

Participant	Experience	Position	Date/Time/Location
Expert 1	13 years in defense logistics	Engineer	Dec. 22, 2025, 5 PM / Seongnam
Expert 2	10 years in defense logistics	Engineer	Dec. 23, 2025, 4 PM / Seongnam
Expert 3	25 years in defense logistics	Chief engineer	Jan. 13, 2026, 3 PM / Seongnam
Expert 4	17 years in defense logistics	Chief engineer	Jan. 15, 2026, 7 PM / Seongnam
Expert 5	29 years in defense logistics	Chief engineer	Feb. 7, 2026, 11 AM / Online

인터뷰는 2025년 12월 23일부터 2026년 1월 16일 까지 진행되었으며, 참여자별로 약 1시간씩 실시하였다. 또한 연구 참여자의 개인정보 보호를 위하여 실명을 사용하지 않고 ‘전문가 N’으로 표기하는 익명화 절차를 적용하였다[9].

3.3 분석결과

Table 4에 나타난 전문가별 IPS요소 적용 의견을 종합한 결과, 재사용·소모성 중형급 공중 무인체계 획득 시 요소 간 우선순위에 차이가 존재하는 것으로 나타났다.

Table 4. Evaluation of flexible application of the 12 IPS elements in medium-class UAS

IPS Elements	Expert Panel				
	#1	#2	#3	#4	#5
Product Support Management					■
Design Interface					
Sustaining Engineering					
Maintenance Planning and Management	■	■	■	■	■
Support Equipment		■	■	■	■
Supply Support	■	■	■	■	■
Manpower & Personnel					
Training & Training Support				■	■
Technical Data	■	■	■	■	■
Packaging, Handling, Storage & Transportation		■	■	■	■
Facilities & Infrastructure			■	■	■
IT Systems Continuous Support					

Fig. 1에 나타난 바와 같이, 정비계획 및 관리 (maintenance planning and management)와 보급지원 (supply support) 요소는 운용가동률 확보와 임무 지속성 유지에 직접적인 영향을 미치는 핵심 요소로 선정되었다. 해당 요소는 재사용·소모성 중형급 공중 무인체계의 안정적 운용과 신속한 정비지원을 보장하기 위한 필수 기반으로, 전력화 초기 단계부터 체계적으로 구축될 필요가 있다.

또한 한국형 계열화·모듈화(K-MOSA, Korea tailored modular open systems approach) 개념의 적용을 전제로, 모듈화된 구성품을 부대교환품목 (LRU, line replaceable unit)으로 지정하고 이를 정

비계획에 반영한다. 예를 들어 중형급 재사용·소모성 공중 무인체계를 2단계 정비체계(부대정비-창정비)로 운용할 경우, 모듈화 구성품은 정비계획 및 관리 요소 내에서 LRU 기준으로 관리하도록 설계할 수 있다. 아울러 소프트웨어 업그레이드는 외주 창정비 범주에 포함하여 정비계획 및 관리 체계 내에서 통합적으로 관리하는 방안을 적용할 수 있다.

다음으로 기술교범 및 기술자료(technical data) 요소는 사용자 설명서와 부대정비교범 제공을 통해 운용 및 정비의 정확성을 제고하는 요소로 분석되었다. 이는 운용자의 숙련도 편차를 최소화하고 정비 오류를 예방하는 측면에서 중요성을 가진다.

한편 지원장비 (support equipment), 교육훈련 및 지원 (training & training support), 포장·취급·저장 및 수송 (packaging, handling, storage & transportation), 시설 (facilities & infrastructure) 요소는 중형급 공중 무인체계의 재사용·소모성 운용 특성을 고려하여 선택 적용되는 것으로 분석되었다. 지원장비 요소는 운용부대의 운용 및 부대정비 수행에 필요한 일반공구 중심으로 구성할 수 있다. 교육훈련 및 지원 요소는 공중 무인체계의 운용 및 부대정비 수준을 고려하여 제작사 또는 군수지원업체가 주관하는 방식으로 운영할 수 있다. 포장·취급·저장 및 수송 요소는 재사용·소모성 운용 특성을 반영하여 표준화된 전용 포장체계를 적용함으로써 보존성 및 저장 신뢰성을 지원하도록 설계할 필요가 있다. 또한 시설 요소의 경우, 소모 특성을 갖는 공중 무인체계의 보존성 및 저장 신뢰성과 신속한 전개를 보장하기 위하여 전용 저장시설을 구축하거나 기존 시설을 전용화하여 운영하는 방안을 고려할 수 있다.

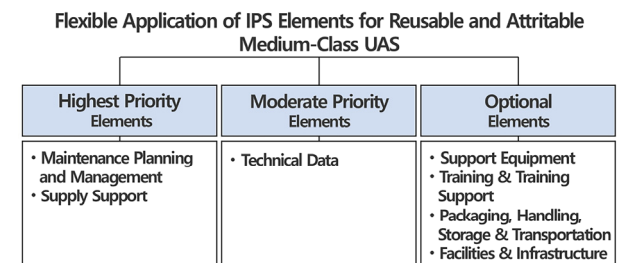


Fig. 1. Flexible application of IPS for attributable and reusable medium-class UAS

종합하면, 전문가 의견은 중형급 공중 무인체계 획득 시 IPS 12대 요소를 획일적으로 적용하기보다는,

운용가용도에 직접적 영향을 미치는 정비계획 및 관리와 보급지원을 중심으로 우선 적용하고, 기타 요소는 단계별 점진적 적용으로 확대 적용하는 탄력적 접근이 타당함을 시사한다. 이는 공중 무인체계의 재사용·소모성 혼합 특성과 신속 전력화 요구를 고려한 차별화된 군수지원 전략 수립의 필요성을 뒷받침하는 실증적 결과로 평가된다.

4. 연구 결론

본 연구는 재사용·소모성 중형급 공중 무인체계의 운용 특성과 획득 환경을 고려하여 IPS 12대 요소의 적용 우선순위를 재정립하였다. 기존의 정형화된 적용 방식에서 벗어나, 운용가동률에 대한 기여도와 전력 유지 효과를 기준으로 IPS요소를 최우선 적용 요소, 중점 적용 요소, 선택 적용 요소로 구분하여 탄력적으로 적용하는 방안을 제시하였다.

먼저, 정비계획 및 관리와 보급지원은 가동률 확보와 임무 지속성에 직접적인 영향을 미치는 핵심 요소로 판단되어 최우선 적용 요소로 선정하였다. 이는 소모·순환 운용 특성을 갖는 공중 무인체계에서 정비개념의 명확화와 안정적인 부품 공급 체계 구축이 전력 운용의 기본 전제가 되기 때문이다.

다음으로, 기술교범 및 기술자료는 운용·정비의 정확성을 확보하는 기반 요소로 평가되어 중점 적용 요소로 선정하였다.

한편, 지원장비, 교육훈련 및 지원, 포장·취급·저장 및 수송, 시설 요소는 운용개념에 따라 적용 범위를 조정할 수 있는 요소로 판단되어 선택 적용 요소로 분류하였다.

결론적으로, 본 연구는 재사용·소모성 중형급 공중 무인체계에 대해 IPS요소를 우선순위 기반으로 차등 적용하는 것이 효율적 총수명주기관리 구축에 기여할 수 있음을 제시하였다.

(1) 우선순위의 차등화: 전문가 인터뷰 결과, 모든 요소를 일률적으로 적용하기보다 운용가동률에 직

결되는 정비계획 및 관리와 보급지원을 최우선 요소로 선정해야 한다.

(2) K-MOSA 적용: 모듈화된 구성품을 LRU로 지정하고, 이를 기반으로 2단계 정비체계(부대-창정비)를 구축하는 탄력적 설계가 필요하다.

(3) 선택적 요소의 활용: 지원장비, 교육훈련 및 지원, 포장·취급·저장 및 수송, 시설은 운용개념에 따라 범위를 조정할 수 있는 선택 적용 요소로 분류하여 획득 효율성을 제고할 수 있다.

참고문헌

- [1] Molly Campbell, CNAS Drone Proliferation Dataset, Center for a New American Security, 2024.
- [2] Mark Gunzinger & Lukas Autenried, Understanding the Promise of Skyborg and Low-Cost Attributable Unmanned Aerial Vehicles, Mitchell Institute for Aerospace Studies, Policy Paper No. 24, 2020.
- [3] 오경원, 신승민, 정진은, 고성희, 김종훈, 국방무인체계 총수명주기관리방안 연구 - 무인항공기(드론)를 중심으로, 국방부, 발간등록번호 11-1291503-100001-01, 2025.
- [4] 국방부, 총수명주기관리업무훈령, 국방부훈령 제2779호, 2023.
- [5] John W. Creswell & Cheryl N. Poth, Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches, Sage, 2016.
- [6] Silvia E. Rabionet, 'How I Learned to Design and Conduct Semi-Structured Interviews: An Ongoing and Continuous Journey,' The Qualitative Report, VOL. 16, NO. 2, 2011, pp. 563-566.
- [7] Bryan Marshall, Peter Cardon, Amit Poddar, & Rnenn Fontenot, 'Does Sample Size Matter in Qualitative Research?: A Review of Qualitative Interviews in Is Research,' Journal of Computer Information Systems, VOL. 54, NO. 1, 2015, pp. 11-22.
- [8] Patricia Benner, 'From Novice to Expert Excellence and Power in Clinical Nursing Practice,' American Journal of Nursing, VOL. 84, NO. 12, 1984, p. 1479.
- [9] Patrick Meyer, Julia M. Jonas, & Angela Roth, 'Frontline Employees' Acceptance of and Resistance to Service Robots in Stationary Retail - An Exploratory Interview Study,' Journal of Service Management Research, VOL. 4, NO. 1, 2020, pp. 21-34.