

석사학위논문

드론 정비관련 성과기반(PBL)
총수명주기 관리 개선에 관한 연구

2025년

한성대학교 국방과학대학원

국 방 전 력 학 과

국 방 사 업 관 리 전 공

장 준 혁

석사학위논문
지도교수 이정우

드론 정비관련 성과기반(PBL)
총수명주기 관리 개선에 관한 연구

PBL Drone maintenance Study on improving
TLCSM (Total Life Cycle System Management)

2024년 12월 일

한성대학교 국방과학대학원

국 방 전 력 학 과

국 방 사 업 관 리 전 공

장 준 혁

석사학위논문
지도교수 이정우

드론 정비관련 성과기반(PBL)
총수명주기 관리 개선에 관한 연구

PBL Drone maintenance Study on improving
TLCSM (Total Life Cycle System Management)

위 논문을 국방전력학 석사학위 논문으로 제출함

2024년 12월 일

한성대학교 국방과학대학원

국 방 전 력 학 과

국 방 사 업 관 리 전 공

장 준 혁

장준혁의 국방전력학 석사학위 논문을 인준함

2024년 12월 일

심 사 위 원 장 김 홍 빈 (인)

심 사 위 원 송 왕 근 (인)

심 사 위 원 이 정 우 (인)

국 문 초 록

드론 정비관련 성과기반(PBL) 총수명주기 관리 개선에 관한 연구

한 성 대 학 교 국 방 과 학 대 학 원
국 방 전 력 학 과
국 방 사 업 관 리 전 공
장 준 혁

필자는 육본(계룡대)에서 2024년 1월 실시한 총수명주기관리 관련 세미나에 참여한 경험을 바탕으로 본 연구의 방향을 수립하게 되었다. 세미나에는 당시 전력화되고 있는 주요 장비별 각 방산 업체 수석연구원들과 국방과학기술연구원, 방위사업청, 군수사, 야전 실무자, 그리고 한국에 주둔하고 있는 미군 군수 실무자 등 각 분야 전문가들이 참여한 가운데 총수명주기관리 개선을 위한 토론을 진행하였다. 당시 핵심이 되었던 사항은 '핵심 수리부속 관리'로 여기서 각 분야별 대표의 입장이 많이 다르다는 것을 통감 할 수 있었다. 총수명주기를 관리하는 중앙 기관들은 핵심수리부속에 대한 정의를 내리려는데 중점을 두었다면, 야전 및 업체 실무자들은 어떤 기준으로 핵심수리부속을 선정할 지에 대한 내용으로 상호 갑론을박이 이어지는 상황이었다. 결국 중점 논의 과제에 대한 결론이 나지 못한 상태에서 미군 군수 실무자 측에서 '중앙 기관이 먼저 핵심수리부속을 선정해주고 야전 및 업체에서 주로 고장이 발생하는 부위의 데이터베이스를 구축해 나가면서 Big - Data를 구축해야함을

시사하고 마무리 되었다. 이는 우리 군이 전력화하고 있는 무기체계에 '장비유지관리의 핵심(여기서는 표준화된 장비관리를 의미)'을 정확히 인지하지 못하고 관련분야에 대한 연구가 부족함을 시사하는 부분이다.

이처럼 관련연구가 부재한 가운데 신속획득사업 등 대부분 장비 전력화를 우선시하고 유지관리는 업체위주의 PBL, 외주정비가 많은 비중을 차지하게 되었다. 이로 인해 발생하는 시공간적 한계를 극복하기 위한 개선방향 연구가 필요한 상황이라 할 수 있겠다.

서술한 바와 같이 우리 軍은 다양화되어가고 있는 무기체계 획득과 함께 각 분야에서도총수명주기관리체계의 개선을 위한 많은 관심을 쏟고 있다. 본 논문에서는 다양한 무기체계 중에서도 「중·소형 드론(이하 드론)」 무기체계의 성과기반(PBL) 총수명주기체계 개선방향 대한 주제를 중심으로 연구를 진행하였다. 많은 관심과 노력을 투사하고 있으나, 드론 또한 마찬가지로 신속한 전력화와의 발맞추지 못하고 「유지관리(정비)」를 위한 체계 마련에는 미진해왔으며 그로 인해 드론의 정비는 사용자, PBL 기반의 정비활동으로 국한되게 되었다. 업체위주 장비유지(정비) 활동은 상호 기술적 양극화로 기초수준에서 심화수준 사이의 정비개념이 부재되었으며 이로 인해 장비의 안정적 운용을 위한 「작동 신뢰성과 장비 가동률 확보」에 많은 제한사항이 발생되고 있다. 이로 인해 발생하는 적시적인 무기체계 운용 제한과 사용자와 업체 간 시·공간적 정비요소와 재산(예산) 손해를 감수하고 있는 실정이다. 이러한 제한사항을 극복하고자 현재 전력화되는 장비들의 장비유지관리 대표적 형태인 「성과기반(PBL) 총수명주기관리」 개선방향에 대한 연구와 이를 바탕으로 실무 정책 활성화가 시급한 상황이다.

본 논문에서는 중점 연구사항으로 사용자와 업체 사이에 시·공간적 제한요소 극복을 위한 군직정비지원 체계 마련을 위한 방향을 제시하고자 하였다. 이는 「現 유지관리(군직정비) 체계를 활용한 관리개선 방안」 그리고 「정비기능 활성화를 위한 실무 정책 제언」에 대한 연구로, 선진국 및 선행 연구사례 분석을 통해 이를 뒷받침 할 「표준화 및 IPS」 관련 획득소요 등에 대한 소요도 확인해볼 수 있었다.

現 군직정비 체계의 구성은 군 창설 초기부터 현재에 이르기 까지 지속적인 소요제기와 발전의 과정을 거치며 자리매김해 왔다고 할 수 있겠다. 다양한 연구를 통해서 새로운 유지관리(정비) 개념인 PBL, 업체 외주정비 가 보편화 되었다. 그러나 대한민국 지형환경 상 타국에 비해 아군의 작전지역 중심은 비교적 짧고(MDL~남해안) 제한적인 사회 인프라를 기반으로 전시환경에 적 시적인 정비지원을 한다는 것은 상당한 제한이 발생할 수 있는 여지가 많이 내포되어있다. 유사시 장비의 사용자는 직접적인 전투 운용으로 인해 기초적인 기능고장 배제 외 추가적인 조치에 어려움이 따를 것이고, 사회 인프라를 활용해야하는 업체정비 또한 주요 사회기반 타격으로 인해 즉각적인 지원에 제한사항이 발생할 것은 너무도 자명한 사실일 것이다.

본 연구를 통해 군 內 중·소형 드론의 수명주기관리 中 ‘유지/관리’ 분야, 특히 군직정비 분야에 있어 전반적인 가이드라인으로서 활용할 자료와 군직 정비 조직 구성 시 구체적인 운용제대와 기능을 제시함으로서 드론의 군직정비 방안과 이를 통한 수명주기관리 개선방향으로서 활용될 수 있을 것이며 보다 넓게는 향후 도입될 무기체계의 전체 수명주기를 판단함에 있어서 유지/보수 소요 판단의 기초 자료가 될 수 있기를 희망한다.

【주제어】 드론 군직정비, 성과기반정비(PBL), 총수명주기 관리(TLCSM)

목 차

제 1 장 서 론	1
제 1 절 연구배경 및 필요성	1
제 2 절 연구목표 및 수행방법	2
1) 연구목표	2
2) 연구중점 및 수행방법	2
제 2 장 現 드론 정비체계 및 문제점	4
제 1 절 연구개발사업 추진실태 및 문제점	4
1) 기존 종합군수지원계획서(ILS-P) 작성 간 제한사항	5
2) ILS 규정 적용 미흡으로 인한 운영유지간 문제점	6
3) 기타 소요예측 미흡과 기존 시설활용으로 인한 문제점	8
제 2 절 구매사업의 현실태 및 문제점	9
제 3 절 국·내외 드론 표준화 현상	10
1) 표준의 정의	10
2) 군사용 드론 표준화 필요성	12
제 4 절 선진국 및 선행 연구사례와 국내무기체계 획득 사례	13
1) 미국의 수명주기관리 사례	13
가) 미국의 총수명주기체계관리의 변화과정	13
나) 총수명주기체계관리(TLCSM)의 특성	14
다) 미국의 총수명주기체계관리(TLCSM) 제도 개선	15
라) 미국의 총수명주기체계관리체계의 변화과정	16
2) 영국 수명주기관리 사례	18
가) 수명주기관리 업무 발전 배경	18
나) 총수명능력관리(TLCM) 발전	20
3) 독일 수명주기관리 사례	22
가) 수명주기관리 업무 발전 배경	22
나) 통합적 지원체제로의 전환	23
4) 이스라엘 수명주기관리 사례	24
가) 수명주기관리 업무 발전	24
5) 국내무기체계 획득 체계	25
가) 획득 및 운영유지 업무 이원화	25
나) 종합군수지원계획서(ILS-P)에 의한 제한된 수명주기관리	27
제 5 절 선진국 및 선행 연구사례 시사점	29

제 3 장 효율적 드론 총수명주기 관리 방안	31
제 1 절 드론의 총수명주기관리 진화적 개선방향	31
1) 진화적 획득의 개념	31
2) 진화적 획득 개념의 적용	31
제 2 절 군사용 드론 유지관리	34
1) 드론 유지관리의 현실태 및 문제점	34
2) 효율적 유지관리를 위한 기반 마련의 필요성	37
3) 수명주기관리 中 군 內 유지관리 능력 확보 사례	38
제 3 절 드론의 구성품별 정비소요	40
1) 송신기와 수신기	40
2) 센서	42
3) 탑재 임무 장비	43
4) 하드웨어적 요소	43
5) 소프트웨어적 요소	44
6) 기타 요소	44
제 4 장 결 론	46
제 1 절 연구 결과 및 성과	46
1) 드론 운용단계 유지관리 소요 검증	46
2) 드론 구성품별 정비소요 분석을 통한 관리개선 소요	47
3) 선진 선행연구 사례를 통해본 수명주기관리 시사점	49
제 2 절 기대효과 및 활용	51
1) 기대효과	51
2) 연구결과 활용방안	52
제 3 절 유지관리(군직정비) 체계 정착을 위한 정책 제언	53
1) 법규정 관련 정책 제언	53
2) 정비기능 활성화를 위한 실무 정책	54
제 4 절 향후 발전시킬 연구과제	55
1) 군사용 드론의 표준화 연구	55
2) 드론 유지관리 신속시범사업(IPS) 도입 연구	55
3) 예산 및 법규 관련 심층 연구	56
참 고 문 헌	57
ABSTRACT	58

표 목 차

[표 1] IPS 12대 요소	5
[표 2] 부품 단종 내용	6
[표 3] 정비장비 부족으로 인한 정비 제한사항	7
[표 4] 정비장비 부족으로 인한 정비 제한사항	7
[표 5] 정비예산 소요 대비 반영부족(2012 예산)	7
[표 6] ILS-P 미포함으로 운영유지 제한	7
[표 7] 국제표준과 국가표준	11
[표 8] 표준수명주기 관리 업무 분장	24
[표 9] 현 진화적 획득 내용	31
[표 10] 주요 구성품별 고장 빈도	35
[표 11] 드론 정비지원체계 단계적 발전 방향	48
[표 12] 드론 6대 기술분야 참고	54

그림 목 차

[그림 1] 드론 무기체계 운영 및 정비	1
[그림 2] 국방분야 표준화 관련 법령체계	11
[그림 3] 총수명주기체계관리 운영체계	13
[그림 4] 영국의 국방 획득조직	19
[그림 5] 통합적 군수지원 체계	23
[그림 6] 무기체계 획득절차	26
[그림 7] 드론 무기체계 군직정비용 장비	45

제 1 장 서 론

제 1 절 연구배경 및 필요성

우리 군은 점차 다양화되어가고 있는 ‘드론’ 무기체계화에 있어 사용자 위주의 정비와 PBL 기반의 정비로 무기체계로서의 안정적인 운영과 작동 신뢰성, 장비 가동률 확보에 제한사항이 발생하고 있다. 이로 인해 적시적인 무기체계 운용과 과도한 예산의 투자로 시공간, 재산적 손해를 감수하고 있는 실정이다.

이를 해결하기 위해 사용자 위주 현장 정비에서 보다 정확하고 안정적인 정비 능력의 확보와, PBL 정비로 발생하는 시공간적 제한사항을 해소하고자 드론 전투장비의 총수명주기관리 中 ‘정비분야’의 개선방향 연구가 필요한 상황이다.

이를 위해 최초 무기체계 도입단계에서 검토된 ‘장비관리 계획’에서부터 이를 위한 예산확보/투자 단계 대비 보다 효율적인 ‘관리방법’을 연구, 기존에 군에서 보유하고 있는 ‘정비기능(부대)’의 능력을 구비하여 지원함으로써 ‘군직정비’ 시행을 통한 수명주기관리개선을 기대할 수 있는 연구가 필요하다.

〈그림 1〉 드론 무기체계 운영 및 정비



제 2 절 연구목표 및 수행방법

1) 연구목표

이번 연구를 통해 현재 우리 軍이 ‘드론’의 무기체계 획득 시 장비운용 단계에서 시행하고 있는 업체정비(외주, PBL) 기반의 장비유지 관리방식을 분석하고 개선사항을 식별, ‘군직정비’를 지원하는 방안을 제시함으로써 지속적으로 발생하는 비용의 감소방안을 검토하고, 이를 통한 신뢰성을 비교, 운용유지단계에서 발생될 부품의 국산화 및 표준화, 가격 인상 또는 단종 등의 문제점을 해결, 군수지원의 용이성과 총수명주기비용의 절감을 달성하여 무기체계의 지속 가능한 관리방안을 제시하고자 한다.

2) 연구중점 및 수행방법

첫째, 선진국 및 선행 연구사례 분석을 통해 민간/군에서 시행되고 있는 연구과제 중 ‘장비관리(군직정비)’ 분야의 우수한 사례와 연구내용을 활용하고 이를 통한 개선방향을 분석하였다. 선행 연구사례를 통해서 초기부터 관리되어온 수명주기관리체계의 PBL 정비지원 분야 문제점 등을 확인해 보았다. 또한, 이를 보완하기 위해 선진국에서는 어떤 형태로 수명주기관리 체계를 발전시켜 왔으며 이를 통하여 대한민국의 現 관리체계의 실태와 나아갈 방향에 대해 연구해 보았다.

둘째, 드론 수명주기관리체계 中 ‘운용단계 관리 분석’ 간 핵심 관리내용을 특정하여 비용 감소 기대효과를 증가시키고, 제도적 발전 방향을 개선하여 사용자와 기존 PBL 지원체계 및 새로운 군직정비체계 간 합리적 절충 방안을 연구해보았다.

셋째, 우리 軍에 적용할 수 있는 체계 개선방향 제시를 위해 어떤 분야에서 인프라를 갖추어야 할지 확인하기 위해 드론의 구성체계를 분석하고 이를 유지 관리(정비)하기 위한 관련 기술 분야에 대해서도 정리하였다. 이를 통해 업체 외주정비, PBL 정비 외에도 군에서 군직정비를 실시할 수 있는 분야에 대해 분석하여 향후 야전 정비부대에서 시행할 수 있는 발전제언 방향도 연구해보았다. 앞선 연구방법들은 선행연구사례와 기술 분류에 따른 분석, 야전 운용능력의 1차원적 연구로 제시된 개선방향이다. 이후 보다 구체적이며 실효성 있는 체계 구축을 위해서는 전문적 평가 연구기관의 운용능력 평가를 통한 타당성 검토가 필요하겠다.

제 2 장 現 드론 정비체계 및 문제점

제 1 절 연구개발사업 추진실태 및 문제점

현재의 드론 정비체계는 초기 수명주기관리를 위한 통합군수지원체계(ILS)를 기반으로 유지관리에 대한 체계를 갖추었다. 기본적으로 드론을 제작한 업체에 의한 업체 외주정비로서 PBL 개념의 정비지원 체계를 운용 중에 있다. 이는 최근 활발히 이루어지고 있는 신속 획득사업 등의 영향으로 전투장비 체계 획득 과정에서 장비유지관리를 위한 인프라(인력, 시설 등) 확보를 고려하지 못한 현상이다.

초기 드론 무기체계의 획득에서는 4차 산업혁명이라는 큰 흐름에 편승하여 무기체계로서 유지관리를 고려하지 않고 다양한 형태의 비표준 장비들을 도입하였다. 이는 비록 구조가 간단하고 소형장비라 하더라도 장차 더욱 세밀하고 기술 집약적 무기체계로서의 발전에 있어 걸림돌로 작용하게 될 잠재 요소이다.

본 연구를 진행함에 있어 특이사항으로 드론의 무기체계로서의 연구는 다방면으로 이루어지며 다양한 연구결과를 제시하는데 비해 장비의 원활한 가동을 위해 함께해야할 유지관리 체계에 대한 연구는 매우 미비한 것을 확인해 볼 수 있었다. 개인이 운용하는 자가용을 구매할 때도 정비 인프라를 확인하기 마련임에도 그러하다.

이미 드론은 미래전의 주요한 무기체계로서 자리매김하였다. 그러나 작고 일회성의 소형 장비라는 인식이 강하여 아직까지도 사용자 정비와 업체외주정비 위주의 유지관리에 머물러 있는 현실이다. 우리 군에서 장비운용에 있어 유지관리 분야의 현 주소와 문제점을 알아보고 이를 통해 논거한 유지관리의 중요성에 대해 확인해 보았다.

1) 기존 종합군수지원계획서(ILS-P) 작성 간 제한사항

현재는 ILS-P 개념에서 IPS 개념으로 변화하였으나 동일 개념에서 기초하여 연구에 활용하였다. 초기 ILS-P 작성 시 제한사항으로 운영유지 요소의 누락, 작성 간 명시되지 못하고 놓치는 경우가 있었다. <표 5>¹⁾은 이와 같이 누락된 사항 中 운영유지를 위한 부품의 단종으로 인해 장비가동에 제한이 발생하는 경우를 보여준다.

또한 수명주기비용과 운용 가용도 및 신뢰도에 대한 합리적, 지속적 구체화 적용이 제한된다. 개발이 진행되면서 각종 지표들은 최신화와 명확한 정보를 적절하게 반영할 수 있어야 한다.

최근 적용하고 있는 통합체계지원(IPS | Integrated Product Support) 개념인 ‘소요제기 부터 획득 후 운용유지, 처분 시 까지 전체 체계를 보다 효과적이며 경제적으로 운영하고 유지하기 위한 소요를 식별하고 이를 설계 반영과 확보, 관리하는 일련의 활동’에 부합하는 총 12개 요소와 비교해보며 과거와 현재의 system을 비교해보고 문제점을 확인해 보았다.

<표 1> IPS 12대 요소

IPS 12대 요소	시험 항목
① 체계지원관리	수명주기관리계획서(LCSP)
② 연구 및 설계 반영	연구및설계반영,표준화및호환성
③ 유지관리	부품단종관리계획서
④ 정비계획 및 관리	정비지원체계,정비할당표,자체고장진단,하자보증
⑤ 지원장비	시험·검사장비등,일반장비및특수공구
⑥ 보급지원	동시조달수리부속,부수지원품목,보급지원체계
⑦ 인력 운용	인력 운용
⑧ 교육훈련 및 지원	교육훈련
⑨ 기술교범 및 기술자료	책자형 기술교범,전자식 기술교범 등 기술자료
⑩ 포장/취급/저장 및 수송	포장/취급/저장 및 수송지침서
⑪ 시설	시설
⑫ 지원정보체계	내장형 소프트웨어

1) 국방부 연구용역과제 수행을 위한 협조지시(2011.9.20)에 따른 각 군 본부 제출 자료에서 발췌

〈표 2〉 부품 단종 내용

부품단종 품명	세부내용
수신기, 레이더용	하위부품(트랜지스터) 단종 : 정비불가
합성 영상 발생기	하위부품(콘넥터 등 6품목) 단종 : 정비불가
적외선측각기	하위부품(IRG킷) 단종 : 정비불가
모듈결합체	하위부품(서킷) 단종 : 정비불가
함정 자이로	청구후 획득 1년 소요 : 자이로스코프 베어링 등 4종 최근 3년간 도입실적 없음
함정 ○○ 장치/장비	전원공급기 등 12종 : 품목 생산중단 수리부속 5종 청구후 획득 24-30개월 소요 : 장기 대기 품목
○○ 수집장비	수리부속 2종 청구후 2-8개월 소요 : 장기 대기품목
음향정보 수집장비	수리부속 6종 4-24개월 소요 : 장기 대기품목
○○ 항공기	수리부속 34종은 제작사(영, BAE) 생산중단
	수리부속 제작사(미, GE) 생산중단

2) ILS 규정 적용 미흡으로 인한 운영유지간 문제점²⁾

과거대비 ILS 규정에는 있으나 잘못된 적용으로 발생하는 문제점이 있었다. 예를 들어 군 표준 전력의 상당부분을 차지하고 있는 자주포의 정비고의 문제점이 대표적이다. 전력화 진행 시 기존에 사용하고 있던 다른 화포·궤도장비 정비고를 활용 및 개선하는 개념으로 시설 확보소요를 최소화니 장비대비 협소한 정비고로 인해 포탑회전이 불가하거나동시에 2대 이상의 정비를 진행할 수 없는 경우가 빈번히 발생하였다. 장비의 전력화 대비 부족한 야전정비시설의 보충소요와 수리부속 식별이 미흡하여 ILS-P에 반영되지 않아 유지관리 제한사항이 발생하는 경우로, 무기체계의 주장비 위주의 개발 및 획득으로 유지관리에 필요한 국방예산이 부족하고 세부 소요반영이 미흡하여 일어난 현상이다.

장비가동률(전투준비태세에 영향) 유지에 정비시설 부족으로 제한사항이 발생한 사례는 〈표 3〉하였다. 유사한 사례로서 정비용 장비 미확보로 제한사항이 발생한

2) 김태교, 『무기체계의 수명주기유지계획서 작성방안 연구』, 2011-09-01 ~ 2012-03-31

사례는 <표 4>, 소요 대비 예산부족으로 장비유지관리 지속이 제한되는 사례는 <표 5>, 과거 종합군수지원계획서(ILS-P)에 반영되지 않아 제한이 발생한 사례는 <표 6>를 참고하였다.

<표 3> 정비장비 부족으로 인한 정비 제한사항

무기체계	시설	제한사항	비고 (보유제대)
자주포	구형화포 정비고	협소한 공간으로 정비고내 포탑회전불가	사단 정비대대 군지사 정비대대
	건인포 정비고	협소한 공간으로 입고정비 1문 이상 제한	사단 정비대대 군지사 정비대대
	야외에서 예방정비	수송부정비고 내부 공간 협소로 정비고내 포탑회전불가	사용자 부대 수송부 : 악천후 시 정비 불가

<표 4> 정비장비 부족으로 인한 정비 제한사항

무기체계	구분	보유	정비소요	정비능력	과부족
전차	변속기 시험기	1대	122점	105점	-17점
	엔진 시험기	2대	104점	87점	-17점
합정	정비장비	입고 후 정비 180일 이상 소요			

<표 5> 정비예산 소요 대비 반영부족(2012 예산)

무기체계	구분	소요	반영	비고(부족)
○계열 전차	수리부속	991	853	138
○○ 자주포	수리부속	340	283	57
○○ 자주포	수리부속	262	250	12
열상관측장비	수리부속	16	13	3

<표 6> ILS-P 미포함으로 운영유지 제한

무기체계	품명	사유	비고
○ 전차	창정비 장비	식별 미흡	피아식별시험기 등
○○ 자주포	정비부대 정비고	식별 미흡	구형화포 정비고 용
○○ 자주포	정비고	식별 미흡	구형화포 정비고 용
열상관측장비	낙뢰 / 서지보호기	식별 미흡	

3) 기타 소요예측 미흡과 기존 시설활용으로 인한 문제점

K계열 전차의 경우에도 우리 군이 사용해오던 M계열 전차 정비시설을 활용함에 따라 정비 시설의 높이와 내부 크레인의 인양능력 부족으로 인해 포탑을 인양할 수 없게 되어 사단급 정비부대에서 정비를 못하는 경우도 발생하였다. 또한 수리부속을 공급하는 업체의 다원화로 조달기간이 과도하게 발생하여 사용자 대기기간이 길어지거나, 균일한 제품생산 수준을 맞추지 못해 과도한 하자가 발생하는 등의 경우가 발생하였다.

K-9 자주포 사격통제장치를 예로 들면 기술예측의 미흡으로 10년 이상 된 컴퓨터를 통제장치에 장착함으로 인해 부품공급 차질, 운영유지는 물론 해외 수출에도 걸림돌로 작용하고있다³⁾. 해군의 경우 전투함정의 ILS 용역개발로 RAM 분석, ILS-P 등 과학화를 추진하였으나 부품 단종/목록화, 군수지원 시설 등 미흡분야에 대한 지속적인 개선 소요가 확인되고 있다.

3) 연합뉴스, 2011. 9. 20일자

제 2 절 구매사업의 현실태 및 문제점

구매사업은 국내구매, 해외구매 및 임차로 구분한다.⁴⁾ 구매사업은 국내구매를 우선적으로 하되, 제한되는 경우 해외구매를 추진, 필요시 임차에 의한 도입을 추진할 수 있다. 무기체계를 획득하는 데 있어 반드시 고려해야할 원칙 중 하나는 수명주기 중 효율적 유지관리를 보장하는 것이다. 그러나 현재 구매사업을 진행하며 해당 원칙이 잘 지켜지지 않아 문제로서 작용하게 된 사례를 보면 아래와 같다.

첫째, 성능우선 추진으로 유지관리는 고려되지 않은 상황에서 전력화 이후 부품이 단종 되거나, 신형으로 개선 및 변경되어 일괄구매 해야 하는 등 군수지원 제한사항을 야기했다.

둘째, 해외 수입 장비/수리부속의 경우 다양한 국가별 납품으로 일률적인 군수지원체계를 적용하기 어려운 경우가 발생하였다. 미국의 경우 꾸준한 국내 도입으로 우리 무기체계와 호환성을 유지하여 타국에 비해 비교적 양호하나, 러시아 등과 같은 경우 서로 상이한 군수지원체제로 인해 초창기 도입 장비는 국내 정비와 보급에 많은 어려움이 있었다.

셋째, 해외 구매의 경우 대정부간 구매(FMS)나 상업구매 등 형태에 따라 부품 비용, 무기체계 구매비용 등이 상이하여 국방예산 운용에 많은 어려움이 있었다. 또한 단일 국가/업체의 제품공급일 경우, 부품구매비용이 고가인 경우 등 일부 독과점의 형태인 경우도 많아 국방예산 운용상 어려움을 야기하였다.

넷째, 장비의 유지관리와 관련된 각종 결과보고서, 기술적 자료 획득에 어려움이 따르며 국내에서 장비를 지속적으로 유지하고 관리하는 데 많은 어려움이 발생하였다. 무기체계의 특성상 해당국가에서 비밀로 분류하거나, 단일생산 국가의 단일품목으로서 획득을 위해서는 과도한 비용을 요구하여 이로 인해 상당한 제한사항이 동반되었다.

4) 국방부, 『국방전력발전업무훈령』, 2012. 2.3,

제 3 절 국·내외 드론 표준화 현상⁵⁾

4차 산업혁명 이후 드론은 전 세계적으로 급속한 증가 추세를 보이고 있다. 이와 함께 다양한 드론의 군사용 도입이 확대되고 있으며 이로 인한 장비·수리 부속의 표준화가 시급히 요구되고 있으며, 이에 따라 군사용 드론의 분류와 설계, 제조업체, 구매업체, 운영체계, 보안 시스템, 장비 안전관리 등 다양한 분야의 문제점에 대한 해결책이 요구되고 있어 무기체계 유지관리를 위한 표준화의 중요성은 지속 증가하고 있다.

군사용 드론의 부품 국산화에 앞서 본 연구를 진행하는 필자가 참여했던 총수명주기관리 세미나에서의 중점 사항을 기술해보았다. 가장 먼저 드론의 표준화 정립의 필요성과, 군 작전환경에 따른 설계 표준지침 및 핵심부품에 대한 표준 시험여건 기준정립의 필요성이 요구되는데 현재는 수요군(사용자)에서 이를 제시하기보다 공급군(업체)에서 다양한 스펙트럼의 제품군을 소개하면 수요군에서 선정하고 있어 빠른 표준화를 통해 수요와 공급 양자의 입장에 모두 충족할 수 있는 표준화 절차가 시급하다. 관련 주요 연구중점으로 ① 드론 분류 및 용어 정립 ② 설계 안전성과 관련한 감항인증(동력장치, 프로펠러, 배터리) 기준 정립 ③ 통신 및 데이터링크 기준 정립 ④ 사이버 보안 표준(보안 시스템, 식별체계 등) 중심으로 연구되어야 하겠다. 이는 국제표준, 국가표준(KS) 등 글로벌 공통분야를 바탕으로 군 특수성을 고려, 엄격하고 가혹한 환경 및 운용요구조건 충족될 수 있도록 많은 관심과 노력을 기울여야 하겠다.

1) 표준의 정의

표준이라 함은 '일상적, 반복적으로 일어나거나 일어날 수 있는 문제'를 주어진 상황과 조건에서 최적의 상태로 해결하기 위한 일련의 활동으로 정의한다. 이러한 일련의 활동에 합리적인 기준을 표준이라 하며, 표준은 모두의 합의에 따라 작성 및 공인된 기관에 의해 승인, 공통·반복적 사용을 위해 제공되는 규칙 또는 특성을 제공하는 문서로 정의한다.

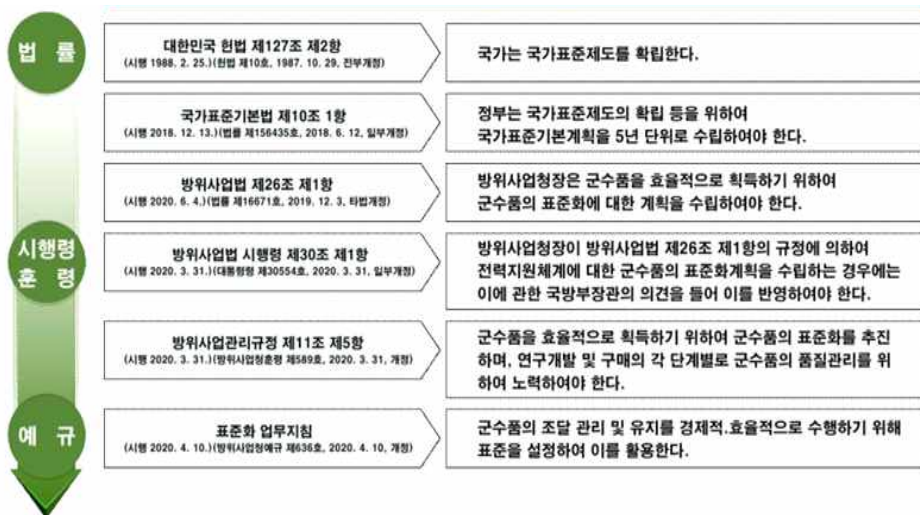
5) (국내학술논문) 군사용 드론 표준화 추진실태 분석 및 발전방안 연구 / 이기진(2023) / 미래군사학회

또한, 국제표준화기구(ISO10))와 국가기준법을 기준으로 아래표와 같이정의하고 있다.
대한민국 방위사업청은 매년 '국가표준 기본 계획'에 따라 '국방분야 표준시행계획'을 수립, 시행토록 규정하고 있으며, 국제·국가·국방표준과의 관계는 각각의 표준 순으로 적용하고 있다.

〈표 7〉 국제표준과 국가표준

용어	정의
국제표준	국가 간의 물질이나 서비스의 교환을 쉽게 하고 지적·과학적·기술적·경제적 활동 분야에서 국제적 협력을증진하기 위하여 제정된 기준으로서국제적으로 공인된 표준 <국가표준기본법 제3조>
국가표준	국가사회의 모든 분야에서 정확성, 합리성 및 국제성을 높이기 위하여 국가에서 통일적으로 준용하는 과학적·기술적 공공기준으로 표준·성문표준, 측정표준·참조 등 국가표준 기본법에서 규정하는 표준을 말함. <국가표준기본법 제3조>
국방표준	군수품의 조달·관리와 유지를 경제적·효율적으로 수행하기 위하여 표준을 설정하여 이를 활용하는 조직적 행위와 기술적 요구사항을 결정하는 품목지정, 규격화, 형상관리 등에 관한 제반 활동을 말함. <표준화 업무지침>

〈그림 2〉 국방분야 표준화 관련 법령체계⑥



6) 군사용 드론 정비체계 구축방안 연구 - 2024.10, 한국과학기술학회 논문지(학술저널) / 김용(육군)
(A Study on the Establishment of a Maintenance System for Military Drones) 참고

2) 군사용 드론의 표준화 필요성

표준화는 운용성 향상과 총수명주기 비용절감, 전투준비태세 유지 등을 위해 반드시 함께해야하는 사항으로서 국방획득과정에서 표준화 미흡 시 다양한 문제가 발생될 수 있겠다.

장비운용 면에서 효율적이고 체계적인 군수지원의 제한과 이로 인한 장비 유지관리 소요증가로 총수명주기 비용이 증가하고, 장비 간 상호 호환성이 떨어지게 될 것이다. 기술개발에서는 표준항목에 대한 정보 부재로 기술개발의 제한, 상이한 시험평가 기준으로 사용자와 공급자 간 분쟁, 납품 지연사례가 빈번하게 발생하게 될 것이다. 전력화시에는 소량 생산으로 구매단가가 증가되어 불필요 예산의 낭비가 발생할 것이며, 민간에서 주도하는 장비개선으로 인해 군 작전환경에 부합하는 장비 획득에도 많은 제한사항이 발생될 것이다.

특히, 유지관리와 관련하여 표준화 필요성을 정리해 보자면 다음과 같다.

첫째, 구성품의 표준화를 통한 정비 효율성 증대이다. 앞에서 기술하였듯이 표준을 제시하지 못한다면 민간 주도의 무분별한 장비개발로 인해 장비 선택의 폭은 넓어지겠으나 이로 인해 상호간의 하드웨어, 소프트웨어의 호환성 결여를 야기하게 되고 이는 곧 정비체계의 확대 또는 업체위주의 정비로 순환하며 악순환의 연속이 될 것이다. 표준화된 장비는 다양한 장비에 비해 정비대상 품목이 한정될 수 있고, 이를 통해 최적화된 최소 인원과 정비시설을 활용한 정비를 가능하게 해줄 것이다.

둘째, 장비가동률 증가에 대한 기대효과이다. 흔히 유지관리와 정비를 하나의 개념으로 이해하기 쉬우나, 기초적인 유지관리는 사용자 단계에서 조치되는 사항으로 표준화된 부품과 장비는 곧 매뉴얼화 될 수 있음을 의미하고 이는 사용자 단계에서의 ‘관리’를 통한 고장 및 고장 가능성 배재를 유도할 수 있음을 의미한다.

셋째, 유지관리를 위한 체계 구축의 용이성이다. 대기업 생산체계 또한 새로운 제품을 제작한다면 그에 맞는 새로운 생산라인의 구축이 필요하다. 그렇다면 각 부품이 크지 않은 중소형 드론의 경우에는 얼마나 다양한 생산라인이 필요할 것이며 너무 넓은 생산 스펙트럼으로 인해 부품확보에 어려움이 발생할 수 있을 것이다. (소량의 다양한 부품 생산라인 부재)

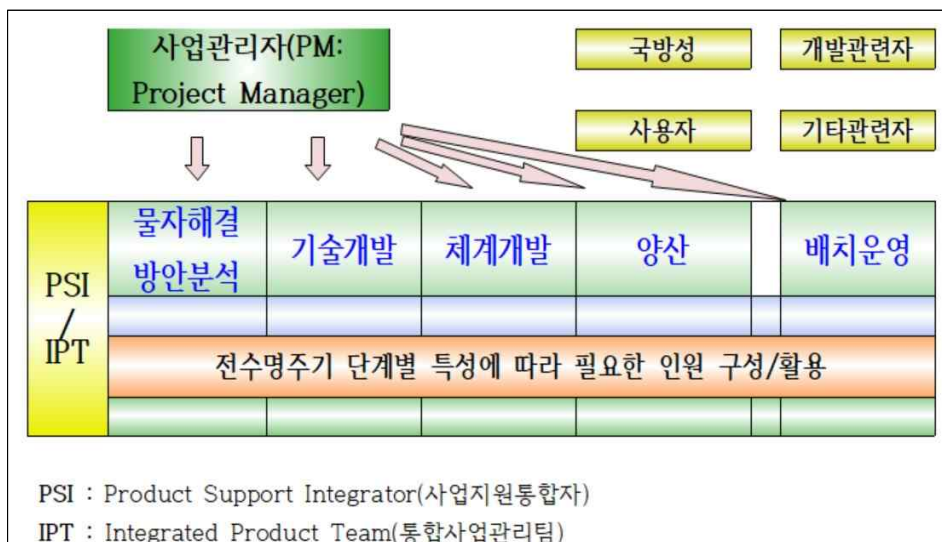
제 4 절 선진국 및 선행 연구사례와 국내무기체계 획득 사례7)

1) 미국의 수명주기관리 사례8)

가) 미국의 총수명주기체계관리의 변화과정

미국이 총수명주기체계관리(TLCSM : Total Life Cycle System Management) 체도를 채택하게 된 것은 냉전종식 후 세계적 국방예산 감소 흐름 속에서 무기 체계가 점차 첨단화 되어감에 따라 무기체계의 운영유지 비용이 전체비용의 60~70%이상을 차지하고 획득 및 운영유지 비용이 지속적으로 증가하여 왔음에 기인하였다.9)

〈그림 3〉 총수명주기체계관리 운영체계



미국의 군수지원은 1990년 걸프전을 계기로 물량중심의 군수지원에서 속도 중심의 군수지원으로 1995년부터 일대 혁신을 통해 미 육군은 약 51%의 물량을

7) 김태교, 「무기체계의 수명주기유지계획서 작성방안 연구」, 2011-09-01 ~ 2012-03-31

8) 이정우, 「무기체계의 수명주기지속계획서 적용방안 연구보고서」, (국방전략학과)

9) 전종순, 「성과기반 군수의 한국군 적용방안」, (국방대학교 합동참모대학, 2009)

10년간 축소하고 수리부속의 보급 시간을 50% 단축하기에 이르렀다. 1990년대 후반에는 무기체계의 총소유비용(TOC : Total Ownership Cost | 무기체계를 군이 보유함으로써 발생하는 모든 비용) 제도를 도입했다. 무기체계의 획득과 배치, 운영 및 유지, 최종 폐기과정 까지 소요되는 모든 인력, 장비, 물자, 시설 등 국방자원의 합을 의미하는데, 총비용을 고려함으로써 다음 세 가지 큰 문제점이 식별되었다.

첫째, 소요기획단계에서 무기체계의 지속성 고려가 미흡한 채 성능 위주의 소요결정. 둘째, 수명주기 동안 비효율성의 개선이 요구(획득과 지속유지 책임의 단절) 셋째, 성과중심의 군수지원체계 관리의 가속화(기존 기능·품목별 지원 개념의 탈피)

이러한 과정에서 미군 군수지원제도의 앞서 논거한 문제점을 지적하며 국방부에 새로운 절차를 수립할 것을 지시(2001년 부시행정부 | 럼스펠드(Donald H. Rumsfeld) 국방장관)하였다. 냉전종식 후 소련이라는 주 위협이 사라졌음에도 불구하고, 군사력 건설과정에서 위협에 기반을 둔 기획이 이루어지는데 대한 문제점을 인식하여 명확한 적(소련)이 아니라 9·11테러 등과 같은 다양한 총체적 위협에 대비할 수 있는 능력기반 기획으로의 전환을 강력히 추진하였다. 이후 2001 QDR(Quadrennial Defense Review Report)이 발표되며 군수혁신의 과제로 전투부대가 요구하는 성능의 무기체계를 적기에 획득, **획득과정에서 지속유지성(Sustainment)을 고려** 최소의 비용으로 최적의 성능을 보장하고 유지하기 위한 새로운 획득전략인 **총수명주기체계관리(TLCSM)** 제도가 2003년에 제안되었다.

나) 총수명주기체계관리(TLCSM)의 특성

총수명주기체계관리제도는 능력에 기초한 접근법과 진화적 획득전략¹⁰⁾을 중심으로 하는 새로운 군수지원제도이다. 무기체계 전 수명주기단계의 일관성 있는 관리로 비용을 최적화 할 수 있도록 합참에서 소요결정시 무기체계 지속성

10) 완벽한 체계를 장기간 개발하기 보다, 사자별 소요제기로 사용가능한 체계를 조기에 개발하고 새로운 첨단 기술을 체계에 적용하기 위한 것으로 점증적 개발과 나선형 개발전략으로 구분한다.(국방전략발달업무훈령 참조)

(Sustainment)을 작전운용성능(ROC : Required Operational Capability)과 동일한 비중으로 고려토록 합참 소요기획지침을 개정하였다. 또한 국방부(합참) 주관 하 Top-Down식의 일관성 있는 사업추진을 위해 사업관리자에게 단일 책임을 부여하여 사업계획 수립, 초도 양산, 시스템 및 하위체계, 구성품, 수리 부속 및 용역의 조달 등 사업계획 수립부터 도태까지 수명주기 관리의 책임을 부여하였으며 이를 총수명주기체계관리(TLCSM)라고 명명하였다.¹¹⁾

이러한 미국의 총수명주기체계관리 제도를 적용하는 목적은 무기체계의 신뢰성 향상, 군수절차 간소화, 전 지역 기동성(Global Mobility) 향상, 총수명주기비용 절감, 진화적 획득전략과 특히 나선형 개발절차¹²⁾의 실행을 통해 야전의 전투원들에게 필요한 능력을 개발하고 배치하는데 필요한 시간의 단축 등으로서, 총수명주기체계관리(TLCSM)는 다음과 같은 사항을 포함한다.¹³⁾

- ① 사업의 군수목표를 달성하기 위한 책임 부여 : 지속성분야 포함
 - ② 진화적 획득전략 | 무기체계 지원을 포함
 - ③ 수명주기군수지원(LCL | Life Cycle Logistics) 강조 : 체계공학 분야
 - ④ 지원성(Supportability)을 성과의 핵심요소로서 강조
 - ⑤ 성과기반 군수지원(PBL | Performance Based Logistics) 적용
 - ⑥ 신뢰도 향상 및 군수지원 소요 감소 반영
 - ⑦ 지속 유지획득 전략 지속적 검토

다) 미국 총수명주기체계관리(TLCSM) 제도 개선

2003년 제도시행 후 미국은 이를 적용한 96개 주요 사업을 분석하였다. 그 결과로 운영비용 및 획득기간 증가와 요구조건 미흡 군수품, 성능의 저하 등의 문제점을 발견하였다. 이와 같은 문제점들은 제도의 불합리성 야기된 것이

11) 전종순, 전계서 p.26.

12) 나선형 개발(Spiral Development)이란 지금 당장 가용한 기술을 적용하여 개발을 추진한 다음에 그 성능을 지속적으로 개선해 나가는 무기체계의 획득전략 중의 하나임. 나사의 선처럼 일부 시행착오를 겪기는 하지만, 전체적인 차원에서는 올바른 방향으로 지속적으로 전진하여 나간다는 개념이다.

13) 김효중 외, 국방획득지침서,(국방대학교 합동참모대학, 2008), pp.263-264

아니라 아래 열거한 내용과 같이 무기체계 획득 시 고려할 절차와 요소들의 미흡이 원인으로 분석되었다.

- ① 기술 개발 단계로 진행 시 능력의 필요성과 물자 해결 방안분석 결과 누락
- ② 기술 성숙도의 입증 미흡
- ③ 설계 고려사항 반영 미흡 : 비용, 일정, 성능 등
- ④ 불명확한 사용자 요구사항
- ⑤ 획득단계 진행시 결정권자의 진도평가와 요구조건의 조정, 법령과의 일관성, 공식적이고 효과적인 사업 재조정 기회 부족

위와 같은 분석결과의 해소를 위해 2008년~2009년에 획득제도를 보완, 주요 보완 내용은 ① 획득단계에서의 지속 요구 성능 추가와 ② 수명주기의 관리업무 강화, ③ 성과기반 군수지원(PBL) 실행 의무화, ④ 시스템엔지니어링 절차 강화, ⑤ 획득전략에 수명주기지속계획서(LCSP) 반드시 포함 ⑥ 연계성 강화를 위해 소요제기·획득·운영유지 간 수명주기 관리사령부의 신설을 통한 조직 간 통합 달성 등이다.

이에 따라 종합군수지원계획서(ILS-P | Integrated Logistics Support Plan) 작성에서 수명주기지속계획서(LCSP | Life Cycle Sustainment Plan) 작성으로 전환하게 되었다. 위 해소방안 이외에 장비 신뢰성을 향상과 비용절감을 달성하기 위한 것으로서 획득단계와 운영유지단계간의 연계성을 강화하여, 모든 획득/지속유지 활동을 통합하여 군의 물자준비 유지를 보장하기 위한 체계적 절차 구성 문서를 2010년 LCSP 초안을 작성하기에 이르렀다.

라) 미국의 총수명주기체계관리의 변화과정

개념 및 능력개발단계시 능력과 관련되어 결정된 능력구성요소는 아래와 같이 초기능력서(ICD)에 요구되는 최저값을 기록한다. 이들 능력구성요소는 획득단계에서 성능구성요소로 전환되며 이 구성요소들은 지휘통제, 정보, 화력, 기동, 방호 및

지속유지 분야로 구분되고 중요도에 따라 핵심성능지표(KPP: Key Performance Parameters)¹⁴⁾, 핵심시스템요소(KSA: Key System Attributes), 기타요소(Attributes)로 구분되어 구체화된다. 이들 지표들은 기술개발단계에서는 성능개발서(CDD)에, **공학 및 제조개발단계에서는 성능제품서(CPD)에 반영하여 관리하며 특히 획득 기간 중 체계개발규격에 반영하여 핵심성능지표(KPP)를 성취할 수 있도록 관리한다.**

우선순위 (Priority)	합동능력영역 (JCAs)의 항/세 항	기술내용 (Description)	척도(Metrics)	최저값 (Minimum Value)
		능력1		
		관련요소 1	정의	수치
		관련요소 n	정의	수치

* JCA : Joint Capabilities Areas(합동능력영역)

여러 척도중 가용도, 신뢰도, 소유비용 등 지속유지분야의 척도는 수명주기지속 계획서(LCSP)에 반영하여 관리한다. 특히 획득단계에서 제시된 지표들을 달성하고, 운영유지단계에서 앞서 확보한 지속분야 척도들을 유지/향상시킬 수 있도록 관리한다. 지속유지성(Sustainment)은 군에 최적의 가용도와 신뢰도를 보급할 수 있도록 조기에 지속유지계획을 수립하여 획득 초기단계에서 부터 지속유지에 관심을 집중, 강조하는 것이 중요하다.

관련된 척도 중비가동률(Am: Materiel Availability)¹⁵⁾은 요구운용능력(전투준비태세 능력)을 나타내는 지속유지 분야 핵심성능지표(KPP)로 정의하고 있으며, 평균불가동시간(MDT | Mean Down Time)¹⁶⁾, 신뢰도(Rm | Materiel Reliability)¹⁷⁾, 소유비용(OC | Ownership Cost)은 핵심시스템요소(KSA)로 설정한다. 기타요소는 TLCSM의 지속유지 분야 척도로 지속에 영향을 미치는 여러 가지 요소로서

14) 주요 핵심성능지표에는 생존성, 장비보호, 지속유지, 네트 기반화(Net - Ready), 체계훈련, 에너지 효율성 등이 있음.

15) 가용도(Am) = 임무 요구 장비 수량 ÷ 총획득장비 수량

16) 평균불가동시간(MDT) : 장비를 가동할 수 없는 평균 불가동시간

17) 신뢰도(Rm) = MTBF = 운용시간 ÷ 운용기간 동안의 고장 발생횟수

평균정비시간, 군수지연시간, 응답시간 등과 앞서 제시한 군수지원능력 우선 순위 요소들이다.

이런 지표는 수명주기지속계획서(LCSP) 상 반영, 배치운영단계의 지속 분야 척도를 획득단계에 확보(성취)할 수 있도록 관리하며 배치운영단계에서 확보한 지속 분야 척도들을 유지/향상(성지속유지성은 시스템 설계와 개발에 고유 지속성능으로 간주되고 있다. 이들 장)시킬 수 있도록 관리한다. 초기능력서(ICD)의 구성요소는 운영개념과 합동/요구능력, 능력 차이와 위협 및 운용환경, 비물자적 접근방법을 위한 의견 및 최종 제언 등을 포함하며, 통합 참고자료, 아키텍처, 약어목록 및 기타 자료 등이 있다.

2) 영국 수명주기관리 사례¹⁸⁾

가) 수명주기관리 업무 발전 배경

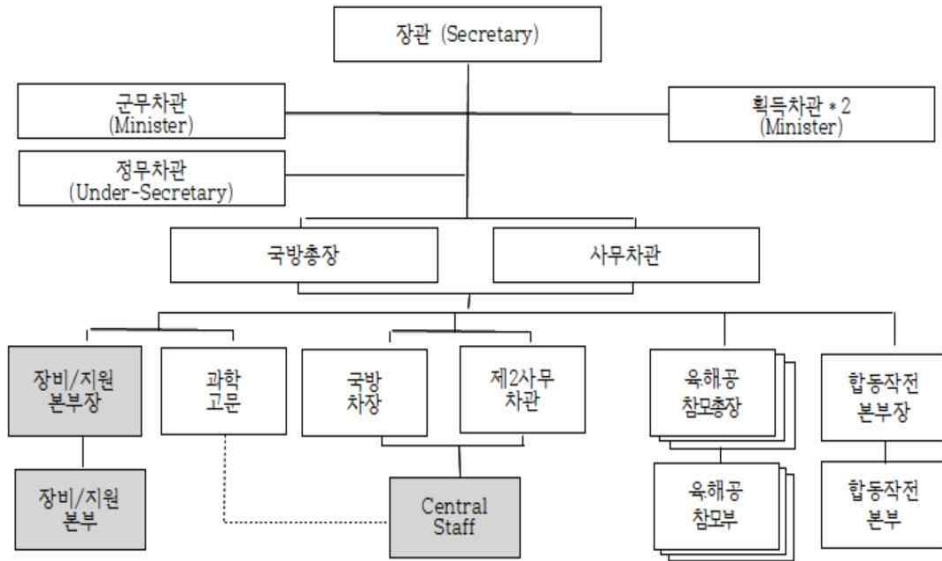
영국은 병력 20만 명에 국방예산 594억 달러(2008년 기준), 국방과학기술 세계 4위며 세계 방산수출 5위의 국가이다. <그림 4>에서 보는 바와 같이 영국의 국방 획득조직은 국방획득, 국방과학기술과 방산수출을 담당하는 획득차관, 전략적·지속적 국방개혁업무를 담당하는 획득개혁담당 차관, 중앙참모부(Central Staff), 장비지원본부(DE&S)를 두고 있다.

영국은 1998년 2월 스마트 획득(Smart Acquisition¹⁹⁾)을 채택, 사업관리로 전환하였고 이와 함께 획득조직의 개편 및 통합을 시행하여 운영해오고 있다. 또한 이러한 조직들을 이용하여 프로젝트 계약, 획득 성능 및 획득 문제 해결, 국제적 현안 등을 포함하는 포괄적 의미의 총수명능력관리(TLCM | Through Life Capability Management) 개념을 적용/추진하고 있다.

18) 국방부 「총수명주기체계관리를 위한 획득조직과 군수조직의 효율적 통합방안 연구」(2010.2)에서 발췌정리

19) Smart Acquisition의 특징 : 시간, 비용 및 성능측면에서 보다 효율적으로 장비획득을 향상시키고자 도입한 제도로 수명주기 전 기간을 고려한 사업관리, 목표에 따른 사업추진 및 성과측정 방법 개선, 체계공학 관점에서의 소요·요구조건 관리

〈그림 4〉 영국의 국방 획득조직



이러한 조직중 하나가 기존의 조직을 통합해 무기가 야전에 배치되기 이전까지 일련의 과정을 담당했던 국방조달본부(DPA, 1996~2006)로서 인원 4,498명(군인: 14% 681명) 규모로 주요무기체계의 성능개량업무와 함께 신규 무기체계 획득을 담당 하였다. 또 다른 조직은 무기의 야전 배치 이후를 지원하기 위해 각 군 군수사령부를 통합한 국방군수본부(DLO, 2000~2006)이다.

국방군수본부는 국방부내 조직으로서 산하에 인원 27,000명, 53개의 장비유지팀과 정비창을 두고 55억 파운드, 국방예산의 약 13% 규모로 운용 장비의 유지 및 보수, 처분과 저장 및 분배·기술지원·수송·탄약·연료·피복·의료지원 등의 업무를 담당하였다.

그러나 이렇게 이원화된 조직 운영의 결과 생산단계 획득과정과 야전 운영 유지 사이 연계의 미흡으로 인력 예산운영에 상당히 비효율적이 되었다.

나) 총수명능력관리(TLCM) 발전

위와 같은 문제점이 발생됨에 따라 획득변화 촉진팀(EACT, Enabling Acquisition Change Team)을 구성, 단일조직에서 일관성 있게 획득과 유지를 관리하고 획득초기의 정확한 수명주기 비용을 파악, 효율적인 자원배분을 위한 새로운 획득전략으로서 총수명능력관리(TLCM | Through-Life Capability Management)로 2007년 전환하였다. 총수명주기관리계획서(TLMP | Through Life Management Plan)은 획득, 운영, 폐기 등의 국방 능력에 관련된 모든 기관들의 국방능력 확보를 위한 계획으로 신규 전력화 장비의 획득 및 실전 배치, 최종 폐기까지의 모든 과정에 대한 총괄 책임을 지고 IPT가 계획을 수립한다. TLMP는 초기 개념단계에서 작성 후 사업의 진행에 따라 계속 개선, 보완되고 Main Gate 최종 사업 승인 검토 자료로 활용된다. 생산단계에서는 Main Gate에서 협의된 계획을 가지고 수락시험평가를 실시하고 실전배치를 결정하는데 활용된다.

영국은 지속적으로 국방 획득분야의 변화를 추진해 왔으며, 획득 운영체계 승인 및 감시관리, 통합조달 및 지원조직과 인력, 기술 및 행동, 기획과정, 연구 개발, 목표 및 성능관리와 총수명 능력 관리분야를 포함하고 있다. 이러한 총수명능력관리란 모든 국방수명 관리요소(DLD: Defence Lines of Development)를 고려하여, 요람에서 무덤까지신규 및 기존 군사 능력의 모든 분야에서 일관성을 유지하여 계획 및 관리되도록 능력을 획득, 운용 상태를 관리하는 것이라고 할 수 있다.

영국에서 실시하고 있는 수명주기관리체계의 경우 이러한 체계공학의 적용을 통해 사용자 요구사항 변경 또는 제반 여건 변경에 보다 신속한 대책을 수립하는 것이 가능하다.

이를 통해 원하는 능력을 확보, 소요기획과 개발단계에는 요구능력을 도출하기 위한TLCM의 세부 순환계통을 정의하여 활용하고 요구된 능력에 맞추어

개발하기 위해 개발계획서 성격의 총수명관리계획서(TLMP)를 작성관리하고 있다. 또한 이외에도 부품 단종예방 목적의 단종부품 관리업무(OM | Obsolescence Management)와 지속적인 표준화 업무 진행 등이 있다. 특히나 첨단 무기체계 획득과 관련된 기술은 그 복잡성으로 인해 빠른 속도로 단종 될 수 있는 위험도가 높기에 매우 중요시 되고 있다.

영국은 앞서 기술한바 같이 총수명능력관리(TLCM) 개념을 지속 발전, 보완 시켜 군수 관리에 임한 결과 2008년에는 국방조달본부(DPA | 운영인력 10%), 국방군수본부(DLO | 운영인력 20%) 등의 전체 운영인력 中 약 30%를 감축한 수준의 운영인력을 유지하게 되었다. 결과적으로 위와 같은 변화를 통해 2012년까지 약 1조원의 예산절감 효과를 달성하였다.

3) 독일의 수명주기관리 사례

가) 수명주기관리 업무 발전 배경

독일의 경우 적과의 직접적인 대치관계를 갖지 않는 안보 정책으로 기본 법률에 명시된 가치와 자국의 이익 보호를 최우선으로 결정되어 왔으며, 자국의 능력 확보를 유럽연합, NATO(북대서양조약기구) 등 주변국들과의 연합능력 확보에 중점을 두고 있다.

독일은 자국의 국방 현황 및 문제점을 파악하기 시작(1998년)하여 본격적인 국방개혁 추진(2000년)에 나섰다.²⁰⁾

그 이유는 ① 군의 임무와 역할 변화가 불가피함인데, 대단위 외부 적대세력이 없는 것으로 판단되므로 영토방위에 있어 기존의 전면전 대비보다 신속대응과 효과중심 구조로의 전환이 요구되었다. ② 독일 내 미군 주둔 감축에 따라 새로운 협력대상인 NATO군과의 연합작전 능력이 요구되었다. ③ 부족한 국방재원획득 한계에 따라 돌파구 마련이 필요했다. 국방예산은 통일전 GDP 대비 현재 10%이하 수준으로 감액 되었으며 징집대상인원의 감소와 부사관의 부족 등 병력운영을 위한 내부 여건이 악화되었다. ④ 냉전 이전과 달리 대규모의 연방군 운영에 있어 국민들의 비판적인 여론 또한 간과할 수 없는 부분이었다.

이에 따라 기존 3군 체제에서 신속한 대응 능력과 효과중심의 3군으로 개편하여 신속대응군(3만5천명), 안정화군(7만명), 지원군(14만 7천5백명)으로의 전환하였다.

이를 통해 중앙통제를 강화한 통합지원체제 구축과 국방운영분야 혁신, 첨단무기 체계 확보를 주요내용으로 하는 국방개혁을 추진하였다.

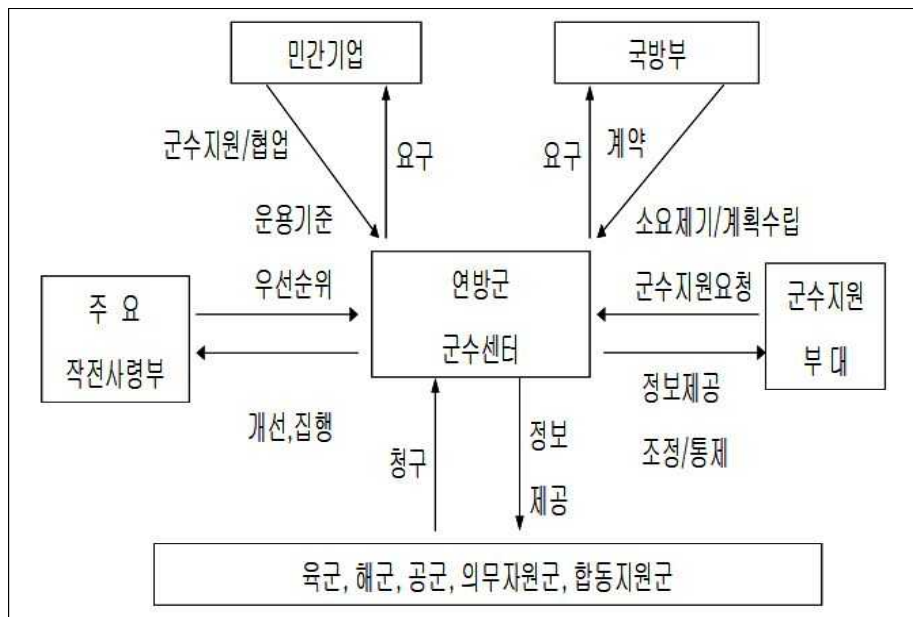
20) 혁신기획본부장, 독일군 현대화사업추진실태 출장결과보고서(2007.12)에서 발췌

나) 통합적 지원체제로의 전환

이러한 개혁 결과로 독일은 통합적 지원체제로 전환(2000년 10월)하게 되었다. 독일은 이전까지의 4개 단일 군수지원체계(육군·공군·해군·국방부)를 유지해 왔다. 그러나 달라진 방위정책 지침에 의해 국방의 개념을 임무와 능력 그리고 장비의 통합 개념으로 전환하며 이를 뒷받침할 군수시스템 새로운 설계를 실시하였다. 즉, 단일지원으로 통합되지 못했던 군수를 변혁하여 핵심능력 위주로 개편, 통합지원체제로 전환한 것이다.

이에 따라 합동지원군 예하에 연방군수센터(BLC: Bundeswehr Logistics Center)를 창설하여 전·평시 합동군수물자에 대한 통합군수지원을 조정통제하고, 군수산업체와의 업무협조 및 의사전달 역할을 하며 전투부대와 군수지원부대에 대한 연결통로 역할을 하도록 하는 등 모든 종합군수지원업무의 조정통제 및 민간과의 협조업무를 담당하게 하였다(<그림 5>²¹⁾참조).

〈그림 5〉 통합적 군수지원 체계



21) 최석철, 국방경영정책세미나, 2009.8.11 p.10

독일은 2001년부터 국방부 군비총국 조정통제 아래 합참 4국 즉, 군수국에서 장비 소요를 결정하고 국방기술조달청에서 획득업무를 수행하며, 군수센터에서 장비를 운용한다. 다시 말해 군수에서 우리나라의 경우처럼 운영유지 및 폐기만을 담당하는 것이 아니라 소요 결정부터 전체 무기체계 획득을 담당하고 있는 것이다. 또한 합동지원본부 통제 아래 운용책임관(In-Service Manager)이 수명주기 간 모든 의사결정에 참여함으로써 수명주기관리 업무를 수행하고 있다(〈표 322〉참조). 즉, 운용책임관이 소요결정단계부터 획득, 운영유지단계까지 참여하여 실질적인 총수명주기 체계관리를 실시하고 있다. 이와 같이 독일은 군수중심의 장비 수명주기 관리정책은 변함이 없었으며 방법만 통합적 군수지원체제로 변화했다.

〈표 8〉 표준수명주기 관리 업무 분장

단계	분석단계	위험감소단계	도입단계	운용단계
	(소요결정)	(획득)		(운용)
책임부서	합참 4국 (군수국)	국방기술조달청 (PM)		군수센터 (운용책임관)

4) 이스라엘의 수명주기관리 사례

가) 수명주기관리 업무 발전

이스라엘의 수명주기 업무의 발전 배경은 적에 대한 기술 및 질적 우위 확보이다. 적은 국방 예산 안에서 최대한의 안전보장 효과를 달성하고 주변 적과의 전쟁 가능성에 대한 확고한 전쟁 억제 능력을 유지하기 위한 국방정책을 기반으로 하고 있다. 협소한 이스라엘의 영토를 감안하여 방어보다는 우세한 공군력을 통한 선제공격 개념을 적용하였다. 전쟁 발발 시 초기부터 전쟁지역을 적의

22) 최석철, 국방경영정책세미나 2009.8.11 p.10

영토 내부로 전환함으로써 자국 내 피해를 최소화하는 방식의 군사전략을 운영하기 위해 획득정책이 이를 지원토록 하고 있다.

이에 따라 획득업무 시 무기체계의 운영 독자성 확보를 위해 연구개발을 최우선으로 하며 보유하고 있는 무기체계들의 성능개량을 최우선으로 국내생산, 해외도입의 순서로 획득하도록 정하고 있다. 이는 국방부 본부와 이스라엘 국방군 (IDF: Israel Defense Force)에서 분장하도록 하고 있다.

국방부 본부에서는 획득정책 및 연구개발과 생산/조달관리 등과 함께 기반기술과 관련한 업무(기획/계획/예산 편성과 재정/조달/수출)를 하게하고, 군에서는 소요제기/획득방법 결정/시험평가/품질보증 업무와 함께 무기체계 관련(기획/계획/예산편성) 임무를 수행하도록 하면서 효율적인 업무를 위해 핵심참모 이중 보직화를 통해 업무협력 관계를 유지하도록 하고 있다.

이스라엘의 획득 절차는 ① 무기체계 소요 검토 첫 획득을 확정하면 ② 연구개발국 (IDF와 국방부 합동 조직)이 획득방법을 결정, ③ 업체선정시 조달생산국이 공개 경쟁으로 선정하는 반면 연구개발국이 업체선정 및 사업관리를 하고 있으며 수명 주기관련 업무에서도 상기의 원칙과 절차들이 적용되고 있다.

5) 국내무기체계 획득 체계

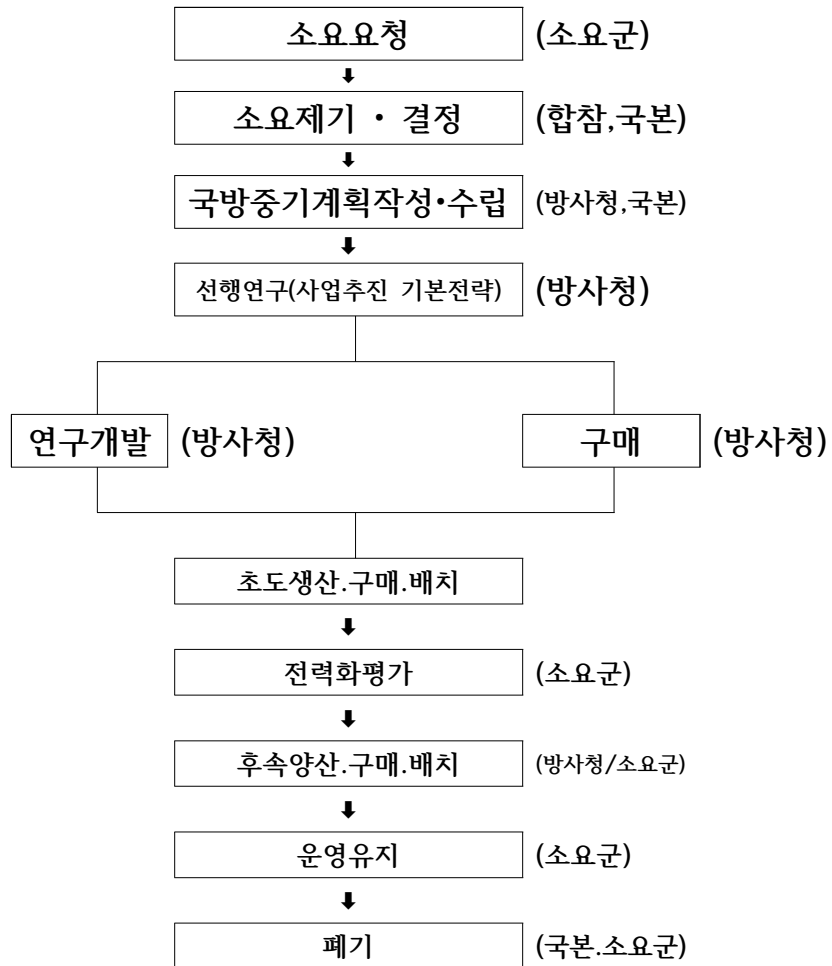
가) 획득 및 운영유지 업무 이원화

우리 군의 무기체계 획득절차는 <그림 6>²³⁾과 같다. 소요기획단계에서 소요군이 소요요청을 하면 합참에서 이를 검토 및 조정하여 소요를 제기하고, 국방부 장관의 승인을 받아 소요가 결정된다. 소요 결정된 무기체계의 획득은 방위사업청에서 관리한다. 야전배치 이후의 무기체계 운영유지는 국방부의 통제를 받아, 소요군에서 관리한다. ²⁴⁾

23) 정책연구정보서비스, 수명주기지속계획서

24) 국방부, 『국방전력발전업무훈령』, 2012.2.3

〈그림 6〉 무기체계 획득절차



무기체계 획득단계별로 주관기관이 명확하게 구분되는 것은 단순히 주관기관의 이원화 문제가 아니라 소요와 획득, 획득과 운영유지 간의 업무가 통합되지 않고 이원화 되고, 연계가 제한되어 국방 차원의 통합운영에 많은 제한사항으로 작용한다.²⁵⁾ 2006년 방위사업청 개청 이후 무기체계 획득은 방위사업청에서 전담하고 있고, 획득이후 무기체계의 운영유지는 국방부와 각 군이 수행하는 이원화 체계가 유지되고 있으며 이와 관련된 예산의 계획과 집행도 이원화된 체계로 운영되고 있다.

25) 국방대학교, 『총수명주기 체계관리 집행통합 구축방안』, 국방대, 2009, p57~59 보완작성

현재 운영되고 있는 관리체계에서 우리 각 군은 소요 기획단계(소요제안 및 요청), 획득단계(전력화지원요소 등 자료제공 및 검토), 운영유지단계(배치된 무기체계 운영과 정비, 야전에서의 운영 실적자료 수집 및 방위사업청 제공) 순으로 업무를 수행하고 있다. 방위사업청은 소요 결정된 무기체계의 획득을 위하여 중기계획을 작성, 관련된 예산편성과 무기체계의 선행연구단계로 부터 생산 및 배치까지의 사업관리 전반을 수행한다.

그러나 운영유지단계 전력화 평가 中 전력화지원요소 누락 사항에 대한 보완 조치 수행 외 방위사업청이 수행하는 역할은 획득단계를 제외한 수명주기단계에서는 거의 전무하다고 볼 수 있다. 또한 무기체계 획득 주관 기관으로서 방위사업청에게 운영유지단계에서의 장비유지 예산분야는 소요군이 국방부로 요구하는 절차로 별도 분리되어 있어 운영유지단계에 대한 업무는 관리체계 외적인 일로 여겨지고 있다.

국방부는 중기계획 및 예산요구서를 종합하고 있으나 획득단계에서 방위사업청에서 작성하는 방위력개선분야 중기계획 및 예산요구서와 국방부(각군 포함)에서 작성한 정상운영분야 운영비 간 재원의 재배분은 거의 이루어지지 않는다.

이러한 우리군의 획득단계별 조직의 이원화와 그로 인한 업무 연계성 부족은 국방부, 방위사업청, 소요군 등 관련기관 간의 협조체계 및 업무의 효율성 문제와 직결된다.

나) 종합군수지원계획서(ILS-P)에 의한 제한된 수명주기관리

현재의 종합군수지원계획서(ILS-P)는 종합군수지원요소 개발을 위해 탐색개발, 체계개발 및 일부 양산단계에 작성되고 있으나 총수명주기에 걸쳐 수명관리에 필요한 관리요소 및 척도 등의 반영이 미흡하다.²⁶⁾ 최초 개발계획수립부터 부품 단종계획 등 수명관리에 필요한 제반요소 반영이 미흡하여 제한된 수명주기관리를

26) 국방기술품질원, 『장비 개체별 수명주기 관리방안 연구보고서』, 2010, p 89 발췌

하고 있다 보니 소요기획, 획득 및 운영유지를 연계하는 수명주기관리 문서가 요구되고 있다.

앞서 선진국과 국내 운영실태에 대해 기술한 바와 같이 무기체계 개발 및 획득 그리고 운영유지단계 간의 연계성을 강화, 소요군과 연계한 전투준비태세 향상과 소요제기부터 지속유지성(Sustainment)을 반영하여 수명주기비용을 절감하고 선행연구단계부터 운영유지단계까지 수명주기지속계획서(Life Cycle Sustainment Plan)로 종합군수지원계획서(ILS-P)를 대체 작성하고 있다. 국내 운영체계 도한 많은 수정과정과 선진국의 장점을 잘 분석, 보완한다면 체계적이고 완성도 높은 결과를 기대할 수 있을 것이다.

제 5 절 선진 연구사례의 시사점

선진국 연구사례(미국, 영국, 독일, 이스라엘에)를 통하여 수명주기관리 실태를 살펴보았다. 앞선 연구사례들을 보면 선진국은 무기체계 획득 시 단순히 무기체계 획득에만 집중하는 것이 아니라 수명주기 체계관리 차원의 접근함을 통하여 준비태세 향상과 수명주기비용 절감의 성과를 동시에 달성하고 있다. 이러한 선진 수명주기 관리체계 사례를 통한 우리 군에 적용할 시사점은 아래와 같다.

첫째, TLCSM의 중요성과 개념을 명확하게 정립, 실천하며 지속적으로 개선하고 있고 특히 소요기획, 개발, 운영단계의 연속성을 확보함으로써 장비가동률 향상 및 비용절감효과를 얻고 있다. 획득 및 운영유지 부서의 통합이나 수명주기관리사령부의 신설을 통하여 연속성을 강화하고 있으며, 수명주기 간 지속성을 관리하는 수명주기지속계획서 작성, 활용사실에 집중할 필요가 있다.

둘째, 능력기반분석(Capability Based Assessment)을 소요기획단계에서 현재의 능력 수준과 군이 필요로 하는 능력과의 차이를 파악, 물자(장비)와 비물자적 확보 방안을 동시에 고려하고 있다. 특히 비물자적 방안(교리, 조직, 훈련, 리더십 및 교육, 인력, 시설 등)을 먼저 반영하여 비물자적 요소로서는 도저히 능력 확보가 곤란한 경우 물자적 요소를 확능력을 확보하고 있음에 유의할 필요가 있다.

셋째, 초기단계부터 획득하는 무기체계가 야전에서 효율적으로 작전지속성을 유지하기 위하여 지속유지성을 체계적으로 반영하고 있다. 지속과 관련된 척도는 사업초기 소요기획단계에서 군수지원능력의 최저값으로 제시되고 개발이 진행되면서 지속유지 성능척도(장비가동률, 신뢰도, 수명주기비용)로 전환되어 다양한 분야의 척도 간 절충과정을 통해 최적값을 산출한다. 또한 배치운영 단계에서 야전운용제원을 분석 및 평가하여 상호 보완함으로써 군수지원 체계를 최적화하고 성능 개선사항을 도출, 작전지속성을 확보하고 있다. 이는 곧 지속유지성을 구현하는 척도로서 신뢰도 및 소유비용, 장비가동률 등이 작전요구성능(ROC)과 동일한 비중으로 중요시하고 있음을 주목해야한다.

넷째, 우리군도 소요군이 최종 사용자로서 수명주기 전 과정 의사결정시 주도적으로 참여함이 매우 중요함을 말해 주고 있다. 선진국에서는 전 수명주기단계에 관심을 갖고 적극 참여하여 TLCSM을 성공적으로 추진 함으로서 소요군이 기존의 무기체계 성능 중심의 관심과 참여에서 벗어나 목표 장비가동률을 유지할 수 있도록 하고 있다. 이는 수요자 중심의 무기체계 획득 및 지속이 이루어져야 요망 성과가 효율적으로 달성될 수 있다는 것이다.

다섯째, 수명주기관리의 체계적 수행 및 효과적 관리를 위한 각종 기법/제도를 활용하고 있다는 것이다. 지속유지성(Sustainment) 확보를 위한 수명주기지속 계획서(LCSP)를 작성하여 활용하고 산출정보의 관리와 능력분석의 기본자료 유지를 위한 통합정보체계를 활용하고 있으며 린(LEAN) 6시그마²⁷⁾, 체계공학 등의 기법을 함께 활용하고 있다. 따라서 LCSP 작성 및 활용뿐만 아니라 무기체계획득시 우수한 성과 달성을 위해서는 체계공학, RAM-C 분석능력 등 기타 구성요소들도 함께 발전되어야 함을 인식할 필요가 있다.

여섯째, 체계공학 기반 수명주기 시스템 분석 지원과 PM의 소요기획, 획득 및 군수지원분석 등에 대한 전문성 향상을 비롯하여 관련기관의 충분한 기술적 지원을 통해 TLCSM을 성공적으로 추진하고 있다. 이는 TLCSM의 효과적 시행을 위해서는 관련요원의 전문성과 관련기관의 원활한 기술지원능력이 필수적으로 구비되어야 하고 이러한 구성 요소들이 전문성과 기술지원이 잘 융합될 때 보다 우수한 성과 달성에 용이함을 시사하고 있다.

종합적으로 선진국에서의 사례를 통해 우리군도 총수명주기체계관리 제도를 적극 발전시켜 비용을 획기적으로 감소시키고, 장비가동률 향상시키데 중점을 둔 만큼 조기에 우리 군에서도 정착시켜 나갈 필요성과 효과적인 진행을 위해 수명주기지속계획서(LCSP)를 도입할 필요가 있다.

27) 린(LEAN) 시그마에서 린은 업무 프로세스에서 불필요한 부분을 제거하여 단순화하는 것이고 6시그마(sigma)는 품질 불량률을 1백만개당 불량품 3.4개 수준으로 최소화하는 선진 경영기법을 말한다.

제 3 장 효율적 드론 총수명주기 관리 방안

제 1 절 드론의 총수명주기관리 진화적 개선방향

1) 진화적 획득의 개념

사전적 정의의 개념은 진화(進化 | 일이나 사물 따위가 점점 발달하여 감)와 획득(獲得 | 얻어 내거나 얻어 가짐)의 의미를 내포한 것으로 기술성숙도 및 기술발전 추세 등을 고려하여 새로운 첨단기술의 획득 과정을 의미한다.

국방전력발전업무 훈련에는 ‘선진 획득개념의 하나로 완벽한 체계를 장기간 개발하기보다, 시차별 소요제기로 사용 가능한 체계를 조기에 개발하고 새로운 첨단기술을 체계에 적용하기 위한 것으로 점증적 개발과 나선형 개발 전략으로 구분한다.’라고 명시되어 있으며 진화적 ROC라 하여 ‘완벽한 체계를 장기간 개발하기 보다는 시차별 소요제기로 사용 가능한 체계를 조기에 개발하고, 새로운 첨단기술을 체계에 적용하는 것을 말한다.’라고 명시되어있다.

2) 진화적 획득 개념의 적용

〈표 9〉 현 진화적 획득 내용

구 분		내 용	결정주체
개 념	획득전략	진화적 획득전략	소요군(합참)
	소요결정	진화적 작전운용성능 (기술성숙도 및 기술발전 추세 등 반영)	
	사업추진	진화적 연구개발	방사청
	진화적 개발 방법	점증적 개발	
		나선형 개발	방사청 미적용

신속획득사업으로 초기 전력화를 달성, 현재 진행형 획득전략을 적용하여 소요결정을 통해 신속한 전력화를 달성하였으나 이후 연구개발을 통한 유지 관리 능력의 점증적 개발 미흡으로 인해 지속적인 무기체계 운용을 위해서 PBL, 외주정비 등 에 의존하며 안정적 운영 유지를 위해 보다 많은 예산의 투입과 장비 관리의 어려움을 감내해야하는 상황에 직면하게 되었다.

이를 해결하기 위해서는 앞서 언급한 점증적 개발이 기반이 되어 무기체계 수명주기의 허리를 담당하게 될 유지/관리 체계에도 적용되어야하겠다. 드론 무기체계의 특성상 기술성숙도는 이미 일정수준에 도달하였으며 장차 더욱 고도화되는 기술수준에 발맞추기 위해서는 유지관리 분야에서도 발맞추어 기반을 다지고 확장해 나아가는 형태를 취해야할 필요성이 있겠다.

군 도입 초기에 드론으로 통칭되던 UAV의 경우에도 외주정비를 기반으로 장비의 유지를 진행하고 있으며, 유지관리를 위한 최소한의 시설·장비·인력으로 초보적 수준의 정비체계가 갖추어져있다. 이로 인해 회로도 상 간단한 정비(예시 : 과전류 방지를 위한 다이오드 교환) 조차도 외주정비 절차로 인해 쉽게 진행하기 어려운 현실이며 외주정비를 위해 대기하는 기간 동안 M/F 장비를 활용하여 장비가동률 공백을 최소화하고 있는 실정이다.

이는 무기체계 전력화 이후 장비 유지관리에 대한 진화적 획득 방향 선정 연구가 정비체계 구축에 어떠한 영향을 미치는지를 시사하는 부분으로, 유사시 작전 중심이 짧고 전력의 재정비를 시행할 곳이 한정적인 한반도 환경에서 외주정비와 M/F 장비 투입만으로는 신속한 장비복귀에 어려움이 발생하고 이는 보다 원활한 작전 운영에 한계가 명확하다는 것이다.

현재의 기술 발전 속도 대비, 무기체계 전력화와 동시에 유지관리를 위한 정비지원 체계를 수립하는 것은 어려운 일이다. 그렇다고 언제까지 업체정비에만 의존해서는 한반도 작전환경 대비 충분한 지원능력 확보에 어려움이 누적

되어갈 것이다.

이에, 앞서 열거한 바와 같이 ‘군직정비’ 또한 ‘진화적 획득’ 방식을 도입하여 완성된 정비기술과 시설을 확보하는 방식이 아니라 각종 연구, 세미나, 업체 소집교육 등의 빠른 기술획득 방식을 채택하고 이를 통한 민간과 벌어진 기술격차를 극복하여 숙련된 기술인력 확보와 점진적 정비장비, 시설 확보로서 둘 사이의 공백을 최소화할 수 있는 ‘군직정비 체계의 진화적 개선’을 달성해 나가야하겠다.

제 2 절 군사용 드론 유지관리

수명주기관리 中 군사용 드론의 현주소로 현재 우리 군은 군사용 드론 획득 과정에 있어 소형정찰드론 획득사업 시 ‘감항인증’ 간소화 등 신속한 도입을 위한 노력이 수반되고 있어 이를 통해 최초 임무수행을 위한 기능적 요소를 충분히 고려하고 있으나, 도입 이후의 장비관리 분야에 대한 심도 있는 검증과 연구가 동반되지 못하는 상황에서 지속적인 장비가동률 보장을 위한 ‘장비 운용 단계’ 수명주기 관리 방안에 대한 연구가 필요함을 확인했다.

운용단계 관리 방안에 대하여, 개발 단계부터 운용 및 폐기까지의 전반에 걸친 현실적 문제점을 검토한 결과를 보면 다음과 같다.

1) 드론 유지관리의 현실태 및 문제점

4차 산업혁명과 함께 첨단화된 무기체계의 운용유지 비용의 증가에 따라 고가품으로 구성되어 그 비용이 지속 상승하고 있다. 소형드론은 상대적으로 저렴한 비용으로 구성된다고 생각하기 쉬우나 작전에서 최적의 효과를 발휘하기 위한 ‘장비운용 기본 구성’을 확보하기 위한 비용까지 생각한다면 적지 않은 비용이 장비 유지관리에 투자되어야함을 알 수 있다.

장비 운용/유지를 위해 현재는 사용자에게 의한 구성품 교환위주의 정비와 필요시 PBL 정비를 시행함으로써 최선의 효율을 기대하였으나, 실질 운용간 발생하는 정비소요는 사용자 정비와 PBL 정비 사이 모호한 위치에 발생하고 있다.

대표적인 예로 ‘원인불명, 모터의 회전수 감소’, ‘외부 충격에 의한 낙하 후 원인불명 기능고장’, ‘외골격 (부분) 파손에 의한 지속운영 불가’ 등이 그러한 것이다.

이는 숙련된 사용자 이상, 즉 오랜 기간 장비운영을 통한 경험을 바탕으로 진단 또는 보완할 능력이 되는 인원에 한해 조치 가능한 사항으로서 정확한 진단 장비와 매뉴얼을 기반으로 한 정비 과정이 존재할 경우 충분히 관리가 가능한 사항이다. 이를 해결하기 위해서는 숙련된 사용자 또한 장비정비를 위한 기본적인 공구와 장비를 보유해야하며 이는 곧 알맞은 정비시설을 보유해야함을 뜻한다고 할 수 있겠다.

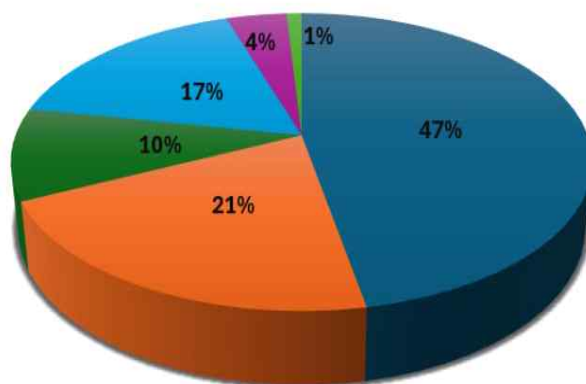
위에서 열거한 사항에 대하여 사용자 개인이 하나의 장비를 위해 이를 준비하는 것은 한정적 자원(시간·예산) 안에서 지극히 비효율적인 부분으로서 군과 같은 대규모 조직에서는 이를 보완해 줄 수 있는 사·공간적 요소를 충분히 제공할 수 있다.

지상군(육군)의 드론 운용은 지속 증가하는 추세로 2022년도에 공개된 자료를 보면 약 2,000여대 드론이 작전 지원(경계지원 포함), 교육 훈련 등 다양한 용도로 운용되고 있다. 드론 운용유지와 관련해 고장 유형 분석결과 **주요 구성품별 고장 빈도**²⁸⁾는 동체(47%), 추진(21%), 센서(10%), 전력(17%), 통신(4%), 구동(1%) 순으로 고장이 발생하였다.

기타, 추진 및 센서 계통에 대해서는 기계식 또는 전자식 구성품을 적용하는 장비 특성상 기술적인 개선이 지속되어야 함을 확인할 수가 있었고, 전력 계통에 대해서는 안정적인 전원 공급을 위한 배터리 성능에 관한 개선이 요구고 있다.

〈표 10〉 주요 구성품별 고장 빈도

구 분	동체파손	동력부	센서	전기(배터리)	통신부	구동부
비 율	47%	21%	10%	17%	4%	1%
	- 프로펠러(45%) - 프레임(44%)	- Motor(82%) - Engine(18%)	- GPU(74%) - IMU(19%)	- 배터리 (91%) - ESC(9%)	- HW(94%) - 알고리즘(6%)	- Cont.S(67%) - Servo(33%)



28) 군사용 드론 정비체계 구축방안 연구(A Study on the Establishment of a Maintenance System for Military Drones) / 김용(2004) / 한국산학기술학회논문지

부품 국산화는 약 50% 수준으로 대다수의 수리부이 중국산으로 수입의존(71%)도가 높은 편이다. 특히, 70% 이상을 해외 수리부속이 의존하는 전기 모터, 변속기, 프로펠러, 배터리, 짐벌, 영상장치, GPS, 항법 센서, 서보모터류 등에 대해서는 수리부속 국산화 관점에서 지속적인 기술 개발이 요구됨을 확인할 수 있다.

향후, 국방에서 드론의 소요대비 확보는 2027년까지 80~90%, 2035년 한 100% 확보를 추진하고 있다. 이에 따라 운영 유지를 위한 정비 소요는 지속 증가 될 것으로 예상된다. 그러나 이러한 계획과는 상반되게 일부 제작(조달) 업체의 도산으로 외주정비 등 정비지원에 제한이 발생하고 있다.

드론 제작업체를 대상으로 한 조사결과로 드론 수명 연한 판단을 위한 데이터가 체계적으로 관리되고 있지 않고 드론 운용 시 관리 방법에 따라 사용 연한이 유동적임을 확인하였다. (일반적 드론 품질보증 : 업체 A/S 1년, 기술지원 3년 / 계약에 명시)

2) 효율적 유지관리를 위한 기반 마련의 필요성

군 內 사용되는 드론의 경우 도입 초기 수명주기관리에 대한 인식 부족과 무분별한 소요제기, 다양한 작전환경에서 요구되는 조건을 충족하고자 비표준화(기능 목적별 분류에 따른 표준 모델의 부재)와 이로 인한 유지관리용 부품의 다양화로 인한 보급/확보를 저조로 인해 단순 부품교환 시에도 시간, 비용 측면에서 불필요한 자원의 낭비가 불가피한 상황이다.

이는 단순히 비표준화의 문제를 넘어 소요 발생 시 필연적으로 유지관리에 필요한 부품 확보에 제한이 발생할 위험성을 내재하고 있음을 의미하는 것이며 이는 곧 무기체계의 장비가동률 유지에 제한이 발생함을 의미한다. 군 작전에 있어 시간은 예산보다 귀한 것이며, 현대전에 이르러 인적자원의 감소는 적시적인 장비운영의 제한이 곧 작전의 원활한 시행을 방해하는 중요한 요소로 자리매김 하게 만들었다.

특히, 드론의 경우 도입초기부터 소규모이며 소모성 장비라는 의식이 기반이 되어 현재에 이르러 다양화되고, 고 기능화 되어가고 있는 드론의 작전분야 투입에 유지관리 능력이 발맞추어 따라가지 못하고 있는 실정이다.

대표적인 예시로 경찰용 드론의 경우 1식(set 개념) 3기로 수어되며, 이를 위한 드론 1기의 구매가격은 약 3천만원, 운용하기위한 조종기 및 디스플레이가 약 4천만원으로 1식을 구성 하는데 1억 3천만원정도의 구매비용이 발생한다.

이후 유지보수를 위해 다시 모터 및 프로펠러, 외골격 등의 정비를 목적으로 여분의 구성품들을 구비해야하며 이마저도 원인불명의 정비소요 발생시에는 PBL 업체를 통한 정비지원을 받기위해 평균 1달의 시간과 적지 않은 정비비용을 지불해야하는 실정이다.

이는 주요 구성품을 수입에 의존하고 있는 현실상 장기화 되는 수리부속 대기 기간, 숙련되지 않은 업체 정비능력 등에 의해 발생하는 정비대기 기간 장기

화 등으로 특히 현재의 드론 산업은 대부분의 구성품(부품)을 타국(대표적으로 중국)의 생산품에 의존하고 있어 민·관·군 모두에서 운용하는 드론의 정비를 위해서는 대부분을 수입에 의존해야하고, 이로 인해 국내에서 생산된 드론 또한 유지관리에 많은 시간과 노력이 투자되어야함은 당연할 것이다.

이는 앞서 언급했던 다양한 임무환경 소요를 충족하기 위한 무분별한 소요제기와 (운용단계) 수명주기관리를 고려하지 않은 장비도입에 따른 결과로서 군 내 임무에 따른 표준화된 모델의 정립과 국산화를 통해 원활한 수리부속의 보급과 정비효율 향상을 위한 노력이 수반되어야함을 시사하고 있다.

3) 수명주기관리 中 군 內 유지관리 능력 확보 사례

모든 장비는 전력화 후 관리소요가 필연적으로 발생하게 되는데, 현재 군의 드론관련 수명주기관리는 개발 및 획득 중심의 사업관리로 유지관리에 대한 관심을 제고할 필요성이 있다.

실제 무기체계의 개발 및 획득 中 유지관리 비용이 60~70%를 차지한다는 점은 유지관리 비용의 증가를 감소시키는 것만으로도 많은 예산의 절감과 일정수준의 장비가동률 확보에 도움을 줄 수 있음을 시사하고 있다.

대표적인 예로서 각종 특수무기들에 대한 유지관리(정비)를 담당하고 있는 ‘특수무기정비단’, 의무사령부 예하에 의료장비의 유지관리(정비)를 담당하고 있는 ‘의공학정비대(이동정비)’ 등이 있으며 이는 초기 특정장비에 대한 도입 후 다변화되는 전력화 속에서 자연스럽게 소요제기가 이루어지며 생성된 조직으로서 이와 같은 군 내 조직을 통해 장비도입 후 유지관리가 얼마나 많은 중요성을 내포하고 있는지를 보여주는 좋은 예시라 하겠다.

위에서 예시로 제시한 예시는 유지관리를 위한 조직은 장비의 특성과 목적을 떠나 반드시 함께 해야 할 필수불가결한 구성요소로서 운용되어야함을 반증하고 있다. 이러한 군직정비 조직의 구성에 대해 조직의 부재로 인한 효과적인 장비가동의 제한 사례를 들자면 일반적으로 각 부대별 제설장비를 예시로 들어볼 수도 있겠다.

제설장비 중 내부 회전 및 외부로 눈을 배출하는 형태의 장비의 경우 기존 군 표준 차량에 연결하여 사용하는 대형 삽날형 장비에 비해 효과적으로 운용 가능할 것으로 판단, 장비구매비용을 투자하여 획득하였으나 해외 수입된 장비로서 고장 시 이를 관리해줄 업체, 정비 매뉴얼의 부재 등의 문제가 발생하여 사용하지 못하는 장비가 되어버렸다.

염화칼슘 살포기 고장 시 업체까지 직접 방문하여 정비를 받아야하는 등 특정 상황에서 작은 역할을 담당하는 장비임에도 장비유지관리/정비 조직의 부재는 많은 불편함과 장비가동률 하락의 주요 요인으로서 작용한다.

이처럼 수명주기관리를 위한 유지관리 능력 확보의 중요성은 우리 주변에서 쉽게 찾아볼 수 있는 형태로 명확한 당위성을 가지고, 반드시 확보해야할 필수 구성 요소인 것이다.

제 3 절 드론의 구성품별 정비소요

드론의 핵심기술별 정비소요에 대한 정립은 수명주기관리 中 유지관리 분야에서 가장 핵심이 되는 중점사항이다. 이는 정비체계 구축에 있어서 수반되는 정비기술의 확보, 군직정비와 각종 업체정비(외주, PBL)를 구분하는 정비계단 분류에 있어 반드시 선행되어야할 과제이다.

드론의 구성요소와 기능²⁹⁾ 中 기술적 요소에는 드론 기체와 통제 시스템, 기체와 통제 시스템의 무선 연결을 도와주는 데이터 링크 장비, 그리고 임무를 위해 드론에 탑재되는 임무 장비(payload)가 포함된다. 운용에 관여하는 모든 요원들은 드론 운용에 앞서 반드시 기술 요소 정보를 숙지해야 한다.

1) 송신기와 수신기

드론은 안정된 비행을 위해 고도로 자동화된 센서들과 유닛들이 유기적으로 조합된 복잡한 기계장치다. 앞으로 더 많은 부분이 자동화될 것으로 예상되지만 아직까지는 제어의 상당 부분이 지상에 위치한 조종자의 수동 명령에 의해 이루어지고 있다. 이착륙 · 비행 중 자세 제어나 위치 제어 등은 꾸준한 기술 개발 덕분에 기체의 컨트롤부에 프로그래밍된 제어 정보로 자동 통제되는 방향으로 발전하고 있지만, 기체 조종이나 임무 제어 등 드론 기동의 핵심 부분들은 아직 우리가 흔히 ‘조종기’라고 부르는 송신기(transmitter)의 조작을 통해 이루어진다.

이 조작은 전파를 매개로 기체에 전달되므로, 드론의 구성은 크게 전파 신호를 보내는 송신기와 전파 신호를 수신해 임무를 수행 하는 수신기(receiver)로 구성된다고 볼 수 있다.

29) [네이버 지식백과] 드론의 구성 요소와 기능 (2018.05.29, 유세문, 윤종하)

송신기는 비행 조작을 수행하는 GCS(Ground Control System), 이를 무선 신호로 통합하는 데이터 링크(Data Link), 전파를 발신하는 무선 송신부(wireless transmitter) 등으로 구성된다. 송신기는 이륙에서 임무 수행 후 착륙까지 무인 비행체의 동작을 조종하고 통제하는 핵심 장치다.

구조가 간단한 형태의 송신기는 무선 조종기(RC, Radio Controller)라고 불리기도 한다. 무선 조종기에는 고도 · 방향 · 속도 등을 조절하는 두 개의 조종 스틱과 GPS 모드 · 자세 제어 모드 등을 결정할 수 있는 비행 모드 스위치, 기타 임무에 따라 사전 프로그래밍된 임무 스위치가 장착되어 있다.

수신기는 기체를 구성하는 프레임(frame), 송신기의 무선 전파를 수신할 수 있는 무선 수신부(wireless receiver)와 비행을 통제하는 비행 제어부(FCU, Flight Control Unit), 위치나 자세를 인식하고 제어할 수 있는 위성항법 장치(GPS, Global Positioning System)와 관성 측정 장치(IMU, Inertial Measurement Unit), 그리고 기체를 직접 구동하는 부분인 로터(rotor), 모터(motor), 변속기(ESC, Electronic Speed Control), 배터리와 배터리의 전력을 기체에 공급하는 파워 관리부(PMU, Power Manager Unit)로 구성된다.

프레임은 비행과 임무 제어를 위해 각종 센서와 부가 장치를 장착할 수 있는 기본 뼈대다. 동력 비행체의 뼈대로 적합한 소재는 까다로운 조건을 고루 충족해야 한다. 대부분의 드론은 동력원으로 용량이 크지 않은 소형 배터리를 사용하는 만큼 프레임은 비행시간을 늘리기 위해 가벼워야 하며, 동시에 거친 착륙이나 충돌 시 기체가 받는 충격을 견딜 만큼 튼튼해야 한다. 또한 비행 중 발생하는 모터나 변속기부의 고열을 견딜 수 있어야 하며, 가격도 저렴해야 한다. 가볍고 튼튼하면서 저렴해 대중화된 프레임 소재는 탄소섬유(carbon fibre)다. 탄소섬유는 내열성과 내충격성이 뛰어나며 변형 저항성이 크다.

무선 수신부는 송신기에서 보낸 무선 신호를 받아 비행 제어부에 전달하는 장치다. 현재 시판되는 대부분의 기체들은 2.4기가헤르츠(GHz) 주파수 대역에서 간섭이나 불필요한 전파를 스스로 회피하고, 지정된 송신기의 신호만 안정적으로 수신하도록 주파수 호핑(hopping) 방식으로 설정되어 있다.

비행 제어부는 변수가 많은 비행 상황에서 전력, 통신, 변속기와 모터, 좌표 등 많은 입력 데이터를 비교 · 분석해 각각의 유닛을 자동으로 제어 · 관리하는 장치다. 컴퓨터에 비유하면 중앙처리장치(CPU)와 같은 역할을 담당한다. 특히 이 부분에는 정밀한 센서들이 탑재되어 충격이나 추락에 가장 취약한 부분이기도 하다.

드론의 배터리로는 리튬폴리머(Li-Po) 배터리가 가장 일반적으로 사용된다.

파워 관리부는 배터리에서 공급되는 전력을 비행체의 요구 전압에 맞게 출력하고 상시 안정적인 전압을 유지할 수 있도록 제어하는 유닛이다.

2) 센서

관성 측정 장치(IMU)는 비행체의 관성(움직임)을 여러 가지 물리적 데이터(속도, 방향, 중력, 가속도)로 측정하는 장치다. 이 장치는 다양한 센서들로 구성된 하나의 통합 유닛이다.

가속도 센서(accelerometer)로 3차원 공간에서 전후 · 좌우 · 상하의 움직임을 감지하고, **자이로스코프(gyroscope)**로 회전력을 측정해 롤(roll) · 피치(pitch) · 요(yaw) 등 비행체의 3축 회전운동을 검출한다. **지자기 센서(geomagnetic sensor)**로는 지구의 자기장을 측정해 드론의 진행 방향을 인식한다. **기압계(barometer)**나 **고도계(altimeter)**는 압력 변화를 이용해 비행체의 고도를 측정한다. IMU는 이들 센서로 기체의 기울어짐과 속도, 이동 방향, 고도 정보를 계산해 보정함으로써 비행체의 자세를 안정화시킨다.

비행 제어부는 변수가 많은 비행 상황에서 전력, 통신, 변속기와 모터, 좌표 등 많은 입력 데이터를 비교 · 분석해 각각의 유닛을 자동으로 제어 · 관리하는 장치다.

컴퓨터에 비유하면 중앙처리장치(CPU)와 같은 역할을 담당한다. 특히 이 부분에는 정밀한 센서들이 탑재되어 충격이나 추락에 가장 취약한 부분이기도 하다.

드론의 배터리로는 리튬폴리머(Li-Po) 배터리가 가장 일반적으로 사용된다.

파워 관리부는 배터리에서 공급되는 전력을 비행체의 요구 전압에 맞게 출력하고 상시 안정적인 전압을 유지할 수 있도록 제어하는 유닛이다.

위성 항법 장치(GPS) 센서는 위성에서 보내는 신호를 받아 비행체의 현재 위치를 비행 제어부에 알려 주는 장치다. 이 센서의 정보를 이용해 제어 불능 상태에 빠진 드론이 원래 위치로 자동 귀환하기도 한다. 조종기에서 GPS 모드를 선택하면 조종 스틱을 건드리지 않는 동안은 드론이 GPS 기반의 위치 제어를 통해 일정한 고도와 위치에서 정지 비행(호버링, hovering) 상태로 대기한다.

3) 탑재 임무 장비

임무 장비는 임무에 따라 드론에 탑재되는 다양한 장비다. 농약 살포 때는 약제 탱크 · 펌프 · 살포대 · 살포 노즐 등이 탑재되고, 촬영 임무 때는 카메라가 탑재된다. 또한 다양한 측정 임무를 위해 광레이더(LIDAR)나 레이저 센서같은 광학 장비가 탑재되기도 한다. 특히 카메라나 광학 장비를 탑재할 때 진동 흡수와 일정한 자세 유지를 위해 짐벌(gimbal) 같은 장비를 부가적으로 사용하기도 한다. 촬영용 드론에 장착된 카메라는 기체의 진동과 기울임에서 자유로워야 안정된 영상을 담아낼 수 있다.

이를 도와주는 장비가 짐벌이다. 짐벌은 자이로스코프와 수평 · 수직 기울기를 복원해 주는 전자 모터로 구성된다. 자이로스코프는 수평축과 수직축의 변화와 상관없이 안정된 상태를 유지해 주는 장치다. 따라서 카메라는 기체의 기울임과 진동에 상관없이 자이로스코프의 복원력을 이용, 평형 자세를 유지해 떨림 없는 영상을 촬영할 수 있다. 짐벌은 주로 드론의 하단부에 관절 또는 박스 형태로 장착되며 보정되는 방향의 수, 즉 관절 개수에 따라 1축 · 2축 · 3축 짐벌로 분류된다.

4) 하드웨어적 요소

드론의 핵심기술 중 비행을 가능하게 해주는 구동부(모터, 프로펠러)와 이를 제어해 주기 위한 제어부(각종 센서, 메모리 칩)로 크게 구분할 수 있으며 전자기기의 특성 상 전선 및 회로 기판의 구성은 숙련된 기술자가 아니라면 단순 교환위주의 사용자 정비에 국한될 수밖에 없는 현실이다.

이를 해결하기 위해서는 정확한 고장진단을 위한 장비와 시설, 기술을 갖춘 정비조직의 확보를 통해 사용자가 직접 조치함으로써 발생하는 자원(시간, 예산)의 낭비를 최소화 하는 노력이 필요하다.

현재 우리 군에서는 정비기능을 담당하는 부대 內 통신전자장비정비중대의 대부분 정비반이 기초능력을 보유하고 있으며 장비의 표준화와 정비 매뉴얼화를 통해 즉각적인 정비지원이 가능한 수준의 시설·장비·인력을 보유하고 있다.

5) 소프트웨어적 요소

드론을 통제함에 있어 소프트웨어는 사용자로 하여금 보다 안정적이고 원활한 운용을 보장하게 해주는 요소로 작용한다. 단순한 기계장치의 통제를 넘어 적에 대한 공격과 주변 상황에 따른 기체 통제, 정찰용 드론의 경우에는 AI를 추가 탑재함으로써 적정과 주요인물 수색 등의 고차원적 임무까지도 수행해 낼 수 있도록 만드는 핵심 요소로서 작용한다.

이는 사용자 단계에서 단순한 초기화(Reset) 뿐만 아니라 PBL 간에도 정비가 가능한 요소이나, 단순 탑재된 소프트웨어 외에는 보다 숙련된 정비능력을 요하게 되며 이는 프로그램 간의 간섭이나 오류로 인한 정비소요를 확인 및 조치할 능력을 보유하지 못했다면 모든 것을 처음부터 다시 설정해야 함에 따른 시간적 손실이 불가피함을 의미한다.

현재 우리 군에서는 정비기능을 담당하는 부대 內 통신전자장비정비중대의 대부분 정비반이 이미 TOD, 레이더장비, TICN 등 다양한 통신전자장비의 소프트웨어 업데이트 등을 담당해오며 축적된 경험을 바탕으로 기초능력을 보유하고 있으며 표준화, 매뉴얼화를 통한 즉각적인 정비지원이 가능한 수준의 시설·장비·인력을 보유하고 있다.

6) 기타 요소

단순 하드웨어, 소프트웨어 외에도 현재 우리군에서는 즉각적으로 운영가능한 사항으로 정비대대(사단 군지대대)급 부대에 보급된 3D 프린터를 활용하여

드론의 외골격 및 즉시 수입 제한되는 부품에 대한 생산, 3D 스캐너를 활용하여 손상된 장비 특정부위에 대한 역설계를 통해 맞춤형 제작 등의 정비지원이 가능한 상태이다.

〈그림 7〉 드론 무기체계 군직정비용 장비



제 4 장 결 론

제 1 절 연구 결과 성과

1) 드론 운용단계 유지관리 소요 검증

드론 총수명주기관리의 현실태 및 문제점을 확인하고, 이를 통해 유지관리 의 중요성과 개선소요를 확인함으로써 수명주기관리 中 운용단계에서의 관리 중요성을 인식하고 개선할 소요를 확인하였다.

현재의 획득위주의 수명주기관리에서 탈피하여 운용단계에서의 관리방안을 구체화하고 개선함으로서 장비의 획득, 도태까지의 전반에 걸친 체계관리 무게 중심을 재편하고 이를 통해 무기체계의 가장 효과적 운영을 위한 총수명주기 관리체계 구축방향을 도출하였다.

무기체계의 효율적인 유지관리를 위한 기반 마련을 통해 최초부터 관리에 필요한 능력과 시설의 기준을 정립함과 동시에 군 내 동일 개선 사례를 토대로 운용단계에서의 수명주기관리 개선 방향을 제시하였다.

본 연구를 통해 확인한 운용단계 유지관리 소요는 아래와 같다.

첫째, 소프트웨어의 업데이트와 오류(버그) 발생 시 초기화·재설치 등 드론의 운용을 위한 운영체계 관리소요로 PC와 관련 소프트웨어 등을 활용하여 간단 하게 조치가 가능한 사항으로 인프라(인터넷 PC, 보안성 검토 등) 구축 시 시공간 제약 극복이 가능한 사항이었다.

둘째, 하드웨어의 관리와 고장배제 등 드론의 직접적인 기능수행을 위해 시공간적 극복소요가 가장 큰 분야로서 군직정비 부재에 따라 사용자 정비

제한 시 PBL을 통한 조치에는 다소 많은 시간(평균 2주~1달)이 소요 되는 등 장비가동률 확보에 어려움이 발생하고 이에 따른 준비태세 유지에 다수의 제한사항이 발생하고 있었다.

셋째, 앞서 언급한 두 가지 소요에 대해 조치하기 위해서는 이를 지원할 수 있는 시설·장비·인적자원이 구성되어야하며 이는 곧 군직정비를 의미하는 것으로서 가능한 수준의 구성 자원을 확보해야함을 알 수 있었다.

2) 드론 구성품별 정비소요 분석을 통한 관리개선 소요

드론 핵심기술별 정비소요(소프트웨어, 하드웨어, 기타) 분석을 통해 수명주기 관리 중 장비 유지관리에 필요한 요소(시설·장비·인적자원)의 진화적 획득/적용 방안의 시사점을 도출하였다.

현재 유지관리를 위한 분야는 사용자 정비와 업체(PBL) 정비로만 구성되어 있으나, 핵심기술을 분석하며 군직정비 간 가능한 영역은 어디까지인가에 대한 연구를 통해 現 정비지원 체계상 활용 가능한 방안을 확인하고, 이에 대한 진화적 획득/적용방안을 구체화함으로써 보다 적은 예산과 시간, 공간적 제한사항을 해소할 수 있는 관리개선 소요를 도출할 수 있었다.

드론에 대한 정비지원체계가 미정립되어 있으므로 야전정비부대의 군직정비 능력 향상을 위한 인프라 구축과 민군 공통 운용기반의 드론 운용유지를 위한 지속적인 정책발전 및 제도개선이 필요하겠다. 전력화되는 드론의 종류와 수량은 계속 증가되고, 드론 운용제대가 확대됨에 따라 드론 정비지원체계는 단계적으로 발전 방향을 아래와 같이 정리하였다.

〈표 11〉 드론 정비지원체계 단계적 발전 방향

구분	초기단계 (2020~2024년)	중간단계 (2025~2029년)	최종단계 (2030년 이후)
드론 전력화	- 정찰용 드론 4종 - 공격용 드론 1종 - 지원용 드론 1종	- 정찰용 드론 2종 - 공격용 드론 6종 - 지원용 드론 5종	전제대 드론봇 전투 체계(정찰, 공격, 지원용 드론 복합)
드론 편성	- 보병대대 (정찰용, 공격용) - 사단 직할부대 (지원용) * 사단전체 비행체 대수 100~120대(예상)	- 보병대대 (정찰용, 공격용) - 여단/사단 직할부대 (정찰, 공격, 지원용) * 사단전체 비행체 대수 200~250대(예상)	- 제대별 드론봇 전투 부대 * 사단전체 비행체 대수 500대 이상(예상)
정비인원 /조직편성	편성부대 정비인원 (1~2명)	- 편성부대 드론정비반으로 확대(3~5명) - 사단/군지여단 드론정비소대(12~20명, 4개반)	
정비개념 발전(안)	- 외주정비 위주 정비 (사용자-부대-외주) - 외주정비: 제작업체	- 군직정비 확대 (사용자-부대-야전-외주) - 외주정비: 제작업체	외주정비: 전문정비 업체

첫째, 초기단계에는 편성부대에 정비인원을 편성하고, 장비에 대한 일반적 정비지원 체계인 3단계 정비지원체계(사용자정비-부대정비-외주정비)를 우선 적용하되, 점차 사단 정비대대, 군지여단 등 야전정비를 위한 전문 군직정비 체계를 구축하고 사용자정비-부대정비-야전정비-외주정비의 4단계로 확대해 나가야하겠다.

드론 전문정비부대를 신설하는 것 또한 하나의 방안이 될 수 있겠으나 정비 인력에 대한 교육, 정비용 공구 및 수리부속을 확보, 정비능력 축적 등 군직 정비 능력의 추가 확보를 진행하기에 현재의 대한민국의 환경적 요인(인구절벽, 예산 감소 등)으로는 제한사항이 많을 것으로 보인다.

이에 제시하고자 하는 개선 방향으로, 핵심기술별 고장부위 정비를 위한 시설·장비 소요는 현재 군직정비를 수행하는 조직 중 ‘소프트웨어’는 정비대대의 통신전자장비정비중대를 통한 해소가 가능하며 중대 기능 중 핵심 기능으로서 ‘구성품 정비반’에 대한 임무를 부여하고 전문적인 군직정비(업데이트, 회로 기판 정비 등)를 위해 부족한 일부 장비를 보완해야 하겠다. ‘하드웨어’분야에 있어서는 동일 제대의 궤도장비정비반 內 ‘구난/후송정비반’을 통해 용접·선반 작업·3D프린터 작업지원을 통해 유지관리 기능을 확보할 수 있을 것이다.

둘째, 이를 운용하기 위한 인적자원의 소요는 위에서 언급한 기능반이 평시부터 수행하고 있는 임무에 연장선으로서 관련 기술의 교육과 실제 군직정비를 통한 기술수준 향상을 통해 확보할 수 있을 것이다.

전력화되는 드론의 종류가 많지 않다면 외주정비 구체화를 통한 해결책도 고려해 볼 수 있겠으나 장기적으로 드론의 종류와 수량이 대폭 증가하게 되면 외주정비는 제작업체에서 수행하는 체계로부터 드론정비서비스센터나 PBL 계약을 통한 민간전문 정비업체에 의한 다수 다종의 드론에 대한 통합정비체계의 발전이 이루어져야 할 것이다.

셋째, 위 내용을 바탕으로 군직정비 시행 시 시공간적 이점을 획득함으로써 현재는 사용자 정비 수준을 초과할 경우 PBL을 위해 1달여 소요되던 정비기간을 3~7일 이내 정비를 통해 장비의 부재를 최소화함으로써 군 內 운용중인 드론의 장비가동률과 전투준비태세 유지에 기여할 수 있을 것이다.

3) 선진 선행연구 사례를 통해본 수명주기관리 시사점

앞서 언급되었던 내용들에 대한 선진 적용사례 분석을 통하여 국내·외 성과달성 사례들을 바탕으로 우리 군에서의 적용방법에 대한 시사점을 도출하고 이를 통해 적용할 수명주기관리체계의 정의를 내려 보았다.

미국, 중국, 일본 등 이미 선진국에서는 수명주기관리를 위해 장비의 유지관리의 중요성을 진화적 적용 과정을 통해 확인/시행하고 있으며 우리 군 또한 미래 전장의 핵심전력으로서 작용할 드론의 유지관리를 위해 지금부터 시작함으로써 현재 전력화된 복수의 드론에 대한 수명주기를 연장하고 장차 도입될 드론에 대한 표준화와 유지관리 체계 구축에 힘써야함을 알 수 있었다.

제 2 절 기대효과 및 활용

1) 기대효과

우리 군에 적합한 수명주기관리체계의 적용으로 장차 무기체계의 효율적 수명주기 관리로 군직정비체계가 정립됨으로서 다음과 같은 기대효과가 예상된다.

첫째, 시·공간적 제약을 해소함으로써 안정적인 장비 가동률 확보이다.
현재의 PBL 정비의 명확한 한계는 장비의 고장 발생시점부터 정비완료시까지 접수, 이동, 조치, 장비복귀까지 일련의 과정에 시·공간적 제약이 많다는 것이다. 이번 연구를 통해 군직정비체계 정립에 한발 가까워 질 수 있다면, 이러한 제약을 극복하고 정비 후 빠른 임무복귀를 통한 장비 가동률 향상에 기여할 수 있을 것이다.

둘째, 장비관리에 투자될 예산의 절감 효과이다.
군에서 운용되는 모든 장비는 분야별 정립된 ‘정비계단’을 준수함으로써 정비 소요에 맞는 기술력을 투입, 불필요한 고장의 확산을 방지하고 이를 통해 과도한 예산이 투입되지 않도록 하는데 그 의의가 있다. 이번 연구로 군 내 ‘중·소형 드론’의 정비수준을 분석하고 자산을 투입함으로써 앞선 예시와 같은 예산의 절감효과를 기대할 수 있을 것이다.

셋째, 향후 드론 무기체계 획득 간 군직정비 분류에 대한 중요성 시사이다.
무기체계로서 획득 시 장비로 구분한다면 ‘장비관리’가 수반되어야 할 것이나 이를 탄약으로 구분한다면 (발사 후 발사기를 재활용하지 않는 종류의 장비) ‘탄약관리’가 함께 수반되어야 할 것이다. 모든 무기체계에는 장비 유지관리 사항이 반드시 동반되어야 하는 것으로서 그동안 장비로서의 드론만을 생각 해온 군에 있어 새로운 시사점을 제공할 것이다.

2) 연구결과 활용방안

본 연구를 통해 군 內 중·소형 드론의 수명주기관리 中 ‘유지/관리’ 분야, 특히 군직정비 분야에 있어 전반적인 가이드라인으로서 활용할 자료와 군직정비 조직 구성 시 구체적인 운용제대와 기능을 제시함으로서 드론의 군직정비 방안과 이를 통한 수명주기관리 개선방향으로서 활용될 수 있을 것이다.

또한 4차 산업혁명 이후 다양한 기술의 개발로 민간에는 다양한 기술발전이 이루어졌으며 이로 인해 군에서는 민간 기술을 따라가지 못하고 뒤처지고 있다는 의견이 많았었다.

그로인해 우수한 민간 기술과 장비를 조기에 획득하기 위해 전체적인 수명주기관리의 균형을 고려하지 않은 무분별한 획득사업이 진행됨으로서 야전에서는 획득한 장비와 무기체계의 고장 시 제대로 된 운용조차 해보지 못하고 사라져가는 기술이 안타까운 상황이었다.

본 연구과제의 연구목표는 총수명주기관리 中 ‘드론 정비분야’에 국한되어 있겠으나, 이를 통해 향후 도입될 무기체계의 전체 수명주기를 판단함에 도입과 도태까지의 과정 중 장비운용 과정에 가장 큰 영향을 미치는 것이 ‘유지/보수’일 것이라는 점을 논거 함으로서, 현재 우리 군의 무기체계 수명주기 관리방법의 장·단점과 향후 개선 되어가야 할 방향에 대해 청사진을 제공하고 장차 군 적용가능 사업의 유지/보수 소요 판단의 기초 자료가 될 수 있을 것이다.

제 3 절 유지관리(군직정비) 체계 정착을 위한 정책 제언

1) 법규정 관련 정책 제언

현재는 군직정비능력 확보 이전에 ‘신속시범획득사업’ 등으로 이후 무기체계 관리에 대한 연구가 미비한 상황에서 수요군인 군에서의 군사적 활용성만을 우선검증하고 전력화하는 형태의 사업이 많이 진행되고 있다.

이는 우수한 무기체계의 신속한 획득에는 분명 효과적인 방법이겠으나 이후 발생하는 유지관리 분야에서는 문제발생 소지가 다소 우려되는 상황으로, 유지관리를 위한 기술이전과 규격 외 정비허용 범위에 대한 법규정을 추가한다면 보다 안정적인 획득사업으로 자리매김할 수 있을 것으로 판단된다.

원활한 정비지원을 위한 PBL 영역 축소를 통해 사용자, 군직정비 단계로의 기술이전과 이를 통한 시공간적 정비대기소요를 감소시킴으로서 장비가동률을 향상시키고 무분별한 예산사용에 대한 방책선정에 노력하여야 할 것이다.

‘규격 외 정비’라는 새로운 개념의 업무협약으로서 군직정비 단계에서 생산업체와 협약을 통해 정비한계선을 초과하는 내용범위에 대한 기술검사 및 정비 활동을 통해 기본진단을 하되 이로 인해 추가로 발생한 정비소요에 대해 사용자, 군직정비 인원의 과실을 제하는 내용의 정비활동으로 특히 신속획득사업 등으로 정비기술 확보가 명확하지 않은 상황에서 정비대기기간의 장기화를 완화하는 역할을 수행할 수 있을 것으로 판단된다.

실제 군직정비의 한계를 정하는 것은 발생한 고장 범위의 확대를 방지하고자 함이 크겠으나, 드론과 같은 소형장비의 경우 고장배제를 위한 규격 외 정비 과정에서 발생하는 기회비용 대비 인적 자원의 정비능력 향상 기회가 결코 작지 않다는 점에서 제도적 보완을 통한 기술 확보 기회를 보장할 필요성이 있다.

2) 정비기능 활성화를 위한 실무 정책

장비유지관리의 신속한 적용과 정착을 위해서 현재 군에서 운용되고 있는 정비 기능반(구성품 정비반, 구난/후송정비반)의 지원 능력범위 확대를 통한 활성화가 필요할 것이며 이를 위해서는 군직정비 거래선 설정, 관련 주특기 편제, 교육기관 선정 및 계획수립/시행, 예산 책정 등 다방면에서 군직정비 시행을 위한 정책 발전이 이루어져야하겠다.

〈표 12〉 드론 6대 기술분야 참고

6대 기술분야	관련 부품 및 기술	WBS Level 2	WBS Level 3
자율 지능	- 상태진단 및 예측 - 임무계획 수행 및 자율판단 - 자율비행 제어 및 항법 - 다중객체 협력 - 인공지능을 통한 사물/지형/개체 분류 - 디지털 맵 생성 및 태깅	제 어 부	- 비행제어컴퓨터 (FCC) - 비행조종항법SW
탐지 및 인식	- 항법센서(영상, GPS, INS, 초음파) - 인식알고리즘 및 SW	임무장비	- 항법센서 - 탐지회피센서
동력원 및 이동	- 임무센서(EO/IR, LIDAR, RADAR) - 작업장치(짐벌, 매니플레이터)		- EO/IR 등 - 짐벌
	- 에너지 저장(배터리, 연료전지) - 동력장치(모터, 엔진) - 구동장치(프로펠러)	구 동 부	- 동력원 - 프로펠러 - 전기모터 - ESC
통신	- 통신장비(모뎀, 송수신기) - 통신 인프라 및 네트워크 - 통신·네트워크 보안	통 신 부	- RC수신기 - 영상송신기 - 비행상태송신기 - 데이터링크 - 보안체계
HMI	- 원격조종(지상통제, 가상증강현실) - 시뮬레이터(개발, 조종, 훈련) - 무인체 활용기술	지상 통제부	- 조종장치 - 지상통제체계 - 지원장비
시스템 통합	- 운영체계 및 S/W 아키텍처 - 모듈 부품, 상호 운용성 - 설계 최적화, 시험평가	체계통합	- 체계개발 - SW체계 - HW체계(프레임)

과학기술정보통신부에서 2018년에 발간한 「무인이동체 기술혁신과 성장 10개년 로드맵」, 2019년에 발간한 「무인이동체 원천기술개발사업계획」을 드론 핵심기술 선정에 중점적으로 활용하고, 중소벤처기업부에서는 2018년에 발간한 「중소기업 전략기술 로드맵 2019~2021 7권 드론」 참고

제 4 절 향후 발전시킬 연구과제

1) 군사용 드론의 표준화 연구

모든 무기체계에는 상황에 맞는 목적과 그에 따른 운영기준이 존재하며 이를 충족하는 ROC 기준에 도달하기 위해 다양한 기업과 연구기관의 노력이 수반되고 있다. 이는 많은 시공간적(시간, 예산, 인력 등) 자원의 낭비와 전략 자산의 신속배치를 저해하는 요소로서 작용하고 있다.

최초 드론의 대중화, 군에서 많은 획득관리 노력을 할애하던 시점은 이미 지나간 단계로서 이제는 우리 군의 특성과 작전환경에 발 맞추어 표준화된 드론의 기준을 정립함으로써 총수명주기관리 전반에서 획득, 운영, 폐기까지의 단계를 간소화 하고 본문에서 직접적으로 연구했던 ‘운영유지’ 분야의 매뉴얼 관리를 위해 가장 먼저 선행되어야할 중점 발전과로서 연구하고자한다.

2) 드론 유지관리 신속시범사업(IPS) 도입 연구

본문에서 논거 한 내용 중, 드론의 운용단계 관리를 위한 시설과 조직의 구성에서 언급되었던 정비부대의 ‘구성품 정비반’ 추가 임무수행 방안에 대하여 현재 보유한 시설, 장비, 인력의 세부적인 분석을 통해 총수명주기관리와 연계한 즉각 적용 가능한 분야 및 보완사항에 대한 연구소요를 확인하였다.

기초적인 분석를 통해 해당 조직이 충분히 임무수행이 가능하다는 판단 下 조직에 부여할 추가과업과 세부 조직도 편성, 예산의 투자소요를 판단하고, ‘신속시범사업’을 통해 아직 초기단계인 드론의 운영단계 수명주기관리 능력 확보 연구가 병행되어야하겠다. 또한 수명주기관리의 일부로서 앞서 언급한 드론의 표준화와 함께 항목별 장비 요구수명, 설계수명, 운용수명, 경제수명 등 수명한계에 대한 연구도 병행하고자한다.

3) 예산 및 법규 관련 심층 연구

앞서 열거한 향후 발전시킬 과제들에 대한 토대를 마련하기 위해 병행 진행해야할 과제로 예산 및 법규 관련 연구를 통해 추가연구 또는 현재 진행형(주요 관리대상 부품 선정, 국산화 연구), 구체적 데이터 확보(국산화와 정비기능 도입을 통한 성과 극대화) 등 운용단계 수명주기관리를 뒷받침 하고 있는 기반 사항을 공고히 하고자 보다 심도 있는 연구를 진행하고자 한다.

참 고 문 헌

1. 국내문헌

1) 연속간행물

이기진. (2023). 군사용 드론 표준화 추진실태 분석 및 발전방안 연구. 『미래군사학회』
김용(육군). (2024). 군사용 드론 정비체계 구축방안 연구. 『한국산학기술학회 논문지』
이정우. 무기체계의 수명주기지속계획서 적용방안 연구보고서. 『국방전력학과』
전중순. (2009). 성과기반 군수의 한국군 적용방안. 『국방대학교 합동참모대학』

2) 비연속간행물

국방부. (2010). 총수명주기체계관리를 위한 획득조작과 군수조작의 효율적 통합방안 연구. 발췌
혁신기획본부장. (2007). 독일군 현대화사업추진실태 출장결과보고서. 발췌
국방부, 『국방전력발전업무훈령』, 2012.2.3.

3) 비연속간행물의 부분

김효중 외. (2008). 국방획득지침서, (국방대학교 합동참모대학). pp.263-264
국방대학교. (2009). 총수명주기 체계관리 집행통합 구축방안. 2009, p57~59 보완작성

2. 외국문헌 : 해당없음

3. 인터넷 자료7

연합뉴스, 2011. 9. 20일자

[네이버 지식백과] 드론의 구성 요소와 기능 (2018.05.29, 유세문, 윤종하)

(서울신문) <https://www.seoul.co.kr/news/newsView.php?id=20240801500210> / 우크라이나 드론 운용

(연합뉴스) <https://h.newsnaver.com/mnews/article/001/0010829030> / 군사용 드론 조립 및 정비

(컨슈머타임스) <https://www.cstimes.com/news/articleView.html?idxno> / 드론 운용병 선발

(뉴스시스) <https://h.newsnaver.com/mnews/article/003/0008827783> / 훈련하는 드론봇 전투단 장비들

(NewsWire) <https://www.newswire.co.kr/newsRead.php?no=832835> / 전자 계측기

(네이버 스토어) <https://smartstore.naver.com/tooltester/products/> / 전자 계측기

(헬로T) <https://www.hellot.net/news/article.html?no=52735> / 대형 3D 프린터

(네이버 블로그) <https://blog.naver.com/createc9570/222197165271> / 3D 스캐너

ABSTRACT

PBL Drone maintenance Study on improving TLCSM (Total Life Cycle System Management)

Jang, Jun-Hyeok

Major in Defense Project Management

Department of Defense Force Power

The Graduate School of National

Defense Science Hansung University

Based on my experience participating in a seminar on total life cycle management held in January 2024 at R.O.K.A Headquarter (Gyeryong), I was able to establish the direction for this research. The seminar was attended by experts from various fields, including lead researchers from defense companies working on key equipment being powered at the time, researchers from the Agency for Defense Development (ADD), the Defense Acquisition Program Administration (DAPA), military logistics officers, field operators, and U.S. military logistics personnel stationed in Korea. The seminar focused on discussions for improving total life cycle management. The key issue discussed was “core repair parts management,” and it became clear that representatives from different fields had very different perspectives. While central agencies managing the total life cycle management focused on defining core repair parts, field operators and companies engaged in heated debates about the criteria for

selecting core repair parts. Ultimately, no conclusions were reached on the core issue, and the U.S. military logistics personnel suggested that “central agencies should first select core repair parts, and field operators and companies should build a database on parts where failures primarily occur, gradually constructing a Big Data system.” This highlighted a lack of research on critical areas and an insufficient understanding of the “core of equipment maintenance management” (here referring to standardized equipment management) within the weapon systems currently in service in our military.

In the absence of relevant research, the priority has been on rapid equipment acquisition, with maintenance mostly based on contractor-led PBL (Performance-Based Logistics) and outsourced repairs. As a result, there is a need for research into ways to overcome the limitations of space and time in equipment maintenance.

As described, our military is paying considerable attention to improving total life cycle management systems in the acquisition of increasingly diversified weapon systems. This paper focuses on the topic of improving the PBL-based total life cycle management system for medium and small drones (hereafter referred to as drones), one of the various weapon systems. Although there has been much attention and effort, drones have similarly lagged behind in terms of establishing a maintenance system, and as a result, their maintenance is limited to user-based and PBL-driven activities. Contractor-led maintenance has led to a technological divide, with a lack of a coherent concept for maintenance between basic and advanced levels, resulting in significant restrictions on the “operational reliability and equipment availability” necessary for stable equipment operation. This has led to operational constraints, with significant costs in terms of time and space for maintenance and financial losses between users and contractors.

To overcome these limitations, research on the improvement direction of “performance-based (PBL) total life cycle management” for equipment maintenance and the activation of related practical policies is urgently

needed.

In this paper, as a key research topic, I will present a direction for establishing a military maintenance support system to overcome the time and space limitations between users and contractors. This research includes exploring “improvement measures using the current maintenance (military repair) system” and providing “practical policy recommendations for activating maintenance functions,” supported by the analysis of advanced countries and case studies, as well as identifying the requirements related to “standardization and IPS” in the acquisition needs. The current military maintenance system has evolved through continuous demands and development since the establishment of the military, and various studies have led to the widespread adoption of new maintenance concepts like PBL and contractor-led repairs. However, due to the geographical environment of South Korea, the operational depth of friendly forces is relatively short compared to other countries (from MDL to the southern coast), and providing timely maintenance support in a wartime environment based on limited social infrastructure poses considerable challenges. In times of crisis, equipment users, due to direct combat operations, will face difficulties in addressing issues beyond basic functional failures, and contractor maintenance, reliant on social infrastructure, will face limitations in providing immediate support due to damage to key social infrastructure.

Through this study, the research on the “maintenance/management” aspect of the life cycle management of medium and small drones in the military, particularly in the military repair field, will serve as a guide for overall life cycle management and be used to establish specific operational units and functions in military maintenance organizations. This research will provide a foundation for developing military maintenance solutions for drones and improving life cycle management, which can be expanded to serve as essential data for maintenance and repair requirements for future weapon systems.

【Key words】 Drone Military Maintenance, PBL, TLCSM