



김채형 | 한국항공우주연구원 선임연구원

## 1. 서론 - PAV(Flying Car)의 시작

자동차와 항공기는 인류의 대표적인 운송 수단들이다. 지금은 집집마다 자동차가 한 대 이상 있을 만큼 보편화되었으며, 자동차 수요 증가로 교통 정체가 잦아짐에 우리는 자동차가 하늘을 날 수 있었으면 하는 상상을 해보기도 한다. 이런 하늘을 비행하는 자동차(Flying Car) 또는 개인 항공 운송수단 PAV(Personal Air Vehicle)는 1900년대초부터 자동차와 비행기(또는 헬리콥터)를 결합한 형태로 사람들이 구상하기 시작하였다. 1917년 미국의 Glenn Curtiss가 <그림 1>과 같은 Autoplane을 만들어 처음으로 비행기와 자동차가 결합된 형태를 선보였으며, 지상에서 이륙은 성공했지만 정상 비행은 성공하지 못하였다<sup>[1]</sup>. Curtiss 이후에도 다양한 비행하는 자동차가 만들어졌고 대부분의 비행하는 자동차는 <그림 2>와 같이 1940년 Jess Dixon의 로터 방식(헬리콥터)을 사용한 비행하는 자동차나 1949년 Moulton Talyor이 고안한 고정익 날개를 접었다 펼 수 있는 방식

을 기본으로 하는 형태로 개발이 진행되었다<sup>[2]</sup>. 최근에도 로터 방식이나 접는 날개를 사용하는 비행하는 자동차의 개발이 진행되고 있다. 특히 네덜란드 비행자동차 업체인 PAL-V(Personal Air and Land Vehicle)는 세계 최초로 비행자동차(Liverty)의 공공도로 주행 허가를 받아 2020년 2월부터 진행된 유럽 도로주행 인증 과정(고속 주행, 제동 성능, 정숙성 등)을 통과했다<sup>[3]</sup>. PAL-V는 2015년부터 개발이 진행되어 왔으며, 유럽연합항공안전청(EASA, European Union Aviation Safety Agency)의 인증을 획득했기에 개인에

<그림 1> Cutiss의 Autoplane<sup>[1]</sup>



<그림 2> Jess Dixon의 Automobile(좌)과 Moulton Talyor의 Aerocar(우)<sup>[2]</sup>



<그림 3> PAL-V의 Liverty<sup>[3]</sup>



게 판매가 가능하다. Liverty<그림 3>는 2인용으로 100마력 자동차용 엔진과 200마력 프로펠러 구동 이중 엔진을 장착했으며, 무게는 664kg이다. 연료는 최근의 유럽연합의 환경 규격에 맞는 Euro95/98, E10을 사용한다. 도로주행 최고속도는 160km/h으로 정속 주행거리는 1,315km이다. 경제 비행 속도는 140km/h, 최고속도는 180km/h, 최고 비행고도는 3,500km, 비행거리는 400~500km이다.

하지만 개인이 Liverty를 운전하기 위해서는 1,200개 이상의 운전/비행 항목에 대한 테스트를 통과해야 하며, 150시간 이상의 비행 조종 시간을 수료해야 비행 자격증이 발급이 된다. 또한 Liverty와 같은 PAV를 운용하기 위해서는 이착륙을 위한 공간이나 정비, 통제 시스템 등의 기반 시설이 요구되며, 이를 위해 도입된 개념이 UAM(urban air mobility)이다.

## 2. UAM이란?

미연방항공국(FAA, Federal Aviation Administration)에서 정의하는 UAM은 고도로 자동화된 항공기를 사용하는 안전하고 효율적인 항공교통시스템으로 승객, 짐 등을 도시나 도시 외곽의 낮은 고도에서 운행 가능해야 한다고 정의하고 있다<sup>[4]</sup>. UAM은 안전하고 진보된 항공기와 운행에 필요한 인프라 시설, 항로에 접근이 용이해야 하며, 이는 지역사회 간의 증진을 가져올 것으로 전망하고 있다. UAM은 에코시스템(EcoSystem)을 모토로 하며 기존의 헬리콥터 착륙장과 헬리콥터의 항로와 ATC(Air Traffic Control)를 사용한다. 이런 UAM의 정의와 모토에 따라 PAV의 형태는 소음과 공해 저감을 위해 전기 동력 시스템을 사용하는 수직이착륙(eVTOL electric Vertical Takeoff and Landing) 항공기를 주류로 하고 있으며, 이를 위한 수직이착륙 시설이 필요하다. FAA는 eVTOL의 수직이착륙 시

설을 위한 기준서인 Engineering Brief(EB) 105를 제시하고 있으며, 수직이착륙 시설의 기본 규격과 시스템 디자인의 규격을 제시하고 있다<sup>[5]</sup>. 본고에서는 UAM의 핵심인 eVTOL 기체의 최신 동향과 eVTOL의 이착륙장 인프라 설비에 대해 서술하고자 한다.

### 3. PAV의 최신 개발 동향

EASA(유럽항공안전청)는 2022년에 세계 최초로 “감항성, 항공 운용성, 조종사 면허, 항공 규칙”을 포함한 도시형 에어 택시의 광범위한 규격 안을 발표하였다<sup>[6]</sup>. 이는 PAV의 운용과 규정과 관련하여 아직 여러가지 수정되어야 할 문항들이 있지만 eVTOL의 실용 가능성을 시사하고 있다. EASA가 제안한 eVTOL의 기본 틀은 소형, 배터리 기반의 항공기로 9인승까지 탑승 가능하고 최대 이륙 하중은 3,175kg이다. 그리고 일반적으로 eVTOL은 자동 항법 비행(무인 자율 비행)이 가능해야 한다. 현재 독일 기업인 Lilium과 Volocopter가 EASA가 규정한 규격에 맞는 eVTOL을 개발하고 있다<sup>[6]</sup>. Lilium은 6인승 Lilium Jet<그림 4>으로 비행 거리는 40~200km, 비행속도는 최대 300km/h까지 가능하다. 이륙하중은 3,175kg으로 EASA가 제안하는 최대이륙하중을 만족한다. 현재 스페인에서 시험 비행이 이루어지고 있으며, 2025년에

<그림 4> 스페인에서 비행 시험중인 Lilium Jet 시제기<sup>[6]</sup>



서비스를 개시할 예정이다. Volocopter가 개발 중인 VoloCity는 2인승 에어 택시로 2024년 파리 올림픽 때 선보일 예정이다.

Airbus는 최근에 CityAirbus NextGen을 선보인 바가 있다<sup>[7]</sup>. NextGen은 <그림 5>와 같이 8개의 전기 모터 프로펠러로 구동되며 V형태의 꼬리 날개와 고정익을 가진다. 지구 온난화가스 배출 제로를 실현했으며, 4명의 승객이 탑승 가능하다. 특히 Airbus는 소음 부분에 대해 더 신경을 썼으며 비행 시에는 64 dB, 착륙시에는 70 dB의 소음이 발생하도록 소음을 저감시켰다(헬리콥터 이착륙시 소음 90~100 dB). 비행거리는 약 80km, 비행속도는 120km/h까지 가능하다. CityAirbus NextGen은 2023년에 시제기 비행을 목표로 하고 있으며 2025년에 인증 받을 것으로 예상하고 있다.

eVTOL 분야에서 가장 먼저 실용화에 성공한 모델은 중국 기업인 EHang의 EH216이다<sup>[8]</sup>. EH216은 2인용 자동비행 eVTOL이며, 16개의 전기 모터가 구동된다. 최대 비행속도는 130km/h, 비행고도는 3km, 비행거리는 35km이다. 2017년에 첫 비행 시험이 성공하였다. 2022년 인도네시아 발리의 국제 모터쇼에서 EH216이 소개되었으며, 인도네시아 항공 기업인 Prestige Aviation이 EH216에 대해 약 100대 분의 선계약을 진행하였

<그림 5> 스CityAirbus NextGen<sup>[7]</sup>



<그림 6> EHang의 EH216<sup>[8]</sup>



<그림 7> Archer Aviation의 MAKER<sup>[9]</sup>



다. 2021년에 이미 5분 동안의 데모 비행을 통해 EH216의 시현 비행이 있었으며 EH216 1대를 구매했다고 한다. 인도네시아는 약 17,000개 이상의 섬으로 이루어져 있기에 eVTOL을 기반으로 하는 PAV에 대한 필요성이 높으며 내수 시장과 지역 발전을 위해 필요한 것으로 생각된다.

미국의 스타업 기업인 Archer Aviation은 12개의 전기 로터가 고정익에 고정되어 있는 방식의 eVTOL인 MAKER를 선보였다<sup>[9]</sup>. MAKER는 5인승 eVTOL로 12개의 로터 중에서 6개는 양력, 순항을 위한 틸팅형, 호버링(공중 정지 비행)과 이착륙과 순항 비행 전환용 6개 고정식 로터로 구성되어 있다. MAKER의 순항속도는 240km/h, 75kwh 배터리 팩을 사용하여 97 km 비행이 가능하다. MAKER는 승객의 하차와 승차 10분 동안 급속 충전을 하고 이륙하여 약 9분간 비행이 가능

하도록 구성되어 있다. 이는 이후에 언급할 도시 지역의 주차장 건물에서 운용하기 위한 방식 때문이다.

국내 자동차 기업인 현대자동차는 eVTOL S-A1 모델을 선보인 바 있다. 2022년에 ‘무인항공기 비행’과 ‘이륙, 착륙 장소 외에서의 이륙, 착륙, 최저 비행고도 아래에서의 비행’ 허가를 받았으며, 이는 현대자동차에서 개발 중인 S-A1의 비행제어 기술 검증용이다<sup>[10]</sup>. 자동 조종으로 일정한 고도를 유지하는 호버링이 가능해야 하고 로터 고장 발생 시 다른 정상 로터로 안전 비행을 할 수 있는지 검증하는 과정이다. 현대자동차의 UAM 서비스 상용화 시점은 2028년이며, ‘K-UAM 그랜드 챌린지’ 사업의 도심 실증도 2024년부터 시작될 예정이다. S-A1은 개념 설계 단계의 기체 모델로 아직 실제 비행 가능 모델은 선보이지 않았으며, FAA, EASA의 인증을 거친 후에 2세대 기체에서부터 국내 업체와의 협업 생산을 통해 국산화율을 높이고 있다.

### 4. UAM 구성 개념

UAM은 교통 허브의 연계와 복잡한 도심 교통의 대안으로 제안되고 있기 때문에 일반적으로 UAM 착륙장은 도시나 도시 근처로 제한이 된다. 이

<그림 8> 현대자동차의 S-A1<sup>[10]</sup>



런 이유로 인해 협소한 도시 내부의 공간과 높은 토지 비용을 고려할 때 현재의 활주로와 같은 넓은 공간을 사용할 수 없으며, UAM에 특화된 공간 활용성과 접근성, 사용성 등이 요구된다. 이에 UAM 착륙장은 크게 Vertihubs, Vertiports, Vertistations 3가지 형태가 제안되고 있다<sup>[11]</sup>. Vertihub는 도시나 도시 근교에 설치 가능한 가장 큰 이착륙 설비로 UAM 지상 인프라에서 가장 큰 부분을 차지하는 핵심 시설이다<sup>[11]</sup>. Vertihub는 승객과 화물 등의 승하차 역할을 하며 해당 지역의 중심 기지 역할을 한다. Vertihub는 eVTOL의 유지, 보수, 점검, 충전 등의 유지관리 역할과 스텝, 비행사, 서비스 엔지니어들의 훈련과 휴식 공간이기도 하다. Vertiports는 도시 중심지의 고층 건물의 헬리콥터 이착륙장과 유사한 형태로 중간급 규모의

UAM 이착륙장이다<sup>[11]</sup>. 주로 쇼핑몰, 기업 사무실 밀집지역, 기차나 지하철과 같은 교통 요충지에 설치 가능한 착륙장으로 다수의 eVTOL을 수용가능해야 하며 빠른 충전 설비가 필요하다. 또한 최소한의 유지 보수 설비와 교통 요충지에 따른 기본적인 보안 시스템이 있어 혹시 모를 테러나 사고에 대해서 승객과 착륙장의 안전이 보장되어야 한다. Vertistations은 UAM 이착륙장 중에서 가장 작은 규모로 이착륙 패드 한 두개로 구성되어 있다<sup>[11]</sup>. 따라서 기존의 헬리콥터 이착륙장 이용이 가능하며 공간적인 측면에서 적은 비용으로 쉽게 설치가능하다. 주요 충전 및 주차 설비는 필요하지 않으며, 날씨 모니터링, 대기실, 보안 검사실, 고객센터 등이 필요하며 승객과 화물의 배송 서비스를 기존 교통 인프라와 연계하여 도시 주변으로의 확

〈그림 9〉 UAM의 주요 이착륙 설비 형태<sup>[11]</sup>



〈그림 10〉 Urban-Air port의 vertiport와 S-A1 시현<sup>[12]</sup>



장을 위한 중간 이착륙장으로 생각하면 된다. 앞서 설명한 3가지 형태의 UAM 이착륙 장치 조합은 〈그림 9〉와 같다. Vertihub는 eVTOL의 집결지가 되어 eVTOL의 유지보수와 직원들이 근무하는 중앙 관리 시설 역할을 하며, Vertiport는 대도시 지역의 인구밀집 지역이나 교통 허브와 연계하는 역할을 할 것이다. 이에 이 두 지역으로는 충전을 위한 전력 공급이 이루어 지고, Vertistation은 도시 주변 지역의 중간 이착륙장 역할을 하여 UAM의 기본 인프라가 구축될 것이다. 그리고 eVTOL의 원활하고 안전한 운용을 위해 기상/

GPS 위성, 5G통신 시스템이 UAM 인프라와 기본적으로 잘 조합되어야 한다.

## 5. UAM 최근 동향

영국 런던에 있는 Urban-AirPort 기업은 현재 현대자동차의 업무 파트너로 eVTOL의 Vertiport 기본 모델을 올해(2022년) 선보였다<sup>[12]</sup>. Urban-air Port의 Vertiport는 eVTOL의 이착륙장과 드론의 이착륙장을 동시에 운용하며, 이착륙장 아래에 이용 고객의 대기실과 운용 사무실, 보안 체크실 등으로 구성되어 있다. 드론 이착륙장은 화물을 운송하는 드론을 위한 곳이다. 〈그림 10〉의 vertiport에는 현대자동차가 미국 자회사 Supernal사와 개발 중인 S-A1 eVTOL 에어 택시가 착륙해 있다. S-A1 eVTOL은 2024년에 미국 항공인증을 준비하고 있으며, Urban-Air Port도 이에 맞추어 지상 이착륙 설비 인프라를 준비 중이다. Urban-Air port는 미국, 대한민국, 프랑스, 독일 등 65개의 주요 세계 도시에 약 200개의 Vertiports를 구축하려고 계획 중이다.

〈그림 11〉 Archer Aviation과 Reef 기업의 주차장 건물 이착륙장<sup>[13]</sup>



미국의 스타업 기업인 Archer Aviation은 미국 최대 주차 설비 기업인 Reef와 함께 주차장 꼭대기에 eVTOL 이착륙장을 만드는 안을 고려하고 있다<sup>[13]</sup>. MAKER 시제기의 비행시험을 추진하고 있으며, United Airlines와 약 200대의 기체 계약이 진행 중이다<sup>[6]</sup>. eVTOL 이착륙 설비를 새로 만드는 것이 아닌 도심 곳곳에 있는 주차장 건물을 활용하는 방법으로, eVTOL과 주차건물에 주차된 자동차의 카셰어링 시스템을 결합한 방식이다. 로스앤젤레스와 마이애미에서 2024년부터 이같은 시스템을 계획 중이다<sup>[13,14]</sup>.

## 6. 맺음말

PAV는 소규모 기업들의 신기술로 개발이 진행되어 오던 분야였다. 하지만 최근에 드론 시장이 커지면서 이와 관련된 배터리기술, 제어기술, 자율주행 등의 기술개발 속도가 빨라지면서 PAV, UAM에 대한 개발도 가속화되고 있다. 이미 eVTOL을 기반으로 한 PAV는 자율주행뿐만 아니라 기술수준도 안정적이다. 미국의 FAA와 유럽의 EASA에서 UAM과 PAV에 대한 일반적인 규격이 나오면서 전 세계적으로 실현성이 더 가까이 다가오고 있다. 이와 같은 발전이 가속화되는 이유는 전기모터를 기본으로 하는 운송수단인 eVTOL을 통해 온실가스 발생 제로화(신재생에너지)를 추구하며, UAM을 통해 기존의 지상 밀집의 교통 체계를 완화시킬 수 있기 때문이다. 또한 섬 및 산간 지역과 같이 교통 차별을 겪던 지역도 eVTOL과 UAM을 통해 경제, 문화적으로 이어지는 역할을 하게 되기 때문이다. 이에 따라 UAM 시스템과 eVTOL의 기술 발전과 함께 비행 안전과 지속적인 성장을 위한 기반 시설/인프라에 대한 확장도 필요하다.

국내에서는 현대자동차, 한화시스템 등 국내 대기업과 연구기관들이 UAM 구축을 주도적으로 하면서 UAM과 PAV에 대한 연구개발이 활발히 진행되고 있지만, 언급했던 유럽과 미국 기업들은 대부분 스타트업 기업들인 것에 비해 UAM에 참여하고 있는 국내 스타트업 업체가 적다는 것은 아쉬운 부분이다. 하지만 정부 주도의 ‘한국형 도심항공교통 그랜드 챌린지’ 사업에 현대자동차, 인천국제공항사, KT, 대한항공 등으로 구성된 ‘UAM 팀 코리아’, SK텔레콤 컨소시엄, 롯데 UAM 컨소시엄, LG유플러스 컨소시엄 등 다양한 기업들이 관심을 보이고 있다는 것은 긍정적인 요소이다. UAM과 PAV는 미래 먹거리로 이와 관련된 분야의 시장은 더 크게 확대될 것이다. 

## 참고 문헌

1. [https://en.wikipedia.org/wiki/Curtiss\\_Autoplane](https://en.wikipedia.org/wiki/Curtiss_Autoplane)
2. [https://en.wikipedia.org/wiki/Flying\\_car](https://en.wikipedia.org/wiki/Flying_car)
3. <https://www.pal-v.com/en/>
4. [https://www.faa.gov/uas/advanced\\_operations/urban\\_air\\_mobility](https://www.faa.gov/uas/advanced_operations/urban_air_mobility)
5. [https://www.faa.gov/airports/engineering/engineering\\_briefs/drafts/](https://www.faa.gov/airports/engineering/engineering_briefs/drafts/)
6. <https://www.flyingmag.com/proposed-air-taxi-regulations-reveal-possible-future-of-evtol/>
7. <https://www.aviationtoday.com/2021/09/22/airbus-unveils-new-evtol-aircraft/>
8. <https://mundogeo.com/en/2022/04/19/ehang-receives-pre-order-for-100-units-of-eh216-autonomous-evtol/>
9. <https://www.archer.com/>
10. <https://www.etnews.com/20220401000197>
11. <https://www2.deloitte.com/>
12. <https://dronedj.com/2022/04/26/urban-air-port-opens-first-functional-evtol-vertiport-for-delivery-drones-and-flying-taxis/>
13. <https://www.flyingmag.com/archer-evtol-city-landing-site-deal/>
14. <https://interactive.aviationtoday.com/avionicsmagazine/february-march-2021/10-evtol-development-programs-to-watch-in-2021/>