

# 헬리포트를 활용한 버티포트 충전시설 고려사항

백정훈\*, 이상섭\*, 김은영\*, 부윤섭\*, 염태준\*

\*한국건설기술연구원

e-mail:chbaek@kict.re.kr

## Considerations for Vertiport Charging Facility Utilizing Heliports

Cheong-Hoon Baik(corresponding author)\*, Sang-Sup Lee\*, Eun-Young Kim\*,

Yoon-Seob Boo\*, Eun-Young Kim\*, Tae Jun Yeom\*

\*Modular Construction Research Cluster, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

### 요약

극심한 도심 교통문제를 해결하기 위한 수단으로 UAM의 필요성이 증가하고 있으나, 버티포트 인프라에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 본 연구는 버티포트 인프라, 특히 헬리포트를 활용한 버티포트의 충전시설 설치에 있어서 고려사항에 대하여 고찰하였다.

먼저 국외의 버티포트 충전 인프라 기준을 고찰한 후, 충전시설의 요구사항에 대하여 분석하였다. 최종적으로 충전시스템과 건축적 요소로 구분하여 헬리포트를 활용한 버티포트 충전시설의 고려사항을 제시하였다.

### 1. 서론

도시 인구가 증가하고 교통 혼잡이 악화됨에 따라 이러한 문제를 극복하고 더 빠른 지점 간 이동을 제공할 수 있는 교통수단에 대한 필요성이 증가되고 있다. UAM은 영공 및 수직 이착륙(VTOL, vertical takeoff and landing) 기능을 활용하여 새로운 운송서비스를 제공할 수 있다. 이에 정부는 친환경·저소음 3차원 교통수단인 도심항공교통의 2025년 상용 서비스 개시를 목표로 ‘한국형 도심항공교통(K-UAM) 로드맵을 발표하였다(관계부처 협동, 2020). 도시 지상교통의 해결수단으로 부상한 UAM은 다양한 분야가 연관된 산업으로 거대시장을 형성할 것으로 기대된다. 특히 서울은 도심항공교통의 실현 가능한 유망 도시 중 헬리포트(1위), 인구밀집도(5위), 소득수준(4위) 등 높은 수준의 경쟁력이 있다고 평가받고 있다(NEXA, 2018). 전기차의 보급과 함께 기존 주차장이 전기차 충전소로 변화하는 것처럼, 헬리포트를 버티포트로 전환하는 수요가 증가할 것으로 예상된다. UAM 기술 및 시장을 선점하기 위해서 대기업 위주의 하드웨어 기술개발 완료, 1단계 실증 완료(전남 고흥), 법체제 정비 등 발빠른 움직임을 보이고 있다. 그러나 소비자의 접근성과 편의성을 고취하는 UAM 인프라, 특히 충전시설에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 이에 본 연구는 버티포트의 충전시설 개발에 있어서 고려사항에 대하여 고찰하고자 한다.

### 2. 버티포트 충전 인프라 기준 고찰

미국(FAA)과 유럽(EASA)은 우선 기체 기술기준에 관한 기준을 마련하고, 일부 기체 인증을 진행 중에 있다. FAA(2022)는 기존 기술기준 중 버티포트와 관련된 부분을 발췌·취합하여 구성하였다. EASA(2022)는 버티포트 데이터, 물리적 특성, 장애물 환경, 시각 자료 등 버티포트 프로토타입의 기술사항을 제시하였다. 국내에서는 2021년 한국형 도심항공교통(K-UAM) 운용개념서 1.0을 발표하고 단계별 K-UAM 운용 형태, 이해관계자의 역할과 책임, 운항 시나리오 등을 제시하고 있으나 구체적인 버티포트의 기준에 대해서는 제정되지 않은 상태이다.

FAA(2022)에서 버티포트의 충전시설에 관한 기준을 제시하고 있으므로 본고에서는 그 내용을 일부 요약하고자 한다.

경량의 eVTOL은 전기자동차의 충전 표준(최대 350kW)과 상당부분 일치하지만, 고용량 배터리 및 새로운 시스템의 작동 특성을 충족시키기 위해 고정 충전장비, 모바일 충전시스템, 고정 배터리 저장소, 케이블 및 배터리 냉각, 배터리 교체 등이 필요하다고 지적하고 있다. 충전시설과 관련한 가이드라인은 화재 및 안전고려 사항, 산업안전보건관리 사항, 전력품질 고려사항, UL인증 고려사항, 차량-기반시설 고려사항으로 구성되어 있다. 충전시스템은 전기자동차 충전과 관련된 장비 및 장치의 설치에 관한 기준을 차용하고 있으며, 에너지저장시스

템(ESS)은 3.6MJ 이상의 용량을 갖는 ESS에 적용되는 NFPA 70, Article 706을 적용하고 있다. 또한 ESS를 포함한 고정식 에너지 저장시스템의 설계, 설치 및 유지관리도 NFPA의 표준을 따르고 있다.

### 3. 버티포트 충전시설 요구사항

#### 3.1 UAM 터미널

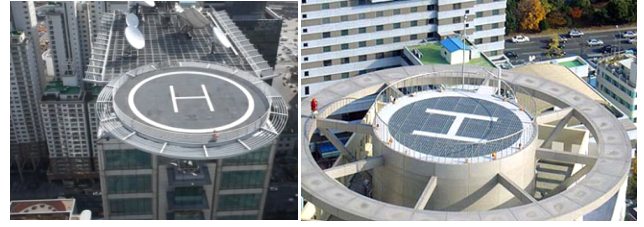
UAM 터미널은 규모에 따라서 표1과 같이 버티허브, 버티포트, 버티스탑으로 구분할 수 있다(AIC, 2021).

[표 1] 버티포트 유형

구분	버티허브	버티포트	버티스탑
개념	허브공항개념	지역 터미널 개념	버스정류장 개념
규모	다수의 이착륙장	두 개 이상의 이착륙장	한 개의 이착륙장
시설	정비·충전·소방·의료 등 필요한 모든 서비스 시설	정비·충전시설 등	최소 시설만 보유
위치	대규모 공터가 있는 도시 외곽/경계지역, 주요 공항	도심 및 주변부, 중소도시(RAM)	건물 옥상, 도심 외곽 등
연계교통	다양한 연계교통	다양한 연계교통	연계교통 제한
비정상 상황	대체 버티포트로 활용 가능	대체 버티포트로 활용 가능	비상시 임시 착륙장

김민지 외(2023)는 버티포트의 사례를 고찰한 결과 입지유형을 신규개발, 기반시설복합, 기존건물 활용 등 3가지로 분류하였다. 기존에도 교통문제를 해결하기 위해서 한강헬기, 수상택시, 경전철 등 신교통수단을 추진하였으나 접근성 및 연계교통 부족으로 예상 대비 수요가 저조하여 활성화되지 못하였다(관계부처 협동, 2020). UAM의 이착륙 공간은 이동수요의 출발과 도착지가 되기 때문에 교통수요가 몰리는 최적의 장소에 입지해야 한다. 따라서 도심지 내의 UAM 접근성을 극대화하기 위해서는 기반시설복합 또는 기존건물을 활용하는 방안을 적극 강구해야 한다. 특히 건축물의 헬리포트는 인구밀집 지역에서 공간을 효율적으로 활용할 수 있으며, 사용자의 접근성을 극대화할 수 있다는 장점이 있다.

다만, 기존건축물의 헬리포트는 비상시를 대비하여 설치한 것으로 국내 대부분의 헬리포트는 옥상에서 계단을 통하여 헬기 착륙대까지 올라가야 해서 다수 이용자의 접근이 용이하지 않은 문제가 있다. 또한 그림 1과 같이 옥상 대부분을 착륙대가 차지하여 승객의 대기공간이나 충전시스템을 설치할 공간이 충분하지 않은 경우가 상당하므로 버티포트의 대상 건축물을 선정할 때 이러한 점을 충분히 고려해야 한다.



[그림 1] 기존 건축물의 헬리포트

#### 3.2 전기자동차와 eVTOL 충전의 차이점

버티포트의 충전시스템은 자동차처럼 충전기까지 바로 주행하기 어려운 경우가 발생할 수 있으므로 고정형 충전시스템 외에 모바일 충전시스템의 구비가 필요하다. 또한 항공기의 날개 높이를 고려해야 하기 때문에 충전시스템의 높이를 항공기 날개 미만으로 제한하거나 충분한 케이블 길이를 확보해야 한다.

많은 전력에 대응하기 위해서 충전 케이블이 전기자동차에 비해 더 두껍고 길고 무겁기 때문에 이에 대해서도 충분한 고려를 해야 한다.

전기자동차와는 달리 버티포트 충전시스템은 MW를 위한 통합 냉각시스템, 현장에 대한 고전압, (그리드 및 현장 자체생산 모두 포함한) 전력 공급능력에 대한 면밀한 검토도 필요하다. 버티포트의 전력망 연결은 제한적인 경우가 많기 때문에 피크 전력을 보완하고 비상시에 대응하기 위해서 ESS를 추가적으로 고려할 필요가 있다.

eVTOL(electric vertical takeoff and landing, 전기 수직이착륙 항공기)은 무게가 주요 고려사항이므로 기체에 충전 컨트롤러를 탑재하지 않는다. 즉, DC 고속충전만 제공하기 때문에 eVTOL 충전기에는 3상 전원 콘센트에서 충전기 배터리 저장소로 전력을 전송할 수 있도록 AC-DC 충전블록이 반드시 포함되어야 한다.

#### 3.3 버티포트 충전인프라

현재 개발 중인 eVTOL은 최대 350kW까지 충전할 수 있는 것으로 추정되지만, 향후 기술발전 등을 고려해서 충전인프라 설치에는 500~600kW급 충전기까지 고려할 필요가 있다.

NREL(2021)는 eVTOL(electric vertical takeoff and landing, 전기 수직이착륙 항공기)를 위해서는 820kWh 배터리가 포함될 수 있으며, 30분 이내의 재충전을 위해서는 메가와트 수준의 충전시스템이 요구된다고 밝히고 있다. 이러한 사항을 구현하기 위해서는 케이블, 배터리 냉각 및 항공 전자공학용 전자기 차폐가 필요하다.

NIA(2019)는 기존 건축물의 옥상을 활용한 버티포트 충전인프라에 대하여 다음과 같은 요구사항을 분석하고 있다

(여기서 수치는 단일 충전소 설치의 경우).

- 전력회사의 고압전력이 건물 내로 공급되어야 하며, 새로운 전기공급은 지하로 건물 안으로 연결됨. 새로운 배전반 구역을 위한 공간 필요.
- 새로운 도관은 각 층과 지붕에 코어 개구부가 필요
- 지붕을 관통하는 도관에 방수 0.밀봉
- 충전시스템은 철근보강이 된 공간이 필요
- 600kW/480V/800A eVTOL 충전소
- 새로운 1200A 배전반을 옥상에 설치
  - 100% 정격 1200A 주 차단기
  - 80% 정격 1000A 3P 분기 차단기
  - 80% 정격 125A 3P 강압 변압기, 내부 변압기 공급
  - 75kVA 480-120/208V 3P 강압 변압기, 내부
  - 225A 120/208V 분전반
- 새로운 강판 지붕을 가진 새 충전기 설치. 각 충전기의 무게는 약 5,443kg.

최대 500kW의 충전 시스템은 고전력 DC 충전을 위해 업계에서 일반적으로 사용되는 일반적인 수냉식 CCS Type 1 커넥터를 활용 할 수 있으며, 500kW 이상의 시스템은 일반적으로 SAE J3105 표준 또는 기타 독점 커넥터의 연결 방법을 활용한다(NIA, 2019).

eVTOL의 고전력 충전 과정에서 충전시스템 및 배터리 구성요소는 고전압이 이동하는 경로를 따라 저항 지점(접속 인터페이스 및 케이블 중단)에서 고온이 발생하기 때문에 열관리가 필요하며, 이 과정에서 냉각을 제공하면 충전 및 방전속도를 관리하는데 도움이 된다.

표2와 표3에 UAM 선도기업의 충전시스템의 사양을 나타낸다.

[표 2] Liliium 충전시스템 요구사항

구성	요구사항
전력망	인버터 캐비닛 당 최대 1MW 공급
변압기	~20kV 하향 변환
	필요한 변압기 크기는 연결된 부하 1MW 당 1MVA 전압 제어방식 선호. 전압변동을 제어해야 하는 경우, 자동 변압기를 추가할 수 있음.
AC-DC 변환기	800~900V 출력 전압
충전박스	전압, 전력을 유지하고, 부하관리를 보장할 것 ~1200A@~900V를 처리할 수 있어야 함.
플러그	조종사 또는 지상 스테프가 작동
	전력과 전류를 처리해야 함. 핸들과 케이블은 수냉식이어야 함.

[표 3] BETA 충전시스템 요구사항

구성	요구사항
AC 전압 연결	480VAC, 3상, 60Hz
AC 그리드 전류	420 Amps
연속 전력	320kVA
배터리 충전 범위	최대 1,000Vdc

연속 충전 전류	350암페어
부스트 충전 전류	500암페어
충전 프로토콜	CCS와 CHAdeMO

#### 4. 결론: 버티포트 충전시설 고려사항

헬리포트를 활용한 버티포트의 충전시설은 충전시스템과 건축적 요소로 고려사항을 구분할 수 있다.

먼저 충전시스템의 고려사항은 다음과 같다.

- eVTOL 1대당 충전 용량은 500~600kW급 고려
- 1200A 배전반
- 케이블 및 배터리의 냉각 필요
- 화재 및 안전에 관한 사항, 전력품질에 관한 사항 등 안전기준(FAA 버티포트 충전시설기준 참고)
- 500kW 미만은 수냉식 CCS Type 1 커넥터, 500kW 이상은 SAE J3105 표준 커넥터 활용
- 고정형 충전시스템 외에 모바일 충전시스템 구비
- AC-DC 충전블록 필요
- 피크전력 보완하고 비상시 대응하기 위해 ESS 추가 고려

다음으로 건축적 고려사항은 다음과 같다.

- 헬리포트는 승객의 대기 공간, 동선, 충전시스템 설치 공간 등을 고려하여 선정
- 전력회사의 고압전력 공급은 지하로 건물 안으로 연결하며, 배전반은 옥상 헬리포트 착륙장 밑쪽에 설치
- 지하에서 옥상의 버티포트 충전시스템까지 도관 설치를 위한 공간(PIT) 검토
- ESS 무게는 충전 용량에 따라 2.0~7.0kgf 정도 예상되므로 옥상에 설치 시 충분한 보강이 필요하며, 공간 및 보강비용 등을 고려하여 지하실에 설치하는 것도 검토

지금까지 기존 건축물의 헬리포트를 활용한 버티포트의 충전시설의 설치에 있어서 고려사항에 관하여 논하였으나 세부적인 기준설정 등 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다. 또한 K-UAM의 상용화에서 나아가 활성화를 위해서는 기존 건축물을 활용한 버티포트의 설치 가이드라인의 정립이 우선적으로 선행되어야 할 것이다.

#### 감사의 글

이 연구는 2024년도 중소기업청의 중소기업기술혁신개발사업 “에너지맵 기반 수요반응형 모듈러 버티포트 기술 개발” 연구비 지원에 의한 결과의 일부임. 과제번호: 20230712-001

참고문헌

- [1] 관계부처협동, 도시의 하늘을 여는 한국형 도심항공교통 (K-UAM) 로드맵, 2020.05
- [2] 김민지, 박세연, 김동규, “UAM 버티포트 입지유형 사례 연구를 통한 입지선정요인 고찰”, 대한건축학회 춘계학술발표논문집, 제43권 제1호, pp.1094-1097, 2023
- [3] AIC, 한국형 도심항공 모빌리티(UAM)의 운용 개념 및 전망, 세상을 바꾸는 모빌리티 혁명('21.10.28) 포럼 기조연설, 2021.
- [4] EASA(European Union Aviation Safety Agency), Prototype Technical Specifications for the Design of VFR Vertiports for Operation with Manned VTOL-Capable Aircraft Certified in the Enhanced Category, 2022
- [5] FAA(Federal Aviation Administration), Vertiport Design, Engineering Brief No. 105, 2022
- [6] NEXA, Urban Air Mobility: Economics and Global Markets, NEXA Advisors and the Vertical Flight Society, 2018
- [7] NIA(National Institute of Aerospace), eVTOL Electrical Infrastructure Study for UAM Aircraft, Black & Veatch, 2019
- [8] NREL(National Renewable Energy Laboratory), Electrification of Aircraft: Challenges, Barriers, and Potential Impacts, October 2021, pp. 20