

무기체계 획득 환경 변화에 따른 감항인증 제도개선 고찰

양준모^{1,†}¹국방신속획득기술연구원A Study on Improvement of Airworthiness Certification System
According to Change in Weapon System Acquisition EnvironmentJunmo Yang^{1,†}¹Defence Rapid Acquisition Technology Research Institute

Abstract

As we enter the era of the 4th Industrial Revolution, with the development of various technologies, the demand for weapon systems using these new technologies is increased. However, the current weapon system acquisition method cannot keep up with the development speed of new technology, as it takes a long time to do so. To follow up these problematic situations, the Defense Acquisition Program Administration suggests a rapid demonstration project as a system to quickly acquire new technologies. However, when a new system, such as a rapid demonstration project, is introduced, related regulations must also be revised; but this is not the case. This paper deals with one of these problems, airworthiness certification, and to derive a new method, domestic and foreign airworthiness certification systems were investigated and proposed according to the rapid demonstration project. If the proposed method is adopted, it is expected to ensure the minimum safety of operators, as well as the rapid acquisition of new technologies.

초 록

4차 산업혁명시대에 접어들면서 다양한 기술들이 개발됨에 따라 신기술을 적용한 무기체계의 수요가 증가하고 있다. 하지만 현재 무기체계 획득 방법은 오랜 시간이 소요됨에 따라 신기술의 발전 속도를 따라가지 못하고 있다. 이런 문제점을 보완하기 위해 방위사업청은 신기술을 신속하게 획득하기 위한 제도로 신속시범사업을 마련하였다. 하지만 신속시범사업과 같은 새로운 제도가 도입되면 관련 규정들도 함께 개정되어야 하나 그러하지 못한 실정이다. 본 논문에서는 이러한 문제 중 하나인 감항인증에 대해 다루었으며, 새로운 방안 도출을 위해 국내·외 감항인증 제도를 조사하여 신속시범사업에 맞게 제안하였다. 제안 방안이 반영된다면 신기술의 신속한 획득뿐 아니라 운용자의 최소한의 안전도 보장될 수 있을 것으로 기대된다.

Key Words : 4th Industrial Revolution(4차산업혁명), Weapon System Acquisition(무기체계 획득), Rapid Demonstration Project(신속시범사업), Airworthiness Certification(감항인증)

1. 서 론

4차 산업혁명시대에 접어들면서 AI, 드론, 자율·무인화, 가상증강현실 등 다양한 기술들이 개발되고 있다. 군은

이러한 기술들을 적용한 무기체계 수요를 제기하고 있지만, 기존의 획득 프로세스를 적용하게 되면 기술의 발전 속도를 따라잡지 못해 결국 개발 완료 시점에서는 기술진부화가 발생한다[1]. 이에 따라 방위사업청은 미국에서 시행중인 신속획득제도를 벤치마킹하여 한국형 신속획득제도(K-RAS)를 마련하였다. 신속획득제도에 적용되는 신기술 분야는 Table 1과 같다.

Received: Feb. 14, 2023 Revised: Apr. 12, 2023 Accepted: Apr. 17, 2023

† Corresponding Author

Tel: +82-02-2079-1376, E-mail: jmyang@add.re.kr

© The Society for Aerospace System Engineering

Table 1 List of Rapid Acquisition Project Technology

Rapid Acquisition Project 14 Major Tasks	
AI	Hyper Connection
Cloud	Virtual Reality
Wearable	CPS/Precision Control
Advanced Bio	Advanced Cyber
Protection	Big Data
Autonomy/Unmanned	Drone
Advanced Energy	Material/Sensor

한국형 신속획득제도는 23년 1월 신속시범사업으로 명칭이 바뀌었다. 신속시범사업은 신기술이 적용된 사례 중 수요가 결정되지 않은 무기체계에 대하여 군사적 활용성을 확인하고 조기전력화를 통해 국방력을 강화하는 것이 목적이다. 신속시범사업은 신속시범획득사업과 신속연구개발사업으로 구분된다. 한국형 신속획득제도가 시행된 이후 34개의 신속시범획득사업과 6개의 신속연구개발사업이 진행·완료되었으며, 앞으로 수요는 꾸준히 증가할 것으로 예상된다. 이러한 추세에 맞추어 신속시범사업의 초기단계 제도적 보완을 위해 다양한 연구가 이루어지고 있다[2].

신속시범사업 중 항공무기체계 사업에서 이슈가 된 부분은 감항인증이다. 감항인증은 타 무기체계에 해당되지 않지만 항공무기체계에만 적용된다. 감항인증 대상에 포함되는 경우 개발기관은 “군용항공기 비행안전성 인증에 관한 법률”에 따라 감항인증을 받아야 한다. 하지만 현재 고시되어 있는 표준감항인증기준과 제시되어 있는 “소형 회전익 무인기 시스템 감항인증기준(안)”은 신속획득제도의 목적인 빠른 획득에 적용하기 어려운 실정이다. 그 이유는 표준감항인증기준과 “소형 회전익 무인기 시스템 감항인증기준(안)”에서 요구하는 기준별 입증방안인 검사, 분석, 해석, 시험, 시험 항목은 무기체계개발 시 투입되는 비용뿐만 아니라 개발일정에도 영향을 미치기 때문이다.

본 논문에서는 4차 산업혁명시대에 맞춰 신속시범사업에 적용할 수 있는 감항인증 제도개선 방안을 국내·외 제도와 문서를 기반으로 제안하고자 한다.

2. 신속시범사업 및 감항인증 제도 소개

2.1 신속시범사업 제도

2.1.1 신속시범획득사업 개념과 사례

신속시범획득사업은 민간의 신기술이 적용된 50억 이내 제품을 구매하여 군이 시범 운용한 후 수요와 연결하는 방식이다. 사업에 참여하고자하는 산·학·연은 군 운용환경에서 시연 가능한 시제품을 보유해야만 한다. 현재까지 수행된 신속시범획득사업은 20-1차를 시작으로 22-2차까지 34개 사업이 진행·완료되었으며, 현재도 계속해서 진행되고 있다.

진행·완료된 신속시범획득사업 중 항공무기체계와 관련된 사업은 10건이다. 10개 사업 중 감항인증 대상에 포함되는 사업은 Fig. 1-3과 같이 소총조준사격드론, 유탄발사드론, 헬기-무인기 연동체계(MUM-T)이다. 완료 사업인 소총조준사격드론과 유탄발사드론은 감항인증 제도 중 한시적운용을 적용하여 사업기간동안 운용하였다.

**Fig. 1** Rifle Aiming Shooting Drone**Fig. 2** Grenade Launcher Drone



Fig. 3 Manned-Unmanned Teaming(MUM-T)

2.1.2 신속연구개발사업 개념과 사례

신속연구개발사업은 민간의 신기술 중 기술성숙도가 일정 이상인 기술을 적용하여 사업비용 400억 및 개발기간 2년 이내에 시제기를 제작할 수 있어야 한다. 이후 군 운용환경에서 6개월 간 운용하여 군사적 활용성을 확인한 후 소요와 연계되는 방식이다. 사업에 참여하고자하는 산·학·연은 군 운용환경에서 시연이 가능한 시제기를 2년 이내 개발해야하며, 사업 참여 시 핵심기술요소를 식별하고 핵심기술로 선별된 항목의 기술성숙도를 평가하여 제안해야 한다. 신속연구개발사업은 22년 8월을 시작으로 현재 경량화, 로봇, 드론, AI와 관련된 6개 사업이 진행 중에 있다. 총 6개 사업 중 항공무기체계에 관련된 사업은 2건이며 이중 감항인증을 받아야하는 사업은 없는 것으로 판단된다.

2.2 감항인증 제도

2.2.1 군 감항인증 제도 현황

군 감항인증은 2009년을 기점으로 시작되었다. 감항인증이란 항공기가 운용범위 내에서 안전하게 비행할 수 있음에 대한 정부의 인증이다. 4차 산업혁명시대 이전에 획득된 항공무기체계들은 대부분 연구개발 또는 구매로 이루어진 것으로 현재 고시되어 있는 법과 규정 아래서 수행이 가능하였다. 하지만 기술의 고도화와 무기체계의 무인화에 따라 작은 형태에 무인항공기가 개발되고, 최근 러-우크라이나 전쟁에서 드론이 게임체인저 역할을 수행함에 따라 이에 맞는 감항인증방안의 필요성이 대두되고 있다. 현재 고시되어 있는 표준감항인증기준과 적용범위는 Table 2와 같으나 드론과 같은 소형 회전익 무인항공기에 적용될 수 있는

기준은 부재한 실정이다. 이를 해결하기 위해 감항인증 당국은 2020년 12월에 “소형 회전익 무인기 시스템 감항인증기준(안)”을 마련하였다[3]. “소형 회전익 무인기 시스템 감항인증기준(안)”은 아직 정식으로 고시되지 않았지만 향후 사업 적용을 통해 보완해 나갈 것으로 보도되었다[4].

Table 2 Standard Airworthiness Certification List

	Scope
PART1	Fixed, Rotary wing, Manned, Unmanned All Weight
PART2	Unmanned Fixed wing 150kg≤MTOW<20,000kg
PART3	Unmanned Fixed wing MTOW<150kg

150kg 이하의 무인항공기여도 비행안전성 인증에 관한 법률 시행규칙 제1조의2(무인항공기의 기준)에 해당하지 않으면 감항인증을 받지 않을 수 있다. 아래는 제1조의2의 무인항공기 감항인증 적용대상이며, 3가지 중 1가지라도 해당하는 경우 감항인증을 받아야 한다.

- 최대이륙중량이 25킬로그램을 초과할 것
- 무장하거나 무장하기 위한 장치가 있을 것
- 탄약·유류 운송을 위한 장치가 있을 것

소형 무인항공기 개발업체에서는 25kg 이하의 소형 무인항공기가 임무 수행을 위해 무장을 장착하거나 탄약을 운반하는 경우에도 형식인증과 같은 감항인증기준을 적용하는 것은 과도하다는 의견을 내고 있다. 그 이유는 현재 제도에서 형식인증을 받기 위해서 감항인증 신청, 감항인증팀 구성, 감항인증심의위원회 등의 행정과 감항인증기준이 충족함을 보이기 위해 해석, 분석, 시험 등을 수행하기 위한 시간과 비용이 사업 기간과 예산 측면에서 과도하다고 생각하기 때문이다. 소형 무인항공기 개발업체는 대체 방안으로 민간 감항전문기관인 항공안전기술원에서 적용하고 있는 안전성인증과 유사한 수준의 제도개선 필요성을 언급하고 있다.

2.2.2 민 감항증명 제도 현황

민간 감항증명은 크게 2가지로 구분할 수 있다. 기존 항공기체계에 적용하는 감항증명과 드론을 포함하는

초경량비행장치에 적용하는 안전성인증이다. 안전성인증 제도는 군에서 겪는 문제를 해결하기 위한 한 가지 대안이 될 수 있는 방법이다. 민간은 최대이륙중량 25kg초과 자체중량 150kg 이하의 경우 안전성인증을 적용한다. 이는 감항증명과 같은 기준과 입증문서에 따른 검증이 아닌 실증과 검사를 통해 비행안전성을 확인하는 것이다. 실증과 검사만을 통한 인증에 불안함을 표하는 사람들도 있지만, 국토교통부는 드론 시장의 확대를 지원함과 동시에 안전 확보를 위해 “기체 신고제”와 “조종자격 차등화”를 적용하였다[5]. 또한 항공안전법 등을 통해 비행제한구역을 정하여 인명사고를 예방하고 있다. 2019년부터 2022년까지 안전성인증 제도를 통해 인증 받은 기체수는 Table 3과 같다.

Table 3 Results of Safety Certification by Year

Year	19	20	21	22
Unmanned Aircraft	-	-	18	22
Unmanned Rotorcraft	333	314	293	302
Multi-coptor	281	573	3,143	2,730
Unmanned Airplane	13	10	7	9
Total	627	897	3,461	3,063

3. 감항인증 제도개선 방안

3.1 감항인증 제도개선 방안 참고 문서

무기체계 획득 환경 변화에 따라 이에 맞는 감항인증 제도가 필요하다. 미국, 유럽 등 항공선진국은 이미 각국에 맞는 제도를 만들어 시행하거나 수립 중에 있다. 본 연구에서는 신속시범사업에 적용할 수 있는 감항인증 방안을 제안하기 위해 국내 민간에서 활용중인 안전성인증 제도를 바탕으로 연구하였다. 민간의 초경량비행장치는 법으로 비행가능공역이 정해져 있기 때문에 안전성인증 체크리스트는 기본적인 항목으로 구성되어 있다. 군 운용개념에 따라 추가반영 되어야 할 항목을 보완하기 위해 표준감항인증기준 PART1 17장 무장 및 장착물을 식별하였고, 최종적으로 미 공군의 안전성 평가 체크리스트를 통해 위험도를 줄일 수 있는 안전대책 항목을 추가적으로 식별하였다.

3.1.1 항공안전기술원 안전성인증

민간 감항 전문기관인 항공안전기술원에서 활용하고 있는 안전성인증 점검표는 19분야 69항목으로 이루어져 있으며 대부분 검사와 실증을 통해 확인하는 항목이다. 안전성인증 점검표의 각 분야와 분야별 구성 항목 수는 Table 4와 같다[6].

Table 4 Safety Checklist Field and Number

Safety Checklist Field	Require Number
General	5
Fuselage	5
Center Gravity	1
Wing(Fixed)	6
Main/Tail rotor	6
Vertical Stabilizer	4
Landing	6
Propeller	3
Electric	1
Fuel System	3
Power	7
Motor	3
Antenna	4
Working	1
Safety	2
Taxiing	3
Test Flight	6
Operating Rule	2
ETC	1

3.1.2 미 공군 감항성 평가

미 공군은 AWB-350(Airworthiness Bulletin 350)를 통해 SUAS(Small Unmanned Aircraft System)를 정의하고 있다. Table 5는 무게에 따라 구분된 미 공군 기준이다. Group 1-3까지가 SUAS이며, Group 4-5는 UAS에 해당한다. 우리나라는 SUAS에 대한 정의가 별도로 없으며 최대이륙중량이 25kg를 초과하면 무인항공기로 구분한다. 현재 고시되어 있는 표준감항인증기준에서 가장 낮은 기준은 무게 150kg 이하에 대한

것으로 미국에서 정의한 1,320lb(약 600kg)에 비하면 기준이 높다고 볼 수 있다. 미 공군은 1,320lb 이하 무인항공기의 경우 감항성 평가로 형식인증을 대체할 수 있으며, 무게가 1,320lb 이하여도 운용개념과 위험성평가 결과에 따라 감항인증 방안은 변경될 수 있다.

Table 5 UAS Group Categorization For USAF

UAS Groups	Maximum Weight(lbs)	Representative UAS
1	0-20	Raven
2	21-55	Scan Eagle
3	<1,320	Shadow
4	>1,320	Predator
5		Global Hawk

Figure 4는 획득하고자하는 무인항공기의 무게에 따른 감항성 승인 절차를 보여주는 흐름도이고, SUAS로 판단되면 AC-20-02(SUAS AW Assessment) 문서를 기반으로 감항성 평가가 진행된다[7].

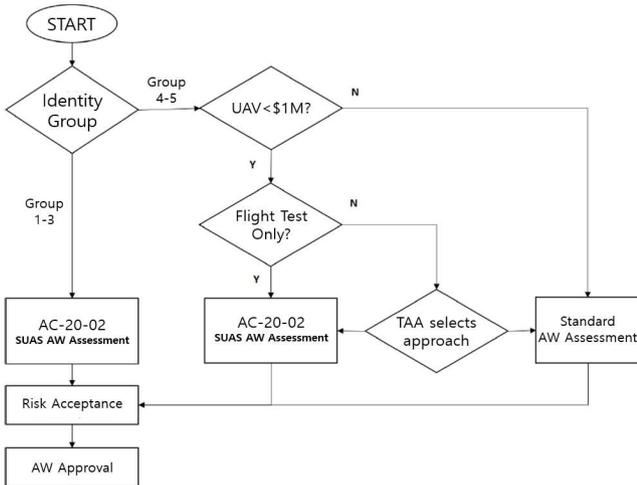


Fig. 4 UAS Assessment Flow Chart

Table 6과 같이 AC-20-02의 소형 무인항공기 감항성 평가에서 다루는 주요 내용은 기체 성능, 운용 개념, 안전대책(통신두절, GPS 기능상실 등)이다.

Table 6 List of SUAS Airworthiness Assessment

Program Information	-Program/Project Name: -Program/Project POC: -Program Objective:
---------------------	--

	-Previous AW Approval(s): -Operating Environment: -Operator -Airspace
UAS Information	-General Description -UAV Physical Characteristics -Flight Envelope/Performance -Weather Limitations -Avionics -Propulsion and Power -Air Vehicle Computer Processing -Ground Control Station(GCS) -Lasers -Lithium batteries -Launch Method -Recovery Method -Safety Hazard Keepout Zones -Manual Control -Controls and Displays
Causes of Loss of Control	-Loss of Command Links. -Loss of Vehicle Position Information -Loss of Flight Reference Data -Unresponsive Flight Controls -Loss of Propulsion -Loss of Electrical Power -Loss of Ground Control Station
Common Safeguards	-Degraded modes of flight -Return Home Modes -Containment and Geofence -Flight Termination System -Fail Safe Mode -In Flight Restarts -Collision Avoidance -Parachute -Other
Vehicle Safety History and Reliability	-System Flight History -System Safety Program -System Safety Hazard Analysis -Failure Modes Effects Analysis, Mean Time Between Failure -Hazardous Materials

위험성 평가는 신청자가 제출한 자료를 기반으로 진행된다. 위험성 평가 매트릭스는 각 항목의 심각도와 발생 확률에 따라 Fig. 5와 같이 결정된다. 초기 위험성 평가 결과는 Fig. 6과 같이 완화 대책을 적용하여 낮출 수 있으며, 완화 대책 반영 결과 모든 항목이 수용 가능한 수준으로 결정되면 감항성 승인이 이루어진다[8].

Severity Probability	Catastrophic (1)	Critical (2)	Marginal (3)	Negligible (4)
Frequent (A)	1-A	2-A	3-A	4-A
Probable (B)	1-B	2-B	3-B	4-B
Occasional (C)	1-C	2-C	3-C	4-C
Remote (D)	1-D	2-D	3-D	4-D
Improbable (E)	1-F	2-F	3-F	4-F
Eliminated (F)	Eliminated			

Fig. 5 Risk Assessment Matrix

HAZARD	INITIAL RISK	MITIGATION	RESIDUAL RISK
GENERAL			
Lithium Battery Fire/Explosion	3-C	Pre-flight procedure checks battery health; Mx manual describes proper storage and charging procedures	3-E
Unsuccessful Launch	3-D	Pre-flight procedure checks engine functionality; displays provide health and status, vertical speed indicator	3-E
Unsuccessful Recovery	4-D	Displays provide landing point deviations, vertical speed indicator; ground observers provide cross check	4-E
LOSS OF CONTROL			
Loss of Command Link	4-C	Lost Comms plan returns A/C home along pre-programmed route. Flight Termination conditions are set during pre-flight.	4-D

Fig. 6 Example of Risk Mitigation

3.1.3 방위사업청 표준감항인증기준

표준감항인증기준 PART1은 방위사업청장이 고시한 기준으로 적용범위는 유·무인 고정익·회전익 형태에 구애받지 않는다. 본 연구에서는 무장 또는 무장을 위한 장치가 있는 경우 감항인증 대상에 포함됨에 따라 제안하고자 하는 감항인증 방안이 무장과 관련하여 안전성을 갖출 수 있도록 표준감항인증기준 PART1 17장(무장 및 장착물)을 식별하였다. Table 7은 17장의 구성과 기준수를 보여준다[9].

Table 7 List of Armaments and Stores Integration

17.1 Gun/Rocket Integration and Interface	5
17.2 Stores integration	9
17.3 Laser integration	7
17.4 Safety inter locks	1

3.2 감항인증 방안 및 절차 제안

3.1절에서는 신속시범사업에 적용할 수 있는 국내·외 감항인증 문서들에 대해 살펴보고 각 문서의 선정사유를 기술하였다. 항공안전기술원에서 수행하는 안전성 인증 체크리스트를 기반으로 군 운용특성을 고려하여 배터리 방전, 비행체 위치 정보 두절, 정비교범, 무장 및 장착물, 안전대책 분야를 추가하여 보완한다면 신속시범사업에 적용할 수 있는 안전성 점검표가 도출될 수 있을 것이다.

또한 신속시범사업과 같이 짧은 사업 기간에 적용할 수 있는 새로운 절차를 수립하여야 한다. 현재 고시되어 있는 “군용항공기 비행안전성 인증에 관한 업무규정”에 따르면 감항인증 신청기관은 제4장 감항인증 절차를 따라야 한다. 제4장 감항인증 절차는 총 3개의 절로 이루어져 있으며 1절은 단계별 감항성 심사를 수행하는 사업, 2절은 감항성 심사를 생략하는 사업, 3절은 연구, 시험, 수출, 홍보 등을 위해 한시적으로 운용하는 사업에 한정된다. 하지만 신속시범사업에서 위 3개의 절차를 적용하기에는 어려움이 있다. 1절의 경우 표준감항인증기준을 기반으로 기종별 감항인증기준을 확정하여 검사, 분석, 해석, 시범, 시험 등의 입증 자료를 제출해야 하므로 사업기간 대비 일정과 비용이 과도할 수 있다. 2절의 경우 “군용항공기 비행안전성 인증에 관한 시행령” 제2조의2(단계별 감항성 심사를 생략할 수 있는 사업)에 해당 되지 않아 적용할 수 없다. 3절의 경우 한시적으로 운용하는 사업으로 현재로서 적용할 수 있는 절차 중 하나이지만 신속시범사업 종료 후 소요로 연계되었을 때 다시 감항인증을 받아야 하는 경우가 발생할 수 있어 이에 맞는 새로운 절차를 제안하고자 한다.

먼저, 제4장 1절을 준용하되 기종별 감항인증기준은 안전성점검표로 적용하여 검사, 분석, 해석이 아닌 시험을 통한 실증으로 감항성 심사를 대체한다. 다음으로 5개의 감항인증 전문기관이 감항인증팀을 꾸리지 않고, 신속시범사업을 제안하거나 군사적 활용성을 확인하는 각 군에서 안전성점검표에 따라 평가를 수행하는 것이다. 위 내용에 따라 제도개선이 이루어진다면 신속획득제도 취지에 맞는 방안이 마련될 수 있을 것으로 기대한다.

4. 결 론

본 논문에서는 4차 산업혁명시대에서 급격히 발전하는 신기술의 빠른 획득을 위해 만들어진 신속획득제도와 함께 제도에 적용할 수 있는 감항인증 방안을 제안하였다. 현재 진행·완료된 신속시범사업은 신속시범획득사업 34개와 신속연구개발사업 6개로 총 40개이다. 신속시범사업은 사업 형태에 따라 구매 또는 최대 2년의 시제개발을 수행한 후 6개월의 군 운용을 통해 소요와 연계된다. 이 중에서 항공무기체계와 관련된 사업은 13개이며 감항인증에 해당하는 사업은 3개이다. 감항인증에 해당하는 사업 중 2개 사업은 무게가 현저히 낮음에도 불구하고 무장을 장착하기에 진행되었으며, 현재 고시되어 있는 표준감항인증기준을 적용하기에는 어려움이 있다. 사업 진행 간에는 한시적운용을 통해 진행되었지만, 획득 단계에서도 같은 수준으로 대체가 가능할지는 미지수이다. 이에 따라 민간 감항 전문기관에서 사용중인 안전성인증을 기반으로 군 운용특성을 고려하여 미 공군의 감항성 평가 절차와 표준감항인증기준PART1을 활용하여 부족한 부분을 보완하는 방안을 제안하였다. 보완된 안전성점검표와 함께 군의 운용규정에 따라 무인항공기를 운용한다면, 충분히 안전하게 전력화할 수 있을 것이다. 또한 감항인증팀을 구성하지 않고 신속시범사업에 참여하는 군에서 직접 안전성점검표에 따라 평가를 수행하는 절차가 추가 반영된다면, 신속시범사업 목적에 맞는 빠른 획득과 함께 국방력 강화에도 기여 가능할 것으로 기대한다.

Reference

- [1] Lee, K. J., “A Study on the Development Plan for the Korea Rapid Acquisition System(K-RAS)”, *Defence and Technology National*, Vol. 522, pp66-73, Aug. 2022.
- [2] Jeon, I. K. and Lee, Y. B., “A Study on the Development of a Rapid Demonstration Acquisition Project through SWOT Analysis”, *Journal of the Korea Academia-Industrial*, Vol.23, No. 6, pp.108-116, Mar. 2022.
- [3] Yang, J. M. and Lee, S. C., “A Study on Airworthiness Certification Standards for Military Small Rotary-Wing Unmanned Aerial Vehicles”, *Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics*, Vol.29, No. 2, pp.79-83, Jun. 2021.
- [4] Defence Acquisition Program Administration (DAPA), Press Release, “Military Small Rotary Wing UAV Flight Safety How”, Dec. 2020.
- [5] Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT), “Aviation Safety Act”, Jul. 2022.
- [6] Korea Institute of Aviation Safety Technology (KIAST), “Safety Checklist”, Sep. 2022.
- [7] United States Air Force(USAF), “Airworthiness Bulletin 350”, Jul. 2020.
- [8] United States Air Force(USAF), “AC-20-02, Small Unmanned Aircraft Systems(SUAS) Airworthiness Assessment”, Jul. 2020.
- [9] Defence Acquisition Program Administration (DAPA), “Standard airworthiness certification standards part1”, Apr. 2021.