

무인항공기 사고조사를 통한 감항인증 발전방안 연구

김성훈¹, 임강희^{2*}

¹육군 시험평가단, ²육군사관학교

A Study on the Development of Airworthiness Certification through UAV Accident Investigation

Seong-Hun Kim¹, Kang-Hee Lim^{2*}

¹Test & Evaluation Group of ROKA

²Korea Military Academy

요약 최근 무인항공기 시장은 군수용과 민수용을 막론하고 다양하게 그 활용성을 인정받고 있다. 무인항공기는 탑승자가 항공기에 탑승하지 않기 때문에 운영인력 절감 및 위협요소 제거 등 장점이 많은 것이 사실이다. 특히, 군사용으로 비교적 장기간 운용해온 미국과 이스라엘 등은 점진적으로 그 비율을 확대해 나가고 있는 추세이다. 우리나라 역시도 무인항공기의 군사적 활용성에 대한 관심이 커지면서 다양한 제대에서 무인항공기 도입을 검토하고 있다. 하지만, 안정적 군사작전을 수행하기 위해서는 외부요인이 아닌 항공기 내부요인에 의한 사고 비율을 줄이는 노력이 반드시 필요하다. 본 연구에서는 다양한 군사용 무인항공기 운용 경험이 있는 미국의 사례에 기반하여, 무인항공기 사고사례의 근본적인 원인을 분석하고 항공기 자체의 기술적 결함을 최소화할 수 있는 방안에 대하여 연구하였다. 그리고, 우리나라에서 개발한 무인항공기의 사고조사 연구를 통해 기술적 제한사항을 극복할 수 있는 감항인증 관점에서의 개선사항을 도출하였다. 본 연구결과가 향후 우리나라의 무인항공기 연구개발 및 운용에 있어서 사고율을 낮추고 효율성을 높이는 방법으로 적용될 수 있을 것이라 기대한다.

Abstract Recently, it has been appreciated that the unmanned aerial vehicle (UAV) market can be utilized in many novel ways. Since passengers do not board these aircraft, UAVs reduce operational personnel requirements and remove threat factors. In particular, the United States and Israel, which have been operating UAVs for a relatively long time for military purposes, are gradually expanding the ratio of military to civilian use. Korea is also considering introducing UAVs in various sectors, given the increasing interest in the military utilization of UAVs. However, to ensure stable military operations, efforts must be made to reduce the proportion of accidents caused by aircraft internal factors. In this study, we analyzed the causes of UAV accidents in the United States, which has much experience operating various military UAVs, and sought ways of minimizing aircraft technical defects. In addition, based on accident investigation studies on UAVs developed in Korea, improvements were elicited from the perspective of airworthiness certification. It is expected that the results of this study will be applied to devise a method of lowering the accident rate and increasing UAV R&D and operational efficiency in Korea.

Keywords : UAV Accident Investigation, Maintenance Airworthiness, Airworthiness Certification Standard, UAV Accident Factor, Military UAV

*Corresponding Author : Kang-Hee Lim(Korea Military Academy)

email: lkh13533@hanmail.net

Received December 18, 2023

Accepted March 8, 2024

Revised January 8, 2024

Published March 31, 2024

1. 서론

세계 무인항공기 시장은 군용과 민수용을 막론하고 급 성장하고 있으며, 2024년까지 147억 달러(약 19조 원) 규모로 급증이 예상된다[1]. 세계적으로는 미국과 중국이 산업 강국으로서 시장을 주도해 나가고 있으며, 국내에서는 정부, 연구소, 민간기업 등이 국제적인 경쟁력을 유지하기 위해 노력하고 있다[1].

무인기 시장의 확장 가능성 측면에서도 민수시장을 중심으로 UAM 개념이 등장하고 있고, 군수시장에서는 유무인 복합운용체계(Manned-Unmanned Teaming, MUM-T)를 비롯하여 다양한 제대에서 다양한 무인기를 전투현장에 활용하는 개념으로 발전시켜 나가고 있다. 하지만, 이렇게 다양한 무인기가 활용되다 보면 크고 작은 사고는 불가피한 것이 사실이다. 항공기 사고가 발생하게 되면 사고조사를 실시하게 되는데, 이는 발생한 사고에 대한 명확한 원인 규명을 통해 기술적, 운용적 개선 사항을 도출하여 추가적인 사고를 예방하는데 그 목적이 있다[2,3].

본 연구에서는 국내에서 개발된 무인항공기 사고조사 관련 기술검토 사례를 바탕으로 사고율을 낮추고 항공기 운용 효율성을 높이기 위해 감항인증 관점에서 발전시킬 사항을 연구하였다. 감항인증은 항공기가 기획되는 단계부터 함께 진행되는 업무이며, 그 항공기가 연구개발되고 실전에 운용되는 동안은 물론이고 수명주기를 마친 후 도태될 때까지 감항인증은 연속성을 가지고 수행된다. 따라서, 기술적으로 안전한 항공기를 만들고 운용하기 위해서는 반드시 감항인증 관점에서 접근해야 한다. 본 연구에서는 이러한 개념에 입각하여 사고사례를 감항인증 관점에서 분석하였다.

본 논문의 구성은 2장에서 항공기 사고조사 및 감항인증에 대한 선행연구 결과를 기술하였고, 3장에서는 사고조사 참여를 통한 사고원인과 교훈, 그리고 무인기 사고조사를 통해 도출할 수 있는 감항인증 분야 발전방안을 제시하였다. 마지막 4장에서는 본 논문의 결론을 기술하였다.

2. 선행연구

2.1 무인기 감항인증

항공기 감항인증기준은 미연방항공청(Federal Aviation Administration, FAA)과 유럽항공안전청(European

Aviation Safety Agency, EASA) 등 항공기술 선진국이 제시하고 있는 기준에 근거하여 제정되는 것이 일반적이며, 일부 국가들은 자국의 감항인증기준을 별도로 제정하여 시행하고 있다. 무인기의 경우에는 일반 항공기의 감항인증기준에 기반하여 테일러링(tailoring)을 통해 적용하기도 하지만, 최근은 무인기의 기술적 특성을 고려하여 별도의 감항인증기준을 제정하고 있는 추세이다. 현재 무인항공기에 적용할 수 있는 감항인증 기준은 Table 1에서 보는 바와 같다[4-8].

Table 1. Airworthiness Certification Standards of UAS

Standard	Type	MTOW	Remark
STANAG 4671*	Fixed Wing	150~20,000kg	2009
STANAG 4703**	Fixed Wing	≤ 150kg	2014
STANAG 4702	Rotorcraft	150~3,175kg	2014
CS-LUAS	Fixed Wing	≤ 750kg	2016
CS-LURS	Rotorcraft		2013
SC Light-UAS	not specified	≤ 600kg	2020

*Standard Airworthiness Certification Criteria Part2 of ROK

**Standard Airworthiness Certification Criteria Part3 of ROK

우리나라도 감항당국인 방위사업청(방위산업진흥국)에서 표준감항인증기준을 고시하고 있으며, 고정익은 MIL-HDBK-516C를 기반으로 Part1을 고시하였고, 무인기 감항인증기준으로는 고정익 무인기 국내개발을 추진하며 적용하고 있던 STANAG-4671를 표준감항인증 Part 2로, 소형 무인기에 적용하기 위한 기준으로 STANAG 4703을 Part 3로 고시하였다[13,14]. 그리고, 표준감항인증기준 고시 이전에 우리나라에서는 STANAG-4671을 테일러링하여 무인기 감항인증을 한 사례가 3건 있었으며, 고시 이후 Part2 및 Part3를 적용한 사례는 아직까지는 없다.

2.2 항공기 사고조사

항공기 사고조사란 항공기 사고와 관련된 정보 및 자료 등을 수집·분석하여 사고원인 규명 및 안전권고에 이르기까지 항공기 사고의 재발 방지를 목적으로 하는 일련의 조사과정이다[9]. 항공기 사고조사는 항공기와 관련된 제반 사항들을 바탕으로 모든 가능성을 열어두고 논리적으로 진행된다. 대부분의 항공기는 블랙박스라고 하는 비행자료기록장치(Flight Data Recorder, FDR)를 갖추고 있으며, 이는 사고조사 과정에서 중요한 단서를 제공해준다. 이뿐만 아니라, 무인기의 경우에는 운용자(조종사)가 지상통제시스템(Ground Control System,

GCS)을 통해 지상에서 통제하기 때문에 GCS에 기록된 정보들도 중요한 단서를 제공할 수 있다. 일반적으로 무인기의 경우에는 비행체 문제와 인적오류(human error)가 주요 사고원인으로 지목되고 있다[10,11]. Fig. 1은 군용 무인기 운용 경험이 많은 미 육군에서 일정 기간을 대상으로 분석한 사고원인을 재정리한 결과이다[12].

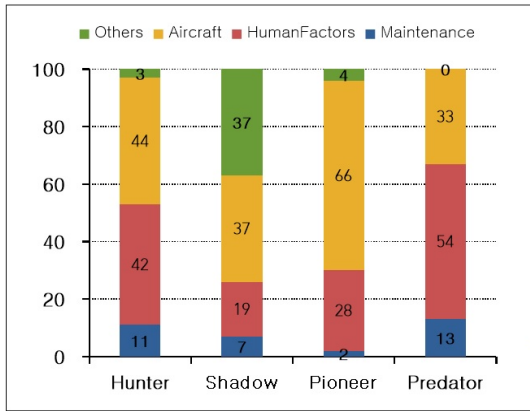


Fig. 1. UAV Accident causal factors of US Army(%)

Fig. 1에서 보는 바와 같이 무인기 기종별 차이는 일부 존재하지만, 상당 부분이 항공기 자체 문제 혹은 인적 오류에 기인한 사고임을 알 수 있다. 이는 모두 감항인증에서 주요하게 다루고 있는 분야이며, 따라서 무인기 사고조사 사례를 통해서 사고의 원인과 감항인증과의 상관관계를 규정하여 무인기 감항인증 분야의 발전방안을 찾아볼 수 있을 것으로 기대한다.

3. 사고조사 사례 및 감항인증 발전방안

3.1 연구사례 선정

항공기의 연구개발 및 운용 중에 발생하는 사고는 불가피하다고 볼 수 있다. 사고에 얼마나 적극적으로 합리적으로 대처하느냐가 추후 유사한 사고 재발을 방지하는 가장 바람직한 방법이다. 우리 군 역시도 무인항공기를 자체 연구개발하여 운용하고 있으나, 사례가 많지 않기 때문에 사고조사 역시 다양한 사례 확보가 어려우며, 군사 보안상 학술적으로 연구할 수 있는 수준도 제한적인 것이 사실이다. 따라서, 본 논문에서는 이러한 점을 고려하여 연구가 가능한 사례들을 감항인증 관점에서 선별하여 발전시킬 사항들을 연구하였다.

3.2 Case 1: 소프트웨어 신뢰성 향상

본 사례는 무인기 비행시험 중 GPS 단절 모드에서 영상기반위치보정 좌표 입력 직후 항공기 위치가 상실되어, 다시 정상항법 모드로 전환하자 급격한 비행체 자세 변화 및 제어불능으로 추락한 사례이다. 사고원인으로는 주 항법장치의 소프트웨어 위치좌표 환산계수 프로그래밍에서 소수점 입력 오류(인적요인)로 10배의 오차가 발생한 것에 기인하였다.

본 사례에서와 같이 체계개발이 종료된 항공기의 주요 성능 변경에 대해 이를 정확히 검증할 수 있는 시험평가나 기술적 검증을 요구하는 감항인증 분야의 제도적 발전이 필요하다. 특히, 물리적으로 형상이 변경되는 경우에는 최종적으로 규격화 자료를 수정함으로써 기술적 변경사항을 반영할 수 있을 것이며, 본 사례에서와 같이 소프트웨어에 대한 개발 또는 개량의 경우 최종적으로 다른 구성품에 영향을 미치거나 소프트웨어 자체 오류(bug)의 여지가 있는지를 정확하게 검증해 낼 수 있도록 무결성 및 신뢰성 확인절차가 필요할 것이다.

본 사례를 통해 발전시킬 수 있는 감항인증분야 개선 사항으로는, HILS(Hardware in the Loop) test 구성 및 검증의 중요성을 인식하는 것이다. 원인분석 결과 주항법 소프트웨어 검증을 위한 HILS를 구성하였으나, 논리적 기능만 고려한 채널 구성으로 이중화 채널의 잠재적인 오류를 사전에 검증하지 못하였다. 이와 관련된 감항인증기준으로는 STANAG 4671 'USAR.U1330 비행 제어시스템(Flight Control System)의 (e)항 비행제어 시스템은 UAV 운용요원에게 가용한 조정범위 내에서 불안정한 조건을 생성할 수 없도록 설계 및 조정되어야 한다.'는 항목이 해당될 것이다. 본 사례의 교훈을 바탕으로 불안정한 조건을 생성할 수 있는 경우를 고려한 감항인증을 통해 타 사업에서 동일한 사례가 반복되지 않도록 할 수 있을 것이다.

3.3 Case 2: 구성품 체계 영향성 분석

본 사례는 시제기를 활용한 무인기 교육비행 중 이륙 후 비행체 헤딩의 비정상에 따라 실시간 수동항법 모드와 자동항법 모드를 전환하며 조치를 시도하였으나, 제어불능 상태로 추락한 사례이다. 사고원인으로는 GPS 수신기 칩셋 결함에 의한 잘못된 자세제어 입력값이 발생(구성품 오류)되어 비행제어 알고리즘에서 비정상적인 비행체 통제로 고도가 지속 하강되어 추락한 경우이다.

본 사례는 체계개발 중에 동일한 현상이 식별되어

GPS 수신기 제작사를 변경하여 양산기에 적용하도록 조치하였으나, 이러한 현상에 대한 근본적인 원인 규명이나 체계 영향성 분석이 미흡하여 시제기에는 적용하지 않은 경우이다. 시험평가를 포함한 체계개발 과정 또는 양산 과정 중에 발생된 문제에 대해서 철저한 형상관리가 요구되며 또한, 식별된 결함이 체계에 미치는 영향성을 면밀하게 분석되어야 함을 인지하게 된 사례이다.

본 사례를 통해 발전시킬 수 있는 감항인증분야 개선 사항으로는, UAV 자동비행 제어시스템의 단일 구성품 고장이 체계에 미치는 영향의 심각도를 판단하고 분석하는 것이다. 유인기의 경우 조종사의 시각에 의한 상황인식 및 조종이 가능하여 낮은 수준의 심각도에 해당될 수 있으나, 이와 같이 UAV의 경우 자동비행 소프트웨어와 연동되어 항공기 손실에 이르는 치명적인 영향을 초래하였다. 이와 관련된 감항인증기준으로는 STANAG 4671 'USAR.U1330 비행제어시스템(Flight Control System)의 (f)항 비행제어시스템은 단일 고장 발생 시 하드오버 명령을 주지 않도록 설계되어야 한다. 비행제어시스템이 외부 제어 신호를 통합하거나 타 장비의 작동을 위한 신호를 제공하는 경우, 부적절한 작동을 방지하기 위한 확실한 인터락 및 순차적 작동체계가 필요하다.'는 항목이 해당될 수 있다. 본 사례의 교훈을 적용하여 센서 및 입력정보의 비정상 값에 대한 안전필터 및 오동작 방지 수단의 확인이 필요하다.

3.4 Case 3: 핵심 구성품의 체계 영향성 확인

본 사례는 항공기 점검비행 중 연료압력 이상 현상과 함께 엔진이 정지되어 재시동 절차를 반복 수행하였으나, 정상 회복되지 않아 수동으로 낙하산을 전개하여 비상착륙하면서 항공기가 경파(輕破)된 사례이다. 사고원인으로는 엔진제어장치(ECU) 소프트웨어의 출력제어 참조값 오류로, 연료 압력센서 고장 시 ECU는 소프트웨어 참조값에 따라 엔진제어가 가능하도록 설계되었으나 엔진 제작사에서 사고 기종에 적합하도록 소프트웨어를 갱신하지 않아 발생(인적요인)된 사고이다.

이 항공기는 감항인증 시 엔진은 제작사 보증 구매품목으로 세부적인 고장유형 및 영향성 검증은 제한되었던 경우이다. 하지만, 구매품이라고 할지라도 핵심 구성품에 대해서는 센서류 고장 및 탑재 소프트웨어 오류에 대한 신뢰성 검증자료를 확보하고 체계에 미치는 영향성 확인절차가 반드시 필요하다. 또한, 감항인증 인력 외에도 시험평가 관련 인원들의 FMEA(Failure Mode and Effect Analysis, 고장유형 및 영향성 분석), FMECA

(Failure Modes Effects Criticality Analysis, 고장유형 영향 및 치명도 분석) 등과 같은 고장유형, 치명성 분석에 대한 전문성 함양이 필요함을 직·간접적으로 보여주는 사례라고 할 수 있다.

본 사례를 통해 발전시킬 수 있는 감항인증분야 개선 사항으로는 전자식 엔진 제어시스템에 대한 주요 검증요소를 식별 및 확인하는 것이다. 국내에서는 대부분 국외에서 구매된 엔진을 체계에 통합하는데, 이전까지는 장착손실, 진동 및 하중 등 출력과 구조적인 부분에 중점을 두었으나, 전자제어 방식의 엔진의 경우에는 운용 RPM과 연계한 연료공급 소프트웨어 로직 및 참조데이터 테이블의 적절한 보정 및 검증결과 등에 대한 추가적인 확인이 매우 중요하다. 이와 관련된 감항인증기준으로는 STANAG 4671 'USAR.951 연료시스템 일반(Fuel System General)의 (a)항 각 연료계통은 인증이 요청된 모든 기동과 엔진이나 보조동력장치의 허용된 작동 상태를 포함한 모든 운용 조건에서 적절한 기능을 위해 설정된 연료 공급률 및 압력을 제공하도록 조립 및 배열되어야 한다.'는 항목이 해당될 수 있다. 본 사례는 외국의 유사한 체계에 적용된 동일한 엔진 제작사가 국내개발 UAV의 비행단계별 운용 RPM을 고려한 연료공급 제어 소프트웨어 참조데이터 테이블을 수정하지 않아 발생한 사례로 향후 감항인증 시 반드시 고려해야 하는 사항이다.

3.5 Case 4: 우발상황에 대한 영향성 검증

본 사례는 비행체 착륙 시도과정에서 자동착륙 알고리즘에 의해 제어되던 중에 비정상적으로 높은 고도로 접근하여 회수장치(항공기 착륙 후 정지 및 회수를 위해 활주로에 설치된 그물 등) 위치를 초과하여 접지함으로써 정상적인 정지 및 회수가 되지 않아 활주로 끝단에 충격하여 항공기가 중파(中破)된 사례이다. 사고원인으로는 항공기가 착륙결심고도(Final Approach Fix, FAF) 이후 지상정밀위치추적장치 추적통제기에 오류가 발생하여 GPS/INS 정보를 기준으로 착륙을 시도하여 착지 지점 오차가 과다하게 발생한 것으로, 사고조사 간 구성품 및 체계시험을 통한 재현이 불가하여 정확한 사고원인을 규명하지 못하고 일부 구성품의 결함 가능성으로 추정된 경우이다.

본 사례에서 알 수 있듯이, 체계개발 당시 검증된 요구성능 충족 건 이외에 발생 가능한 현상에 대한 판단과 그 영향성 및 대안에 대한 검증이 필요하다. 하지만, 본 사례에서와 같이 모든 발생 가능한 경우를 산정하여 고려하기는 매우 어려운 것이 사실이나, 소프트웨어를 통

한 논리적 대응이나 체크가 가능하도록 개선하려는 노력이 필요해 보인다.

본 사례를 통해 발전시킬 수 있는 감항인증분야 개선 사항으로는 자동으로 이착륙을 수행하는 UAV의 핵심 비행정보(고도, 속도, 접근각, 접근경로 등)의 정확성과 정상 및 비정상 상황에서 사용되는 정보의 일치성을 확인하는 것이다. 특히 최근에 개발되는 UAV의 경우 무인체계 자율성 강화 추세가 적용되어 운용자가 개입하여 제어할 수 있는 기능이 대폭 축소되고 있는 가운데, 자동착륙 최종 단계에서 발생한 장비 고장에 따라 활성화된 대체수단의 비행정보 데이터 오차는 항공기 및 인명 손실에 직접적인 영향을 미치는 위험요인으로 작용하였다. 이와 관련된 감항인증기준으로는 STANAG 4671 'USARU1723 비행 및 항법데이터(Flight and Navigation Data)의 (a)항 다음은 UAV 통제소 내에 안전한 운용을 위한 갱신율로 상시 시현이 요구되는 최소 비행 및 항법 데이터이다. (1) 계기속도, (2) 압력고도 및 관련 고도계 설정, (3) 기수방향 및 항적, (4) UAV 위치, (5) UAV에 보내진 비행명령 및 항법 파라미터' 항목이 해당될 수 있다. 본 사례 교훈을 통해 핵심 비행정보 데이터의 경우 1차, 2차 데이터의 정확성, 상호 오차 식별 및 사전 보정 가능 여부 등을 확인하여 비행 안전성을 확보할 수 있을 것이다.

4. 결론

본 연구에서는 점점 그 활용도와 중요도가 높아지고 있는 무인항공기 운용 과정에서 발생된 사고에 대한 사고조사를 통해 감항인증 관점에서 살펴볼 수 있는 특징을 분석하였으며, 그 결과는 다음과 같이 몇 가지로 요약해 볼 수 있다.

첫째, 대부분이 양산 승인 이후 즉, 개발 과정의 감항인증이 종료된 상황에서 발생된 문제점이라는 공통점이 있다. 개발 당시에는 감항인증 기준별로 다양한 MOC (Methods of Compliance, 적합성 검증방법)를 통해 입증되었으나, 실제 양산 및 운용 간에 예상치 못한 다양한 문제가 발생하였으며, 이에 대응해야 함을 보여주고 있다.

둘째, 개발 과정에서 적용한 하드웨어 및 소프트웨어와 양산 과정에서의 형상이 일부 변화되는 것을 감지하지 못해 발생하는 문제점이 있었다. 이는 면밀한 관리와 함께 유지감항 분야의 중요성을 사고사례를 통해 인식시

켜주고 있다.

셋째, 소프트웨어 상의 문제점이다. 현대 무기체계는 복잡한 소프트웨어는 필수 요소이다. 하지만, 개발 및 운용 과정에서 발생하는 개선사항을 반영하다보면 소프트웨어의 많은 수정이 수반되며, 이 과정에서 소프트웨어에 대한 신뢰성 검토 과정이 반드시 필요하다는 것을 일깨워주고 있다.

넷째, 인적오류 문제이다. 인적오류는 사람에 기인하지만 모든 문제의 시발점을 사람에게만 둘 수 없다. 인간이 최소한의 오류만을 범할 수 있도록 하기 위해서는 전문성 함양과 함께 개발 및 운용 과정에 개입하는 인적요소를 최적화시킬 수 있는 제도와 시스템의 개선이 반드시 병행되어야 함을 보여준다.

본 연구에서는 국내에서 개발된 특정 무인항공기의 연구개발과정 및 초기 운영과정에서 발생된 사고사례를 감항인증 시각에 입각하여 분석을 진행하였다. 우리 군의 무인항공기 운용의 경험이 미국이나 이스라엘과 같이 운용 경험이 많은 국가에 비해서는 다소 부족한 것이 현실이나, 군의 지속적인 요구에 따라 무인항공기의 전력화가 급속도로 증가하고 있는 현 상황 속에서 중요한 의미를 갖는다고 할 수 있다. 다만, 모든 수준의 무인기에 대한 사고사례를 망라하지 못한 제한사항은 있으나 중요한 접근방법을 제시하였다고 볼 수 있다.

향후 우리 군에서는 다양하고 많은 무인항공기를 운용하게 될 것이고, 사고사례 분석의 중요성을 인식하여 더 많은 사례들을 종합적으로 분석하고, 과학적 결론에 도달하여 분야별로 제도화하는 노력이 필요할 것이다.

References

- [1] H. B. Lee, "Guidelines for Unmanned Aircraft System Accident/Incident Investigation and Case studies", *The Society for Aerospace System Engineering Conference*, pp.179-180, 2018.
- [2] S. R. Kim, D. Y. Lee, T. K. Ryu, et. al., "The initial activities and actions for an aircraft accident investigation", *Korean Society for Aeronautical and Space Sciences Conference*, pp.701-704, 2004.
- [3] K. H. Bae, G. S. Lee, J. H. Choi, "A Study on the System Safety Process of the Airworthiness Certification", *Korea Knowledge Information Technology Society*, Vol.16, No.6, pp.1127-1140, 2021.
DOI: <https://doi.org/10.34163/jkits.2021.16.6.001>
- [4] C. H. Lee, K. H. Lim, "A Study on the Selection of Criteria for Airworthiness Certification for Small-sized

UAVs”, *Defense & Technology*, Vo.453, pp.88-105, 2016.

- [5] N. R. Lee, B. I. Jeon, Y. K. Chang, “Target Level of Safety Analysis in Airworthiness Certification for Military UAV”, *Journal of the Korean Society for Aeronautical & Space Sciences*, Vol.41, No.10, pp.840-848, 2013.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5139/JKSAS.2013.41.10.840>
- [6] D. R. Haddon, C. J. Whittaker, “Aircraft airworthiness certification standards for civil UAVs”, *The Aeronautical Journal*, Vol.107 No.1068(The UAV Special Issue), July 2016.
DOI: <https://doi.org/10.1017/S0001924000018364>
- [7] L. A. Al-Haddad, A. A. Jaber, “Influence of Operationally Consumed Propellers on Multirotor UAVs Airworthiness: Finite Element and Experimental Approach”, *IEEE Sensors Journal*, Vol.23, No.11, June 2023.
DOI: <https://doi.org/10.1109/ISEN.2023.3267043>
- [8] Y. Y. CHEN, P. F. XIA, Z. L. ZHANG, “A method for predicting the airworthiness of emergency repair UAVs based on real-time environmental data”, *2021 3rd International Conference on Machine Learning, Big Data and Business Intelligence(MLBDBI)*, Dec. 2021
DOI: <https://doi.org/10.1109/MLBDBI54094.2021.00087>
- [9] ICAO, “Annex 13 - Aircraft Accident And Incident Investigation(12th Edition)”, pp. 1-4, 2020.
- [10] K. I. Kourousis, “Special Issue: Civil and Military Airworthiness: Recent Developments and Challenges”, *Aerospace 2020*, Vol.7, No.4, p.37-38, April 2020.
DOI: <https://doi.org/10.3390/aerospace7040037>
- [11] K. I. Kourousis, “Special Issue: Civil and Military Airworthiness: Recent Developments and Challenges (Volume II)”, *Aerospace 2021*, Vol.8, No.2, pp.46, Feb. 2021.
DOI: <https://doi.org/10.3390/aerospace8020046>
- [12] K. W. Williams, “A Summary of Unmanned Aircraft Accident/Incident Data: Human Factors Implications”, *Federal Aviation Administration*, Dec. 2004.
- [13] Y. K. Oh, Pyeong Namgung, “A Study on Improvement Direction of Airworthiness Certification for the Unmanned Aircraft System through Application Case for Small Unmanned Aircraft System”, *Korean Society for Aeronautical and Space Sciences Conference*, pp.1031-1035, 2015.
- [14] I. Hwang, C. H. Lee, K. H. Lim, “A Study on the Korean Military’s Response to the Diversification of Unmanned Aircraft Vehicle”, *Defense & Technology*, Vo.445, pp.70-85, 2016.

김 성 훈(Seong-Hun Kim)

[정회원]



- 2008년 8월 : 중국 북경항공항천 대학교 항공기설계 학과 (석사)
- 2012년 3월 ~ 현재 : 육군본부 시험평가단, 군용항공기 감항인증 제도/정책, 기술업무 담당

<관심분야>

항공기 설계, 감항인증, 시험평가, 항공안전 정책/제도

임 강 희(Kang-Hee Lim)

[정회원]



- 2000년 3월 : 육군사관학교 무기 체계공학 학사
- 2006년 8월 : 중국 북경항공항천 대학교 항공기설계(재료) 석사
- 2014년 8월 : 중국 북경항공항천 대학교 항공기설계(구조) 박사
- 2015년 3월 ~ 현재 : 육군본부 시험평가단, 기획관리참모부, 전력 단, 분석평가단 담당

<관심분야>

과학기술 동향, 항공기 설계, 감항인증, 우주정책/기술, 사업관리, 시험평가, 분석평가, 소요기획