

## 국내 고정익 무인항공기 감항인증 기술기준분석

임준완<sup>\*1)</sup> · 노진철<sup>2)</sup> · 고준수<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 한국항공우주산업

<sup>2)</sup> 한국항공대학교 항공우주 및 기계공학부

### Airworthiness Standard Analysis about a Korea Fixed Wing Unmanned Aircraft

Joon-Wan Lim<sup>\*1)</sup> · Jin-Chul Roh<sup>2)</sup> · Joon Soo Ko<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Korea Aerospace Industry, Korea

<sup>2)</sup> School of Aerospace and Mechanical Engineering, Korea Aerospace University, Korea

(Received 22 January 2016 / Revised 1 July 2016 / Accepted 2 September 2016)

#### ABSTRACT

An unmanned aircraft refers to an aircraft which carries no human pilot and is operated under remote control or in autonomous operational mode. An unmanned aircraft system consist of a one system which include UAV(s), UAV control station and data link, etc. As the UAVs can perform the dull, dangerous and difficult missions, various kinds of UAVs with different sizes and weights have been developed and operated for both civil and military areas. It is important to develop the airworthiness certification criteria of the UAVs to minimize the risks of fatal impacts on human life and environment and to achieve the equivalent level of safety to the manned aircraft. Analysis of the KAS Part 23 and STANAG 4671 can provide guidelines for the generation of the airworthiness certification criteria for the UAVs in civil application.

Key Words : Unmanned Aircraft System(무인항공기 시스템), Airworthiness(감항성), Certification Criteria(인증기준), UAS Control Station(무인항공기 통제소), Command and Control(명령 및 통제), Data Link(데이터링크)

#### 1. 서론

국제민간항공기구(ICAO : International Civil Aviation Organization)에서는 무인항공기를 1944년 국제민간항공

협약(Convention on International Civil Aviation, 시카고 협약) 제8조에 따라 조종사 없이 비행할 수 있는 항공기인 ‘무조종사 항공기(Pilotless aircraft)’로 정의하였으며, 무인항공기의 비행을 위해서는 특별한 허가조건을 준수하고 유인민간항공기에 위험을 주지 않도록 규정하고 있다<sup>1)</sup>. 최근에는 무인항공기를 지상에서 통제하기 위한 무인항공기 통제소(UCS : UAV Control

<sup>\*</sup> Corresponding author, E-mail: jsko@kau.ac.kr  
Copyright © The Korea Institute of Military Science and Technology

Station), 명령 및 통제 시스템(C2 : Command and Control System), 데이터 링크(Data link)를 무인항공기와 통합된 하나의 시스템으로 간주하여 무인항공기 시스템(UAS : Unmanned Aircraft System)으로 널리 통용하고 있다<sup>2)</sup>.

우리나라의 경우 민간에서는 무인항공기를 항공법 제2조 3호에 의해 항공기에 사람이 탑승하지 아니하고 원격, 자동으로 비행할 수 있는 항공기로 정의하고 있으며, 항공법 시행규칙 제14조 6호의 초경량비행장치의 범위 등에 따라 연료의 중량을 제외한 공허 중량(EW : Empty Weight)이 150 kg 이하인 무인비행기 또는 무인회전의 비행 장치를 무인동력비행장치로 구분하고, 공허중량이 150 kg 이상인 무인항공기를 항공법 시행규칙 제 3조 2호에 따라 항공기인 동력비행장치로 구분하고 있다<sup>3)</sup>.

방위사업청은 군용항공기 비행안전성 인증에 관한 업무규정 제3조 1항에 의거 무인항공기를 무인비행체와 이를 조종하기 위한 지상통제체계로 정의하고 있으며, 최대이륙중량이(MTOW : Maximum Take Off Weight) 150 kg ~ 20,000 kg인 고정익 무인항공기에 대해서는 국제적으로 통용되는 북대서양조약기구(NATO : North Atlantic Treaty Organization)에서 제정한 STANAG (Standardization Agreement) 4671을 기타감항인증기준으로 적용하고 있다<sup>4)</sup>. 미연방 항공국(FAA : Federal Aviation Administration)은 2015년 2월 15일에 UAS의 상업적 활용에 관한 안전 규정을 제정 14 CFR Part 107을 신설 25 kg 이하의 소형 무인항공기의 민간 운영이 가능하도록 허용하고 있다.

국내 민간의 경우 150 kg 이하의 경우 “초경량비행장치의 비행안전을 확보하기 위한 기술상의 기준”이 있으나 150 kg 초과하는 무인항공기에 대한 감항인증 기술기준이 없어 현재 개발 및 운영되고 있는 무인항공기 및 무인항공기 시스템의 비행 안전성을 확보하기에는 어려움이 있으며, 세계 각국의 감항당국들은 무인항공기에 대한 감항인증 기술기준 제정을 위한 노력을 경주하고 있다. 따라서 본 논문에서는 무인항공기의 안전운항 및 비행 위험 최소화를 위해 민간 감항인증 기술기준을 연구하였다.

본 연구에서는 비분리 공역(Non-Segregated Airspace)에서 무인항공기가 유인항공기와 동시에 운영될 경우 발생할 수 있는 인적 물적 피해를 최소화 하여 무인항공기가 유인항공기와 동일하게 안전하게 비행할 수 있도록 무인항공기 감항인증 기술기준에 대해 고찰하였

다. 이를 위해서는 무인항공기에 대한 감항인증 기술기준 제정이 필수적이다. 민간 무인항공기 감항인증 기술기준(KUAS : Korean Unmanned aircraft Airworthiness Standard)의 제정을 위해서 NATO에서 사용되고 있는 무인항공기 감항인증 기술기준 STANAG 4671과 국토교통부의 KAS(Korean Airworthiness Standards) Part 23의 비교 및 분석을 수행하였다.

## 2. 무인항공기 개발 동향 및 분류

### 2.1 무인항공기 개발 동향

미 국방부 UAS 로드맵에 의하면 현재 전 세계적으로 약 32개 국가들이 250개 이상의 무인항공기 모델을 개발 및 제작하고 있으며, 41개 국가들이 약 80개 형식의 무인항공기를 주로 정찰 목적으로 운영하고 있다. 또한 향후에도 더 많은 수의 고성능 무인항공기들이 개발 및 생산될 것으로 전망하고 있다<sup>5)</sup>. 우리나라에서는 국토교통부에서 민간 무인항공기 개발 및 운영 기반 구축을 위한 “민간 무인항공기 실용화기술 개발” 연구개발 사업을 2013년부터 2022년까지 추진할 계획이며, 2022년까지 약 1,000여 대의 수요가 필요할 것으로 예상하였다<sup>6)</sup>.

### 2.2 무인항공기 체계구성 및 분류

무인항공기 시스템은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 무인비행체, 명령 및 통제시스템, 비행체 탑재 및 지상통제용 데이터링크, 지상 또는 공중 통제장비, 지상지원 장비와 각종 운용목적에 맞는 임무장비들로 구성된다.

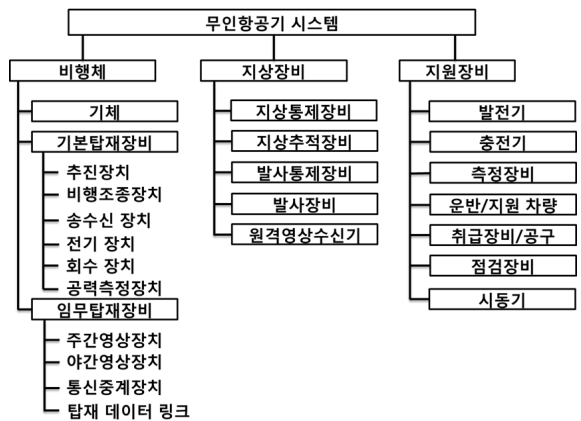


Fig. 1. Basic UAS architecture

### 2.2.1 비행체

비행체는 고정익(Fixed Wing), 회전익(Rotary Wing) 등이 있으며, 소형 또는 초소형인 경우에는 덕트내장 회전익, 다중로터형 회전익, 곤충 또는 새를 모방한 생체모방형 날개운동을 하는 비행체도 있다. Fig. 2는 다양한 무인비행체의 형상을 보여주고 있다<sup>7)</sup>. 비행체는 기체, 기본탑재 장비, 임무탑재 장비로 나눌 수 있으며, 추진 장치를 비롯하여 조종 및 운항에 필요한 비행조종장치, 송수신장치, 전기장치, 회수장치, 공력측정 장치 등의 기본탑재 장비와 무인항공기에 부여된 임무를 수행하기 위한 주간 영상장치, 야간 영상장치 등의 카메라, 중계 장치, 센서 등의 임무탑재 장비가 탑재된다.



Fig. 2. Various UAV configuration

### 2.2.2 지상 장비

지상 장비는 지상에서 무인항공기를 통제하기 위한 장비의 일체를 말하며, 지상통제장비, 지상추적장비, 발사통제장비, 발사장비, 원격영상 수신기 등으로 나눌 수 있다. 지상통제장비는 Fig. 3에서 보는 바와 같이 지상통제소 또는 휴대용 무선 원격 조종기로 나타낼 수 있다<sup>8,9)</sup>.



Fig. 3. GCS & potable remotely piloted aircraft systems

지상통제소는 무인항공기를 운영할 조종사가 위치하고 있는 원격 공간으로 무인항공기의 조종실 역할을 하며, 내부는 무인항공기 조종에 필요한 각종 계기와 영상 모니터 조종 장치, 통신장비, 컴퓨터 등이 갖추어져 있고, 이동 및 야외에서의 운용을 위해 차량에 탑재할 수도 있다. 또한 소형 무인항공기의 경우에는 휴대용 무선원격조종기로 운용되기도 한다. 발사장비는 Fig. 4에 나타난바와 같이 기체의 크기에 따라 석궁 형태의 손에 들고 조작할 수 있는 소형 발사대에서부터 트럭에 발사를 위한 레일이 설치된 발사 차량까지 여러 가지 형태가 있다<sup>10)</sup>.



Fig. 4. Various UAV launch method

### 2.3 무인항공기 분류

무인항공기의 분류 방법에는 아직 국제적인 분류기준은 없지만, 무인비행체의 크기 즉, 최대이륙중량을 기준으로 분류하는 것이 일반화되어 있다<sup>11)</sup>. 감항인증 차원에서 이러한 분류가 타당성을 갖는 이유 중의 하나는 대형 무인항공기의 경우는 유인항공기와 동등한 수준의 감항성을 갖는데 필요한 기체강도 및 모든 세부 시스템을 갖출 수 있어 유인항공기와 거의 동일한 감항인증 기준을 갖는 반면, 소형이나 초소형의 경우는 이와 동등한 세부 시스템들을 갖추는 것이 물리적으로 불가능하기 때문이다. 무인항공기의 중량별 구분은 일반적으로 Table 1과 같이 6가지로 분류할 수 있다<sup>12,13)</sup>.

Table 1. Unmanned aerial vehicle taxonomy of U.K MAA & NATO

일반적 분류	최대이륙 중량	영국 MAA 등급	NATO 등급
NANO	< 200 g	Class I(a)	Class 1 < 150 kg
MICRO < 2 kg	200 g ~ 2 kg	Class I(b)	
MINI 2-20 kg	2 kg ~ 20 kg	Class I(c)	
SMALL > 20 kg	20 kg ~ 150 kg	Class I(d)	
TACTICAL > 150 kg	> 150 kg	Class II	Class II 150 ~ 600 kg
MALE/ HALE/ Strike/ Combat	> 600 kg	Class III	Class III > 600 kg

### 3. 무인항공기 감항인증 기술기준 분석

#### 3.1 감항인증 기술기준 제정 개요

무인항공기를 유인항공기와 통합된 공역에서 운영하려면 유인항공기와 동가의 안전수준(ELOS : Equivalent Level of Safety)을 갖춘 감항인증 기술기준이 있어야 한다. 유인항공기와 동가의 안전성을 갖추기 위해서는 유인항공기와 동등한 고장율과 기동성을 갖도록 설계 및 검증되어야 하며, 감지 및 회피(SAA : See And Avoid) 또는 데이터 링크 등의 조종사를 대신하는 기능들의 통합이 필요하고, 국가 공역에서의 운영 시 항공교통관제(ATC : Air Traffic Control)를 위한 항공교통관제부서-무인항공기 운용요원-무인항공기 간의 위협상황 관리를 위한 의사소통 기능이 필요하다. 현재 군용 무인항공기 감항인증 기술기준은 군용항공기 표준감항인증기준을 참조하고<sup>[14]</sup>, 기타감항인증기준인 NATO의 STANAG 4671<sup>[15]</sup>을 적용하고 있다.

국내 무인항공기 감항인증 기술기준을 정립하기 위해서는 NATO의 감항인증 관련 실무그룹(Working Group)인 FINAS(Flight In National Airspace)의 활동과 STANAG 4671의 제정과정을 참고할 필요가 있으며,

FAA 8130.34C<sup>[16]</sup>의 무인항공기 및 OPA(Optional Pilot Aircraft) 감항인증 관련 자료와 DO-178C의 소프트웨어 인증에 대한 기준을 적용하여야 한다<sup>[17]</sup>. NATO는 1990년대에 유인항공기 감항성에 대한 경험과 지식을 바탕으로 무인항공기 시스템 감항성에 대한 일부 감항인증 기술기준 제정의 필요성을 인식하여 2005년 감항인증 관련 실무그룹인(Working Group) FINAS를 조직하였다. NATO FINAS는 영국, 미국, 독일, 프랑스, 이탈리아 등 11개의 회원국으로 구성되어 있으며, 고정익, 회전익, 중대형, 소형 무인항공기를 포함하는 무인항공기 시스템 전체를 망라하여 이를 수용할 수 있는 무인항공기 기술기준인 STANAG 4671 제정에 돌입하였다. STANAG 4671의 감항인증 기술기준 및 관련된 요구도들을 충족하도록 개발된 무인항공기는 해당 국가 감항당국에 의한 확장된 승인과정 없이 STANAG 4671을 비준하는 모든 NATO 연합국에서 비행이 가능함을 상호 인정하며, 비준 국가들은 자국의 국가 규정 범위 내에서 STANAG 4671을 적용할 것에 동의하였다. 또한 무인항공기의 상호 운영을 증가시키고, 비분리 공역에서의 무인항공기 운영을 촉진시켰으며 산업체의 군요구도 수용을 위한 무인항공기 시스템 설계와 군의 비행 승인을 신속하게 받을 수 있는 계기가 되었다. STANAG 4671은 비분리 공역에서 정상적으로 운영하기 위해 최대이륙 중량이 150 kg ~ 20,000 kg의 군용 고정익 무인항공기에 대한 기술적 감항인증 기술기준을 포함하고 있다. 최대이륙 중량이 150 kg을 초과하는 고정익 무인항공기에 대해서는 CS/FAR Part 23을 반영하여 최소한의 감항 기준을 제공하기 위함이며, 유인 항공기에 상응하는 신뢰성을 확보하려는 요구가 있었다. 감지 및 회피를 다루지는 않지만, 일부 감지 및 회피 시스템에 대한 일반적인 요구사항은 정의되어 있다. STANAG 4671은 두 권으로 이루어져 있으며 Book 1은 주 감항 기술기준을 제공하고, Book 2는 제1권의 기술기준을 달성하는데 있어서의 수용 가능한 입증 수단들을 제공한다. 기술기준은 Subpart A부터 Subpart I까지 9개의 하부 절들로 나누어져 있으며 이는 일반적인 CS/FAR 구조를 따르고 있다. A부터 G까지의 절들은 비행체를 다루고 있으며 CS/FAR Part 23을 직접적으로 인용하고 있으며 H절과 I절은 무인항공기 고유의 특성들인 명령 및 통제 링크, 통신 시스템 및 지상 통제소를 포함하고 있다. 본 기술기준의 많은 부분이 상호 연계되어 있으며 Table 2에 나와 있다.

Table 2. STANAG 4671 subpart

		무인항공기 시스템				
		무인 비행체	명령/ 통제 데이터 링크	통신 시스템	무인 비행체 통제소	기타
A	일반	x	x	x	x	x
B	비행	x				
C	구조	x				x
D	설계 및 제작	x				x
E	동력장치	x				
F	장비	x				
G	운영한계 및 정보	x	x	x	x	x
H	명령, 통제, 데이터 링크		x	x		
I	통제소				x	

3.2 기술기준 분석

민간 무인항공기에 적용될 수 있는 감항인증 기술기준의 정립을 위해 최대 이륙중량이 5,670 kg인 유인항공기에 적용되고 있는 국토교통부 KAS Part23에 대한 기술기준을 비교 분석하였다<sup>18)</sup>.

NATO FINAS Group은 2005년 무인항공기 감항인증 기술기준 개발에 착수, 18개월에 걸쳐 수많은 토의와 시행착오를 거쳐 STANAG 4671 초안을 2007년 완성하였으나, 각 항목별 기준 분석에 대한 명확한 근거 및 참고 자료를 획득하기 어려워 본 논문에서는 KAS Part 23에 Part 25를 추가 분석하여 기술기준을 분석하였다.

이륙중량이 150 ~ 20,000 kg인 NATO의 고정익 무인항공기 기술 기준인 STANAG 4671을 검토하여 민간 무인항공기에 대한 감항인증 기술기준(안) KUAS를 제시하였다.

분석 방법으로는 KAS Part 23에서 민간 무인항공기에 적용될 수 있는 기준을 정립하고, 미적용 되어야 하는 항목은 이에 대한 사유를 분석하고, 수정 후 적

용으로 분류된 항목은 STANAG 4671의 기준을 참고하여 무인항공기에 적용될 수 있도록 수정하였다.

KAS Part 23은 총 378개의 항목으로 민간 무인항공기 감항인증 기술기준에 적용되어야 할 기술기준은 84개 항목, 미적용 되어야 할 기술기준은 109개 항목, 수정 후 적용되어야 할 기술기준은 185개 항목으로 분석되었으며, STANAG 4671은 총 399개의 항목으로 민간 무인항공기 감항인증 기술기준에 추가되어야 할 기술기준은 113개 항목으로 분석되었으며, Fig. 5 및 6과 같이 나타낼 수 있다.

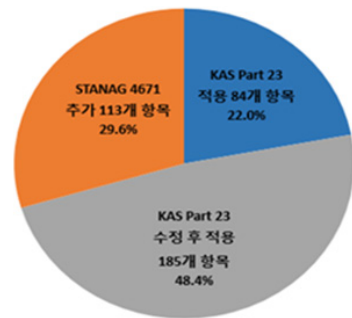


Fig. 5. KUAS airworthiness standard comparison

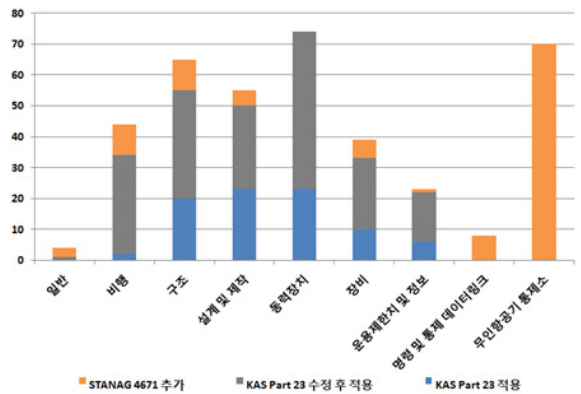


Fig. 6. KUAS airworthiness standard subpart

KUAS는 총 382개의 항목으로 구성되었으며, KAS Part 23과 STANAG-4671의 분석내용 아래와 같다.

KUAS의 Subpart A에서는 유인항공기 최대이륙중량 적용범위 5,670 kg 미만을 최대이륙중량이 150 kg ~ 20,000 kg인 고정익 무인항공기 시스템으로 변경하고, 무인항공기 시스템의 구성요소를 무인항공기, 무인항공기 통제소, 명령 및 통제 데이터 링크, 통신시스템

및 이·착륙 요소 등과 같이 무인항공기의 비행을 가능하게 하는 기타의 모든 시스템 요소로 지정한다.

무인항공기의 공허중량은 유인항공기에 필요한 음료 및 화장실 용수, 승객, 좌석 등을 제외하고 고정된 벨러스트와 사용할 수 없는 연료, 오일 및 유압유 등 일반 운용에 필요한 유류가 만재된 상태를 말한다. 무인항공기의 최소중량은 최대 탱크 용량의 오일무게와 최소 30분 최대연속출력으로 운용을 지속하기에 충분한 연료량으로 이는 KAS Part 23의 주간 시계비행 규칙에 따르는 비행기의 최소중량과 동일하다.

무인항공기의 이륙속도는 활주로 면과 접촉된 상태일 경우 회전속도인  $V_R$ 이 주엔진 부작동조종속도 1.05  $V_{MC}$ (1.05  $V_{MC}$ ) 또는 이륙형상실속속도 1.10배(1.10  $V_{SI}$ ) 중 큰 값보다 작아서는 안 되며, 15 m(50 ft)상공에서 다발 무인항공기의 경우 1.10  $V_{MC}$  또는 1.20  $V_{SI}$  이상, 단발 무인항공기의 경우 1.20  $V_{SI}$ 으로 유인항공기와 동일하다.

무인항공기의 상승에서 전 엔진이 작동상태일 때 정상상승구배를 고정 착륙장치를 가진 경우 최소 6.7 %에서 5 %로, 인입식 착륙장치를 가진 경우 최소 4 %에서 2.5 %로 유인항공기 기술기준보다 완화되었으며, 한 엔진이 작동하지 않을 때 정상상승구배는 이륙지면 122 m(400 ft) 고도 이상에서 무인항공기는 2 %로 유인항공기 기준인 압력고도 1,500 m(5,000 ft) 이상의 고도에서 1.5 %보다 강화되어 STANAG-4671기준을 준수하여 설정하였다. 무인항공기의 착륙거리는 착륙면 위로 15 m(50 ft) 고도에서부터 무인항공기가 착륙 후 완전히 정지하는데 까지 필요한 수평거리로 신청자가 선택한 표준강하 각으로 되어야 한다. 유인항공기는 표준강하각이 통상적으로 5.2  $^{\circ}$ (3 $^{\circ}$ )이다. KUAS에는 STANAG-4671의 낙하산 착륙 시스템 항목을 추가하여 무인항공기가 낙하산에 의해 회복하도록 설계된 경우를 고려하였다.

KUAS 구조분야에서는 무인항공기는 위험하거나 심각한 고장을 일으킬 수 있는 구조물에 대해 1.5 이상, 그 외의 다른 구조물은 1.25 이상의 안전계수를 사용하여야 하며, 안전계수가 1.5 미만일 경우 신청자는 감항당국이 동의할 수 있는 근거를 제공하여야 한다. 이는 KAS Part 23의 특별한 규정이 없는 한 1.5의 안전계수를 사용해야 하는 기준과 유사하여 이 기준을 따랐다.

무인항공기의 제한운동하중계수(n)는 다음의 식 (1)을 사용하여 3.8 이하가 되어야 한다.

$$2.1 + [10,900 / (W + 4,536)] \quad (1)$$

식 (1)에서 W는 설계최대이륙중량(lbs)이며, 1,876 lbs (851.83 kg)이상의 무인항공기에 적용될 수 있다. 이는 KAS Part 23에 적용된 다음의 식 (2)와 비교가 필요하다.

$$2.1 + [24,000 / (W + 10,000)] \quad (2)$$

동일한 제한운동하중계수 3.8을 대입하였을 때 4,118 lbs(1,868 kg)의 유인항공기보다 가벼운 무인항공기에 사용된다고 할 수 있으며, 동일한 무게 12,500 lbs (5,670 kg)을 대입한 결과 각각 2.84, 3.30으로 무인항공기의 제한운동하중계수가 유인항공기보다 작게 적용되었음을 알 수 있다. 또한 KUAS의 최대이륙중량인 45,000 lbs(20,000 kg)에는 2.30의 제한운동하중계수가 적용되어 이를 수정하였다.

무인항공기의 조류 충돌은 KAS Part 23 유인항공기의 경우 항공기가 설계순항속도로 비행 중에 상대적인 방향으로 무게 0.9 kg(2 lb)의 조류 충돌로 바람막이 창 및 관련 구조물이 관통되지 않도록 되어 있으며, KAS Part 25 유인항공기의 경우 설계순항속도로 비행 중에 상대적인 방향으로 1.8 kg(4 lb)의 조류와 충돌할 경우 바람막이 창 및 관련 구조물이 관통되지 않고 이중 구조 및 보호되는 위치, 에너지 흡수 재질 등에 대한 사항이 정의되어 있다<sup>19)</sup>. 무인항공기는 바람막이 창 및 관련구조물 즉 투명체가 적용되지 않으므로 관통에 해당되지 않으며, 무인항공기의 비행경로에 대해 상대적인 방향으로 무게 0.9 kg(2 lb)의 조류와 충돌로 인해 조종 불가능한 또는 추락의 결과를 초래하지 않도록 KAS Part 23의 기술기준을 추가 하였다.

무인항공기의 비상 귀환 능력에 대해서는 비행을 즉시 종료할 수 있어야 하며, 제 3자에 대한 위험을 최소화하고 급작스런 작동을 방지할 수 있도록 추가하였다. 또한 사전에 비상 귀환 능력이 프로그램된 경우, 해당 지역의 크기가 무인항공기 시스템 비행교범에 기술되어 있어야 한다.

무인항공기 비행교범에는 통제소, 명령 및 조종 데이터 링크, 통신 시스템 및 발진 및 착륙 장치와 같이 비행을 가능하게 하는데 필요한 정보가 무인항공기 시스템의 배치 및 운영 제한사항과 함께 비행교범 특정 세부 절에 수록되어야 한다. 무인항공기 통제소가 두 개 이상의 무인항공기를 운영할 경우 해당 무인항공기

통제소에 의해 안전하게 조종될 수 있는 무인항공기 최대 수량과 무인항공기 이양에 대한 절차가 포함되어야 하며 STANAG-4671기술기준을 적용토록 하였다.

KUAS 통신시스템은 명령 및 통제, 데이터 링크 시스템, 항공 교통관제 통신 시스템의 세부시스템으로 구성된다. 무인항공기를 통제하기 위한 명령 및 통제, 데이터 링크는 정의된 최고 운영고도 및 가용거리 내에서 항법정보를 업링크 및 다운링크 할 수 있는 기능이 있어야 하며, 전자기 간섭과 전자기 치명성에 대해 보호되고, 정전기, 번개 및 전자기환경 위험에 대해 감항당국이 동의한 수준으로 보호되도록 설계되어야 한다. 명령 및 통제 데이터 링크 전환 기능에서는 전환에 의해 불안정한 상황이 초래되지 않으며, 전환의 전 기간에 어떤 통제 또는 불안정한 조건들을 야기하지 않아야 한다.

KUAS 무인항공기 통제소는 무인항공기를 원격으로 조종하는 시설 또는 장비로 정의하며, 통제소 환경 전반에 걸친 운영 시험에 의해 설계되어야 하고, 저장, 수송 등의 운영 및 비 운영 환경의 전체 범위를 고려하여 분석되어야 한다. 본 무인항공기 기술기준안은 KAS Part 23에 추가하여 STANAG-4671의 기술기준을 적용토록 하였다. 무인항공기 운용요원 업무 공간에는 자신의 업무를 수행할 수 있어야 하며, 안전한 비행을 방해하는 온도, 습도, 진동, 소음, 열방사 등이 없어야 한다. 또한 각 계기, 데이터 시현기, 정보, 표시, 계시판 및 조작 장치가 식별가능하게 조명되어야 하며, 직사광과 기타 표면에서의 반사광이 무인항공기 운용요원에게 보이지 않도록 장착되어야 한다.

무인항공기 통제소 내의 통신 시스템은 무인항공기 운용요원이 자신의 업무 위치에서 어려움 없이 대화할 수 있는 환경이 평가되어야 하며, 대화가 어려운 상태가 입증된 경우에는 상호통신시스템을 구비해야 한다. 또한 통신용 헤드셋을 갖춘 경우 운용요원이 일반적인 무인항공기 통제소 소음 조건하에서 모든 음성 경보를 들을 수 있음을 실증하여야 한다. 음성 녹음기는 모든 육성 통신과 가청 신호들을 기록하며, 3명 이상의 무인항공기 운용요원들이 있는 경우를 대비하여 붐, 마스크, 헤드셋 또는 스피커를 갖추어야 한다. 또한 작동이 정상적임을 비행 전에 점검하기 위하여 가청 또는 가시적인 장치가 있어야 한다. 자동 이륙 시스템 또는 자동 착륙 시스템의 조작은 해당 시스템이 무인항공기 운용요원의 조작에 의해 이륙 단계 또는 착륙 단계에서 신속하게 중지될 수 있는 쉬운 수단

이 가용해야 한다. 경고, 주의 및 권고 정보 색상 코드는 경고, 주의, 안전 상태를 나타내는 경보장치에 대해 각각 적색, 백색, 녹색을 사용하며, 이외에는 명백히 다른 색을 사용하여야 한다.

#### 4. 결론

무인항공기는 조종사 없이 비행할 수 있는 항공기로서 무인항공기 통제소, 명령 및 통제시스템, 데이터 링크를 무인항공기와 통합된 하나의 시스템으로 통용하고 있다. 과거의 무인항공기는 주로 군사용인 무선 조종 항공표적의 단순 임무만을 수행하였지만, 오늘날의 무인항공기는 첨단화, 다양화되어 기상관측, 환경감시, 방송 통신 중계 및 감시, 보안, 탐사 등 고도의 임무를 수행할 수 있을 만큼 발전하였다. 또한 민간 유인항공기와 통합운영 공역인 비분리 공역에서 상호 운영이 요구되고 있어 이에 따른 기술기준 정립이 필요하다.

민간의 항공기 인증제도는 유인항공기만을 대상으로 하고 있어 무인항공기 및 무인항공기 시스템의 비행 안전성을 확보하기에는 어려움이 있으며, 무인항공기 감항인증 기술기준의 제정을 위해서는 이를 심층적으로 분석할 필요가 있다. 방위사업청은 고정익 무인항공기에는 NATO의 STANAG 4671을 기타감항인증기준으로 적용하고 있다.

본 논문에서는 무인항공기를 중량별로 구분하여 성능과 수행 가능한 임무를 조사하여 무인항공기의 개발 동향을 파악하였다. 무인항공기에 유인항공기와 동가의 안전수준을 갖춘 감항인증 기술기준을 적용시키기 위해 NATO FINAS의 활동과 NATO STANAG 4671의 개발 및 제정과정을 조사하였다. 최대이륙중량이 5,670 kg 이하인 민간 고정익 유인항공기의 기술기준인 KAS Part 23과 150 kg ~ 20,000 kg의 군 고정익 무인항공기 기술기준인 STANAG 4671의 비교 및 분석을 수행하여 민간 무인항공기에 대한 감항인증 기술기준(안) KUAS를 제시하였다. 결과적으로 KUAS는 KAS Part 23에서 84개의 항목을 적용, 185개의 항목을 수정 후 적용하였고, STANAG 4671의 113개 항목을 추가하여 총 382개의 항목으로 구성되었으며, 무인항공기 시스템에서 비행체 관련 기준의 대부분은 KAS Part 23을 수용하고, 명령 및 통제, 데이터 링크 및 무인항공기 통제소는 STANAG 4671을 참고하여 민간 무인항공기 감항인

증 기술기준(안)을 제시하였다. 본 논문은 환경, 기상 연구, 탐사의 과학목적 이외의 농업, 어업, 산림 및 국토 관리 등 다양한 용도로 활용되는 무인항공기의 기술기준을 정립하는데 그 목적이 있다.

무인항공기 기술기준 분석 연구결과는 향후 국내 민간 무인항공기 설계, 제작 및 시험평가에 대한 요구도를 설정하고 유인항공기와의 동등한 비행안전성을 가질 수 있는 감항인증 기술기준 수립에 참조가 될 수 있으며, 에너지 충돌기법과 정량적인 안전성 평가기법은 본 기술기준(안)의 참고자료로 활용할 수 있다.

향후 무인항공기의 중량 및 성능에 따른 분류체계도를 완성하고, 이에 따른 기술기준을 세분화 하는 연구가 필요하며, 이는 무인항공기 시험 인증기를 통해 검증 및 확인할 수 있다.

### References

- [1] ICAO, Convention on International Civil Aviation Signed at Chicago, 1944
- [2] DoD, Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2005-2030, 2005
- [3] Ministry of Transportation, Aviation Regulation, Chung Yeon, 2014.
- [4] DAPA, Military Aircraft Flight Safety Certification Regulation, DAPA Instruction Number 214, 2013.
- [5] Department of Defence, FY 2009-2034 Unmanned System Integrated Roadmap, 2009.
- [6] MOT, Unmanned Aircraft's(Drone) Activation Plan for 10 % World Industry Market on 2022, 2014.
- [7] Department of Defence, “Unmanned Aircraft Systems (UAS) Airspace Integration, 2014.
- [8] Jong-young Won, UAV Ground Control Station GUI Guidelines : for the Designer, Developer and Operator’s Needs, Proceedings of HCI, 2015.
- [9] Reg Austin, UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS, 2010.
- [10] IRS Global, 확대되는 무인항공기(드론) 기술/시장 전망과 최근 개발동향, 2014.
- [11] Hyojung Ahn, “A Study of Civil Unmanned Aerial System Category Classification,” J. of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences 43(7), 657-667, 2015.
- [12] House of Commons Library, Overview of Military Drones used by the UK Armed Forces, 2015.
- [13] Strategic Concept of Employment for Unmanned Aircraft Systems in NATO, JAPCC, p. 6, 2016.
- [14] DAPA, Military Aircraft Standard Airworthiness Certification Criteria Notice 2011-1, 2011.11.
- [15] NSA, STANAG 4671 Edition 1: Unmanned Aerial Vehicles Airworthiness Requirements(USAR), 2009.
- [16] FAA, “8130.34C - Airworthiness Certification of Unmanned Aircraft Systems and Optionally Piloted Aircraft,” 2013.
- [17] RTCA, RTCA DO-178C, “Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification,” 2011.
- [18] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, KAS Part 23, “Korean airworthiness Standards; Normal, Utility, Acrobatic, and Commuter Category Airplanes,” 2013.
- [19] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, KAS Part 25, “Korean airworthiness Standards; Transport Category Airplanes,” 2013.