



UAM Team Korea
Open the Urban Sky

UAM Team Korea는 '20년 6월 정부합동 “한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵” 발표를 계기로 발족한 도심항공교통 분야 민관협력체이자 정책공동체이다.

UAM Team Korea(위원장 국토교통부 제2차관)에는 정부, 지자체, 기업, 학교, 공공기관 등 국내 산업생태계 구축에 앞장서고 있는 약 200개 기관들이 참가하고 있다.

UAM Team Korea는 ‘서로 발전할 수 있는 건전한 논의와 경쟁’을 원칙으로 운영되고 있으며, 우리나라 UAM의 역량이 세계를 선도할 수 있도록 적극 협력해 나가고 있다.

펴 낸 곳 UAM Team Korea
기 획 국토교통부 도심항공교통정책과
발 행 2025년 8월
홈페이지 <http://www.molit.go.kr>

한국형 도심항공교통 (K-UAM)

운용개념서 1.5

K-UAM Concept of Operations 1.5



UAM Team Korea
Open the Urban Sky



강희업

UAM Team Korea 위원장
국토교통부 2차관

「한국형 도심항공교통(K-UAM) 운용개념서(ConOps) 1.5」가 첨단 교통의 혁신과 기술의 변화로 UAM 산업 발전에 이정표로서 역할을 할 것을 기대합니다.

우리 일상과 도시 공간을 변혁시킬 UAM(Urban Air Mobility)은 더 이상 미래가 아닌, 곧 다가올 목전의 현실입니다. 우리는 민관이 힘을 모아 UAM Team Korea를 구성하고, 각종 로드맵 제시부터 각종 과제 이행까지 함께 노력해왔습니다. 5년 가까운 시기동안 한 마음 한 뜻으로 힘을 모아 치열한 논의를 거치며 많은 성과가 있었습니다. 민관합동 K-UAM 그랜드챌린지 실증사업 착수, 도심항공교통법 제정, 대규모 R&D 착수, UAM Team Korea 지속 확대 등 양적·질적 성장을 거듭해 세계 속의 K-UAM으로 발돋움했습니다. 이 발간사를 빌어 산업계, 학계, 연구계, 공공기관 모든 관계자 여러분께 감사의 말씀을 전합니다.

그간 우리가 과제를 진행해 온 근간에는 K-UAM 운용개념서(ConOps) 1.0('21.9)이 있었습니다. 운용개념서에서 제시한 기술수준과 이해관계자별 역할에 따라 각종 실증, R&D, 제도가 구체화되었습니다. 그러나, 아직 세계적으로 UAM이 상용화되지 않은 가운데 기술·시장의 개발과 실현 과정에서 많은 변화가 발생했습니다. 작년 한해 신개념 비행체인 도심형항공기의 안전인증 지연으로 인한 세계 각 국의 시범사업 계획 지연 등 이슈가 발생했습니다.

이번에 K-UAM 운용개념서를 개정하는 이유가 여기 있습니다. 빠르게 변화하는 정책 환경에 기민하게 대응하고, 우리가 나아갈 방향을 다시 한번 정비하기 위함입니다. 이번 운용개념서 개정은 종전 정책 방향과 운용개념의 큰 틀을 유지하며 기술·시장 변화에 대응하는데 초점을 맞추고 있습니다. 다양한 상용화 모델을 상정하고 기술과 사업적 준비요건을 다각화하여 시장이 원활히 지원할 수 있는 선택지를 제시하게 됩니다. ‘안전’이라는 최우선 가치를 유지하는 가운데 기술·사업적 준비 부담을 완화해 초기 시장을 원활히 열어 나감으로써 점진적 시장 발전·확산을 기대합니다.



한국형 도심항공교통(K-UAM) 운용개념서 1.5

다만, 아직 초기 시장이 열리는데 초점을 맞추고 있기에, 시장이 열린 후 성장·성숙하는 단계의 운용개념은 방향성 위주로 제시하고 있습니다. 자율 비행, 교통관리 자동화 등 UAM이 일어나야 할 미래의 밑바탕만 그린 채, 앞으로 창의적이고 도전적인 기술·운용모델의 다채로운 색깔을 입혀나가고자 합니다. 이번 개정안을 2.0이 아닌, 1.5로 명명한 이유입니다.

글로벌 UAM·AAM(Advanced Air Mobility) 시장은 여전히 경쟁의 각축이 지속되고 있습니다. 글로벌 시장은 항공 강자인 미국·유럽이 주도하는 가운데, 일본·중국·인도·중동·호주 등 다양한 국가들의 도전과 노력도 이어지고 있습니다. 최근 발생한 각종 이슈에도 ‘UAM은 거부할 수 없는 미래’라는 믿음이 있기 때문으로 생각합니다.

우리도 역시 의연하고 올곧게 K-UAM을 추진해야 합니다. 우리는 지난 9월 전 세계 전문가·주요기관이 모였던 ICAO AAM 심포지엄을 통해 글로벌 무대를 대상으로 K-UAM 성과와 UAM Team Korea라는 대표적 생태계를 널리 알렸습니다. 앞으로도 정부는 민간 기술개발을 촉진하는 실증·R&D, 명료한 제도 마련, 과감한 공공투자·지원 등 전방위적 노력을 아끼지 않겠습니다.

이번 운용개념서 개정을 위해 불철주야 노력해주신 항공우주연구원과 UAM Team Korea 모든 관계자 여러분들에게 감사드립니다. 여러분의 열정과 지성이 우리를 미래와 번창으로 이끄는 진정한 동력이라 믿어 의심치 않습니다. 국토교통부가 여러분과 함께하겠습니다.

감사합니다.

1

배경

9

1-1. 기본방향

9

1-2. 내용적 범위

9

1-3. 문서구성

10

2

용어 정의

11

3

K-UAM 운용 발전방향

12

3-1. 주요 전제조건

12

3-2. 단계별 K-UAM 운용 시나리오

13

3-2-1. 초기 K-UAM 운용 형태

14

3-2-2. 성장기 K-UAM 운용 형태

14

3-2-3. 성숙기 K-UAM 운용 형태

15

3-3. 고려사항 및 향후 정책방향

15



한국형 도심항공교통(K-UAM) 운용개념서 1.5

4

K-UAM 운용개념 (초기)

16

4-1. 개요	16
4-2. 이해관계자 역할 및 책임	17
4-2-1. 교통당국	17
4-2-2. UAM 운항자	19
4-2-3. 기장 (Pilot in Command)	20
4-2-4. UAM 교통관리서비스 제공자	20
4-2-5. 운항지원정보 제공자	22
4-2-6. 버티포트 운영자	22
4-2-7. UAS 교통관리서비스 제공자	24
4-2-8. 기타 국가공역시스템 사용자	24
4-2-9. 기타 이해관계자	24
4-2-10. 고려사항 및 향후 정책방향	25
4-3. K-UAM 회랑(Corridor) 선정 및 관리	25
4-3-1. 회랑의 필요성	25
4-3-2. 회랑 선정	26
4-3-3. 회랑 용량 관리	27
4-3-4. 회랑 분리 및 항로이탈 모니터링	27
4-3-5. 고려사항 및 향후 정책방향	28
4-4. K-UAM 교통체계의 구조 및 정보 흐름	28
4-4-1. 초기 K-UAM 교통체계의 구조 및 실시간 정보 흐름	29
4-4-2. 타 항공교통관리 체계와의 정보 공유 및 연계	32
4-4-3. 고려사항 및 향후 정책방향	32

4-5. K-UAM 통신·항법·감시·경보(CNSi)	33
4-5-1. 통신	33
4-5-2. 항법	33
4-5-3. 감시	34
4-5-4. 정보	34
4-5-5. 고려사항 및 향후 정책방향	34

5

K-UAM 운항 시나리오 (초기) 35

5-1. 정상 운항 시나리오	35
5-1-1. 비행 계획 단계	36
5-1-2. 비행 전 단계	37
5-1-3. 비행 단계	38
5-1-4. 비행 후 단계	40
5-2. 비정상상황시 운항 시나리오	41
5-2-1. 비행계획을 준수할 수 있는 상황	42
5-2-2. 비행계획을 준수할 수 없는 상황	43
5-2-3. 긴급 비상상황	44
5-3. 고려사항 및 향후 정책방향	44



6

K-UAM 대표 운용모델 (초기)

45

6-1. 운용개념 다각화	45
6-1-1. 운용모델 운용요건	45
6-1-2. 운용모델 요구사항	46
6-2. 대표 운용모델	47
6-2-1. 운용모델 1: 비도심 공공·관광형	47
6-2-2. 운용모델 2: 준도심 공항 연계형	48
6-2-3. 운용모델 3: 도심 승객·화물 운송형	49
6-3. 고려사항 및 향후 정책방향	51
6-3-1. UAM 비행규칙 및 절차	51
6-3-2. 관제구역 내 운용	51
6-3-3. 특수 환경 조건 운용	51
6-3-4. UAM 정보 공유체계	51

7

맺음말

53



첨부

55

첨부 A. 운항 시나리오에 따른 이해관계자 역할 구분표	55
첨부 B. 용어 및 약어	59
첨부 C. 참고문헌	60

표 차례

표 1. K-UAM 용어 정의	11
표 2. K-UAM 단계별 발전에 따른 주요 지표	13
표 3. 비정상 운용 구분에 따른 개념 설명	41
표 4. UAM 초기 대표 운용모델 예시	50

그림 차례

그림 1. UAM 회랑(Corridor)의 개념	17
그림 2. 초기 K-UAM 교통체계의 구조	29
그림 3. 비행 계획 단계	36
그림 4. 비행 전 단계	37
그림 5. 지상이동 및 이륙 단계	38
그림 6. 상승 및 순항 단계	39
그림 7. 접근 및 착륙 단계	39
그림 8. 지상이동 단계	40
그림 9. 정지 후 단계	41



1 배경



1-1 기본방향

도심항공교통(Urban Air Mobility, 이하 “UAM”)은 도심 내 활용이 가능하고 배출가스가 없는 친환경 전기동력 수직이착륙기(eVTOL) 등을 이용하여 승객이나 화물 운송 등을 목적으로 타 교통수단과 연계 운용을 고려하는 항공체계 기반 모빌리티이다. UAM은 도심 안팎에서 승객·화물 운송을 비롯하여 공공목적(긴급의료 등)과 관광사업 등을 위해 운용될 수 있다.

이 문서(ConOps: Concept of Operations, 운용개념)의 목표는 K-UAM 상용화를 위한 정부, 지자체, 산업계, 학계, 공공기관 및 기타 이해관계자의 업무추진 및 상호소통을 위한 기본적인 기준틀을 제공하는 것이다. 이 문서는 UAM 산업의 혁신과 발전을 제한할 수 있는 구체적인 방법이나 절차를 포함하지 않는다. 또한, 실증과 시범사업·상용화를 위한 구체적인 제도는 이 문서의 개념에 따르되 구체적·세부적인 내용은 상황에 맞게 변화될 수 있다.

이 문서는 한국의 UAM 정책협의체인 UAM Team Korea¹⁾ 구성원들의 참여로 작성이 되었으며, 향후 이해관계자의 참여가 증가하고 UAM의 운용개념이 실증·검증되며 추가적인 운용 시나리오가 개발됨에 따라 지속해서 개정될 것이다.

1-2 내용적 범위

이 문서는 승객·화물 운송 목적의 UAM 운용을 위한 국가 차원의 최상위 운용개념을 제공하는 것에 초점이 맞추어져 있으며, 안전성과 사업성을 동시에 고려하여 초기 단계의 운용개념 및 사업모델의 수준을 다각화하는 방향으로 개정하였다. 향후 UAM은 ConOps 관련 계획 및 정책에 따라 국가공역시스템에 통합되어 운용될 것이다.

1) UAM 관련 업무를 담당하는 민·관·학·연 약 200개 기관이 참여하고 있는 대한민국의 정책협의체이다.



이 문서에서는 「한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵(’20.6)」(이하 “정책로드맵”)과 「한국형 도심항공교통(K-UAM) 기술개발 로드맵(’21.3)」(이하 “기술로드맵”)에 기반하여 K-UAM 운용형태를 단계별로 구분하였으며, 운용개념의 주요 내용은 K-UAM 상용화 착수를 포함한 초기를 중심으로 기술하였다. 이 시기의 기술성숙도, 사회적 수용성, 생태계 발전 정도, 운용 여건 등을 고려하여 이해관계자의 역할·책임, 항로선정·관리 및 정상·비정상 운항 시나리오의 개념과 함께 다각화된 방향에 기반한 예시 차원의 대표 운용모델 등을 제시하였다.

1-3 ▶ 문서구성

본 ConOps는 다음과 같이 구성된다.

- 1장 - ConOps의 범위 및 문서구성
- 2장 - 용어의 정의
- 3장 - K-UAM 운용 발전방향
- 4장 - K-UAM 초기 운용개념
- 5장 - K-UAM 초기 운항시나리오
- 6장 - K-UAM 대표 운용모델 (초기)



2 용어정의



본 문서에 사용될 용어의 정의는 아래와 같다.

[표 1] K-UAM 용어 정의

용어	정의
UAM 운항자 (UAM Air Operator)	UAM 비행계획을 수립하며, 도심형항공기의 운항 및 운용, 관리를 하는 주체
UAM 교통관리서비스 제공자 (PSU, Provider of Services for UAM)	UAM 운항안전정보 공유 및 교통흐름 관리, 비행계획 승인 및 항로이탈 모니터링 서비스를 제공하는 주체
UAM 교통관리체계 (UATM, UAM Air Traffic Management)	도심형항공기의 안전한 항행을 위한 교통관리체계
UAM 회랑 (UAM Corridor)	UAM 안전운항을 위해 전용으로 분리 운영되는 구역으로 도심형항공기가 목적지로 이동하는 통로
전략적 분리 (Strategic Deconfliction)	도심형항공기 간 충돌을 사전에 방지하기 위해 비행 전 제출된 비행계획상의 회랑과 버티포트 등에서 기존에 제출된 다른 항공기들의 비행계획 간 충돌이 일어나지 않도록 이를 조정하는 것
전술적 분리 (Tactical Separation)	비행 중 회랑 내 도심형항공기 간 분리를 유지하기 위해 속도, 고도, 방향 등 변경, 기존 비행계획 수정 등을 수행하는 것
운항지원정보 제공자 (SDSP, Supplemental Data Service Provider)	지형, 장애물, 날씨 등 운항지원정보 서비스를 제공하는 주체
버티포트 (Vertiport)	도심형항공기가 이착륙하기 위한 기반시설(교통시설). 육상, 수상, 또는 건물옥상 등에 위치할 수 있으며 필요에 따라 정비 지원이나 승객 탑승·하기·환승 및 화물 적재·적하 등을 위한 시설 등을 포함할 수 있음
버티포트 운영자 (Vertiport Operator)	도심형항공기의 안전한 운용을 위해 버티포트의 운영과 서비스를 제공하고, 버티포트 주변을 감시하는 주체
UAS 교통관리서비스 제공자 (USS, UAS Service Supplier)	UTM 환경에서 무인 비행장치(UAS)의 비행에 필요한 각종 신고·승인 등 업무의 지원 및 비행에 필요한 정보제공, 비행경로 관리 등을 수행하는 주체
UAS 교통관리 (UTM, UAS Traffic Management)	저고도(지상고도 ²⁾ 150 m 이하)에서 비행하는 무인 비행장치의 교통 관리
기타 이해관계자	기타 UAM 운용으로 영향을 주거나 받는 정보에 접근이 가능한 집단

2) 지표면에서 비행 중인 항공기에 이르는 수직 거리



3

K-UAM 운용 발전방향



3-1 주요 전제조건

UAM 운용개념 개발 시 현재 기술 및 제도적 준비상황을 고려하여 목표시점의 상황을 예측하여야 하며, 다음의 주요 전제조건을 필수적으로 고려하여야 한다.

- ▶ UAM은 관련 법규와 정책의 범위에서 운용된다.
- ▶ UAM은 지정된 구역 내에서 정해진 규칙과 방법으로 운용되며, UAM 및 관련 시스템은 요구성능을 충족한다. 특히, 항공교통관제사와 긴밀한 협력 운용을 필요로 하는 공역 내에서는 합의한 절차, 조건 등을 준수해야 한다.
- ▶ UAM의 안전한 운용을 위해 직·간접적으로 연관된 이해관계자는 안전 및 보안을 유지해야 한다.
- ▶ UAM 운항자는 비행계획의 승인, 운항정보의 공유를 위해 UAM 교통관리서비스 제공자(PSU)를 활용한다. 다만, PSU가 존재하지 않는 운용모델의 경우 운용모델의 여건·특성과 해당 구역에 적용되는 제도를 고려하여 PSU의 역할과 책임을 탄력적으로 조정하여 적용한다.
- ▶ PSU와 UAS 교통관리서비스 제공자(USS)는 필요시 상호 간에 정보를 공유한다.
- ▶ UAM은 기술, 체계, 인프라, 정책 등의 발전성숙도에 따라 유연하게 확장할 수 있다.
- ▶ 기존 항공교통관리(ATM)체계에 영향을 줄 만한 변경·조정 사항(UAM 교통관리 체계 변경, UAM 공역 설정·조정 등)은 관련 기관과 충분한 협의를 통해 결정한다.
- ▶ 국토교통부는 UAM 정책지원, 산업 활성화(이상 정책당국의 역할), 안전제도 마련 및 관리·감독(이상 안전당국의 역할) 등을 책임진다.



3-2 단계별 K-UAM 운용 시나리오

K-UAM 추진단계는 초기, 성장기, 성숙기로 구분한다. 다만, 구체적인 연도는 ConOps 제정 취지인 개념의 제시를 벗어난 기술·사업적인 여건과 발전 양태에 따라 변동될 수 있으므로 이번 ConOps에서 시점을 명시하지 않는다.

K-UAM 정책로드맵·기술로드맵을 고려한 단계별 한국형 UAM의 주요 지표는 다음과 같다. 다만, 실증 등을 거쳐 안전성을 입증하는 경우 새로운 지표로 운용할 수 있다.

[표 2] K-UAM 단계별 발전에 따른 주요 지표

항목	초기	성장기	성숙기
기장 운용	On Board	Remote 도입	Autonomous 도입
교통관리체계	UAM 교통관리서비스 제공자 역할 단계적 확대, 항공교통관제사 참여 단계적 축소		
항공교통체계 통합	UATM↔ATM 간 협조		안전당국 주도 공역 통합관리
교통관리 자동화 수준	자동화 도입	자동화 주도 및 인적 감시	완전자동화 주도
경로·회랑운영방식	지정 구역, 지정 경로 또는 고정형 회랑 (Fixed Corridor) ³⁾	고정형 회랑망 (Fixed Corridor Network)	동적 회랑망 (Dynamic Corridor Network)
항공통신망	필수항공음성통신 보조데이터통신(5G)	필수항공음성통신	보조항공음성통신
		데이터통신(5G·6G), 저궤도위성통신, C2 LINK 등	
항법시스템	관성항법장비 및 정밀위성항법	정밀위성항법+ 영상기반 상대항법	복합상대항법

3) 초기에는 시계비행규칙(VFR)을 활용하여 지정된 구역 내에서 자유로운 VFR 비행, 시계비행로를 지정하여 경로를 따라 VFR 비행, 고정형 회랑을 통해 정해진 회랑 내에서 비행할 수 있다.



3-2-1. 초기 K-UAM 운용 형태

초기 K-UAM 운용은 기장이 탑승하여 지정 구역·지정 경로 또는 단일·복수의 고정형 회랑⁴⁾에서 K-UAM 운용을 시작하는 단계이며 이를 위한 주요 지표는 다음과 같다. 다만, 운용모델에 따라 지표를 선택하여 운용할 수 있다.

- 조종사 운용 : 조종사(기장) 탑승. 시계비행방식⁵⁾
- 교통관리체계 : UAM 교통관리체계 도입
(항공교통관제사 관제 또는 협력 운용을 통해 검증·고도화)
- 교통관리 : 음성기반, 인적기반에서 데이터 기반 자동화 도입으로 발전
- 경로·회랑운영방식 : 지정 구역, 지정 경로 또는 고정형 회랑(Fixed Corridor) 방식
- 항공통신망 : 필수항공음성통신, 보조데이터통신(5G)
- 항법시스템 : 관성항법장비 및 정밀위성항법
- 감시장비 : ADS-B out
- 버티포트 : 단일, 복수 버티포트 또는 장애물 진입제한 표면 등을 만족하는 이착륙에 적합한 장소

3-2-2. 성장기 K-UAM 운용 형태

성장기 K-UAM 운용은 원격조종을 도입하고 필요시 안전관리자⁶⁾ 탑승 하에 고정형 회랑망⁷⁾을 구성하여 K-UAM 운용이 성장하는 단계이며 이를 위한 주요 지표는 다음과 같다.

- 조종사 운용 : 원격조종사(기장) 도입. 원격조종 기능 미지원 시 조종사(기장) 탑승. 원격조종 시스템 도입 시에는 필요에 따라 비상개입 및 승객 안전 등을 고려하여 기내 안전관리자 탑승 여부 결정
- 교통관리체계 : UAM 교통관리서비스 제공자 주도 (교통관리 기능을 제외한 회랑 개폐 등의 항공교통관제사 제한적 개입)
- 교통관리 : 데이터 기반 자동화 주도, 인적감시 보조
- 경로·회랑운영방식 : 고정형 회랑망(Fixed Corridor Network) 방식
- 항공통신망 : 필수항공음성통신, 데이터통신(5G,6G), 저궤도 위성통신 및 C2 LINK 등
- 항법시스템 : 정밀위성항법 및 영상기반 상대항법⁸⁾

4) 특정 구간 간에 사전 정의되고 중첩항로가 없는 독립 회랑

5) 기존 시계비행규칙(VFR) 대비 조종사의 시주경계(육안감시)와 더불어 안전운항에 필수적인 각종 정보를 기반으로 비행하는 방식 (예 : 미국 NASA의 DFR(Digital Flight Rules) 또는 FAA의 AFR(Automated Flight Rules))도 기술 발전에 따라 적용될 수 있다.

6) 원격조종사를 대신하여 탑승객 관리와 비상시 항공기를 안전하게 착륙시킬 수 있는 능력을 갖춘 안전관리자(SIC, Second In Command)를 지칭

7) 특정 구간 간에 사전 정의된 중첩항로가 있는 회랑 집합

8) 자신의 위치를 다른 객체 위치정보로부터 추정하는 항법으로, 도심형항공기로부터 획득된 영상정보를 활용하여 특정 공간을 식별하고 해당 공간의 공간 정보로부터 자신의 위치를 추정하는 항법. 전파항법을 사용할 수 없는 환경에서 유용한 항법



3-2-3. 성숙기 K-UAM 운용 형태

성숙기 K-UAM 운용은 무인 자율비행(9)을 도입하고 동적 회랑망(9)을 구성하여 K-UAM 운용이 성숙화에 이르는 단계로 이를 위한 주요 지표는 다음과 같다.

조종사 운용 : 무인 자율비행(10) 도입

교통관리체계 : UAM 교통관리체계 완전 운용 (항공교통관제사는 비상시에만 개입)

교통관리 : 데이터 기반 자동화 관제, 비상시 음성관제 보조

경로·회랑운영방식 : 동적 회랑망(Dynamic Corridor Network) 방식

항공통신망 : 데이터통신(5G,6G), 저궤도 위성통신 및 C2 LINK 등, 보조항공음성통신

항법시스템 : 정밀위성항법 및 복합 상대항법(11)

3-3 ▶ 고려사항 및 향후 정책방향

UAM은 AAM(Advanced Air Mobility)의 일환으로 간주된다. AAM은 차세대 항공을 포괄하여 일컫는 개념으로 명료한 법·제도적 정의는 내려지지 않았다. AAM의 일환으로 전기동력 수직 이착륙기를 활용하는 UAM과 RAM(Regional Air Mobility) 모두 개념적 구분만 논의될 뿐, 정확한 구분은 없기 때문에 이 문서를 통해 구체화되는 UAM의 개념은 RAM에도 적용 가능하다. 아직 서비스가 상용화되지 않은 시점에서 명확한 구분을 논의하기보다 기술·제도·산업적 공통요소를 기반으로 UAM과 RAM을 함께 다뤄 활용을 촉진해나감이 보다 적절할 것이다. 특히, 이 문서를 통해 구체화되는 교통관리 체계, 경로 및 회랑 운영방식, 항법시스템 등이 연계되는 경우 더욱 그렇다. 제6장에서 비도심 지역 등 다양한 운용모델의 예시를 서술한 것은 이런 개념과 시기의 구분없이 UAM의 발전을 위한 다양한 모델 활용을 유도하기 위함이다.

한편, 이 문서는 작성되는 시점을 기준으로 그간 발표된 주요정책 목표 등을 고려하여 작성하였다. 아직 상용화되지 않은 UAM 관련 기술과 새롭게 구축되고 있는 UAM의 산업생태계 등을 전망할 때, 이 틀에만 UAM의 발전 방향을 한정하는 것은 부적절하다. 다만, 불확실하더라도 미래를 위한 준비를 해 가는 여러 참여자가 공통의 청사진을 제시해 나간다면, 이는 조화로운 산업생태계 구축에 실질적인 도움이 될 것으로 기대한다. 향후 여기에서 제시한 것을 기본 목표로 산업과 과학 기술의 변화를 반영하여 운용시나리오 등을 지속해서 개선해 갈 것이며, 이에 대해서는 UAM 참여자들과 즉시 공유할 것이다.

9) 특정 구간 간에 UAM 서비스 호출 시마다 새로이 정의되는 중첩항로 회랑 집합

10) 필요에 따라 비상시 승객안전 등을 고려하여 기내 안전관리자 탑승 여부 결정

11) 각종 센서(영상, 광파, 음파 등)들을 활용하여 자신의 위치를 각종 센싱 데이터 및 기존 정보(도심 공간 정보 등)로부터 추정하는 항법



4 K-UAM 운용개념 (초기)



본 장에서는 현재 국내 UAM 관련 기술 및 제도적 준비상황을 고려하여 원활한 초기 상용화 지원을 위해 현재 시점에서 예측 가능한 K-UAM 초기 운용개념만을 제시하였다. 특히 도심 내 승객·화물 운송의 점진적 실현을 위해 적용 가능한 여러 사업 여건 및 기술 수준을 고려하여 초기 운용개념을 수립하였다. 사업 여건 및 기술수준에 따른 초기 운용개념이 다각화된 예시는 ‘제6장. K-UAM 대표 운용모델 (초기)’에 기술하였다.

4-1 개요

UAM은 기장이 탑승하여 사전에 지정된 구역, 경로 또는 고정형 회랑(Fixed Corridor)을 통해 운용한다. 사전에 지정된 구역 내에서는 정해지지 않은 경로로 자유롭게 운용될 수 있고, 사전에 지정된 경로와 고정형 회랑에서는 설정된 범위를 이탈하지 않도록 유의하여 운용해야 한다.

사전에 지정된 구역 및 경로에서는 기존 소형항공운송사업과 같이 UAM 교통관리서비스 제공자없이 운용될 수 있다. 하지만, 기존 항공교통관제기관과 운용환경에 대한 협의를 통해 운용 방식 및 범위를 설정해야 한다.

UAM 회랑 내에서는 운용되는 도심형항공기는 성능기반항법(PBN)의 요구조건이 충족될 것을 원칙으로 한다. UAM 회랑 내에서는 항공교통관제사의 직접적인 개입 없이 UAM 교통관리 서비스 제공자의 관리·감독하에 비행구역 및 비행계획 제출·승인을 통해 전략적·전술적 분리가 이루어짐을 기본으로 한다. 다만 관제권 등 일부 구역에서는 비상상황이 아니더라도, 항공 교통관제사와의 직접적인 교류가 필요할 수 있으며 정해진 협력 운용 범위 및 조건을 따라야 한다. 이로써 기존 항공교통관리(ATM) 및 UAS 교통관리(UTM)와 조화롭게 운용될 수 있도록 한다.

UAM 교통관리서비스 제공자, 교통당국 및 기타 이해관계자들은 국가 주도의 도심항공교통 정보시스템¹²⁾으로 정보를 공유함을 기본으로 한다.

12) 도심항공교통정보시스템은 여러 이해관계자 간의 정보를 연계하고, 회랑 및 버티포트 위치와 형상 정보를 관리 및 공유하며, 사업자 신청·승인·관리 서비스를 제공하는 시스템이다. K-UAM 교통체계의 초기 구현과 회랑 및 버티포트 위치와 형상 정보의 통일성, 이해관계자간 정보 흐름의 일관성 유지 등을 위해 K-UAM 초기 단계에 정부 주도로 구축·운용될 예정이다.



항공교통관제사는 UAM 비정상상황 발생으로 인한 구역 및 회랑 이탈 시 주변 항공기 통제, 충돌예방 등에 힘쓴다. 도심형항공기가 지정된 구역 밖으로 운항할 때에는 운용유형, 공역등급 및 고도에 따라 관련 항공교통관리 규칙을 준수한다.

[그림 1] 초기 K-UAM 회랑(Corridor)의 개념



4-2 ▶ 이해관계자 역할 및 책임

본 절에서는 UAM 운용과 관련된 주요 이해관계자의 역할과 책임을 정의한다. 세부적인 역할과 책임을 실제로 수행하는 과정에서는 관련 법령 등에 따라 권한 위임 또는 계약 등을 통하여 다양한 이해관계자를 참여시킬 수 있을 것이다.

4-2-1. 교통당국

교통당국은 우리나라 공역 내 모든 민간 항행안전을 책임지며 관련 안전규정을 마련하고 그 규정의 이행을 감독한다. 특히 UAM 산업 활성화를 위한 지원정책을 마련하여 시행하고, 안전한 UAM 운항환경 조성을 위한 규정 마련, 민간 표준(Community Based Standard) 채택, 관련 기관 협의 및 이해관계자의 역할과 책임 조정, 관련 인·허가수행 및 관리·감독 기능 등을 총괄 수행한다.

교통당국은 기능에 따라서 크게 정책당국, 안전당국으로 구분할 수 있다.



4-2-1-1 정책당국

정책당국은 우리나라 UAM 산업 활성화를 위해 관련 법·제도를 마련하고 그 이행을 지원하는 당국이다. 주요 역할은 K-UAM 상용화를 촉진할 도심항공교통법과 관계 법령에 따라 이해관계자의 역할과 책임을 정의하고 조정함으로써 우리나라 UAM 산업생태계 육성을 지원한다. 또한 다른 교통체계와의 연계·환승을 도모하여 효율적이고 조화로운 모빌리티 이용 기반을 확립하는 역할을 수행한다.

4-2-1-2 안전당국

안전당국은 항행안전 관리와 UAM의 우리나라 공역 내 안전한 통합을 위한 관련 법·제도를 마련하고 그 이행을 감독하는 당국이다.

운항 측면의 주요 역할은 도심형항공기, 버티포트, 운항지원정보 인프라 등의 안전 기준과 운항·보안 규정 등을 제·개정하고, 그 이행을 관리·감독한다. UAM 관련 민간 표준의 채택과 유지 업무도 담당한다. 또한 UAM 운항 관련 최소기준을 정하고 도심형항공기, UAM 운항자, 버티포트, 종사자 자격 등에 관한 증명과 인허가 등을 담당한다.

공역안전관리 측면에서는 UAM의 공역 내 안전한 통합을 위한 정책 및 규정, UAM 회랑 기준, UAM 교통관리 관련 자격 및 시스템에 대한 최소기준도 마련한다. 또한 안전한 공역관리를 위해 민간·공공에서 제안한 UAM 구역(구역 내 회랑 포함), UAM 교통관리서비스, 항행안전 시설 인프라 등에 관한 규제 업무를 담당한다. UAM 회랑의 체계적인 운영통제 계획도 마련한다. 이외 국가공역 안전 관리 차원에서의 UAM 운영에 대한 조연과 K-UAM 교통체계 검토 등을 수행하며, UAM 이해관계자 사이의 역할과 책임의 조정 및 시설의 안전한 운영을 검토하고 지원한다.

안전당국은 항공사고의 예방 및 항공안전의 증진을 위해 각종 항공기 고장·결함자료, 사고자료와 UAM 운항자, UAM 교통관리서비스 제공자 등 이해관계자의 운항관련 자료 등을 보관하고 분석한다.



4-2-2. UAM 운항자

UAM 운항자는 고객의 수요에 맞추어 도심형항공기를 사용하여 유상으로 여객이나 화물을 운송하는 서비스 등을 제공한다. 공공의 안전과 이익을 위해 공적인 목적(응급지원, 의료, 수색, 감시 등)의 운항 서비스를 제공하는 조직이나 단체도 넓은 의미에서 UAM 운항자로 본다.

UAM 운항자는 운영증명서와 운영기준(Operations Specifications)에서 제시된 사항을 준수한다. UAM 기단(Fleet)의 감항성 유지 등을 포함하여 실제 UAM 운항의 모든 측면을 책임진다.

또한 비행계획 수립·제출, UAM 기단(Fleet)의 상태 정보(비행준비, 이륙, 순항, 착륙, 정상·고장·결함 등) 공유, 도심형항공기 보안관리, 지상서비스와 승객 예약, 탑승, 안전관리 등에 관한 책임을 갖는다.

UAM 운항자는 비상상황에 대비하여 규정에 부합하는 대체착륙장을 비행계획에 반영하여야 한다.

UAM 운항자는 UAM 교통관리서비스 제공자 등을 통해 운항 중인 도심형항공기의 상태·성능 정보 등을 관련 이해관계자들과 공유한다. 운용모델 및 형태에 따라 관련 정보의 제공 대상·방식·범위가 달라질 수 있다.

UAM 운항자는 도심형항공기에 탑승하는 승객의 신원정보¹³⁾ 및 운송정보를 버티포트 운영자에게 제공하여야 한다. 이에 따라 버티포트 운영자는 승객의 본인 일치¹⁴⁾ 여부를 확인하고, 승객 및 휴대물품에 대한 보안검색을 하여야 한다.

다만, 버티포트 운영자가 승객 및 휴대물품에 대한 보안검색, 신원확인을 하지 못할 경우에는 UAM 운항자가 그 역할을 대신할 수 있다. 이에 UAM 운항자에 요구되는 역할과 책임에 따라 사이버 보안 대책¹⁵⁾ 등을 포함한 자체보안운영계획¹⁶⁾을 수립하여야 한다.

UAM 운항자는 비행이 종료된 후 UAM 교통관리서비스 제공자 또는 도심항공교통정보시스템에 운항종료보고서를 제출해야 한다.

13) 승객의 성명, 성별, 생년월일, 주소 등

14) 주민등록증, 여권 등 대통령령으로 정하는 신분증명서으로 신분을 확인하며, 생체정보(홍채인식, 안면인식 등) 등 각종 전자적 수단을 활용하여 등록을 통해 탑승객의 본인확인 과정을 간소화 할 수 있다.

15) 사이버보안 관리(조직 구성 등) 및 사이버 공격·위협에 대한 이행계획 수립. 또한, 사이버 공격·위협의 발생에 따른 신고, 관계기관과 정보공유 및 대응

16) 도심형항공기의 보안을 위해 보안 인력·장비·시설 및 비상대응 방안 등을 포함하는 보안 운영계획



4-2-3. 기장 (Pilot in Command)

기장은 도심형항공기에 탑승한다. 운항 전반에서 규정과 규칙을 준수하고 도심형항공기와 승객 안전에 대하여 최우선적인 책임을 지는 도심형항공기의 조종사이며, 이에 적합한 자격증명을 보유하고 있다.

기장은 비행 전 도심형항공기 준비상태를 확인하고, 안전한 비행이 가능한지를 판단한다. 비행 중 UAM 운항자와 협력하여 의사결정을 내린다. 비행 중 비행계획의 변경 필요시 UAM 운항자에게 알리고 재승인된 비행계획에 따라 비행한다.

또한 기장은 항공기 상태 및 그 항공기의 운항상태, 승객 및 객실상황을 모니터링하고 비상상황이 발생하였거나 발생할 우려가 있다고 판단되는 경우, 도심형항공기에 탑승한 승객에게 적절한 행동지침을 안내하고 그 밖에 필요한 안전조치를 강구한다. 다만, 안전한 운항을 위해 기장은 UAM 운항자와 협력하여 판단 및 조치 과정의 역할과 책임을 조정할 수 있다. 그리고 관련 규정에 따라 운항 중에 발생한 도심형항공기 및 객실에서 발생한 안전장애 관련 사항을 보고한다.

4-2-4. UAM 교통관리서비스 제공자

UAM 교통관리서비스 제공자는 UAM 운항자가 UAM 구역 또는 회랑 내에서 안전하고 효율적인 운항을 하기 위한 교통관리 서비스를 제공하며, 이를 위하여 구역 주변에 항행안전시설(버티포트 관련 시설은 제외한다)을 구축·운용·유지한다.

UAM 교통관리서비스 제공자는 도심형항공기가 항행 중에 구역을 이탈할 경우 관련 정보를 항공교통관제기관에 즉시 전달한다. 이 경우 이탈구역이 관제구역에 해당되면 해당 도심형항공기의 교통관리 업무에 대해 항공교통관제기관의 관제 또는 정해진 협력 운용 범위 및 조건을 따라야 한다. 또한, 협력 운용에 필요한 정보 제공 범위 및 연계 방안 등을 마련해야 한다.

UAM 교통관리 서비스 제공자가 UAM 운항자 및 버티포트 운영자 등과 정보를 공유함으로써 요구되는 사이버 보안 대책은 자체보안운영계획을 통해 마련하여야 한다.



4-2-4-1 운항 안전정보 공유 및 교통흐름 관리

UAM 교통관리서비스 제공자는 UAM 운용구역 내 도심형항공기 운용상태, 공역제한 여부, 기상 상황 등과 같은 운항 안전정보를 UAM 운항자 및 관련 이해관계자들과 지속해서 공유한다.

UAM 교통관리서비스 제공자는 UAM 운용상의 비정상상황 발생 등으로 전술적 분리가 필요한 경우, UAM 운항자, 기장 등과 협력하고, 신속한 분리·회피 대응을 지원한다.

UAM 교통관리서비스 제공자는 도심형항공기의 안전한 착륙을 위해 버티포트 운영자에게 버티포트 가용성(FATO, STAND 등)을 확인하여 관련 이해관계자들과 해당 정보를 공유한다.

UAM 교통관리서비스 제공자는 필요시 항공교통관제사 및 UAS 교통관리서비스 제공자와 운항 안전정보를 공유한다. 특히, 항공교통관제사로부터의 관제 또는 긴밀한 협력이 필요한 운용 환경에서는 정보 제공 범위 등을 협의해야 한다.

UAM 교통관리서비스 제공자는 제도수립·개선 및 사고조사 등 공공의 목적을 위해 수집한 운항 정보를 저장할 수 있다. UAM 교통관리서비스 제공자는 이 정보를 공유할 수 있어야 한다.

4-2-4-2 비행계획 승인 및 항로이탈 모니터링

UAM 교통관리서비스 제공자는 운항 안전정보 등을 이용하여 UAM 운항자가 제출한 비행계획의 승인 여부를 판단한다¹⁷⁾.

UAM 교통관리서비스 제공자는 도심항공교통정보시스템을 통해 타 UAM 교통관리서비스 제공자와 비행계획 등의 다양한 정보¹⁸⁾를 공유하고 비행계획을 조율한다.

UAM 교통관리서비스 제공자는 필요시 UAS 교통관리서비스 제공자와 비행계획을 서로 공유하고 조율할 수 있다.

UAM 교통관리서비스 제공자는 도심형항공기의 항적, 속도, 비행계획 대비 일치성 등을 상시 감시한다. 불일치 사항이 발견되면 해당 도심형항공기에 후속 조치를 안내하고 그 정보를 항공교통관제사, UAM 운항자, 타 UAM 교통관리서비스 제공자 및 버티포트 운영자 등과 공유한다.

17) 초기 단계에서는 항공교통관제기관의 사전 확인 추진

18) 해당 UAM 교통관리서비스 제공자가 확보한 UAM 운항자, 기장, 버티포트 운영자, 운항지원정보 제공자의 공유 가능 정보



4-2-5. 운항지원정보 제공자

운항지원정보 제공자는 안전하고 효율적인 UAM 운용과 교통관리를 위해 UAM 운항자 및 UAM 교통관리서비스 제공자 등 관련 이해관계자들에게 지형, 장애물, 기상 상황 및 기상 예측 정보, UAM 운용소음 상황 등의 운항지원 정보를 제공한다. 이러한 정보는 비행계획 단계는 물론 비행 중인 상황에서도 업데이트하여 제공한다. K-UAM 초기 운용 형태에서 운항지원정보는 민간 사업자 주도가 아닌 국가에서 구축한 정보를 활용할 수 있다.

4-2-6. 버티포트 운영자

버티포트 운영자의 역할과 책임은 다음과 같은 가정을 전제로 한다.

- ▶ 버티포트는 이착륙 장소의 특성과 이착륙장, 계류장, 터미널 및 정비시설 등 시설의 구축 여부에 따라 구분한다. 이에 따라 각각 필요한 시설이 구분된다.
- ▶ 도심형항공기는 사전에 지정된 진출입 경로에 따라 계획된 항로로 운항한다.
- ▶ 버티포트 운영자는 버티포트 주변에 도심항공교통의 안정적인 운용에 영향을 주는 시설물 및 장애물이 발생한 경우 관련 정보를 교통당국에 통보하여야 한다.

4-2-6-1 운영

버티포트 운영자는 사업목적과 사업범위를 선언하고, 이에 따라 적절한 자격과 시설을 확보하여 관계당국의 승인을 받아야 한다.

버티포트 운영자는 UAM 운항자, 기장, UAM 교통관리서비스 제공자와 협력하여 도심형항공기가 착륙해서 이륙할 때까지의 지상운용¹⁹⁾을 담당하며 지상요원, 지상이동차량 및 지상지원장비 운용 등 일부는 UAM 운항자와 협의하여 역할과 책임을 조정할 수 있다. 또한 도심형항공기의 안전 운용을 위해 버티포트 주변을 감시하고 관리한다.

버티포트 운영자는 효율적이고 안전한 지상운용을 위해 버티포트의 자원관리, 운용감시²⁰⁾, 일치성 감시²¹⁾, 버티포트 운용현황²²⁾을 공유할 수 있도록 관련 정보 인터페이스 체계를 구축한다.

19) FATO 가용성 확인, STAND 지정, FATO에서 계류장까지 이동경로 지정, 안전관리, 지상요원 할당, 지상이동차량 할당 및 이동 경로 지정, 지상지원장비 할당 및 운용 등

20) 인프라 상태감시, 버티포트 주변 감시(조류, 국소기상 등), 지원설비 감시, 비정상상태 감시

21) 착륙한 도심형항공기 및 지상운용자원의 계획(ID, 위치, 경로, 일정 등) 대비 현재상황 감시

22) FATO-STAND 현황, 승객 대기 및 흐름 현황, 비정상상황 발생 현황 등



버티포트 운용현황 정보는 UAM 운항자, UAM 교통관리서비스 제공자 및 타 버티포트 운영자와 공유한다. 버티포트 운영자는 버티포트에 필요한 항행안전시설을 구축·운용한다. 도심형항공기 지상이동 시 기장과 직접 통신이 가능해야 한다(필요시 이착륙 단계 포함 가능).

4-2-6-2 안전

도심형항공기는 버티포트 표면이동 시 원칙적으로 로터(프로펠러)를 정지시켜야 한다. 다만, 버티포트 운영자의 사전승인을 받은 경우 로터 회전을 이용하여 표면이동을 할 수 있다. 이 때 버티포트 운영자는 UAM 교통관리서비스 제공자, UAM 운항자, 기장 등과 협력하여 지상운용의 안전을 확보해야 한다.

버티포트 운영자는 도심형항공기의 에너지 충전 또는 에너지저장장치 교체를 위한 안전확보 방안을 마련하고, 필요한 설비를 구축해야 하며, 관계당국(경찰, 소방, 의료 등)의 승인을 받아 해당 설비를 운용·유지해야 한다.

버티포트 운영자는 승객이 안전하게 탑승장에 진입하여 도심형항공기에 탑승할 수 있도록 지상 조업자 또는 승객인솔자를 교육하고 관리해야 하며, 적절한 안내표시, 마킹, 조명 등을 설치해야 한다.

버티포트 운영자는 버티포트 주변을 감시한다. UAM 운용에 위해요소가 확인된 경우 관련 이해 관계자(UAM 교통관리서비스 제공자, UAM 운항자, 기장)에게 경고하고 관련 정보를 즉시 공유한다.

4-2-6-3 비상대응

버티포트 운영자는 화재발생에 대비하여 소방법 등에서 요구하는 소방관련 예방 및 비상대응 절차를 마련하고 필요한 설비를 구축해야 하며, 관계당국의 승인을 받아 운용·유지해야 한다.

버티포트 운영자는 비상상황 방지 및 대처를 위해 지역 관계당국(경찰, 소방, 의료 등)과 긴밀히 협조하고 주기적인 예방 및 대응 훈련을 시행해야 한다.

4-2-6-4 보안

버티포트 운영자는 UAM 운용의 안전성 및 효율성 확보를 위해 버티포트 내 출입제한구역²³⁾을 설정하고, 이를 구별할 수 있는 시설²⁴⁾을 설치·운용해야 한다. 또한, 출입제한구역 설정과 운용

23) 보안검색이 완료된 구역, 이착륙구역, 계류장 및 그 밖의 버티포트의 운영관리 및 보호를 위하여 관계자 외의 출입 및 접근을 제한할 필요가 있는 구역

24) 분리벽, 일방향형 문, 신원확인 후 개폐형 문, 원격개폐형 문 등



방안²⁵⁾은 관계당국의 승인을 받아 운용·유지해야 한다.

25) 출입제한구역 출입 대상자, 출입 지정 및 취소 기준·절차 등



버티포트 운영자는 버티포트 근무자, 기장²⁶⁾, 승객 및 휴대물품에 대해 보안검색²⁷⁾을 완료한 후 제한구역 진입을 승인하고, 필요시 승객이 안전교육²⁸⁾을 이수할 수 있도록 지원할 수 있다.

승객 및 휴대물품에 대한 보안검색은 버티포트 운영자가 하지 못할 경우에는 UAM 운항자가 그 역할을 대신할 수 있다.

버티포트 운영자는 승객의 본인 일치 여부를 확인하여야 한다. 또한, UAM 운항자는 도심형 항공기에 탑승하는 승객의 신원정보 및 운송정보를 버티포트 운영자에게 제공하여야 한다.

버티포트 운영자 및 다른 이해관계자(UAM 운항자, UAM 교통관리서비스 제공자 등)는 자체 보안운영계획을 수립하고, 사이버 보안에 대한 대책을 마련하여야 한다.

4-2-7. UAS 교통관리서비스 제공자

UAS 교통관리서비스 제공자(또는 이에 준하는 유관기관)는 저고도(지상고도 150m 이하)에서 무인 비행장치의 교통관리와 운항안전을 지원한다.

UAS 교통관리서비스 제공자는 UAM 회랑을 지나는 무인 비행장치 비행계획의 공유와 조정, UAM 교통관리서비스 제공자와의 협력, 무인 비행장치 비행관련 정보(비행준비, 이륙, 순항, 착륙, 정장·고장·결함) 등을 공유함으로써 UAM의 안전운항을 지원한다.

4-2-8. 기타 국가공역시스템 사용자

기타 국가공역시스템 사용자는 국가공역 내에서 도심형항공기 이외의 항공기를 운용하는 사용자이다. 기타 국가공역시스템 사용자는 UAM 회랑을 이용·통과 또는 회피하기 위하여 관련 요구사항을 인지하고 이를 충족시킬 책임이 있다.

4-2-9. 기타 이해관계자

기타 이해관계자는 안전정보 확인, 사생활 침해 방지, 보안 및 공공안전 확보 등 공익을 목적으로 UAM 운용정보에 접근할 수 있는 기관 또는 단체이다.

26) 조종면장 등의 검색을 실시한다.

27) 버티포트 운영자는 신속한 보안검색 서비스 제공을 위해 승객의 신체와 물품 및 수화물에 다양한 방식의 탑승객 보안검색을 수행할 수 있다.

28) UAM 운항자가 승객의 안전한 항공기 탑승·하기 및 여행 등을 위해 수행하는 필수적인 교육



4-2-10. 고려사항 및 향후 정책방향

이 부분에서 제시하고 있는 UAM 관련 주요 이해관계자는 상호 배타적이지 않다. 예를 들어, UAM 운항자, 버티포트 운영자, UAM 교통관리서비스 제공자는 상호 업무 연계성이 높으므로, 운용모델에 기반하여 필요한 역할을 산출하고, 이해관계자 구성 형태에 따라 역할이 할당될 수 있도록 탄력적으로 운용될 수 있어야 한다. 즉, 하나의 주체가 둘 이상의 역할을 담당(전부 또는 일부 업무를 위탁·조정하는 방식 등 포함)하거나, 운용모델에 따라 특정 절차의 특정 역할이 생략될 수도 있다. 특히, 각자의 역할이 확정적이지 않은 초기 단계에서는 더욱 그러하다. 다만, 비행안전·안보를 고려한 공역 여건 및 구역 내 UAM 운항자 경합 등 교통관리 소요가 있어 UAM 교통관리서비스 제공자 역할이 요구되거나, 다양한 설비를 갖춰 높은 수준의 버티포트 운용 역량을 필요로 하는 버티포트 운영자가 요구되는 경우 등에 한해 해당 사업자가 필수적으로 갖추고 운용되도록 규제가 갖춰질 수 있다. “6장 K-UAM 대표 운용모델 (초기)”에서 이와 관련한 예시가 주어져 있다. 안전 및 공익에 문제가 되지 않는 범위에서 각각의 자격 요건을 충족하면 서로 효율적인 업무 체계를 구축할 수 있도록 제도화할 필요가 있다.

4-3 ▶ K-UAM 회랑(Corridor) 선정 및 관리

4-3-1. 회랑의 필요성

UAM은 기존 여객기 중심 항공체계와 다르게 저고도, 특히 도심 지역을 목표로 비행한다. 도심 내 시청각적 소음 등 환경 영향과 사고 발생 시 위험 수준 등 고려 시 엄격히 경로를 설정하고, 비행 중 항적 관리도 면밀히 이행되어야 한다. 특히, 다수의 도심형항공기를 동시에 운용하기 위한 중장기 발전방향을 고려하면 초기부터 UAM회랑의 개념을 도입해 운용 및 발전시켜 나가는 것이 바람직하다.

한편, 초기 상용화 시에 시계비행규칙(VFR) 기반의 항공교통체계 중심으로 운용이 예상된다. 이 경우 UAM회랑으로 한정된 공간적 운용범위와 비행규칙에서 요구되는 공간적 허용범위와 맞지 않을 수 있고, 이는 오히려 안전하고 효율적인 운항을 저해할 수 있다.

이에 미래 지향적 요소로서 UAM회랑을 초기 시장부터 개념적으로 도입하여 발전시켜나가기(예컨대, 시계비행로 설계기준에 더해 기체성능을 고려하여 PBN 설계기준을 반영할 수 있다), 회랑 이탈금지 등 공간적 운용범위 준수에 관한 법적 의무 부담은 지양하고, 도심형항공기 항적 관리를 위해 운용되는 사업자 자체 시스템을 통해 지켜지고 발전시켜나갈 수 있도록 우선 고려한다.



다만, 관제구역이나 고밀도 인구밀집지역 등 안전에 우려가 있는 경우는 UAM회랑과 법적 의무 부여 등 여건에 따라 탄력적으로 제도를 적용할 수 있다.

교통당국은 개발, 실증, 상용화 단계에 두루 걸쳐 UAM회랑 고도화를 위한 자료의 수집 및 기술 개발을 추진하며 UAM 운용에 미치는 부정적 영향을 최소화하면서, 그 이용 효율은 최대화하도록 설정하고 관리해 나가야 한다.

4-3-2. 회랑 선정

UAM 회랑 내에서는 항공교통관제사의 전술적 분리 서비스는 제공되지 않는다. UAM 회랑의 구조 및 운용 형태는 UAM 운용량 증가 등에 따라 확장되거나 변경될 수 있다. UAM 회랑의 설정 범위는 출발지 버티포트로부터 도착지 버티포트까지의 경로이며, 설정 고도는 출발지 및 도착지 버티포트 고도로부터 회랑별 UAM 운항고도까지이다.

기타 국가공역시스템 사용자가 UAM 회랑 내를 운항하거나 통과하고자 할 때에는 운항성능, 비행계획 공유 등 해당 회랑의 운항 성능요구 사항들을 충족해야 한다.

UAM 회랑의 선정 및 설계 시에는 다음의 사항들을 고려해야 한다.

- ▶ 지역사회 및 기존 이해관계자 등 직·간접 이해관계자의 요구사항 반영
- ▶ 지역환경 및 소음, 안전, 보안 등 공공의 요구조건 충족
- ▶ 기존 항공교통관리(ATM) 및 UAS교통관리(UTM) 운용에 미치는 영향 최소화
- ▶ 기존과 신설 회랑의 중복성 고려, 비행안전성 등에 미치는 영향 최소화

4-3-2-1 초기 상용화 회랑

초기 상용화 회랑은 버티포트 등 이착륙 구간과 순항 구간을 구분하여 설계할 수 있다. 초기 상용화 회랑은 관련 이해관계자와 협의하여 기존 헬기 회랑을 활용할 수 있다.

초기 상용화 회랑 순항구간은 지상고도 $450\pm 150\text{m}$ ²⁹⁾를 기준으로 검토한다. 항공음성통신 외에도 안전운항을 위해 데이터통신망을 기반으로 안정적인 정보통신 서비스가 제공될 수 있도록 고려하며, 항로상에서는 운항 환경과 도심형항공기 성능을 고려한 적절한 항법 체계가 적용될 수 있도록 한다.

29) UAM 운용 고도는 운용지역에 따라 항공교통 관제기관, 군 등 관계기관과 사전 협의를 통해 변경될 수 있다.



UAM 회랑이 항공교통관리 제공 구역과 중첩되는 경우, 해당 관제기관과 회랑의 설정·진출입 절차 등을 협의하여 운영하여야 한다. UAM 회랑은 기존 항공기 운항에 영향이 최소화되도록 설정·운영되어야 하며, 기존 항공기가 운항하는 구역과 안전하게 분리되도록 해야 한다.

4-3-3. 회랑 용량 관리

초기 상용화 회랑의 저밀도 UAM 교통량 관리는 목적지 버티포트의 수용 용량에 기반하여 관리된다. 고밀도 UAM 교통량 상황으로 발전하게 되면 고도분리 회랑 추가, 수평분리 회랑 추가 등 기존 회랑의 확장을 통해 늘어나는 교통량을 관리한다.

4-3-4. 회랑 분리 및 항로이탈 모니터링

초기 상용화 회랑은 안정적인 통신서비스 도달 고도, 기존 헬기 회랑 및 비행금지구역 현황 등을 고려하여 설정한다. 기존 헬기 회랑과는 고도분리(수직분리, $\pm 150\text{m}$ 을 기준으로 검토)를 통해 운항 안전을 확보한다. 초기 상용화 회랑에서는 비행금지구역으로의 침입을 방지하기 위해 운항 중인 도심형항공기의 항로이탈 여부를 실시간으로 모니터링한다. 회랑의 구체적인 크기는 한국형 UAM 실증사업(K-UAM Grand Challenge : K-UAM GC) 결과 등을 고려하여 설계한다.

4-3-4-1 회랑 간 분리

초기 상용화 회랑은 기존 헬기 회랑과 고도를 분리하여 운용한다. 회랑의 특정 구역에서 수평 분리가 필요한 경우 이를 검토할 수 있다.

4-3-4-2 회랑 내 분리

UAM 회랑 내에서의 기본적인 항로분리는 비행계획 공유 및 승인 등 전략적 분리를 통해 이루어지며, 운항 중 승인된 비행계획의 변경이 필요한 경우(항로 위 기상변화, 버티포트 수용량 변화, 항공기 고장 등)에 기장, UAM 운항자, UAM 교통관리서비스 제공자 등이 협력하여 비행계획 변경에 의한 전술적 분리를 수행할 수 있다.



4-3-4-3 회랑 및 구역 이탈 모니터링

초기 상용화 회랑에서는 비행금지구역으로의 침입을 방지하기 위해 운항 중인 도심형항공기의 향로이탈 여부를 실시간으로 모니터링한다. 회랑 이탈은 사업자를 중심으로 모니터링 및 이해관계자에 전파되도록 하고, 구역 이탈은 교통당국 중심으로 관리한다. 다만, 관제구역 내 회랑 등 공간적 범위가 엄격히 제한되는 회랑의 경우 교통당국의 역할이 보다 강화될 수 있다. 회랑 이탈 모니터링은 운항 성능 기준(예: 필수항행성능(RNP)³⁰)을 검토하여 관리되며, 구체적인 수준은 도심형항공기 기술수준 등을 고려하여 탄력적으로 적용한다. 다만, 안전당국 및 UAM 사업자 등 모니터링 주체, 전파방식 및 관계자간 준수사항은 운용모델에 따라 달리 적용될 수 있다.

4-3-5. 고려사항 및 향후 정책방향

UAM 도입 초기의 회랑은 시범적 성격이 강하므로 교통당국을 중심으로 하여 설정하는 것이 바람직하다. 회랑 운영의 안전성 등이 검증되고, 충분한 노하우가 확보된 이후에는 이에 대해 더욱 유연한 접근이 가능할 것이다.

4-4 K-UAM 교통체계의 구조 및 정보 흐름

K-UAM 교통체계의 구조와 각 이해관계자의 역할과 책임 수행을 위해 필요한 이해관계자 간 정보의 흐름을 설명한다. 이해관계자들의 주요 역할과 책임에 대한 자세한 내용은 4.2절의 설명을 따른다. 정보 흐름에 대한 서술은 주요 정보의 제공자와 사용자 및 사용 목적을 기술하여 K-UAM 교통체계의 구조를 설명하기 위함이다. 각 이해관계자 간 공유되는 정보의 종류는 본 절에 기술된 것에 국한되지 않는다.

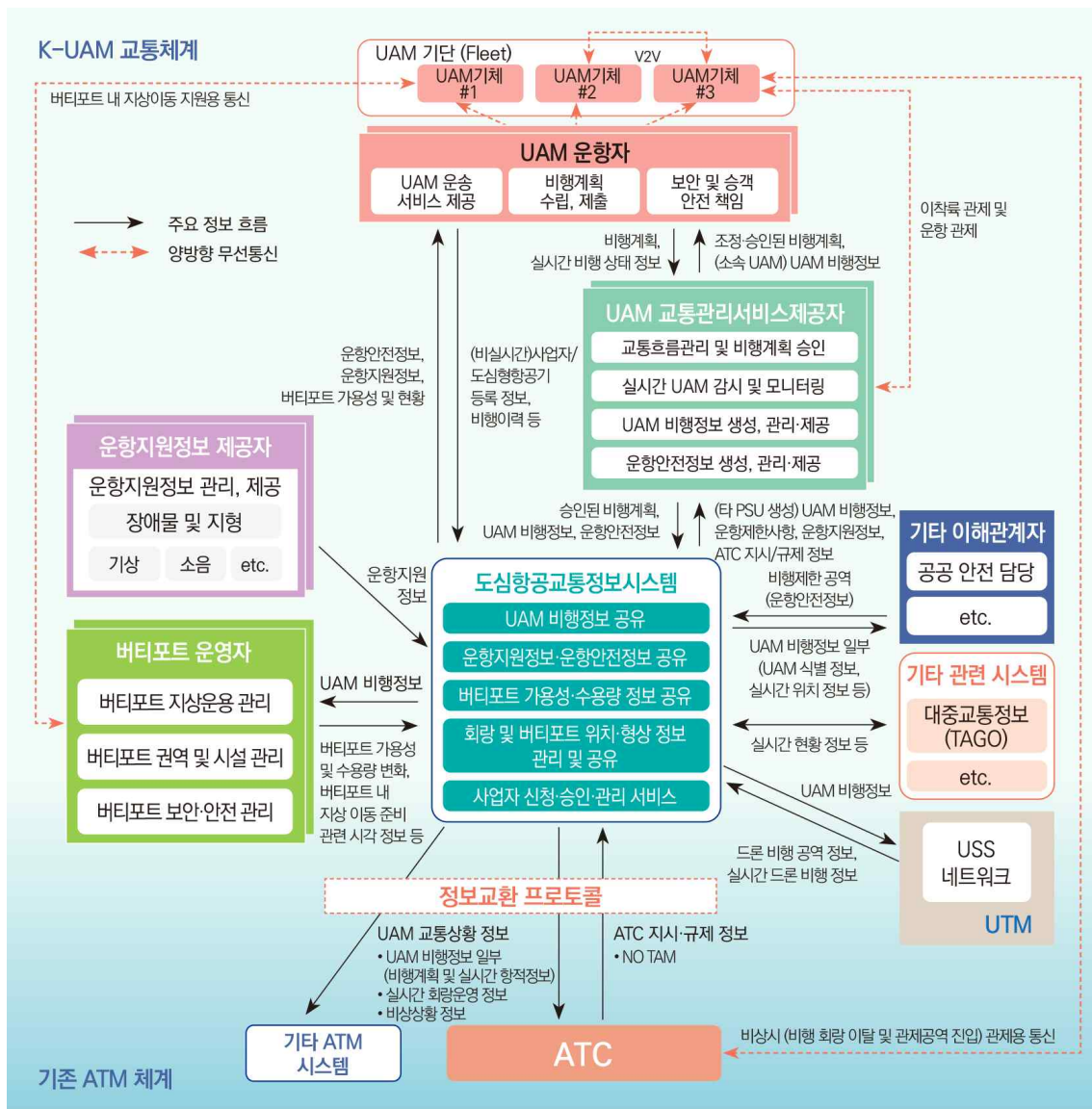
다만, 각 이해관계자의 역할 및 책임 범위에 따라 아래 그림에 따른 이해관계자 구성은 탄력적으로 적용될 수 있다. 즉, 본 절에 나타난 K-UAM 교통체계에 이해관계자로 참여하는 기관·사업자는 각 이해관계자의 역할을 충분히 수행한다는 가정하에 복수의 이해관계자 역할을 동시에 수행하거나, 참여 목적에 따라 개별 이해관계자 역할 중 일부만을 수행할 수 있다. 개별 기관·사업자들의 이해관계자로서의 참여와 이해관계자 역할 범위에 관한 탄력적 적용은 교통 당국의 허가를 거친 후 도심항공교통 정보시스템으로의 적절한 접근권한을 부여함으로써 이뤄진다.

30) 성능기반항법(PBN) 지정구역에 설정된 성능기반항행 기준(성능 감시 및 경고 요건 포함). 다만, K-UAM 회랑 설계 시 기존 RNP 개념을 참고하되, 시계비행방식(VFR)에서도 안정적으로 운용될 수 있도록 설정할 수 있다. 유럽 EASA U-space의 RUNP(Required U-space Navigation Performance) 개념도 참고할 수 있으나, 필수적인 요소는 아니며 운항환경에 맞게 조정할 수 있다.

4-4-1. 초기 K-UAM 교통체계의 구조 및 실시간 정보 흐름

아래 그림은 각 이해관계자의 주요 역할과 책임이 수행되어 필요한 정보의 흐름을 나타냄으로써 초기 K-UAM 교통체계의 구조를 보여준다.

[그림 2] 초기 K-UAM 교통체계의 구조





4-4-1-1 도심항공교통정보시스템 기반의 정보공유체계

교통관리 서비스 제공을 위해 UAM 교통관리서비스 제공자와 UAM 운항자와 직접적인 정보교환(비행계획, UAM 비행정보 등), 무선통신 이외에 모든 이해관계자는 도심항공교통정보시스템을 통해 필요한 정보를 공유한다.

기타 이해관계자는 공익을 목적으로 UAM 교통관리서비스 제공자가 제공한 UAM 비행정보 일부(도심형항공기 식별 정보와 이동 궤적 등)에 접근할 수 있으며, 이러한 정보는 도심항공교통정보시스템으로부터 공유 받을 수 있다.

공공의 안전확보 차원에서 특정 지역 상공에서의 UAM 운항을 일시적으로 제한할 필요가 있을 경우, 운항제한 사항을 운항안전정보의 한 형태로서 해당 지역의 공공 안전 담당 기관이 직접 도심항공교통정보시스템을 통해 UAM 운항자들과 교통관리서비스 제공자, 버티포트 운영자들에게 고지하도록 한다.

도심항공교통정보시스템을 통해 K-UAM 교통체계는 동일 지역에서 서비스를 제공하는 UAS 교통관리서비스 제공자와도 서로의 공역 사용 정보를 공유할 수 있으며, 대중교통 정보시스템(예 : TAGO) 등 기타 관련 시스템과도 연계할 수 있다.

도심항공교통정보시스템은 운항지원정보 제공자로부터 장애물 및 지형, 기상, 소음 등과 같은 운항지원정보를 제공하여 필요한 이해관계자에게 공유한다.

도심항공교통정보시스템은 통합된 정보의 보안유지 필요성과 공유대상·범위·수준의 형평성, 정보 공유 방식 및 시점의 공평함 등을 동시에 고려하여 운영되어야 하며, 공유된 정보들은 표준화된 방식으로 관리되어야 한다.

주요 UAM 사업자인 UAM 운항자, UAM 교통관리서비스 제공자, 버티포트 운영자 중심의 정보 흐름은 아래와 같다.

4-4-1-2 UAM 운항자 중심의 정보 흐름

UAM 운항자는 사업자 등록정보, 도심형항공기 등록정보, 비행 이력 정보 등 비실시간 정보를 도심항공교통정보시스템에 제공할 수 있다.

UAM 운항자는 운항안전정보, 운항지원정보(기상, 장애물 등), 버티포트 정보(가용성 및 현황)를 도심항공교통정보시스템을 통해 공유받고, 이를 활용하여 비행계획을 수립한 후 UAM 교통관리서비스 제공자에게 비행계획을 제출한다.

UAM 운항자는 소속된 도심형항공기·비행편들에 대한 UAM 비행정보(이착륙 예상·목표 시간 등 포함) 및 조정·승인된 비행계획을 직접 UAM 교통관리서비스 제공자로부터 전달받을 수 있다.



4-4-1-3 UAM 교통관리서비스 제공자 중심의 정보 흐름

UAM 교통관리서비스 제공자는 이미 승인된 타 비행계획과 운항안전정보·운항지원정보의 종합분석을 통해 UAM 운항자가 신규 제출한 비행계획의 안전성을 확인하여 이를 승인하거나 UAM 운항자와의 협력을 통해 비행계획을 조정한다.

UAM 교통관리서비스 제공자는 UAM의 비행계획과 감시 정보, UAM 운항자가 공유한 도심형 항공기의 실시간 비행 상태정보와 버티포트 측에서 제공한 정보를 종합하여 개별 UAM 비행편 별로 UAM 비행정보를 생성·관리하며, 해당 정보들을 사용하여 실시간 교통관리를 수행하고 필요시 다른 이해관계자들과 정보를 공유한다.

UAM 교통관리서비스 제공자들 간에도 수요-수용량 관리, 교통흐름관리 등을 위한 협력과 서로 다른 UAM 교통관리서비스를 제공받는 도심형항공기 간의 안전한 분리를 위해 도심항공교통정보 시스템을 활용하여 UAM 비행정보를 공유한다.

UAM 교통관리서비스 제공자는 UAM 운항 안전을 위해 ATC 지시 및 규제 정보(NOTAM 등)를 확보한 후 필요시 운항안전정보로 변환하거나, UAM 운항 고도상에서의 악기상 발생 등 UAM 운항 안전 위해 요소 발생시 NOTAM과 별개의 운항안전정보를 생성하여 UAM 운항자들에게 전달하고, 도심항공교통정보시스템을 통해 이를 공유한다.

UAM 교통관리서비스 제공자는 이착륙 단계와 비행 중 단계에서 기장과 직접 통신할 수 있다.

4-4-1-4 버티포트 운영자 중심의 정보 흐름

버티포트 운영자는 버티포트 가용성과 실시간 수용량 변화, 버티포트 주변 감시현황 등의 정보를 도심항공교통정보시스템을 통해 UAM 교통관리서비스 제공자와 UAM운항자에게 제공한다. 이 정보는 UAM 운항자의 비행계획 수립, UAM 교통관리서비스 제공자의 비행계획 승인, 이착륙 관리 및 분리서비스 제공에 이용된다.

버티포트 운영자는 도심항공교통정보시스템으로부터 UAM 교통관리서비스 제공자가 생성한 UAM 비행정보(출도착 비행편의 비행계획, 실시간 위치 정보 및 예상 이착륙시간 등)를 제공받아 효율적인 버티포트 운영에 활용할 수 있다.

버티포트 운영자는 이착륙 전후 지상이동 단계(필요시 이착륙 단계도 포함 가능)에서 기장과 직접 통신할 수 있다.



4-4-2. 타 항공교통관리 체계와의 정보 공유 및 연계

항공교통관제사의 업무부담이나 기존 항공교통관리체계에 미칠 영향을 최소화하기 위해 도심 항공교통정보시스템과 기존 항공교통관리체계와의 정보 공유는 아래의 절차를 고려하여 추진한다.

항공교통관제기관의 지시·규제 정보(NOTAM 등)가 UAM 교통관리서비스 제공자에게 전달되면 UAM 교통관리서비스 제공자는 해당 정보를 직접 비행계획 승인 서비스 등에 이용하거나, 필요시 운항안전정보로 변환 후 UAM 운항자와 기장에게 전달한다. 불가피하게 관련 지시·규제를 이행하지 못하는 경우 UAM 교통관리서비스 제공자는 항공교통관제사에게 즉시 보고한다.

UAM 교통관리서비스 제공자는 항공교통관리에 영향을 줄 수 있는 상황이 발생할 경우, 해당 정보를 항공교통관리체계 및 시스템에 전달한다. 항공교통관리체계 또는 관련 시스템에서는 해당 정보를 종합하고 필요시 지시·규제 등의 정보를 생성하여 UAM 교통관리서비스 제공자에게 전파한다.

항공교통관리체계 또는 관련 시스템에서는 필요에 따라 도심항공교통정보시스템을 통해 UAM 교통상황 정보(UAM 비행계획, 실시간 비행 정보 및 회랑 정보 등)를 공유받을 수 있다.

이와 같은 기존 항공교통관리 체계와의 정보교환은 일정한 정보교환 프로토콜에 따라 이뤄져야 하며, 향후 이를 위한 시스템이 별도로 구현될 수 있다.

K-UAM 교통체계는 안보상황 등을 고려하여 필요시 군 등과 정보를 교환한다.

이러한 정보교환 및 연계는 국가항행계획(NARAE, National ATM Reformation And Enhancement)과 조화롭게 추진되어야 한다.

4-4-3. 고려사항 및 향후 정책방향

도심항공교통은 비행시간이 짧아 교통관리와 운항관리에 있어 기민한 의사결정이 필요하고 이는 실시간으로 단절 없이 공유되는 정보에 기반하여야 한다. 이를 위해 체계화·고도화된 정보 네트워크 구축을 통해 사람의 개입을 최소화하고, 각 이해관계자가 실시간으로 필요한 정보를 취득할 수 있도록 만들어 나갈 필요가 있다. 따라서, 초기 단계에서는 국가 주도의 도심항공교통정보 시스템을 중심으로 정보공유가 이루어질 것이다. 다만, K-UAM 교통체계 내의 정보별 상세 내용과 생성 및 공유하는 절차 등은 사업자 운용모델 별 역할 범위와 기존 항공 전산망과 연계 가능한 기술적 준비현황 등에 따라 추후 구체화 될 예정이다.

만약 초기에 UAM 교통관리서비스를 제공하는 사업자가 부재한 상황에서 사업을 하고자 할 경우, UAM 운항자는 도심항공교통정보시스템에 부속(또는 연계)된 별도의 시스템을 통해 비행계획을 제출하고 기존 항공교통관제기관으로부터 승인·허가를 받도록 한다. 이는 UAM의 교통량이 기존 항공교통관제기관의 업무에서 수용 가능한 수준인 것을 전제로 하며, 시기에 따른 도심항공교통정보시스템의 구현 수준이나 기존 항공교통체계와의 협의에 따라 기존 시스템(예: UBIKAIS 등)을 활용하여 비행계획을 제출하고 승인·허가를 받도록 할 수 있다.

또한, 앞서 설명된 초기 K-UAM 교통체계의 구조 및 실시간 정보 흐름은, 추후 성장기, 성숙기로 나아감에 따라 이해관계자별 역할 수행과 이해관계자 간 정보 흐름에 변화가 필요할 경우, 산업계 및 관계기관의 의견을 수렴하여 해당 시스템의 기능과 역할, 공유·연계 정보의 내용이나 방식, 운용 주체를 변경할 수 있으며, 최종적으로는 국가 공역체계 내에서 항공교통관리와 UAS 교통관리를 종합적으로 고려하여 발전되어 나갈 것이다.

4-5 ▶ K-UAM 통신·항법·감시·정보(CNSi)

4-5-1. 통신

K-UAM 안전운항을 위해 통신서비스 수단은 기존 항공교통 관제 서비스에서 사용하는 음성 통신을 필수로 사용하고 보조적으로 데이터통신을 이용할 수 있다. 회랑의 요구항법성능을 만족하지 못하는 상황(항공기 또는 관련 지원시스템의 고장 등)이 발생하여 회랑을 벗어난 도심형 항공기는 항공교통관제사의 직접적인 통제를 받아야 하므로, 관련 이해당사자는 사전에 이에 적합한 통신시스템을 갖추고 있어야 한다.

4-5-2. 항법

K-UAM 운항을 위한 항법시스템은 관성항법장비 및 GNSS를 기반으로 한다. 성능기반항법의 적용을 위해 항로상에서는 SBAS를, 버티포트 착륙 접근 시에는 DGNSS(Differential GNSS)를 활용할 수 있다. 또한, GNSS 사용 불가상황에 대비하기 위한 보조 항법시스템장착(구축)을 추가로 고려할 수 있다.



4-5-3. 감시

K-UAM 운항감시정보는 기존 항공교통 관제 서비스에서 사용하는 ADS-B OUT을 우선으로 활용한다. 보조적으로 데이터통신 기반의 도심형항공기 운항정보 보고시스템으로부터 획득하여, 회랑의 요구항법성능을 만족하지 못하는 상황(항공기 또는 관련 지원시스템의 고장 등)에 대비한다.

4-5-4. 정보

도심형항공기의 비행안전과 관련된 항공기 주요 상태정보는 UAM 운항자에게 전달되며, 운항자는 이를 바탕으로 유지 관리 정보를 축적하고 긴급 정비 필요성을 검토·판단할 수 있다. 또한, 개별 도심형항공기의 운항 상태나 안전성 관련 정보는 UAM 운항자에게 제공되어 비행계획의 일치성 모니터링에 활용되며, 필요 시 UAM 교통관리서비스 제공자에게도 전달되어 긴급 구조나 비상상황 대응 등에 활용될 수 있다.

한편, 교통당국이 발행하는 긴급 항공고시정보 등 안전운항에 필수적인 정보는 UAM 교통관리 서비스 제공자를 통해 UAM 기장에게 전달된다. 이러한 정보공유 체계는 법에 따른 정보시스템 구축 방향을 반영하여 이해관계자가 구축하는 정보공유 시스템이 정부에서 구축하는 정보시스템과 연계될 수 있도록 설계되어야 한다. 또한, 정부 구축 정보시스템에서 안전운항에 관한 정보는 이해관계자 간 공유될 수 있도록 한다.

4-5-5. 고려사항 및 향후 정책방향

통신·항법·감시·정보체계는 도심형항공기와의 연계가 필수적이거나, 아직 활용 가능한 인증 항공기가 없으므로 항공기 자체에 요구되는 구체적인 기술요소 등에 대한 고려는 반영되어 있지 않다. 향후 활용 가능한 인증 항공기가 생산되면 본 내용을 발전시켜 나갈 필요가 있다.



5

K-UAM 운항 시나리오 (초기)



본 장에서는 정상 상황과 비정상 상황에서의 운항 시나리오를 각각 설명한다.

해당 시나리오는 K-UAM 초기 운송사업의 운항 형태를 가정한 정상 및 비정상 상황에 기반한다. 또한, 4-4-1장에서 언급한 바와 같이 향후 K-UAM 교통체계의 발전에 따라 이해관계자별 역할이 변화할 경우, 이에 따라 산업계 및 관계기관의 의견수렴을 거쳐 일부 변경될 수 있다.

차후 UAM 운용에 참여하는 주요 이해관계자는 비정상상황에 대처할 수 있도록 관련 매뉴얼 또는 우발계획(Contingency Plan) 등을 개발·작성해야 하며, 이에 대해 상용서비스 착수 이전에 안전당국의 승인을 받아야 한다.

5-1 ▶ 정상 운항 시나리오

정상 운항 시나리오는 제4장에서 기술된 기장, UAM 운항자, 버티포트 운영자, UAM 교통관리 서비스 제공자, 운항지원정보 제공자, UAS 교통관리서비스 제공자 및 항공교통관제사 등의 이해관계자와 UAM회랑, UAM 교통관리체계, CNSi, 기상 등의 운항환경이 정상적으로 운용된다는 가정하에 기술되었다.

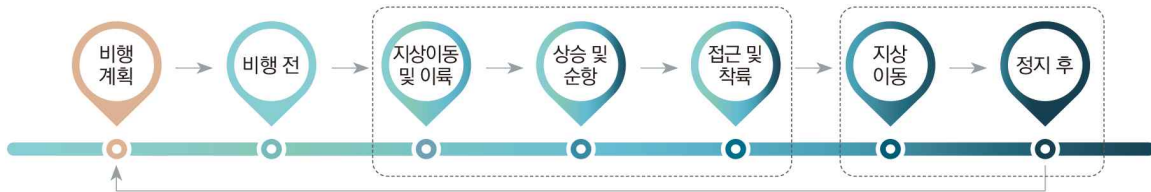
UAM 운용 절차는 아래에 제시하였다. 본 절차는 정상 운항 시나리오에 대한 예시다. UAM 운항자는 상용서비스를 위한 운용절차를 개발하고, 안전당국의 승인을 받아 해당 절차를 확정한다.

정상 운항 시나리오를 기술하기 위해 아래와 같이 4단계(계획, 비행 전, 비행, 비행 후)로 구분하였으며, 필요에 따라 세부 단계를 더했다.



5-1-1. 비행 계획 단계

[그림 3] 비행 계획 단계

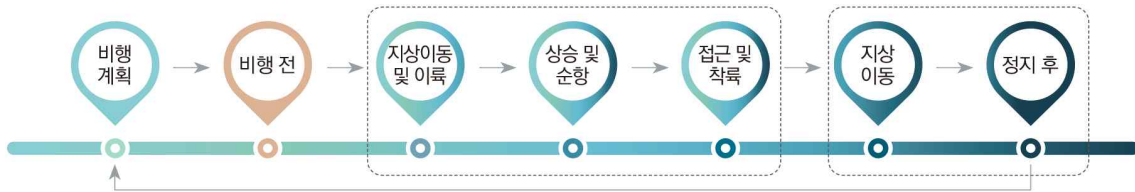


- 1) UAM 운항자는 버티포트 운영자 등과 협력하여 도심형항공기에 대하여 일상 점검을 수행한다.
- 2) 버티포트 운영자는 버티포트(대체착륙장 운영 권한을 보유한 버티포트 운영자인 경우, 대체 착륙장 포함) 가용현황을 확인하고 그 결과를 UAM 교통관리서비스 제공자 및 UAM 운항자와 공유한다.
- 3) UAM 운항자는 운항지원정보제공자에서 제공하는 기상, 환경 등의 정보, UAM 교통관리서비스 제공자가 제공하는 회랑 등의 정보, 그리고 출도착지 버티포트 운영자가 제공하는 버티포트 가용성 정보를 바탕으로 비행계획³¹⁾을 수립한다. 필요시 기장이 비행계획 수립에 참여할 수 있다.
- 4) UAM 운항자는 버티포트 운영자에게 비행계획(안)에 대해 버티포트 가용성 등을 검토 받은 후 UAM 교통관리서비스 제공자에게 승인을 요청한다.
- 5) 버티포트 운영자는 비행계획(안)에 대한 검토 결과를 UAM 교통관리서비스 제공자와 UAM 운항자에게 통보한다.
- 6) UAM 교통관리서비스 제공자는 회랑 가용성, 버티포트 가용성, 대체착륙장 가용성, 기상, NOTAM 등의 정보를 확인하여 비행계획의 적절성을 검토하고 필요시 전략적 분리를 위한 조치를 수행한다.
- 7) UAM 교통관리서비스 제공자는 비행계획과 관계된 제반 조건을 고려하여 이를 승인하고, 승인된 비행계획을 UAM 운항자와 버티포트 운영자에게 전송한다. 또한 필요시 항공교통 관제사, UAS 교통관리서비스 제공자 등과 승인된 비행계획을 공유할 수 있다.
- 8) UAM 운항자(필요시 버티포트 운영자)는 비행계획을 고려하여 지상 서비스를 준비한다.
- 9) UAM 운항자는 UAM 교통관리서비스 제공자로부터 비행계획을 승인받아 승객·화물 목록과 함께 기장에게 전송한다.
- 10) 기장은 승인된 비행계획과 승객·화물 목록을 확인한다.

31) 비행계획은 출발·도착 시각, 이동 시간 등이 포함된 4차원 비행계획(4D flight plan)으로 수립된다.

5-1-2. 비행 전 단계

[그림 4] 비행 전 단계



- 1) 기장은 승인된 비행계획을 확인하고 항공기 운항을 준비한다. 이때 항공기를 점검하고 승객·화물 목록을 확인하며, 사용 회랑, 목적지, 비행시간 등을 숙지한다. 기장은 탑승을 위한 준비가 완료되었음을 버티포트 운영자에게 통보하고, 버티포트 운영자는 UAM 교통관리서비스 제공자 및 UAM 운항자와 공유한다.
- 2) 버티포트 운영자는 승객 및 화물에 대한 보안검색을 실시하고, 승객이 격리대합실 내에서 안전하게 대기하도록 안내하고 격리대합실 상태를 확인 한다.
- 3) UAM 운항자는 보안검색이 완료된 승객을 대상으로 운항안전교육³²⁾을 실시하고 탑승을 안내한다.
- 4) UAM 운항자(필요시 버티포트 운영자)는 기장과 협력하여 출발준비를 지원하고, 탑승이 개시 되면 승객의 이동 및 탑승을 지원한다.
- 5) 기장은 승객(화물)의 탑승(적재) 완료를 확인한 후, 버티포트 운영자에게 출발준비 완료를 통보하고 지상이동 승인을 요청한다.
- 6) 기장은 직접 또는 단말기를 통해서 승객들에게 비행계획(경로, 시간 및 안전사항 등)을 브리핑 한다.
- 7) 버티포트 운영자는 버티포트 가용성(FATO, 지상이동경로, 타 비행일정 등) 및 주변 상황을 확인 후 지상이동을 승인(지상이동경로 포함)하고 기장, UAM운항자, UAM 교통관리서비스 제공자에게 통보한다.

32) 운항안전교육 : UAM 이용 및 긴급상황에 대한 관련 동영상 상영 등의 안전교육

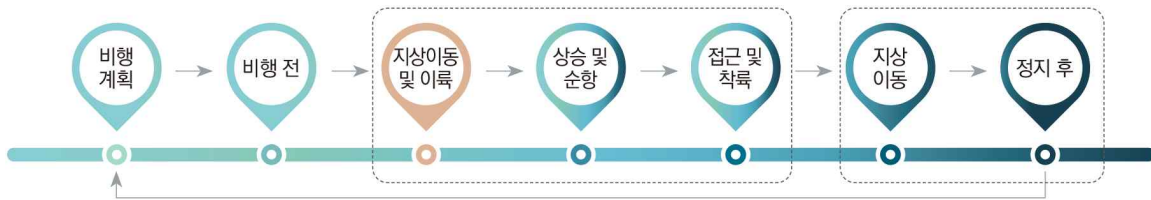


5-1-3. 비행 단계

비행 단계는 지상이동 및 이륙, 상승 및 순항, 접근 및 착륙 단계로 구분한다.

A 지상이동 및 이륙

[그림 5] 지상이동 및 이륙 단계

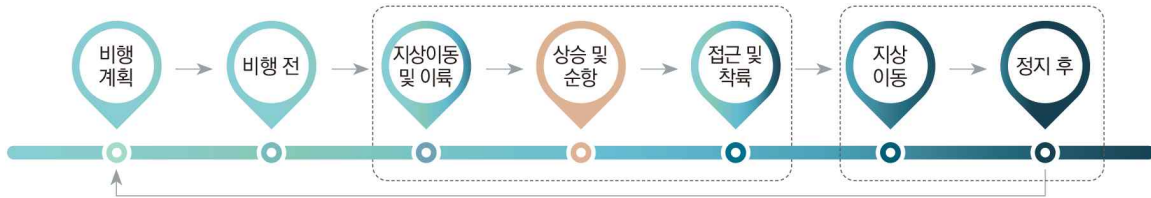


- 1) 기장은 버티포트 운영자와 통신을 유지하면서 지상이동 경로를 따라 지정 FATO로 이동³³⁾ 한 후 UAM 교통관리서비스 제공자에게 이륙승인을 요청한다.
- 2) UAM 교통관리서비스 제공자는 출발계획 및 회랑 가용성 등을 재확인 후 기장에게 이륙승인을 통보하고, 이를 버티포트 운영자와 UAM 운항자에게 알린다.
- 3) 기장은 이륙승인을 통보 받은 후, UAM 교통관리서비스 제공자와 통신을 유지하면서 출발 계획에 따라 이륙절차를 수행한다.
- 4) UAM 교통관리서비스 제공자는 도심형항공기의 이륙을 지속적으로 모니터링하고, 이 정보를 버티포트 운영자, UAM 운항자와 공유하며, 비정상상태 발생에 대비해 기장과 통신을 유지한다.
- 5) UAM 교통관리서비스 제공자는 이륙시간 등을 반영한 최신화된 비행계획(예상 도착시각 등)을 관련 이해관계자들에게 전파한다.

33) 항공기의 지상이동 방법은 항공기 형태 및 상황에 따라 달라질 수 있다.

B 상승 및 순항

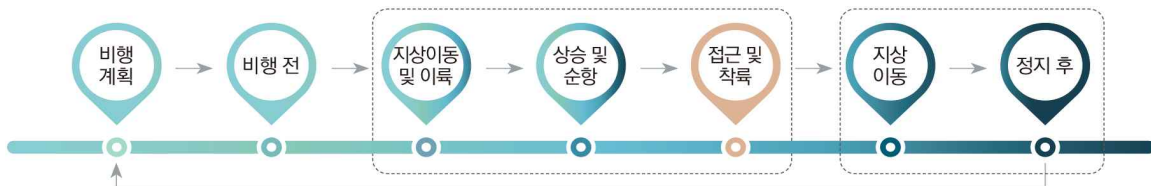
[그림 6] 상승 및 순항 단계



- 1) 기장은 비행계획에 따라 상승 및 순항한다. 기장은 안전한 비행을 위해 항공기 상태와 기상 상황을 모니터링하고, 이를 UAM 교통관리서비스 제공자, UAM 운항자와 공유한다.
- 2) UAM 운항자는 비행 중인 항공기 상태와 비행계획 일치성을 모니터링하고, 경로상의 기상 데이터를 기장에게 제공한다.
- 3) UAM 교통관리서비스 제공자는 비행계획(위치, 시간, 항법성능 등) 일치성을 감시하여 해당 정보를 도심항공교통정보시스템으로 공유하며, 비행 경로상의 운항지원정보 등을 지속해서 확인하여 안전한 비행을 지원한다. 필요시 UAM 운항자는 기장 또는 UAM 교통관리서비스 제공자 등의 요청에 따라 비행계획을 수정하고, UAM 교통관리서비스 제공자는 이를 조율, 승인하여 전파한다.
- 4) 버티포트 운영자는 도심형항공기 상승 시 버티포트 주변을 지속해서 감시하고 이 정보를 UAM 교통관리서비스 제공자와 공유한다.

C 접근 및 착륙

[그림 7] 접근 및 착륙 단계



- 1) 도착 버티포트 운영자는 버티포트 주변과 버티포트 가용상태를 지속적으로 확인하여 이 정보를 UAM 교통관리서비스 제공자, UAM 운항자와 공유한다.
- 2) UAM 교통관리서비스 제공자는 항공기 비행정보(위치, 상태 등)를 지속적으로 모니터링한다. 버티포트 현황, 외부상황(기상, 타 항공기 등)을 고려하여 필요시 전술적 분리를 지원한다.
- 3) 기장은 도착 버티포트에 접근하여 UAM 교통관리서비스 제공자에게 착륙승인을 요청한다.



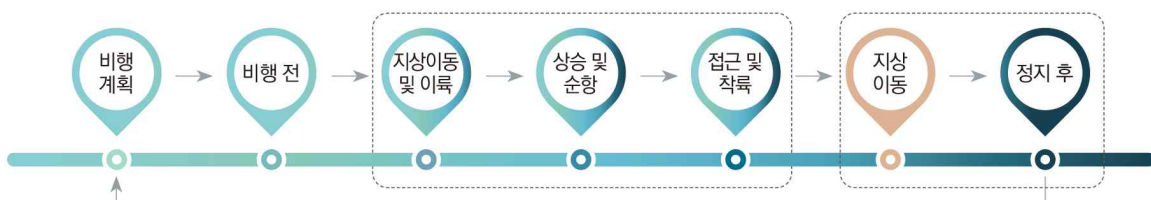
- 4) UAM 교통관리서비스 제공자는 비행계획, 회랑 가용성, 착륙 대기 중인 다른 도심형항공기를 확인하고, 버티포트 운영자에게 버티포트 가용성 등을 확인한다.
- 5) 버티포트 운영자는 버티포트 가용성(FATO, 지상이동경로, STAND, 다른 비행계획)과 버티포트 주변상황 등을 확인한 후 UAM 교통관리서비스 제공자에게 착륙 가용성을 통보하고, UAM 운항자(필요시 버티포트 운영자)는 지상서비스를 준비한다.
- 6) UAM 교통관리서비스 제공자는 착륙승인을 기장에게 통보하고, UAM 운항자와 버티포트 운영자에게 알린다.
- 7) 기장은 착륙승인을 통보 받은 후, UAM 교통관리서비스 제공자와 통신을 유지하면서 착륙 절차를 수행한다.
- 8) UAM 교통관리서비스 제공자와 UAM 운항자는 안전운항 데이터의 공유상태를 유지하면서 항공기 상태를 모니터링 한다.
- 9) 버티포트 운영자는 지속적으로 버티포트 주변을 감시하고, 이 정보를 UAM 교통관리서비스 제공자, UAM 운항자와 공유한다.

5-1-4. 비행 후 단계

비행 후 단계는 지상이동과 정지 후 단계를 포함한다.

A 지상이동

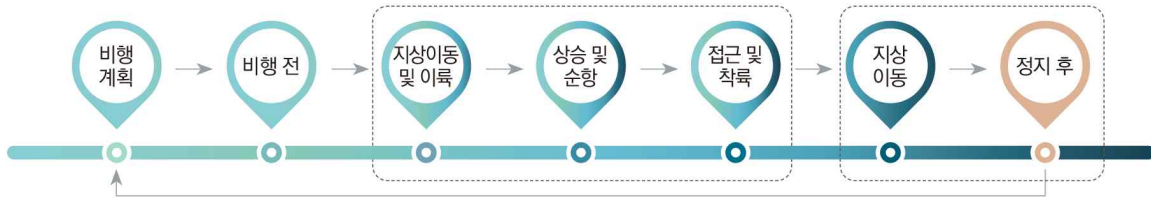
[그림 8] 지상이동 단계



- 1) 기장은 FATO에 착륙 한 후, 버티포트 운영자와 통신을 유지하며 지상이동경로를 따라 지정 STAND로 이동한다.
- 2) 버티포트 운영자는 도심형항공기의 착륙 및 지상이동을 지속해서 감시하고, 이 정보를 UAM 교통관리서비스 제공자, UAM 운항자와 공유하며, 비정상상태 발생에 대비해 기장과 통신을 유지한다.

B 정지 후

[그림 9] 정지 후 단계



- 1) 기장은 지정 STAND에 정지한 후, UAM 운항자(필요시 버티포트 운영자)에 승객하기 준비 완료를 통보한다.
- 2) 기장은 항공기정지·승객하기 준비완료 확인 후, UAM 운항자에 비행 종료를 선언한다.
- 3) UAM 운항자는 비행종료 사실을 UAM 교통관리서비스 제공자에게 공유하며, UAM 교통관리 서비스 제공자는 운항결과를 정리 및 보관한다.
- 4) UAM 운항자(필요시 버티포트 운영자)는 승객하기 준비완료 통보 후 승객(화물)의 안전한 하기(적하)를 지원하고, 지상서비스(충전, 점검, 청소 등)를 실시 또는 지원한다.

5-2 비정상상황시 운항 시나리오

비정상상황은 UAM 운용과 관련된 임의의 구성요소, 외부 요인 또는 운용환경이 정상적이지 않은 상황이다. 모든 운용단계 중에 발생할 수 있으므로 해당 상황에 맞추어 대응하는 것이 중요하다. 각각의 이해관계자들은 비정상상황별로 비상대응 매뉴얼 또는 우발계획 등을 개발하여 안전 당국의 승인을 받아야 한다.

UAM 운용에서 정상상황과 비정상상황에 대한 구분은 아래 표에 제시하였다.

[표 3] 비정상 운용 구분에 따른 개념 설명

운용 상태		상황 설명
정상상황 (Nominal)	정상 운용 (Normal Operation)	UAM 운용과 관련된 모든 시스템이 정상을 유지하는 상태
비정상상황 (Off-nominal)	경미한 비정상상황 (Abnormal Operation)	최초 계획된 목적지로 비행이 가능하나 일부 시스템·환경 등이 비정상인 경우
	우발상황 (Contingency)	위험한 수준의 요인발생으로 계획된 목적지에 도착할 수 없는 경우. 우발계획(Contingency Plan) 등으로 대처 필요
	비상상황 (Emergency)	치명적 수준의 요인발생으로 항공기 통제가 불가능한 경우, 사고대응 절차 등에 기반하여 조치 필요



본 절에서는 비정상상황을 비행계획을 준수할 수 있는 경우와 비행계획을 준수할 수 없는 경우, 마지막으로 비상상황으로 분류한다. 비정상상황이라 하더라도 비행계획을 준수할 수 있는 경우는 비행경로 변경, 비행 중 대기 등의 대응으로 비행계획을 완수할 수 있다. 비정상상황 중, 비행계획을 준수할 수 없는 경우는 공역변경, 비상착륙, 착륙복행(Balked Landing) 등의 대응을 할 수 있다. 마지막으로 긴급 비상상황은 항공기가 추락하는 경우이며, 이때는 응급구조 및 사고 후처리가 필요하다.

UAM 운용 측면에서 비정상상황 시 관련 이해관계자들에 대한 신속한 정보 공유 및 전파가 필수적이다.

5-2-1. 비행계획을 준수할 수 있는 상황

비행계획을 준수할 수 있는 비정상상황은 최초 계획된 목적지로 비행이 가능하다. 일부 시스템·환경 등이 비정상적인 운용상황(Abnormal Operation)에 처해 있지만 비행안전에는 영향을 끼치지 않는 정도를 가정한다.

또한 비행안전에 영향을 끼치더라도 준비된 대체요소로 교체·전환하여 비행 안전에 영향이 없도록 조치하여 운항을 지속할 수 있는 경우도 이에 포함된다. 이러한 상황을 대비하여 도심형 항공기 제작자 및 UAM 운항자는 반드시 대응 매뉴얼을 작성하여야 하며, 이에 대한 대응지식과 능력은 기장, UAM 운항자, UAM 교통관리서비스 제공자 등의 자격조건에도 반영되어야 한다.

경미한 비정상상황의 예시는 아래와 같다.

- ▶ (비행안전과 무관한 경우) 에어컨디셔너 작동 불량 또는 고장
⇒ 승객에게 양해를 구하고 정상 운용 지속
- ▶ (비행안전에 영향, 대체요소로 극복) 내비게이션 S/W 오류 또는 고장
⇒ 대체 S/W 사용으로 정상 운용 지속 혹은 시계비행(VFR)으로 지속 운용
- ▶ (비행안전에 영향, 대체요소로 극복) 회랑 내 비협력적 비행체 돌발 출현
⇒ 전술적 충돌 회피(비행 중 대기 포함) 후 안전한 정상 운용 지속
- ▶ (비행안전에 영향, 대체요소로 극복) 비행 경로상 돌발적 악기상 발생(운항지원 정보)
⇒ 비행경로 변경을 통한 정상 운용 지속



5-2-2. 비행계획을 준수할 수 없는 상황

비행계획을 준수할 수 없는 비정상상황은 위험한 수준의 요인발생으로 계획된 목적지에 도착할 수 없는 우발상황이다. 비행안전 확보를 위해 추가적으로 준비된 대체요소조차도 고장 또는 비정상적 동작을 일으키는 경우와 기타 사유로 의해 비행계획의 준수가 불가능한 경우도 이에 포함된다.

우발상황이 발생하면 신속한 상황전파와 동시에 착륙절차를 수행할 필요가 있다. 도심형항공기의 회랑 이탈로 인해 타공역 사용자가 영향을 받을 수 있으므로, UAM 운항자는 우발계획을 수립하여 기장, UAM 운항자, UAM 교통관리서비스 제공자 등이 신속히 대응할 수 있도록 해야 한다.

UAM 운항자와 교통당국은 비상착륙 후 항공기 점검과 운항 데이터 분석을 통해 우발상황의 발생 원인을 규명해야 한다.

우발상황의 예시는 아래와 같다.

- ▶ (비행안전에 영향, 대체요소 없는 경우) 조류 충돌에 의한 비행 관련 구성품 고장
⇒ 기장 판단으로 비상착륙
- ▶ (비행안전에 영향, 대체요소도 비정상 경우) 내비게이션 S/W 오류 또는 고장
⇒ 대체 S/W 사용 중 오류 또는 고장
⇒ 기장 판단으로 비상착륙
- ▶ (비행안전에 영향, 대체요소도 비정상 경우) 비행 경로상 돌발적 악기상 ⇒ 대체 비행경로 지정 불가
⇒ 기장, UAM 교통관리서비스 제공자, UAM 운항자가 협력하여 비상착륙
- ▶ (비행안전과 무관한 기타 사유) 항공기 강제 착륙 명령 또는 이륙 금지
- ▶ (비행안전과 무관한 기타 사유) 심정지 등 긴급 환자 발생
⇒ UAM 운항자 또는 UAM 교통관리서비스 제공자가 지정한 착륙장(의료기관과 최단 거리)에 비상착륙



5-2-3. 긴급 비상상황

긴급 비상상황은 치명적 수준의 요인발생으로 항공기 통제가 불가능한 상황이다. 도심형항공기 추락 시에는 기장, UAM 교통관리서비스 제공자, UAM 운항자가 신속히 정보를 공유해야 하며, 관련 이해관계자들에게 긴급 비상상황을 전파해야 한다. 해당 상황발생 시 지역사회와 연계된 응급구조, 사고조치 등이 반드시 동반되어야 한다. 교통당국은 사고 항공기의 비행기록 등을 확보하여 조사·분석하고 사고의 원인을 규명해야 한다.

5-3 ▶ 고려사항 및 향후 정책방향

K-UAM 초기 운항시나리오는 K-UAM GC, UAM 관련 R&D, 국제적 제도·개념 마련 현황 등의 진행상황과 결과를 보아가며 발전시켜나갈 계획이다. 또한, 현재의 운항시나리오는 서비스 공급자 입장을 중심으로 작성되어 있고, 반면 실제 UAM을 이용하는 수요자 입장에 대한 고려가 부족하다. 운항시나리오를 발전시켜 나아가는 과정에서 수요자가 더욱 안전하고 편리하게 이용할 수 있도록 검토할 계획이다.



6

K-UAM 대표 운용모델 (초기)



K-UAM 초기 단계에서는 단순한 운용 형태부터 복잡한 형태까지 다양한 방식으로 운용모델을 추진할 수 있다. 본 장에서는 운용모델을 구현하기 위해 필요한 운용 여건과 기술 수준을 분석하고, 이를 바탕으로 운용개념을 다각화하여 대표적인 운용모델을 도출하였다.

대표 운용모델은 향후 K-UAM 사업자가 사업을 계획할 때 참고할 수 있는 예시일 뿐이며, 의무 사항으로 구속하지 않는다.

6-1 ▶ 운용개념 다각화

운용개념을 다각화하기 위해 운용모델의 운용여건(운용 환경, 운용 방식)을 분류하고, 이에 따른 요구사항(필수장비와 이해관계자 등)의 주요 요소를 선정하였다.

6-1-1. 운용모델 운용여건

운용 환경은 UAM을 운용하기 위한 지역 및 공역 환경을 의미한다.

- ▶ (지역) 인구·인프라 밀집도 등 여건을 고려한 운용지역 구분
 - ⇒ 비도심, 준도심, 도심으로 분류
- ▶ (공역) 공역에 따라 요구되는 항법·항행 장비, 이해관계자, 기존 항공교통과의 협력 운용 수준이 상이하므로 공역 등급 및 전환구역 구분
 - ⇒ 공역 등급(B, C, D, E 등급) 및 공역 간의 전환구역으로 분류



운용 방식은 운용모형을 구현하기 위한 비행 방식, 회랑 운용, 버티포트 운영 등과 관련된 조건을 의미한다.

- ▶ (비행 방식) 향상된 시계비행 방식(예 : DFR, AFR 등)의 점진적 적용을 목표로 하면서 조종 자동화로 보조하는 방식을 고려
 - ⇒ 시계비행방식 및 조종 자동화 보조방식을 추가하여 분류
- ▶ (회랑 운영) 지정된 UAM 비행구역 내 비행하거나, 비행계획에 반영된 지정 경로 또는 고정형 회랑으로 운영하는 것을 고려
 - ⇒ 지정 구역, 지정 경로, 고정형 회랑으로 분류
- ▶ (버티포트 운영) 단일/복수 버티포트, 이착륙에 적합한 장소에서 운용을 고려
 - ⇒ 이착륙에 적합한 장소, 단일 버티포트, 복수 버티포트로 분류

6-1-2. 운용모형 요구사항

운용모형의 환경, 방식에 따라 사업자가 갖춰야 할 장비의 요구 수준이 차등화되며, 이해관계자의 구성, 운용 절차 및 시나리오가 달라질 수 있다.

운용모형의 환경 및 운용 방식에 따라 이해관계자에게 요구되는 바는 아래와 같다.

- ▶ (통신) 항공음성통신은 필수, 데이터통신은 보조 장비·수단으로 활용
- ▶ (항법) 운용지역, 공역 및 운용모형을 검토하여 관성항법장치, 위성항법장비 운용 또는 SBAS와 DGNS(RTK)와 같은 항행 장비를 선택적 운용
- ▶ (감시) ADS-B OUT은 감시 기능을 위해 필수 수단으로 활용, 데이터통신은 준도심 이상부터 운용모형에 따라 보조 수단으로 활용
- ▶ (정보공유) 비도심에서는 UAM 사업자 간의 정보 공유체계를 부분적으로 마련이 필요하며, 준도심 지역 이상부터는 기존 항공교통 관제기관과 UAM 사업자 간의 정보 공유체계를 단계적으로 마련

운용모형의 UAM 사업자는 다음과 같이 구성될 수 있다.

- ▶ UAM 운항자(기장)
- ▶ UAM 운항자(기장), 버티포트 운영자(버티포트 운영 시)
- ▶ UAM 운항자(기장), UAM 교통관리서비스 제공자, 버티포트 운영자



UAM 운항자와 기장은 운용모델에서 핵심적인 역할로 필수적인 UAM 사업자이다. 일정 수준 이상의 버티포트를 운영하면 버티포트 운영자가 필요하며, 회랑을 지정하고 회랑 내에서 도심형 항공기를 운용하면 UAM 교통관리 서비스 제공자가 요구된다. 다만, 운영 난이도가 낮은 곳에서는 UAM 운항자 또는 기장이 가능한 역할을 대신할 수도 있다.

UAM 사업자는 기존 항공교통 관제기관과 공역에 따라 협력 요구수준이 다르다. E등급 공역 또는 비관제공역에서는 필수적인 비행허가 절차를 준수해야 하며, B, C, D 등급의 관제공역 또는 비관제공역에서 해당 공역으로 전환할 경우에는 항공교통관제기관과의 협력 운영이 필수적이다.

초기 단계의 운용모델로는 공항 연계형 운송, 관광형 및 공공형 모델이 유망한 것으로 논의되고 있으므로 이에 맞춰 대표적인 운용모델을 설계하였다.

6-2 대표 운용모델

K-UAM 초기의 대표적인 운용모델은 비도심 공공·관광형, 준도심 공항 연계형, 도심 승객·화물 운송형으로 제시한다. 단, 이 사업모델들은 예시일 뿐이며, 사업자의 목표에 따라 준도심 및 도심에서의 공공형, 비도심 공항 연계형, 도심 내 관광형 등 다양한 사업모델도 가능하다. 따라서 초기 K-UAM 운용단계에서는 각 사업계획 및 여건에 따라 교통 당국과 충분한 협의를 거쳐 운용 방식, 운용 환경, 요구 장비 등을 결정해야 한다.

6-2-1. 운용모델 1: 비도심 공공·관광형

비도심 지역(해안·산지 포함), 비관제공역(G등급)·관제공역(E등급) 그리고 관제공역이 전환되는 구역에서 운용되는 공공형 또는 관광형 운용 형태이다. 해당 지역은 도심보다 인구 및 인프라 밀집도가 낮으며, 기존 항공교통 관제기관의 영향이 최소화된다. 따라서 초기 운용단계에서 상대적으로 안전한 운항이 가능할 것으로 판단되므로 아래와 같이 단일 이착륙 시설에서 UAM 운용구역 내 시계비행규칙으로 비행하며 통신·감시·정보와 관련된 장비·체계를 갖출 수 있다.

운용 방식 : 단일 버티포트, 이착륙에 적합한 장소 등
 UAM 운항자(기장) 단독 운영 가능
 UAM 운용구역 내에서 시계비행규칙 적용

통신 : 항공음성통신 장비 필수 활용

항법 : 관성항법장치, 위성항법시스템 사용

감시 : ADS-B OUT(자동 종속 감시 시스템) 기본 장비화



정보 : UAM 사업자 간 최소한의 정보공유체계 구축

기존 항공교통 관제기관과는 비행 허가 등의 필수 요구 절차를 준수해야 하며 버티포트 외 이착륙 장소를 활용할 경우, 별도의 허가가 필요하다. 또한, 버티포트 기반으로 사업 운영 시, 버티포트 운영자를 확보해야 한다.

6-2-2. 운용모델 2: 준도심 공항 연계형

인구 및 인프라 밀집도가 도심에 준하는 지역, 공항 관제권을 포함하는 공역 또는 비관제 공역과 관제공역 간 전환되는 구역에서 운용되는 공항 연계형 모델이다. 주요 운용 방식은 복수 버티포트 간 지정된 경로를 따라 공항 승객·화물을 연계하여 운송하는 사업이다. 이 모델은 기존 항공 교통관제기관의 관제를 받거나 협력 운영이 필요하며, 도심형항공기의 운항 성능(자동조종 방식 보조 등)에 따라 순항구간 및 입출항 구간에서 항법장비를 통해 정밀한 운항이 요구된다. 따라서 아래와 같은 운용방식, 통신·항법·감시·정보와 관련된 장비·체계를 갖출 수 있다.

운용방식 : 복수 버티포트 간 지정된 경로 운항

시계비행규칙 적용(자동조종 방식을 보조 수단으로 사용)

통신 : 항공음성통신 장비 필수, 데이터통신 보조 활용

항법 : 순항 구간에서 SBAS(위성 기반 보정 시스템) 사용
입출항 구간에서 DGNS(RTK) 사용

감시 : ADS-B OUT(자동 종속 감시 시스템) 기본 장비화
기존 항공교통관제와 연계

정보 : 기존 항공교통관제기관 - UAM 사업자 간 최소한의 정보공유체계 구축

필수 이해관계자로는 UAM 운항자, UAM 교통관리 서비스 제공자, 버티포트 운영자가 있으며, 기존 항공교통 관제기관과 협의를 통해 UAM 사업자와 정보 공유체계를 구축하여 운항 정보를 제공할 필요가 있다. 특히, 공항 관제권 등 항공교통관제사로부터의 관제 또는 정해진 협력 운용 범위 및 조건을 따르는 운용 환경에서는 합의한 정보 제공 범위 및 연계 방안 등을 준수해야 한다.



6-2-3. 운용모델 3: 도심 승객·화물 운송형

도심 내에서 고정된 회랑을 따라 승객 및 화물을 운송하는 사업모델로, ConOps에서 정의된 운항 시나리오를 기반으로 한다. 도심 지역은 높은 인구 밀집도와 복잡한 항공교통 환경을 고려해야 하므로, 고정형 회랑 내 운용을 통해 기존 항공교통과의 안전한 분리를 유지한다. 기존 항공교통 관제와의 협력 운영이 필수적이며, 운항 안전을 확보하기 위해 정밀한 통신·감시·항법·정보와 관련된 장비·체계가 요구된다.

- 운용 방식** : 복수 버티포트 간 고정형 회랑 운용
 시계비행규칙 적용(자동조종 방식을 보조 수단으로 사용)
- 통신** : 항공음성통신 장비 필수, 데이터통신 보조 활용
- 항법** : 순항 구간에서 SBAS(위성 기반 보정 시스템) 사용
 입출항 구간에서 DGNSS(RTK) 사용
- 감시** : ADS-B OUT(자동 종속 감시 시스템) 기본 장비화
 기존 항공교통관제와 연계
- 정보** : 기존 항공교통관제기관 - UAM 사업자 간 정보공유체계 구축

필수 이해관계자로는 UAM 운항자, UAM 교통관리 서비스 제공자, 버티포트 운영자가 있으며, 기존 항공교통 관제기관과 협의를 통해 UAM 사업자와 정보 공유체계를 통해 실시간 운항 정보를 제공할 필요가 있다.



[표 4] UAM 초기 대표 운용모델 예시

운용 여건		비도심 공공·관광형	준도심 공항 연계형	도심 승객·화물 운송형
운용 환경	운용지역	• 비도심	• 준도심	• 도심
	공역	• 비관제공역, 관제공역 (E등급) 또는 해당 관제공역이 서로 전환되는 구역	• 관제공역 (B, C, D, E등급) 및 비관제공역 모두 포함	• 관제공역 (B, C, D, E등급) 및 비관제공역 모두 포함
운용 방식	비행방식	• 시계비행규칙	• 시계비행규칙 (자동조종 방식 보조)	• 시계비행규칙 (자동조종 방식 보조)
	사업노선	• 지정 구역	• 지정 경로	• 고정형 회랑
	버티포트 운영방식	• 단일 버티포트 또는 이착륙 적합 장소	• 복수 버티포트	• 복수 버티포트
장비	통신	• 항공음성통신	• 필수항공음성통신 • 보조데이터통신(5G)	• 필수항공음성통신 • 보조데이터통신(5G)
	항법	• 관성항법장비 및 위성항법장비	• SBAS • DGNSS(RTK)	• SBAS • DGNSS(RTK)
	감시	• 필수 ADS-B OUT	• 필수 ADS-B OUT • 보조데이터통신(5G)	• 필수 ADS-B OUT • 보조데이터통신(5G)
	정보	• UAM 부분적 정보공유체계	• ATM-UAM 부분적 정보공유체계	• ATM-UAM 정보공유체계
이해 관계자	UAM 사업자	• UAM 운항자 • 기장 • 버티포트 운영자 * 버티포트 운영 시	• UAM 운항자 • 기장 • UAM 교통관리 서비스 제공자 • 버티포트 운영자	• UAM 운항자 • 기장 • UAM 교통관리 서비스 제공자 • 버티포트 운영자
	기존 항공교통관제기관	• 필수 요구절차 이행(비행허가 등)	• ATC(타워, 접근 관제소) 관제 또는 협력 운용	• ATC(타워, 접근 관제소) 관제 또는 협력 운용
	기타 이해 관계자		• USS	• SDSP • USS



6-3 고려사항 및 향후 정책방향

6-3-1. UAM 비행규칙 및 절차

초기 K-UAM 운용 형태는 조종사가 탑승하여 기존 시계비행규칙부터 안전운항에 필수적인 정보를 기반으로 하는 비행하는 방식(예 : DFR, AFR 등)으로 발전되어 나가는 것을 목표로 한다. 이를 위해서는 기존 항공교통과의 협력 운용이 가능한 형태의 비행 규칙과 절차를 수립하는 것이 중요하다. 또한, 시범사업 추진을 위해 필요한 비행 규칙을 단계적으로 식별하고 초기 운용 단계에 적용할 수 있도록 해야 한다.

6-3-2. 관제공역 내 운용

관제공역 또는 공항 관제권 내에서 안전하게 운항하기 위해서는 항공교통 관제사와의 긴밀한 협력 운용이 필수적이다. 이를 위해, 사전에 정해진 경로 및 고도를 협의하고, 항로 이탈 시 항공교통 관제기관의 통제를 받을 수 있어야 한다. 또한, 관제공역 내 UAM 운용을 위해 관계 기관과 UAM 교통관리서비스 제공자의 역할 및 협력 범위에 대한 구체적인 논의가 필요하며, 운용 절차 및 역할 등에 검증이 필요하다.

6-3-3. 특수 환경 조건 운용

UAM이 특수 환경(해양, 산지 등)에서 운용되기 위해서는 해당 지역의 기상 및 지형적 특성을 고려한 대응 방안이 마련되어야 한다. 해상 지역에서는 강풍, 안개, 해무 등 기상 변화에 따른 운항 안전 대책과 비상착수를 위한 장비 등의 안전 대책이 필요하다. 산악 지역에서는 난기류 및 GNSS 신호 차단 가능성을 고려하여 대체 항법 시스템 및 긴급 운항 대책을 수립해야 한다. 이러한 특수 환경에서 발생할 수 있는 문제점 및 비상 대책을 마련하고, 이에 대한 법적·제도적 보완이 필요하다.

6-3-4. UAM 정보 공유체계

공공·관광형과 같은 비정기편 사업의 경우, 일반 소형 항공기 운송 사업자와 마찬가지로 비행 허가 등의 필수 요구 절차를 이행한 후 사업을 수행할 수 있다. 하지만 UAM 사업자가 복수일 경우 그들 간의 정보공유체계 마련은 필요하다. 준도심 내 공항 연계 사업 또는 도심 내 승객·화물



운송 사업의 경우, 기존 항공교통 관제기관과의 정보공유체계를 구축하여 기존 항공교통과의 분리를 명확히 해야 한다. 이를 위해, 관제공역 내 관제기관(관제기관 및 군 등)과의 운용 절차를 협의하고, 필요한 정보(감시정보 등)를 식별·공유하는 방안을 마련하는 것이 필요하다. 또한, 비행계획 전 단계에서 상호 간의 영향성 분석을 위해 UAM의 비행계획을 관제기관에게 공유해야 하며 비상상황이 발생할 경우를 대비하여 관제기관의 즉각적인 통제 및 사고 대응을 위해 경보·알람에 대한 공유체계 마련이 필요하다.



7 | 맺음말



UAM은 아직 세계적으로 상용화되지 않았지만, ‘올 수 밖에 없는, 거부할 수 없는 미래’다. 상용화를 위한 기술개발과 안전인증은 다소 침착하게 진행되는 추세이지만, 지금 이 순간에도 보이지 않는 곳에서 세계 각국의 기업·기관은 UAM 실현과 발전을 위한 기술개발과 제도 마련에 박차를 가하고 있다. 이렇듯 초기 상용화를 둘러싼 상황이 변화하고 있는 가운데, 우리는 이를 최대한 탄력적이고 기민하게 받아들일 준비를 해야 한다.

무엇보다 중요한 것은 ‘안전을 토대로 지속 발전가능한 시장·생태계 조성’에 있다. 궁극적으로 지향하는 자율비행, 첨단교통관리, 동시·다수 운용이라는 기술적 목표는 변함없지만, 이를 달성하기 위해서는 초기시장이 우선 열려야 한다. 이번 운용개념서 개정은 여기에 초점을 맞췄다. 현실적인 기술수준과 사업적 요구사항을 반영하였고, 아직 상용화 모델이 특정되지 않았으므로 다각적인 운용모델에 제약이 되지 않는 확장성을 담는데 주력했다. 이번 운용개념서 개정안을 토대로 초기시장이 원활히 열릴 수 있기를 기대한다.

이번 운용개념서는 초기시장에 한정해 기술적 요구·목표수준과 이해관계자간 역할·책임을 담았다. 아직 초기시장이 형성되지 않았으므로 다양한 변화의 가능성을 내포한 가운데 성장기 이후 시장을 이번 운용개념서 수준으로 예측하는 것은 쉽지 않고, 기술·시장의 창의성을 제약할 수 있기에 구체적으로 담아낼 실익도 없다. 다음 운용개념서 개정은 초기 상용화 이후 기술·시장의 추이를 보아가며 다듬어나가야 할 것이다.

또한, 초기시장을 대상으로 한만큼 시장을 안전하게 열기 위해 항공 측면 요소·절차를 위주로 작성되어 다른 분야의 개념적 요소도 미리 내포하지 않았다. UAM이 촉발된 것은 분명 항공체계·시장에 기반했으나, 궁극적인 미래상은 수요응답형 모빌리티다. 기존 항공체계가 충분히 다루지 못하는 운송사업·연계교통·건축·도시 관점의 이슈가 발생할 것이다.

이 부분들에 대한 이슈 제기 수준의 논의는 있으나, 아직 여러 논의를 함께 엮어서 정책·제도권 수준의 논의로 발전시키기에는 상당한 시간이 소요될 것으로 보인다. 운용개념서의 취지가 개념의 제시로 명료한 방향성을 제시하는데 있는 만큼, 향후 이 부분들에 대한 손에 잡히는 내용을 담을 수 있을 때 내용을 담아내는 것도 시의적절할 것이다.

이전 운용개념서 1.0도, 이번 개정안 1.5도 모두 UAM Team Korea에서 민관이 머리를 맞대고 마련하였다. 논의를 주도한 항공우주연구원과 함께 모든 관계자 분들에게 감사드린다.



운용개념서는 말 그대로 ‘개념’이자, 방향성을 제시하는데 의의가 있을 뿐이다. 모든 이해관계자들이 채워나가는 현실과 실재는 개념의 틀에 엄격하게 제한될 필요가 없다. 1.0이 신발끈을 맨 수준이라면 1.5는 다시 한번 고쳐 맨 상황으로 비유할 수 있다. 이제 뛰어오를 준비에 박차를 가할 순서다. 바라건대, 개념보다 더 안전하고, 혁신적인 UAM이 실현되기를 희망한다.



첨부



👉 첨부 A. 운항 시나리오에 따른 이해관계자 역할 구분표

도심 내 승객·화물 운송을 가정한 운용모델의 필수 이해관계자는 ‘주체’에 표시하였다. 하지만, 운용개념서에 명시된 UAM 사업자 또는 이해관계자가 모두 갖춰지지 않은 운용모델의 경우 이해관계자간 역할·책임 재설정을 통해 해당 절차를 수행할 수 있다. 그 예시가 아래의 표와 같으나, 교통 당국과 협의를 통해 운용 주체, 운항 방식, 요구 장비 등을 구체화해야 한다.

① 비행계획 단계

비행계획 단계		주체	대체	비고
1	항공기 일상점검	UAM 운항자		
2	버티포트 가용현황 확인 및 공유	버티포트 운영자	UAM 운항자	UAM 교통관리서비스 제공자 및 UAM 운항자와 공유
3	비행계획 수립	UAM 운항자	기장	
4	비행계획(안) 사전 검토 및 승인 요청	UAM 운항자	기장	버티포트 운영자 사전검토 후 UAM 교통관리서비스 제공자에게 승인 요청
5	비행계획(안) 검토 및 결과 통보	버티포트 운영자		UAM 교통관리서비스 제공자 및 UAM 운항자에 통보
6	비행계획(안) 적절성 검토	UAM 교통관리서비스 제공자	UAM 운항자	필요시 전략적 분리
7	비행계획 승인	UAM 교통관리서비스 제공자		UAM 운항자, 버티포트 운영자에 전송
	비행계획 공유		UAM 운항자	필요시 항공교통관제사, UAS 교통관리서비스 제공자 등과 공유
8	지상서비스 준비	UAM 운항자	버티포트 운영자, 기장	UAM 운항자, 버티포트 운영자 협의를 통해 주체 결정
9	승객, 화물목록 공유	UAM 운항자		기장에게 목록 전송
10	비행계획, 승객, 화물목록 확인	기장		



② 비행 전 단계

비행 전 단계		주체	대체	비고
1	항공기 운항 준비	기장		버티포트 운영자에 준비완료 통보. 버티포트 운영자가 UAM 교통관리서비스 제공자와 UAM 운항자에 공유
2	보안검색	버티포트 운영자	UAM 운항자	
3	운항안전교육 실시 및 탑승안내	UAM 운항자		
4	출발 준비 및 승객 탑승 지원	UAM 운항자 기장	버티포트 운영자	UAM 운항자, 버티포트 운영자 협의를 통해 주체 결정
5	지상이동 승인 요청	기장		승객 탑승 완료 확인 후 버티포트 운영자에게 지상이동 승인 요청
6	비행계획 브리핑	기장		승객에게 비행계획(경로, 시간 및 안전사항 등) 브리핑
7	지상이동 승인	버티포트 운영자	기장	기장, UAM 운항자, UAM 교통관리서비스 제공자에 통보

③ 비행 단계 - 지상이동 및 이륙

비행 단계		주체	대체	비고
1	FATO 이동	기장		버티포트 운영자와 통신 유지
	이륙 승인 요청	기장		UAM교통관리서비스제공자에 요청
2	이륙승인 통보	UAM 교통관리서비스 제공자	항공교통관제사	기장에게 통보 후 버티포트 운영자와 UAM운항자에 공유
3	이륙절차 수행	기장		UAM교통관리서비스제공자와 통신유지
4	이륙 모니터링 (정보공유·통신유지)	UAM 교통관리서비스 제공자	UAM 운항자 버티포트 운영자 항공교통관제사	버티포트 운영자, UAM 운항자와 공유. 비정상상황 대비, 기장과 통신 유지
5	최신 비행계획 전파	UAM 교통관리서비스 제공자	UAM 운항자	관련 이해관계자에 전파



④ 비행 단계 - 상승 및 순항

비행 단계		주체	대체	비고
1	상승 및 순항	기장		
	항공기 상태, 기상상황 모니터링	기장		UAM 교통관리서비스 제공자 및 UAM 운항자와 공유
2	항공기 상태, 비행계획 일치성 모니터링	UAM 운항자		
	경로 기상데이터 제공	UAM 운항자		기장에게 제공
3	비행계획 일치성 감시	UAM 교통관리서비스 제공자	UAM 운항자 항공교통관제사	
	정보공유	UAM 교통관리서비스 제공자	UAM 운항자	도심항공교통정보시스템 활용
	필요시 비행계획 수정	UAM 운항자	기장	기장 또는 UAM 교통관리서비스 제공자의 요청
	수정된 비행계획 승인 및 전파	UAM 교통관리서비스 제공자	UAM 운항자 항공교통관제사	
4	버티포트 주변 감시	버티포트 운영자	UAM 운항자	UAM 교통관리서비스 제공자와 공유 ※ UAM 운항자가 대체 시 안전에 필요한 최소한의 감시 기능 수행

⑤ 비행 단계 - 접근 및 착륙

비행 전 단계		주체	대체	비고
1	버티포트 주변 감시 및 공유(도착 버티포트)	도착 버티포트 운영자	UAM 운항자	UAM 교통관리서비스 제공자 및 UAM 운항자와 공유
2	항공기 모니터링	UAM 교통관리서비스 제공자	UAM 운항자	
	필요시 전술적 분리	UAM 교통관리서비스 제공자	항공교통관제사	버티포트 현황, 외부상황 고려
3	착륙승인 요청	기장		UAM 교통관리서비스 제공자에 요청
4	비행계획, 회랑 가용성, 착륙 대기 항공기 확인	UAM 교통관리서비스 제공자	UAM 운항자	
	버티포트 가용성 확인	UAM 교통관리서비스 제공자	UAM 운항자	버티포트 운영자에게 확인
5	착륙 가용성 및 지상 이동경로 통보	버티포트 운영자	UAM 운항자	UAM교통관리서비스제공자에 통보
	지상서비스 준비	UAM 운항자	버티포트 운영자	
6	착륙승인통보	UAM 교통관리서비스 제공자	UAM 운항자	기장에게 통보(지상이동경로 포함)
7	착륙절차 수행	기장		UAM교통관리서비스제공자와 통신 유지
8	안전운항 데이터 공유 상태 유지	UAM 교통관리서비스 제공자 UAM 운항자	UAM 운항자	
	항공기 상태 모니터링	UAM 교통관리서비스 제공자 UAM 운항자	UAM 운항자	
9	버티포트 주변 감시	버티포트 운영자	UAM 운항자 항공교통관제사	UAM교통관리서비스제공자 및 UAM 운항자와 공유 ※ UAM 운항자가 대체 시 안전에 필요한 최소한의 감시 기능 수행



⑥ 비행 후 단계 - 지상이동

비행 단계		주체	대체	비고
1	착륙 후 STAND로 이동	기장		버티포트 운영자와 통신 유지
2	착륙 및 지상이동 감시	버티포트 운영자	UAM 운항자	UAM 교통관리서비스 제공자, UAM 운항자와 공유

⑦ 비행 후 단계 - 정지 후

비행 단계		주체	대체	비고
1	지정 STAND에 정지 후 승객하기 준비완료 통보	기장		UAM 운항자(필요시 버티포트 운영자) 승객하기 준비완료 통보
2	비행종료 선언	기장		UAM 운항자에 비행종료 선언
3	비행종료 공유	UAM 운항자	기장	UAM 교통관리서비스 제공자와 공유
	운항결과 정리 및 보관	UAM교통관리서비스 제공자	UAM 운항자	
4	승객(화물) 하기(적하) 지원	UAM 운항자	버티포트 운영자	
	지상서비스 (충전, 점검, 청소 등)	UAM 운항자	버티포트 운영자	

첨부 B. 용어 및 약어

Acronym		Term (영문)
A	AGL	Above Ground Level
	ATC	Air Traffic Control
	ATM	Air Traffic Management
C	ConOps	Concept of Operations
	CNSi	Communication, Navigation, Surveillance, Information
	C2 LINK	Command and Control Data Link
D	DGNSS	Differential GNSS
E	eVTOL	electric Vertical Takeoff and Landing
F	FATO	Final Approach and Take Off area
G	GNSS	Global Navigation Satellite System
N	NOTAM	Notice to Airmen
P	PBN	Performance-based Navigation
	PIC	Pilot in Command
	PSU	Provider of Services for UAM
R	RNP	Required Navigation Performance
S	SBAS	Satellite Based Augmentation System
	SDSP	Supplemental Data Service Provider
U	UAM	Urban Air Mobility
	UATM	UAM Air Traffic Management
	UAS	Unmanned Aircraft System, Unmanned Aerial System
	USS	UAS Service Supplier
	UTM	UAS Traffic Management
V	VFR	Visual Flight Rules



첨부 C. 참고문헌

- 1) Concept of Operations v1.0. Urban Air Mobility(UAM), FAA, 2020
- 2) UAM Vision Concept of Operations(ConOps) UAM Maturity Level(UML) 4, NASA and Deloitte, 2020
- 3) Urban Traffic Management Concept of Operations(Version 1), EMBRAER, 2020
- 4) JARUS guidelines on Specific Operations Risk Assessment(SORA), JARUS(Joint Authorities for Rulemaking of Unmanned Systems), 2019
- 5) Integration of Unmanned Aircraft Systems into the National Airspace System, Concept of Operations v2.0 . Washington, DC: Federal Aviation Administration, Federal Aviation Administration, 2020
- 6) 2019 Urban Mobility Report (<https://static.tti.tamu.edu/tti.tamu.edu/documents/mobility report 2019.pdf>) Texas A&M Transportation Institute, 2019
- 7) UAM; Considerations for Vertiport Operation, National Air Transportation Association
- 8) High Density Automated Vertiport Concept of Operation, NUAIR and NASA, 2021
- 9) Concept of Operations v2.0. Urban Air Mobility(UAM), FAA, 2023
- 10) Urban Air Mobility Concept of Operations for the London Environment, UK Air Mobility Consortium, 2022
- 11) Concept of Operations for Advanced Air Mobility(ConOps for AAM), Public-Private Committee for Advanced Air Mobility of Japan, 2024