

도심항공교통 옥상버티포트 설치를 위한 건축물 선정기준 연구

A Study on Building Selection Criteria for
Urban Air Mobility's Rooftop Vertiport

남성우 Nam, Seongwoo
조상규 Cho, Sangkyu
권오규 Kwon, Okyu
오민정 Oh, Minjung

(auri

일반연구보고서 2024-13

도심항공교통 옥상버티포트 설치를 위한 건축물 선정기준 연구

A Study on Building Selection Criteria for
Urban Air Mobility's Rooftop Vertiport

지은이	남성우, 조상규, 권오규, 오민정
펴낸곳	건축공간연구원
출판등록	제2015-41호 (등록일 '08. 02. 18.)
인쇄	2024년 12월 27일, 발행: 2024년 12월 31일
주소	세종특별자치시 가림로 143, 8층
전화	044-417-9600
팩스	044-417-9608

<http://www.auri.re.kr>

가격: 10,000원, ISBN: 979-11-5659-502-1

이 연구보고서의 내용은 건축공간연구원의 자체 연구물로서
정부의 정책이나 견해와 다를 수 있습니다.

| 연구책임

남성우 부연구위원

| 연구진

조상규 선임연구위원

권오규 부연구위원

오민정 연구원

| 연구조사원

구한민 연구조사원

이예진 연구조사원

전소영 연구조사원

권영우 연구조사원

| 연구심의위원

염철호 부원장

김영현 건축정책본부·건축공간법제연구단장

유광흠 선임연구위원

김이탁 전문위원

김성아 성균관대학교 건축학과 교수

이상호 한밭대학교 도시공학과 교수

| 연구자문위원

구기운 한화 건설부문 과장

김규완 현대자동차 책임매니저

김민기 국토교통과학기술진흥원 수석연구원

김영철 KAIST 건설환경공학과 교수

김우식 연세대학교 박사수료

김현구 현대엘리베이터 팀장

박혜성 현대건설 책임연구원

백승한 한국교통연구원 부연구위원

윤서연 서울연구원 연구위원

이기홍 한화 건설부문 대리

이재욱 가천대학교 건축학과 교수

임현구 한국토지주택공사 차장

전용민 항공우주연구원 연구위원

전종진 루다시스 연구소장

정성인 카크랩 대표

정성훈 간삼건축 상무

조정우 한국교통연구원 부연구위원

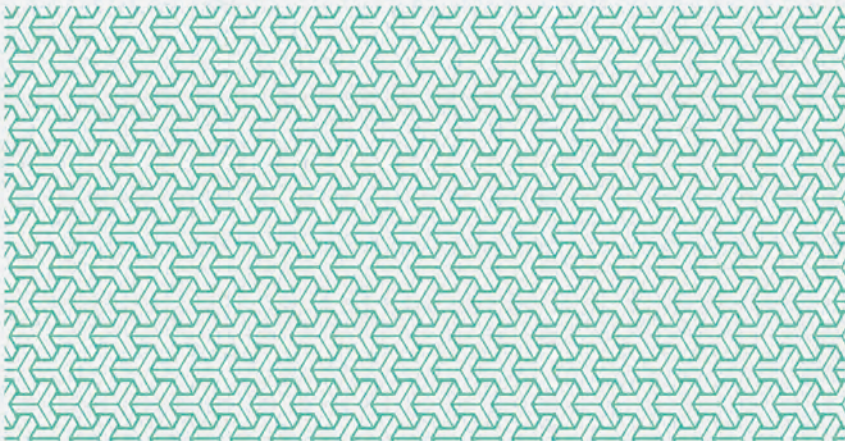
추미진 연세대학교 박사수료

하상훈 선기획건축사사무소 대표

홍상연 서울연구원 연구위원

홍유정 연세대학교 박사수료

연구요약



1. 서론

연구 배경 및 목적

UAM 상용화 서비스의 핵심 구성요소는 기체(eVTOL)와 이착륙시설(버티포트)이다. eVTOL은 항공안전 인증을 통해 상용화 준비가 상당히 진전된 반면, 버티포트는 설계 기준과 유형이 명확히 정립되지 않은 상태이다. 버티포트는 설치 위치와 형태에 따라 UAM의 기능과 노선 확장이 결정되며, 이를 확보하는 것이 상용화 성공의 필수 조건이다.

반면, 서울과 같은 고밀도 도심에서 버티포트 설치를 위한 개활지 확보는 어렵다. 따라서, 도심 내 공공시설, 교통환승역세권, 응급의료시설 등과 밀접하게 위치하는 건축물이 우선 검토 대상이 되어야 한다.

이에 본 연구는 UAM 상용화에 대비하여 옥상버티포트¹⁾ 설치가 가능한 기존 건축물의 선정 기준을 제시하는 것을 목적으로 한다.

연구 범위

본 연구는 도심항공교통(UAM)의 확산과 상용화를 위한 핵심 인프라인 옥상 버티포트 설치 가능 건축물의 선정 기준을 제시하는 데 초점을 맞춘다. 연구에서는 제시된 선정 기준의 적용 가능성을 검토하고, 이를 기반으로 대표적 도심 지역에서 적합한 건축물을 도출한다.

본 연구의 공간적 범위는 서울특별시 강남구로 한정된다. 강남구는 비행 금지·제한 구역과 광역철도역, 중심상업지역을 포함하여 다양한 시나리오에 따른 건축물 선정이 가능하다. 또한, UAM 그랜드챌린지 2단계 실증사업의 탄천 구간을 포함하고 있어 선정 기준의 적용 가능성을 검증하기에 적합하다.

연구 방법

본 연구에서는 UAM 도심 수용성 및 버티포트 입지 선정 관련 요소들을 체계적으로 정리하기 위해 문헌 및 사례를 분석하였고, 도출된 선정 요소를 전문가 의견을 바탕으로 구체화하고 서비스별 기준의 우선순위를 정하기 위해 총 4차에 걸쳐 전문가 자문단을 운영하였다.

이에 따라 마련된 선정기준과 평가지표에 대한 검증을 위해 Q-GIS를 활용하여

1) 「도심항공교통 활용 촉진 및 지원에 관한 법률 시행령」 [별표3] 버티포트의 구분 1. 이륙·착륙 구역에 따른 구분의 나.

강남구 내 총 19,723개 건축물에 대한 공간정보를 구축하고 분석을 실시하였다. 분석의 효율성을 위해 통근·비즈니스 서비스 유형을 대표로 하여 건축물 선정 기준 평가를 수행하였다. 데이터 확보가 어려운 일부 기준(주차장 확보, 전력공급, 기상조건 등)은 분석에서 제외하였다.

2. 기준 선정을 위한 요소 도출

문헌 및 사례 고찰

도심 공중교통수단으로 헬리콥터가 논의되었던 과거와 달리, 기술 발전으로 등장한 UAM은 도시교통망의 대안이자 국가 전략 산업으로 자리 잡았다. UAM 활성화를 위해 도심 내 이착륙 인프라가 필수적이며, 특히 접근성을 고려한 위치 선정이 중요하다.

이에, 도심의 고밀도와 높은 부동산 가격으로 인해 독립적인 이착륙장 확보가 어려워 기존 건축물을 활용한 버티포트 설치가 대안으로 떠오르고 있다. 기존 건축물의 옥상을 활용하려면 건축법 완화, 추가 전력 인프라 설치, 건설 비용 부담 등의 문제를 해결해야 한다. 초기 도입 단계에서는 강변, 대규모 공원 등 상대적으로 인구 밀집도가 낮은 지역을 활용하고, 이후 도심으로 확산하는 방식이 제안된다.

기준 선정을 위한 요소 도출

문헌 및 사례 고찰을 통해 UAM 버티포트 설치와 운영에 필요한 90여 개의 요소를 도출하였으며, 이를 계획 및 운영, 법제도, 사회·경제적 수용성, 입지, 건축 특성으로 구분하였다.

도출된 요소들은 입지환경, 건축물 특성, 운영환경이라는 세 가지 범주로 재구성되었다. 첫째, 입지 환경에서는 인구밀도와 직장밀도가 높은 지역에 위치하여 이용 효율과 경제성을 높이고, 대중교통과의 연계성을 확보하고 접근성을 높이는 개념을 요소로 도출하였다. 둘째, 건축물 특성으로는 적합한 용도지역(상업, 업무, 의료시설 등)과 헬리패드 설치 여부, 소유 건축물의 높이 규제, 용도 지역, 공공·민간 소유 여부도 요소로 도출되었다. 셋째, 운영 환경 부문에서는 옥상 공간 확보, 하중, 전력 공급, 기상 조건, 소음 피해와 주민 사생활 침해 방지 등 항목들이 요소로 도출되었다.

3. 옥상버티포트 설치를 위한 건축물 선정기준 설정

서비스 유형별 기준 설정의 결과는 다음과 같다. 첫째, 응급 환자 이송, 화재 대응, 인명 구조 등 공공 목적 서비스가 도입 우선순위에서 가장 높게 평가되었다. 이는 높은 안전성과 신속성이 요구되는 서비스로, 초기 단계에서 UAM의 사회적 가치를 높이는 데 기여할 수 있다. 둘째, 통근 및 비즈니스, 관광, 물류 서비스는 UAM의 상용화 가능성을 보여주는 사례로 평가되었다. 이들 서비스는 지역별 여건과 연계하여 맞춤형 선정 기준이 적용될 필요가 있다.

UAM 옥상 버티포트 설치를 위한 기존 건축물 선정은 다음과 같은 과정을 거친다. 첫째, 초기 검토단계로서 지역의 교통 및 물리적 환경, UAM 운영 여건을 분석하여 선정 고려 항목과 세부 지표를 정리한다. 둘째, 서비스 유형 결정 단계로서, 지역에 적합한 UAM 서비스를 선택하고, 서비스별로 필수/선택/제외 항목을 구분하며 항목 간 가중치를 산정한다. 셋째, 평가 산식 도출 단계로서 항목별 평가 산식을 도출하고 세부 기준값을 검증하여 평가 체계를 구축한다. 마지막으로 공간 분석 및 선정 단계로서 도출된 평가 결과를 기반으로 공간 분석을 시행하여 최적의 건축물을 선정한다.

4. 평가 지표 적용을 통한 강남구 내 옥상버티포트 설치 가능 건축물 도출

강남구 내 옥상 버티포트 설치 가능 건축물을 도출하기 위해 평가 지표를 적용하고 건축물을 등급화하였다. 그 결과, 건축물의 최종 점수는 최저 점수 13점에서 최고 점수 62.3점으로 나타났다. 통근·비즈니스 서비스용 UAM 운용시 옥상 버티포트를 설치할 수 있는 건축물로 활용 가능성이 가장 큰 1등급에 해당하는 건축물의 점수는 52.5점에서 62.3점으로 나타났다. 다음으로 2등급은 42.6점 이상 52.5점 미만, 3등급은 32.7점 이상 42.6점 미만, 4등급은 22.9점 이상 32.7점 미만, 5등급은 13점 이상 22.9점 미만으로 나타났다.

1등급에 해당하는 건축물은 31개 동으로 가장 적고 4등급에 해당하는 건축물이 가장 많은 것으로 나타났다(11,852동). 1등급 건축물의 특성을 살펴보면, 역삼1동에 위치한 건축물이 가장 많았는데, 역삼 1동은 평균 생활인구밀도의 120%를 초과하고, 평균 직장밀도의 120%를 초과하는 지역으로 인구의 밀도가 높은 지역이다. 역삼1동 다음으로는 논현2동에 위치한 1등급 건축물이 많았다. 1등급에 해당하는 건축물은 업무시설이 가장 많고, 제2종 근린생활시설과 의료시설 등이

해당한다.

대부분의 건축물이 반경 500m 이내에 지하철역이 1개소 이상 존재하는 것으로 확인되며, 버스정류장 보다는 지하철역과의 연계성이 높은 편으로 확인되었다. 위험물 저장 및 처리시설과는 대체로 먼 거리에 위치하고 있으며, 도시계획상 버티포트가 설치 가능한 용도지역에 위치하고 있다. 건축면적을 기준으로 살펴보면, 옥상 버티포트를 설치하기 위한 공간이 확보 가능할 것으로 파악되었다.

한편, 1등급에 해당하는 건축물은 모두 민간 건축물로 확인되었으며, 비행금지구역과 비행제한구역에 포함되는 건축물의 비중이 높게 나타났다. 1등급 건축물 중 비행금지구역과 비행제한구역에 위치하지 않는 건축물은 3개 동으로 확인되었으며, 일원본동과 수서동에 위치하고 있는 것으로 나타났다.

해당 결과를 미루어 보아 실제로 옥상 버티포트를 설치할 경우 1등급에 해당하는 건축물이라고 하더라도 관련 규제의 완화 또는 적용 배제 없이는 옥상 버티포트를 설치 및 활용하는데 한계가 있을 것으로 예측된다.

추가적으로 현재 추진 중인 UAM 실증 노선의 반경 500m 이내에 위치하고 있는 1등급 건축물을 검토한 결과, 상업지역에 위치한 수서동에 해당 건축물이 존재하는 것으로 확인되었다. 주변 건축물과의 거리가 32.2m 미만으로 UAM 이착륙 및 운송을 위한 항로 구성에 다소 어려움이 있을 수 있으나, 지하철역과의 연계성, 중로 이상 도로에 연결 기준을 충족하여 접근성이 높은 편이라고 할 수 있다.

2등급에서 5등급에 해당하는 건축물 중에서 50점 이상의 점수를 획득한 경우는 30개동으로 확인된다. 해당 등급의 건축물은 1등급 건축물과 유사하게 위험물 저장 및 처리시설과의 이격 거리, 전용주거지역과의 이격 거리, 주거 및 숙박시설과의 이격거리는 대체로 확보한 것으로 나타났다. 반면에 중로 이상 도로와의 연결, 버티포트 설치가 가능한 용도지역, 버티포트 설치를 위한 옥상 면적 확보 기준을 충족하는 건축물의 비중은 낮은 것으로 나타났다.

다만, 2등급~5등급에 해당하는 건축물 중 비행금지구역과 비행제한구역에 위치하지 않는 건축물이 1,065동으로 확인되어, 해당 기준과 관련된 규제의 적용 배제 또는 완화가 없는 경우에는 2등급 건축물에 옥상 버티포트를 설치하여 활용하는 방안도 고려해 볼 수 있을 것이다.

5. 결론

본 연구는 UAM 수요가 가장 높을 것으로 예상되는 인구가 밀집된 도심에서 UAM 서비스를 제공하고 운영하기 위해 필요한 핵심 인프라로서 수직 이착륙시설인 버티포트를 설치하기 위한 건축물을 선정하기 위한 기준을 제시하고, 지표에 따른 평가 방법을 제시하는 것을 주요 내용으로 하여 수행되었다.

옥상 버티포트를 설치할 수 있는 건물들에 대한 평가는 인구 밀도, 교통 연결성, 건물의 용도 지역 등을 종합적으로 고려한 결과, 대부분의 건물들이 UAM 운영에 적합한 위치를 가지고 있음이 확인되었다. 그러나, 비행금지구역 및 제한비행구역에 위치한 건물들이 상당히 많아, 이를 해결하기 위한 규제 완화나 제외가 필요하다. 또한, 2등급에서 5등급 건물들 중에서도 상당수가 비행금지구역에 포함되지 않아, 향후 규제 완화가 이루어질 경우, 옥상 버티포트 설치가 가능할 것으로 예상된다.

따라서 UAM 시스템의 성공적인 도입을 위해서는 정책적 지원과 함께, 관련 규제의 유연한 조정이 이루어져야 할 것이다. 향후 옥상 버티포트 설치를 위한 법적 및 행정적 지원이 강화되면, UAM 인프라의 확장이 가능해질 것으로 사료된다.

본 연구는 연구 전반에서 다음과 같은 연구 한계가 나타남으로써 이에 대한 논의와 고찰이 필요하다.

첫째, 데이터의 질 향상 관점에서 정확하고 최신의 데이터를 확보하고, 데이터 정제 및 가공 과정을 강화해야 한다. 둘째, 다양한 분석 기법 활용을 위해 통계 분석, 공간 분석, 시뮬레이션 등 다양한 분석 기법을 활용하여 연구의 신뢰성을 높여야 한다. 셋째, 다학제적 연구가 필요하다. 도시계획, 교통공학, 환경공학 등 다양한 분야의 전문가들이 참여하는 융합 연구를 통해 문제 해결 능력을 향상시켜야 한다. 마지막으로, 장기적인 관점에서의 연구를 위해 도시 개발 계획, 기술 발전 등 장기적인 관점에서 연구를 수행해야 한다.

옥상 버티포트 도입은 미래 도시 교통의 패러다임을 바꿀 수 있는 혁신적인 시도로서, 성공적인 도입을 위해서는 기술 개발뿐만 아니라 사회적 합의, 법적 제도 개선, 지속 가능한 발전 등 다양한 측면을 고려한 종합적인 정책 추진이 필요하다.

주제어

도심항공교통, 옥상버티포트, 건축물, 선정기준, 평가 지표

차례

CONTENTS

제1장 서론

1. 연구의 배경 및 목적	2
1) 연구의 배경	2
2) 연구의 목적	5
2. 연구의 범위 및 방법	6
1) 연구의 범위	6
2) 연구의 방법	7
3. 연구 수행 체계	10
4. 선행연구 검토 및 본 연구와의 차별성	12
1) 선행연구 검토	12
2) 본 연구의 차별성	12

제2장 선정기준 관련 문헌·사례 조사 및 요소 도출

1. 조사 개요	16
2. UAM 도심 수용성 제고 요인	17
1) 도시공간에서의 UAM 수용성 제고 요인 고찰 필요성	17
2) UAM 수용성을 다룬 문헌	17
3) UAM 수용성의 요소	18
4) UAM 수용성과 관련한 기대와 우려사항에 대한 인식	24
5) 도심 UAM 서비스를 위해 필요한 버티포트 선정에 대한 방향	25
3. 버티포트 입지 선정 관련 문헌	26
1) 문헌 고찰 개요	26
2) 입지 요인 전반	26
3) 기존 건축물 헬리포트의 활용 가능성	28
4) UAM 서비스 수요	30
5) UAM 서비스 비용	31

6) 인구/직장 밀도 등	31
7) 대중교통 연계성	32
8) 버티포트 접근성	32
9) 건축물 용도	32
10) 제도적 규제	33
11) 항로 주변 장애물 등	34
12) 건축물 옥상부 하중	35
13) 전력공급	36
14) 기상 조건	36
4. 정책/사업 사례에서의 버티포트 선정기준	37
1) 국토부의 수도권 UAM 실증	37
2) 제주도 UAM 사업 및 버티포트 건설계획	40
3) 프랑스 파리의 UAM 상업화 정책 및 시범운행에서의 버티포트 입지	42
4) 미국 LA시 UAM 정책에서의 버티포트 입지	52
5) 미국 마이애미 UAM 상용화 전략에서의 버티포트 입지	57
6) 미국 Orlando시의 UAM 정책에서의 버티포트 입지	61
5. 기준 선정을 위한 요소 도출	65

제3장 옥상버티포트 설치를 위한 건축물 선정기준 설정

1. 건축물 선정기준 설정 개요	72
2. 선정기준 고려요소 세부기준 도출	74
1) 선정기준 고려요소 세부사항 도출 방법	74
2) 전문가 의견수렴 주요의견	75
3) 전문가 의견 종합	89
3. UAM 서비스 시나리오별 버티포트 선정 기준 유형화	91
1) UAM 서비스 시나리오	91
2) 서비스별 기존건축물 버티포트 설치기준 적용	95

차례 CONTENTS

4. UAM 선정기준 상대적 중요도 분석	104
1) 분석방법	104
2) 분석결과	105
5. 서비스 유형별 선정 기준의 종합	112
1) 기준 선정 원칙	112
2) 서비스 유형별 선정 기준 결과	112
3) 건축물 선정 평가를 위한 지표 및 산식	115

제4장 선정기준 활용 공간 분석 및 건축물 평가

1. 공간 분석의 개요 및 과정	124
2. 서울시 강남구 건축물 현황	132
1) 건축물 총 동수	132
2) 건축물 용도별 현황	133
3) 건축물 구조별 현황	135
3. 평가 지표 및 산식 적용 공간 분석	136
1) 인구밀도	136
2) 직장밀도	138
3) 대중교통 연계성	139
4) 버티포트 접근성	143
5) 건축물 밀집도 및 위험시설물 이격	144
6) 인명 및 재산피해 최소화	146
7) 용도 지역	148
8) 건축물 용도	149
9) 헬리패드 여부	150
10) 법제도 준수	151
11) 건축물 소유 구분	152

차례 CONTENTS

12) 장애물, 항로 구성	153
13) 건축물 옥상 가용 면적	154
14) 소음피해 방지	155
15) 주민 사생활 침해 예방	156
16) 추가 검토 : UAM 실증 노선	157
4. 옥상버티포트 설치가능 건축물 도출	159
1) 평가 점수 산정 및 등급화 방법	159
2) 최종 점수 및 등급 산정 결과	160

제5장 결론

1. 연구 수행 및 평가 결과 논의	170
1) 연구 수행 결과	170
2) 평가 결과 논의	171
2. 연구 한계 및 제언	173
1) 연구 한계	173
2) 향후 연구를 위한 제언	174

참고문헌	177
------	-----

SUMMARY	183
---------	-----

표차례 LIST OF TABLES

[표 1-1] 선행연구의 주요 내용 및 본 연구의 차별성	13
[표 2-1] UAM 수용성 논의를 위한 검토 문헌 목록	18
[표 2-2] UAM 도입을 위한 시민 우려사항과 해소 방안	24
[표 2-3] UAM 대중수용성 위해요인 관련 전문가 AHP 분석 결과	25
[표 2-4] UAM 이착륙장 입지 요인	26
[표 2-5] 버티포트 입지 영향요인	27
[표 2-6] UAM 이착륙시설 계획, 설계 및 운영 고려사항	27
[표 2-7] 수직이착륙(VTOL) 영역의 표준 및 요구사항	29
[표 2-8] 한국의 건축법상 헬리포트에 대한 우버의 드론택시 수용여건 평가	30
[표 2-9] UAM 이착륙장 입지 영향요인	31
[표 2-10] UAM 수도권 실증 버티포트 입지	38
[표 2-11] 파리 Pontoise 테스트베드에서의 실증 내용	43
[표 2-12] Saint-Cyr-l'Ecole 비행장에 설치된 버티포트와 부대시설에 대한 건축 허가 내용	46
[표 2-13] Austerlitz 버티포트 추진 단계 및 내용	50
[표 2-14] LA시의 UAM 운용을 위한 정책적 고려사항 및 실행 방안	54
[표 2-15] UAM 생태계에서의 주요 역할과 책임	59
[표 2-16] 올랜도의 UAM 도입을 위한 단계별 전략	61
[표 2-17] 올랜도 도시 전반에서의 예상 UAM 운항 목적지	62
[표 2-18] 기존건축물 대상 UAM 버티포트 선정 요소	66
[표 2-19] UAM 수요와 관련된 건축물 선정기준	67
[표 2-20] 이용 편의성과 관련된 건축물 선정기준	68
[표 2-21] 건축물 정보와 관련된 건축물 선정기준	68
[표 2-22] 규제/소유와 관련된 건축물 선정기준	69
[표 2-23] 운영 조건과 관련된 건축물 선정기준	69
[표 2-24] 환경 영향과 관련된 건축물 선정기준	70
[표 3-1] 전문가 설문조사 개요	74
[표 3-2] 입지환경 추가 선정기준(안전성)	75
[표 3-3] 입지환경 선정 세부기준	76
[표 3-4] 건축물 특성 선정 세부기준	80
[표 3-5] 운영환경 세부 선정기준	84
[표 3-6] 건축물 선정 전문가 의견 종합	89

[표 3-7] 2차 전문가 의견수렴 개요	91
[표 3-8] UAM 서비스 내용 및 시나리오(안)	93
[표 3-9] UAM 버티포트 설치가능 기존건축물 선정 전문가 의견 종합	94
[표 3-10] 인명구조·화재대응 서비스 선정기준 적용 전문가 의견	96
[표 3-11] 의료 서비스 선정기준 적용 전문가 의견	98
[표 3-12] 통근·비즈니스 서비스 선정기준 적용 전문가 의견	100
[표 3-13] 관광 서비스 선정기준 적용 전문가 의견	101
[표 3-14] 물류(배송) 서비스 선정기준 적용 전문가 의견	103
[표 3-15] AHP 계층구조	104
[표 3-16] 3차 전문가 의견수렴 개요	105
[표 3-17] 인명구조 및 화재대응 서비스 선정기준 AHP 분석 결과	106
[표 3-18] 의료 서비스 선정기준 AHP 분석 결과	107
[표 3-19] 통근 및 비즈니스 서비스 선정기준 AHP 분석 결과	108
[표 3-20] 관광 서비스 선정기준 AHP 분석 결과	110
[표 3-21] 물류(배송) 선정기준 AHP 분석 결과	111
[표 3-22] 서비스 유형별 선정 기준 결과 종합	114
[표 3-23] 건축물 선정 기준 평가지표 및 산식	115
[표 4-1] 공간 분석 방법 예시	126
[표 4-2] 선정기준 분석을 위한 데이터	128
[표 4-3] 자치구별 건축물 현황	132
[표 4-4] 강남구 동별 건축물 현황	132
[표 4-5] 건축물 용도별 현황	133
[표 4-6] 건축물 구조별 현황	135
[표 4-7] 평균 인구밀도 120% 초과 건축물 동별 현황	136
[표 4-8] 평균 종사자인구 밀도 120% 초과 건축물 동별 현황	138
[표 4-9] 반경 500m 이내 위치하는 지하철 역수에 따른 건축물 현황	139
[표 4-10] 건축물 반경 500m 내 지하철 역 1개 이상 존재 건축물 동별 현황	140
[표 4-11] 건축물 반경 500m이내 버스정류장수에 따른 건축물 현황	140
[표 4-12] 버스정류장수 평균 150% 초과 건축물 동별 현황	141
[표 4-13] 중로 이상 도로 연결 건축물의 행정동별 현황	143
[표 4-14] 상업지역과 330m 초과 이격된 건축물의 동별 현황	144

표차례

LIST OF TABLES

[표 4-15] 위험물시설과 330m 초과 이격된 건축물의 동별 현황	145
[표 4-16] 유동인구 밀집지역과 330m 초과 이격된 건축물의 동별 현황	147
[표 4-17] 버티포트 설치 가능 용도지역에 위치한 건축물의 동별 현황	148
[표 4-18] 버티포트 설치 가능 용도 건축물의 동별 현황	149
[표 4-19] 헬리패드 설치 건축물 용도별 현황	151
[표 4-20] 공공건축물 동별 현황	153
[표 4-21] 건축면적 기준 총족 건축물의 동별 현황	155
[표 4-22] 전용주거지역과 150m 초과 이격 건축물 동별 현황	156
[표 4-23] 주거, 숙박시설과 100m 초과 이격 건축물 동별 현황	157
[표 4-24] UAM실증 노선 반경 500m 내 건축물 동별 현황	158
[표 4-25] 등급별 배점 구간 및 건축물 동수	160
[표 4-26] 행정동별 1등급 건축물 분포 현황	161
[표 4-27] 평가 결과에 따른 지표별 1등급 건축물 동수	162

그림차례 LIST OF FIGURES

[그림 1-1] 도심항공교통(UAM) 2단계 수도권 실증노선 지도	3
[그림 1-2] 연구 배경 및 목적	5
[그림 1-3] UAM 서비스 시나리오에 따른 기존건축물 선정 기준 유형화	7
[그림 1-4] 건축물 선정 기준 평가 지표 활용 점수 및 등급 산정 (예시)	8
[그림 1-5] GIS 공간분석 및 평가 예시	9
[그림 1-6] 연구의 수행 체계	11
[그림 2-1] 조사 내용 및 절차	16
[그림 2-2] NASA UAM 프레임워크에서 다루고 있는 주요 문제	19
[그림 2-3] 사회적 수용성의 요소들	20
[그림 2-4] EU와 유럽에서의 UAM의 혜택	21
[그림 2-5] 서울시 헬리포트 설치 건축물 중 UAM 버티포트 사용가능 건축물	29
[그림 2-6] P73 비행금지구역 / R75 비행제한구역	33
[그림 2-7] 다양한 무인비행체의 운행 시간에 맞바람(headwind)이 미치는 영향	36
[그림 2-8] UAM 수도권 실증노선 상 버티포트 입지	38
[그림 2-9] 도심항공교통 수도권 실증노선(안): 아라뱃길, 한강, 탄천 노선	39
[그림 2-10] 제주도 버티포트 후보지별 조감도	41
[그림 2-11] 제주도 버티포트 후보지 및 연결 회랑(예시)	41
[그림 2-12] 파리 지역 UAM 운항 노선, 버티포트 위치 및 로드맵	43
[그림 2-13] 파리 세느강에 설치되어 상업 시연 예정인 부유식 버티포트	44
[그림 2-14] 파리 세느강 부유식 버티포트의 설계도	45
[그림 2-15] 파리의 시야비행규칙(VFR) 헬리콥터 경로	45
[그림 2-16] Saint-Cyr-l'Ecole 비행장에 설치된 버티포트와 부대시설의 외부 전경	47
[그림 2-17] Saint-Cyr-l'Ecole 버티포트 탑승시설 내부 평면도 및 공간 구성	48
[그림 2-18] Saint-Cyr-l'Ecole 비행장에 설치된 버티포트 내부 전경	49
[그림 2-19] Saint-Cyr-l'Ecole 비행장 주변 시가지 전경	49
[그림 2-20] Grand Trianon 및 베르사유 궁전 주변 전경	50
[그림 2-21] Charenton지역으로 이전한 부유식 버티포트 현장 전경	51
[그림 2-22] LA의 UAM 경로 설정을 위한 참고자료	52
[그림 2-23] LA의 버티포트 구축 관련 영향 요인 및 모델 묘사	53
[그림 2-24] MDC의 2026-2035 UAM 시장 예측	57
[그림 2-25] UAM 생태계에서의 주요 역할과 책임	58

그림차례 LIST OF FIGURES

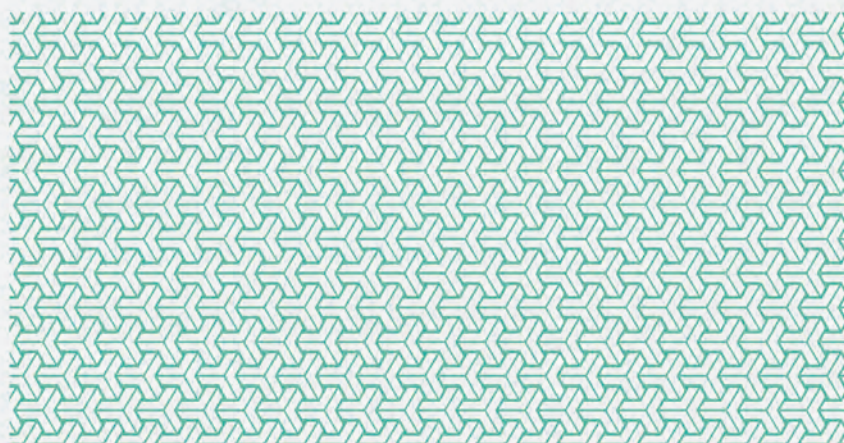
[그림 2-26] UAM 활용 공항-마이에미 비치 셔틀 구상	60
[그림 2-27] 올랜도 버티포트 입지로서 GEICO 주차장	62
[그림 2-28] 올랜도의 UAM 운영 경로 및 위치	63
[그림 3-1] 문헌 및 사례 고찰 내용 및 절차	73
[그림 3-2] 기존건축물 활용 UAM 옥상버티포트 선정 절차 및 단계별 세부사항	122
[그림 4-1] 공간분석 과정	125
[그림 4-2] 공간 분석 과정(건축물 현황 검토 과정)	126
[그림 4-3] 공간분석을 위한 Base map	127
[그림 4-4] 서울시 내 비행제한구역 및 비행금지구역 현황	129
[그림 4-5] 서울시 내 헬기장 현황	130
[그림 4-6] 서울시 내 헬리포트 현황 리스트	130
[그림 4-9] 도심항공교통 수도권 실증노선(3) 탄천 실증노선	131
[그림 4-10] 강남구 전체 건축물 현황	133
[그림 4-11] 강남구 건축물 용도별 현황	134
[그림 4-12] 강남구 건축물 구조별 현황	135
[그림 4-13] 평균 인구밀도 120% 초과 지역에 위치한 건축물 현황	136
[그림 4-14] 평균 생활인구밀도 120% 초과 지역에 위치한 건축물 현황	137
[그림 4-15] 평균 직장인구밀도 120% 초과 지역에 위치한 건축물 현황	138
[그림 4-16] 반경 500m 이내 지하철 역 1개 이상 존재 건축물 현황	139
[그림 4-17] 건축물 반경 500m 이내 버스정류장 수 현황	141
[그림 4-18] 건축물 반경 500m 이내 버스정류장 수 평균 150% 초과 건축물 현황	142
[그림 4-19] 철도 역사 및 터미널에 해당하는 건축물 현황	142
[그림 4-20] 중로 이상에 연접하고 있는 건축물 현황	143
[그림 4-21] 건축물 밀집 지역과의 이격 현황(상업지역, 330m기준)	144
[그림 4-22] 위험물 저장 및 처리시설과의 이격 현황(330m 기준)	145
[그림 4-23] 유동인구 밀집지역과의 이격 현황(330m 기준)	146
[그림 4-24] 문화유산과의 이격 현황(330m 기준)	147
[그림 4-25] 버티포트 설치 가능한 용도지역 조건*에 해당하는 건축물 현황	148
[그림 4-26] 버티포트 설치 가능 건축물 용도	149
[그림 4-27] 헬리패드 설치 건축물 현황	150
[그림 4-28] 비행금지 및 제한 구역에 포함되지 않는 건축물 현황	151

그림차례

LIST OF FIGURES

[그림 4-29] 공공 건축물 현황	152
[그림 4-30] 인접 건축물과의 간격 현황	153
[그림 4-31] 옥상 버티포트 설치 가능 면적(건축면적 1,128.96㎡ 초과) 건축물 현황	154
[그림 4-32] 전용주거지역과의 거리가 150m를 초과하는 건축물 현황	155
[그림 4-33] 주거시설, 숙박시설과 100m 초과 이격된 건축물 현황	156
[그림 4-34] UAM 실증 노선 반경 500m 이내 건축물 현황	157
[그림 4-35] 평가 점수 산정 및 등급화 과정	158
[그림 4-36] 등급별 건축물 선정 결과	159
[그림 4-37] 1등급 건축물 선정 결과	160
[그림 4-38] 2등급 건축물 선정 결과	164
[그림 4-39] 3등급 건축물 선정 결과	164
[그림 4-40] 4등급 건축물 선정 결과	165
[그림 4-41] 5등급 건축물 선정 결과	165
[그림 4-42] 옥상 버티포트 설치 가능 건축물 점수 Heat map (반경 500m)	166
[그림 4-43] 옥상 버티포트 설치 가능 건축물 점수 Heat map (반경 1,000m)	167

제1장 서론



1. 연구의 배경 및 목적
2. 연구의 범위 및 방법
3. 연구 수행 체계
4. 선행연구 검토 및 본 연구의 차별성

1. 연구의 배경 및 목적

1) 연구의 배경

(1) 신 이동수단으로서 도심항공교통(UAM)의 상용화 시기 도래

도심항공교통은 전기추력 기반의 수직형 이착륙 항공기(eVTOL)를 활용하여 사람 또는 화물을 운송하는 항공기와 버티포트 등 종합적인 체계를 뜻한다.²⁾ 우리나라 뿐만 아니라 전 세계적으로 도심항공교통을 상용화시켜 대중교통, 비즈니스, 관광, 재난응급 등 다양한 목적으로 도심, 지역, 국가를 연결하는 신 이동수단으로 도입을 서두르고 있는 실정이다.

□ 관련 국정과제 및 정부 정책 발굴

현 정부는 모빌리티 관련 국정과제³⁾로써 임기 내에 도심항공교통의 '25년 상용화를 목표로 설정하였고, '22년에 「모빌리티 혁신 로드맵」을 발표하면서 교통 체증 걱정없는 항공 모빌리티 구현을 목표로 UAM 등 미래 항공모빌리티 서비스를 본격화하는 과제를 채택하였다.

또한 '23년 「도심항공교통 활용 촉진 및 지원에 관한 법률」을 제정하였다. 법률에서는 상용화 지원을 위해 실증사업, 시범운영구역, 버티포트의 개발, 행정적·재정적 지원 등에 대한 사항을 마련함으로써 다가올 UAM 상용화 추진을 지원하고 있다.

□ 국가, 지자체, 민간에서의 상용화를 위해 실증, 시범사업 추진

국가 정책방향에 따라 상용화 전단계 실증과 시범운행도 진행되고 있다. '23년 전남 고흥에서 K-UAM 1단계 실증사업을 완료하였고, '25년 부터는 수도권에 2단계 실증사업을 추진한다. 순차적으로 아래뱃길부터 인천 계양까지 2-1단계 아라뱃길 노선에 대해 최초 비행 실증을 실시하고, 김포공항에서 한강회랑을 거쳐 고양과 여의도를 이동하는 2-2단계 한강 노선, 잠실한강공원에서 수서역을 잇는 2-3단계 탄천 노선을 비행한다.

2) 도심항공교통 활용 촉진 및 지원에 관한 법률 제2조 제1호.

3) 국정과제 28. 모빌리티 시대 본격 개막 및 국토교통산업의 미래 전략산업화(국토부)



[그림 1-1] 도심항공교통(UAM) 2단계 수도권 실증노선 지도

출처: 항공정보통합관리시스템. [http://aim.koca.go.kr\(25.01.20\)](http://aim.koca.go.kr(25.01.20))

지자체 차원에서는 선도적으로 제주도가 '24년부터 「J-UAM 버티포트 건설공사 기본계획」을 수립 중이다. 제주도는 버티포트 건설 후보지로 제주공항, 중문 ICC, 성산항을 선정하고 대상지별 운영방안(관광·공공)도 제시한다. 이외에도 인천, 경남, 전남 등에서 도시지역과 연결을 중심으로 UAM 도입과 산업 육성을 추진하고 있다.

전 세계적으로도 UAM을 생활 혁신과 복지 차원에서 활용하고자 전략과 사업들이 만들어지고 있다. 특히 UAM 기체 개발은 Volocopter, EVE, EHang, Joby, Archer 등 해외 기업들이 선도하고 있고, 기체에 대한 항공안전 인증 기준도 FAA(미연방항공청), EASA(유럽항공안전청)가 주도하고 있다.

도시별로는 프랑스 파리가 가장 선도적이다. '24년 파리 하계올림픽을 목표로 UAM 상용화를 준비 중이다. 기존의 공항과 헬기장, 그리고 도심 강변에서 새로운 버티포트를 건설하여 응급 병원 등과 연계한 새로운 교통 서비스를 선보일 예정이다.

미국은 주요 대도시들이 대중을 위한 새로운 교통수단으로서 UAM 서비스를 제공하는 것을 지방정부 정책으로 채택하고 있다. LA, 샌프란시스코, 시카고, 뉴욕, 마이애미 등에서 UAM 기체 제작사와 운송서비스사들로 구성된 민간 협력체를 추진주체로 하여 도시권 내에서 새로운 교통수단을 도입 추진 중이다.

(2) 도심에서 UAM 운용을 위해서는 이착륙 인프라 필요

앞서 설명한 것처럼 UAM의 상용화는 현실 앞으로 다가왔다. UAM은 도심항공 교통의 이용, 관리, 운영 등을 포괄하는 종합적인 체계로서 핵심적인 구성은 UAM 기체인 eVTOL과 이착륙시설인 버티포트로 설명할 수 있다.

이중 항공기체인 eVTOL의 경우 항공 분야에서 기체 개발을 담당하고 있으며, 상용화를 위해 국제기관의 비행안전 인증을 받을 수 있을 정도의 상당한 단계의 개발이 진행되고 있다. 반면, 버티포트는 국제적인 설계 기준이 확립되지 않은 단계이며, 그 유형도 기능과 목적에 따라 개활지 위에 건설되는 형태와 건축물 등 구조물 위에 설치되는 형태 등으로 나타날 수 있기 때문에 도심항공교통의 필수 인프라로서 다양한 조건이 고려되어야 한다.

버티포트의 입지와 설치 형태에 따라 UAM은 다양한 기능을 수행할 수 있으며, 노선이 확대될 수 있어 많은 서비스 수혜자들을 확보할 수 있다. 즉, 버티포트의 확보가 운항노선 설치와 조기 상용화 성공의 핵심 요건이 되는 것이다.

(3) 인구밀도가 높은 도심 운항에 따른 안전성, 경제성 등을 고려한 체계적인 건축물 버티포트 선정 기준 필요

UAM은 공공의 목적과 경제성을 기반으로 한 운송사업의 목적을 모두 고려하여야 한다. 그렇다면 이 두 가지의 목적을 달성할 수 있는 입지는 서울과 같은 예상 이용자와 다양한 운항 노선이 형성될 수 있는 도심지역이 될 것이다.

그러나 서울과 같은 고밀 도심에서는 버티포트를 설치하기 위한 개활지나 공지를 찾기 어렵다. 한강 둔치, 서울숲 등 도시공원으로 이용되는 부지를 가장 우선적으로 활용할 수 있는데, 이러한 공원부지는 도심과의 접근성의 낮거나, 공원 이용자와의 공간 이용 상충 문제가 있어 응급대응이나 이동시간을 최소화할 수 있는 교통수단으로서의 실효성이 낮다.

결국, 도심에서 UAM의 효과를 극대화하기 위해서는 응급의료시설, 교통환승역 세권, 공공시설과 밀접하게 위치할 수밖에 없으며, 이러한 위치는 해당 시설인 건축물에서 입지하는 것으로 귀결된다.

반면, 많은 거주 인구 또는 유동 인구가 분포하는 도심에서는 항공기 운항에 대한 추락사고 등 안전 문제, 소음 문제, 시각적 공해 문제를 중심으로 다양한 환경적 문제들이 예측되고 있다. 더불어서 항공기, 버티포트 관련 민간 사업자들이 고려해야 하는 경제성 측면의 문제도 존재한다. 이들이 도심에서의 UAM 수용성과 관련된 한계 요소들로 나열될 수 있다.

그리하여 도심에서의 UAM 상용화 목표를 달성하기 위해서는 안전 문제, 경제성 문제 등 수용성을 제고하기 위한 사항들을 고려한 버티포트 설치 가능한 건축물을 선정하기 위한 기준을 체계적으로 도출하는 연구가 이뤄져야 한다.

2) 연구의 목적

본 연구는 다가올 UAM 상용화 시대에 대응하여 핵심 인프라인 버티포트의 확보를 위해 안전성, 경제성, 효과성, 공익성 등 다양한 시나리오에 대응할 수 있는 옥상버티포트⁴⁾가 설치가능한 기존 건축물의 선정 기준을 제시하는 것을 주요 목적으로 한다. 이러한 선정기준은 시나리오에 따른 서비스별로 유형화시킬 수 있다.

또한, 선정기준의 검증을 위해 도출된 기준과 세부항목들을 적용하여 실제 도심 지역에서 옥상 버티포트가 설치 가능한 건축물을 선정하고자 한다. 선정 기준의 고도화를 통해 기준 항목별로 가중치를 활용한 배점화를 실시하고, 이를 통해 최고점-최저점 등 점수를 산정할 수 있다.

연구 배경 및 필요성	연구 목적
(1) 신 이동수단으로서 도심항공교통(UAM)의 상용화 시기 도래 (2) 도심에서 UAM 운용을 위해서는 이착륙 인프라 필요 (3) 도심 운항의 안전성, 경제성 등을 고려한 체계적인 건축물 버티포트 선정 기준 필요	◎ 시나리오 기반 UAM 옥상버티포트 설치가능 기존 건축물 선정 기준 제시 - 서비스별 선정 기준 유형화 ◎ 도출된 선정 기준을 적용하여 실제 도심지역에 옥상버티포트가 설치 가능한 건축물 선정 및 검증 - 기준항목별 배점화를 통한 점수 산정

[그림 1-2] 연구 배경 및 목적

출처: 연구진 작성

연구 질문

- Q1. UAM 상용화와 확산을 위해 필요한 도심 건축물 활용 버티포트를 설치하기 위해 필요한 선정기준과 평가지표는 무엇인가?
- Q2. 도심에서 옥상 버티포트를 설치할 수 있는 건축물은 얼마나 되고, 그 특성은 무엇인가?

4) 「도심항공교통 활용 촉진 및 지원에 관한 법률 시행령」 [별표3] 버티포트의 구분 1. 이 룩·착륙 구역에 따른 구분의 나.

2. 연구의 범위 및 방법

1) 연구의 범위

(1) 내용적 범위

본 연구는 도심에서의 UAM 확산과 상용화를 위해 필요한 인프라로서 옥상버티포트가 설치 가능한 기존 건축물을 선정할 수 있는 기준을 제시하는 것을 주요 내용으로 한다.

제시된 선정 기준이 실제 적용 가능한 지 그 가능성을 검토하는 과정도 본 연구에서 수행하도록 한다. 그리하여 대표성 있는 도심 공간을 대상으로 선정 기준을 적용하여 실제 적용 가능 건축물들을 도출하고, 배점화를 통해 점수를 산정하여 순위를 구분할 수 있도록 한다.

다만, 본 연구에서 다루는 범위는 향후 도심항공교통의 확산시 건축물을 활용한 버티포트를 초기에 정책적으로 선정하기 위한 기준을 제시하기 위한 학술적 연구를 수행하는 차원에서 다루지는 것으로 한정한다.

정부의 정책 추진 차원에서 UAM 버티포트를 선정하는 문제는 지자체, 공공기관 등과 이해관계가 있고, 부동산 시장에 영향을 미치는 관계가 있기 때문에 신중히 접근되어야 하며, 본 연구의 성과물이 초기단계에서 대상 검토를 위한 자료로 활용될 수 있을 것이다.

(2) 공간적 범위

본 연구에서는 선정 기준의 적용 가능성을 확인하고자 대표성 있는 도심 공간으로서 서울시 강남구를 공간적 범위로 하여 연구를 수행하고자 한다. 서울시는 1개 도심(종로, 중구)과 3개 부도심(용산, 여의도, 강남)을 가지고 있는 고밀 도시이며, 이중 강남구는 강남 부도심 지역에 해당한다.

강남구를 공간적 범위로 선택한 사유는 본 연구에서 제시한 선정 기준들이 충실하게 반영될 수 있는 특성을 가지고 있기 때문이다. 비행 금지 및 제한구역을 모두 포함하고 있고, 광역철도역과 중심상업지역을 포함하는 등 다양한 시나리오에 따른 기존건축물 선정이 용이한 장점이 있다.

또한, UAM 그랜드챌린지 2단계 실증지 중 탄천 구간도 포함하고 있어 선정 기준에 따라 도출된 건축물의 적용 가능성이 높은 지역이다.

2) 연구의 방법

(1) 문헌 및 사례 고찰: 버티포트 입지 선정 요소 목록화

본 연구의 수행 방법으로 첫째, 문헌 및 사례들을 고찰하고 버티포트 입지 선정과 고려사항들에 대한 요소들을 목록화한다.

- UAM 도심 수용성 제고 요인 고찰
- UAM 버티포트 입지 선정 관련 문헌 고찰
- UAM 정책/사업 사례 분석을 통한 버티포트 입지 선정 기준 조사
- 도심 내 옥상버티포트 설치 가능 건축물 기준 요소 도출

(2) 전문가 자문단 운영: 선정 기준 도출 및 우선순위, 서비스별 기준 유형화

앞서 문헌 및 사례 조사를 통해 목록화한 선정 요소들을 토대로 전문가 자문단 운영을 통한 의견 조사를 실시한다. 의견 조사는 총 3차에 걸쳐 선정 기준과 세부 항목, 항목별 우선순위, UAM 서비스별 선정 기준의 유형화를 목표로 수행한다.

유형화의 경우, 도심에서의 UAM 서비스 목적에 따라 선정 기준이 차별화되어야 함에 따라 기존건축물 서비스 시나리오에 따라 기준 항목을 설정한다.

- (1차 설문) 기준 항목 선정, 세부 기준 설정
- (2차 설문) 서비스별 도입 우선순위, 대상시설, 운영시나리오, 서비스별 선정기준의 필수/선택/제외 의견 수렴
- (3차 설문) AHP 방법 활용 선정기준 및 세부항목별 중요도 도출
- (4차 설문) 배점화를 위한 세부항목별 평가 지표 선정에 대한 적절성 의견 수렴

서비스 시나리오		선정 기준 항목
인명구조/화재대응 의료 통근/비즈니스 관광 물류(배송)	⇒	UAM 수요, 이용편의성, 안전성, 건축물 정보 규제 및 소유, UAM 운용조건, 가용 구조/면적, 환경영향 등

[그림 1-3] UAM 서비스 시나리오에 따른 기존건축물 선정 기준 유형화

출처: 연구진 작성

(3) GIS 매핑 및 분석: 서울시 강남구 내 옥상버티포트 설치가능 기존건축물 공간 정보구축

전문가 자문단 운영을 통해 선정 기준 도출이 완료되면 이를 적용하여 설치가능 건축물들에 대한 데이터를 구축할 필요가 있다. 이러한 데이터는 공간정보를 포함하고 있어 공간정보 매핑 및 분석 프로그램인 Q-GIS를 활용한다.

Q-GIS를 활용하여 선정 기준에 부합하는 건축물을 공간정보화함으로써 서울 도심에서 옥상버티포트로 활용 가능한 건축물의 해당 여부를 판단할 수 있다. 예를 들어 인명피해 최소화 기준의 평가 지표중 하나인 유동인구 밀집지역에서 UAM 추락범위 반경으로부터의 이격거리에 포함 유무를 평가하는 등이다.

분석에 사용된 강남구 내 건축물 총 수는 19,723 개이며, 22개의 행정동으로 구성되어 있다. 전체 25개의 세부 평가지표 중 데이터 확보가 불가능한 주차장 확보, 전력공급, 기상조건, UAM 동하중을 포함하는 선정기준에 대해서는 분석에서 제외하였다.

A	A0	B	C		D		E		F		G		H	
			원구밀도		직장밀도		대중교통 연계성		지하철 버스		운수시설			
		행정동	주변등록원구밀도	생활원구밀도	직장밀도	직장밀도	지하철	버스	운수시설					
3	1997209057154427344400000000	수서동	0	0	0	0	1	0	0					
4	2006203175214453000200000000	논현2동	0	0	1	0	0	0	0					
5	2004204530554446666660000000	대치4동	1	0	0	1	1	0	0					
6	1990204349744446666660000000	대치4동	1	0	1	1	1	0	0					
7	1990204373804446302900000000	대치4동	1	0	1	1	1	0	0					
8	1998203021194441709700000000	역삼1동	0	1	1	1	1	0	0					
9	2001203158584442021200000000	역삼1동	0	1	1	1	1	0	0					
10	2001202937154442408500000000	역삼1동	0	1	1	1	1	0	0					
11	2005202461744438716400000000	역삼1동	0	1	1	1	1	1	0					
12	1996202566094436513500000000	역삼1동	0	1	1	1	1	1	0					
13	1983203005034449531900000000	역삼1동	0	1	1	1	0	0	0					
14	1996202533104436787100000000	역삼1동	0	1	1	1	1	1	0					
15	1999202628444420841000000000	역삼1동	0	1	1	1	1	0	0					
16	2003202913704441366300000000	역삼1동	0	1	1	1	1	0	0					
17	1992202801414431972000000000	역삼1동	0	1	1	0	1	0	0					
18	2007203419514451655200000000	역삼1동	0	1	1	1	0	0	0					
19	2004202758234433588800000000	역삼1동	0	1	1	1	0	1	0					
20	2004203029834440412600000000	역삼1동	0	1	1	1	1	0	0					
21	2000203896384446152900000000	역삼1동	0	1	1	1	1	0	0					
22	2004202680664439255700000000	역삼1동	0	1	1	1	1	1	0					
23	1998202774744430952600000000	역삼1동	0	1	1	1	0	1	0					
24	2002202285064443362200000000	역삼1동	0	1	1	1	1	1	0					
25	1988202839924437622000000000	역삼1동	0	1	1	1	1	1	0					
26	1993202716284431990900000000	역삼1동	0	1	1	1	0	1	0					
27	2004202737154431598300000000	역삼1동	0	1	1	1	0	1	0					
28	1985202735334440650300000000	역삼1동	0	1	1	1	1	0	0					
29	2004202843994440504000000000	역삼1동	0	1	1	1	1	0	0					
30	1980202916514462304800000000	논현2동	0	0	1	1	1	0	0					
31	1999203379664466719600000000	논현2동	0	0	1	1	1	0	0					
32	1988203280684459480200000000	논현2동	0	0	1	1	1	0	0					
33	1973203548224457894200000000	논현2동	0	0	1	1	1	0	0					
34	2002202945894463747200000000	논현2동	0	0	1	1	1	0	0					
35	2002203235554461805600000000	논현2동	0	0	1	1	1	1	0					
36	1996203303494463797000000000	논현2동	0	0	1	1	1	0	0					
37	1987203043364463509200000000	논현2동	0	0	1	1	1	0	0					

[그림 1-4] 건축물 선정 기준 평가 지표 활용 점수 및 등급 산정 (예시)

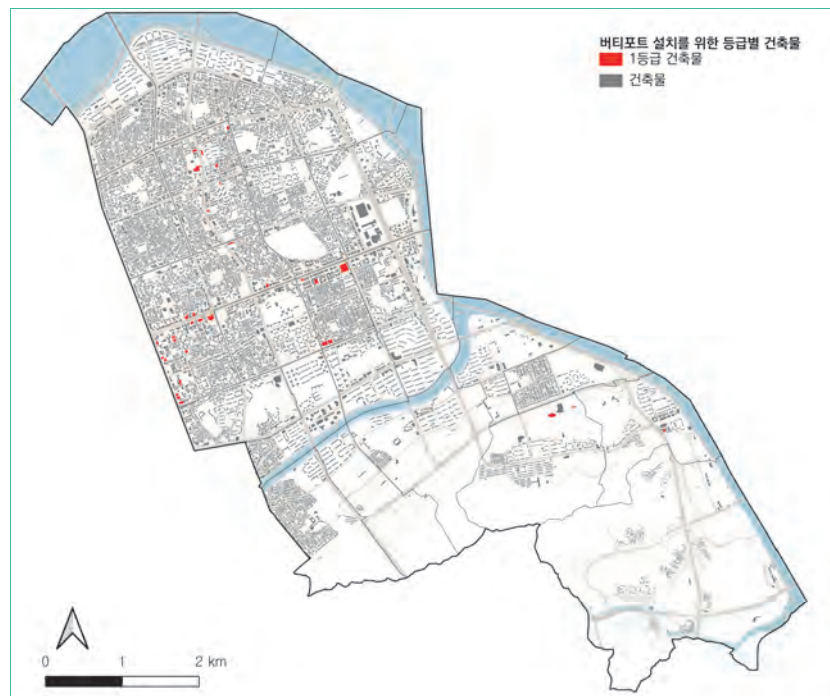
출처: 연구진 작성

(4) 통근·비즈니스 서비스 유형 건축물 선정 기준 평가

선정 기준-세부 항목별 평가지표를 구축된 서울시 강남구의 공간정보에 적용하면 건축물 별 점수를 산정할 수 있으며, 이 점수를 가지고 선정에 부합되는 건축물을 선별할 수 있다.

건축물 대상 선정 기준의 평가는 본 연구에서 유형화한 5개의 시나리오 중 통근·비즈니스 서비스 유형으로 한정하여 분석 및 평가를 실시한다. 통근·비즈니스 서비스 유형은 모든 선정 기준 및 세부 항목을 포함하고 있기 때문에, 선정 기준의 누락없이 분석과 결과 제시가 가능하다.

최종적으로 평가 점수의 종합을 통해 등급화할 수 있으며, 본 평가 결과를 활용하여 UAM 버티포트 도입 관련 계획과 사업 추진 시 연구 및 의사결정을 위한 기초 자료로 활용될 수 있다.



[그림 1-5] GIS 공간분석 및 평가 예시

출처: 연구진 작성

3. 연구 수행 체계

(1) 선진현장 견학 및 자료 수집 등을 위한 관련 기관과의 협력 체계 구축

본 연구에서는 선정 기준 관련 참고 및 자료 조사를 위해 선진현장 견학 및 기관을 방문하고, 문헌/사례 자료들을 수집하였다.

특히, 도심 UAM 서비스 정책을 선도적으로 추진하고 있는 프랑스 파리를 방문하여 현지에 설치된 UAM 버티포트를 현장 조사하고, 정책을 추진하는 프랑스 정부기관인 DGAC(프랑스 민간항공국)과의 면담을 통해 기관간 정보 교류 등 협력 관계를 구축하였다.

(2) 옥상버티포트 설치를 위한 건축물 선정기준 설정

UAM, 도시, 교통, 건축, 국토교통기술 분야의 전문가 자문단을 구성·운영하여 옥상버티포트 설치가능 기존건축물 선정 기준과 세부 항목, 항목별 우선순위, UAM 서비스별 선정 기준의 유형화 과정을 수행하였다.

이를 위해 선정기준에 대한 중요도 반영 등 의사결정을 지원하고자, 계층화 분석(AHP)을 위한 조사 등 총 4차에 걸쳐 전문가 자문단을 운영하였다.

(3) 선정 기준 적용을 위한 공간정보 구축 및 적용

전문가 자문단 운영을 통해 선정 기준과 평가 지표를 확정된 후, 적용 범위인 서울시 강남구 대상 통근·비즈니스 서비스에 해당하는 평가 지표를 반영하여 건축물 공간정보를 구축하고 평가 산식을 적용한 분석을 실시한다.

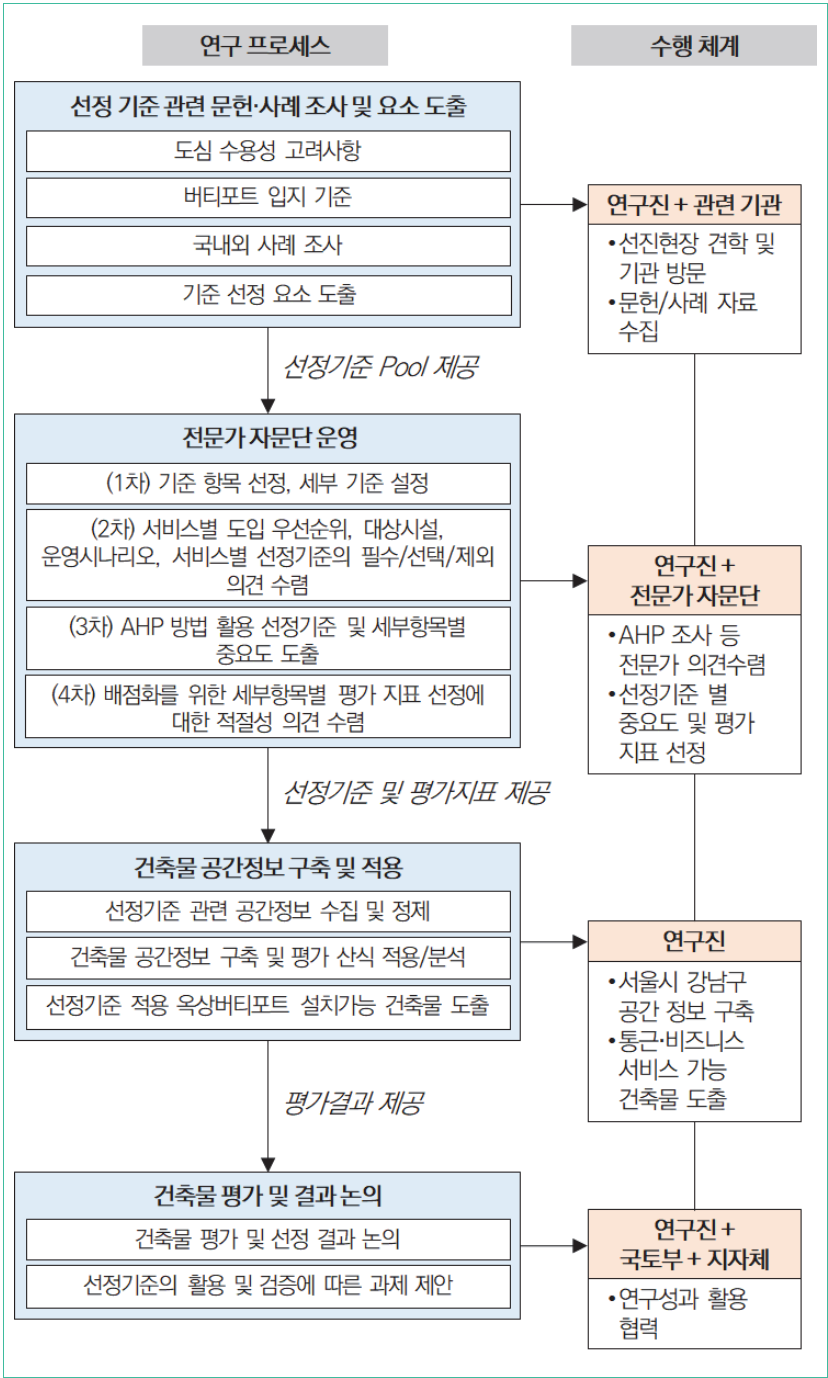
이러한 공간정보 구축 및 적용을 통해 옥상버티포트 설치가능 건축물 도출을 위한 점수 산정 결과를 제시한다.

(4) 연구 성과에 대한 정책적 기여 제고

본 연구의 성과로 제시되는 선정 기준의 정책화 기여 제고를 위해 국토부 건축정책과와 도심항공교통정책과와 성과 공유 체계를 구축한다. 건축정책과와는 스마트+빌딩 얼라이언스 운영을 통해 성과를 공유하고, 도심항공교통정책과와는 스마트+빌딩-UTK 합동회의 등 협력체계 내에서 선정 기준 활용방안을 모색토록 한다.

지역에서는 서울시가 UAM 기본계획을 수립하였고, 제주도는 버티포트 건설계획을 수립하고 있어 이들 지자체들과 우선적으로 연구 성과를 공유하고 정책 반영을 위해 협력하도록 한다.

(5) 연구의 수행 체계



[그림 1-6] 연구의 수행 체계

출처: 연구진 작성

4. 선행연구 검토 및 본 연구와의 차별성

1) 선행연구 검토

본 연구와 관련하여 ① UAM 이착륙장 설치를 위한 입지 선정 연구, ② UAM 운영 모델 및 서비스 경제성에 대한 연구, ③ 기존건축물 헬리포트 활용 연구, ④ UAM 운용을 위한 이착륙장 설계 요구조건 도출 연구가 기 선행되었다.

첫째, UAM 이착륙장 입지 선정 관련 선행연구들은 대지 위 UAM 이착륙장 설치 가능 입지 선정을 위한 요인을 도출한 연구들이 주로 수행되었다. Fadhil(2018)은 최적입지에 대한 영향도를 산정하였고, 정민철(2022); 김원진 외(2022)는 이착륙장 입지선정 요인과 그 중요도를 도출한 바 있다.

둘째, 이재홍 외(2021)는 UAM 운영모델 및 지상기반시설을 유형화하였고, 김상규 외(2021)는 UAM 경제성을 산정하고 검증하는 연구를 수행하였다.

셋째, 기존건축물 헬리포트 활용 연구는 박초롱 외(2023)의 연구가 있으며, 기존 고층건축물 헬리포트 중 UAM 버티포트로 활용가능한 대상을 도출하였다.

넷째, UAM 이착륙장 설계조건 분석 연구는 안병선 외(2021)의 연구가 있으며, 설계조건과 수용성 분석을 통해 한강둔치와 나들목에 수직이착륙장 형상으로 설계모형을 제안하였다.

2) 본 연구의 차별성

본 연구는 서울시 내 기존 건축물 중 헬리포트가 설치된 건축물을 대상으로 분석한 박초롱 외(2023)의 연구와 범위에서 차별성을 가진다. 뿐만 아니라 시나리오 기반의 UAM 서비스별 선정 기준과 우선 순위를 제시함으로써 선행 연구보다 발전된 선정 방법론을 사용한다.

이와 더불어서 제시된 선정 기준의 적용 가능성을 검토한다. 첫째, 서울시 강남구를 대상으로 선정 기준을 적용해 보기 위해 공간정보화하여 건축물이 매핑화되어 표출될 수 있도록 한다. 둘째, 평가 지표를 반영하여 건축물 공간정보를 구축하고 평가 산식을 적용한 분석을 실시함으로써 옥상버티포트 설치가능 건축물 도출을 위한 점수 산정 결과를 제시하는 등 선행 연구들에 비해 새롭고 발전적인 연구 내용을 포함하고 있다.

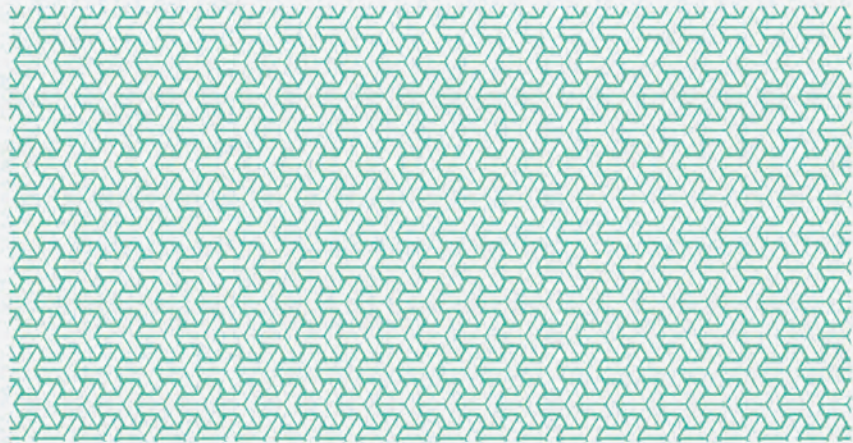
[표 1-1] 선행연구의 주요 내용 및 본 연구의 차별성

	연구목적	연구방법	주요 연구내용
선행 연구	• 과제명: A GIS-based Analysis for Selecting Ground Infrastructure Locations for Urban Air Mobility • 연구자(년도): Fadhil, D. N., (2018) • 연구목적: UAM을 위한 그라운드 인프라 선정을 위한 GIS 기반 분석 수행	• UAM 설치입지 선정을 위해 변수를 선정하고, 전문가 델파이조사를 통한 AHP분석을 수행하여 최적 입지 영향도를 산정	• 수요 측면에서는 인구밀도, 중위소득, 상가지대, POI(Point of Interest), 주요 교통결절지 여부, 연평균 교통비용, 직장밀도 등을 검토 • 공급측면에서는 헬리패드 여부와 잠재적 설치 가능성, 소음 등을 검토 • 중위소득, 평균 총 통행비용, POI, 사무실 임대료, 주요 교통결절점 등을 고려하여 UAM 인프라를 구축하는 것이 적절한 것으로 결과 도출
	• 과제명: 도시형 공중 모빌리티 운영 모델과 지상기반시설의 유형화 • 연구자(년도): 이재홍 외(2021) • 연구목적: UAM의 운영모델과 지상 기반시설에 대한 유형화	• UAM 운영모델 및 지상기반시설 유형화 • 운영모델에 따른 지상기반시설의 도입형태를 유형별로 제안	• (운영모델) 개인소유형, MaaS형, 수요응답형으로 구분하고, 각 유형별 도시 내 운행, 도시 간 운행, 지역 간 운행으로 도출 • (지상기반시설) 신규 복합개발, 건물 상층부, 기반시설별로 도출 -신규 복합개발은 상업복합과 주거복합으로 구분 -건물 상층부는 대형상업시설, 주차 건물, 공업시설 상층부로 구분 -기반시설은 도로, 철도, 터미널, 철도역사, 녹지 및 공원으로 구분
	• 과제명: 도시레벨 UAM운영의 경제성 검증에 위한 초기 일반화 비용모델 제시 • 연구자(년도): 김상규 외(2021) • 연구목적: 도시레벨 UAM운영에 대한 일반화 비용 모델을 개발	• 매개변수 연구를 통해 미래의 지상 교통수단인 수요대응형 자율주행 모빌리티와 비교분석 • UAM 운영 비용 산정	• (승객의 전체 비용 산출) 여행구간을 firstmile 접근, UAM 비행, lastmile 접근으로 구분 • (운영주체인 기업의 비용) 버티포트 건설비용, 항공기 구매비용, 항공기 운영비용, 항공기 재배치 비용으로 구분
	• 과제명: 도심항공교통 이착륙장 입지선정 요인의 중요도에 관한 연구 • 연구자(년도): 정민철(2022) • 연구목적: UAM 서비스 공급자 관점에서 도심항공교통 이착륙장 입지선정 요인의 중요도 도출	• UAM 이착륙장 선정을 위해 문헌연구 및 전문가 설문조사를 통해 경제, 기술, 사회적 측면에서의 필요요인 도출 • AHP 및 ANP 분석 진행	• 수도권권을 대상으로 광역적 측면에서 UAM 서비스지역 선정 • 서비스지역 내 입지 후보지 평가
	• 과제명: 도심항공교통 버티포트 입지 선정 영향요인 연구 • 연구자(년도): 김원진 외(2022) • 연구목적: 도시, 교통, 부동산 등을 고려한 이용자 중심의 UAM버티포트 입지에 영향을 미치는 요인 도출	• UAM 기술 및 정책동향, 관련 이론 및 버티포트 입지 선행연구를 고찰 • 전문가를 대상으로 FGI를 실시하였으며 전문가 설문조사를 통해 각 요인별 가중치를 산정	• 경제적 입지요인: 도시기반시설, 건물옥상, 도심지역, 외곽지역 • 사회적 수용성 입지요인: 도시공간 이용활성화, 교통불편 지역개선, 이착륙 소음, 이착륙 안전 • 접근성 입지요인: 철도노선 연계성, 버스노선 연계성, 버티포트 접근거리, 환승 접근거리

	연구목적	연구방법	주요 연구내용
	• 과제명: 도심항공교통(UAM: Urban Air Mobility)의 인프라 구축을 위한 기존 고층건축물 헬리포트 활용 및 위치 선정 방안 연구 • 연구자(년도): 박초롱 외(2023) • 연구목적: 도시, 교통, 부동산 등을 고려한 이용자 중심의 UAM버티포트 입지에 영향을 미치는 요인 도출	• 지리 정보 시스템(GIS) 내 지오코딩(Geocoding) 활용 • UAM 이착륙장으로 활용 가능한 고층건축물 헬리포트의 위치를 선정하여 시각화	• 헬리포트 설치 관련 법규 및 고층건축물 옥상 헬리포트 현황과 사회적 수용성에 관한 선행연구 분석 • 수용성, 편의성, 수익성, 접근성, 안정성의 5가지 요구사항 도출 -수용성: 소음 및 사생활 침해 방지를 위한 주거 및 교육시설 등에 사용되는 건축물 제외 -편의성: 승객이 이용할 수 있는 엘리베이터 및 주차장 -수익성: 건물이 위치한 토지의 용도지역 -접근성: 지하철역 주변의 대중교통 접근성 -안정성: Vertiport로 이용 가능한 주변 건물 중 가장 높은 건물
	• 과제명: 도심항공 모빌리티(UAM)의 국내 적용을 위한 수직이착륙장 설계 요구조건 분석 및 형상 제안 • 연구자(년도): 안병선, 황호연(2021) • 연구목적: UAM 시스템의 국내 운용을 위해 수직이착륙장 설계 요구조건 분석, 이착륙 패드 크기 규정 및 수직이착륙장 형상을 제안	• 수도권 실증노선을 기준으로 수직이착륙장의 시범 위치 선정 • 특징 분석, 크기 측정, 수직이착륙장의 설치 가능 수 파악 • 수직이착륙장 운영에 필요한 변수 설정 • 동시운용과 주기장 수에 따른 시간당, 하루, 한 달 동안의 항공기 운용 가능 대수, 수용 가능 인원, 효율성 등 계산	• 수직이착륙장 설계 요구 조건 도출 • 수직이착륙장 운용주기 및 수용성 분석 • 수직이착륙장 기본 개념설계 -수직이착륙장 위치 선정 및 특징 분석 -한강둔치 수직이착륙장 형상설계 -나들목 수직이착륙장 형상설계
본 연구	• 과제명: 도심항공교통 옥상버티포트 설치를 위한 건축물 선정기준 연구 • 연구목적 -시나리오 기반 UAM 옥상버티포트 설치 가능한 기존 건축물 선정 기준 제시 -선정 기준의 적용 가능성 검토	• 문헌 및 사례 고찰: 버티포트 입지 선정 요소 목록화 • 전문가 자문단 운영: 선정 기준, 우선순위, 서비스별 기준 유형화 • GIS 매핑 및 분석: 서울시 내 옥상버티포트 설치가능 기존건축물 정보 구축 • 건축물 평가 및 결과 논의	• 문헌 및 사례 고찰: 도심 수용성 고려사항, 버티포트 입지기준, 국내외 사례 조사 • 전문가 자문단 운영: 기준 설정, 서비스 시나리오, 세부기준의 가치평가 전문가 설문 및 중요도 의사결정을 위한 AHP 분석 • GIS 매핑 및 분석 -건축물 공간정보 수집 및 정제, 공간 지도 작성 및 분석 -선정기준 적용 옥상버티포트 설치가 가능 건축물 도출 • 건축물 평가 및 선정 결과 논의, 활용 및 검증에 따른 과제 제안

출처: 연구진 작성

제2장 선정기준 관련 문헌·사례 조사 및 요소 도출



1. 조사 개요
2. UAM 도심 수용성 제고 요인
3. 버티포트 입지 선정 관련 문헌
4. 정책/사업 사례에서의 버티포트 선정기준
- 5 기준 선정을 위한 요소 도출

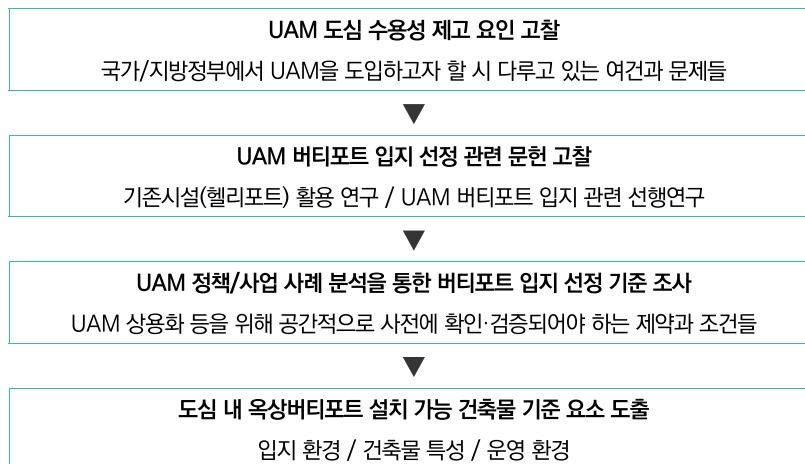
1. 조사 개요

UAM(도심항공교통)은 도심에서 비행 및 운용가능한 소형 항공기체로 대중교통, 일반 항공교통과의 환승 등 다양한 목적의 서비스를 제공하는 것이다.

그동안 항공은 나라간, 그리고 장거리 도시간 여정을 담당하였으나, UAM은 보다 단거리 항공교통으로서 도시간, 그리고 지역간의 짧은 거리를 보다 빠르게 이동하는 여정을 담당할 것이다. 그러므로 UAM의 이동은 사람이 밀집하여 거주하는 도시 상공에서 이루어질 것이고, 기존 항공의 안전 문제와 달리 도시 상공에서의 비행에 따른 시민 안전 문제, 소음 문제, 사생활 침해 문제 등 다양한 우려사항들이 떠오르고 있다.

이에, 본 장에서는 UAM이 도심에서 운행하는 것을 시민들이 받아들이기 위해 내포하고 있는 우려사항들이 어느정도 수준에 도달할 경우 받아들여질 수 있는 지⁵⁾를 다룬 문헌들을 고찰할 필요가 있다. 또한 도시지역에서 UAM 서비스를 준비하고 있는 국가·도시들에서 발표한 정책 자료들을 검토하고 도심 수용성 관점에서 다루고 있는 제안들을 살펴보고자 한다.

그리하여 본 장의 목표로 도심에서 버티포트를 선정할 시 고려해야 하는 사항들을 파악하고 이를 선정 기준에 반영하도록 한다.



[그림 2-1] 조사 내용 및 절차

출처: 연구진 작성

5) 본 연구에서는 이를 '수용성(受容性)'이라는 용어로 표현. 선행연구들에서도 '대중 수용성'이라는 용어를 사용하여 UAM 수용성을 연구 진행함.

2. UAM 도심 수용성 제고 요인

1) 도시공간에서의 UAM 수용성 제고 요인 고찰 필요성

도심 건축물의 UAM 버티포트 활용 선정 기준에서 가장 우선적이고 중요하게 다뤄져야 할 요인이 기존에 논의된 UAM 수용성을 높이기 위한 요인들이다. UAM 수용성은 다양한 지표들이 있고, 이러한 지표들은 항공분야 기관과 관련 연구 분야에서 다뤄져 왔다. 또한, 미래 시장을 예측하는 컨설팅기관에서도 UAM 수용성을 지속 모니터링하고 있다.

UAM 맥락에서 수용성은 UAM 솔루션이 대중과 이해관계자에 의해 수용되고 지원되는 정도를 나타낸다. 여기에는 UAM 솔루션을 일상 생활과 도시 환경에 채택하고 통합하고자 하는 의지가 포함된다. 수용성은 인식된 이점, 위험, 기술에 대한 전반적인 신뢰와 규제 프레임워크에 의해 영향을 받는다.

도시공간에서의 UAM의 수용성을 위해 고려해야할 사항들은 안전, 소음, 환경 영향, 사회적 이익, 보안, 규제 프레임워크, 경제적 생존 가능성, 지역 사회 참여, 인프라 개발, 기술 발전, 시장 수요, 투명성 및 형평성 등 광범위하고 다양하다. 그리하여 UAM 솔루션을 도시 환경에 성공적으로 구현하고 통합하려면 이러한 요소를 종합적으로 해결하는 것이 중요하다.

2) UAM 수용성을 다룬 문헌

해외 정부기관, 도시정부 등 공공의 입장에서 UAM의 도입을 위해 갖춰져야 하는 수용성의 수준과 고려해야할 사항들을 파악하기 위해 [표 2-1]에서 제시한 문헌들을 살펴보았다.

공공에서 발행한 UAM 관련 문헌들은 도시 공간에서의 UAM 수용성 개념을 비중있게 다루고 있으며, 실제 사업이나 프로젝트의 추진 전 단계에서 주민들과 충분히 논의하는 과정 속에서 도심에서의 UAM 상용화에 대한 준비와 대응책을 마련하고 있는 것으로 판단된다.

이러한 관점에서 수용성에 대한 파악 뿐만 아니라 런던, LA, 워싱턴주에서 작성한 UAM 개념과 적용에 대해서는 해외 도시 정책 및 프로젝트 사례에서도 병행하여 조사항목으로 활용되었다.

[표 2-1] UAM 수용성 논의를 위한 검토 문헌 목록

작성 주체	문헌	발행연도
City of Orlando	Urban Air Mobility Overview	2020
FAA(미연방항공청)	Urban Air Mobility (UAM) Concept of Operations v1.0	2020
NASA(미항공우주국)	UAM Vision Concept of Operations (ConOps) UAM Maturity Level (UML) 4 v1.0	2020
Washington State Department of Transportation (WSDOT)	Washington Electric Aircraft Feasibility	2020
EASA(유럽항공안전청)	Study on the societal acceptance of Urban Air Mobility in Europe	2021
Los Angeles Department of Transportation (LADOT)	Urban Air Mobility	2021
UK Air Mobility Consortium	Urban Air Mobility Concept of Operations for the London Environment	2022
한국교통연구원	2023 도심항공모빌리티(UAM) 지원 연구사업	2023

출처: 연구진 작성

3) UAM 수용성의 요소

UAM 수용성을 다룬 해외 문헌들에서는 기관과 지역의 특성에 따라 다양한 관점에서 수용성의 요소들을 다루고 있으며, 또한 공통적으로 다뤄지고 있는 요소들도 많아 이를 카테고리화하여 다룰 필요가 있다.

예시로 미국 NASA에서는 UAM의 수용성과 관련된 주요 문제들로 안전, 비사용자 위험 노출, 보안, 경제성, 자동화 효과, 소음, 개인정보 보호 및 공공 가치 제안에 대한 우려사항들을 제시한 바 있다(NASA, 2020).

그리하여 본 연구에서는 UAM 수용성과 관련하여 총 11가지의 요소로 정리해 보았다.

Safety	Challenges in enabling a UAM transportation system with safety levels that are acceptable to both users and the broader public.
Security	Challenges in defining the technologies, policies, and recommended practices for ensuring acceptable physical and cybersecurity for all elements of a UAM system.
Automation	Challenges in developing automation capabilities and associated regulations, policies, standards, and recommended practices that govern and help ensure their safe implementation into a highly scalable air transportation system.
Affordability	Challenges in creating a UAM transportation system that is cost-competitive with other common modes of transportation so that many individuals and businesses can use it.
Noise	Challenges in developing and operating UAM aircraft and fleets in manners that produce acceptable noise exposure to passengers and the communities in which they operate, including airspace design and operational considerations affecting frequency of operations or the impact of numerous aircrafts operating overhead at once.
Regulations/ Certification	Challenges involved in developing, implementing, and enforcing regulations and certification processes across all levels of government (federal, state, and local) that work together to ensure safety and community acceptance of UAM without unnecessarily restricting operations.
UAM Aerodromes	Challenges in designing, strategically siting, and constructing UAM aerodromes that (a) can handle high volumes of passengers and disparate types of aircrafts, (b) do not unacceptably affect the safety and efficiency of the NAS, and (c) do not cause public acceptance concerns related to noise, privacy, security, and affordability.

[그림 2-2] NASA UAM 프레임워크에서 다루고 있는 주요 문제

출처: NASA (2020), p. 15.

(1) 안전

EASA(2021)에서는 안전은 UAM의 수용성에 있어 가장 중요한 요소로 승객과 지상 사람들의 안전과 UAM 운영의 전반적인 신뢰성이 포함되는 것으로 언급하고 있으며, UAM 기체와 운용에 따른 안전성이 강화되고 사고율이 낮아진다면, 대중의 수용도가 크게 높아질 수 있다고 하였다.

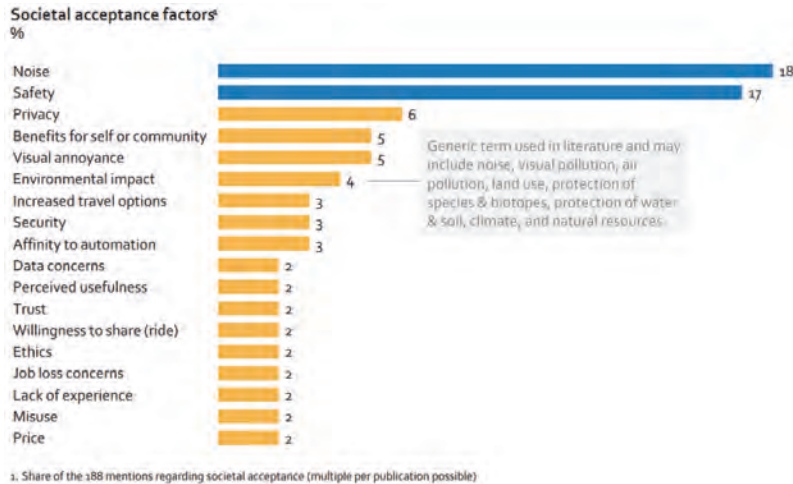
NASA(2020)에서는 UAM 기체인 eVTOL(electric Vertical Take Off and Landing)의 안전에 대한 대중 인식이 수용을 얻는 주요 요인으로 보고, 비행 시연과 투명한 감시를 통해 안전 기록에 대한 긍정적인 확립과 기존의 주문형 전세기 운영에 비해 더 높은 수준의 안전을 유지할 수 있음을 입증 필요하다고 하였다.

(2) 소음

UAM 운영과 관련된 소음 수준은 대중의 수용성에 영향을 미치는 주요 요소이며, 소음으로 인한 불편함의 정도는 소리의 친숙도, 지속 시간, 빈도 및 강도에 따라 달라지게 되는데, 특히 항공 택시의 소음 수준을 줄이면 수용성이 크게 향상될 수 있다(EASA, 2021).

또한, UAM 운영이 인근 지역에 부정적인 영향을 미치지 않도록 실제 소음 테스트를 수행하고 커뮤니티 피드백을 수집하는 것이 중요하다(City of Orlando, 2020).

[그림 2-3]은 EASA에서 제시한 주요 사회적 수용 요인들이다. 이 중 소음과 안전이 전체 언급의 35%를 차지할 만큼 큰 비율로 언급되는 주요 요인임을 알 수 있다. 다른 요인으로는 사생활 침해(Privacy), 공동 또는 개인의 이익(Benefits for self or community), 시각적 불편함(Visual annoyance), 환경적 영향(Environmental impact) 등의 순으로 나타났다.



[그림 2-3] 사회적 수용성의 요소들

출처: EASA (2021), p.18.

(3) 환경적 영향

온실가스 배출, 야생 동물 피해 등 UAM에 대한 환경적 영향의 추적은 중요한 고려 사항으로서, UAM은 도시 교통 혼잡을 줄이고 대기 질을 개선할 수 있는 잠재적인 솔루션으로 간주되며 이는 수용성에 긍정적인 요인이 될 수 있으므로, 야생 동물에 대한 영향과 전반적인 환경적 지속가능성에 대한 우려는 수용성을 높이기 위해 해결되어야 하는 주요한 이슈이다(EASA, 2021).

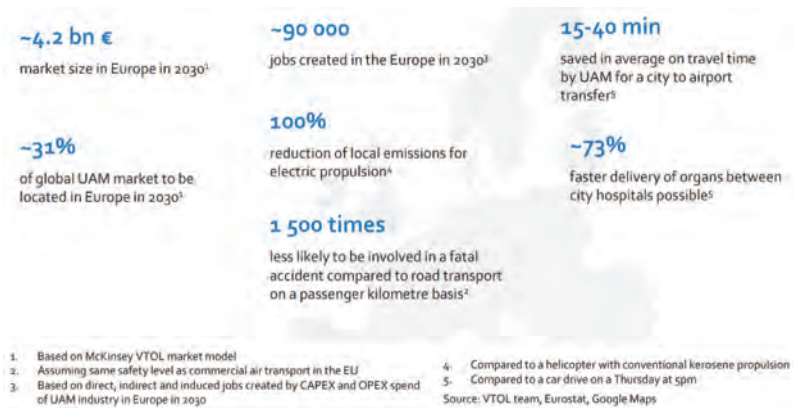
또한, eVTOL 차량에서 발생하는 소음과 도시 경관에 대한 시각적 영향도 해결되어야 할 문제로 파악되고 있다(UK Air Mobility Consortium, 2022).

반면 도시의 교통 네트워크를 탈탄소화하고 기후 행동 약속에 부합하기 위해 무공해 차량 사용이 장려되어야 하며(LADOT, 2021), 이를 통해 탄소 배출과 소음 공해를 줄일 수 있는 전기 항공기의 잠재력으로 대중과 규제 기관의 지원을 촉진할 수도 있다(WSDOT, 2020).

(4) 사회적 혜택

UAM으로 인해 더 빠른 여행, 더 깨끗한 교통수단, 확장된 연결성 등에 따른 사회적 혜택은 대중의 수용성의 또 하나의 요소로서, 의료 운송이나 응급 서비스와 같은 공공 혜택을 제공하는 것은 개인의 필요를 충족하는 목적에 비해 더 높은 수용성으로 받아들여질 가능성이 높으며, UAM이 도시 이동성을 크게 향상시키는 솔루션이라는 대중의 인식은 수용을 촉진할 수 있다(EASA, 2021).

[그림 2-4]에서는 EU와 유럽에서 UAM이 제공하는 높은 수준의 장점들을 제시하고 있다. 장점에는 2030년 42억 유로의 잠재적 시장 규모, 약 9만 개의 일자리 창출, 전기 추진을 위한 지역 배출량 100% 감소, 도시에서 공항으로의 이동에 상당한 시간 절약 등이 포함된다.



[그림 2-4] EU와 유럽에서의 UAM의 혜택

출처: EASA (2021), p.31.

(5) 사이버 보안 및 개인정보 보호

사이버 보안 및 개인정보 보호 문제를 포함한 보안은 UAM 수용성에 중요한 역할을 한다. 강력한 보안 조치를 보장한다면 대중의 두려움을 완화시킬 수 있기 때문이다(EASA, 2021).

특히, 비행 경로 및 수직 이착륙장 근처에 거주하는 주민들의 개인 정보를 침해하지 않는 것이 보장되어야 한다(UK Air Mobility Consortium, 2022).

(6) 제도 및 규정

FAA의 역할에는 UAM을 지원하기 위한 규정을 개발하거나 수정하는 것이 주요한데, UAM 운영이 안전하고 공평하며 기존 NAS(National Airspace System) 운영을 방해하지 않도록 보장하는 것을 포함한다(FAA, 2022).

또한, 기체 인증 프로세스 및 일정은 eVTOL 채택 속도에 영향을 미칠 수 있으므로, FAA 등 항공당국으로부터 운항 자격증을 취득하고 eVTOL의 상업적 운영에 필요한 안전, 성능 및 환경 표준을 충족하는지 확인하는 것이 중요하다(WSDOT, 2020).

(7) 경제성 및 시장 수요

경제성은 UAM 운영이 지속 가능하기 위한 근본적인 사항이다. 여기에는 대량 생산에 대한 고려 사항, 규모의 경제를 통한 비용 절감, 지속 가능한 비즈니스 모델 개발이 포함된다(FAA, 2022).

ATM(Air Traffic Management) 등 UAM 시스템이 운영자와 사용자 모두에게 비용 효율성을 수반해야 하고(UK Air Mobility Consortium, 2022), 새로운 고용 기회 개발을 통해 일자리 창출을 촉진합니다(LADOT, 2021).

더불어, 인프라 개발을 지원하고 전기 항공기 채택과 관련된 초기 높은 비용을 상쇄하기 위한 경제적 인센티브 및 자금 조달 메커니즘이 필요하고, 지역 통근 항공편, 항공 택시 서비스, 화물 운송 등 전기 항공기 운영에 대한 충분한 수요가 있는지 확인해야 한다(WSDOT, 2020).

(8) 지역 사회 참여

UAM 수용성 제고를 위해서는 지역사회가 UAM 프로젝트를 인식하고 이동 시간 단축, 환경 영향 감소 등 UAM 프로젝트가 제공하는 이점을 이해하도록 하는 것이 중요하며, 이는 지역사회 봉사 프로그램 및 UAM 제공업체와의 파트너십을 통해 달성할 수 있다(City of Orlando, 2020). 여기에는 우려사항들을 해소하고, 계획 및 운영 프로세스에 지역사회가 참여하기 위한 회의, 설문조사, 세미나가 포함된다(NASA, 2020).

참여를 독려하기 위해서는 이해관계자의 의견을 반영한 커뮤니티 비즈니스 규칙(CBR)의 공동 개발을 통해 운영 규범 및 표준이 널리 수용되고 준수되도록 보장해야 한다(FAA, 2022).

(9) 기술 및 인프라 개발

UAM 기체와 관련하여 전기 추진, 배터리 저장 및 자동화를 포함한 기술의 발전은 UAM 시스템의 안전하고 효율적이며 안정적인 발전에도 크게 기여할 것이다 (FAA; WSDOT).

UAM 운영을 지원하려면 이착륙시설인 버티포트(Vertiport), 충전 시설 등 적절한 인프라 개발이 동반되어야 한다. 또한 이러한 시설이 규제 표준을 충족하고 기존 도시 인프라와 통합되도록 보장하는 것이 중요하다(NASA; UK Air Mobility Consortium; City of Orlando).

(10) 공공-민간 협력

UAM의 성공적인 구현과 수용을 위해서는 공공 기관과 민간 UAM 제공업체 간의 효과적인 협력이 필수적이다. 이를 위해 공공 이익을 보호하는 동시에 유연성과 혁신을 허용하는 규제 프레임워크 설정이 필요하다(City of Orlando, 2020).

공공-민간 파트너십은 UAM 운영을 시험하고 향후 다른 도시에서 사용할 수 있는 정책 프레임워크를 설정하는 데 기여할 수 있다(City of Orlando, 2020).

(11) 투명성 및 형평성

UAM 수용에 대한 제고를 위해 마지막으로 고려해야 하는 사항은 투명성·형평성과 관련이 있다. 투명성을 위해서는 대중 및 기타 이해관계자들과 열린 의사소통 라인을 유지해야 하고, UAM의 안전성과 이점에 대해 명확하고 접근 가능한 정보를 제공해야 한다(NASA, 2020).

정보 교환의 투명성도 중요한데, 정보 교환 서비스를 구현하여 이해관계자에게 시의적절하고 정확한 데이터를 제공하고 상황 인식 공유를 보장 정보를 바탕으로 공동 결정을 내리고 규제 등 문제를 극복하는데 도움이 된다(UK Air Mobility Consortium, 2022).

형평성과 관련해서는 서비스가 부족한 지역 사회에 부담을 주지 않고 UAM 서비스에 대한 공평한 접근성(Access)을 보장하는 것이 중요하다. 그리하여 모든 주민이 UAM의 혜택을 누릴 수 있도록 정책 개발과 버티포트 부지 선정, 운영빈도 결정 단계 전반에 걸쳐 이해관계자들을 참여시켜야 한다(LADOT, 2021).

또한 소외된 지역사회를 대상으로 직업 훈련 프로그램을 시행하고 UAM 서비스에 대해 소득 기반 할인을 제공토록 한다(LADOT, 2021).

4) UAM 수용성과 관련한 기대와 우려사항에 대한 인식

EASA는 UAM 수용성과 관련하여 대중적 인식을 파악하기 위해 유럽 6개 도시(함부르크, 파리, 바르셀로나, 밀란, 부다페스트)의 3,690명을 대상으로 설문조사 및 인터뷰를 실시하여, EU와 유럽 국민의 UAM에 대한 인식과 기대 및 우려사항을 조사한 바 있다(EASA, 2021).

설문조사 결과, 시민들은 UAM에 대해 긍정 83%(부정 17%)의 태도를 보이며, 특히 UAM의 공익적 사용(응급의료용)에 대해 매우 높은 지지도를 보이는 것으로 나타났다. 아울러 UAM의 3대 기대 편익으로 “더 빠르고”, “깨끗하고”, “확장된 연결성”을 선택하였다. 반면에 안전, 환경/소음, 보안, 프라이버시 등에 대해 우려하는 것으로 나타났다.

[표 2-2] UAM 도입을 위한 시민 우려사항과 해소 방안

구분	우려 사항	시사점(해소방안)
안전	기술적 결함 또는 인적오류에 의한 추락/충돌 및 이로 인한 인명 피해를 우려	안전: 기존 항공안전 벤치마킹
환경	야생 동식물에 대한 부정적인 영향을 우려	야생 동식물 보호
소음	버티포트 이착륙 또는 비행 시 발생하는 소음에 대한 우려	익숙한 도시 소음 수준 유지
보안	UAM 제어 해킹, 위험물/폭발물 장착 등에 대한 우려	시민에 대한 신뢰 구축 필요
기타	거주지 인근에 위치한 버티포트가 프라이버시에 부정적인 영향 우려	지상 인프라와의 적절한 통합, 규제 당국의 협력적 태도

출처: EASA (2021); 김태성 외 (2024), p.78. 재인용

한국교통연구원이 실시한 UAM 대중수용성에 대한 위해요인 도출을 위한 전문가 AHP 분석에서는 새로운 교통수단 체계로 기술적 안전성에 대한 대중들의 우려가 전문가 집단의 입장으로 판단할 때 수용성에 부정적 영향을 주는 가장 큰 요인으로 작용하는 것으로 나타났다(백승한 외. 2023).

이를 살펴볼 때, 안전과 관련된 사항들의 수용성과 대상 선정의 중요성이 강조될 수 있고, 이외 소음, 경제성 등 시민들이 이용 시 고려해야 하는 사항들을 염두하여 선정 기준을 마련해야 하겠다.

[표 2-3] UAM 대중수용성 위해요인 관련 전문가 AHP 분석 결과

제1계층	제2계층	종합점수	순위
법·제도	UAM 기체, 시설, 장비에 대한 구체적이지 않은 정의와 기술표준	0.1178	2
	UAM 종사자 자격에 대한 구체적이지 않은 법적 정의	0.0720	7
	UAM 초기상용화 계획 대비 느린 준비 수준	0.0530	10
인프라	기존의 다른 교통수단 대비 원하는 시간과 장소에서의 편의성이 낮음	0.1054	4
	버티포트까지의 낮은 접근성 문제	0.0631	8
	기존의 다른 교통수단 대비 높은 요금에 따른 다른 가격경쟁력의 결여	0.0567	9
기술·안전	비정상 상황에서 UAM 기체 추락으로 인한 인명 및 재산 피해	0.1518	1
	시정 및 바람(저고도 측풍, 빌딩풍, 산곡풍) 등 기상으로 인한 운항의 안전성 문제	0.1109	3
	UAM의 기술적 안전성에 대한 과학적 검증 결과에 대한 대중 홍보 부족	0.0493	11
환경·도시 계획	가용지가 부족한 도심지에서 버티포트 설치의 어려움 (가능입지 검토 부재, 설치 시 타 용도 이용 제약)	0.0967	5
	UAM 운항에 따른 생활환경의 부정적 영향(소음, 사생활 침해, 경관 훼손)	0.0917	6
	UAM 운항에 따른 자연환경의 부정적 영향(조류 등 야생동물 충돌, 자연 생태계 피해)	0.0316	12

출처: 백승한 외 (2023), p.xxiii

5) 도심 UAM 서비스를 위해 필요한 버티포트 선정에 대한 방향

앞서 논의한 해외 국가와 지역들에서 다루고 있는 UAM의 도시 공간에서의 수용성과 관련한 요소들은 본 연구의 대상으로서 도심 UAM 이착륙시설로서 활용될 수 있는 건축물을 선정하는데 주요한 기준으로 활용될 수 있다.

특히, EASA(2021) 등에서 제안하고 있는 우려 사항들은 UAM 이착륙시설로서 적합한 건축물을 선정하는 기준으로서 우선적으로 강조할 수 있으며, UAM 서비스 제공의 목적에 따라 그 기준들이 차등화될 수 있어 대상 선정을 위한 다양한 조건을 고려한 시나리오의 설정이 필요한 것으로 사료된다.

3. 버티포트 입지 선정 관련 문헌

1) 문헌 고찰 개요

버티포트의 입지 선정 관련 문헌들은 대부분 '18년 이후인 최근부터 출간되기 시작하였으며, 입지에 대한 전반적인 요인들을 다룬 연구들부터 세부 요인을 선정하여 연구한 문헌 등 상당히 다양하게 연구가 진행되어 왔다.

본 절에서는 이들 문헌들에서 버티포트 입지 선정과 관련된 내용들을 조사하여 본 연구의 설치가능 건축물 선정과 관련된 항목들을 도출하고자 한다.

다만, 선행 문헌들은 본 연구에서 도출하고자 하는 버티포트 설치 가능 건축물에 대한 선정 기준보다는, 개활지를 포함한 전반적인 입지 선정 요인을 도출하는 것에 초점이 맞춰져 있어 이를 전반적으로 고려하여 문헌 조사를 실시하였다.

2) 입지 요인 전반

정민철(2022)은 UAM 서비스 공급자 관점에서 도심항공교통 이착륙장 입지 선정 요인의 중요도에 관한 연구를 진행하였다. 수도권을 대상으로 광역적 측면에서 UAM 서비스지역을 선정하고, 서비스지역 내 입지 후보지를 평가하여 선정하였다. UAM 이착륙장 선정을 위해 문헌연구 및 전문가 설문조사를 통해 경제, 기술, 사회적 측면에서의 필요요인을 도출하고, AHP 및 ANP 분석을 시행하였다.

[표 2-4] UAM 이착륙장 입지 요인

구분	입지요인	내용
경제적 요인	토지 확보 비용	토지 확보 비용 및 가능성
	대중교통 접근성	대중 교통수단을 이용하여 UAM 이착륙장 접근 편리성
기술적 요인	장애물, 항로구성	주변 지역의 대형빌딩, 구조물, 장애물 등 안전 운항에 영향을 미치는 지형적 특성
	전력원 공급, 건축공사 용이성	대규모 전력원 공급 용이성 구조물 건축 및 보강, 이착륙장 접근을 위한 접근로 구성, 건축공사 용이성 등
사회적 요인	청각, 시각적 소음	소음 등 대중 수용성에 영향을 미치는 요인
	법, 제도	건설, 운영 관련 법적, 제도적 규제

출처: 정민철 (2022), p.38.

김원진(2022)는 도시, 교통, 부동산 등을 고려한 이용자 중심의 UAM버티포트 입지에 영향을 미치는 요인을 도출하였다. 국내에서 UAM이 가장 먼저 도입될 것으로 예상되는 수도권을 대상으로 이용자의 편의성, 접근성 등 이용자 관점에

서 UAM 버티포트 인프라 영향요인을 우선적으로 고려하였다. 이를 위해 UAM 기술 및 정책동향, 관련 이론 및 버티포트 입지 선행연구를 고찰하여 1차 변수를 정리하고, 관련 분야별 전문가를 대상으로 FGI를 실시하였으며 전문가 설문조사를 통해 각 요인별 가중치를 산정하였다.

[표 2-5] 버티포트 입지 영향요인

1계층	2계층	3계층
경제적 입지요인	건설 용이성	도시기반시설
		건물옥상
	수요창출 가능성	도심지역
사회적 수용성 입지요인	지역균형발전	외곽지역
		도시공간 이용활성화
	생활환경 영향	교통불편 지역개선
		이착륙 소음
접근성 입지요인	연계교통 접근성	이착륙 안전
		철도노선 연계성
		버스노선 연계성
	환승접근성	버티포트 접근거리
		환승 접근거리

출처: 김원진 외 (2022), p.130.

Mendonca et al(2022)은 버티포트 계획, 설계 및 운영 고려사항과 과제를 18가지로 분류하고 있는데, 정부 및 지자체 규제, 입지선정, 토지사용용도, 공역 통합, 안전, 데이터 보안, 경제적 영향, 환경적 영향, 잠재수요, 비상상황 대응 계획, 공정성, 지역주민 인식 개선 등으로 고려사항을 제시하였다.

[표 2-6] UAM 이착륙시설 계획, 설계 및 운영 고려사항

구분	내용	주요 고려사항
정부규제	UAM 이착륙시설 설계 관련 정부규제	정부 규정, 공군 관련 이해관계, UAM인증 요구사항 준수, 안전보안 규정 준수
지자체 규제	UAM 이착륙시설 설계 관할 지자체 규제	지역 토지이용 규제, 법률, 소음 및 진동 규제, 환경 및 건축규제
물리적 구조	이착륙시설의 물리적 구조(고정형/이동형)	부지선정, 접근성, 보안, 인프라 및 승객 편의시설
토지 사용용도	주변 토지사용 및 커뮤니티에 미치는 영향	토지이용 호환성, 소음 및 진도제어, 경제개발 및 환경영향 평가

구분	내용	주요 고려사항
버티포트 구성	이착륙시설 구성	터미널디자인, 주차 및 대기공간, 지상 지원장비, 승객 및 수하물처리 시스템
경제적 영향	주변지역에 미치는 이착륙시설의 경제적 영향	일자리 창출, 경제적 파급효과, UAM서비스 비용효과성
환경적 영향	UAM이착륙시설 운영에 따른 주변환경 영향	UAM 차량배출, 소음공해 영향, 건설구조영향
공역통합	UAM 운영을 위한 공역통합 관점에서의 고려사항	기존 공역과의 통합, 국 통제 공역 교통관리, 기존 항공 이해관계 조정
수요	UAM 서비스 수요 예측	현재 및 미래 수요, 항공교통량, 지역 인구밀도, 교통수요 및 대중교통 사용선호도
비상상황대응계획	비정상상황에 대한 대응 계획	자연재해, 시설이상, 보안위협 등 비정상상황 대응계획
공정성	UAM 시스템의 공정성	거주민 권익보호, 소음, 교통 및 환경규제 준수
통신 및 데이터 보안	UAM 시스템 통신 및 데이터 보안	무선통신체계, 자동화 및 기술적 측면 보안사항 준수
공공시설과 부가시설	이착륙시설에 필요한 부가적인 공공시설	전기, 상하수도 등
안전	UAM 운영에 필요한 안전규정 및 절차	UAM차량, 승객 및 승무원 안전, 기상조건, 운항절차 및 안전규정, 무인항공시스템 안전관리체계
자동화	UAM 차량 자동화 및 운영 시스템	자동화통제시스템, UAM 경로계획 및 운항제어시스템

출처: Mendonca et al (2022), pp.3-21.

Fadhil(2018)은 UAM 지상 인프라 선정에 있어 GIS 기반 분석 작업을 통해 최적 입지 요인을 산정에 영향을 미치는 요인을 도출하였다. 로스엔젤레스와 뮌헨을 기반으로 사례 연구를 진행하였으며, 인구밀도, 중위소득, 직장밀도가 높은 곳이 지상 인프라 위치에 적합한 곳으로 선정하였다.

3) 기존 건축물 헬리포트의 활용 가능성

박초롱 외(2023)은 국내 UAM 인프라 구축을 위한 기존 고층건축물 헬리포트 활용을 위해 요구되는 조건을 도출하는 연구를 진행하였다. 고층건축물 옥상에 설치된 구조 공간 및 헬리포트 등의 상당수는 막상 화재 발생 시 인명구조나 헬기의 이착륙하기에는 부적합하다는 지적에 따라, 현재 사용되지 않고 있는 고층 건축물 옥상 헬리포트를 UAM을 위한 이착륙장으로 활용해야 한다는 것이다.

연구에서는 헬리포트 설치 관련 법규 및 고층건축물 옥상 헬리포트 현황과 사회적 수용성에 관한 선행연구 분석을 통해 UAM 수직이착륙 영역에 필요한 조건으로 수용성, 편의성, 수익성, 접근성, 안정성의 5가지 요구사항을 구분하였다(박초롱 외, 2023).

결론적으로 서울시 내 대상지를 선별한 결과, 총 10곳의 고층건축물 옥상 헬리포트가 UAM 이착륙장으로 활용 가능할 것으로 제시하였다(박초롱 외, 2023).

[표 2-7] 수직이착륙(VTOL) 영역의 표준 및 요구사항

구분	요구사항	분석내용
수용성	소음 및 사생활 침해 방지를 위한 주거 및 교육시설 등에 사용되는 건축물 제외	헬리콥터 이착륙이 가능한 230곳 중 교육연구시설(5곳), 노유자시설(2곳), 숙박시설(7곳), 의료시설(12곳), 주거시설(81곳), 지원시설(33곳)을 제외한 업무 및 판매시설 총 90곳
편의성	승객이 이용할 수 있는 엘리베이터 및 주차장	승강기 5대 이하, 주차장 100대 이하의 건물 총 161곳
수익성	건물이 위치한 토지의 용도지역	도시의 용도지역 중 상업 지역에 위치한 건물 총 161곳
접근성	지하철역 주변의 대중교통 접근성	지하철역에서 500m까지의 영역에 위치한 건물 총 174곳
안정성	Vertiport로 이용 가능한 주변 건물 중 가장 높은 건물	수용성, 편의성, 수익성, 연계성을 모두 만족하는 건물 총 37곳

출처: 박초롱 외 (2023), pp.505-506.



[그림 2-5] 서울시 헬리포트 설치 건축물 중 UAM 버티포트 사용가능 건축물

출처: 박초롱 외 (2023), p.506.

엄단비(2021)는 UAM의 실증을 위한 승강장(Vertistop)으로 헬기장을 사용할 수 있는 방안을 제안하는 연구를 수행하였다. 연구에서는 국내 건축물 옥상에 Uber가 제시한 Vertistop 표준규격의 충족 여부를 평가하였다. Uber가 제시하고 있는 승객 4명과 조종사 1명을 태울 수 있는 eVTOL은 TLOF(Touchdown and Lift-off Area, 수직이착륙 가능한 항공기가 접지 또는 이륙할 수 있는 하중 지지구역)의 경우 어떤 방향으로도 15.24m를 초과할 수 없다는 점을 명시하고 있다(The Electric VTOL News; 엄단비, 2021, p50).

본 연구에서는 한국의 여건을 평가하기 위해 미국 미연방항공청의 헬리포트 설치기준에 따라 한국의 건물 옥상에 설치된 헬리포트에 우버가 제시한 모델이 이 · 착륙할 수 있는지를 평가하였으며, 결과적으로 현행 건축법상 헬리포트 기준은 우버에서 제시한 표준규격을 충족하지 못하고 있음을 제시하고 있다(엄단비, 2021, p.50).

[표 2-8] 한국의 건축법상 헬리포트에 대한 우버의 드론택시 수용여건 평가 (단위: m)

FAA 버티포트 구분	Uber eCRM-004	현행 건축법	Hyundai S-A1
TLOF: Max Dimension(MD) of eVTOL (eVTOL의 최대 크기)	15.24	12	15×10.7
FATO: 1.5 MD: 3/2 MD	7.62	6	7.5
Safety Area(SA): 1/3 MD	5.08	4	5
Total space requirement	27.94	22	27.5

출처: 엄단비. (2021). p.51

4) UAM 서비스 수요

Fadhil(2018)은 UAM 설치입지 선정을 위해 변수를 선정하고, 전문가 델파이조사를 통한 AHP분석을 수행하여 최적 입지 영향도를 산정하였다. 공급과 수요 측면으로 구분하고 세부적인 요인을 정리하였다(김원진 외, 2023, 재인용). 수요 측면에서는 인구밀도, 중위소득, 오피스 임대가격, POI(Point of Interest), 주요 교통결절지 여부, 연평균 교통비용, 직장밀도 등을 검토하였다. 공급측면에서는 헬리패드 여부와 잠재적 설치 가능성, 소음 등을 검토하였다.

분석결과 중위소득, 평균 총 통행비용, POI, 사무실 임대료, 주요 교통결절점 등을 고려하여 UAM 인프라를 구축하는 것이 적절한 것으로 나타났다.

[표 2-9] UAM 이착륙장 입지 영향요인

Demand Side	Supply Side
population density / median income / office rent price / points of interest / major transport node / annual transport cost / job density / extrem commuting	existing helipads and potential spots / existing noise

출처: Fadhil, D. N. (2018), pp.34-39.

5) UAM 서비스 비용

Tarafdar et al(2019)는 미국 북부 캘리포니아 지역의 통근 승객을 위한 UAM 개념의 착륙지점을 연구하였다. 연구에서는 착륙지점의 위치에 기반한 Life-cycle 비용모델을 구축하여 이착륙장 입지 조건을 분석하였으며, UAM 이착륙장의 입지 영향조건으로 지리적 특성, 토지이용가능성, 장애물 여부, 토지가격, UAM 이용요금 등을 결과로 제시하였다(김원진 외, 2023, 재인용).

김상규·이진우(2021)는 도시레벨 UAM 운영에 대한 일반화 비용 모델을 개발하고, 매개변수 연구를 통해 미래의 지상교통수단인 수요대응형 자율주행 모빌리티와 비교분석하여 UAM 운영 비용을 산정하였다. 승객의 전체 비용 산출을 위해 여행구간을 first mile 접근, UAM 비행, last mile 접근으로 구분하였으며, 운영주체인 기업의 비용은 버티포트 건설비용, 항공기 구매비용, 항공기 운영비용, 항공기 재배치 비용으로 구분하였다.

6) 인구/직장 밀도 등

Gonzalez et al(2022)은 UAM 인프라에 적합한 지리 공간 환경을 구축하기 위해 3D geofence를 활용하여 다양한 도시 지역의 인구 밀도 및 일자리 밀도를 평가했다. 소득 수준, 작업 밀도 및 다양한 교통 수단과 관련된 변수들을 공간적으로 식별하여 시뮬레이션한 결과, 인구 밀도와 일자리 밀도가 높은 지역이 UAM 운송에서 가장 유리한 결론에 도달했다. 이는 도심 내 잠재적 이용자가 많아 UAM 서비스의 수요가 높으며, 인구 밀도와 일자리 밀도가 높은 지역에서 UAM의 효과적인 운영이 가능함을 의미한다.

7) 대중교통 연계성

유금식(2022)는 도심 내 UAM 서비스의 활성화를 위해서는 전략적인 버티포트 배치와 운영 방안이 필수적이라고 제안하였다. 각 유형에 적합한 위치 선정 및 구축 요소를 검토해본 결과, UAM 운항시간이 10분에서 20분으로 예상됨에 따라, 버티포트가 주변 교통수단(버스, 지하철, 자가용 등)과의 연계를 고려하여 이동 거리가 10분 이내에 위치해야 한다고 제안하였다.

Rahman et al(2023)은 UAM이 기존의 복합 운송 인프라와 원활하게 통합되기 위해 버스정류장까지의 네트워크 거리를 최소화하는 목적 함수로 최적화 모델을 구현해 내고자 하였다. 평균 거리의 역법칙 회귀 분석을 이용하여 최적의 버티포트 배치 요건을 나타내었으며, 입지 요건에는 이동 시간 절약의 감소 수익, 소득 수준, 인구밀도, 라스트 마일로서의 가능성으로 구분하였다.

김원진 외(2023)은 UAM 이용 환경 측면에서 핵심 변수를 분석하고, 이용 증대를 위한 최적의 버티포트 입지 요인을 제시하였다. 이를 위해 기존 복합 운송 인프라와의 통합을 고려한 최적화 모델을 구현하고, 역법칙 회귀 분석을 통해 이동 시간 절약의 감소 수익을 식별하여 소득 및 인구 분포, 교통 수요를 고려하여 최적의 버티포트 배치를 제시하였다. 그리하여 도시의 교통 네트워크 효율성을 높이기 위해서는 실제 사례 적용 및 추가적인 변수 분석을 통해 더욱 구체화 된 방안을 마련하는 것이 필요하다고 제안하였다.

8) 버티포트 접근성

Johnston et al(2020)은 UAM 도입에 따른 미래교통체계를 예측하고, 다양한 인프라의 필요성을 제기하였다(김원진 외, 2023, 재인용). 연구에서는 UAM 운영에 따른 단기 및 중장기 측면의 운영비용 감소, 주이용시간에 맞춘 맞춤형 운영방안을 예측하였으며, 이를 통해 UAM 이용수요에 큰 영향을 미치는 버티포트 입지 조건은 이용자 접근성이며, UAM 노선은 다양한 경로로 설정하는 것이 필요하다고 주장하였다.

9) 건축물 용도

이재홍-홍성조(2021)은 UAM의 운영모델과 지상기반시설을 유형화하고, UAM에 대한 도시계획적 접근을 시도하였다(김원진 외, 2023, p.16, 재인용). 연구에서는 UAM 운영모델 및 지상기반시설을 유형화하고, 운영모델에 따른 지상기반시설의 도입형태를 유형별로 제안하였다. 그리고 운영모델은 개인소유형, MaaS

형, 수요응답형으로 구분하고, 각 유형에 대해 도시 내 운행, 도시 간 운행, 지역 간 운행을 세분화하였다.

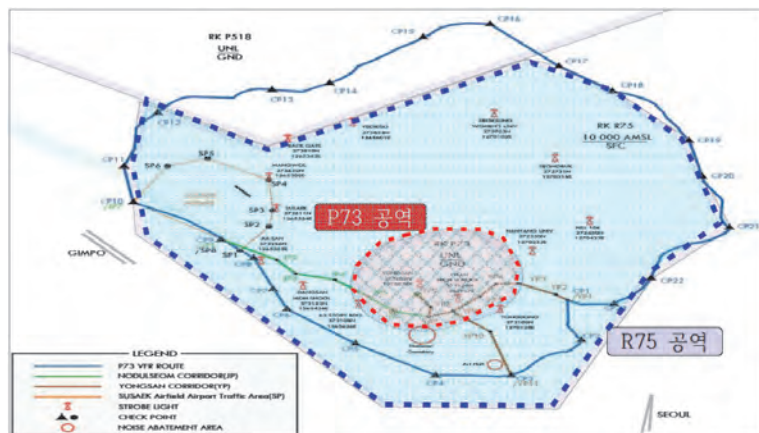
연구 결과로 지상기반시설 형태는 신규 복합개발, 건물 상층부, 기반시설(도로, 철도, 터미널, 철도역사, 녹지 및 공원)로 구분하고, 신규 복합개발은 상업복합과 주거복합으로 구분하였으며, 건물 상층부는 대형상업시설, 주차건물, 공업시설 상층부로 구분하였다.

10) 제도적 규제

Mendonca et al(2022)는 비행금지구역, 특수용도 구역 또는 학교, 병원, 교회 등 근처 공역에 대한 제한은 진입로, 회랑, 대기 구역 크기 및 위치에 제한받을 수 있다고 하였다. 따라서 안전 운항을 위한 기술 기준 및 법적 요건을 충족하는 지역, 즉, 이착륙의 기술적 환경(장애물 등) 및 도심 기상 특성(난기류) 등을 고려한 안전 운항 기준에 충족하는 지역을 선정해야 한다고 제시했다.

최대성·심대성(2023)은 최근 변경된 수도권 비행금지구역에 대한 시계비행 및 통제 절차 관련 기준을 고찰하였다. 연구에서는 (RK)P73은 항공안전법에 따라 국방부장관에 위탁된 서울 도심의 비행금지구역이며, (RK)R75는 항공안전법에 따라 국방부장관에 위탁된 서울 도심의 비행금지구역으로 설명하고 있다.

또한, 변경된 (RK)P73 금지구역은 기존의 A·B 지역으로 구분된 공역에서 특정 지역 2개의 원(각 반경 2NM)으로 변경되었으며, 항공기를 사전에 식별하고 경고하기 위한 통제공역임을 설명하고 있다.



[그림 2-6] P73 비행금지구역 / R75 비행제한구역

출처: 최대성 외 (2023), p.1013.

이에 대한 부연설명으로서 R75 비행제한구역 내에서 레이더 송수신장비(Transponder) 미장착 항공기는 비행할 수 없으며, 승인된 항공기는 R75 진입 전에 할당된 레이더 비컨 코드를 장입해야 한다고 설명하고 있다. 또한, 재해·재난 등으로 인해 수색구조, 산불 및 화재의 진화 응급 환자의 수송 등 구조활동과, 공공의 안녕과 질서유지를 위해 필요한 활동 등 공익 목적 상의 긴급한 경우를 제외하고는 R75 비행제한구역에서의 야간 비행은 금지된다고 설명하고 있다.

정준영 외(2021)는 버티포트를 설치할 수 없는 지역에 대해 분석하였다. 서울의 경우 개발 제한 지역으로 지정된 그린벨트에 버티포트를 건설할 수 없다는 사실을 시각화하였다.

11) 향로 주변 장애물 등

버티포트 주변 지역의 물리적 장애물도 사용 가능한 공역에 영향을 미칠 수 있다. Mendonca et al(2022)은 직선, 선회, 대체 및 이륙에 대한 장애물을 식별하는 TERPS (Terminal Instrument Procedures) 평가를 실시해야 하고, 다른 유형의 인프라가 이착륙 안전 구역에 침투되어서는 안 된다고 제시했다. 이는 접근 및 출발 경로를 제한하고 공기 흐름을 방해하여 비행 및 NEXRAD 레이더를 방해할 우려가 있다. 또한 헬리포트와 수직 공항 소유자가 수직 공항 공역 내에 건설되는 건물, 안테나, 전선 및 가로등과 같은 장애물로부터 공역을 보호하는 것은 어렵다고 판단했다.

Fadhil(2018)은 다른 기존 항공기, eVTOL 차량 및 공항 지상 인프라와의 충돌을 피하기 위해 승인된 항공 교통 관제(ATC) 타워 또는 항공 교통 관리(ATM)과 통신해야 한다고 제시했다.

EASA(2021)는 조류나 야생동물 등 충돌 위험으로부터 보호되어야 한다고 제시하였다. 나무 주변에 버티포트를 설치하면 이동 영역에 들어갈 가능성이 높아지며, 자라면서 영공을 침범할 위험이 있고, 먼지와 연기를 발생시키는 건설 공정, 일시 조명 또는 항해 보조 장치에 영향을 미치는 건설로 인한 운영방해가 되어서는 안 된다. 공항 조명의 모든 요소가 가려져서는 안 되며, 임시 또는 영구적인 제한된 조명이 항공 지상 조명과 혼동되지 않도록 해야 한다고 제시하였다.

12) 건축물 옥상부 하중

(1) 버티포트 구조물 하중 및 관련 사항 고려

Mendonca et al(2022)은 TLOF는 VTOL 항공기가 접지 또는 이륙하는 곳, 즉 하중을 지지하는 FATO 중심의 포장면을 말하는데, 지면, 고가 구조물 또는 옥상 층에 위치한 평평한 지형이나 평평한 구조물이어야 하고, 진입/출발 및 전이 표면에 대한 관통과 장애물 없어야 하며, TLOF, FATO 및 안전 구역 둘레 사이 거리는 TLOF 모양에 상관없이 등거리(equidistant)가 되고 정하중(static loads)은 착륙장치의 전체 접지 면적을 통해 적용되는 항공기의 최대 이륙중량(MTOW)과 동일하도록 설계해야 한다고 설명하고 있다.

FATO는 VTOL 항공기가 착륙 마지막 단계를 완료하고, 이륙을 시작하는 곳을 말한다. VTOL 항공기 및 모든 지상지원차량의 중량을 지지할 수 있는지 고려해야 하며, 정하중은 착륙장치의 전체 접지 면적을 통해 적용되는 항공기의 MTOW와 동일해야 한다(Mendonca et al, 2022).

신은택 외(2022)은 목적과 용도에 따라 헬리콥터의 크기와 중량이 상이한데 이때 헬리포트에 착륙이 가능한 최대 중량이 명시되어 있지 않으면 붕괴 위험이 뒤따르는 문제가 발생할 수 있다고 설명하며 이에 대한 대표적 사례로 서울대학교 분당병원 옥상 적재 하중이 부족하여 구조 헬리콥터 착륙하지 못했던 사례를 들었다. 이에 따라 헬리콥터의 목적별 세부 분류를 적용하여 혼란을 줄일 수 있는 방안을 제시하였다.

(2) UAM 동하중(기체 하중의 150%) 고려

FAA(2022)는 디자인 VTOL 항공기의 최대 이륙중량 (MTOW)의 150%를 기준으로 동하중(dynamic loads)를 지지한다고 제시하고 있다. 이때 하중 지지 용량(load-bearing capacity)에는 로터/프로펠러 downwash 하중도 포함해야 한다.

Mendonca et al(2022)은 rotor wash and downwash에 따라 패드 크기, 버티포트의 패드 구성, 승객 하차 경로, 버티포트 인프라의 배치를 고려해야 한다고 명시한다.

13) 전력공급

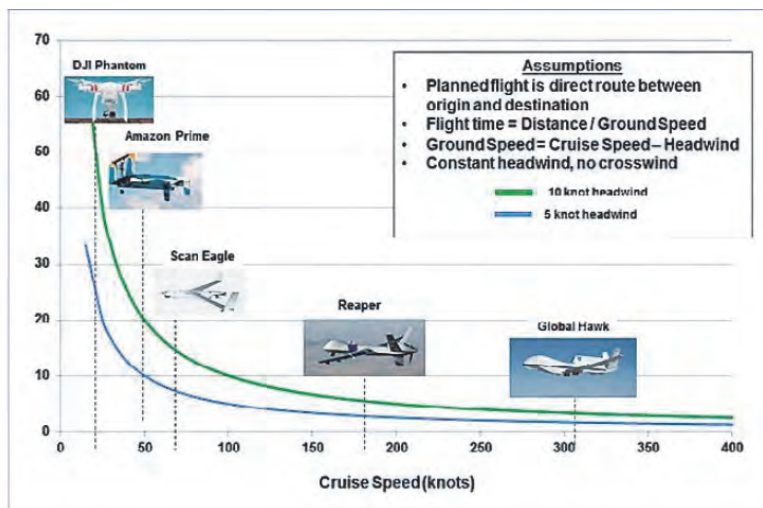
FAA에 따르면 인증을 신청 중인 경량 전기 항공기의 충전 표준은 경량 차량 충전(최대 350 KW)표준과 일치한다. 고용량 배터리와 특정 계통을 충족하려면 이동형 충전 시스템, 고정식 배터리 보관 등 고려할 필요가 있으며 배터리는 TLOF, FATO 및 안전 구역으로부터 떨어진 곳에 보관하도록 제시한다.

14) 기상 조건

Mendonca et al(2022, p.5)는 특정 기상 조건에 대해 예상하고 대체 착륙 지점 마련, 날씨로 인해 수요에 비해 수용력이 감소할 수 있기에 주변 공역의 수요 용량 균형(DCB)을 관리 필요하다고 제시하였다.

Mendonca et al(2022)은 날씨로 인해 버티포트가 폐쇄된 경우 다른 형태의 교통수단을 이용하기 위한 조치를 마련해야 한다고 제시하였다. 가능한 TLOF를 건물, 나무, 지형에서 멀리 배치하여 FATO와 진입/출발 경로 근처의 난기류 최소화하도록 제안하였다. 구조물 상단(지붕 등)과 고가형 버티포트 층 위의 모든 측면에 최소 6ft(1.8m)의 막힘 없는 공극(air gap)이 있으면, 그 위로 흐르는 공기의 난기류 효과 감소한다고 제시하였다.

유금식(2022)은 UAM 전용 하늘길인 고도 300~600m의 대기경계층은 지상 조건에 크게 영향을 받아 바람, 안개, 강우(설) 등 안전한 시계비행을 저해하는 요소에 대한 주의가 필요하다고 제시하였다.



[그림 2-7] 다양한 무인비행체의 운행 시간에 맞바람(headwind)이 미치는 영향

출처: Campbell et al (2017); 이규원 (2021), p.9. 재인용

4. 정책/사업 사례에서의 버티포트 선정기준

본 절에서는 국내외 국가와 도시에서 추진 중인 UAM 정책과 사례들을 조사하고, 도심에서의 UAM 버티포트 입지와 대상 건축물 선정과 관련한 내용들을 조사한다.

UAM의 도심에서의 상용화는 아직 전 세계적으로 이뤄진 바는 없고, 다만 준비 단계에서 시범 운항과 이에 대한 정책적 사전 준비가 진행되고 있는 것이 현 상황이다.

1) 국토부의 수도권 UAM 실증

□ 추진 개요⁶⁾

국토교통부는 '23년 5월에 도심항공교통의 2단계 실증사업(K-UAM 그랜드챌린지)을 위한 수도권 실증 노선과 버티포트 입지를 공개한바 있다. 총 7개의 버티포트로 구성된 해당 노선도는 세부적으로 아라뱃길 노선, 한강 노선, 탄천 노선으로 나뉜다.

UAM 상용화를 위한 수도권 실증은 총 3단계로 이뤄진다. 1단계는 아라뱃길 노선(드론시험인증센터~계양 신도시) 실증으로서, 준도심에서의 안정성을 검증하는 단계다. 이어 한강 노선(김포공항~여의도공원~고양 킨텍스)에서 2단계 실증이 진행된다. 공항 지역과 한강회랑에서 실증이 이뤄질 예정이다. 3단계 탄천 노선(잠실헬기장~수서역) 실증에서는 본격적인 도심 진출을 위한 마지막 검증이 이뤄진다.

노선은 안전 등을 고려해 주로 강 위로 선정되었음을 알 수 있다. 이에 따라 버티포트도 강변의 공원과 개발지를 주요 입지로 다루고 있으며, 아라뱃길 노선에서는 계양신도시 내에서, 탄천 노선에서는 수서역에 버티포트를 설치하는 것으로 계획되어 있어 이들은 건축물을 활용한 버티포트로 설치될 가능성이 있다.

- (1단계, 아라뱃길) 준도심에서의 안정성 검증
- (2단계, 한강) UAM의 공항지역과 한강회랑 실증
- (3단계, 탄천) 본격적인 도심 진출을 위한 실증

6) 국토교통부. “UAM 팀코리아, 정책, 기체·운항 등 5개 실무분과 체제 구축”. 2023.5.12.



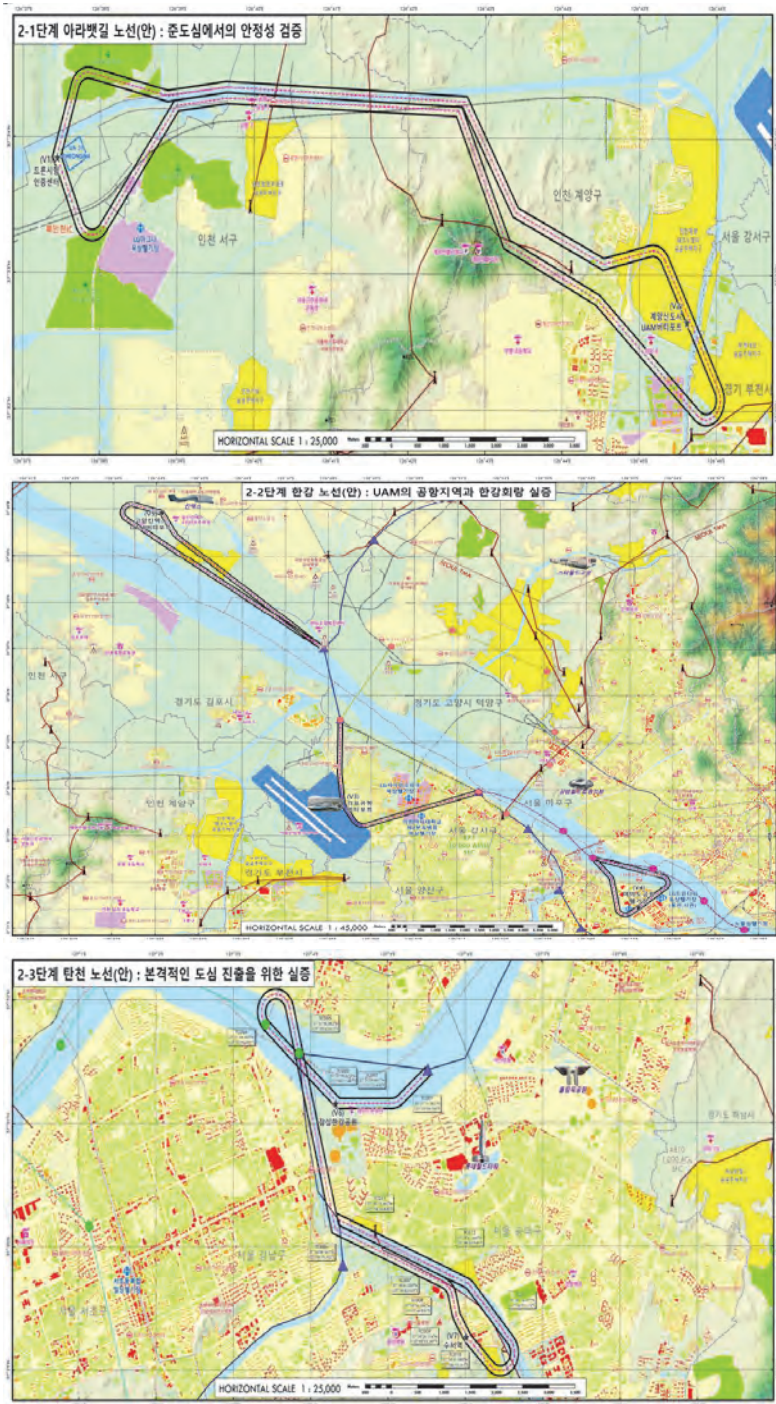
[그림 2-8] UAM 수도권 실증노선 상 버티포트 입지

출처: 국토교통부, p.5. (2023.5.12.)

[표 2-10] UAM 수도권 실증 버티포트 입지

구분	실증노선	번호	버티포트 입지
1단계 (‘24.8~’25.3)	아라뱃길	V1	드론시험인증센터
		V2	계양신도시
2단계 (‘25.4~’25.5)	한강	V3	김포공항
		V4	여의도공원
		V5	고양킨텍스
3단계 (‘25.5~’25.6)	탄천	V6	잠실헬기장
		V7	수서역

출처: 국토교통부, p.5. (2023.5.12.)



[그림 2-9] 도심항공교통 수도권 실증노선(안): 아라뱃길, 한강, 탄천 노선
출처: 국토교통부, p.3-5. (2023.09.13.)

2) 제주도 UAM 사업 및 버티포트 건설계획

□ 추진 개요

「도심항공교통 활용 촉진 및 지원에 관한 법률」에서는 UAM 실증 후 지역에서 시범사업을 추진할 수 있도록 하는 시범운용구역 지정 및 운영에 대한 법적 근거를 마련해 놓고 있다. 이러한 시범사업 추진의 일환으로 제주도는 도 전체를 전국 최초 ‘관광형 UAM’ 상용화 지역으로 조성하고, ‘관광형 UAM’ 상용화를 위해 시범운용구역 지정을 추진 중이다.

□ 추진 경과

제주도 UAM 사업의 추진방향은 초기 관광형 우선 상용화→공공(응급)→교통형으로 점진적 확대하는 것이다. 이를 위한 추진체계로 제주도+K-UAM 드림팀 컨소시엄(한국공항공사, 한화시스템, SKT)을 구축하였다. 또한 버티포트 건설사업 기본계획의 수립은 건축설계사무소와 종합엔지니어링사가 함께 참여하고 있다.

연도별 추진 경과 및 목표로는 ‘23년부터 협력체계 구축 및 UAM 상용화 추진계획을 수립하고, ‘24년부터 버티포트 기본계획과 도 조례 제정을 추진 중이다. ‘25년에는 시범구역 지정과 개발허가를 추진하고, 버티포트 기본 및 실시설계의 착공을 목표로 한다. ‘26년에는 버티포트를 준공하고, 버티포트, 회랑 지정 및 제주도의 관광형 J-UAM을 상용화하는 것을 목표로 추진하고 있다.

제주도 UAM 사업에서는 국토부 실증사업인 그랜드챌린지(GC) 1단계(고흥, ‘23~’24), 2단계(수도권, ‘24~’25)에서 안전성 검증을 완료한 기체를 도입할 예정이다. 제주도는 국토부 UAM 지역 시범사업 사전 타당성 검토 용역(‘24.3)에서 관광형으로 기 선정되었으며, ‘시범운용구역’ 지정 공동 대응(K-UAM 드림팀), 해외 기체사(2개사)와 MOU 체결을 완료(‘23.10) 하였다.

□ 버티포트 건설 계획

제주도는 현재 UAM 버티포트 후보지로 모두 3곳을 염두에 두고 있다. 제주국제공항과 성산항, 중문 제주국제컨벤션 등이다. 제주에서의 UAM 상용화를 위해 ‘23년 추진된’ 제주 도심항공교통 상용화 추진계획 수립 연구용역⁷⁾에선 18곳의 버티포트 후보지가 도출되었다.⁷⁾ 제주국제공항, 성산, 중문, 제주항, 애월항, 제

7) 미디어제주. “하늘에서 연결되는 제주...UAM 버티포트 계획 본격화”. 2024.03.06.

주함덕해수욕장, 비양도, 우도, 가파도, 모슬포 운진항, 제주월드컵경기장 등이다. 이중에서 UAM 수요와 후보지의 기상, 소음, 장애물 등을 고려해 잠정적으로 최종 결정된 곳이 제주국제공항과 성산, 중문 등 3곳이다.

제주공항의 버티포트는 주차장부지의 3층 규모로 계획되었으며, 성산항의 버티포트는 성산항 주차장부지에 2층 규모로 건설 예정이다. 중문 컨벤션센터의 버티포트는 건물 주변 공원, 주차장부지 또는 센터건물 옥상에 설치하는 것을 검토 중이다.



[그림 2-10] 제주도 버티포트 후보지별 조감도

출처: 제주도 (2025), p.33.



[그림 2-11] 제주도 버티포트 후보지 및 연결 회랑(예시)

출처: 제주도 (2025), p.41.

<https://www.mediajeju.com/news/articleView.html?idxno=350489>

3) 프랑스 파리의 UAM 상업화 정책 및 시범운행에서의 버티포트 입지

프랑스는 '24년 파리 올림픽 및 장애인 올림픽을 위해 파리 지역 하늘에서 최초의 eVTOL 항공기 서비스를 출시할 계획이다. 그간 파리에서의 UAM 상용화를 위해 Pontoise 테스트베드에서 1.5년 간 안전, 공역 통합, 수용성, 승객의 경험 관련 테스트를 실시하였다.

프랑스 민간 항공청(DGAC)은 항공서비스사인 Group ADP, 기체제조사인 Volocopter사와 함께 '24년 파리 올림픽에 맞춰 UAM 서비스를 시작하고, 파리 지역의 기존 대중교통 시스템에 추가하여 일반 대중에게 제공할 예정이다.

Group ADP와 Volocopter사는 UAM을 파리에 가져와 Pontoise 테스트베드에서 전기 수직이착륙 에어택시에 대한 테스트를 수행하였고, '20년도부터 모든 규제기관, 이해관계자들과 협력해 왔다.

(1) 추진 경과

□ 2024년: 첫 번째 항로 및 운영 정의

파리의 '24년 UAM 운항서비스에는 다음과 같은 3개의 항로를 계획하고 있다.

- 파리 샤를 드골 공항 ↔ 파리 르 부르제 공항 : 유럽에서 가장 분주한 공항을 연결하는 항로
- Austerlitz barge 버티포트 ↔ 파리 헬리포트 : 인구밀도가 높은 파리 도시지역을 연결하는 항로
- 파리 헬리포트 ↔ Saint-Cyr-l'École 비행장(베르사유): 관광지를 활용한 잠재적으로 검증된 경로

이렇듯 초기 5곳의 버티포트를 시작으로 향후 10년에 걸쳐 파리지역 전체를 포괄하는 UAM 항로로 성장시킬 것을 목표로 하고 있다.



[그림 2-12] 파리 지역 UAM 운항 노선, 버티포트 위치 및 로드맵

출처: [https://presse.groupeadp.fr/uamparis/?lang=en\(25.01.20\)](https://presse.groupeadp.fr/uamparis/?lang=en(25.01.20))

□ 버티포트의 개발

파리 5곳의 버티포트는 '24년 여름에 상업용 서비스를 출시한다. 각 버티포트에는 1~3개의 이착륙장을 갖춘 여객 터미널을 계획한다. 버티포트 건설은 '23년부터 시작되어 올림픽 전 준공을 목표로 추진 중이다.

'22년 11월 파리의 UAM 상용화를 위한 시작으로 Pontoise-Cormeilles 비행장에서 eVTOL 여객 터미널 테스트베드를 개장하였다.

이 테스트베드에서 실제 상용화를 위해 필요한 기술과 서비스들을 실증하는데, 탑승을 위한 보안 및 체크인 프로세스, 기체의 지상 이동 절차 및 충전 작업 등을 포함하여 기체 이착륙과 비행 차원에서 음향 및 진동 영향 분석, 항공 공역에 대한 충돌 해소 시뮬레이션 등을 실증하고 있다.

[표 2-11] 파리 Pontoise 테스트베드에서의 실증 내용

구분	내용
여객서비스	- 보안 및 체크인 프로세스, 승객 체류 시간 및 항공기 탑승 - 기체 지상 이동 절차 및 충전 작업 - 항공편 일정 및 승객 정보 제공
여객터미널	115평방미터의 수직형 터미널의 크기 - 모듈식 설계를 통해 빠르고 쉽게 구축할 수 있고, 건설 폐기물이 적으며, 내장된 유연성을 제공 - 현지에서 조달한 자재를 사용하여 현지 회사에서 설계하고 제작

구분	내용
공역 통합 및 충돌 해소	• 유럽 SESAR 항공 교통 관리 혁신 프로그램에 따라 Volocopter(무인 eVTOL), M3 Systems(드론 설계자) 및 Pipistrel(전기 항공기 제조업체)이 비행 테스트 수행 • 자동화되는 항공 교통 관리(ATM) 환경에 통합하여 회피 절차에 대한 시뮬레이션 수행

출처: <https://presse.groupeadp.fr/first-vertiport-pontoise/?lang=en>(25.01.20)

파리 지역 5곳의 버티포트 중 4곳은 비행장과 헬기장을 활용하는 것이며, 나머지는 Cité de la Mode et du Design 건물에 인접한 세느강에 부유식으로 건설 있다. 이 부유식 버티포트는 약 740㎡ 규모로 승객 체크인, 대기실, 화장실이 포함된다. 또한 eVTOL 배터리 충전 장소는 컨테이너를 활용한다.

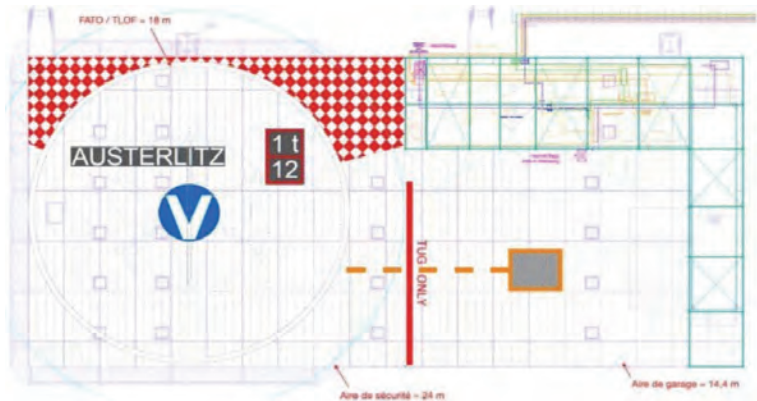


[그림 2-13] 파리 세느강에 설치되어 상업 시연 예정인 부유식 버티포트

출처: <https://verticalmag.com/opinions/will-paris-see-a-floating-vertiport-for-evtol-trials-in-2024>(25.01.20)

Austerlitz 버티포트는 Volocopter 기체 사이즈를 참고하여 버티포트 설계의 기준이 되는 D 수치를 12m(39ft.)로 정하고, FATO의 크기를 18m로 설정하였다. 최대 이륙중량은 2,200파운드(998kg), 순항고도는 150m(500ft.)로 설정하였다.

상업 시연은 2024년 5월부터 12월까지 진행되며, 항공편은 오전 8시부터 오후 6시까지 운행되며 시간당 최대 3회 왕복 운행된다. 시연 기간 동안 약 5,000번의 비행이 이뤄질 예정이다.



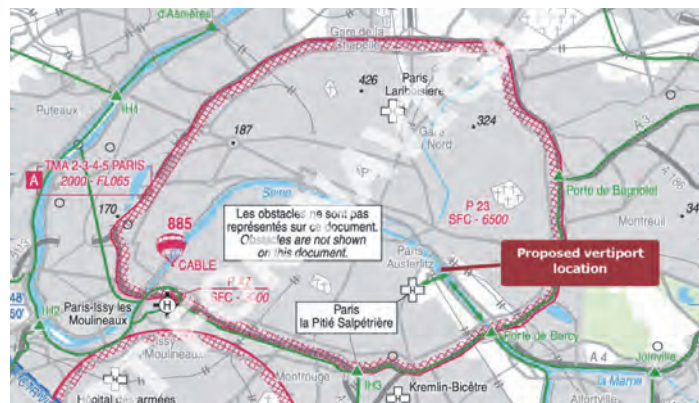
[그림 2-14] 파리 세느강 부유식 버티포트의 설계도

출처: [https://verticalmag.com/opinions/will-paris-see-a-floating-vertiport-for-evtol-trials-in-2024\(25.01.20\)](https://verticalmag.com/opinions/will-paris-see-a-floating-vertiport-for-evtol-trials-in-2024(25.01.20))

□ 비행 경로

Austerlitz 버티포트는 파리 중심부에 위치한 지상에서 최대 2,000m(6,500피트)까지 구간으로 설정된 P23 비행금지구역 내에 위치한다. 일반적으로 이 지역에서는 민간 항공기 운항이 허용되지 않으나, 기존 세느강의 시각비행규칙(VFR)을 준용하는 헬리콥터 경로를 따라 이동할 수 있도록 하고 있다.

특히, 버티포트 인근 피티에-살페트리에르 병원으로의 응급의료 서비스용 헬리콥터가 접근하는 경로와 접하고 있어 이러한 비행 경로를 따라 운행할 예정이다.



[그림 2-15] 파리의 시야비행규칙(VFR) 헬리콥터 경로

출처: [https://verticalmag.com/opinions/will-paris-see-a-floating-vertiport-for-evtol-trials-in-2024\(25.01.20\)](https://verticalmag.com/opinions/will-paris-see-a-floating-vertiport-for-evtol-trials-in-2024(25.01.20))

(2) 2024년 파리 하계올림픽 기간에서의 시험 비행

□ 파리 근교에서의 시험 비행

당초, 파리 도심에서 상업화 서비스를 시작하고자 했던 계획이 유럽항공안전청(EASA)의 비행기체의 안전 인증을 최종 획득하지 못하였다. 상업화 서비스에 활용코자 한 볼로콥터사의 eVTOL 기체의 엔진 인증이 늦춰지는 문제로, 예정된 도심에서의 비행 일정을 맞추지 못하였다.

이에 대한 대안으로, 2024년 8월 8일(목), 파리 올림픽 기간 중 볼로콥터사 eVTOL 기체가 파리 근교 Saint-Cyr-l'École 비행장에서 첫 번째 시험 비행을 성공적으로 마쳤다. 이는 eVTOL 운영 검증 단계로서 유인 탑승 및 조종을 통해 비행 기동, 지상 처리, 항공 교통 관제와의 통신, 배터리 충전 및 관리, 버티포트의 운영 등을 실험하는 실증적인 테스트로서의 의미를 가진다.

□ Saint-Cyr-l'École 비행장에 설치된 버티포트 및 탑승수속 관련 시설

파리 도심 세느강변에서 부유식 버티포트를 활용한 택시 서비스 계획이 철회되면서 이에 대한 대안으로 '24년 8월 8일(목) 파리 근교 Saint-Cyr-l'École 비행장에서 기 설치한 버티포트와 탑승수속 시설들을 공개하고 볼로콥터 기체의 시험비행(Test Flight)을 실시하였다.

버티포트는 기존 비행장 활주로를 활용한 육상형으로 조성하였으며, 기체 탑승수속 등 서비스 처리를 위한 부대시설을 설치하여 시험비행 때 운영하였다. 이 부대시설은 건축물로서 정식 건축 허가를 받았다.

버티포트는 UAM 수직이착륙을 위한 활주로 2개소와 탑승 및 수속 등을 위한 부대시설, 그리고 기체를 충전하는 충전시설이 갖추어져 있다.

[표 2-12] Saint-Cyr-l'École 비행장에 설치된 버티포트와 부대시설에 대한 건축 허가 내용

구분	건축 허가 내용
건축 허가 번호	78 545 23 B0003
허가 시작 일	27 / 09 / 2023
수혜자	파리 공항, 건축 및 수하물 프로젝트 부서
버티포트 정비	
공사의 성격	- 도심항공 모빌리티의 혁신적이고 지속가능한 솔루션 창출을 위한 인프라 조성 - 전기 VTOL(드론, 비행 택시)을 수용
건축가	THIMOTEE BERGER

구분	건축 허가 내용
허가 바닥 면적	151 m ²
건축물 높이	4.62 m
부지 면적	692,124 m ²
이의 제기 권리	행정소송 제기 기한은 현재 패널이 현장에 연속적으로 두달 동안 게시된 첫 날로부터 두 달임. 허가 또는 준비 신고 결정에 대한 모든 행정적 이의제기는 소송 제기후 15일 이내에 등기 우편으로 회신을 요청하여 통지해야 함

출처: 연구진 작성



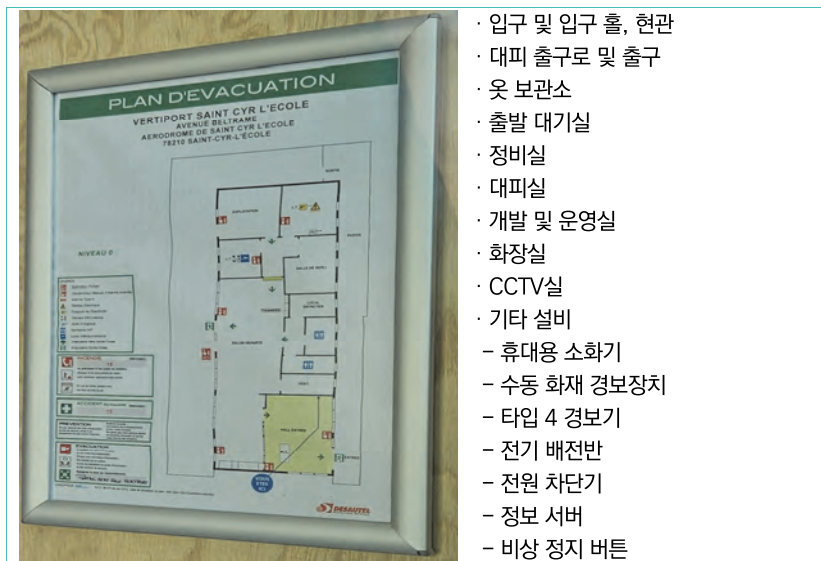
[그림 2-16] Saint-Cyr-l'Ecole 비행장에 설치된 버티포트와 부대시설의 외부 전경

출처: 연구진 직접 촬영

□ Saint-Cyr-l'École 버티포트 탑승수속 시설의 내부 구성

버티포트 내부에는 기체 탑승수속 및 운항 등을 위해 필요한 다음의 공간과 설비가 설치되어 있다.

- 입구와 입구 홀, 대피 출구로와 출구 구성
- 탑승 수속과 운항 정보 관련 공간으로서 출발 대기실 조성
- 버티포트 개발 및 운영실을 설치하여 지원 공간 마련
- 부속시설로서 정비실, 대피실, 옷 보관소, CCTV실, 화장실 설치
- 기타 시설 운영을 위한 설비 설치: 휴대용 소화기, 수동 화재 경보장치, 타입 4 경보기, 전기 배전반, 전원 차단기, 정보 서버, 비상 정지 버튼 등



[그림 2-17] Saint-Cyr-l'École 버티포트 탑승시설 내부 평면도 및 공간 구성

출처: 연구진 직접 촬영

□ 파리 도심과 연결하는 주요 버티포트 입지로서 Saint-Cyr-l'École 비행장 주변지역 조사

Saint-Cyr-l'École 비행장은 UAM 서비스 노선에 포함되어 기체가 이착륙하고 비행하는 입지에 있는 지역으로서 비행 안전성 차원에서 입지 기준을 충족하고 있다. Saint-Cyr-l'École 비행장을 활용한 UAM 버티포트 설치와 파리 상용화 노선의 설정은 비행장으로서의 장점 뿐만 아니라, 주변 시가지에서도 UAM 비행에 따른 안전성을 보장하는 것이 가능한 도시 공간을 형성하고 있는 것이다.



[그림 2-18] Saint-Cyr-l'Ecole 비행장에 설치된 버티포트 내부 전경

출처: 연구진 직접 촬영



[그림 2-19] Saint-Cyr-l'Ecole 비행장 주변 시가지 전경

출처: 연구진 직접 촬영

□ Grand Trianon 현장 조사

파리 올림픽 기간 Saint-Cyr-l'Ecole 비행장에서의 1차 시험 비행에 이어, 8월 11일에 베르사유 궁전 내 Grand Trianon에서 진행한 2차 UAM 시연비행 장소를 방문하여 UAM 노선과 이착륙장으로서의 가능성에 대한 의의를 살펴보았다.

베르사유 궁전은 세계적인 관광지로서, UAM을 활용한 관광 노선을 신설하고 운

영한다면 이동수단으로서 활용성과 경제성이 확보될 수 있을 것으로 판단된다.

베르사유 궁전과 Grand Trianon의 현장조사에 따라, 도심과 인접한 거리 내에 대규모 관광지와 오픈스페이스가 있을 시 UAM의 전략적 노선으로 활용할 수 있고, 또 상징적인 공간을 대상으로 버티포트로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.



[그림 2-20] Grand Trianon 및 베르사유 궁전 주변 전경

출처: 연구진 직접 촬영

□ 세느강변 Austerlitz 지역의 부유식 버티포트 운용 계획

종전에 Austerlitz 지역에 설치한 부유식 버티포트는 현재 올림픽 행사의 안전한 진행을 위해 도심에서 동쪽 지역인 Charenton 지역으로 이전되었다. 파리 시청과 지역 환경 당국의 불리한 의견에도 불구하고 이미 설치된 이 버티포트는 올림픽 개막식 시간을 위해 Charenton으로 옮겨진 후 '24년 12월까지 파리 13구에 다시 설치될 예정이다.

[표 2-13] Austerlitz 버티포트 추진 단계 및 내용

단계	일정	추진 내용
1	2023년 11월~ 12월	모든 사람이 정보를 얻고 의견을 제시할 수 있도록 공개 조사
2	2024년 2월	조선소에서 바지선 운송 및 Paris-Austerlitz 현장 개발
3	2024년 4월 말~5월 초	공공 항공 교통에 대한 장관 명령을 만들고 개방
4	2024년 5월~6월	Vertiport 기술 테스트 및 테스트 비행(EASA 인증 적용)
5	2024년 7월	수직 항구에서 Charenton의 임시 장소로 이동하여 출발
6	-	파리올림픽 개막식 준비

출처: Groupe ADP (2024), pp.2-3.

□ 부유식 버티포트 현장 조사

기 설치한 부유식 버티포트의 입지는 파리 13지구 내 Austerlitz 지역 주변의 세느강변에 위치하고 있어, 입지 상으로 도심 한 가운데에 해당한다.

파리 내 도심지구의 대부분은 비행제한구역으로 지정되어 있으나, UAM 운항을 위해 기존 허가·운영되고 있는 헬리콥터 항로를 준용하여 비행토록 허가하고 있다. 이러한 노선은 Austerlitz 위치에서의 부유식 버티포트가 적절한 입지이며, 파리의 복잡한 도심에서도 고층 건축물이 없는 도시형태를 고려할 때 강변에서 도심으로의 이동을 위한 전략이 효과적으로 작동할 것으로 사료된다.

파리 중심부인 Austerlitz 지역에서 올림픽 기간 안정적 운영을 위해 부유식 버티포트를 이전한 지역은 파리 남동부 Charenton 지역의 정박장으로 외곽지역으로 안전하게 이동·보관 중이다. 정박 현장 방문 시 운영·관리 권리를 가지고 있는 Groupe ADP 기관 관계자들이 다양한 사고 예방을 위해 강도 높은 보안을 유지하는 시설로 관리하고 있다.

Groupe ADP가 제시하고 있는 Austerlitz 버티포트 운영일정 상 9월 경 버티포트를 Charenton에서 Austerlitz까지 이동해야 하고, 올 연말까지 비행허가라는 기간적 제한이 있기 때문에 기간 내 세느강변에서 UAM 택시서비스를 운영하는 것이 예상되고 있다.



[그림 2-21] Charenton 지역으로 이전한 부유식 버티포트 현장 전경

출처: 연구진 직접 촬영

4) 미국 LA시 UAM 정책에서의 버티포트 입지

(1) Urban Air Mobility: Policy Framework Considerations(LADOT, 2021)

이 문서는 안전, 지속 가능성 및 이동성에 대한 공평한 접근을 강조하면서 미국 LA시의 UAM에 대한 비전을 제시하고 있다. UAM 운용을 확대하기 위해 더 조용하고 저렴한 방향에 대해 초점을 맞춰 논의하고 있다.

정책 방향은 교통의 안전, 지속 가능성 및 형평성에 대한 LA시의 비전에 맞춰져 있다. 정책 프레임워크는 개인 정보 보호, 인력 개발, 데이터 및 경제 성장을 고려하는 동시에 대상지 및 운영 허가 등으로 구성하여 개발 중이다.

(2) UAM 경로 설정

주거 지역에 대한 비행을 최소화하고 고속도로 및 철도와 같은 기존 소음 발생 교통 경로와 나란히 이동하는 방법으로 경로를 제안하고 있다. 또한, 다양한 유형의 항공기에 대한 다양한 소음 규정도 경로 설정에 고려 대상이 된다. 이에 따라 대중의 수용을 얻기 위한 저소음 기술의 중요성과 부정적인 영향을 최소화하는 비행 통로를 정의하기 위해 FAA 및 항공기 운전자와의 협력이 필요하다.



[그림 2-22] LA의 UAM 경로 설정을 위한 참고자료

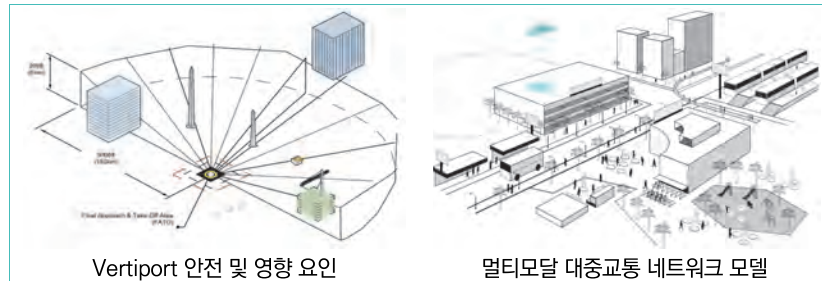
출처: LADOT (2021), p.52.

(3) Vertiport 등 인프라 구축

Vertiport는 도시 전체에 공평하게 배포되어야 하며 기존 교통 네트워크에 연결되어야 한다. 그리고 지역사회 참여와 환경 영향을 고려하여 설계되어야 한다. 이를 위해 버티포트 주변 안전 구역과 영향 구역이 정의되어야 한다.

기존 교통 네트워크와의 연결성과 관련하여서는 대중교통 노선, 주요 도로, 자전

거 도로 등과 통합되어야 한다. 온실가스 배출을 줄이고 지속 가능한 여행을 촉진하기 위한 목적에서도 Vertiport를 활용한 공유 이동성을 강조하고 있다.



[그림 2-23] LA의 버티포트 구축 관련 영향 요인 및 모델 묘사

출처: LADOT (2021), p.30, p.40.

버티포트와 관련하여 LADOT는 Vertiport Influence Area(VIA)의 개념과 범위를 설정하였다. 이는 버티포트를 개발 시, California Airport Land Use Planning Handbook과 FAA Advisory Circular 150/5390-2C에서 제공하는 헬리포트 및 헬리포트 영향 구역(HIA)에 대한 지침을 참조하도록 하였다. 이 지침은 다음의 사항들을 고려하도록 하고 있다.

□ Vertiport 안전 구역 및 보호 구역

일반적인 UAM 운영에 대한 더 많은 데이터가 제공됨에 따라 DCP(도시계획국), LADOT 및 파트너는 FAA와 협력하여 구역 내에 실제로 존재하는 위험 수준을 재평가하고 해당 구역 내에서 추가 토지 사용 및 밀도가 허용되는지 여부를 확인할 수 있다.

□ 최종 접근 및 이륙 시 일반적인 항공기의 소음 윤곽

일반적인 항공기의 소음 윤곽은 대상지별로 설정해야 하며 California Airport Land Use Planning Handbook 또는 FAA의 통합 소음 모델의 지침을 따를 수 있다.

□ 공역 허가 표면

국가 공역은 FAA에서 규제하지만 공항 주변 공역(헬리포트 및 미래의 수직 공항 포함)과 지정된 공역으로 들어오고 나가는 항공로가 유지되도록 하는 것은 지방 정부의 책임이다.

추가적으로 버티포트 설치 관련 토지이용 규정 고려사항으로서 DCP와 LADOT는 수직 이착륙장 근처의 소음 수준을 측정할 때 로스앤젤레스 카운티 공항 토지이용 계획(2004)에 제공된 지침을 참조할 수 있도록 하고 있다.

(4) 핵심 프로젝트

LA시는 대중교통으로서 UAM 구현을 위해 초기 UAM 운영(Initial UAM Operations), 운영 개념 개발 단계(Developing ConOps 1.0 Operations), 성숙된 주정부 운영(Mature State Operations) 등 세 가지 단계로 구분하고 있다. 각 단계에는 데이터 수집, 수직항체 설계 개선, 발전하는 기술 및 시장 상황에 따른 정책 개발이 포함된다.

또한, 현지 인력 개발, 직업 훈련 프로그램 창설, 항공 및 항공산업 고용 지원을 위한 공공/민간 파트너십을 추진하고 있다.

(5) 정책 지원

LA시는 Vertiport 개발자, UAM 운영자 및 서비스사에 대한 허가 프로세스를 마련하고 있다. 여기에는 안전 지침, 작동 빈도, 연방 및 주 규정 준수, 데이터 교환 프로토콜 등이 포함된다.

특히 대중교통 서비스가 부족한 지역사회의 경우 UAM 서비스에 대한 공평한 접근의 필요성을 강조하고 있다. 그리하여 UAM을 기존 교통 네트워크에 통합하려면 지속적인 커뮤니티 참여가 중요한 것으로 판단하고 있다.

[표 2-14] LA시의 UAM 운용을 위한 정책적 고려사항 및 실행 방안

구분		고려사항 및 실행 방안
버티포트 개발자를 위한 허가 고려사항	안전 가이드라인	• (차량 및 작동 안전 보장) FAA 및 기타 연방 규제 기관과 협력한 공 운항 구역(비행 갑판)은 UAM 항공기로 호송되거나 비행 갑판에서 호송되는 승객과 함께 공인된 직원(훈련된 버티포트 직원)만을 위한 것 • (건물) 점유 분리, 화재 진압, 추락 방지 등에 관한 헬리콥터 이착륙장/헬기장 표준(또는 새로운 수직 이착륙장 표준)에 따라 건설 • (검문소) 무기 검색, 납치 또는 기타 불법 행위 방지, UAM 항공기 및 항구 내 안전하지 않은 상태 또는 승객에 대한 작업자 알람을 위한 카메라, 음성 통신 및 "패닉 버튼" 제공 • (사운드 모니터링) 특정 위치 또는 수직 이착륙 유형에 대해 합의된 소음 수준 준수 분석 • (보안검색) UAM 항공기를 통한 납치 및 폭발물, 방화 또는 승인되지 않은 무기의 운송을 억제하고 방지 • (사이버보안) UAM 운영자의 비즈니스와 승객의 정보를 보호하

구분		고려사항 및 실행 방안
		고 잠재적인 항공기 방해 행위를 방지
디자인 고려사항		• (크기) TLOF를 수용할 수 있는 크기 • (무게 용량) TLOF 중앙의 원 안에 UAM의 최대 중량을 수천 파운드 단위로 식별하며, 이 숫자는 모든 차량 분류 시스템(VCS)와 일치해야 함 • (충전 또는 연료 공급 시설) • (표시) 빨간색 실선으로 터치다운 및 리프트오프 영역의 한계를 정의 • (안전망) TLOF가 인접한 지붕 표면 위로 상승할 경우 낙상 방지 장치가 장착 • (방화) 소방 호스 캐비닛에는 소방서에서 제공하는 대로 지정된 잔류 압력과 분당 갤런 유량 제공 • (조명) 불필요한 눈부심으로 조종사의 시력에 영향을 미치지 않도록 주변 조명을 차폐 • (윈드콘) FAA 권고 원형 150/5345-27의 요구 사항을 준수하는 조명이 켜진 윈드콘 어셈블리 • (탈출 수단) 각 버티포트는 최신 캘리포니아 건축 법규에 따라 TLOF에서 2개 이상의 출구를 가져야 함 • (출구 분리) 출구 지점은 TLOF 둘레를 따라 최소 75피트 이상 분리 • (배수) 착지구역을 운행하는 출구 또는 계단에서 가연성 액체 유출물을 배출할 수 있는 장치를 마련 • (포장) TFOL 지역이 긴 라이프사이클을 감당할 수 있는 포장재의 종류 및 강도로서 사람이 미끄러지지 않는 표면
UAM 운영자를 위한 허가 고려사항	운영 표준	• (운영자, 차량, 조종사를 포함하는 유연한 프레임워크) 허용된 함대의 최소 항공기 수와 같은 특정 기본 요구 사항을 포함하여 회사, 차량 및 조종사의 허가를 통해 시가 시장 진입 및 항공기 공급을 관리 • (관리된 함대에 포함되는 항공기 및 FAA 승인을 통한 위험물 인증) 운항 중인 모든 항공기가 관리되는 함대의 일부여야 하며 FAA 승인 위험 물질(위험물) 인증서가 있어야 함 • 항공기별 점검, 예방정비, 정비보수 등의 기록을 유지하고, LADOT에 제출하는 연간 사업/관리계획서에 항공기 정비 및 점검에 대한 상세한 설명 제공
	비행 경로	• 수직항간 항공교통의 형평성 있는 분배 • (비행경로 제한 및/또는 완화 조치) 지속적이고 효율적이며 안전한 비행경로 • (데이터 및 정보 교환) UAM 사업자, PSU 및 시 기관 간 교환 • (소음 완화) UAM 고밀도 운영 시 소음 측정 고려사항 • (단계별 소음 위반 프로세스 수립) 소음 조례의 규정 위반 시 서면으로 통지 및 추가 위반 시 벌금과 UAM 운영 면허 해지 포함
	항공기 운항/ 성능표준	• 제조업체가 정의한 환경 및 성능 매개변수 내에서 운영되어야 하며 지속적인 감항성을 위해 확립된 지침에 따라 유지

구분		고려사항 및 실행 방안
	배출기준	• (연료 종류에 따른 플리트 크기 제한) 화석연료, 하이브리드, 올 일렉트릭 • (시에서 허가한 수직항에 착륙할 수 있는 차량 종류 규제) • (시에서 허가한 수직항에서의 화석연료 주유 기능 제공 제한) • (시에서 허용하는 수직항에서 eVTOL 충전 기능에 대한 인센티브 제공)
UAM 서비스 예약 대행사에 대한 허용 고려사항	데이터 수집, 보고 및 프라이버시	• (데이터 수집 및 보고) MDS 형식 데이터를 통한 실시간 비식별 정보 제공, UAM 예약 에이전시 규정 준수 • (데이터 프라이버시) 개인 정보 보호 및 PCI DSS 결제 시스템을 위한 프라이버시 보호, 데이터 사용 명확화 및 규제 준수

출처: LADOT (2021), pp.45-59

5) 미국 마이애미 UAM 상용화 전략에서의 버티포트 입지

2022년 초 Eve Air Mobility사는 Skyports, L3Harris 및 Community Air Mobility Initiative(CAMI)와 함께 Miami-Dade Air Mobility Blueprint를 발표하였다. 이 문서는 Miami-Dade County(MDC)의 UAM 생태계를 위한 운영 개념서로서, MDC에서 새로운 교통체계의 출시와 성장을 지원하고자 작성된 것이다.

□ 버티포트 설치 등 시장 성장 예측

MDC 시장을 중심으로 Eve사는 MIT(매사추세츠 공대)가 개발한 모델링 도구를 사용하여 시장 평가를 수행하였다. 잠재적인 UAM 시장 규모 추정에는 출발지-목적지 데이터, 인구 조사 지역 수준의 인구 통계, 현재 지상 교통 비용 및 시간, Eve의 eVTOL 운영 가정(다양한 가격대 포함), 승객의 지불 의향을 포함한 변수가 고려되었다.

예측 결과, 2026년 MDC 내 시장형성 초기에는 연간 최대 6십만 명의 승객을 수송하는 40~63개의 eVTOL을 갖춘 7개의 버티포트를 보유할 것으로 예측하였다. 시장성숙기인 2035년에는 MDC는 최대 32개의 버티포트와 210개의 eVTOL을 보유하고, 400만 명의 승객이 매년 MDC에서 88개 노선을 이용할 것으로 예상하였다.



시장 초기(2026년): 7개의 버티포트 운영



시장 성숙기(2035년): 32개의 버티포트 운영

[그림 2-24] MDC의 2026-2035 UAM 시장 예측

출처: EVE Air Mobility et al (2022), p.14.

□ 일자리 창출

MDC는 2035년까지 UAM에서 비롯된 6천 개 이상의 다양한 유형의 일자리를 보유할 것으로 예상하고 있다. 이러한 일자리는 교육 및 인력 개발 기회를 제공하고 더 많은 사람들이 이 새로운 녹색 산업의 혜택을 누릴 수 있도록 할 것이다. 예를 들어, 기체 회전을 지원하고 승객의 탑승 및 하차를 지원하려면 지상 조업 인력이 새롭게 필요하다. 또한 기체 충전을 지원하려면 항공기 배터리 기술자가 필요하다.

□ 이산화탄소 감소

UAM의 성장으로 인한 경제적 이익 외에도 환경이익도 실현될 수 있다. 2035년까지 UAM은 MDC의 이산화탄소(CO₂) 배출량을 연간 11,000톤 이상 줄일 수 있는 잠재력을 가지는 것으로 보고 있다. 이러한 계산에는 2035년 발전소에서 발생하는 배터리 재충전에 대한 예상 배출량이 포함된다.

□ 새로운 이해관계자 출현

UAM 경로 네트워크가 더욱 복잡해지고 항공편이 더 빈번해짐에 따라 생태계를 지원하려면 새로운 역할과 책임이 발생하게 된다. 각 비행 단계에서 기술, 이해관계자 및 인프라의 통합 생태계 내에서는 안전하고 원활한 운영을 보장하기 위해 실시간으로 지속적으로 데이터를 공유해야 한다.

UAM 생태계에서는 버티포트 운영자, 도심항공교통 관리(UATM) 공급자, UAM 기체 운영자들이 새로운 이해관계자로 역할을 한다. 버티포트 운영자는 UAM 항공편이 이착륙 및 격납할 수 있는 장소를 제공하고, 승객이 탑승하고 내릴 수 있는 장소도 제공한다. UATM 공급자는 도시 지역에 걸쳐 교통 관리 서비스를 제공할 새로운 주체로서, 기존 항공 교통 관제(ATC)와 유사한 역할을 맡게 되지만 그 책임은 UAM 항공편이 운항되는 저고도 도시 영공에만 적용한다. UAM 기체 운영자는 항공사와 마찬가지로 UAM 항공편을 제공하는 eVTOL 기체를 관리하고 운영한다.



[그림 2-25] UAM 생태계에서의 주요 역할과 책임

출처: EVE Air Mobility et al (2022), p.20.

[표 2-15] UAM 생태계에서의 주요 역할과 책임

구분	내용
도심항공교통 관리 사업자	• 낮은 수준의 UAM 작업을 위한 트래픽 관리 서비스 제공 • 도시 교통 관리 및 이해관계자와 데이터 공유
eVTOL	• 승객과 조종사를 태우고, 향후 자율 비행이 가능
공항	• 공항 수직 이착륙장과 터미널 사이에 승객을 연결 • eVTOL 차량을 위한 시설 제공
Vertiport	• 이륙, 착륙, 재충전 및 승객의 승하선을 위한 지상 시설 제공
파일럿	• 비행의 안전 및 효율성, 비행 계획의 준수 여부 확인
예약 플랫폼	• UAM 항공편 예약 및 항공기 운영자와 예약 조정
UAM 기체 운영자	• UAM 항공편 운항 • 항공기를 조정하는 파견원과 eVTOL을 운항하는 조종사 고용
승객	• 정기 항공편 또는 주문형 항공편을 통해 여행
지상 조종사	• 수직항에서 승객과 차량 지원
정비사	• UAM 항공기 유지 관리

출처: EVE Air Mobility et al (2022), p.20.

□ 마이애미 공항과 컨벤션센터 연결 구상

마이애미 국제공항과 마이애미 비치는 교통량이 많은 상황에서는 자동차로 종종 45분 이상이 소요되는 이동 거리로 떨어져 있는데, 그 과정에서 독길이나 다리를 건너야 하기 때문에 작은 사고로 인해 상당한 이동시간 지연이 발생할 수 있다. 공유차 서비스를 이용시 차량이 도착할 때까지 기다리는 시간도 추가될 수 있다.

UAM으로 이 구간에 셔틀을 도입할 시 단지 7분 비행을 통해 이동할 수 있으며, 기체 탑승을 위해 버티포트로 이동하는 시간까지 고려하면 UAM 이동에는 30분 정도 소요될 것으로 예상하고 있다.

마이애미 비치에서는 컨벤션센터(MBCC) 건물 옥상의 넓은 공간을 활용하여 버티포트를 설치하는 것을 구상하고 있다. 다만, 지역사회 수용에 잠재적 영향을 미칠 수 있는 요인으로 컨벤션센터 인근 거주하는 주민들과의 근접성 문제가 해결되어야 한다.



[그림 2-26] UAM 활용 공항-마이애미 비치 셔틀 구상

출처: EVE Air Mobility et al (2022), p.26.

□ UAM 서비스 확대에 대한 과제

Miami-Dade Air Mobility Blueprint에서는 지역의 UAM 서비스의 확대를 위한 과제로 다음의 세 가지를 다루고 있다. 첫째, UAM의 공역 설계에 대한 과제다. UAM은 저고도 공역에서 운용하고, 일반 항공, 헬리콥터와 상충없이 안전하게 운항할 수 있어야 한다.

둘째, 버티포트 위치가 접근이 용이해야 한다는 것이다. 이는 UAM 이동 시간의 절약에 큰 영향을 미친다. 마이애미에서는 버티포트의 위치를 렌터카센터 주변이 아닌 Dolphin, Flamingo 주차장에 위치할 때 위치가 최적화될 수 있다고 제시하고 있다.

셋째, 지역 커뮤니티에서의 긍정적 인식이다. 커뮤니티의 인식 전환을 위해 해결해야 할 잠재적 우려사항으로 소음, 시각적 공해, 개인정보 보호, 사회적 형평성(UAM이 부유층의 교통수단이라는 인식), 안전 및 보안을 제시하고 있다.

□ 인프라와 기술의 확보

UAM 운영을 확장하려면 비행 절차, 실시간 정보 교환 및 승객 요구를 지원하는 인프라와 기술이 필요하다. 특히 버티포트와 그 운영자가 필요한데, 마이애미에서는 도입 초기에는 수직이착륙장인 FATO가 1개로 구성되나, 향후 운영 확장시에는 FATO의 확장을 고려해야 한다. 이는 MBCC 건물의 진동에 따른 구조적 우려를 해결해야 하는 것과 MBCC에 버티포트를 이용하기 위한 차량이 증가함에 따라 주차 용량을 증가시킬 수도 있다.

추가적으로 전력충전 네트워크와 배터리 충전시설도 언급하고 있는데, 새로운 전기 인프라를 설치하고 수직 항만 및 유지 관리 시설에 충분하고 안정적인 전기 공급이 이루어지도록 해야 한다는 것이다. 특히 배터리 충전시설은 표준화를 통해 유지보수 및 관리 단순화, 배터리 장비 비용 최소화, 담당인력 교육 간소화, 화재위험 최소화 등 다양한 이점이 있다고 강조하고 있다.

6) 미국 Orlando시의 UAM 정책에서의 버티포트 입지

City of Orlando(2020)는 UAM을 올랜도의 교통 시스템에 통합하기 위한 포괄적 계획을 제시하며, 올랜도가 UAM을 통한 교통 혁신을 추진하는 데 있어 직면한 도전과 기회, 계획된 시범 프로그램과 상업화 전략을 제시한 문서다. 또한 UAM이 올랜도의 교통 체계를 혁신하고 도시의 경제적 및 환경적 지속 가능성을 향상시킬 수 있는 기회를 제공함을 강조하며, 이를 실현하기 위해서는 전략적 계획과 커뮤니티 참여가 중요함을 언급하였다.

□ UAM 도입을 위한 단계별 전략

이 계획에는 커뮤니티 수용성, eVTOL에 대한 규제 및 인프라 개발, 초기 상업화 경로 설정이 포함하고, 도심과 올랜도 국제공항 간의 연결을 포함한 다양한 운영 경로를 제안하며 UAM 도입을 위한 단계적 전략을 제안하고 있다.

[표 2-16] 올랜도의 UAM 도입을 위한 단계별 전략

단계	전략 세부 내용
1단계	헬리콥터 시범 운영을 통해 커뮤니티 수용성, 인프라 및 공동체 공항 운영 공유, 자동 항공 교통 관제 기술 테스트를 진행
2단계	공항 동쪽의 특별 항공 공간 승인을 얻고, 해안으로 연결
3단계	eVTOL 시범 운영을 통해 커뮤니티 수용성과 인프라를 테스트하고, 지역 및 지방 정책을 설정하는 데 필요한 데이터와 피드백을 수집
4단계	2025년 목표로 eVTOL 정책과 상업화에 초점

출처: City of Orlando (2020), p.4.

□ UAM 경로와 버티포트 입지

올랜도에서의 UAM 초기 상용화 경로는 지역적으로 판단하고 있으며, 지역에서 버티포트에 대한 최적의 입지는 Lake Nona 지역으로 예측하고 있다. 도시 내 UAM 경로에서는 올랜도 국제공항과 다운타운을 연결하는 것이 제안되고 있다.

올랜드 다운타운에서는 10개의 주차장을 보유하고 있으며, 이중 GEICO 주차장은 이미 최상층에 버티포트를 보유하고 있다. 또한 인근의 “스포츠 엔터테인먼트 디스트릭트”가 위치하고 있어 eVTOL 이용객들에게 체험 명소로 활용하는 전략도 내세우고 있다.

도시지역 전반에서는 다음의 주요 시설들을 UAM 운항 목적지로 제시하고 있어, 이러한 시설들에 대한 버티포트 설치가 예상된다.

[표 2-17] 올랜드 도시 전반에서의 예상 UAM 운항 목적지

목적지	기획 요소
Florida Hospital/Advent Health	• 의료기기 공급망 • 응급 환자 이송
Orange County Convention Center	• 컨벤션을 위한 방문 및 숙박인 • 대규모 센터 및 4개의 호텔
Attractions	• 유니버설 스튜디오 / 디즈니랜드 • 관광지를 연결하는 라스트마일 교통수단(버스, 모노레일, 보트, 곤돌라)
University of Central Florida Campus Connection	• 7,700명의 재학생 • LYNX중앙역까지의 도보권 거리
Port Canaveral Cruise Terminal	• 크루즈항 주변으로 기존 헬리콥터 운용 중
Orlando Executive Airport	• 올랜드 국제공항 또는 다운타운과의 연결이 가능한 공항
Mall at Millenia	• 현지인과 관광객이 많이 방문하는 명소

출처: City of Orlando (2020), p.5.



[그림 2-27] 올랜드 버티포트 입지로서 GEICO 주차장

출처: City of Orlando (2020), p.4.



[그림 2-28] 올랜도의 UAM 운영 경로 및 위치

출처: City of Orlando (2020), p.5.

□ 버티포트 허가 관련 플로리다 주 및 지역의 법제도

현재 eVTOL과 관련된 규제를 규정하고 있는 기관은 FAA가 유일하지만, 지역의 차원에서 기존 버티포트 규정은 특정 지역에만 적용되고, 조건부 사용 허가도 요구된다. 이러한 허가 절차로 다음과 같은 사항을 제시하고 있다.

- (타당성) 새로운 버티포트는 타당성을 보유해야 함
- (안전) FAA는 새로운 항공 활동 유형과 규모를 안전하게 수행할 것을 고려하고 있음
- (입지 및 사양) 새로운 버티포트의 위치, 계획 및 사양은 시 조례 섹션 58.850을 준수해야 함
- (빈도) 연간 1번 이상으로 버티포트가 활용되어야 함
- (화재 예방) 버티포트 계획 및 사양은 건설 및 화재 예방과 관련된 모든 법률의 기준을 준수해야 함
- (난기류) 새로운 버티포트를 건물이나 기타 구조물 위에 올려야 하는 경우, 회전익기 이착륙으로 인해 발생할 수 있는 난기류에 의한 먼지, 모래, 물 또는 기타 물질이 다른 건물로 떨어지지 않아야 함
- (공공성) 버티포트의 설치 및 운영으로 인해 다음을 고려하여 공공 복지에 부정적 영향을 미치지 않아야 함
 - 사용하는 회전익기의 기계적 오작동 시 비상착륙 장소로 사용될 수 있는 인근 버티포트 입지 여부
 - 버티포트 인근 소방서 입지 여부

- 기체 추락시 인근으로 고층건물, 기타 항행위험물, 그리고 공공 안전 위협
이 존재하는 기존 용도 입지 여부
- 버티포트 인근 주거지, 요양시설, 주거지원시설, 학교 등 입지 여부

5. 기준 선정을 위한 요소 도출

(1) 문헌 및 사례 고찰 결과 논의

도시에서 공중공간을 이용한 교통수단 도입에 대한 논의는 20세기 중반부터 진행되었으나, 수직이착륙 교통수단인 헬리콥터의 소음과 안전 등 기술적 문제와 높은 요금을 비롯한 운행 경비 등 경제적 문제로 인해 적극적인 논의가 진행되지 못하였다.

기술 발전으로 등장한 UAM은 더 이상 확장되기 어려운 도시교통망의 대안이자 미래 국가 전략 산업으로 간주되어 교통수단 도입에 대해 활발한 논의가 진행되고 있다. UAM 활성화를 위해서는 도시공간 내에서 이착륙장의 설치가 필수적이다.

교통수단으로서 필요한 접근성 확보를 위해서는 도시 공간 내 UAM 이착륙장을 마련하여야 한다. 하지만, 도시공간의 고밀도, 높은 부동산가격 등으로 UAM 이착륙장 건설에 필요한 토지나 공간 확보가 어렵다. 또한, UAM 이착륙장에는 승객 편의시설 및 충전인프라 설치도 고려되어야 한다.

현재 건축물에 설치되어있는 헬기 이착륙장을 이용한 방안도 고려되고 있다. 그러나, 대부분 고층빌딩 옥상에 위치하고 있어 접근성이 부족하며, 건축물 내 교통수단 이용객의 통행로 확보, 전력인프라 추가 등의 문제가 있다. 기존 건축물을 활용하여 UAM 이착륙장을 조성할 경우 건축 관련 법적 규제에 대한 완화가 요구되며, 건축물 상태를 고려하여 건설비용까지 부담해야 한다.

UAM 이착륙장은 도시 및 광역단위에서 설정된 UAM 서비스 경로 내에 적정 위치를 선정하여야 한다. 서비스 영향권이 도시공간이라는 점을 감안할 때, UAM 이착륙장의 적정입지에는 공간확보 가능성, 건축 및 전력 인프라 기술적 요구 충족, 이용객 접근성 확보 등 다양한 사항을 고려하여야 한다.

파리의 올림픽 기간 UAM 시험비행 사례를 볼 때, 도심에서의 UAM 이착륙시설에 대한 입지 기준으로 초기단계에는 도심의 건물과 인구가 밀집되어 분포되지 않은 강변 등 하천과 대규모 공원녹지를 포함한 관광시설이 활용될 가능성이 높을 것이다. 이러한 초기단계 안전성 검증 이후에 강변에서 도심으로의 운행 확산이 이루어질 수 있을 것으로 예상된다.

(2) 기존건축물 대상 UAM 버티포트 선정 요소

앞서 살펴본 선행연구를 바탕으로 기존건축물의 UAM 버티포트 설치 및 운영 과정에서 중요하게 고려되어야 할 사항을 정리하였다. 기존 논의에서는 교통수단

으로서 UAM 도입에 따른 계획 단계에서부터, 법제도 검토, 사회경제적 수용성 및 영향, 기술요인 등을 다차원적으로 검토하고 있다.

본 연구에서 집중하고 있는 기존 건축물 대상 UAM 버티포트 입지 선정 고려요소를 정리하기 위해, 선행연구에 제시된 90여개의 고려요소를 특성별로 분류하였다. UAM 버티포트 입지 고려사항의 특성별 분류는 계획 및 운영, 법제도, 사회·경제·공간 차원의 수용성, 입지, 건축특성 등으로 구분하였다.

이를 바탕으로 기존건축물 대상 UAM 버티포트 선정 시 고려되어야 할 요소의 풀을 도출하였다.

[표 2-18] 기존건축물 대상 UAM 버티포트 선정 요소

구분	고려요소
계획 및 운영	공역 및 절차 설계 / 정보교환 / 비행계획 및 허가 / 흐름 관리 / 동적 공역관리 / 적합성 모니터링 / 사무공간 임대료 / 장애물, 항로 구성 / 기존 공역과의 통합 / 국제 통제 공역 교통관리 / 기존 항공 이해관계 조정 / 항공교통량 / 시설이상 / 보안 위협 / 비정상상황 대응계획 / 무선통신체계 / 자동화 및 기술적 측면 보안사항 / 기상조건 / 운항절차 및 안전규정 / 무인항공시스템 안전관리체계 / 자동화시스템 / UAM경로계획 및 운항제어시스템
법제도	CA 환경품질법 고려 / 기존 토지이용계획 및 조닝코드 / 버티포트 위치승인 과정 / 버티포트 안전 및 영향 / 기존 토지이용규정 고려사항 / 법, 제도 / 정부규정 / 공군 관련 이해관계 / UAM 인증 요구사항 준수 / 안전보안 규정 준수 / 지역 토지이용규제 / 관련법률 / 소음 및 진동규제 / 환경 및 건축규제 / 토지이용 호환성 / 소음 및 진동제어 / 경제개발 및 환경영향 평가 / 교통 및 환경규제 준수 / UAM 차량 안전 / 승객 및 승무원 안전 / 운항절차 및 안전규정
수용성	기존 토지이용계획 및 조닝코드 / 지역사회 영향 / 중위소득 / UAM에 대한 흥미 / 연간 교통비용 / 기존 소음 / 청각, 시각적 소음 영향 / 외곽지역 / 도시공간 이용 활성화 / 교통불편 지역개선 / 이착륙 소음 / 이착륙 안전 / 일자리 창출 / 경제적 파급효과 / UAM서비스 비용 효과성 / 소음공해 영향 / 교통수요 및 대중교통 사용 선호도 / 자연재해 / 거주민 권익보호 / 소음
입지	다중모드 연결성 / 인구밀도 / 주요 대중교통 결절 / 직장밀도 / 최대 통근거리 / 기존 헬기장 및 잠재적 지점 / 토지확보 비용 / 대중교통 접근성 / 장애물, 항로 구성 / 도시기반시설 / 도심지역 / 철도노선 연계성 / 버스노선 연계성 / 버티포트 접근거리 / 환승 접근거리 / 소음 및 진동규제 / 부지선정 / 접근성 / 보안 / 인프라 및 승객 편의시설 / 현재 및 미래 수요 / 지역 인구밀도 / 보안위협 / 비정상상황 대응계획 / 기상조건
건축	기존 헬기장 및 잠재적 지점 / 전력원 공급, 건축공사 용이성 / 도시기반시설 / 건물 옥상 / 환경 및 건축규제 / 터미널디자인 / 주차 및 대기공간 / 지상 지원장비 / 승객 및 수하물처리 시스템 / 건설구조 영향 / 전기 / 상하수도

출처: 연구진 작성

(3) 기준 선정을 위한 요소 도출

선행연구를 통해 정리한 UAM 버티포트 계획 및 설치·운영에 관한 고려요소 풀을 바탕으로, 기존 건축물 대상 UAM 버티포트 입지 선정에 고려되어야하는 주요 요소를 정리하였다. UAM 버티포트 입지 선정을 위한 주요 고려 요소를 입지 환경, 건축물 특성, 운영환경 등 3가지 범주로 분류하였다.

① 입지 환경

□ UAM 수요

UAM 버티포트는 UAM 이용 활성화를 위해 잠재 고객이 많은 지역, 즉 인구 밀도가 높은 주거 지역이나 직장 밀도가 높은 업무 지구 인근에 설치하는 것이 이용 효율과 경제성 측면에서 유리하다. 이에 따라 UAM 수요에 해당하는 선정기준은 인구밀도, 직장밀도 등이다.

[표 2-19] UAM 수요와 관련된 건축물 선정기준

구분	선정기준	세부 내용
UAM 수요	인구밀도	UAM 이용활성화를 위한 버티포트 인구밀집지역 인근 버티포트 설치
	직장밀도	UAM 이용활성화를 위한 버티포트 직장밀집지역 인근 버티포트 설치

출처: 연구진 작성

□ 이용 편의성

버티포트는 UAM 이용객들이 쉽게 접근할 수 있도록 접근성이 확보되어야 하며, 버스, 지하철 등 다른 대중교통 수단과의 환승이 편리하도록 설계하여 대중교통과의 연계성을 높이는 것이 중요하다. 그리하여 이용 편의성에 해당하는 선정기준으로 대중교통 연계성과 버티포트 접근성을 도출하였다.

[표 2-20] 이용 편의성과 관련된 건축물 선정기준

구분	선정기준	세부 내용
이용 편의성	대중교통 연계성	대중교통수단 중 하나로 UAM을 사용할 수 있도록 대중교통 연계성 확보
	버티포트 접근성	버티포트로 이동이 원활하도록 접근성 확보

출처: 연구진 작성

② 건축물 특성

□ 건축물 정보

버티포트 설치에 적합한 건축물 용도를 고려해야 한다. 상업 시설, 업무 시설(공공청사 포함), 문화 및 집회 시설, 운수 시설, 의료 시설 등은 버티포트 입지로 적합할 수 있으며, 기존에 헬리패드가 설치된 건물은 UAM 버티포트로 활용하기 용이하다. 건축물 정보에 해당하는 선정기준들은 용도지역, 건축물 용도, 헬리패드 설치 여부 등이다.

[표 2-21] 건축물 정보와 관련된 건축물 선정기준

구분	선정기준	세부 내용
건축물 정보	용도지역	토지이용 특성을 고려한 버티포트 입지 선정
	건축물 용도	건축물 주용도(상업, 업무(공공청사 포함), 문화 및 집회시설, 운수시설, 의료시설 등)를 고려한 버티포트 입지선정
	헬리패드 여부	UAM 버티포트로 활용가능한 헬리패드 설치여부

출처: 연구진 작성

□ 규제 및 소유

버티포트 설치 시에는 해당 지역의 용도 지역, 건축물 높이 규제 등 법적 규제를 준수해야 한다. 건축물 소유주가 공공기관인 경우 버티포트 설치 및 운영에 필요한 협의 절차가 간소화될 수 있다. 이러한 규제 및 소유 분류에 해당하는 선정기준은 항공, 건축, 도시 관련 각종 규제들과 공공/민간 소유 구분으로 도출하였다.

[표 2-22] 규제/소유와 관련된 건축물 선정기준

구분	선정기준	세부 내용
규제 및 소유	법제도 준수	군사 및 보안 목적의 비행금지구역 준수 고도지구 등 건축물 높이규제 준수
	건축물 소유 구분	공공소유 건축물을 활용한 버티포트 설치 및 운영 용이성 확보

출처: 연구진 작성

③ 운영 환경

□ 운영 조건

UAM 운항 및 이착륙 시 안전을 확보하기 위해 주변 건축물, 장애물, 항로 등을 고려해야 한다. 또한 버티포트 및 UAM 이착륙에 필요한 인프라 설치를 위한 건물 옥상 공간 확보 및 하중, UAM 운영 시 필요한 전력 공급 가능성, 기상 조건 등을 고려해야 한다. 운영 조건에 해당하는 선정기준으로는 항로의 장애물, 건축물 옥상의 가용면적, 건축물 옥상부의 하중, 충전을 위한 전력 공급 가능 여부, 안전 운항을 위한 기상 조건 등이다.

[표 2-23] 운영 조건과 관련된 건축물 선정기준

구분	선정기준	세부 내용
운영 조건	장애물, 항로 구성	UAM 운항 및 이착륙 시 안전성 확보를 위해 주변 건축물과의 높이 및 거리 기준
	건물 옥상 가용면적	UAM 버티포트 및 인프라 설치를 위한 가용 옥상면적 확보여부(냉각탑 등 설치장애 시설물 확인)
	건축물 옥상부 하중	버티포트 및 UAM 이착륙, 인프라 설치 등을 고려한 건축물 옥상부 하중 진단
	전력공급	UAM 운영 시 충전을 위한 건축물 전력공급 가능성
	기상조건	UAM 운영에 영향을 미치는 풍향 및 풍속, 빌딩풍 고려

출처: 연구진 작성

□ 환경 영향

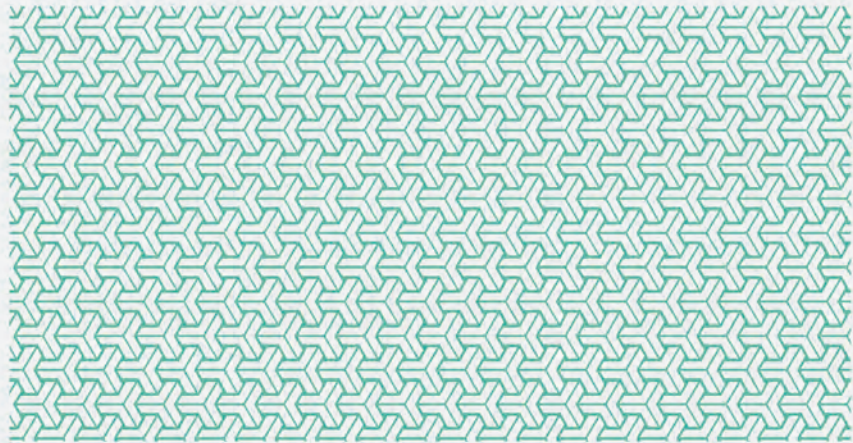
버티포트 운영 시 발생할 수 있는 소음 피해 및 주민 사생활 침해를 최소화하기 위한 방안을 마련해야 한다. 소음 저감 기술 적용, 이착륙 경로 설정, 고층 주택과의 이격 거리 확보 등을 통해 환경 영향을 최소화해야 한다. 그리하여 환경 영향에 해당하는 건축물 선정기준 요소로 소음피해 방지, 주민 사생활 침해 예방으로 도출하였다.

[표 2-24] 환경 영향과 관련된 건축물 선정기준

구분	선정기준	세부 내용
환경 영향	소음피해 방지	UAM 운항 및 이착륙 시 발생할 수 있는 인근주민 소음피해 방지를 위한 이격거리 확보
	주민 사생활 침해 예방	고층주택 거주민 사생활 침해 방지를 위한 이격거리 확보

출처: 연구진 작성

제3장 옥상버티포트 설치를 위한 건축물 선정기준 설정



1. 건축물 선정기준 설정 개요
2. 선정기준 고려요소 세부기준 도출
3. UAM 서비스 시나리오별 버티포트 선정 기준 유형화
4. UAM 선정기준 상대적 중요도 분석
5. 서비스 유형별 선정 기준의 종합

1. 건축물 선정기준 설정 개요

도심항공교통(Urban Air Mobility)은 도시 교통망의 한계를 극복하고 국가의 미래 교통체계로 자리 잡을 가능성을 가진 혁신적인 교통 수단으로 주목받고 있다. 이러한 UAM의 원활한 도입과 활성화를 위해서는 이착륙장 역할을 수행하는 버티포트의 적절한 설치가 필수적이다. 특히, 기존 건축물을 활용한 UAM 버티포트 설치의 도시 내 토지 부족 문제를 해결할 수 있는 대안으로 기능할 수 있다.

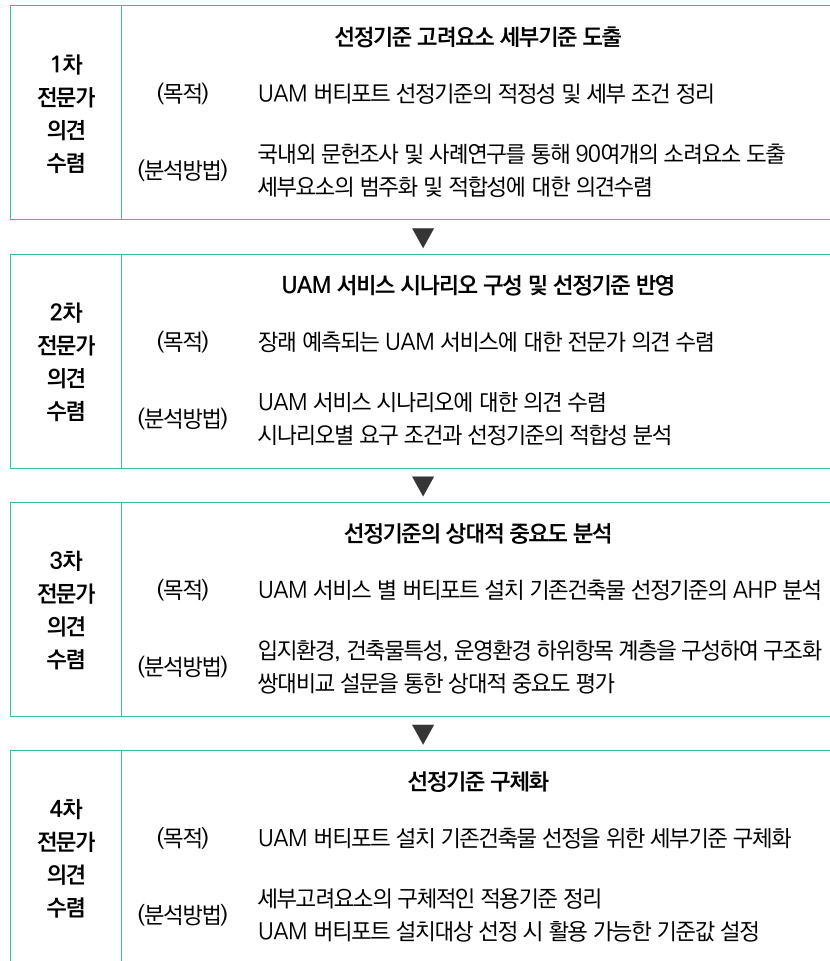
기존 건축물을 활용한 UAM 버티포트 설치 과정에서는 기술적, 사회적, 법적 요인들이 종합적으로 고려하여 체계적인 선정 기준 마련이 중요하다. 본 연구는 UAM 버티포트 설치 기준을 도출하기 위해 도시, 교통, 건축, 항공 분야의 전문가 18인의 의견을 수렴하였다. 전문가 의견수렴은 4차에 걸쳐 운영하였다.

1차 전문가 의견수렴은 UAM 버티포트 설치 기준의 고려 요소를 도출하고 이를 체계화하였다. 국내외 문헌 조사와 사례 연구를 통해 약 90여 개의 고려 요소를 도출하고, 이를 입지 환경, 건축물 특성, 운영 환경이라는 세 가지 주요 범주로 분류하였다. 이후, 전문가들에게 각 범주의 세부 요소를 제시하고, 적합성 검토와 추가 의견을 수렴하였다.

2차 전문가 의견수렴에서는 다양한 UAM 서비스 시나리오에 따른 주요 요구사항과 기준의 적용 가능성을 검토하였다. 서비스 시나리오는 응급 환자 이송, VIP 이동, 관광, 비즈니스 출장, 일상 교통 등으로 설정되었으며, 각 시나리오별 요구조건과 선정 기준의 적합성을 분석하였다.

3차 전문가 의견수렴에서는 선정 기준의 상대적 중요도를 정량적으로 평가하기 위해 AHP(Analytic Hierarchy Process) 분석을 수행하였다. "UAM 버티포트 설치에 적합한 건축물 선정"을 위해 입지 환경, 건축물 특성, 운영 환경의 하위 항목의 계층을 구성하여 구조화하였다. 전문가 의견수렴을 통해 쌍대 비교 설문을 실시하여 각 기준의 상대적 중요도를 평가하였다.

4차 전문가 의견수렴을 통해 세부고려요소의 구체적인 적용기준을 정리하였다. 이전 단계에서 도출된 선정기준과 상대적 중요도 분석결과를 바탕으로 기존 건축물 대상 UAM 버티포트 설치 대상 선정 요소 적용을 위해 실질적으로 활용 가능한 기준을 설정하였다. 이를 바탕으로 세부기준의 적용값을 정리하였다.



[그림 3-1] 문헌 및 사례 고찰 내용 및 절차

출처: 연구진 작성

2. 선정기준 고려요소 세부기준 도출

1) 선정기준 고려요소 세부사항 도출 방법

전문가 화상회의를 개최하여 국내·외 문헌 조사 및 사례연구를 통해 구축한 고려요소 풀을 설명하고, 이를 기반으로 기반으로 도출한 버티포트 입지 고려요소 세부기준에 대하여 설명하였다. 기존 건축물 UAM 버티포트 선정기준 고려요소의 세부사항은 2024년 6월 4일(화) ~ 6월 12일(수) 기간 동안 이메일을 이용하여 전문가 의견을 수렴하였다.

전문가 의견수렴은 UAM 버티포트 선정기준 고려요소의 적절성 검토와 고려요소 세부사항의 임의 기준 값에 대한 전문가 의견 두 가지 부문으로 구성하였다. 이를 통해 기존 건축물 UAM 버티포트 입지선정 고려요소 적절성을 검토하고, 고려요소 별로 연구진이 임의로 부여한 기준 값에 대한 전문가 의견을 수렴하였다.

[표 3-1] 전문가 설문조사 개요

구분		내용
조사대상		UAM 버티포트 관련분야 산업 및 학계 전문가
조사방법		화상회의 및 인터넷 기반 설문조사
설문문항 구성		• 기존건축물 대상 UAM 버티포트 입지선정 고려사항 적절성 검토 - 국내외 문헌연구를 통해 구성한 버티포트 입지선정 고려사항 (3개 부문, 6개 주요 고려요소, 16개 세부 고려요소) • 기존 건축물 UAM 버티포트 입지선정 고려사항 임의 기준값에 대한 의견 - 16개 세부 고려요소를 적용하기 위해 연구진이 임의로 설정한 기준값 (ex. '인구밀도'의 경우 서울시 평균 인구밀도 120% 적용 적절성)
조사기간	1차*	2024.06.04. ~ 2024.06.12.
설문 응답자 현황	분야	• UAM 2인 (소속기관: 현대차 1, 현대 엘리베이터 1) • 도시 2인 (소속기관: 카이스트 1, 가천대 1) • 교통 2인 (소속기관: 교통연구원 2) • 건축 6인 (소속기관: 현대건설 1, 한화 2, 간삼건축 1, 카크랩 1, 선거획 1) • 기타 1인 (KAIA 1)

* 순차적 전문가 자문 및 설문조사를 통해 요소별 중요성 분석 예정

출처: 연구진 작성

2) 전문가 의견수렴 주요의견

2장에서 도출한 기존 건축물 대상 UAM 버티포트 입지 선정에 고려되어야 하는 주요요소의 적정성 및 세부사항에 대한 전문가 주요의견은 아래와 같다.

(1) 입지환경

① 버티포트 입지환경 선정기준 구성 적절성

□ 선정기준 보완의견

버티포트 설치 이후 인근지역에서의 UAM 운항이 집중될 것으로 예상되어, 이착륙 등 운영 중 발생할 수 있는 상황을 고려할 필요가 있다. UAM 운항 및 이착륙 시 안전을 위해 도심지 특징 기반 위험 요소(예: 고층 건물, 빌딩풍)를 고려하여 입지가 불가능한 지역을 사전 검토가 필요하다. 운영 중 발생할 수 있는 사고 및 추락으로 인한 인명과 재산피해를 최소화하기 위해 건축물 밀집 지역 및 위험시설물 이격, 인명 및 재산피해 최소화 등을 고려할 필요가 있다. 이에 '안전성'을 입지환경 선정기준에 추가하였다.

[표 3-2] 입지환경 추가 선정기준(안전성)

구분	선정기준	세부 내용
안전성	건축물 밀집 및 위험시설물 이격	유사시 피해가 커질 수 있는 건축물 밀집도가 높은지역, 위험시설물(주유소 등) 등에 이격하여 버티포트 설치
	인명 및 재산피해 최소화	유동인구 밀집지역 및 문화재 등 사회적 자산 이격하여 버티포트 설치

출처: 연구진 작성

일부 전문가들은 UAM의 안전한 운용을 위해 통신/항법/감시/정보 시스템의 설치 및 가용 가능성에 대한 의견을 제시하였으나, UAM 버티포트의 입지 및 건축물의 환경 보다는 운영 시설물 및 설비에 관한 내용으로 판단되어 반영하지 않았다.

□ UAM 수요

UAM 버티포트 입지 선정 시 UAM수요는 중요한 고려 요소이며, 대부분의 전문가는 인구 밀도 및 직장 밀도를 중요 지표로 제시하였다. 즉, UAM 이용 활성화를 위해서는 인구 및 직장이 밀집된 지역에 버티포트를 설치하여 접근성과 편의성을 높여야 한다는 것이다. 그러나 일부 전문가는 UAM 초기에는 응급 환자 이송,

VIP 이동, 관광 등 특수 목적으로 제한적으로 사용될 가능성이 높다는 점을 지적하며, 인구 밀도 및 직장 밀도 외에도 UAM의 특수 목적과 관련된 요인들을 추가로 고려해야 한다고 주장하였다. 또한, UAM이 여가/여행 목적으로 활용될 수 있다는 점을 고려하여 여가 수요(쇼핑, 스포츠 등) 및 관광 수요를 포함하는 방안도 제시되었다. 또한, UAM 수요 예측을 위해 거주 밀도, 이동 인구 밀도, 기존 교통 수단 통행량 등을 추가로 고려해야 한다는 의견이 제시되었다.

□ 이용 편의성

버티포트 입지 선정 시 대중교통 연계성 및 버티포트 접근성을 확보해야 한다는 의견에는 이견이 없었다. 대중교통 연계성은 UAM을 다중 교통수단 중 하나로 활용하기 위한 필수 요소이며, 버티포트 접근성은 버티포트 이용객의 편의성을 높이는 데 중요한 요소라는 것이다. 특히, 버티포트 접근성과 대중교통 연계성을 명확히 구분해야 한다는 의견이 제시되었다.

즉, 버티포트 접근성은 건물 내 이동 동선, 주차 시설, 안내 체계 등을 종합적으로 검토하여 버티포트 이용객의 편의성을 극대화하는 것을 의미하며, 대중교통 연계성은 버티포트가 지하철역, 버스정류장 등과 얼마나 가까운지, 환승 과정이 얼마나 편리한지 등을 의미한다.

② 입지환경 선정 세부기준에 대한 전문가 의견

[표 3-3] 입지환경 선정 세부기준

구분		선정기준	세부
입지 환경	1.UAM 수요	인구밀도	• 2022년 기준 서울시 평균 인구밀도(15,974 명/㎢) 120% 이상 행정동
		직장밀도	• 2022년 기준 서울시 평균 일자리밀도(9,575 명/㎢) 120% 이상 행정동
	2.이용 편의성	대중교통 연계성	• 지하철 역 반경 500m 이내
		버티포트 접근성	• 건축물 주출입로 연결도로 중로(폭 12m, 4차선) 이상
	3.안전성	건축물 밀집 및 위험시설물 이격	• 유사시 피해가 커질 수 있는 건축물 밀집도가 높은지역, 위험시설물(주유소 등) 등에 이격하여 버티포트 설치
		인명 및 재산피해 최소화	• 유동인구 밀집지역 및 문화재 등 사회적 자산 이격하여 버티포트 설치

출처: 연구진 작성

□ (인구 밀도) 2022년 서울시 평균 인구 밀도 120%

UAM 버티포트는 많은 사람들이 이용할 수 있도록 인구 밀도가 높은 지역에 설치하는 것이 바람직하다. 다만, 소음 등의 문제를 최소화하기 위해 주거 지역과는 적절한 이격 거리를 유지해야 한다.

‘인구밀도’ 기준 값에 대한 전문가 주요의견은 다음과 같다.

- 인구 밀도가 높은 곳일수록 탑승 수요가 증대하므로 버티포트의 최적 입지라고 생각한다.
- 인구밀도 120% 기준은 서울시 및 수도권 인구밀도 분포를 살펴볼 때 과도하지 않은 기준으로 제시하기에 적절하다.
- UAM 버티포트 입지 선정 시 인구밀도는 UAM 서비스 이용이라는 측면에서 생활인구(거주+유동)를 기반으로 평가기준을 설정하는 것이 타당하다.
- 평균 인구밀도 120% 이상이라는 기준과 함께 4분위수, XX percentile, 평균의 신뢰구간에서 일정 확률을 넘는 수치 등을 복합적으로 검토 후 행정동을 선정하는 방안을 고려해야 한다.
- 인구밀도(거주지 기반)와 월별 인구 이동량을 분석하여 최적 입지와 수요를 예측해야 한다.

□ (직장 밀도) 2022년 서울시 평균 일자리 밀도 120%

UAM 버티포트는 출퇴근 시간대 교통 혼잡을 완화하기 위해 직장 밀집 지역에 설치하는 것이 효과적이다.

‘직장밀도’ 기준 값에 대한 전문가 주요의견은 다음과 같다.

- 직장 밀도가 높은 곳일수록 탑승 수요가 증대하므로 버티포트의 최적 입지라고 생각한다.
- 직장 밀도가 높은 곳에 건물 밀도도 높을 것이며, 이는 버티포트 구축을 위해 기존 건물에 수직 이착륙 방식의 버티포트 구축이 적합할 것이다.
- 연구진이 제시한 ‘2022년 기준 서울시 평균 일자리 밀도(9,575명/km²) 120% 이상 행정동’ 기준의 적정성에 대해서는 판단하기 어렵다.
- 평균 일자리 밀도 120%를 제시하기 위하여 80%, 90%, 100%, 110%, 120% 등의 여러 시나리오에 따른 UAM 수요의 변화를 검토하여 적정 여부를 제시할 수 있다.
- 지하철, 고속철도 입지 선정 관련하여 인구밀도, 직장밀도 사례를 확인해야 한다.

□ (대중교통 연계성) 지하철역 반경 500m 이내

UAM 버티포트는 다른 대중교통 수단과의 연계성을 확보하여 UAM 이용 접근성을 높여야 한다. ‘대중교통 연계성’ 기준 값에 대한 전문가 주요의견은 다음과 같다.

- 최근 PM(Personal Mobility) 등의 활용으로 1km까지 역세권 범위가 확대되는 추세를 반영해야 한다.
- 지하철 외에 KTX, GTX, 고속버스터미널, 시외버스터미널 등 다른 대중교통 수단과의 연계성도 고려해야 한다.
- 버스 정류장, 버스 노선 수, 정류장까지의 거리, 대중교통 이용자 수 등을 추가적인 기준으로 활용할 수 있다.
- 대중교통 연계는 수평, 수직 동선을 종합적으로 고려하여 '평면 환산 거리'로 평가해야 한다.
- '평면 환산 거리'의 기준은 [복합환승센터 설계 및 배치 기준]의 승하차 시설 배치 LOS 기준을 참고해야 한다.
- 대중교통 연계성을 개략적으로 평가하기 위한 지표로서 '연계 교통 개수' 항목을 추가해야 한다.

□ (버티포트 접근성) 건축물 주출입로 연결 도로 중로(폭 12m, 4차선) 이상 또는 지하철역 혹은 BRT 환승센터(환승 주차장) 인근

UAM 버티포트는 도로, 철도 등 기존 교통 인프라와의 연결성을 고려하여 접근성을 확보해야 한다. 버티포트 MRO(Maintenance, Repair and Overhaul)에서 기체 유지 보수가 불가능할 경우 정비장으로 이동하는 시나리오를 고려하여, 인접 도로 폭은 FAA(Federal Aviation Administration) EB105에서 규정하는 기체 최대 크기인 50ft 이상이어야 한다.

‘버티포트 접근성’ 기준 값에 대한 전문가 주요의견은 다음과 같다.

- 연구진이 제시한 ‘건축물 주출입구 연결 도로 중로(폭 12m, 4차선) 이상’ 기준은 적절하다.
- ‘버티포트 접근성’ 항목은 “대중교통 연계성” 항목과 구분되는 자가 차량 접근성에 대한 고려이다.
- 인접 도로 폭은 차량 접근성을 판단하기에 연관성이 부족한 지표이므로, 해당 시설의 법정 주차 대수 대비 실제 주차 계획의 비율 등을 고려해야 한다.
- 버티포트 MRO(Maintenance, Repair and Overhaul, 유지보수)에서 기체 유지보수가 불가할 경우 정비장으로 이동하는 시나리오를 고려해야 한다. 만일 비행이 불가능한 경우에는 견인해야 하므로, 이 경우 인접 도로 폭은 FAA EB105에서 규정하는 기체의 최대 사이즈 50ft 이상이어야 한다.

(2) 건축물 특성

① 버티포트 건축물 특성 선정기준 구성 적절성

□ 건축물 정보

건축물의 주 용도(상업, 업무(공공청사 포함), 문화 및 집회 시설, 운수 시설, 의료 시설 등)를 고려하여 버티포트 입지를 선정해야 한다는 것에 대부분의 전문가가 동의하였다. 특히, 공공 용도 건축물을 활용하면 사유 재산 침해 등의 문제에서 자유롭고 사회적 수용성을 높이는 데 유리하다는 의견도 있었다. 또한, UAM 활용 시 도심 외곽 지역이 출발점이 될 가능성을 고려하여, 인구 밀도와 직장 밀도를 구분하기보다는 업무 밀집 지역으로 통합하여 분석해야 한다는 의견과 미래 UAM 발전을 위해 수익성 극대화 관점에서 주요 대중교통 허브나 상업 시설과의 연계성을 고려해야 한다는 의견도 제시되었다.

□ 헬리패드 설치 여부

UAM 버티포트로 활용 가능한 헬리패드 설치 여부는 중요한 고려 요소로 인식되었다. 헬리패드가 있다면 UAM 버티포트로 전환하는 것이 용이할 수 있지만, 규격이나 시설 기준이 다를 수 있으므로 세부적인 검토가 필요하다. 헬리패드가 없는 경우에도 추후 증축을 통한 설치 가능성을 고려하여 건축물을 선정해야 한다.

□ 건축물의 구조적 특성

기존 건축물에 버티포트를 추가할 때 외부 재료, 구조 형식 등을 고려하여 구조적 안전성을 검토해야 한다는 의견이 제시되었다. 또한, 버티포트 설치 시 기존 사용자와 이용자의 혼재 가능 여부 또는 관리상의 문제가 없는지도 확인해야 한다. 버티포트 이용자 특성(예: 방송국, 의료 시설)에 따라 버티포트의 규모 및 크기를 결정해야 하며, 옥상의 가용 면적 확보뿐만 아니라 옥상보다 큰 버티포트 설치 시 설치 가능성 및 구조 검토도 필요하다.

□ 기타

건축물의 높이, 면적 등에 관한 규제 기준을 준수해야 하며, 옥상에 버티포트 터미널을 추가 설치할 수 있는 공간이 있는지, 냉각탑, 공조기 등의 설비와 간섭은 없는지 등을 확인해야 한다. 또한, 기존 건축물 옥상에 설치된 태양광 설비(PV)에 대한 신재생 에너지 관련 성능 저하 대책도 마련해야 한다.

② 건축물 특성 선정 세부기준에 대한 전문가 의견

[표 3-4] 건축물 특성 선정 세부기준

	구분	선정기준	세부
건축물 특성	4. 건축물 정보	용도지역	• 일반주거지역, 상업지역 등 용적률 200% 이상 지역
		건축물 용도	• 상업, 업무(공공청사 포함), 문화 및 집회시설(공연장 전시장 등), 운수시설, 의료시설 등
		헬리패드 여부	• 서울시 헬리포트 위치를 DB화하여 입지분석 적용
	5. 규제 및 소유	법제도 준수	• 비행금지구역 등 UAM 운항이 적합하지 않거나, 버티포트 설치 불가 지역, 고도지구 등 건축물 높이 규제 제한 지역
		건축물 소유 구분	• 국가 및 지자체, 기타 공공기관의 건축물 소유 여부

출처: 연구진 작성

□ (용도지역) 용적률 200% 이상 (일반주거지역, 상업지역 등) 또는 버티포트 설치에 적합한 공간 (공원, 역사, 철도 용지, 주차장 용지 등)

UAM 버티포트 입지 선정 시 토지 이용 특성을 반영해야 한다. 일반주거지역, 상업지역 등 용적률 200% 이상 지역을 기준으로 검토하되, 용적률이 낮더라도 버티포트 설치에 적합한 공간(공원, 역사, 철도 용지, 주차장 용지 등)이 있다면 고려할 수 있다. 다만, 소음 등의 문제를 최소화하기 위해 주거 지역과는 일정 거리를 유지해야 한다.

‘용도지역’ 기준 값에 대한 전문가 주요의견은 다음과 같다.

- 연구진이 제시한 ‘일반주거지역, 상업지역 등 용적률 200% 이상 지역’ 기준 적절하다.
- 용적률 기준 완화 및 공원, 역사 등의 공간도 버티포트 설치에 적합한 공간으로 고려해야 한다.
- UAM 버티포트를 건축법상 공항 시설로 분류하여 모든 용도 지역에 설치 가능하도록 해야 한다. (단, 주거지역 제외)
- UAM 성장기 이후 본격적으로 도심 내 운용할 시기를 준비하기 위해 상업용 버티포트, 스마트 격납고(자동화 외관 검사 등 포함), 충전 시스템 등을 추가로 구축하기 위해 건축물에 증축을 고려한 용적률 한도를 현행법을 고려하여 지정해야 한다.
- 현재 버티포트의 건축법상 용도 정의가 없는 상황이며, 기존 건축법상 공항시설로 분류할 경우 입지 가능한 용도 지역을 모두 적용하는 방안으로 검토해야 한다.
- UAM 성장기 이후 도심 내 운용 시 증축을 고려하여 용적률 한도를 현행법을 고려하여 지정해야 한다.
- 미래 UAM 발전을 위해 수익성을 극대화하기 위해서는 주요 대중교통 허브가 위치한 건축물에 대한 특성을 추가로 파악해야 하며, 주요 상권이 밀집/인접해야 하므로 상업시설/물류시설에 대한 건축물 특성 정보를 추가로 파악할 필요가 있다.

□ (건축물 용도) 상업 시설, 업무 시설(공공청사 포함), 문화 및 집회 시설(공연장, 전시장 등), 운수 시설, 의료 시설

건축물의 주 용도가 상업, 업무(공공청사 포함), 문화 및 집회 시설, 운수 시설, 의료 시설 등인 경우 버티포트 설치에 적합하다. 특히 복합 용도 건축물은 UAM 이용 수요를 창출하는 데 유리하며, 버티포트의 종류(버티허브, 버티포트, 버티스탑)에 따라 건축물 용도를 구분하여 적용해야 한다는 의견도 있다.

‘건축물 용도’ 기준 값에 대한 전문가 주요의견은 다음과 같다.

- 주거 시설(공동주택 포함), 숙박 시설, 교육 연구 시설(UAM 연구 시설에 한정), 노유자 시설(노인 복지 시설에 한정) 등을 추가해야 한다.
- 초기에는 공공기관 및 교통 허브, 대형 쇼핑몰 등 상업 시설, 주차장, 도로의 휴게소 등을 활용하고, 버티포트 설계 기준(EASA, FAA)에 따라 관련 지역의 용도를 먼저 고려해야 한다.
- 시기 및 수요와 상관없이 복합환승시설, 대형 MICE 시설은 설치 최우선 순위로 고려해야 한다.
- 높은 운임이 예상되는 초기에는 특수 목적 수요와 관련된 건축물 용도(운수 시설, 의료 시설 등)를 우선 고려하고, 성숙기 이후에는 수요층 확산을 고려하여 단순 이동 수요와 관련된 건축물 용도(상업, 문화 및 집회 시설)를 추가 고려해야 한다.
- 버티포트의 종류(버티허브, 버티포트, 버티스탑)에 따라 건축물 용도를 구분하여 적용해야 한다.
- 초기 UAM 선정 과정에서 군 관련 시설을 추가해야 한다.
- 공공 의료(닥터헬기)를 대체하는 용도를 고려한다면, 헬리패드가 설치된 공동주택(주상복합 포함)도 고려할 수 있다.

□ (헬리패드 설치 여부) 기존건축물 내 헬리패드 설치 유무

기존 헬리패드가 있는 건축물은 UAM 버티포트로 활용하기 용이하다. 다만, 헬리패드는 UAM 버티포트보다 규모가 작아 증축 또는 확장이 필요할 수 있으며, 용도 변경 시에는 관련 법규 및 기준을 면밀히 검토해야 한다.

‘헬리패드 여부’ 기준 값에 대한 전문가 주요의견은 다음과 같다.

- 서울시 옥상 헬리포트 위치를 DB화하여 입지 분석에 적용하고, 각 헬리포트 용도(민, 소방, 의료 등)나 이용 빈도 정도도 DB화하는 방안을 고려해야 한다.
- UAM 기체의 유효 크기에 따라 기존 헬리패드의 적용 가능 여부가 결정되므로, 헬리포트의 크기 및 위치에 대한 DB를 구축하고, UAM 기체의 유효 크기에 따른 Class를 구분하여 기체의 Class별로 이착륙 가능한 헬리포트 기준으로 탑승 수요 등을 고려하여 회랑을 구축해야 한다.
- 필수 조건을 만족하는 경우 비상 이착륙 활용이 가능하고, 일반 조건을 만족하는 경우 버티스탑 활용이 가능하다. (단, 기 구축 헬리패드는 대부분 이착륙 패드 하나로 구성되어 사용성에 한계가 있다.)
- 구조 기준은 만족할 것으로 판단되나, 충전을 위한 전기 설비, 비상시 대응을 위한 소방 설비 기준 수립이 필요하다.

- 현행법상 헬리패드에는 상업용으로 운용할 수 없는 시설이며, 응급/비상용으로만 활용이 가능한 이착륙장으로 버티포트로의 용도 변경과는 매우 다른 기준을 갖고 있다.
- 버티포트 설계 기준과 위험도를 고려한 최적의 UAM 항로와 연계하여 버티포트 입지를 선정해야 한다.
- 기존 헬리포트의 규격(22m)은 UAM 버티포트의 규격과 상당한 차이가 있어 헬리포트의 개조가 필요하며, 이 경우 견페율이 초과될 수 있고 이에 대한 인센티브 등을 통해 건축 면적 산정에서 헬리포트의 면적을 제외하는 등의 법규 조정이 필요하다.
- 증축 가능한 크기를 검토한 후 기체의 기준을 Joby, Overair 등 크기에 따라 가능한 기체를 고려해야 한다.

□ (법제도 준수) 항공법, 건축법, 도로교통법, 환경영향평가법, 항공안전법 등 관련 법규 준수

UAM 버티포트 설치 시에는 항공법, 건축법 등 관련 법규를 준수해야 하며, 특히 고도 제한, 소음 규제 등 UAM 운항과 관련된 법규를 엄격하게 준수해야 한다. '법제도 준수' 기준 값에 대한 전문가 주요의견은 다음과 같다.

- 기존 건축물 버티포트 설치 시 비행금지구역, 고도지구 이외에 건축법 시행령 제119조에 따른 건축물의 높이 산정 시 버티포트 시설물을 제외하도록 개정해야 한다.
- 공항 인근 및 안보상 설정된 비행금지구역에 대해 UAM 운항을 위한 허용 규정을 검토해야 한다.
- UAM의 안전 거리를 고려하여 UAM 이륙 및 착륙 시 고려해야 하는 거리 등에 대한 검토가 필요하다.
- 도시에서 발생할 수 있는 여러 복합적인 상황(응급 환자 수송, 사고 알림, 군 경보, 범죄 등 경찰청 협조 등)을 지속 모니터링하여 적기에 대처할 수 있는 기준을 기반으로 버티포트 입출입 주변의 개발 인허가 등을 고려해야 한다.
- 건축물의 높이 산정 기준과 관련하여 버티포트 시설물을 제외하는 방향으로 건축법 시행령 제119조 개정이 필요하며, UAM 운항을 위한 비행금지구역 허용 규정을 검토해야 한다.

□ (건축물 소유 구분) 공공 또는 민간 소유

건축물 소유주가 국가 또는 지자체인 경우 UAM 버티포트 설치 및 운영이 용이할 수 있으나, 민간 소유 건축물도 UAM 버티포트로 활용될 수 있도록 인센티브 제공 등 지원 방안을 마련해야 한다. '건축물 소유 구분' 기준 값에 대한 전문가 주요의견은 다음과 같다.

- 민간 소유 건축물에 대한 버티포트 설치 및 운영 용이성을 고려한다면 소유주가 단일 법인 또는 개인인지 여부도 고려해야 한다.
- 산업 초기에는 활성화 및 안전 관리 차원에서 국가 차원에서 직접 설치, 운영해야 한다.
- 국가, 지자체, 기타 공공기관, 민간 소유의 장점 및 단점을 분석하고 평가해야 한다.
- 국가 소유 건축물은 법적 절차 간소화, 자금 지원 및 보조금, 안전 및 보안 강화 측면에서 장점이 있다.

- UAM 활성화를 위해서는 민간 소유 건축물도 대상이 되어야 한다.
- 초기에는 공공기관 소유 건물과 부지에서 버티포트 설치/항로 설계 운용이 필요하다.
- 국가/지자체/공공기관일 경우 설치 후 20년간 운영에 대한 사업권을 주는 방식으로 민간 건축물의 참여를 유도할 수 있다.

(3) 운영환경

① 버티포트 운영환경 선정기준 구성 적절성

□ 운영환경 선정기준 구성 조정

전문가 의견수렴에서는 ‘장애물, 항로구성’, ‘전력공급’, ‘기상조건’은 UAM 운용 환경과 관련 된 사항이며, 건물 옥상 가용면적 및 옥상부 하중은 버티포트 설치에 관한 물리적 요인관한 사항으로 선정기준 재분류 의견을 제시하였다. 본 연구에서는 의견을 수렴하여 선정기준을 재정리하였다.

□ 장애물, 항로 구성

UAM 운항 및 이착륙 시 안전성 확보를 위해 주변 건축물, 장애물, 항로 구성을 고려해야 한다는 의견에는 이견이 없었다. 특히, 초기-성장기-성숙기 단계별 장애물 및 항로 구성을 분석해야 한다는 의견과 하천, 지상 철도, 대로 등 주요 항로와의 인접성을 고려해야 한다는 의견이 제시되었다.

□ 전력 공급

UAM 운영 시 충전을 위한 건축물 전력 공급 가능성을 고려해야 한다는 점에 전문가들은 동의하였다. UAM 운영에 필요한 전력량을 확보할 수 있는지, 그리고 충전 시설 설치를 위한 공간이 충분한지 등을 검토해야 한다.

□ 기상 조건

UAM 운영에 영향을 미치는 풍향, 풍속, 빌딩풍 등 기상 조건을 고려해야 한다는 점에도 전문가들은 동의하였다. 특히, 빌딩풍은 UAM의 안전 운항을 저해할 수 있는 중요한 요소이므로, 건축물 주변의 풍향 및 풍속을 면밀히 분석하여 버티포트 입지를 선정해야 한다.

□ 건물 옥상 가용 면적 및 옥상부 하중

UAM 버티포트 및 인프라 설치를 위한 가용 옥상 면적 확보는 중요한 요소로 인식되었으며, 옥상 면적뿐만 아니라 옥상으로의 접근 동선 확보도 고려해야 한다는 의견이 제시되었다. 또한, 버티포트 및 UAM 이착륙, 인프라 설치 등을 고려한 건축물 옥상부 하중 진단의 필요성도 강조되었다.

□ 소음 피해 방지

UAM 운항 및 이착륙 시 발생할 수 있는 소음 피해 방지를 위해 이격 거리 확보 및 소음 저감 기술 개발이 필요하다는 의견이 제시되었다.

□ 주민 사생활 침해 예방

고층 주택 거주민의 사생활 침해 방지를 위해 이격 거리 확보보다는 기술적 해결 방안(예: 매직 윈도우)을 모색해야 한다는 의견이 제시되었다.

② 운영환경 세부 선정기준에 대한 전문가 의견

[표 3-5] 운영환경 세부 선정기준

	구분	선정기준	세부
운영 환경	6.UAM 운용 조건	장애물, 항로 구성	• 버티포트 대상지 기준 반경 1,219m 내 대상지보다 152m 이상 높은 건축물 존재 여부(美, FAA 수송헬리포트 설치 기준)
		전력공급	• UAM 기체 전력 공급(4MW)가능여부 (美, FAA 기체 충전용량 기준)
		기상조건	• UAM 운항항로(300m~600m) 및 버티포트 인근 연 평균 풍향, 풍속(돌풍발생 빈도) 및 빌딩풍
	7.가용면적·구 조	건물 옥상 가용면적	• EASA 버티포트 설치 기준에 따른 면적: 33.6m×33.6m
		건축물 옥상부 하중	• 5.7ton X 150%(美, FAA FATO 동적하중 지지 기준)
	8.환경영향	소음피해 방지	• 주거밀집지역 200m 이상 이격
		주민 사생활 침해 예방	• 버티포트보다 높은 주거용 건축물 200m 이상 이격

출처: 연구진 작성

□ (장애물, 항로 구성) 버티포트 대상지 기준 반경 1,219m 내 대상지보다 152m 이상 높은 건축물(미국 FAA 수송 헬리포트 설치 기준)

UAM 버티포트는 UAM의 안전한 이착륙을 위해 주변 장애물(고층 건물, 철탑 등)과의 이격 거리를 확보하고, 안전한 항로를 구성해야 한다.

‘장애물, 항로구성’ 기준 값에 대한 전문가 주요의견은 다음과 같다.

- 현재 eVTOL의 구체적인 제원, 항로 및 이착륙 절차가 없는 상황이므로 연구진이 제시한 ‘버티포트 대상지 기준 반경 1,219m 내 대상지보다 152m 이상 높은 건축물 존재 여부(美, FAA 수송 헬리포트 설치 기준)’ 기준은 합리적이다.
- 진입 사면 규정은 버티포트 설치 위치를 제한하는 매우 큰 요소이므로, 기체 성능 발전과 함께 완화될 것으로 예상된다.
- 반경 1,219m를 UAM에 적용하는 것은 과도하며, 국내 설치 환경 특성을 고려하여 입지 고려 최소 기준은 FAA 대비 작은 EASA 기준을 적용하는 것이 타당하다.
- 주변 건물에 의하여 버티포트 인근에 발생 가능한 빌딩풍의 허용 가능 수준을 기체의 성능 및 특성을 고려하여 선정하고, 이를 바탕으로 버티포트에서 기체의 이착륙 허가 여부를 결정할 필요가 있다.
- 버티포트 주변의 기상 환경에 따라 기체의 와류 고리 상태(VRS) 발생 가능 여부를 판단하고, 발생 가능성이 허용 범위를 초과할 경우 기체의 이착륙을 불허해야 한다.

□ (건물 옥상 가용 면적) EASA 버티포트 설치 기준에 따른 면적: 33.6m x 33.6m (TLOF: 15.28m, FATO: 27.6m, S/A: 33.6m), 기체: 현대 S-A2(D=18.4m)

UAM 버티포트 및 인프라 설치를 위한 가용 옥상 면적 확보 여부를 확인해야 한다. (냉각탑 등 설치 장애 시설물 확인) ‘건물 옥상 가용 면적’ 기준 값에 대한 전문가 주요의견은 다음과 같다.

- 현재 구체적인 기준이 마련되어 있지 않으므로 연구진 제안 기준이 합리적이나, 승객 터미널은 포함되어 있지 않으므로 필요시 고흥 K-UAM 실증 단지의 승객 터미널 규모를 참고하여 건물 옥상 가용 면적을 산정할 필요가 있다.
- FAA에 따르면 최대 CD(Critical Dimension)를 15.24m로 고려함이 좋을 것 같다는 의견과 함께, 버티포트가 구축되는 옥상의 가용 가능 면적에 따라 이착륙 가능한 기체는 한정될 것이므로, CD를 기반으로 기체 등급을 나누고, 등급별로 이착륙이 가능한 버티포트 맵을 구축하는 것을 제안한다.
- 국내 설치 환경 특성을 고려하여 입지 고려 최소 기준은 FAA 대비 작은 EASA의 기준을 적용하는 것이 타당하지만, 상용화 기체 제원의 불확실성을 고려하여 가능한 한 FAA 기준 적용 가능한 입지를 우선 고려해야 한다.
- 스마트 격납고(자동화 외관 검사 및 격납 시설 포함), 충전 시스템, 수하물 처리 시스템 등을 고려한 부가 면적도 고려해야 한다.
- 옥상형 버티포트의 경우 S/A(Safety Area)까지 고려하지 않아도 되는 방향으로 설계 기준이 검토 중이므로, 국토부 도심항공정책과 확인이 필요하다.

- FATO(Final Approach and Take-off Area)는 EASA 또는 UTK 버티포트 설치 기준에 따르면, S/A는 바닥이 반드시 있어야 할 필요는 없다는 명기를 해야 한다.
- 최소 면적으로는 적정하나, 도착 후 충전/격납을 위한 공간도 고려해야 한다.
- 국내 옥상 면적이 33.6m 이상 되는 건축물은 찾기 힘들어 설치 장소가 제한될 수 있으며, 격납 시스템까지 고려하면 도심 속 건축물은 찾아내기 힘들다.

□ (건축물 옥상부 하중) 5.7톤 × 150% (美, FAA FATO 동적 하중 지지 기준) 동적 하중으로서 도심형 항공기 최대 이륙 중량의 150%

버티포트 및 UAM 이착륙, 인프라 설치 등을 고려하여 건축물 옥상부 하중을 진단해야 한다. ‘건축물 옥상부 하중’ 기준 값에 대한 전문가 주요의견은 다음과 같다.

- 버티포트 설치 시 가반 되는 정하중으로, 기존 건축물 옥상부 이착륙장에 버티포트 설계 규정을 고려한 콘크리트 타설, 탑승 수요 및 요구 TAT(Turn Around Time)를 만족하기 위한 주기 대수에 따라 주기장 구축 구조물 무게를 고려해야 한다.
- 기체 이착륙 시 발생 가능한 동적 하중에 대해, 버티포트 설계 기준에서 제시하는 MTOW(Maximum Take-Off Weight)의 1.5배와 기체의 Crash 상황에 대한 충돌 하중을 고려해야 한다.
- 진동에 대한 부분은 건물의 고유 진동수와 커플링되어 증폭될 수 있음을 확인하여 디커플링 유닛을 포함한 고려 또는 버티포트 설계 기준에 반영해야 한다.
- 동적 하중은 150%로 적용하나 하중에 대한 등분포 하중으로 분산할 수 있는 시스템을 개발해야 한다.
- 이착륙 시 옥상의 구조물 바로 아래층은 소음 및 진동에 대한 시설물 프로그램 및 대안 검토가 필요하다.

□ (전력 공급) UAM 기체 전력 공급(4MW) (美, FAA 기체 충전 용량 기준)

UAM 운영 시 충전을 위한 건축물 전력 공급 가능성을 확인해야 한다. ‘전력 공급’ 기준 값에 대한 전문가 주요의견은 다음과 같다.

- 현재 구체적인 기준이 마련되어 있지 않으므로 연구진이 제시한 ‘UAM 기체 전력 공급(4MW) 가능 여부(美, FAA 기체 충전 용량 기준)’ 기준은 합리적이다.
- 버티포트의 전력 공급량은 탑승 수요에 따른 기체의 필요 주기 대수 및 기체 배터리 Current rate에 따라 달라질 수 있으며, 요구 TAT와 함께 필요 전력 공급량을 고려
- 현대차 등에서 액화수소를 기체 에너지원으로 활용하려는 시도가 있으며, 이 경우 버티포트에는 액화수소 생산 및 액화 상태 유지 시설, 극저온 사이클 작동을 위한 전력 공급이 필요하다.
- 시설의 규모 및 운영 방식에 따라 전력 공급 시설을 설치하지 않을 수 있다.
- MW 급 충전 시설은 UAM의 빠른 운용 시간을 보완하기 위해 고속 충전을 위한 시설로 최대 용량은 4MW급으로 설정하는 것이 타당

□ (기상 조건) UAM 운항항로(300m~600m) 및 버티포트 인근 연평균 풍향, 풍속(돌풍 발생 빈도) 및 빌딩풍

UAM 운항에 영향을 미치는 풍향, 풍속(돌풍 발생 빈도) 및 빌딩풍 등을 고려하여 버티포트 입지를 선정해야 한다. '기상조건' 기준 값에 대한 전문가 주요의견은 다음과 같다.

- 현재 구체적인 기준이 마련되어 있지 않으므로 연구진 제안 기준이 합리적이라 사료되나, UAM 운항항로의 공간적 범위를 어디로 할 것인지에 대한 기준이 필요하다. (예: 버티포트 반경 XXXXm 반경의 항로 등)
- 주변 건물에 의하여 버티포트 인근에 발생 가능한 빌딩풍의 허용 가능 수준을 기체의 성능 및 특성을 고려하여 선정하고, 이를 바탕으로 버티포트에서 기체의 이착륙 허가 여부를 결정할 필요가 있다.
- 버티포트 주변의 기상 환경에 따라 기체의 와류고리상태(VRS) 발생 가능 여부를 판단하고, 발생 가능성이 허용 범위를 초과할 경우 기체의 이착륙을 불허해야 한다. 허용 가능한 와류고리상태 발생 가능성은 정량적 위험도 평가(Quantitative Risk Assessment) 방법론 등을 적용할 수 있다.
- 한국 UAM 기준 검토가 필요하다.
- 미국 FAA의 운용 개념 2.0을 보면, 국내의 경우 군 공역과 연계되는 문제로 아직은 300~600m(헬기 항로 450m의 상하고도 마진 고려)를 운용 개념으로 제시하고 있으나 변동 가능성을 확인해야 한다.
- JOBY 기체에 대한 FAA의 인증 기준('24.5 발표)은 약 12m/s 정도의 돌풍에도 강건한 기체 여야 하는데 아쳐, 오버에어 등 후발 주자 기체들의 돌풍 강건성 인증 기준을 추후에 확인하여 적용 가능성을 검토해야 한다.
- 안개 발생 및 가시거리 분석, 뇌우 및 습도 등 추가 요소 검토가 필요하다.
- 버티포트 적용 위치의 기류 시뮬레이션을 통한 사전 검토가 필요하다.
- 항공 안전법 시행령에 따라 시계 비행의 경우(헬리콥터 등) 운고 및 지상 시정 기준에 따라 비행 유무를 판단하고 있으므로, 해당 정보도 포함될 수 있다.
- UAM operation 대상 wind threshold 관련 참고 문헌들을 참고하여 기준을 설정해야 한다.

□ (소음 피해 방지) 주거 밀집 지역 200m 이상 이격

UAM 버티포트는 소음 발생을 최소화하여 주변 지역에 미치는 영향을 줄여야 한다. '소음 피해 방지' 기준 값에 대한 전문가 주요의견은 다음과 같다.

- 학교, 공공 도서관 등 정온 시설은 이격 거리 차등화(예: 300m)가 필요하다.
- 향후 기체의 저소음 동력 기술 발전에 따라 필요 이격 거리는 달라져야 하지만, 회랑 설정 시 주거 밀집 지역과의 과도한 이격 거리는 비효율적인 비행 경로를 만들 수 있으며, 버티포트와 주거 밀집 지역과의 과도한 이격 거리는 교통 수단으로서의 활용 편의성을 떨어뜨리므로, 최적의 이격 거리에 대한 연구가 필요하다.
- UAM 소음에 따른 영향권 분석을 통해 이격 거리의 타당성을 확보해야 한다.
- 단순 수평 거리로 소음 영향도를 판단할 수 없으며, 진입 방향, 구조물 높이, 주변 구조물 등을 종합적으로 고려해야 한다.
- UAM 운항 시 150m 떨어진 지점에서 60dBA 이하가 적절하다고 판단되나, 관련 소음 기준

은 현재 없다.

- 버티포트 주변은 주거 밀집 지역과의 거리를 더 여유 있게 두어야 하며, 특히 버티허브, 버티포트의 경우에는 FATO(Final Approach and Take-off Area) 수와 계류장 수, 동시 이착륙(준비 기체 포함) 기체 대수를 고려하여 커플링되는 소음/진동을 고려해야 한다.
- 주거 밀집 지역에서 200m 이상 이격 시 UAM 기체에서 발생하는 소음이 생활 소음(65dB 이하) 수준으로 저감되는지 여부를 확인해야 한다.
- FAA 기준(지상 150m 상공에서 65dB)을 고려하여 주거 밀집 지역에는 150m 정도 이격하고, 야간에는 소음 전달 정도가 다르므로 밤 시간대 시뮬레이션을 통해 소음 정도를 정해야 한다. 필요하다면 운영 시간 기준을 설정하여 소음을 심하게 느끼는 야간에는 운영하지 않도록 하는 방안도 검토해야 한다.
- 주거 밀집 지역에 UAM 버티포트 적용 여부를 판단하고, 가능하면 주거 밀집 지역에는 설치하지 않아야 한다.
- Joby Aviation S4 기체가 44m 상공에서 이착륙 시 수평으로 100m 떨어진 지점에서의 소음이 65dBA 수준이라는 NASA 실증 결과를 참고할 수 있다.

□ (주민 사생활 침해 예방) 버티포트보다 높은 주거용 건축물 200m 이상 이격 UAM 버티포트 운영 시 주변 주민들의 사생활 침해를 예방하기 위한 방안을 마련해야 한다. '주민 사생활 침해 예방' 기준 값에 대한 전문가 주요의견은 다음과 같다.

- 사생활 침해를 고려한 버티포트보다 높은 주거 건물과의 이격 거리는 공동주택 동간 거리 규정 등을 참고하되, 예상치 못한 기체 충돌에 따른 위험을 고려하여 동간 거리 규정보다 이격 거리를 크게 해야 한다.
- 한국 UAM 기준에 따른 이격 거리 검토가 필요하다.
- 시선 간섭으로 인한 사생활 침해는 공동주택 주거동 간에도 훨씬 가까운 거리에서 일상적으로 발생할 수 있는 상황임을 고려할 때 200m는 과도한 기준이므로, 소음 피해 방지를 위한 이격 거리가 확보된다면 사생활 침해로 인한 이격은 고려하지 않아도 된다.
- 시각 공해도 중요한 이슈이므로, 이착륙하여 운항 고도까지 진입할 경우 각뿔 글라스를 반투명으로 하는 등 기술 개발 요소를 논의하고, 건물 간 이격 기준보다 많은 마진을 주어 설정해야 한다.
- 사람을 인식할 수 있는 거리를 고려하여 200m는 과도하며 100m 정도가 적절하며, 실제 시뮬레이션을 통해 이격 거리를 설정해야 한다.
- 기존 건축물의 경우, 기차 차고지 또는 공항 등이 언급되고 있으며, 중심점 기준 200m는 충족하는 것으로 보여 적절하다.

3) 전문가 의견 종합

전문가 의견수렴을 통해 UAM 옥상버티포트 설치를 위한 건축물 선정기준의 적정성을 검토하고, 세부 고려요소별 판별 기준을 정리하였다. 세부 고려요소 별 판별기준 세분화를 통해 다양한 UAM 운행 시나리오별 요구조건에 부합하는 버티포트 입지 선정을 진행할 수 있다.

[표 3-6] 건축물 선정 전문가 의견 종합

구분	선정 기준	세부
입지 환경	UAM 수요	인구밀도 - 인구밀도(서울시 평균 인구밀도 120%) - 생활인구 / 월별 인구 이동량 5대 광역권 구역별 인구밀도 비중
		직장밀도 - 직장밀도(서울시 평균 직장밀도 120%) - 수요예측 변수 구간(직장고밀+교통집합 등) 고려
	이용 편의성	대중교통 연계성 - 지하철 역 반경 500m, 1km - 평면환산거리 고려 - 연계교통 종류 및 개수 - 버스 정류장 수, 버스노선 수 - 광역교통집합점(KTX, 고속터미널 등) 고려
		버티포트 접근성 - 건축물 주출입로 연결도로 차로 이상 - 주차면수 - 유지보수를 위한 UAM 기체 이동 가능공간 고려
건축물 특성	안전성	건축물 밀집 및 위험시설물 이격 건축물 밀집도 높은 지역, 위험시설물(주유소 등) 등 이격
		인명 및 재산피해 최소화 유동인구 밀집지역 및 문화재 등 사회적 자산 이격
	건축물 정보	용도지역 - 일반주거, 상업지역 등 용적률 200% 이상 - 준주거지역, 상업지역 등 용적률 400% 이상 - 철도용지 및 주차장용지
		건축물 용도 - 상업, 업무, 문화 및 집회시설, 운수시설, 의료시설 등 - 공공기관 및 교통허브 등 - 숙박시설, 노유자시설, 운수시설, 의료시설 등 - 목적(공공의료 등)에 따라 군관련시설, 주상복합 등
규제 및 소유	헬리패드 여부	헬리패드 설치 여부 (헬리패드 상업용도 사용 제한있으며, 적정규격 여부 검토 병행 요구됨)
	법제도 준수	비행금지구역, 고도지구 등 UAM 운행 불가 지역 버티포트 주변 개발 인허가 관련 사항
	건축물 소유 구분	국가 및 지자체, 기타 공공기관의 건축물 소유 여부

구분	선정 기준	세부
운영 환경	장애물, 항로 구성	• 버티포트 대상지 기준 반경 1,219m 내 대상지보다 152m 이상 높은 건축물 존재 여부 • 레이더 활용 주변 장애물 이격 고려 • 진입방향, 구조물 높이, 주변 구조물 종합적 고려
	운용 조건	• UAM 기체 전력 공급(4MW)가능여부 (美, FAA 기체 충전용량 기준) • *전력공급 전용 전력 증설 가능성
	기상조건	• UAM 운항항로(300m~600m) 및 버티포트 인근 연 평균 풍향, 풍속(돌풍발생 빈도) 및 빌딩풍 / 안개 발생 및 가시거리 분석 / 뇌우 및 습도 / 조류집단서식지, 철새이동 등 고려 • 통신음영, 전파적합성 확인 지역
	가용 면적·구 조	• 33.6m×33.6m(EASA 기준 준용) • TLOF 15.24 이하(FAA 기준) • 승객 터미널 면적 추가 고려(고층 K-UAM 실증단지) • 격납시설, 충전시스템, 수하물 처리 등 부가면적 고려 • 수요확대에 따른 확장설계/설치 가능성
	건축물 옥상부 하중	• 5.7ton X 150%(美, FAA FATO 동하중 기준) • 버티포트 및 부가시설 설치 시 가반되는 정하중 고려 • 건축물 진동(딤키플링) 조건 고려 • 비상시(기체 충돌 등) 하중 고려
	환경 영향	- 소음피해 방지 • 주거밀집지역 100m, 150m, 200m 이상 등 거리별 이격 효과 종합적으로 고려 - 주민 사생활 침해 예방 • 버티포트보다 높은 주거용 건축물 200m 이상 이격 • *매직윈도우 사용 시 이격거리 확보 필요성 낮아짐(ex. 대구 도시철도 3호선)

출처: 연구진 작성

3. UAM 서비스 시나리오별 버티포트 선정 기준 유형화

본 절에서는 UAM 서비스를 고려하여 도출된 ‘시나리오’를 바탕으로 시나리오별 버티포트 설치기준의 적용 여부를 분석하였다.

[표 3-7] 2차 전문가 의견수렴 개요

구분		내용
조사대상		• UAM 버티포트 관련분야 산업 및 학계 전문가
조사방법		• 화상회의 및 인터넷 기반 설문조사
설문문항 구성		• UAM 서비스 시나리오 및 도입우선순위 • 서비스별 기존 건축물 대상 UAM 버티포트 선정기준 고려사항
조사기간		• 2024.09.26. ~ 2024.10.06.
설문 응답자 현황	분야	• UAM 3인 (소속기관: 현대차 1, 현대 엘리베이터 1, 루다시스 1) • 도시 3인 (소속기관: 가천대 1, 서울연 2) • 교통 2인 (소속기관: 교통연구원 2) • 건축 4인 (소속기관: 한화 1, 간삼건축 1, 카크랩 1, 선기획 1) • 기타 1인 (KAIA 1)

출처: 연구진 작성

1) UAM 서비스 시나리오

2차 전문가 의견 수렴을 통해 5개의 UAM 서비스를 도출하였다. 인명구조 및 화재 대응, 응급환자 및 장기이송 등 긴급상황에 대응한 서비스 들이 도출되었으며, 통근 및 비즈니스, 관광, 물류(배송) 등 일상생활 및 여가와 관련된 서비스가 제시 되었다. 산불감시, 순찰 등과 같은 UAM 서비스도 제안하였으나, 장래에 우선적으로 도입될 서비스에는 포함되지 못하였다.

□ 인명 구조 및 화재 대응

재난 및 화재 발생 시 UAM을 이용하여 소방대원, 구조대원, 의료진을 신속하게 현장에 투입하여 인명 구조, 화재 진압, 응급 처치 등의 임무를 수행한다. UAM은 교통 체증의 영향을 받지 않으므로 골든 타임 확보에 매우 유리하며, 특히 고층 건물 화재 시 신속한 접근 및 인명 구조가 가능하다. 소방서, 경찰서, 해양경찰서, 대형 병원 등과 연계하여 운영하며, 긴급 상황 발생 시 신속하게 출동할 수 있도록 옥상 공간, 공원, 유희 부지 등에 임시 버티포트를 설치하여 활용한다.

□ 응급 환자 및 장기 이송

응급 환자 발생 시 UAM을 이용하여 환자를 신속하고 안전하게 병원으로 이송한다. 교통 체증으로 인한 지연을 최소화하여 골든 타임을 확보하고, 환자의 생존율을 높일 수 있다. 장기 이식이 필요한 경우에도 UAM을 이용하여 신속하게 장기를 이송할 수 있다. 대형 병원, 응급 의료 센터, 장기 이식 센터 등과 연계하여 운영하며, 응급 환자 인계점 및 주요 교통 허브 등 접근성이 좋은 지역에 버티포트를 설치한다.

□ 통근 및 비즈니스

출퇴근 시간 단축 및 업무 효율성 증대를 위해 UAM을 이용한다. 교통 체증을 해소하고, 이동 시간을 단축하여 업무 효율성을 높일 수 있다. 주요 업무 지구, 대형 오피스 건물, 컨벤션 센터, 기차역 등 주요 교통 허브와 주거 지역 인근, 위성 도시 등을 연결하는 UAM 노선을 운영한다. 앱 또는 웹을 통해 UAM 예약 및 결제가 가능하며, 출발지 버티포트에서 탑승 수속 후 UAM을 이용하여 목적지 버티포트로 이동한다.

□ 관광

UAM을 이용하여 도심 및 주요 관광지 상공을 비행하며 새로운 관광 경험을 제공한다. 개인 맞춤형 관광 상품 개발 및 운영을 통해 관광 산업 활성화에 기여한다. 앱 또는 웹을 통해 UAM 관광 상품 예약 및 결제가 가능하며, 출발지 버티포트에서 탑승 수속 후 UAM을 이용하여 관광 경관을 감상하거나 관광지로 이동한다.

□ 물류(배송)

긴급 물품, 고부가가치 상품 등 신속 배송이 필요한 물품을 UAM을 이용하여 배송한다. 물류 센터에서 UAM에 화물을 적재하고, UAM을 이용하여 목적지 버티포트까지 운송한 후 배송 차량에 적재하여 최종 목적지까지 배송한다. 물류 센터, 창고, 물류 허브, 배송지 인근 등에 버티포트를 설치하여 운영한다. UAM은 도심 교통의 혁신적인 대안으로, 교통 체증 해소, 이동 시간 단축, 접근성 향상, 경제 활성화 등 다양한 효과를 가져올 수 있다.

[표 3-8] UAM 서비스 내용 및 시나리오(안)

서비스 구분	서비스 내용	대상시설	운영 시나리오
인명구조· 화재대응	- 재난 및 화재 발생 시 신속한 출동 및 인명 구조, 화재 진압 지원 - 긴급 상황 발생 시 골든 타임 확보 및 인명 피해 최소화	- 소방서, 경찰서, 해양경찰서 등 긴급 출동 기관 - 대형 병원, 공공기관 등 넓은 옥상 공간을 확보한 건물 - 고층 건물 옥상, 공원, 유흥 부지 등 임시 버티포트 설치 가능 지역	긴급 상황 발생 시 출동 요청 접수 → 인근 버티포트에서 UAM 이륙 (구조대원, 소방관 등 탑승 가능) → 현장 도착 및 상황 파악 → 인명 구조, 화재 진압 등 임무 수행 → 필요시 환자 이송 → 임무 완료 후 버티포트 복귀
의료서비스	- 응급 환자 및 장기의 신속하고 안전한 이송 - 교통 체증으로 인한 지연 최소화 및 골든 타임 확보	- 대형 병원, 응급 의료 센터, 장기 이식 센터 등 - 응급환자 인계점 및 주요 교통 허브 등 접근성이 좋은 지역	응급환자 발생 또는 장기 이송 요청 접수 → 인근 버티포트에서 UAM 이륙 (의료진 동행 가능) → 환자 또는 장기 탑승 및 이송 → 목적지 병원 옥상 헬리패드 또는 인근 버티포트 착륙 → 환자 인계 또는 장기 이송 완료
통근 및 비즈니스	- 출퇴근 시간 단축 및 업무 효율성 증대 - 교통 체증 해소 및 이동 편의성 향상 - VIP 이동 지원 및 법인업무용 운행	- 주요 업무 지구, 대형 오피스 건물, 컨벤션 센터 등 - 기차역, 버스 터미널, 공항 등 주요 교통 허브 - 주거 지역 인근, 위성 도시 등	앱 또는 웹을 통해 UAM 예약 및 결제 → 출발지 버티포트 도착 및 탑승 수속 → UAM 탑승 → 목적지 버티포트 도착 및 하차 → 도심 내 이동 수단(지하철, 버스 등) 환승 또는 도보 이동
관광	- 새로운 관광 경험 제공 및 관광 산업 활성화 - 개인 맞춤형 관광 상품 개발 및 운영	- 도심 및 주요 관광지 상공, 호텔 등 - 도심공원(여의도 시청광장 등)	앱 또는 웹을 통해 UAM 관광 상품 예약 및 결제 → 출발지 버티포트 도착 및 탑승 수속 → UAM 탑승 및 경관 감상 또는 관광지 이동 → 목적지 버티포트 도착 및 하차 → 추가 관광 활동 또는 귀가
물류(배송)	- 빠르고 정확한 물류 배송 서비스 제공 - 긴급 물품, 고부가가치 상품 등 신속 배송 필요 물품 운송	물류 센터(집하지), 창고, 물류 허브, 배송지 인근 등	물류 센터에서 UAM에 화물 적재 → UAM 이륙 → 목적지 버티포트 착륙 → 화물 하역 및 배송 차량에 적재 → 최종 목적지 배송

출처: 연구진 작성

전문가 의견수렴을 통해 도출된 UAM 서비스 도입 우선순위는 [표3-9]와 같다. 1위는 응급 환자 및 장기 이송으로, 평균 1.92점으로 가장 높은 우선순위를 차지했다. 춘각을 다루는 응급 환자를 위해 골든 타임을 확보하는 것이 중요하며, UAM은 교통 체증의 영향을 받지 않아 신속한 이송이 가능하다는 점에서 높은 평가를 받았다.

2위는 인명 구조 및 화재 대응으로, 평균 2.69점을 기록했다. 화재 현장이나 재난 상황에 UAM을 이용하여 소방관, 구조대원을 신속하게 투입하여 인명 피해를 최소화할 수 있다는 점이 강조되었다.

3위는 통근 및 비즈니스로, 평균 3.15점을 기록했다. UAM을 이용하여 출퇴근 시간을 단축하고 업무 효율성을 증대할 수 있다는 점에서 기대를 받고 있다. 특히 교통 체증이 심각한 도심 지역에서 UAM은 매력적인 이동 수단이 될 수 있다.

4위는 관광으로, 평균 3.54점을 기록했다. UAM은 도심과 주요 관광지를 연결하는 새로운 관광 상품으로서의 가능성을 제시하며, 관광 산업 활성화에 기여할 수 있다는 점에서 긍정적인 평가를 받았다.

5위는 물류(배송)로, 평균 3.69점을 기록했다. UAM은 긴급 물품이나 고부가가치 상품 등을 신속하게 배송할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 아직까지는 상대적으로 낮은 우선순위를 보이고 있다.

UAM 서비스 도입 우선순위는 전문가들의 주관적인 평가가 반영된 결과이며, 실제 서비스 도입 시에는 사회적 합의, 경제성, 안전성 등 다양한 요소를 종합적으로 고려해야 한다.

[표 3-9] UAM 버티포트 설치가능 기존건축물 선정 전문가 의견 종합

서비스 구분	서비스 우선순위 (1 ~ 5위)		순위
	M	Std	
인명구조 및 화재대응	2.69	1.44	2
응급환자 및 장기 이송	1.92	1.26	1
통근 비즈니스	3.15	1.21	3
관광	3.54	1.27	4
물류(배송)	3.69	1.38	5

출처: 연구진 작성

2) 서비스별 기존건축물 버티포트 설치기준 적용

앞서 도출한 UAM 서비스 시나리오를 바탕으로 버티포트 설치 기준 건축물 선정 기준의 중요도에 대한 의견을 수렴하였다. 의견수렴은 각각의 선정기준에 대해서는 필수, 선택, 제외의 세 가지 범주로 나뉘며, 각 범주에 대한 전문가 의견의 비율을 통해 중요도를 파악할 수 있도록 수치화하였다.

□ 인명구조 및 화재대응 서비스

인명구조 및 화재대응 서비스는 화재, 재난 등 긴급 상황 발생 시 UAM을 이용하여 소방대원, 구조대원, 의료진을 신속하게 현장에 투입하여 인명 구조 및 피해 최소화를 목표로 한다. UAM의 신속한 기동성을 활용하여 골든 타임을 확보하고, 효율적인 구조 활동을 지원하는 것이 이 서비스의 핵심이다.

인명구조 및 화재대응 서비스시 입지 고려항목을 살펴보면, '이용 편의성 부문 중 대중교통 연계성 기준에 대한 제외 의견이 각각 53.8%로 높게 나타났다. 이는 긴급 상황 발생 시 UAM과 다른 교통수단과의 연계보다는 UAM 자체의 신속한 현장 접근성이 더 중요하게 인식됨을 의미한다. 즉, UAM을 이용하여 구조대원 및 의료진을 사고 현장에 직접 투입하는 것이 더 효율적이라고 판단된다.

운용 조건 중 기상조건의 필수 의견도 76.9%로 높게 나타났다. 화재 및 재난 상황은 기상 상황에 큰 영향을 받으므로 악천후 속에서도 안전한 UAM 운항이 가능하도록 기상 조건에 대한 운용 기준을 엄격하게 마련해야 한다.

안전성 항목에서는 건축물 밀집도 높은 지역 이격과 위험시설물 이격에 대한 필수 의견이 각각 30.8%로 나타났다. 긴급 상황 발생 시 UAM의 안전한 이착륙을 위해 건축물 밀집도, 위험 시설물 이격 거리 등을 고려해야 한다. 특히 화재 발생 시 UAM 이착륙 안전을 확보하기 위해 버티포트 주변에 인화성 물질 저장 시설 등을 제한해야 한다.

건축물 정보 항목에서는 헬리패드 설치 여부에 대한 필수 의견이 30.8%로 나타났다. 기존 헬리패드를 활용하면 UAM 버티포트 설치 비용을 절감할 수 있으며, 고층 건물은 화재 발생 시 UAM 접근성을 높여 인명 구조에 유리하므로 고층 건물 옥상에 UAM 버티포트 설치를 우선적으로 고려할 수 있다.

가용 면적·구조 항목의 건축물 옥상 가용 면적과 건축물 옥상부 하중에 대한 필수 의견은 각각 100.0%로, 이는 UAM 이착륙 및 관련 시설 설치에 필요한 충분한 면적을 확보하고, UAM 이착륙 시 발생하는 하중을 견딜 수 있는 건축물 구조를 갖추는 것이 가장 중요함을 뜻한다.

종합하면, 인명 구조 및 화재 대응 서비스를 위한 UAM 버티포트 설치 기준은 안전성 확보와 긴급 상황 대응에 초점을 맞춰야 한다. 이를 위해 운용 조건, 건축물 정보, 안전성을 최우선적으로 고려하고, UAM 수요, 입지 조건, 환경 영향 등을 종합적으로 평가하여 최적의 설치 기준을 마련해야 한다. 긴급 상황에 특화된 기준을 마련하는 것이 효율적이다.

[표 3-10] 인명구조·화재대응 서비스 선정기준 적용 전문가 의견

구분	선정기준	세부항목	인명구조·화재대응 서비스		
			필수	선택	제외
UAM 수요	인구밀도	• 인구밀도(서울시 평균 인구밀도 120%)	23.1%	46.2%	30.8%
		• 생활인구밀도(거주+유동)	23.1%	38.5%	38.5%
	직장밀도	• 직장밀도(서울시 평균 직장밀도 120%)	15.4%	38.5%	46.2%
이용 편의성	대중교통 연계성	• 건물 반경 500m내 지하철역 및 버스정류장 개수	15.4%	30.8%	53.8%
		• 연계교통 종류 및 개수	15.4%	30.8%	53.8%
		• KTX역, 고속터미널, 시외버스터미널	15.4%	30.8%	53.8%
	버티포트 접근성	• 건축물 주출입로 연결도로 종로 이상	23.1%	61.5%	15.4%
		• 법정주차 대수 대비 주차장확보 비율	7.7%	46.2%	46.2%
안전성	건축물 밀집도 및 위험시설물 이격	• 건축물 밀집도 높은 지역 이격	30.8%	46.2%	23.1%
		• 주유소 등 위험물시설 이격	30.8%	53.8%	15.4%
	인명 및 재산피해 최소화	• 유동인구 밀집지역 이격(인명피해 최소화)	23.1%	69.2%	7.7%
		• 사유재산 및 사회적 자산(문화재 등) 이격	23.1%	69.2%	7.7%
건축물 정보	용도지역	• 도시계획 상 버티포트 설치 가능한 용도지역	30.8%	46.2%	23.1%
	건축물 용도	• 건축법 상 버티포트가 설치 가능한 용도	30.8%	46.2%	23.1%
	헬리패드 여부	• 헬리패드 설치 여부	30.8%	69.2%	0.0%
규제 및 소유	법제도 준수	• 비행금지구역, 비행제한구역 등 UAM 운행 불가 지역	76.9%	15.4%	7.7%
		• 고도지구, 군사시설, 국가시설, 교정시설 등	38.5%	53.8%	7.7%
	건축물 소유 구분	• 소유주 공공 / 민간 여부	15.4%	69.2%	15.4%
운용 조건	장애물, 항로 구성	• 인접 건축물이 이착륙 안전구역에 침투되어서는 안됨	92.3%	7.7%	0.0%
	전력공급	• 건축물 인입 배전량 등 전력상황	46.2%	53.8%	0.0%
	기상조건	• 빌딩풍, 국소지역 미기후 등 이착륙 영향 미기후 점검	76.9%	23.1%	0.0%
가용 면적/구조	건물 옥상 가용면적	• UAM 버티포트 설치 가능 공간 확보 유무	100.0%	0.0%	0.0%
	건축물 옥상부 하중	• 버티포트 구조물 하중 및 관련 사항 고려	100.0%	0.0%	0.0%
		• UAM 동하중(기체하중의 150%) 고려	100.0%	0.0%	0.0%
환경 영향	소음피해 방지	• 주거밀집지역과 일정 거리 이상 이격되어야 함	15.4%	46.2%	38.5%
	주민 생활권 침해 예방	• 주거, 숙박시설과 일정 거리 이상 이격되어야 함	15.4%	38.5%	46.2%

출처: 연구진 작성

□ 의료 서비스

응급환자 및 장기이송을 포함하는 의료 서비스는 존각을 다투는 응급 상황에서 환자의 생존율을 높이는 데 중요한 역할을 한다. UAM을 이용하여 응급환자를 신속하게 병원으로 이송하거나 장기를 이송함으로써 골든타임을 확보할 수 있다.

응급환자 및 장기이송 서비스 관련 항목을 살펴보면, 대중교통 연계성과 환경영향 항목에 대한 제외 의견이 높다. 이는 응급환자 이송 시 UAM과 다른 교통수단과의 연계, 그리고 환경영향을 고려하는 것 보다는 응급상황에 대응하기 위한 UAM 자체의 신속한 이동 능력이 더 중요하게 인식됨을 의미한다. 그리하여 선정기준에서는 UAM을 이용하여 환자를 병원까지 직접 이송하는 취지가 강조되어야 한다.

반면, UAM 운용 조건 항목의 필수 의견도 상대적으로 높게 나타났다. 응급환자 이송은 기상 상황에 큰 영향을 받으므로 악천후 속에서도 안전한 UAM 운항이 가능하도록 기상 조건에 대한 운용 기준을 엄격하게 마련해야 한다.

안전성 항목에서는 건축물 밀집도 및 위험시설물 이격, 주유소 등 위험물시설 이격, 유동 인구 밀집 지역 이격에 대한 필수 의견이 각각 30.8%로 나타났다. 응급환자 이송 시 안전은 무엇보다 중요하며, 이를 위해 이착륙 시 안전을 확보하고 위험 요소를 최소화해야 한다.

건축물 정보 항목에서는 헬리패드 설치 여부에 대한 필수 의견이 46.2%로 나타났다. 다른 서비스에서의 기준 선정 취지와 같이, 기존 헬리패드를 활용하면 UAM 버티포트 설치 비용을 절감하고, 병원 옥상에 UAM 버티포트를 설치하여 환자 이송 시간을 단축할 수 있다는 점에서 중요하다.

의료 서비스는 주요 병원 및 의료시설과의 접근성이 매우 중요하며, UAM 이착륙 지점과 병원 내 환자 이송 경로를 최소화해야 한다. 헬리패드 설치 여부, 옥상 가용 면적, 옥상부 하중 등을 고려하여 UAM 이착륙 및 의료진 탑승 공간 확보에 적합한 병원 건물 옥상에 버티포트를 설치하는 것이 유리하다. 악천후 속에서도 안전한 운항이 가능하도록 기상 조건에 대한 운용 기준을 마련하는 것이 좋다.

[표 3-11] 의료 서비스 선정기준 적용 전문가 의견

구분	선정기준	세부항목	의료 서비스		
			필수	선택	제외
UAM 수요	인구밀도	• 인구밀도(서울시 평균 인구밀도 120%)	23.1%	38.5%	38.5%
		• 생활인구밀도(거주+유동)	15.4%	38.5%	46.2%
	직장밀도	• 직장밀도(서울시 평균 직장밀도 120%)	15.4%	30.8%	53.8%
이용 편의성	대중교통 연계성	• 건물 반경 500m내 지하철역 및 버스정류장 개수	7.7%	38.5%	53.8%
		• 연계교통 종류 및 개수	7.7%	30.8%	61.5%
		• KTX역, 고속터미널, 시외버스터미널	0.0%	46.2%	53.8%
	버티포트 접근성	• 건축물 주출입로 연결도로 중로 이상	23.1%	46.2%	30.8%
		• 법정주차 대수 대비 주차장 확보 비율	15.4%	46.2%	38.5%
안전성	건축물 밀집도 및 위험시설물 이격	• 건축물 밀집도 높은 지역 이격	30.8%	38.5%	30.8%
		• 주요소 등 위험물시설 이격	30.8%	46.2%	23.1%
	인명 및 재산피해 최소화	• 유동인구 밀집지역 이격(인명피해 최소화)	30.8%	53.8%	15.4%
		• 사유재산 및 사회적 자산(문화재 등) 이격	7.7%	76.9%	15.4%
건축물 정보	용도지역	• 도시계획 상 버티포트 설치 가능한 용도지역	38.5%	38.5%	23.1%
	건축물 용도	• 건축법 상 버티포트가 설치 가능한 용도	46.2%	30.8%	23.1%
	헬리패드 여부	• 헬리패드 설치 여부	46.2%	53.8%	0.0%
규제 및 소유	법제도 준수	• 비행금지구역, 비행제한구역 등 UAM 운행 불가 지역	76.9%	15.4%	7.7%
		• 고도지구, 군사시설, 국가시설, 교정시설 등	53.8%	38.5%	7.7%
	건축물 소유 구분	• 소유주 공공 / 민간 여부	7.7%	76.9%	15.4%
운용 조건	장애물, 항로 구성	• 인접 건축물이 이착륙 안전구역에 침투되어서는 안됨	84.6%	7.7%	7.7%
	전력공급	• 건축물 인입 배전량 등 전력상황	46.2%	53.8%	0.0%
	기상조건	• 빌딩풍, 국소지역 미기후 등 이착륙 영향 미기후 점검	76.9%	23.1%	0.0%
가용 면적/ 구조	건물 옥상 가용면적	• UAM 버티포트 설치 가능 공간 확보 유무	100.0%	0.0%	0.0%
	건축물 옥상부 하중	• 버티포트 구조물 하중 및 관련 사항 고려	100.0%	0.0%	0.0%
		• UAM 동하중(기체하중의 150%) 고려	100.0%	0.0%	0.0%
환경 영향	소음피해 방지	• 주거밀집지역과 일정 거리 이상 이격되어야 함	7.7%	46.2%	46.2%
	주민 사생활 침해 예방	• 주거, 숙박시설과 일정 거리 이상 이격되어야 함	7.7%	38.5%	53.8%

출처: 연구진 작성

□ 통근·비즈니스 서비스

통근 및 비즈니스 서비스는 UAM을 이용하여 출퇴근 시간을 단축하고 업무 효율성을 증대하는 데 목적이 있다. 이 서비스의 핵심은 도심 주요 업무 지구와 주거 지역 간의 편리하고 빠른 이동을 제공하는 것이다.

통근 및 비즈니스 서비스 관련 항목을 살펴보면, 거의 모든 부문과 세부 기준들이 필수적으로 포함되어야 하는 중요한 항목들로 평가되고 있다.

UAM 수요 항목에서 인구 밀도와 직장 밀도에 대한 필수 의견이 각각 69.2%로 나타났다. 이는 UAM 통근 및 비즈니스 이용 수요가 인구 밀도와 직장 밀도에 큰 영향을 받는다는 것을 의미한다. 즉, 인구 밀도와 직장 밀도가 높은 지역에 UAM 버티포트를 설치할수록 서비스 이용 수요가 증가할 것으로 예상된다.

이용 편의성 항목에서는 대중교통 연계성 관련 지하철역 및 버스정류장 개수에 대한 필수 의견이 84.6%로 높게 나타났다. UAM 버티포트와 지하철역, 버스 정류장 등 대중교통과의 연계성을 강화하여 UAM 이용객의 편의성을 높이는 것이 중요하다. UAM과 대중교통 간의 환승 시스템 구축, 이동 거리 최소화 등을 통해 UAM 서비스 접근성을 향상시켜야 한다.

안전성 항목에서는 주유소 등 위험물시설 이격과 유동인구 밀집지역 이격도 필수 의견으로 강조되고 있다. UAM 이착륙 시 안전을 위해 건축물 밀집도가 낮은 지역에 버티포트를 설치하고, 위험 시설물과의 이격거리를 충분히 확보해야 한다.

건축물 정보 부문에서도 용도지역, 건축물 용도가 필수적인 선정기준으로 고려되어야 하며, 규제 및 소유 부문에서도 법제도 준수 기준이 필수적으로 반영되어야 한다.

UAM 운용조건, 가용 면적·구조, 환경영향 부문은 모든 세부 항목들이 필수적인 선정 기준으로 고려되어야 한다는 평가결과가 나왔다. 통근 및 비즈니스 서비스는 공공의 목적 보다는 새로운 교통수단으로서의 경제성과 효율성이 부각되어야 하는 측면이 있다. 그리하여 환경 영향에 대한 항목은 건축물 선정 기준에 필수적으로 포함함으로써 소음피해와 주민 사생활 침해에 대한 환경 영향을 끼치지 않도록 위치를 선정해야 한다.

[표 3-12] 통근·비즈니스 서비스 선정기준 적용 전문가 의견

구분	선정기준	세부항목	통근·비즈니스 서비스		
			필수	선택	제외
UAM 수요	인구밀도	• 인구밀도(서울시 평균 인구밀도 120%)	69.2%	30.8%	0.0%
		• 생활인구밀도(거주+유동)	69.2%	23.1%	7.7%
	직장밀도	• 직장밀도(서울시 평균 직장밀도 120%)	69.2%	23.1%	7.7%
이용 편의성	대중교통 연계성	• 건물 반경 500m내 지하철역 및 버스정류장 개수	84.6%	15.4%	0.0%
		• 연계교통 종류 및 개수	61.5%	38.5%	0.0%
		• KTX역, 고속터미널, 시외버스터미널	69.2%	30.8%	0.0%
	버티포트 접근성	• 건축물 주출입로 연결도로 중로 이상	61.5%	30.8%	7.7%
		• 법정주차 대수 대비 주차장확보 비율	53.8%	46.2%	0.0%
안전성	건축물 밀집도 및 위험시설물 이격	• 건축물 밀집도 높은 지역 이격	38.5%	46.2%	15.4%
		• 주유소 등 위험시설물 이격	46.2%	38.5%	15.4%
	인명 및 재산피해 최소화	• 유동인구 밀집지역 이격(인명피해 최소화)	46.2%	46.2%	7.7%
		• 사유재산 및 사회적 자산(문화재 등) 이격	23.1%	61.5%	15.4%
건축물 정보	용도지역	• 도시계획 상 버티포트 설치 가능한 용도지역	53.8%	46.2%	0.0%
	건축물 용도	• 건축법 상 버티포트가 설치 가능한 용도	53.8%	46.2%	0.0%
	헬리패드 여부	• 헬리패드 설치 여부	15.4%	69.2%	15.4%
규제 및 소유	법제도 준수	• 비행금지구역, 비행제한구역 등 UAM 운행 불가 지역	76.9%	15.4%	7.7%
		• 고도지구, 군사시설, 국가시설, 교정시설 등	61.5%	30.8%	7.7%
	건축물 소유 구분	• 소유주 공공 / 민간 여부	15.4%	69.2%	15.4%
운용 조건	장애물, 항로 구성	• 인접 건축물이 이착륙 안전구역에 침투되어서는 안됨	92.3%	0.0%	7.7%
	전력공급	• 건축물 인입 배전량 등 전력상황	61.5%	38.5%	0.0%
	기상조건	• 빌딩풍, 국소지역 미기후 등 이착륙 영향 미기후 점검	100.0%	0.0%	0.0%
가용 면적/구 조	건물 옥상 가용면적	• UAM 버티포트 설치 가능 공간 확보 유무	92.3%	0.0%	7.7%
	건축물 옥상부 하중	• 버티포트 구조물 하중 및 관련 사항 고려	100.0%	0.0%	0.0%
		• UAM 동하중(기체하중의 150%) 고려	100.0%	0.0%	0.0%
환경 영향	소음피해 방지	• 주거밀집지역과 일정 거리 이상 이격되어야 함	53.8%	38.5%	7.7%
	주민 사생활 침해 예방	• 주거, 숙박시설과 일정 거리 이상 이격되어야 함	46.2%	46.2%	7.7%

출처: 연구진 작성

□ 관광 서비스

관광 서비스는 UAM을 이용하여 도시와 주요 관광지를 연결하는 새로운 관광 경험을 제공하는 것을 목표로 한다. UAM 버티포트 설치 기준은 관광객 편의성 증대 및 안전성 확보를 최우선으로 고려해야 한다.

관광 서비스 관련하여 선정 기준에 필수적이어야 한다고 선택된 항목을 살펴보면 통근·비즈니스 서비스에 대한 의견과 유사한 결과를 보인다. 필수로 선택한 세부 항목들은 대중교통 연계성 중 지하철역 및 버스정류장 개수, 안전성 부문에 포함되어 있는 건축물 밀집도 및 위험시설물 이격, 인명 및 재산피해 최소화 등 4개의 세부항목, 건축물 정보에 포함된 용도지역, 건축물 용도 등 2개의 세부항목, 규제 및 소유 부문의 비행금지구역, 비행제한구역 등 UAM 운행 불가 지역, 고도지구, 군사시설, 국가시설, 교정시설 등 2개의 세부항목, 운용조건 부문의 장애물/항로 구성, 전력공급, 기상조건의 3개의 세부항목, 가용 면적·구조 부문에서 건물 옥상 가용면적, 건축물 옥상부 하중의 3개의 세부항목, 마지막으로 환경영향 부문의 소음피해 방지, 주민 사생활 침해 예방의 2개의 세부항목들이 모두 필수 기준으로 평가되었다.

관광 서비스는 UAM 수요와 이용 편의성 보다는 안전성, UAM 운용조건, 기존의 항공 규제와 도시계획 현황, 건축물 자체의 버티포트 수용성, 그리고 예상되는 환경적 피해 영향을 주요한 선정 기준으로 평가되었다는 의의가 있다.

[표 3-13] 관광 서비스 선정기준 적용 전문가 의견

구분	선정기준	세부항목	관광 서비스		
			필수	선택	제외
UAM 수요	인구밀도	• 인구밀도(서울시 평균 인구밀도 120%)	23.1%	30.8%	46.2%
		• 생활인구밀도(거주+유동)	15.4%	30.8%	53.8%
	직장밀도	• 직장밀도(서울시 평균 직장밀도 120%)	0.0%	38.5%	61.5%
이용 편의성	대중교통 연계성	• 건물 반경 500m내 지하철역 및 버스정류장 개수	46.2%	30.8%	23.1%
		• 연계교통 종류 및 개수	30.8%	46.2%	23.1%
		• KTX역, 고속터미널, 시외버스터미널	30.8%	53.8%	15.4%
	버티포트 접근성	• 건축물 주출입로 연결도로 중로 이상	38.5%	53.8%	7.7%
		• 법정주차 대수 대비 주차장확보 비율	30.8%	61.5%	7.7%
안전성	건축물 밀집도 및 위험시설물 이격	• 건축물 밀집도 높은 지역 이격	46.2%	46.2%	7.7%
		• 주유소 등 위험물시설 이격	53.8%	23.1%	23.1%
	인명 및 재산피해 최소화	• 유동인구 밀집지역 이격(인명피해 최소화)	61.5%	30.8%	7.7%
		• 사유재산 및 사회적 자산(문화재 등) 이격	46.2%	46.2%	7.7%

구분	선정기준	세부항목	관광 서비스		
			필수	선택	제외
건축물 정보	용도지역	• 도시계획 상 버티포트 설치 가능한 용도지역	53.8%	46.2%	0.0%
	건축물 용도	• 건축법 상 버티포트가 설치 가능한 용도	53.8%	46.2%	0.0%
	헬리패드 여부	• 헬리패드 설치 여부	15.4%	69.2%	15.4%
규제 및 소유	법제도 준수	• 비행금지구역, 비행제한구역 등 UAM 운행 불가 지역	84.6%	7.7%	7.7%
		• 고도지구, 군사시설, 국가시설, 교정시설 등	76.9%	15.4%	7.7%
	건축물 소유 구분	• 소유주 공공 / 민간 여부	15.4%	76.9%	7.7%
운용 조건	장애물, 항로 구성	• 인접 건축물이 이착륙 안전구역에 침투되어서는 안됨	76.9%	15.4%	7.7%
	전력공급	• 건축물 인입 배전량 등 전력상황	69.2%	30.8%	0.0%
	기상조건	• 빌딩풍, 국소지역 미기후 등 이착륙 영향 미기후 점검	92.3%	7.7%	0.0%
가용 면적/구 조	건물 옥상 가용면적	• UAM 버티포트 설치 가능 공간 확보 유무	84.6%	7.7%	7.7%
	건축물 옥상부 하중	• 버티포트 구조물 하중 및 관련 사항 고려	92.3%	7.7%	0.0%
		• UAM 동하중(기체하중의 150%) 고려	92.3%	7.7%	0.0%
환경 영향	소음피해 방지	• 주거밀집지역과 일정 거리 이상 이격되어야 함	53.8%	23.1%	23.1%
	주민 사생활 침해 예방	• 주거, 숙박시설과 일정 거리 이상 이격되어야 함	61.5%	23.1%	15.4%

출처: 연구진 작성

□ 물류(배송) 서비스

물류(배송) 서비스는 UAM을 이용하여 긴급 물품, 고부가가치 상품과 현재의 일 반화된 물류와 배송 등을 신속하게 처리하는 서비스로, 빠르고 안전한 배송이 중 요한 유형이다.

물류(배송) 서비스의 경우에는 UAM 수요 부문에서 인구밀도 세부항목, 안전성 부문에서 주유소 등 위험물 시설 이격과 유동인구 밀집지역 이격 세부항목, 건축 물 정보 부문에서 버티포트 설치가능 용도지역과 건축물 용도, 규제 및 소유 부문 에서 비행금지 및 제한구역 등 UAM 운행불가지역과 고도지구, 군사시설, 국가 시설, 교정시설 등 UAM 운행에 제한여부가 존재하는 지역 세부항목, UAM 운용 조건에서 인접건축물이 이착륙 안전구역에 침투하지 않는 세부항목, 가용 면적· 구조 부문에서 UAM 버티포트 설치 가능 공간 확보 유무, 버티포트 구조물 하중 및 관련 사항 고려, UAM 동하중(기체하중의 150%) 고려 세부항목, 마지막으로 환경영향 부문에서의 소음피해 방지, 주민 사생활 침해 예방에 대한 세부항목들 이 필수적으로 선정 기준에 반영되어야 한다고 평가되었다.

결국, 물류와 배송을 위한 UAM 서비스는 수요, 안전, 기존 규제에 대한 해결, 건 축물의 버티포트 수용성, 주변 지역에 끼치는 소음, 사생활 침해 문제를 해결할 수 있는 입지의 건축물을 선정하는 기준으로 설정되어야 하겠다.

[표 3-14] 물류(배송) 서비스 선정기준 적용 전문가 의견

구분	선정기준	세부항목	물류(배송) 서비스		
			필수	선택	제외
UAM 수요	인구밀도	• 인구밀도(서울시 평균 인구밀도 120%)	38.5%	23.1%	38.5%
		• 생활인구밀도(거주+유동)	30.8%	38.5%	30.8%
	직장밀도	• 직장밀도(서울시 평균 직장밀도 120%)	7.7%	46.2%	46.2%
이용 편의성	대중교통 연계성	• 건물 반경 500m내 지하철역 및 버스정류장 개수	15.4%	38.5%	46.2%
		• 연계교통 종류 및 개수	15.4%	38.5%	46.2%
		• KTX역, 고속터미널, 시외버스터미널	7.7%	53.8%	38.5%
	버티포트 접근성	• 건축물 주출입로 연결도로 중로 이상	38.5%	46.2%	15.4%
		• 법정주차 대수 대비 주차장확보 비율	15.4%	69.2%	15.4%
안전성	건축물 밀집도 및 위험시설물 이격	• 건축물 밀집도 높은 지역 이격	38.5%	46.2%	15.4%
		• 주유소 등 위험물시설 이격	46.2%	30.8%	23.1%
	인명 및 재산피해 최소화	• 유동인구 밀집지역 이격(인명피해 최소화)	61.5%	23.1%	15.4%
		• 사유재산 및 사회적 자산(문화재 등) 이격	30.8%	46.2%	23.1%
건축물 정보	용도지역	• 도시계획 상 버티포트 설치 가능한 용도지역	46.2%	46.2%	7.7%
	건축물 용도	• 건축법 상 버티포트가 설치 가능한 용도	46.2%	46.2%	7.7%
	헬리패드 여부	• 헬리패드 설치 여부	15.4%	61.5%	23.1%
규제 및 소유	법제도 준수	• 비행금지구역, 비행제한구역 등 UAM 운행 불가 지역	75.0%	8.3%	16.7%
		• 고도지구, 군사시설, 국가시설, 교정시설 등	66.7%	16.7%	16.7%
	건축물 소유 구분	• 소유주 공공 / 민간 여부	15.4%	61.5%	23.1%
운용 조건	장애물, 항로 구성	• 인접 건축물이 이착륙 안전구역에 침투되어서는 안됨	75.0%	8.3%	16.7%
	전력공급	• 건축물 인입 배전량 등 전력상황	33.3%	58.3%	8.3%
	기상조건	• 빌딩풍, 국소지역 미기후 등 이착륙 영향 미기후 점검	83.3%	8.3%	8.3%
가용 면적/구 조	건물 옥상 가용면적	• UAM 버티포트 설치 가능 공간 확보 유무	75.0%	8.3%	16.7%
	건축물 옥상부 하중	• 버티포트 구조물 하중 및 관련 사항 고려	83.3%	8.3%	8.3%
		• UAM 동하중(기체하중의 150%) 고려	83.3%	8.3%	8.3%
환경 영향	소음피해 방지	• 주거밀집지역과 일정 거리 이상 이격되어야 함	46.2%	30.8%	23.1%
	주민 사생활 침해 예방	• 주거, 숙박시설과 일정 거리 이상 이격되어야 함	46.2%	30.8%	23.1%

출처: 연구진 작성

4. UAM 선정기준 상대적 중요도 분석

1) 분석방법

UAM 서비스별 버티포트 설치 기준 건축물 선정기준의 상대적 중요도를 알아보기 위해 AHP(Analytic Hierarchy Process) 분석을 실시하였다. AHP분석은 전문가들의 평가를 종합하여 대안의 우선순위를 정하는 기법으로, 계층분석적 의사결정 기법이라고도 불린다(권오정, 2018, p.182).

AHP 분석을 위한 설문 항목은 2개 계층으로 구성하였다. 계층1은 선정기준 구분(8개), 계층2는 선정기준(18개)으로 구성하였으며, 설문 응답자 중 일관성⁸⁾이 확보된 응답자를 추출하여 항목별 가중치를 도출하였다.

[표 3-15] AHP 계층구조

1계층(구분)	2계층(선정기준)
UAM 수요	인구밀도
	직장밀도
이용편의성	대중교통연계성
	버티포트 접근성
안전성	건축물 밀집도 및 위험시설물 이격
	인명 및 재산피해 최소화
건축물 정보	용도지역
	건축물 용도
	헬리패드 여부
규제 및 소유	법제도 준수
	건축물 소유 구분
UAM 운용조건	장애물, 항로 구성
	전력공급
	기상조건
가용 면적구조	건물 옥상 가용면적
	건축물 옥상부 하중
환경영향	소음피해 방지
	주민사생활 침해예방

출처: 연구진 작성

8) 일관성지수(Consistency Index) 0.1을 기준으로 응답 일관성 판별

[표 3-16] 3차 전문가 의견수렴 개요

구분		내용
조사대상		• UAM 버티포트 관련분야 산업 및 학계 전문가
조사방법		• 화상회의 및 인터넷 기반 설문조사
설문문항 구성		• UAM 서비스 시나리오 별 UAM 버티포트 선정기준 상대적 중요도
조사기간		• 2024.10.15. ~ 2024.10.18.
설문 응답자 현황	분야	• UAM 3인 (소속기관: 현대차 1, 현대 엘리베이터 1, 루다시스 1) • 도시 3인 (소속기관: 가천대 1, 건공연 2) • 교통 2인 (소속기관: 교통연구원 2) • 건축 3인 (소속기관: 간삼건축 1, 카크랩 1, 선기획 1) • 기타 1인 (KAIA 1)

출처: 연구진 작성

AHP 분석을 위한 전문가 의견수렴은 지난 1차 및 2차 의견수렴을 정리하여 제시하고, UAM 서비스 시나리오⁹⁾ 별로 기존 건축물 UAM 버티포트 선정기준 간의 상대적 중요도에 대한 의견을 수렴하였다. 2024년 10월 14일(월)부터 10월 18일(금)까지 인터넷을 통해 진행하였으며, 응답 일관성이 확보되지 않은 경우 재설문을 통해 의견수렴의 신뢰도를 높였다. 설문 구성은 순위 및 점수부여형과 쌍대비교 문항으로 구성하였다.

2) 분석결과

(1) 인명구조 및 화재대응

인명 구조 및 화재 대응 서비스는 긴급 상황 발생 시 신속한 인명 구조 및 화재 진압을 목표로 하므로, UAM 버티포트 선정 기준 역시 이러한 서비스의 특성을 반영해야 한다.

□ 1계층 우선순위

1계층에 대한 우선순위에서는 안전성→UAM 운영조건→건축물 정보→가용 면적·구조→규제 및 소유→환경영향→UAM 수요→이용편의성 순으로 나타났다.

그리하여 인명구조 및 화재대응과 같은 공공 목적의 UAM 서비스는 안전하고 운용조건이 좋은 건축물에 옥상버티포트를 우선 설치하는 것을 제한할 수 있다.

9) 인명구조 및 화재대응, 의료서비스, 통근 및 비즈니스, 관광, 물류 등 5개 서비스

□ 2계층 우선순위

2계층 우선순위에 대한 결과로, 인명 구조 및 화재 대응 서비스에서 가장 중요한 선정 기준은 인명 및 재산피해 최소화(0.095)로 나타났다. 옥상버티포트의 건축물 선정 기준에도 UAM 추락에 따른 피해들이 최소화될 수 있는 조건이 갖춰져야 한다는 의의를 가진다.

다음으로 우선순위가 높은 기준들로 헬리패드 여부(0.084), 건물 옥상 가용면적(0.082), 법제도 준수(0.076), 건축물 밀집도 및 위험시설물 이격(0.073) 등의 순이다.

[표 3-17] 인명구조 및 화재대응 서비스 선정기준 AHP 분석 결과

1계층(구분)	가중치	순위	2계층(선정기준)	가중치	순위
UAM 수요	0.092	7	인구밀도	0.068	7
			직장밀도	0.024	18
이용편의성	0.089	8	대중교통연계성	0.028	15
			버티포트 접근성	0.060	8
안전성	0.168	1	건축물 밀집도 및 위험시설물 이격	0.073	5
			인명 및 재산피해 최소화	0.095	1
건축물 정보	0.139	3	용도지역	0.029	14
			건축물 용도	0.027	16
			헬리패드 여부	0.084	2
규제 및 소유	0.127	5	법제도 준수	0.076	4
			건축물 소유 구분	0.050	12
UAM 운용조건	0.150	2	장애물, 항로 구성	0.052	11
			전력공급	0.025	17
			기상조건	0.073	6
가용 면적구조	0.138	4	건물 옥상 가용면적	0.082	3
			건축물 옥상부 하중	0.056	9
환경영향	0.098	6	소음피해 방지	0.055	10
			주민사생활 침해예방	0.042	13

출처: 연구진 작성

(2) 의료 서비스

의료 서비스는 응급환자를 신속하게 병원으로 이송하거나 장기를 이송하는 서비스로, 인명구조 및 화재대응 서비스와 같이 골든타임 확보가 중요하다.

□ 1계층 우선순위

1계층에 대한 우선순위에서는 안전성→UAM 운영조건→가용 면적·구조→이용 편의성→환경영향→건축물 정보→규제 및 소유→UAM 수요 순으로 나타났다.

의료 서비스 역시 공공의 목적이 강한 측면이 있어, UAM 수요보다는 안정성과 운영조건이 더 중요하고 우선적인 건축물 선정 기준으로 평가되고 있다.

□ 2계층 우선순위

2계층에 대한 AHP 분석 결과, 의료 서비스에서 가장 중요한 UAM 버티포트 선정 기준은 버티포트 접근성(0.083)으로 나타났다. UAM을 활용한 의료 서비스는 버티포트 접근성이 좋은 건축물이 이용되어야 한다는 의미이다. 다음으로 우선순위가 높은 기준들은 인명 및 재산 피해 최소화(0.082), 인구밀도(0.080), 건물 옥상 가용면적(0.080), 법제도 준수(0.075) 순으로 평가되었다.

[표 3-18] 의료 서비스 선정기준 AHP 분석 결과

1계층(구분)	가중치	순위	2계층(선정기준)	가중치	순위
UAM 수요	0.113	8	인구밀도	0.080	3
			직장밀도	0.036	15
이용편의성	0.129	4	대중교통연계성	0.040	13
			버티포트 접근성	0.083	1
안전성	0.146	1	건축물 밀집도 및 위험시설물 이격	0.064	8
			인명 및 재산피해 최소화	0.082	2
건축물 정보	0.118	6	용도지역	0.030	16
			건축물 용도	0.021	18
			헬리패드 여부	0.072	6
규제 및 소유	0.116	7	법제도 준수	0.075	5
			건축물 소유 구분	0.036	14
UAM 운영조건	0.145	2	장애물, 항로 구성	0.056	11
			전력공급	0.029	17
			기상조건	0.062	9

1계층(구분)	가중치	순위	2계층(선정기준)	가중치	순위
가용 면적구조	0.138	3	건물 옥상 가용면적	0.080	4
			건축물 옥상부 하중	0.062	10
환경영향	0.123	5	소음피해 방지	0.069	7
			주민사생활 침해예방	0.047	12

출처: 연구진 작성

(3) 통근 및 비즈니스

통근 및 비즈니스 서비스는 UAM을 이용하여 출퇴근 시간을 단축하고 업무 효율성을 증대하는 서비스로, 서비스 상용화시 통근 및 비즈니스를 위한 이동으로 대표적인 교통 수단으로 활용될 수 있다.

□ 1계층 우선순위

1계층에 대한 우선순위에서는 가용 면적·구조→UAM 수요→이용 편의성→안전성→UAM 운용조건→건축물 정보→UAM 수요→환경영향 순으로 나타났다.

통근 및 비즈니스 서비스를 위해서는 대규모 버티포트 조성으로 인한 구조적 가능성과, 통근 및 비즈니스 이동 수요가 많은 지역, 대중교통과의 연계성이 높은 건축물을 선정하여야 한다.

□ 2계층 우선순위

2계층에 대한 AHP 분석 결과, 통근 및 비즈니스 서비스에서 가장 중요한 UAM 버티포트 선정 기준은 건물 옥상 가용면적(0.116)으로 조사되었다. 교통수단으로서의 통근 및 비즈니스 이동을 위해서는 기본적으로 설치가능한 건물 옥상 가용면적의 조건이 중요하다는 의미이다.

다음으로 우선순위가 높은 기준들은 직장밀도(0.111), 인명 및 재산피해 최소화(0.086), 대중교통 연계성(0.083), 법제도 준수(0.077) 순으로 나타났다.

[표 3-19] 통근 및 비즈니스 서비스 선정기준 AHP 분석 결과

1계층(구분)	가중치	순위	2계층(선정기준)	가중치	순위
UAM 수요	0.169	2	인구밀도	0.058	8
			직장밀도	0.111	2
이용편의성	0.146	3	대중교통연계성	0.083	4
			버티포트 접근성	0.063	6

1계층(구분)	가중치	순위	2계층(선정기준)	가중치	순위
안전성	0.141	4	건축물 밀집도 및 위험시설물 이격	0.055	10
			인명 및 재산피해 최소화	0.086	3
건축물 정보	0.106	6	용도지역	0.023	17
			건축물 용도	0.038	14
			헬리패드 여부	0.045	13
규제 및 소유	0.101	7	법제도 준수	0.077	5
			건축물 소유 구분	0.020	18
UAM 운용조건	0.132	5	장애물, 항로 구성	0.056	9
			전력공급	0.028	16
			기상조건	0.055	11
가용 면적구조	0.178	1	건물 옥상 가용면적	0.116	1
			건축물 옥상부 하중	0.061	7
환경영향	0.092	8	소음피해 방지	0.053	12
			주민사생활 침해예방	0.033	15

출처: 연구진 작성

(4) 관광 서비스

관광 서비스는 UAM을 이용하여 도시와 주요 관광지를 연결하는 새로운 관광 경험을 제공하는 서비스로, 정기적인 교통수요 보다는 비정기적이지만 빈번하고 상대적으로 원 거리의 이동이 많이 이뤄질 것으로 예상되는 서비스이다.

□ 1계층 우선순위

1계층에 대한 우선순위에서는 안전성→이용편의성→UAM 운용조건→UAM 수요→가용 면적·구조→규제 및 소유→환경영향→건축물 정보 순으로 나타났다.

관광 서비스를 위한 건축물 선정에 있어서는 안전성과 이용편의성, 그리고 UAM 운용조건이 좋은지 등을 중심으로 옥상버티포트의 설치가능성을 판단해야 한다는 의미를 가진다.

□ 2계층 우선순위

2계층에 대한 AHP 분석 결과, 관광 서비스에서 가장 중요한 UAM 버티포트 선정 기준은 인구밀도(0.079)로 나타났다. 관광 서비스에서는 경제성 차원에서 UAM 수요가 중요하며, 인구밀도가 높은 지역에 옥상버티포트를 설치해야 한다는 의미이다.

다음으로 우선순위가 높은 기준들은 건축물 밀집도 및 위험시설물 이격(0.067), 건물 옥상 가용면적(0.066), 기상조건(0.066), 인명 및 재산피해 최소화(0.065) 순으로 나타났다.

[표 3-20] 관광 서비스 선정기준 AHP 분석 결과

1계층(구분)	가중치	순위	2계층(선정기준)	가중치	순위
UAM 수요	0.123	4	인구밀도	0.079	1
			직장밀도	0.036	11
이용편의성	0.130	2	대중교통연계성	0.063	6
			버티포트 접근성	0.058	9
안전성	0.142	1	건축물 밀집도 및 위험시설물 이격	0.067	2
			인명 및 재산피해 최소화	0.065	5
건축물 정보	0.096	8	용도지역	0.034	13
			건축물 용도	0.028	16
			헬리패드 여부	0.027	17
규제 및 소유	0.098	6	법제도 준수	0.062	7
			건축물 소유 구분	0.028	15
UAM 운용조건	0.129	3	장애물, 항로 구성	0.037	10
			전력공급	0.017	18
			기상조건	0.066	4
가용 면적·구조	0.109	5	건물 옥상 가용면적	0.066	3
			건축물 옥상부 하중	0.035	12
환경영향	0.097	7	소음피해 방지	0.059	8
			주민사생활 침해예방	0.031	14

출처: 연구진 작성

(5) 물류(배송) 서비스

물류(배송) 서비스는 UAM을 이용하여 긴급 물품, 고부가가치 상품과 현재의 일반화된 물류와 배송 등을 신속하게 처리하는 서비스로, 빠르고 안전한 배송이 중요한 유형이다.

□ 1계층 우선순위

1계층에 대한 우선순위에서는 UAM 운용조건→UAM 수요→안전성→가용 면적·구조→건축물 정보→이용편의성→규제 및 소유→환경영향 순으로 나타났다.

물류(배송) 서비스를 위한 건축물 선정에 있어서는 장애물, 기상조건 등의 UAM 운용조건이 중요하며, 또한 안전성을 확보하여 물류 및 배송을 서비스해야 함을 의미한다.

□ 2계층 우선순위

2계층에 대한 AHP 분석 결과, 물류(배송) 서비스에서 가장 중요한 UAM 버티포트 선정 기준은 인구밀도(0.083)로 나타났다. 물류(배송) 서비스는 물류의 이동과 배송의 효율성 차원에서 인구가 밀집한 지역에서의 옥상버티포트를 통해 UAM 비행을 통한 물류와 배송 서비스가 이뤄져야 하겠다.

다음으로 우선순위가 높은 기준들은 법제도 준수(0.070), 버티포트 접근성(0.066), 소음피해 방지(0.061), 건물 옥상 가용면적(0.061) 순으로 나타났다.

[표 3-21] 물류(배송) 선정기준 AHP 분석 결과

1계층(구분)	가중치	순위	2계층(선정기준)	가중치	순위
UAM 수요	0.127	2	인구밀도	0.083	1
			직장밀도	0.035	12
이용편의성	0.108	6	대중교통연계성	0.034	13
			버티포트 접근성	0.066	3
안전성	0.121	3	건축물 밀집도 및 위험시설물 이격	0.058	6
			인명 및 재산피해 최소화	0.054	8
건축물 정보	0.109	5	용도지역	0.029	16
			건축물 용도	0.040	11
			헬리패드 여부	0.031	14
규제 및 소유	0.107	7	법제도 준수	0.070	2
			건축물 소유 구분	0.029	17
UAM 운용조건	0.134	1	장애물, 항로 구성	0.048	10
			전력공급	0.020	18
			기상조건	0.056	7
가용 면적·구조	0.119	4	건물 옥상 가용면적	0.061	5
			건축물 옥상부 하중	0.050	9
환경영향	0.099	8	소음피해 방지	0.061	4
			주민사생활 침해예방	0.031	15

출처: 연구진 작성

5. 서비스 유형별 선정 기준의 종합

1) 기준 선정 원칙

앞서 전문가 의견수렴을 통해 서비스별 선정기준의 세부항목 별로 필수, 선택, 제외를 구분하였다. 이러한 구분을 통해 서비스별 필요하거나 제외해야 하는 세부항목들을 선정 또는 배제할 수 있다.

선택 유형은 해당 계획을 수립하는 지역과 주체의 여건을 고려하여 선정 기준에 포함할지 여부를 결정할 수 있도록 하는 유형이다.

유형별 기준의 선별을 위해 우선적으로 필수, 선택, 제외 중 가장 높은 수치를 가진 특성으로 항목을 반영하도록 한다. 다음으로, 수치가 동일할 경우에는 그 유형에 따라 선택을 달리하도록 하고, 선정 기준의 포괄적 운영을 위해 상위 유형으로 선택하도록 한다. 예를 들어 필수-제외의 수치가 동일할 경우 필수 유형으로 선택하는 것이다.

- (원칙1) 필수, 선택, 제외 중 가장 높은 수치를 가진 특성으로 적용
- (원칙2) 수치가 동일한 경우 필수, 선택 등 상위 유형으로 선택
 - 필수-선택의 수치가 동일한 경우 → 필수
 - 필수-제외의 수치가 동일한 경우 → 필수
 - 선택-제외 수치가 동일할 경우 → 선택

2) 서비스 유형별 선정 기준 결과

□ UAM 수요

UAM 수요 부문에서는 통근·비즈니스 서비스와 물류(배송) 서비스 유형에서 필수적으로 기준 항목이 포함되어야 하는 것으로 종합할 수 있다. 인명구조, 의료, 관광 서비스 유형은 전반적으로 UAM 수요를 고려하지 않아도 되는 것으로 의견이 모아졌다.

□ 이용 편의성

이용편의성 부문에서는 통근·비즈니스 서비스와 관광 서비스에서 세부기준을 주요하게 고려하여야 하는 것으로 조사되었다.

□ 안전성

안전성 부문은 서비스 전반적으로 선정 기준에 포함해야 하는 것으로 나타났다. 특히 관광 서비스에서 가장 중요하게 다뤄야 하며, 통근·비즈니스, 물류(배송) 서비스도 안전성을 주요하게 고려해야 한다.

□ 건축물 정보

건축물 정보 부문의 경우 용도지역과 건축물 용도가 모든 서비스에서 주요하게 고려되어야 하는 기준으로 조사되었다. 반면, 기존 건축물의 헬리패드 설치 여부는 선택적 사항으로 분류하는 것으로 의견이 모아졌다.

□ 규제 및 소유

규제 및 소유 부문은 항공비행 규제, 도시계획 상 입지 규제와 관련된 기준들은 모든 서비스에서 필수적으로 적용되어야 하는 기준으로 조사되었다. 반면 건축물의 소유 구분은 선택적으로 적용할 수 있는 기준으로 다뤄져야 한다.

□ UAM 운용조건

UAM 운용조건 기준과 관련하여, 장애물, 항로구성 및 기상조건에 대한 기준들이 모든 서비스들에 필수적으로 적용되어야 하는 사항으로 조사되었다. 전력공급의 경우에도 제외없이 필수 또는 선택적으로 적용되어야 하는 기준으로 주요하게 다뤄져야 한다.

□ 가용 면적 및 구조

가용 면적 및 구조 기준은 건물옥상 가용면적, 건축물 옥상부 하중으로 세분되는데, 이 두 기준 모두 모든 서비스들에서 필수적으로 고려되어야 하는 선정 기준 항목으로 도출되었다.

□ 환경 영향

환경 영향 기준의 경우 통근·비즈니스, 관광, 물류(배송) 서비스에서 필수적으로 반영되어야 하는 기준으로 판단되며, 인명구조·화재대응, 의료 서비스 등 공공의 목적에서 수행되는 UAM 서비스의 경우 주민 생활할 침해 측면에서 고려하지 않는 것으로 의견이 수렴되었다.

[표 3-22] 서비스 유형별 선정 기준 결과 종합

선정기준	세부항목	인명구조·화재대응	의료	통근·비즈니스	관광	물류(배송)
인구밀도	인구밀도 (서울시 평균 인구밀도 120%)	△	△	●	X	●
	생활인구밀도(거주+유동)	△	X	●	X	△
직장밀도	직장밀도 (서울시 평균 직장밀도 120%)	X	X	●	X	△
대중교통 연계성	건물 반경 500m내 지하철역 및 버스정류장 개수	X	X	●	●	X
	연계교통 종류 및 개수	X	X	●	△	X
	KTX역, 고속터미널, 시외버스터미널	X	X	●	△	△
버티포트 접근성	건축물 주출입로 연결도로 중로 이상	△	△	●	△	△
	법정주차 대수 대비 주차장 확보 비율	△	△	●	△	△
건축물 밀집도 및 위험시설물 이격	건축물 밀집도 높은 지역 이격	△	△	△	●	△
	주유소 등 위험시설물 이격	△	△	●	●	●
인명 및 재산피해 최소화	유동인구 밀집지역 이격 (인명피해 최소화)	△	△	●	●	●
	사유재산 및 사회적 자산 (문화재 등) 이격	△	△	△	●	△
용도지역	도시계획 상 버티포트 설치 가능한 용도지역	△	●	●	●	●
건축물 용도	건축법 상 버티포트가 설치 가능한 용도	△	●	●	●	●
헬리패드 여부	헬리패드 설치 여부	△	△	△	△	△
법제도 준수	비행금지구역, 비행제한구역 등 UAM 운행 불가 지역	●	●	●	●	●
	고도지구, 군사시설, 국가시설, 교정시설 등	△	●	●	●	●
건축물 소유 구분	소유주 공공 / 민간 여부	△	△	△	△	△
장애물, 항로 구성	인접 건축물이 이착륙 안전구역에 침투되어서는 안됨	●	●	●	●	●
전력공급	건축물 인입 배전량 등 전력상황	△	△	●	●	△
기상조건	빌딩풍, 국소지역 미기후 등 이착륙 영향 미기후 점검	●	●	●	●	●
건물 옥상 가용면적	UAM 버티포트 설치 가능 공간 확보 유무	●	●	●	●	●
건축물 옥상부	버티포트 구조물 하중 및 관련 사항 고려	●	●	●	●	●

선정기준	세부항목	인명구조· 화재대응	의료	통근· 비즈니스	관광	물류 (배송)
하중	UAM 동하중 (기체하중의 150%) 고려	●	●	●	●	●
소음피해 방지	주거밀집지역과 일정 거리 이상 이격되어야 함	△	△	●	●	●
주민 사생활 침해 예방	주거, 숙박시설과 일정 거리 이상 이격되어야 함	X	X	●	●	●

구분: 필수 ● / 선택 △ / 제외 X

출처: 연구진 작성

3) 건축물 선정 평가를 위한 지표 및 산식

□ 평가 지표 및 산식 개발 개요

앞서 도출된 서비스 유형별 선정 기준 결과는 선정 기준과 그 기준을 구체화한 세부 항목으로서 UAM 옥상버티포트를 도입하고자 할 시 어떠한 기준들을 가지고 선정을 고려해야 하는지를 판단하기 위한 수준이다. 궁극적으로는 점수 산정이 가능한 구체적인 평가지표와 산식을 마련하여 건축물별 순위와 등급을 시범적으로 수행해 볼 필요가 있다. 그리하여 건축물별로 점수화가 가능한 평가 지표와 산식을 도출하였다.

여기에서 제시하는 평가 지표 및 산식은 4차 전문가 의견수렴을 수행하면서 그 적절성을 검토하여 결정되었다. 다만, 선정기준과 세부항목과 마찬가지로, UAM 기술 발전에 따라 기체 추락 범위의 기준이 달라지는 등 향후 지속적인 모니터링을 통해 조정될 여지가 있다.

□ 선정기준에 따른 평가 지표 및 산식

평가 지표는 선정기준-세부항목을 평가할 수 있는 정량적인 수준을 제시하고 있으며, 평가 산식은 지표 달성 여부에 따라 0과 1로 구분하여 배점화하였다. 각 지표별로는 가중치를 두고 있으며, 이 가중치는 전문가 AHP 분석 결과를 적용하여 산정하였다. 가중치는 선정기준 계층에서 제시되어 있어, 선정 기준별 평가 지표의 수에 맞춰 가중치를 배분하여 산정하였다.

평가 지표는 총 25개로 구성되며, 이중 주차장 확보, 전력공급, 기상조건, 건축물 옥상부 하중 등 4개의 지표는 데이터를 획득할 수 없어 본 연구의 공간분석 항목에서 제외한다. 다만, 이 평가 지표를 활용하여 정책결정 시 건축물에 대한 전력 상황, 풍속 등 미기후 분석, 건축물 구조 하중 분석을 별도로 실시하여 평가를 수행할 수 있다.

[표 3-23] 건축물 선정 기준 평가지표 및 산식

선정기준	세부항목	평가 지표	평가 산식	가중치
인구밀도 (a)	주민등록인구 밀도 (a1)	지자체(또는 소재 행정구역) 평균 인구밀도의 120% 초과	$a1 = \begin{cases} 1 & \text{if } PD > 1.2 \times APD \\ 0 & \text{if } PD \leq 1.2 \times APD \end{cases}$ - 인구밀도 : PD - 지자체 평균 인구밀도 : APD 건축물 주소 기준 / 건축물이 위치하고 있는 자치구의 인구밀도가 자치구의 평균 인구밀도의 120%를 초과하면, 1 그렇지 아니하면 0	0.029
	생활인구밀도 (a2)	지자체(또는 소재 행정구역) 평균 생활인구밀도의 120% 초과	$a2 = \begin{cases} 1 & \text{if } LPD > 1.2 \times ALPD \\ 0 & \text{if } LPD \leq 1.2 \times ALPD \end{cases}$ - 생활인구밀도: LPD - 지자체 평균 생활인구밀도 : ALPD 건축물 주소 기준 / 건축물이 위치하고 있는 자치구의 생활인구밀도가 자치구의 평균 생활인구밀도의 120%를 초과하면, 1 그렇지 아니하면 0	0.029
직장밀도 (b)	종사자인구밀 도 (b)	지자체(또는 소재 행정구역) 평균 종사자 인구밀도의 120% 초과	$b = \begin{cases} 1 & \text{if } WPD > 1.2 \times AWPD \\ 0 & \text{if } WPD \leq 1.2 \times AWPD \end{cases}$ - 종사자인구밀도 : WPD - 지자체 평균 종사자인구밀도 : AWPD 건축물 주소 기준 / 건축물이 위치하고 있는 자치구의 종사자인구밀도가 자치구의 평균 종사자인구밀도의 120%를 초과하면, 1 그렇지 아니하면 0	0.111
대중교통 연계성 (c)	건물 반경 500m내 지하철역 및 버스정류장 개수 (c1)	지하철(또는 전철)역 1개소 이상	$c1 = \begin{cases} 1 & \text{if } S \geq 1 \\ 0 & \text{if } S < 1 \end{cases}$ - 지하철역(또는 전철역) : S 건축물 반경 500m 이내에 지하철 역이 1개소 이상 위치하고 있으면, 1 그렇지 아니하면 0	0.02075
		지자체(또는 소재 행정구역) 평균 버스정류장수의 150% 초과	$c1 = \begin{cases} 1 & \text{if } B > 1.5 \times AB \\ 0 & \text{if } B \leq 1.5 \times AB \end{cases}$ - 버스정류장수 : B - 지자체 평균 버스정류장수 : AB 건축물의 반경 500m 이내에 건축물 주소 기준 / 건축물이 위치하고 있는 자치구의 버스정류장 수가 자치구의 평균 버스정류장 수의 150%를 초과하면 1, 그렇지 아니하면 0	0.02075
	건물 반경 500m내 KTX역, SRT역, GTX역, 고속버스 터미널, 시외버스 터미널 (c2)	역, 터미널에 해당하는 경우	$c2 = \begin{cases} 1 & \text{if } T \in \{KTX, SRT, GTX, Express Bus Terminal\} \\ 0 & \text{if } B \notin \{KTX, SRT, GTX, Express Bus Terminal\} \end{cases}$ - 역 또는 터미널 : T 해당 건축물이 KTX, SRT, 등 터미널에 해당하면 1, 그렇지 아니하면 0	0.0415
버티포트 접근성	건축물 주출입로	연접도로가 중로 이상에 해당하는	$d1 = \begin{cases} 1 & \text{if } R \in \{medium, large\} \\ 0 & \text{if } R \notin \{medium, large\} \end{cases}$ - 건축물 주출입로에 연접한 도로 규모 : R	0.0315

선정기준	세부항목	평가 지표	평가 산식	가중치
(d)	연접도로 중로 이상 (d1)	경우	해당 건축물의 주출입로가 접하고 있는 도로가 중로 이상이면 1, 그렇지 아니하면 0	
	법정주차 대수 대비 주차장확보 비율 (d2)	법정주차 대수 대비 주차구획 확보수가 120% 초과	$d2 = \begin{cases} 1 & \text{if } \frac{P}{LP} > 1.2 \\ 0 & \text{if } \frac{P}{LP} \leq 1.2 \end{cases}$ - 주차구획 확보수 : P - 법정주차대수 : LP 건축물의 법정주차대수 대비 주차대수가 120%를 초과하면 1, 그렇지 아니하면 0 → 해당 지표는 데이터 구득 불가로 제외	0.0315
건축물 밀집도 및 위험시설물 이격 (e)	건축물 밀집도 높은 지역 이격 (e1)	상업지역에서 330m를 초과하여 이격된 경우	$e1 = \begin{cases} 1 & \text{if } D > UFR(330m) \\ 0 & \text{if } D \leq UFR(330m) \end{cases}$ - 건물과의 이격거리 : D - UAM 추락 범위 : UFR 해당 건축물과 상업지역간의 거리가 330m를 초과하면 1, 그렇지 아니하면 0	0.0275
	주유소 등 위험물시설 이격 (e2)	'위험물 저장 및 처리시설'에서 추락범위 반경 330m*를 초과하여 이격된 경우 *김연실외(2022)에 서 UAM 추락시 최대영향반경을 330m로 제시	$e2 = \begin{cases} 1 & \text{if } D > UFR(330m) \\ 0 & \text{if } D \leq UFR(330m) \end{cases}$ - 건물과의 이격거리: D - UAM 추락범위: UFR 해당 건축물과 위험물 저장 및 처리시설간의 거리가 330m를 초과하면 1, 그렇지 아니하면 0 - 위험물 저장 및 처리시설 : 건축법에 건축물 용도에서 '위험물 저장 및 처리시설'로 구분되는 시설	0.0275
인명 및 재산피해 최소화 (f)	유동인구 밀집지역 이격 (f1)	유동인구 밀집지역에서 추락범위 반경 330m를 초과하여 이격된 경우	$f1 = \begin{cases} 1 & \text{if } D > UFR(330m) \\ 0 & \text{if } D \leq UFR(330m) \end{cases}$ - 건물과의 이격거리: D - UAM 추락범위: UFR 해당 건축물과 유동인구 밀집지역간의 거리가 330m를 초과하면 1, 그렇지 아니하면 0 - 유동인구 밀집지역 : 자치구의 생활인구 밀도가 자치구의 평균 생활인구 밀도의 120%를 초과하는 지역	0.043
	사유재산 및 사회적 자산 (문화재 등) 이격 (f2)	문화재 등에서 추락범위 반경 330m를 초과하여 이격된 경우	$f1 = \begin{cases} 1 & \text{if } D > UFR(330m) \\ 0 & \text{if } D \leq UFR(330m) \end{cases}$ - 건물과의 이격거리 : D - UAM 추락범위 : UFR 해당 건축물과 문화재간의 거리가 330m를 초과하면 1, 그렇지 아니하면 0	0.043
용도지역 (g)	도시계획 상 버티포트 설치 가능한 용도지역 (g)	용적률 200% ↑ 주거지 역, 400% ↑ 상업지 역, 운수시설 설치가 가능한	$g = \begin{cases} 1 & \text{if } (A = \text{residential and } FAR \geq 200\% \\ & \text{or } (A = \text{commercial and } FAR \geq 400\% \\ & \text{or } (A = \text{industrial (with transportation} \\ & \quad \text{facilities allowed)} \\ & \text{or } (A = \text{natural green)} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$ - 용도지역 : A	0.023

선정기준	세부항목	평가 지표	평가 산식	가중치
		공업지역, 자연녹지지역에 해당하는 경우	- 용적률 : FAR 해당 건축물이 위치하고 있는 용도지역이 용적률 200% ↑ 주거지역, 400% ↑ 상업지역, 운수시설 설치 가능한 공업지역, 자연녹지지역에 해당하면 1, 그렇지 아니하면 0	
건축물 용도 (h)	건축법 상 버티포트가 설치 가능한 용도 (h)	대규모점포, 업무시설, 문화·집회시설, 운수시설, 의료시설에 해당하는 경우	$h = \begin{cases} 1 & \text{if } U \in \{large - scare store, business, cultural / assembly, transtortation, mdeical\} \\ 0 & \text{if } U \notin \{large - scare store, business, cultural / assembly, transtortation, mdeical\} \end{cases}$ - 건축물용도: U 해당 건축물이 대규모점포, 업무시설, 문화·집회시설, 운수시설, 의료시설에 해당하면 1, 그렇지 아니하면 0	0.038
헬리패드 여부 (i)	헬리패드 설치 여부 (i)	헬리패드가 설치되어 있는 경우	$i = \begin{cases} 1 & \text{if } H = 1 (helipadis present) \\ 0 & \text{if } H = 0 (nohelipad) \end{cases}$ - 헬리패드 : H 헬리패드가 있으면 1, 그렇지 아니하면 0	0.045
법제도 준수 (j)	비행금지구역, 비행제한구역 등 UAM 운행 불가 지역 (j1)	비행금지구역, 비행제한구역에 포함되지 않는 경우	$l = \begin{cases} 1 & \text{if } NFZ = 0 \text{ and } RFZ = 0 \\ & (not in a No - Fly Zone or Restrictcd Flight Zone) \\ 0 & \text{if } NFZ = 1 \text{ or } RFZ = 1 \\ & (in a No - Fly Zone or Restricted Flight Zone) \end{cases}$ - 비행금지구역: NFZ - 비행제한구역: RFZ 해당 지역이 비행금지구역, 비행제한구역에 모두 포함되지 않으면 1, 그렇지 아니하면 0	0.0385
	고도지구, 군사시설, 국가시설, 교정시설 등 (j2)	군사시설, 국가안보시설에 해당하지 않는 경우	$l = \begin{cases} 1 & \text{if } MF = 0 \text{ and } NSF = 0 \\ & (not a military facility or national security facility) \\ 0 & \text{if } MF = 1 \text{ and } NSF = 1 \\ & (is a military facility or national security facility) \end{cases}$ - 군사시설 : MF - 국가안보시설 : NSF 해당 지역이 군사시설, 국가안보시설에 모두 포함되지 않으면 1, 그렇지 아니하면 0	0.0385
건축물 소유 구분 (k)	소유주 공공 / 민간 여부 (k)	초기 도입이 용이한 공공소유 건축물과 법인 소유 건축물에 해당하는 경우	$l = \begin{cases} 1 & \text{if } PO = 1 (publicly owned) \\ 0 & \text{if } PO = 0 (not publicly owned, private) \end{cases}$ - 공공 소유 건축물, 공공건축물 : PO 해당 건축물이 공공건축물이면 1, 그렇지 아니하면 0	0.020
장애물, 항로 구성 (l)	인접 건축물이 이착륙 안전구역에 침투되어서는 안됨 (l)	버티포트 장애물없는 볼륨(OFV) 이상의 거리 이격 ※ EASA의 OFV 적용 (TOwidth-F ATOWidth× 0.5=1.75D= 32.2m)	$l = \begin{cases} 1 & \text{if } D > OFV(32.2m) \\ 0 & \text{if } D \leq OFV(32.2m) \end{cases}$ - 건물간 이격거리 : D - 장애물없는 볼륨 : OFV 건축물과 인접 건축물간의 거리가 32.2m를 초과하면 1, 그렇지 아니하면 0	0.056

선정기준	세부항목	평가 지표	평가 산식	가중치
		- D: 18.4m(Hyundai S-A1)		
전력공급 (m)	건축물 인입 배전량 등 전력상황 (m)	버티포트 전력용량이 eVTOL 1대 이상 충전 가능한 경우 *백정훈외(2024)에 서 eVTOL 1대당 충전용량을 500~600kW급으 로 제시	$m = \begin{cases} 1 & \text{if } PW > \alpha \times 500kW \\ 0 & \text{if } PW \leq \alpha \times 500kW \end{cases}$ 버티포트 전력용량이 운용 기체수 별 충전량을 확보 가능한 경우 1, 그렇지 아니하면 0 - 운용 기체수 : a - 기체 충전량 : 500kW	0.028
기상조건 (n)	빌딩풍, 국소지역 미기후 등 이착륙 영향 미기후 점검 (n)	풍속 10knots* 이하에 해당하는 경우 *김은지외(2024)에 서 안전고려 최대 충속을 10knots로 제시	$n = \begin{cases} 1 & \text{if } WS \leq 10knots \\ 0 & \text{if } WS > 10knots \end{cases}$ 버티포트 주변 풍속이 10knots 이하이면 1, 초과하면 0 - 버티포트 주변 풍속 : WS	0.055
건물 옥상 가용면적 (o)	UAM 버티포트 설치 가능 공간 확보 유무 (o)	옥상면적이 33.6×33.6m(1,128.96㎡) 이상인 경우	$o = \begin{cases} 1 & \text{if } A > 1,128.96m^2 \\ 0 & \text{if } A \leq 1,128.96m^2 \end{cases}$ - 옥상면적: A 대체 자료로 건축면적 활용 / 건축면적이 1,128.96를 초과하면 1, 그렇지 아니하면 0	0.116
건축물 옥상부 하중 (p)	UAM 동하중 (기체하중의 150%) 고려 (p2)	옥상부 구조 하중이 운항하는 UAM 최대 이륙중량의 150% 이상인 경우	$p2 = \begin{cases} 1 & \text{if } L > 1.5 \times MTOW \\ 0 & \text{if } L \leq 1.5 \times MTOW \end{cases}$ - 옥상부 구조하중 : L - 최대이륙중량 : MTOW 구조하중이 최대이륙중량의 150% 이상되면 1, 그렇지 아니하면 0	0.061
소음피해 방지 (q)	주거밀집지역 50m 단위(300m 까지) 거리별 차등 산정 (q)	전용주거지역에 서 150m를 초과하여 이격한 경우	$q = \begin{cases} 1 & \text{if } D > 150m \\ 0 & \text{if } D \leq 150m \end{cases}$ - 전용주거지역과의 거리 : D 전용주거지역의 경계선과 건축물의 거리가 150m초과이면 1, 그렇지 아니하면 0	0.053
주민 사생활 침해 예방 (r)	버티포트 주변 주거, 숙박시설 거리(50m 단위 ~ 300m) (r)	주거, 숙박시설과의 거리가 100m를 초과하여 이격한 경우	$r = \begin{cases} 1 & \text{if } D > 100m \\ 0 & \text{if } D \leq 100m \end{cases}$ - 주거, 숙박시설과의 거리 : D 인접 주거, 숙박시설과 건축물의 거리가 100m초과이면 1, 그렇지 아니하면 0	0.033

출처: 연구진 작성

6. 선정의 종합

본 장에서는 도심항공교통(Urban Air Mobility, 이하 UAM) 활성화를 위한 옥상 버티포트 설치에 적합한 기존 건축물의 선정 기준을 마련하였다. 이를 위해 국내외 사례 및 문헌 분석을 통해 초기 고려 요소를 도출하고, UAM 서비스의 특성과 도입 가능성을 검토 한 후 전문가 의견수렴을 통해 이를 구체화하였다.

우선, 선행연구 및 사례 분석을 통해 기존 건축물을 활용한 버티포트 설치 시 고려해야 할 요소를 크게 입지 환경, 건축물 특성, 운영 환경으로 분류하였다. 입지 환경은 인구 밀도와 직장 밀도, 대중교통 접근성과 같은 지역적 요인을 중심으로 설정하였으며, 건축물 특성은 구조적 안정성과 용도, 옥상 가용 면적, 헬리패드 설치 여부 등을 포함하였다. 또한, 운영 환경은 전력 공급, 기상 조건, 소음 및 주민 사생활 침해 방지와 같은 운용 및 관리 요인을 포함하도록 하였다.

전문가 의견수렴을 통해 선정 기준의 상대적 중요도를 평가한 결과, UAM 버티포트 설치에서 입지 환경과 이용 편의성이 특히 중요한 요소로 나타났다. 인구 밀도가 높은 지역은 초기 수요 창출에 유리하며, 대중교통 접근성이 확보된 지역은 이용 편의성을 극대화할 수 있다. 건축물의 옥상 가용 면적은 국제 기준을 준용하여 설정하였으며, 전력 공급 능력과 구조적 안정성 또한 중요한 고려 요소로 도출되었다. 특히, UAM의 안전성을 높이기 위해 위험 시설물과의 이격 거리 확보 및 소음 저감 대책이 필요하다는 점이 강조되었다.

서비스 유형별로는 응급 환자 이송, 인명 구조 및 화재 대응 등 공공 목적의 서비스가 도입 우선순위에서 가장 높게 평가되었다. 또한, 통근 및 비즈니스, 관광, 물류 서비스 등 일상생활과 여가 관련 서비스도 UAM의 잠재적 활용성을 보여주는 주요 사례로 논의되었다. 서비스 유형에 따라 요구되는 선정 기준이 상이하므로, 지역별 여건을 반영한 맞춤형 선정 기준의 적용이 필요하다.

이상의 연구내용을 종합하여 지역에서 기존건축물을 활용하여 도심항공교통 옥상버티포트 선정 과정은 다음과 같이 정리 할 수 있다. 먼저, 지역의 교통 및 물리적 현황과 UAM 운영 여건을 고려하여 UAM 옥상버티포트 선정 시 고려항목을 정리하고, 세부 지표값을 정리한다. 다음으로 지역에 적합한 UAM 서비스를 선택하고, 서비스별 적용 고려항목의 필수/선택/제외 여부와 항목 간 가중치를 산정한다. 이를 바탕으로 항목별 평가 산식을 도출하고, 세부 기준값에 대한 검증을 실시한다. 마지막으로 도출된 결과를 정리하여 공간분석을 시행함으로써 기존건축물을 활용한 UAM 옥상형버티포트 입지를 선정할 수 있다.

세부적으로는 다음과 같이 6단계의 과정으로 정리하였다.

□ (1단계) 지역 맞춤형 항목 선정

지역의 교통 및 물리적 여건에 적합한 UAM 운영 항목과 세부 지표값을 설정한다. 이를 위해 인구 밀도, 직장 밀도, 대중교통 접근성, 안전성 등 지역의 특성을 반영한 지표를 정의하고, 구체적인 기준값을 도출해야 한다. 특히, 지역 특수성에 맞는 데이터를 충분히 확보하여 분석에 반영하는 것이 중요하다.

□ (2단계) UAM 서비스 선정

UAM 서비스는 응급 환자 이송, 물류, 관광, 통근 등 다양한 목적을 포함한다. 지역에서 필요로 하는 서비스를 우선적으로 선택하고, 서비스별로 요구되는 기능과 제약 조건을 명확히 설정해야 한다. 이 과정에서 서비스의 경제적, 사회적 파급 효과를 고려하여 우선순위를 결정하는 것이 필요하다.

□ (3단계) 서비스 특성 고려 항목 구분

각 서비스별로 필수, 선택, 제외 항목을 구분하고, 항목별 중요도를 기반으로 가중치를 산정한다. 이를 통해 각 항목의 상대적 중요성을 명확히 하고, 평가 과정에서 공정성을 확보할 수 있다. 본 연구에서는 전문가 자문과 AHP 분석을 활용하였으나, 다양한 분석 방법론을 적용하여 항목 간 상관성을 평가하고, 가중치를 설정할 수 있다.

□ (4단계) 항목별 평가 산식 도출 및 검증

UAM 서비스 특성을 고려하여 필수 및 선택 항목의 점수와 가중치를 반영한 평가 산식을 도출한다. 도출된 산식은 과거 유사 사례 데이터를 통해 검증하고, 항목별 변동성이 최종 점수에 미치는 영향에 대한 평가 수행을 추천한다. 이를 통해 평가 모델의 신뢰성과 타당성을 확보한다.

□ (5단계) 공간 분석 수행평가

항목별 평가 산식을 활용하여 후보지 점수를 계산하고, 상위 점수를 기록한 후보지에 대해 공간 분석을 실시한다. 이 단계에서는 GIS 도구를 활용하여 지리적 특성과 주변 환경 조건을 종합적으로 분석한다. 또한, 분석 결과를 시각화하여 의사결정 과정에서 활용할 수 있도록 준비한다.

□ (6단계) 최적 입지 선정

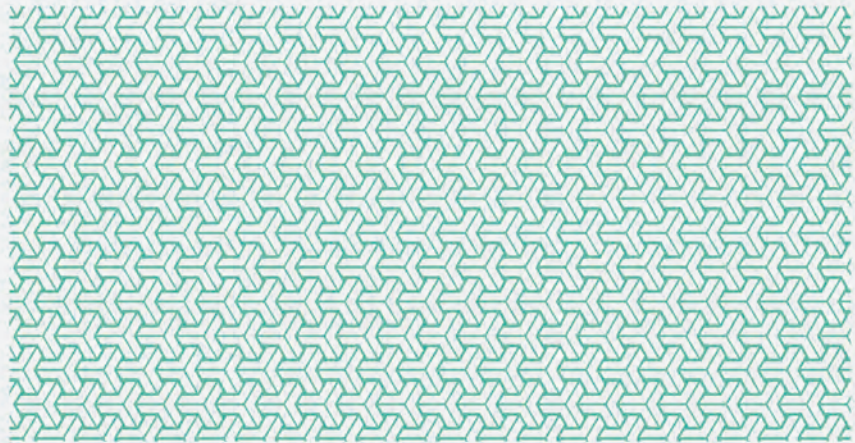
최종 단계에서는 공간 분석 결과와 평가 점수를 종합적으로 검토하여 최적의 입지를 선정한다. 이 과정에서 지역 주민 의견 수렴과 행정적 타당성 검토를 병행하며, 선정된 입지에 대해 구체적인 설치 계획을 수립한다. 최적 입지 선정 과정은 UAM 서비스의 효율성과 지역 수용성을 동시에 고려해야 한다.

단계	주요 내용
1. 지역 맞춤형 항목 선정	지역 교통 및 물리적 여건에 적합한 UAM 운영 항목과 세부 지표값 설정
2. UAM 서비스 선정	지역에 적합한 UAM 서비스 유형을 선택하여 적용 방안을 구체화
3. UAM 서비스 특성 고려 항목 구분(필수/선택) 및 항목별 가중치 산정	각 서비스별로 필수, 선택, 제외 항목을 구분하고, 항목별 상대적 중요도에 따라 가중치 산정
4. 항목별 평가산식 도출 및 검증	필수 및 선택 항목의 점수와 가중치를 반영한 평가 산식을 도출하고 기준값 검증 시행
5. 공간 분석 수행	설정된 평가 산식을 바탕으로 후보지 점수를 계산하고, 상위 후보지에 대해 공간 분석을 수행
6. 최적 입지 선정	분석 결과를 바탕으로 최적의 기존 건축물을 선정하여 UAM 옥상형 버티포트 설치 계획을 수립

[그림 3-2] 기존건축물 활용 UAM 옥상버티포트 선정 절차 및 단계별 세부사항

출처: 연구진 작성

제4장 선정기준 활용 공간 분석 및 건축물 평가



1. 공간 분석의 개요 및 과정
2. 서울시 강남구 건축물 현황
3. 평가 지표 및 산식 적용 공간 분석
4. 옥상버티포트 설치가능 건축물 도출

1. 공간 분석의 개요 및 과정

(1) 분석 범위 : 서울특별시 강남구

□ 다른 지역과 비교하여 도심항공교통의 도입과 버티포트 설치에 관한 계획 및 사업 추진이 활발

서울특별시는 다른 지역과 비교하여 도심항공교통의 도입과 버티포트 설치에 관한 계획과 사업이 활발하게 추진 중이다. 국토교통부와 함께 도심항공교통의 상용화를 위하여 실증사업(2단계)을 추진하고 있는데, 이는 2024년 하반기부터 2025년 상반기까지 추진될 예정이다. 해당 사업에서 제시하는 실증 노선이 서울시 내에 위치하고 있는데 '김포공항에서 여의도'를 잇는 18km의 노선과 '잠실에서 수서'까지 8km의 노선이 포함되어 있다. 더불어 실증 사업 이후 도심항공교통의 상용화를 위하여 '그레이트 한강 프로젝트'와 연계하여 UAM 여객 운송 서비스를 도입할 계획을 추진하고 있다.

□ 복잡하고 다양한 물리적 환경

서울특별시는 다양한 건축물이 위치하고 있고 밀집된 교통망이 형성되어 있어 물리적인 환경이 매우 복잡하고 다양하다. 따라서 기존 건축물을 대상으로 버티포트를 설치하는 경우 고려해야 하는 사항을 다각적으로 검토해 볼 수 있을 것으로 예상된다.

또한, 서울특별시는 도심지 내 다양한 용도 지역 및 지구가 혼재되어 있으며, 지자체 조례로 도시계획, 건축물에 대한 규제를 제시하고 있어 다양한 요건을 고려하여야 하는 지역에 해당한다. 이에 따라 다양한 관점에서 기존 건축물을 활용하여 버티포트를 설치하고자 할 때 여러 요인을 검토해야한다. 또한 이러한 물리적 환경으로 도시 내에서 다양한 활동이 발생하기 때문에 향후 다양한 시나리오를 고려하여 공간 분석을 할 수 있을 것으로 판단 할 수 있을 것이다.

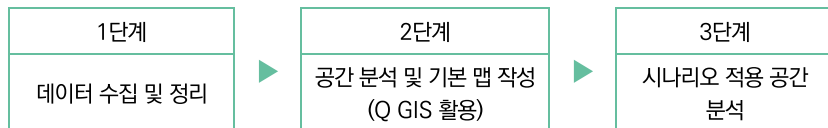
□ 도심항공교통에 대한 잠재적 수요

인구 밀도(생활 인구)가 높고 타 지역, 해외 등에서 방문객¹⁰⁾이 많은 편이다. 이에 따라 업무, 관광, 생활 등 다양한 행태가 나타나면서 다양한 목적으로 도심항공교통을 이용하고자 하는 수요가 있으며, 잠재적 이용자수도 다른 지역에 비해 많을 것으로 예상된다.

강남구를 공간적 범위로 선정한 사유는 본 연구에서 제시한 선정 기준들이 충실하게 반영될 수 있는 특성을 가지고 있기 때문이다. 비행 금지 및 제한구역을 모두 포함하고 있고, 광역철도역과 중심상업지역을 포함하는 등 다양한 시나리오에 따른 기존건축물 선정이 용이한 장점이 있다.

(2) 분석 방법

앞서 3장에서 도출한 시나리오에 대하여 활용 할 수 있는 건축물을 선정하기 위하여 다음의 3단계의 분석을 진행하고자 한다.



[그림 4-1] 공간분석 과정

출처: 연구진 작성

첫 번째로 버티포트의 입지, 규모와 향후 활용에 영향을 줄 수 있는 도시계획 및 건축물 현황과 서울특별시에서 추진하고 있는 관련 정책 및 사업 추진 현황을 파악할 수 있는 자료를 수집한다. 더불어 앞서 도출된 버티포트 요건을 확인할 수 있는 자료를 수집한다. 이후 수집된 자료는 공간 분석을 위하여 공간 정보 형태(SHP파일)로 구축한다. 다음으로는 수집된 자료를 바탕으로 공간분석을 실시하는데 ① 다중 기준 분석(Multi-Criteria Analysis), ② 벡터 공간 분석(버퍼), ③ 네트워크분석 등을 활용할 수 있다.

마지막으로는 앞 장에서 도출한 ‘시나리오’에 대하여 버티포트를 설치 할 수 있는 건축물을 도출하기 위하여 시나리오 요건(레이어)을 적용하여 공간 분석을 실시하여 건축물을 선정하고자 한다. 앞에서 제시한 5개의 시나리오 - 인명구조·화재대응, 의료, 통근·비즈니스, 관광, 물류(배송) - 중에서 ‘통근·비즈니스’ 시나리오를 적용하고자 한다. [표 3-22]에 정리된 서비스 유형별 선정기준 결과에

10) 2024년 외래관광객조사 1분기 잠정 결과에 따르면, 시도별 방문율이 ‘서울’이 77.3%로 가장 높은 것으로 나타남.

서 통근·비즈니스 서비스의 경우 모든 선정기준이 필수 또는 선택적으로 고려되어야 하는 것으로 나타나 해당 서비스 시나리오를 적용하는 경우 다양한 관점에서 건축물을 검토할 수 있기 때문이다. 이에 따라 해당 서비스 시나리오를 적용하여 공간 분석을 실시하고 옥상 버티포트 설치 가능 건축물을 선정하고자 한다.

[표 4-1] 공간 분석 방법 예시

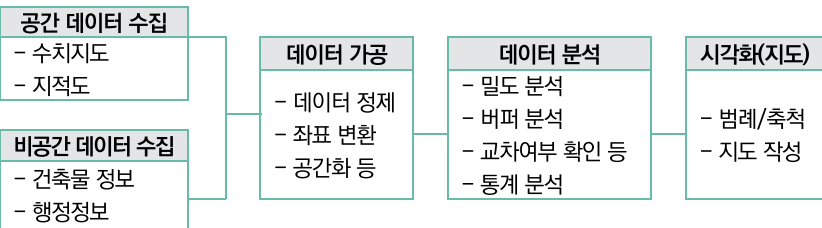
구분	설명
다중 기준 분석	다양한 속성(기준)을 동시에 고려, 오버레이하여 분석
벡터 공간 분석	실제 객체에서 지정한 거리의 안쪽, 바깥쪽 영역을 확인하는 것으로 '안쪽 영역'이 버퍼 영역에 해당함
네트워크 분석	최단 경로 탐색, 도달 가능 범위 등을 분석 (입지 분석 시 활용)

출처: https://www.qgistutorials.com/en/docs/3/multi_criteria_overlay.html(검색일 : 2024.06.15.) 참고하여 연구진 작성

(3) 분석 과정

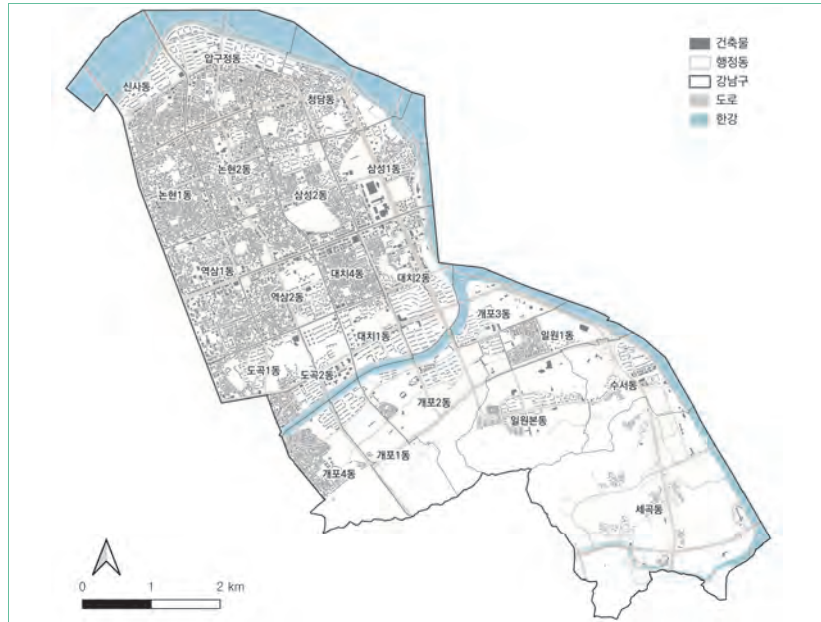
본 연구는 다음의 과정을 통해 공간 분석을 실시하였다. 첫 번째로 공간 데이터 및 통계 자료 등을 수집하였다. 강남구의 지적도, 도로, 용도지역 등의 기본 공간 정보와 건축물 정보, 인구 등 현황 분석을 위한 행정정보 즉, 비공간 데이터를 수집하였다. 다음으로 수집한 데이터를 가공하여 공간화 하였는데, 데이터를 정제하고 공간 데이터에 맞추어 건축물 정보, 행정 정보 등을 변환하였다. 이후 정제된 데이터를 바탕으로 공간 분석을 실시하였는데, QGIS 프로그램을 활용하여 분석 및 건축물 현황을 검토하였다. 먼저, 분석을 위하여 강남구의 행정구역, 개별 필지의 경계, 건축물의 현황을 나타내는 기초 맵을 작성하였다(그림 4-2).

이후, QGIS의 분석 툴을 활용하여 버퍼분석, 교차여부 확인, 밀도 분석 등을 실시하였다. 행정자료의 분석은 개별 건축물을 단위로 분석하였으며, 필요 시 자치구, 행정동/법정동 구역을 단위로 분석을 실시하였다. 분석 결과는 지도로 추출하여 시각화하여 제시하였다(그림 4-3).



[그림 4-2] 공간 분석 과정(건축물 현황 검토 과정)

출처: 연구진 작성



[그림 4-3] 공간분석을 위한 Base map

출처: 연구진 작성

(4) 활용 데이터

제3장에서 도출된 옥상 버티포트 설치 가능 건축물 선정 기준별 분석을 하기 위하여 도시계획, 구역, 건축물, 행정 정보(인구) 등 공간 및 비공간적 관련 데이터를 수집하였다. 아래 [표 4-2]와 같이 선정기준별로 활용 가능한 데이터를 파악 및 수집하였다.

□ 옥상 버티포트 설치 가능 건축물 선정 기준 분석을 위한 데이터

옥상 버티포트의 입지 환경과 관련된 선정 기준 중에서 인구 밀도(종사자 밀도 포함)에 대한 데이터는 통계청의 지자체별 인구 통계자료를 활용하였으며, 생활 인구밀도 데이터는 서울시에서 제공하는 생활인구 데이터(서울 열린데이터광장)를 활용하였다. 건축물과 관련된 정보는 GIS 건물통합정보에서 수집하였으며, 그 외 도시계획과 관련된 정보는 서울시 도시계획정보에서 구득하여 정리하였다. 다만, 선정기준 중에서 데이터가 확인되지 않는 경우도 있었으며, 해당 기준은 추후 분석에서 제외하였다.

[표 4-2] 선정기준 분석을 위한 데이터

선정기준		데이터
인구밀도	주민등록인구밀도	통계청-지자체별 인구수
	생활인구밀도	서울시·KT-서울시생활인구
직장밀도	종사자인구밀도	서울시-사업체현황 종사자수
대중교통 연계성	건물 반경 500m 내 지하철역 및 버스정류장 개수	지하철역 주소, 서울시-버스정류소 위치 정보
	건물 반경 500m 내 KTX·SRT·GTX역, 고속터미널, 시외버스터미널	국토교통부-GIS건물통합정보
버티포트 접근성	건축물 주출입로 연결도로 중로 이상	주소기반산업지원서비스 - 도로명주소 전자지도(도로 도형)
	법정주차 대수 대비 주차장 확보 비율	-
건축물 밀집도 및 위험시설물 이격	건축물 밀집도 높은 지역 이격	국토교통부-GIS건물통합정보
	주유소 등 위험물시설 이격	국토교통부-GIS건물통합정보
인명 및 재산피해 최소화	유동인구 밀집지역 이격	토지이용계획 및 도시계획정보, 서울시·KT-서울시생활인구
	사유재산 및 사회적 자산(문화유산 등) 이격	국토교통부-GIS건물통합정보
용도지역	도시계획 상 버티포트 설치 가능 용도 지역	토지이용계획 및 도시계획정보 공공데이터포털, 서울 열린데이터 광장(서울특별시기본통계), 서울공간정보맵 등
건축물 용도	건축법 상 버티포트 설치 가능 건축물 용도	국토교통부-GIS건물통합정보
헬리패드 여부	헬리패드 설치 여부	헬기 이착륙 가능 장소 실태조사 및 일제 정비계획(2013.03)
법제도 준수	비행금지구역, 비행제한구역 등 UAM 운행 불가 지역	드론원스톱 민원서비스
	고도지구, 군사시설, 국가시설, 교정시설 등 해당 여부	국토교통부-GIS건물통합정보
건축물 소유 구분	소유주 공공/민간 여부(공공건축물)	국토교통부-GIS건물통합정보
장애물 항로 구성	인접 건축물 이격(이착륙 안전구역에 침투 X)	국토교통부-GIS건물통합정보
전력 공급	건축물 인입 배전량 등 전력상황	-
기상조건	빌딩풍, 국소지역 미기후 등 이착륙 영향 미기후 점검	-
건축물 옥상 가용 면적	UAM 버티포트 설치 가능 공간 확보 유무	국토교통부-GIS건물통합정보(건축 면적으로 대체)
건축물 옥상부 하중	UAM 동하중 고려	-
소음피해 방지	주거밀집지역과의 이격	국토교통부-GIS건물통합정보
주민 사생활 침해 예방	주거, 숙박시설과의 이격	국토교통부-GIS건물통합정보

출처: 연구진 작성

출처: <https://drone.onestop.go.kr/common/flightArea>(검색일: 2024.06.16.)

다음으로 GIS 건물 통합정보에서 확인되지 않는 건축물 정보로 헬리포트¹¹⁾ 위치 데이터는 국토교통부 브이월드 자료와 서울특별시 119특수구조단의 2013년 도 자료(‘헬기 이·착륙 가능장소 실태조사 및 일제 정비계획’)를 활용하였다.



[그림 4-5] 서울시 내 헬기장 현황

출처: https://map.vworld.kr/map/ws3dmap.do?initTab=layer&initMode=2&D&lyrId=LYRIDE_000000000171(검색일: 2024.06.16.)

연번	관할서	건물명	주소	종	면적	층수	전면면적	법정면적	공적구분	사용기부	활용기간	Statepoint
1	종로	청부중앙청사(부관)	서울특별시 종로구 세종로 71-6	세종로	71.4	22.3	2100.4334	법정	A	가	국A	○
2	종로	청부중앙청사(부관)	서울특별시 종로구 세종로 95-1	도원로	95.1	19.9	2100.4334	법정	A	가	국A	○
3	종로	국립중앙도서관	서울특별시 종로구 신촌로 1-1	신촌로1가	1.1	22.3	721.3098	법정	A	가	국A	○
4	종로	국립중앙도서관	서울특별시 종로구 세종로 100	세종로	100	15.3	725.2051	법정	A	가	국A	○
5	종로	세이브월드서울	서울특별시 종로구 수송동 10	수송동	87	18.4	670.8061	법정	A	가	국A	○
6	종로	국립중앙도서관	서울특별시 종로구 수송동 118-1	수송동	118.1	17.9	398.3728	법정	A	가	국A	○
7	종로	국립중앙도서관	서울특별시 종로구 공평동 100	공평동	100	22.4	1705.4278	법정	A	가	국A	○
8	종로	국립중앙도서관	서울특별시 종로구 공평동 3-1	공평동	3.1	22.2	713.5841	법정	A	가	국A	○
9	종로	한미은행(신사빌딩)	서울특별시 종로구 공평동 1	공평동	1	12.4	715.8883	법정	A	가	국A	○
10	종로	서울지방경찰청	서울특별시 종로구 내자동 200-11	내자동	200.11	13.5	733.8156	법정	A	가	국A	○
11	종로	국립중앙도서관	서울특별시 종로구 내자동 71	내자동	71	18.8	723.4811	법정	A	가	국A	○
12	종로	국립중앙도서관	서울특별시 종로구 관악동 60-2	관악동	60.2	19.2	715.7745	법정	A	가	국A	○
13	종로	국립중앙도서관	서울특별시 종로구 은신동 98-5	은신동	98.5	17.1	140.2567	법정	A	가	국A	○
14	종로	서울대박물관	서울특별시 종로구 단간동 28-21	단간동	28.21	14.2	287.2277	법정	A	가	국A	○
15	종로	국립중앙도서관(신사빌딩)	서울특별시 종로구 서울로 211-8	서울로	211.8	20.5	398.3231	법정	A	가	국A	○
16	종로	종로2가(신사빌딩)	서울특별시 종로구 종로2가 8	종로2가	8	13.6	2195.2123	법정	A	가	국A	○
17	종로	세이브월드(TOWER)	서울특별시 종로구 신촌로 1가 118	신촌로1가	118	18.5	722.2333	법정	A	가	국A	○
18	종로	국립중앙도서관(신사빌딩)	서울특별시 종로구 신촌로 1가 230	신촌로1가	230	24.7	2602.7122	법정	A	가	국A	○
19	종로	국립중앙도서관(신사빌딩)	서울특별시 종로구 연희동 40-2	연희동	40.2	18.5	6260.1503	법정	A	가	국A	○
20	종로	국립중앙도서관(신사빌딩)	서울특별시 종로구 연희동 166	연희동	166	20.7	3875.7600	법정	A	가	국A	○
21	종로	국립중앙도서관(신사빌딩)	서울특별시 종로구 신촌로 1가 197	신촌로1가	197	29.8	6353.3919	법정	A	가	국A	○
22	종로	국립중앙도서관(신사빌딩)	서울특별시 종로구 연희동 19	연희동	19	18.8	1751.9113	법정	A	가	국A	○
23	종로	국립중앙도서관(신사빌딩)	서울특별시 종로구 연희동 204	연희동2가	204	21.9	3128.5025	법정	A	가	국A	○
24	종로	국립중앙도서관(신사빌딩)	서울특별시 종로구 연희동 72-5	연희동2가	72.5	24.6	2602.3119	법정	A	가	국A	○
25	종로	국립중앙도서관(신사빌딩)	서울특별시 종로구 연희동 2가 25	연희동2가	25	20.4	3000.9119	법정	A	가	국A	○
26	종로	국립중앙도서관(신사빌딩)	서울특별시 종로구 연희동 1가 118-1	연희동1가	118.1	21.2	715.8774	법정	A	가	국A	○
27	종로	국립중앙도서관(신사빌딩)	서울특별시 종로구 연희동 2가 250	연희동2가	250	20.4	731.3177	법정	A	가	국A	○
28	종로	국립중앙도서관(신사빌딩)	서울특별시 종로구 연희동 2가 310	연희동2가	310	26.6	1706.7101	법정	A	가	국A	○
29	종로	국립중앙도서관(신사빌딩)	서울특별시 종로구 연희동 2가 150	연희동2가	150	23.8	751.8719	법정	A	가	국A	○
30	종로	국립중앙도서관(신사빌딩)	서울특별시 종로구 연희동 2가 21	연희동2가	21	21.1	110.1119	법정	A	가	국A	○
31	종로	국립중앙도서관(신사빌딩)	서울특별시 종로구 연희동 2가 120	연희동2가	120	20.8	1331.5940	법정	A	가	국A	○
32	종로	국립중앙도서관(신사빌딩)	서울특별시 종로구 연희동 2가 11	연희동2가	11	11.6	6100.0070	법정	A	가	국A	○
33	종로	국립중앙도서관(신사빌딩)	서울특별시 종로구 연희동 2가 11	연희동2가	11	11.6	6100.0070	법정	A	가	국A	○
34	종로	국립중앙도서관(신사빌딩)	서울특별시 종로구 연희동 2가 11	연희동2가	11	11.6	6100.0070	법정	A	가	국A	○
35	종로	국립중앙도서관(신사빌딩)	서울특별시 종로구 연희동 2가 11	연희동2가	11	11.6	6100.0070	법정	A	가	국A	○
36	종로	국립중앙도서관(신사빌딩)	서울특별시 종로구 연희동 2가 11	연희동2가	11	11.6	6100.0070	법정	A	가	국A	○
37	종로	국립중앙도서관(신사빌딩)	서울특별시 종로구 연희동 2가 11	연희동2가	11	11.6	6100.0070	법정	A	가	국A	○
38	종로	국립중앙도서관(신사빌딩)	서울특별시 종로구 연희동 2가 11	연희동2가	11	11.6	6100.0070	법정	A	가	국A	○
39	종로	국립중앙도서관(신사빌딩)	서울특별시 종로구 연희동 2가 11	연희동2가	11	11.6	6100.0070	법정	A	가	국A	○
40	종로	국립중앙도서관(신사빌딩)	서울특별시 종로구 연희동 2가 11	연희동2가	11	11.6	6100.0070	법정	A	가	국A	○
41	종로	국립중앙도서관(신사빌딩)	서울특별시 종로구 연희동 2가 11	연희동2가	11	11.6	6100.0070	법정	A	가	국A	○

[그림 4-6] 서울시 내 헬리포트 현황 리스트

출처: 서울특별시 119특수구조단 소방항공대 (2013), 연구진 편집

11) 서울시 내에는 2021년 기준으로 7개의 헬기장이 위치하고 있으며, 2013년 기준 488개의 헬리포트가 위치하고 있다. 현재 488개 헬리포트는 모두 활용 가능한 것으로 확인함.

□ 도심항공교통 도입 및 버티포트 구축 관련 정책·사업 추진 현황 데이터

서울특별시를 대상으로 국토교통부에서는 도심항공교통 수도권 실증사업을 추진하고 있으며, 향후 실증 노선과의 연계성을 검토하기 위하여 실증사업 노선 데이터를 구득 및 검토하였다. 서울시를 통과하는 노선은 총 3개로 아라뱃길, 한강, 탄천 실증노선이 해당한다.

이중 2-3단계 탄천 노선(안)이 본 연구에서 공간 분석을 진행할 강남구에 공간적으로 관련이 있다. 이 노선과 인접한 건축물들이 옥상버티포트를 설치하는 건축물로서 우선적으로 고려될 수 있다.



[그림 4-9] 도심항공교통 수도권 실증노선(3) 탄천 실증노선

출처: 국토교통부, p.5. (2023.09.13.)

현재 서울시는 ‘그레이트 한강 프로젝트’를 추진하고 있는데, 해당 프로젝트의 추진 과제로 도심항공교통 도입이 제시되어 있다. 국토교통부의 UAM 실증 사업 이후 실증 노선을 활용하여 UAM을 활용한 관광 상품을 개발하고자 한다.¹²⁾ 서울특별시는 도심항공교통 로드맵과 서울형 도심항공교통 도입 기본계획 수립 연구를 추진하고 있어 해당 계획과의 연계성을 검토하기 위하여 해당 자료도 검토하였다.

12) 서울특별시 도시계획국 도시계획과. (2023). “함께 누리는 더 위대한 한강” 그레이트 한강(한강 르네상스 2.0) 프로젝트 추진계획. p.20.

2. 서울시 강남구 건축물 현황

1) 건축물 총 동수¹³⁾

강남구 내 건축물은 총 19,723개¹⁴⁾동으로 확인되며, 이는 서울시 전체의 약 3.9%에 해당한다. 동별로 건축물 동수를 살펴보면, 역삼동에 가장 많은 건축물이 위치하고 있다. 약 15.7%가 역삼동에 위치하고 있는 반면, 개포1동에 가장 적은 건축물이 위치하고 있다(0.3%).

[표 4-3] 자치구별 건축물 현황

자치구	건축물		자치구	건축물	
	동수(동)	비중(%)		동수(동)	비중(%)
강남구	19,723	3.9	서대문구	19,648	3.9
강동구	17,858	3.5	서초구	15,228	3.0
강북구	25,333	5.0	성동구	15,070	3.0
강서구	21,318	4.2	성북구	30,039	5.9
관악구	29,618	5.9	송파구	21,522	4.3
광진구	23,039	4.6	양천구	15,552	3.1
구로구	19,115	3.8	영등포구	21,586	4.3
금천구	14,091	2.8	용산구	19,793	3.9
노원구	11,995	2.4	은평구	28,219	5.6
도봉구	14,105	2.8	종로구	20,061	4.0
동대문구	21,537	4.3	중구	13,198	2.6
동작구	21,640	4.3	중랑구	24,211	4.8
마포구	22,490	4.4	합계	505,989	100.0

주) 주소가 누락된 건축물 1건 존재

출처: 연구진 작성

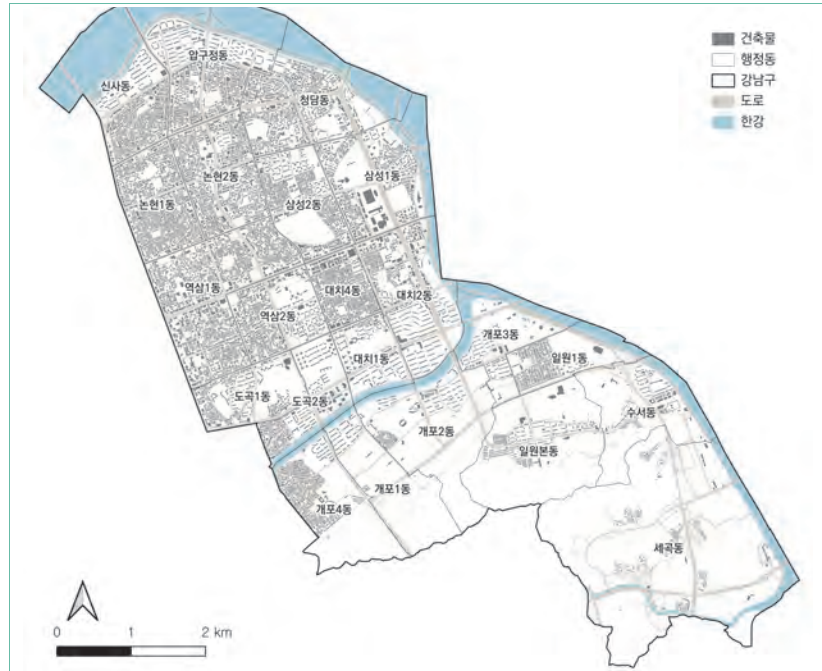
[표 4-4] 강남구 동별 건축물 현황

행정동	건축물		행정동	건축물	
	동수(동)	비중(%)		동수(동)	비중(%)
신사동	1,162	5.9	대치2동	678	3.4
압구정동	1,129	5.7	대치4동	1,214	6.2
청담동	1,402	7.1	개포1동	52	0.3
논현1동	2,022	10.3	개포2동	234	1.2
논현2동	1,830	9.3	개포3동	104	0.5
역삼1동	3,096	15.7	개포4동	1,010	5.1
역삼2동	944	4.8	일원1동	732	3.7
삼성1동	913	4.6	일원본동	257	1.3
삼성2동	1,156	5.9	수서동	163	0.8
도곡1동	526	2.7	세곡동	491	2.5
도곡2동	419	2.1	합계	19,723	100.0
대치1동	189	1.0			

출처: 연구진 작성

13) 데이터의 작성 시점, 구득 시점에 따라 현재와 차이가 있을 수 있음.

14) 2024년 2월 기준.



[그림 4-10] 강남구 전체 건축물 현황

출처: 연구진 작성

2) 건축물 용도별 현황¹⁵⁾

다음으로는 건축물의 용도별로 현황을 살펴보았다. 강남구에는 다른 용도에 비해 주거시설의 비중이 높게 나타났는데, 단독주택이 가장 많고 공동주택이 그 다음으로 많은 건축물 용도로 파악되어, 주거시설의 밀도가 높은 지역임을 알 수 있다. 그 다음으로는 근린생활시설과 업무시설이 다른 용도 시설에 비해 많이 위치하는 것으로 나타났다.

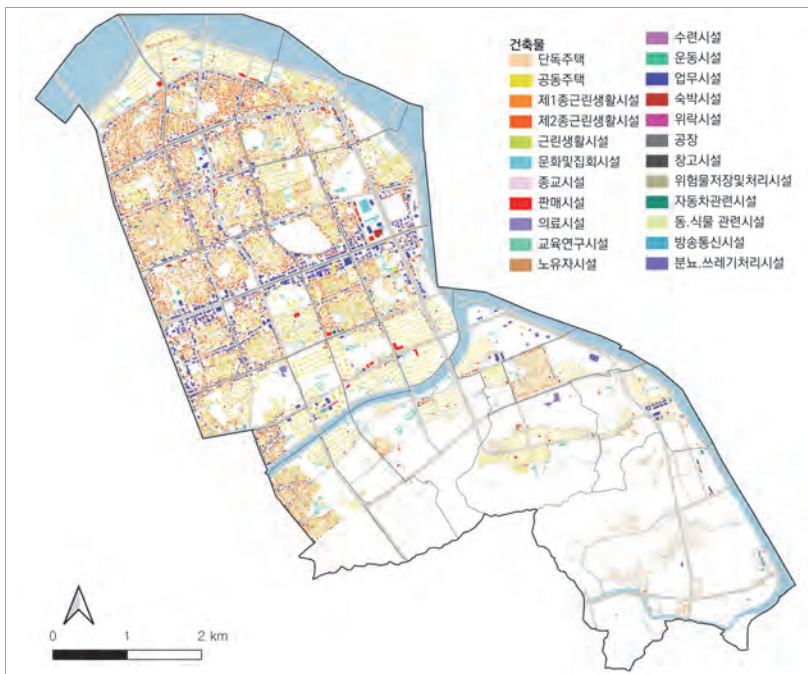
[표 4-5] 건축물 용도별 현황

용도	건축물(동)	용도	건축물(동)
단독주택	5,200	숙박시설	86
다가구주택	0	위락시설	18
공동주택	4,626	공장	1
근린생활시설	1	창고시설	11
제1종 근린생활시설	2,377	위험물저장 및 처리시설	30

15) 데이터의 작성 시점, 구득 시점에 따라 현재와 차이가 있을 수 있음.

용도	건축물(동)	용도	건축물(동)
제2종 근린생활시설	5,132	자동차관련시설	54
문화 및 집회시설	49	동, 식물관련시설	2
종교시설	91	분뇨, 쓰레기 처리시설	9
판매시설	80	교정 및 군사시설	0
운수시설	0	방송통신시설	6
의료시설	60	발전시설	0
교육연구시설	355	묘지관련시설	0
노유자시설	116	관광휴게시설	0
수련시설	1	가설건축물	0
운동시설	16	장례식장	0
업무시설	1,402	합계	19,723

출처: 연구진 작성



[그림 4-11] 강남구 건축물 용도별 현황

출처: 연구진 작성

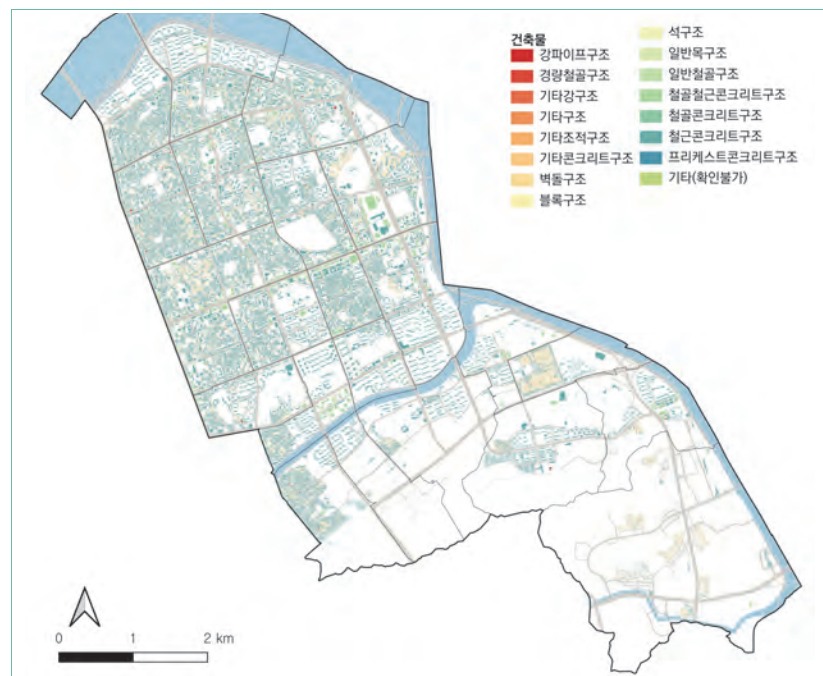
3) 건축물 구조별 현황¹⁶⁾

건축물의 구조별로 현황을 살펴보면, ‘철근콘크리트구조’와 ‘벽돌구조’의 건축물이 많으며, 목구조, 조적구조, 통나무구조 등의 건축물은 매우 적다.

[표 4-6] 건축물 구조별 현황

구조	건축물(동)	구조	건축물(동)
강파이프구조	4	철근콘크리트구조	15,208
경량철골구조	90	프리캐스트콘크리트구조	14
벽돌구조	3,592	기타강구조	7
블록구조	16	기타구조	2
석구조	1	기타조적구조	3
일반목구조	27	기타콘크리트구조	2
일반철골구조	342	기타(확인불가)	2
철골철근콘크리트구조	390	합계	19,723
철골콘크리트구조	23		

출처: 연구진 작성



[그림 4-12] 강남구 건축물 구조별 현황

출처: 연구진 작성

16) 데이터의 작성 시점, 구득 시점에 따라 현재와 차이가 있을 수 있음.

3. 평가 지표 및 산식 적용 공간 분석

1) 인구밀도

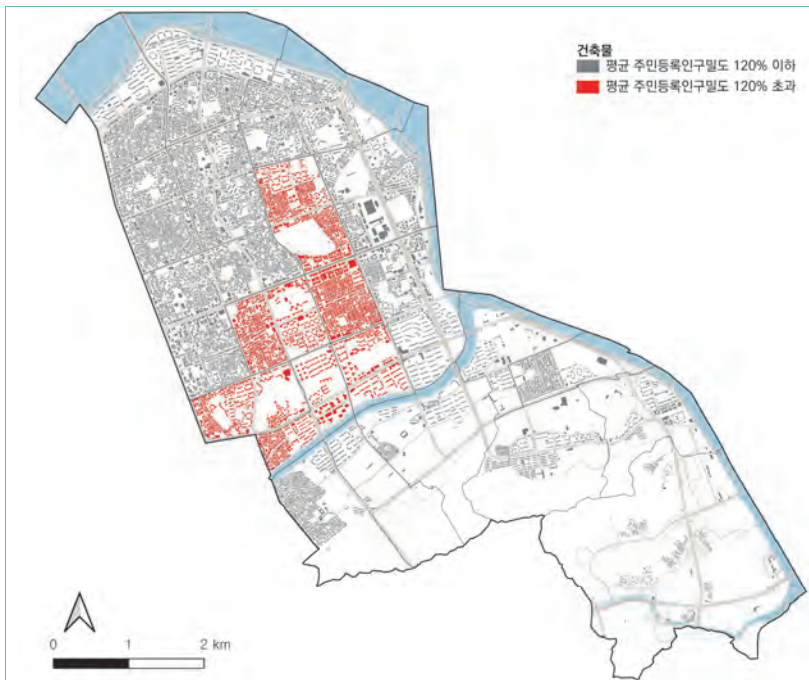
(1) 주민등록인구밀도

버티포트의 향후 이용자를 가늠하기 위하여 인구 밀도를 살펴보고자 하였으며, 인구밀도는 단위 면적(1km²) 당 인구수로 계산된 자료를 통해 확인하였다. 2022년 2월 기준 강남구 평균 인구밀도는 16,504명으로 확인되었다. 선정기준에 제시된 평균 인구밀도의 120%를 초과하는 건축물을 표시하면 아래 그림과 같다. 평균 인구밀도의 120%를 초과하는 건축물은 대치1·4동, 도곡1·2동, 삼성2동, 역삼2동에 위치한다. 총 4,448개동으로 확인되었고 그 중 대치4동에 가장 많은 건축물이 위치하고 있다.

[표 4-7] 평균 인구밀도 120% 초과 건축물 동별 현황

행정동	대치1동	대치4동	도곡1동	도곡2동	삼성2동	역삼2동	합계
건축물 동수	189	1,214	526	419	1,156	944	4,448

출처: 연구진 작성

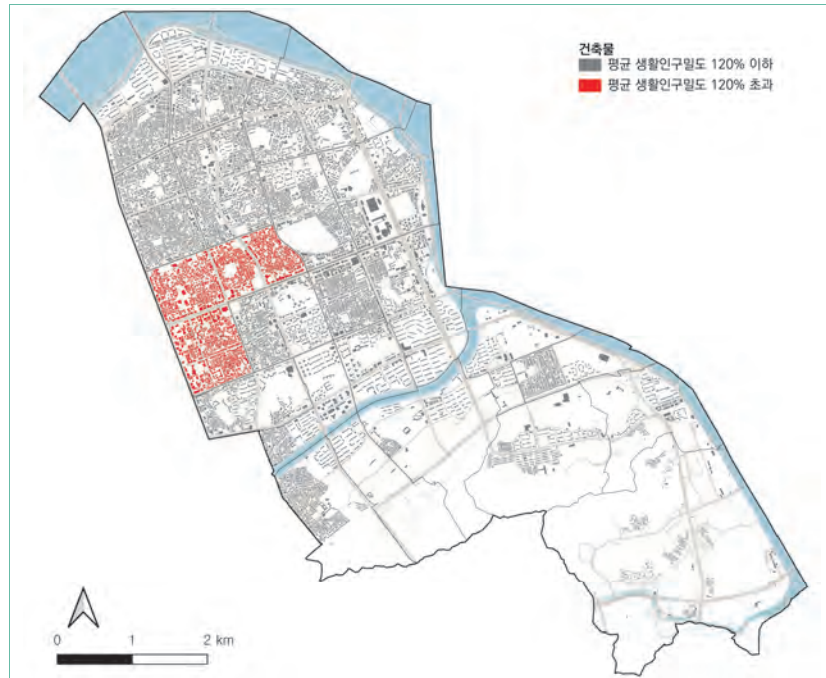


[그림 4-13] 평균 인구밀도 120% 초과 지역에 위치한 건축물 현황

출처: 연구진 작성

(2) 생활인구밀도

다음으로 생활인구밀도에 대한 선정기준을 적용하여 살펴보았다. 강남구의 평균 생활인구밀도는 49,101명으로 확인되었다. 평균 생활인구밀도의 120%를 초과하는 건축물을 표시하면 아래 그림과 같이 '역삼1동'에 위치하고 있으며, 총 3,096개 동으로 확인되었다.



[그림 4-14] 평균 생활인구밀도 120% 초과 지역에 위치한 건축물 현황

출처: 연구진 작성

2) 직장밀도

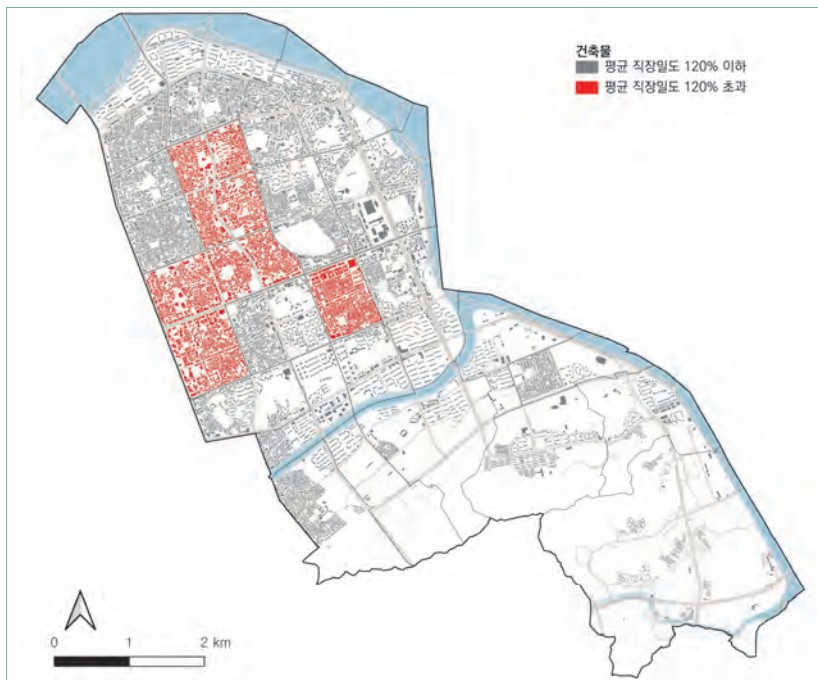
종사자인구밀도

다음으로는 종사자인구밀도를 확인하였는데, 평균 종사자인구밀도의 120% 초과 지역과 해당 건축물을 확인하였다. 평균 종사자인구밀도는 35,526명이며, 120%를 초과하는 지역은 논현2동, 대치4동, 역삼1동으로 확인되었다. 건축물은 총 6,140개 동으로 확인되었으며, 이를 나타내면 아래 그림과 같다.

[표 4-8] 평균 종사자인구 밀도 120% 초과 건축물 동별 현황

행정동	논현2동	대치4동	역삼1동	합계
건축물 동수	1,830	1,214	3,096	6,140

출처: 연구진 작성



[그림 4-15] 평균 직장인구밀도 120% 초과 지역에 위치한 건축물 현황

출처: 연구진 작성

3) 대중교통 연계성

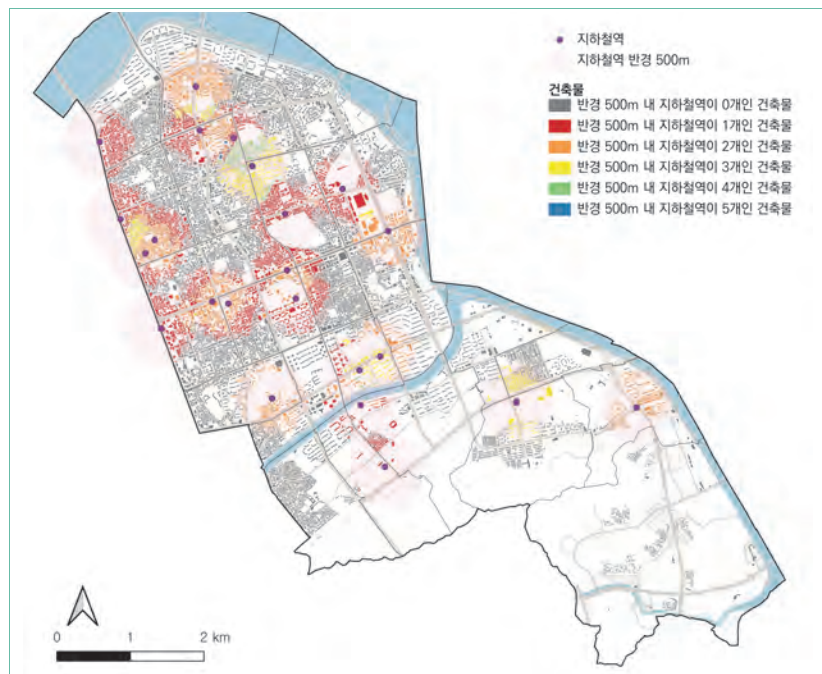
(1) 반경 500m 내 지하철역

옥상 버티포트와 대중교통과의 연계성을 높이기 위하여 지하철역과 버스정류장과의 관계를 살펴보았다. 먼저, 건축물 반경 500m 이내에 지하철역이 1개소 이상 위치하고 있는 건축물을 확인하였다. 검토 결과 총 7,689개의 건축물이 반경 500m 이내에 지하철역이 1개 이상 위치하는 것으로 나타났다. 해당 범위 내에 존재하는 최대 지하철역의 수는 5개로 확인되었으며(4개 동), 지하철역이 1개 존재하는 건축물이 4,176동으로 가장 많았다.

[표 4-9] 반경 500m 이내 위치하는 지하철 역수에 따른 건축물 현황

지하철 역수	0	1	2	3	4	5	합계
건축물 동수	12,034	4,176	2,318	867	324	4	19,723

출처: 연구진 작성



[그림 4-16] 반경 500m 이내 지하철 역 1개 이상 존재 건축물 현황

출처: 연구진 작성

동별로 현황을 살펴보면, 역삼1동과 논현1동이 다른 지역에 비해 해당 선정기준을 만족하는 건축물이 많은 것으로 나타났으며, 개포3동이 가장 적은 것으로 확인되었다.

[표 4-10] 건축물 반경 500m 내 지하철 역 1개 이상 존재 건축물 동별 현황

행정동	개포1동	개포2동	개포3동	논현1동	논현2동	대치1동	대치2동
건축물 동수	19	117	3	1,285	752	108	152
행정동	대치4동	도곡1동	도곡2동	삼성1동	삼성2동	수서동	신사동
건축물 동수	270	112	75	360	750	141	437
행정동	압구정동	역삼1동	역삼2동	일원1동	일원본동	청담동	합계
건축물 동수	793	1,393	458	218	23	223	7,689

출처: 연구진 작성

(2) 반경 500m 내 버스정류장

다음으로는 건축물 반경 버스정류장의 현황을 살펴보았다. 선정기준에 따라 건축물 반경 500m 이내에 강남구의 평균 버스정류장 수 150%를 초과하는 경우를 확인하였다. 그에 앞서, 건축물 반경 500m 이내 구역에 버스정류장 수 현황을 살펴보았다. 반경 500m 이내에는 대체로 버스정류장이 1개소 이상 존재하였으며, 해당 구역 내 버스정류장이 존재하지 않는 건축물은 22개의 동으로 확인되었다. 또한 최대 44개의 버스정류장이 존재하는 건축물도 확인할 수 있었다. 이를 나타내면 아래 그림과 같다.

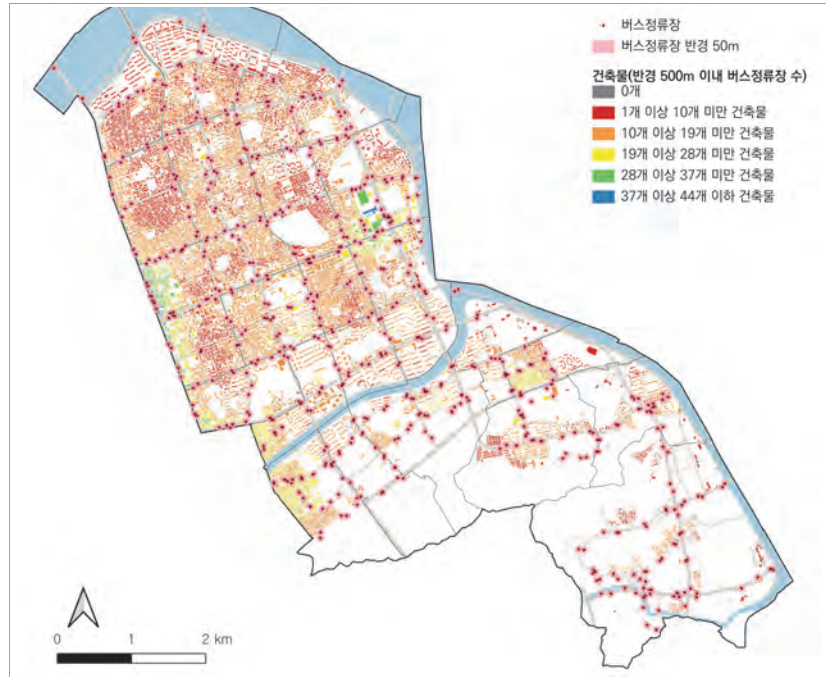
강남구의 평균 버스정류장 수는 12개로 확인되었으며, 선정기준을 적용하여, 평균 버스정류장 수의 150%를 초과하는 경우 즉, 반경 500m내에 18개보다 많은 버스정류장이 위치하고 있는 건축물을 검토하였다. 검토 결과 2,094개동의 건축물이 해당하는 것으로 확인되었다.

[표 4-11] 건축물 반경 500m내 버스정류장수에 따른 건축물 현황

버스정류장 수	건축물 동수	버스정류장 수	건축물 동수
0개	22	14개 이상 16개 미만	2,205
1개 이상 11개 미만	8,334	16개 이상 19개 미만	1,702
11개 이상 14개 미만	5,366	19개 이상 44개 이하	2,094

출처: 연구진 작성

동별로 현황을 살펴보면, 건축물 반경 500m 이내 버스정류장 수가 평균 150%를 초과하는 건축물은 개포4동에 가장 많은 것으로 나타났다. 개포3동, 세곡동이 각각 3개 동으로 가장 적은 것으로 확인되었다.



[그림 4-17] 건축물 반경 500m 이내 버스정류장 수 현황

출처: 연구진 작성

[표 4-12] 버스정류장수 평균 150% 초과 건축물 동별 현황

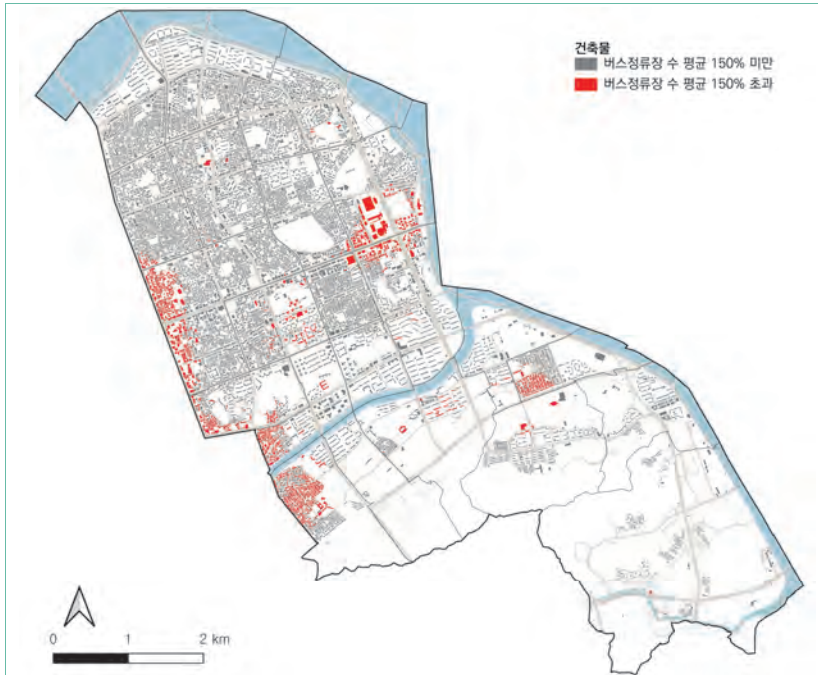
행정동	개포2동	개포3동	개포4동	논현1동	논현2동	대치2동
건축물 동수	17	3	533	37	9	125
행정동	대치4동	도곡1동	도곡2동	삼성1동	삼성2동	세곡동
건축물 동수	9	163	205	128	8	3
행정동	역삼1동	역삼2동	일원1동	일원본동	청담동	합계
건축물 동수	498	76	270	6	4	2,094

출처: 연구진 작성

□ 광역교통으로서 고속철도, 버스터미널

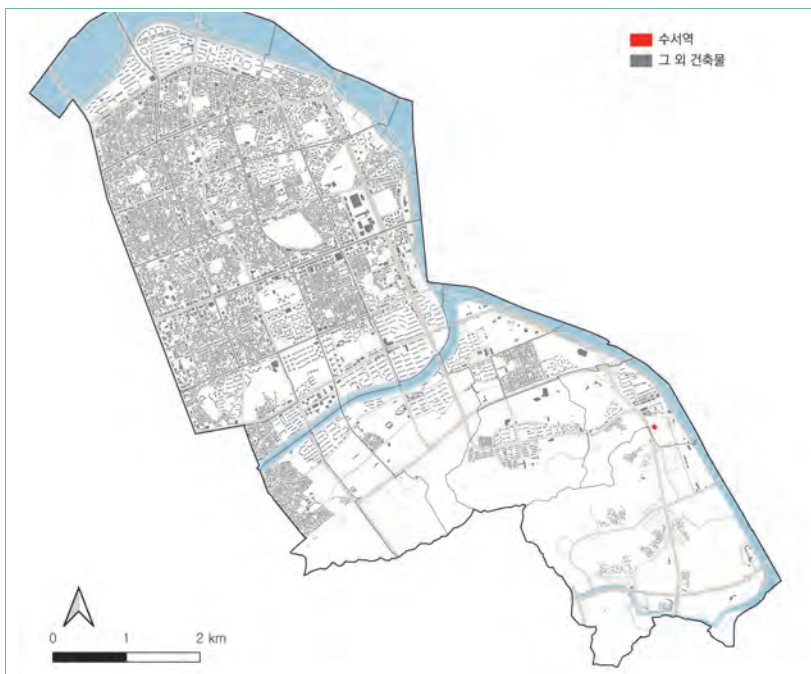
마지막으로 강남구에 위치하고 있는 고속버스터미널, 시외버스터미널, KTX·SRT·GTX 역사 등을 확인하였다. 강남구 수서동에 수서역 1개소를 확인할 수 있었다.¹⁷⁾

17) 본 연구에서 구득한 GIS 건물통합정보에는 '수서역'의 데이터가 포함되지 않아, 연구진이 별도로 건축물 데이터를 작성하여, 현황 파악만 하였으며, 이후 선정기준 적용 및 분석에서는 '수서역'에 대한 데이터(면적 등)의 적용이 어려워 제외함. 즉, 19,723개 동의 건축물에 수서역은 제외되어 있음.



[그림 4-18] 건축물 반경 500m 이내 버스정류장 수 평균 150% 초과 건축물 현황

출처: 연구진 작성



[그림 4-19] 철도 역사 및 터미널에 해당하는 건축물 현황

출처: 연구진 작성

4) 버티포트 접근성

중로 이상의 연접도로

버티포트 접근성과 관련된 선정 기준 중 첫 번째로 건축물의 주출입구가 접하고 있는 도로가 중로 이상인 경우를 확인하였다. 총 2,211개 동의 건축물이 주출입구가 중로 이상의 도로에 접하고 있는 것으로 확인되었다. 이를 동별로 살펴보면, 세곡동에 해당하는 건축물이 가장 많은 편으로 확인되었다.

[표 4-13] 중로 이상 도로 연접 건축물의 행정동별 현황

행정동	개포1동	개포2동	개포3동	개포4동	논현1동	논현2동	대치1동	대치2동
건축물 동수	44	159	41	103	72	112	73	123
행정동	대치4동	도곡1동	도곡2동	삼성1동	삼성2동	세곡동	수서동	신사동
건축물 동수	57	77	111	89	108	303	26	67
행정동	압구정동	역삼1동	역삼2동	일원1동	일원본동	청담동	합계	
건축물 동수	107	156	78	44	150	111	2,211	

출처: 연구진 작성



[그림 4-20] 중로 이상에 연접하고 있는 건축물 현황

출처: 연구진 작성

5) 건축물 밀집도 및 위험시설물 이격

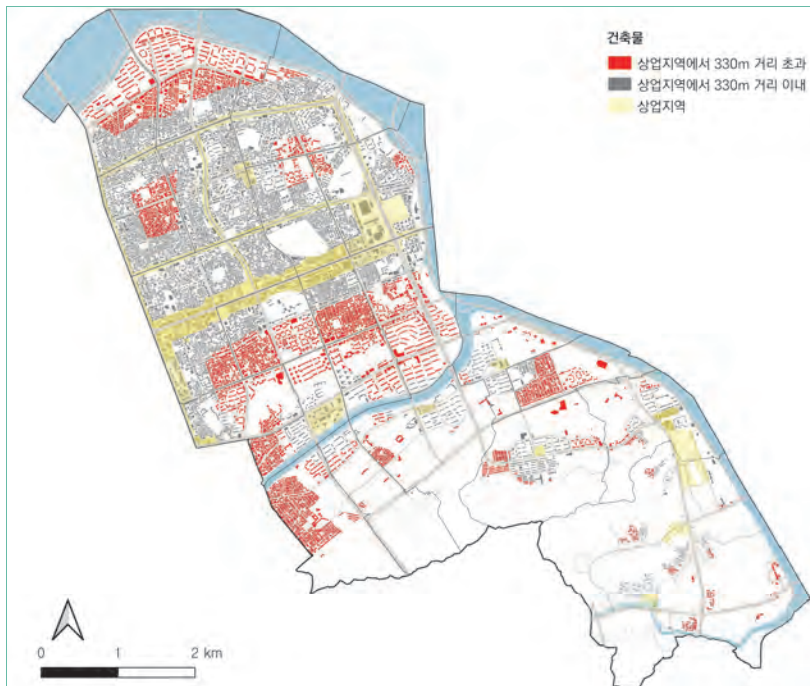
(1) 건축물 밀집지역과의 이격

건축물 밀집도가 높은 지역과의 이격 현황을 검토하기 위하여, 강남구 내 위치한 '상업지역'과 건축물간의 거리를 확인하였다. 상업지역은 강남구 전반에 걸쳐 분포하고 있다. 해당 상업지역의 경계와 건축물 사이의 거리가 330m를 초과하는 경우를 검토한 결과 아래 그림과 같이 총 6,866개동의 건축물이 확인되었다. 동별로 현황을 살펴보면, 개포4동에 가장 많이 분포하는 것으로 나타났다.

[표 4-14] 상업지역과 330m 초과 이격된 건축물의 동별 현황

행정동	개포1동	개포2동	개포3동	개포4동	논현1동	논현2동	대치1동	대치2동
건축물 동수	37	168	34	1,006	622	34	161	304
행정동	대치4동	도곡1동	도곡2동	삼성1동	삼성2동	세곡동	수서동	신사동
건축물 동수	710	209	359	125	50	221	52	416
행정동	압구정동	역삼1동	역삼2동	일원1동	일원본동	청담동	합계	
건축물 동수	555	304	576	625	162	136	6,866	

출처: 연구진 작성



[그림 4-21] 건축물 밀집 지역과의 이격 현황(상업지역, 330m기준)

출처: 연구진 작성

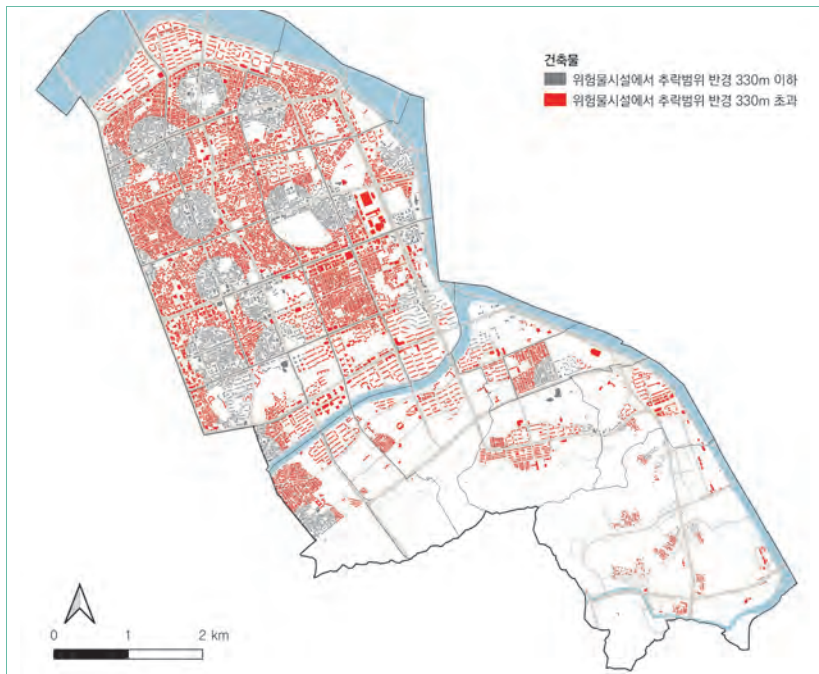
(2) 주유소 등 위험시설과의 이격

다음으로 위험시설물과의 이격 현황을 검토하였는데, ‘위험물 저장 및 처리시설’로 분류되는 ‘주유소, 위험물저장소, 위험물 저장 및 처리시설, 액화석유가스 충전소, 기타위험물저장처리시설(총 30개동)’과 건축물 개별 동간의 거리를 확인하였다. 해당 간격이 330m를 초과하는 건축물은 총 13,155개동으로 확인되었으며, 그 위치는 아래 그림과 같다. 해당 건축물은 역삼1동에 가장 많이 위치하고 있고, 논현1·2동, 대치4동, 청담동 등에 많이 위치하는 것으로 나타났다.

[표 4-15] 위험물시설과 330m 초과 이격된 건축물의 동별 현황

행정동	개포1동	개포2동	개포3동	개포4동	논현1동	논현2동	대치1동	대치2동
건축물 동수	52	234	68	699	1,394	1,301	189	531
행정동	대치4동	도곡1동	도곡2동	삼성1동	삼성2동	세곡동	수서동	신사동
건축물 동수	1,214	289	255	521	465	401	138	687
행정동	압구정동	역삼1동	역삼2동	일원1동	일원본동	청담동	합계	
건축물 동수	680	1,934	392	459	230	1,022	13,155	

출처: 연구진 작성



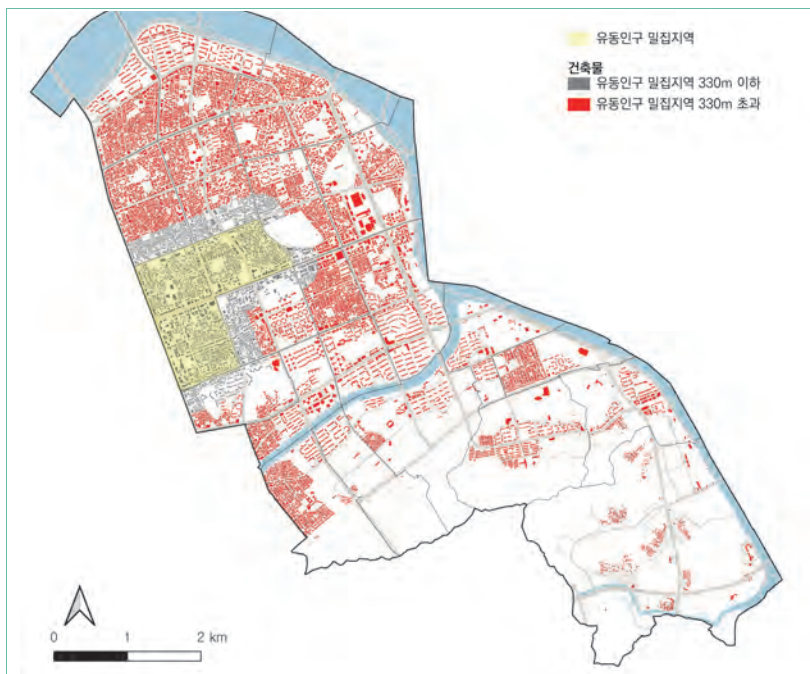
[그림 4-22] 위험물 저장 및 처리시설과의 이격 현황(330m 기준)

출처: 연구진 작성

6) 인명 및 재산피해 최소화

(1) 유동인구 밀집지역과의 이격

UAM 운용 과정에서 추락 사고가 발생하는 경우 피해를 최소화하기 위하여 유동인구 밀집지역과의 관계와 사회적 자산(문화재)과의 관계를 고려하고자 하였다. 이에 따라 먼저, 유동인구 밀집지역의 위치를 파악하였는데, 본 연구에서 유동인구 밀집지역은 자치구의 생활인구밀도가 자치구의 평균 생활인구 밀도의 120%를 초과하는 지역으로 정하였다. 유동인구 밀집지역은 역삼 1동으로 앞에서 확인하였으며, 해당 지역의 경계를 기준으로 건축물과의 거리가 330m를 초과하는 경우를 확인하였다. 총 14,458개 건축물이 해당하는 것으로 나타났다.



[그림 4-23] 유동인구 밀집지역과의 이격 현황(330m 기준)

출처: 연구진 작성

동별로 현황을 살펴보면, 아래 표에서 알 수 있듯이 기준을 충족하는 건축물이 논현1동에 가장 많고 논현2동, 개포4동, 청담동 등에 많이 위치하고 있는 것으로 나타났다.

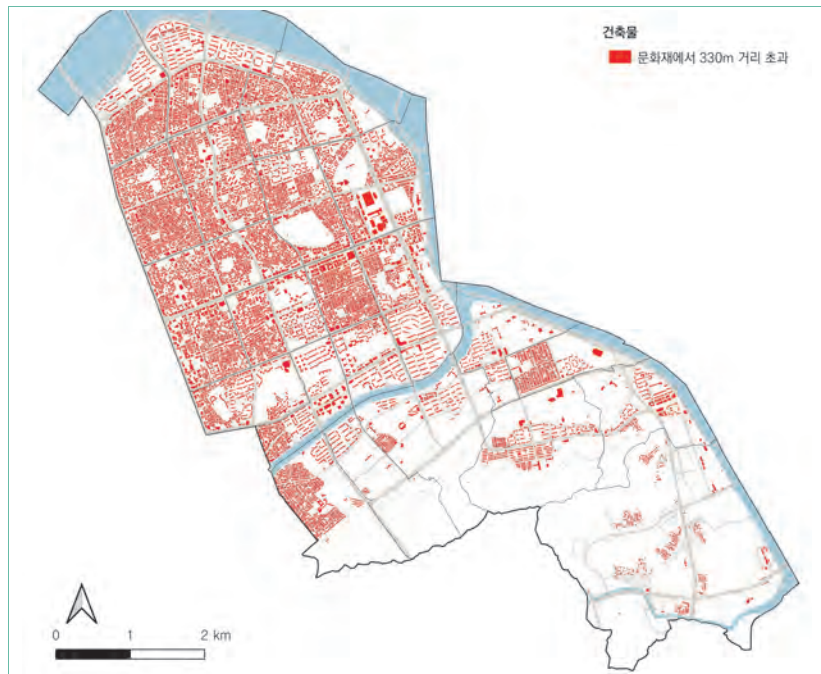
[표 4-16] 유동인구 밀집지역과 330m 초과 이격된 건축물의 동별 현황

행정동	개포1동	개포2동	개포3동	개포4동	논현1동	논현2동	대치1동	대치2동
건축물 동수	52	234	104	1,010	1,457	1,405	189	678
행정동	대치4동	도곡1동	도곡2동	삼성1동	삼성2동	세곡동	수서동	신사동
건축물 동수	1,111	278	419	913	917	491	163	1,162
행정동	압구정동	역삼2동	일원1동	일원본동	청담동	합계		
건축물 동수	1,129	355	732	257	1,402	14,458		

출처: 연구진 작성

(2) 사유재산 및 사회적 자산(문화유산 등) 이격

다음으로는 사유재산 및 사회적 자산, 문화유산 등과의 이격 현황을 검토하였는데, 문화유산과 건축물간의 거리가 330m를 초과하는 경우를 확인하였다. 그 결과 강남구의 모든 건축물이 문화유산과의 거리가 330m를 넘는 것으로 나타났다.



[그림 4-24] 문화유산과의 이격 현황(330m 기준)

출처: 연구진 작성

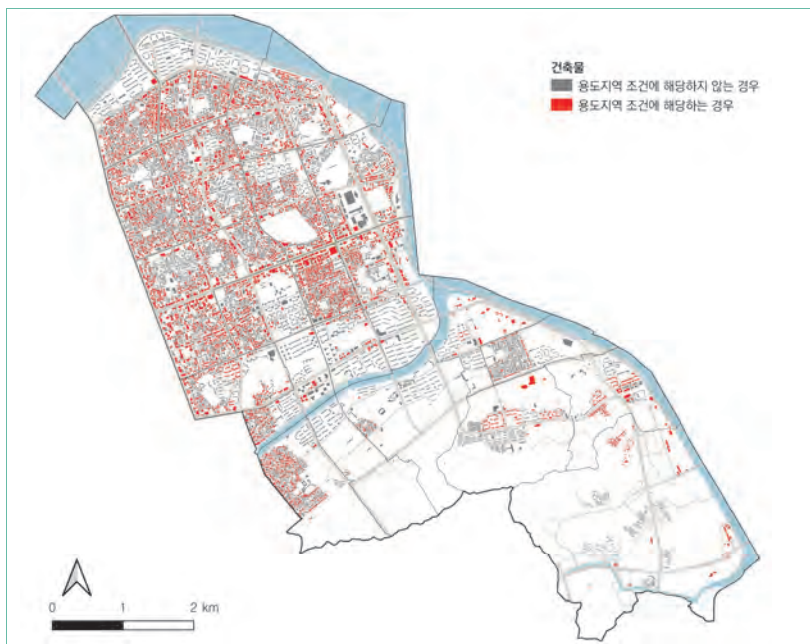
7) 용도 지역

다음은 도시계획 상으로 옥상 버티포트의 설치 가능 여부를 확인하기 위하여, 용도지역에 따른 건축물 현황을 검토하였다. 선정기준에서 제시한 4개의 용도지역(용적률 200% 이상 주거지역, 용적률 400% 이상 상업지역, 공업지역, 자연녹지지역)에 위치한 건축물을 확인하였다. 총 6,973개 동의 건축물이 해당하며, 역삼1동에 해당 선정기준을 충족하는 건축물이 가장 많고 논현1동에도 비교적 건축물이 많은 편으로 확인되었다.

[표 4-17] 버티포트 설치 가능 용도지역에 위치한 건축물의 동별 현황

행정동	개포1동	개포2동	개포3동	개포4동	논현1동	논현2동	대치1동	대치2동
건축물 동수	11	29	33	418	717	621	46	273
행정동	대치4동	도곡1동	도곡2동	삼성1동	삼성2동	세곡동	수서동	신사동
건축물 동수	627	184	156	253	452	129	93	461
행정동	압구정동	역삼1동	역삼2동	일원1동	일원본동	청담동	합계	
건축물 동수	398	1,107	346	83	68	468	6,973	

출처: 연구진 작성



[그림 4-25] 버티포트 설치 가능한 용도지역 조건*에 해당하는 건축물 현황

* 용적률 200% 이상 주거지역, 용적률 400% 이상 상업지역, 공업지역, 자연녹지지역에 위치

출처: 연구진 작성

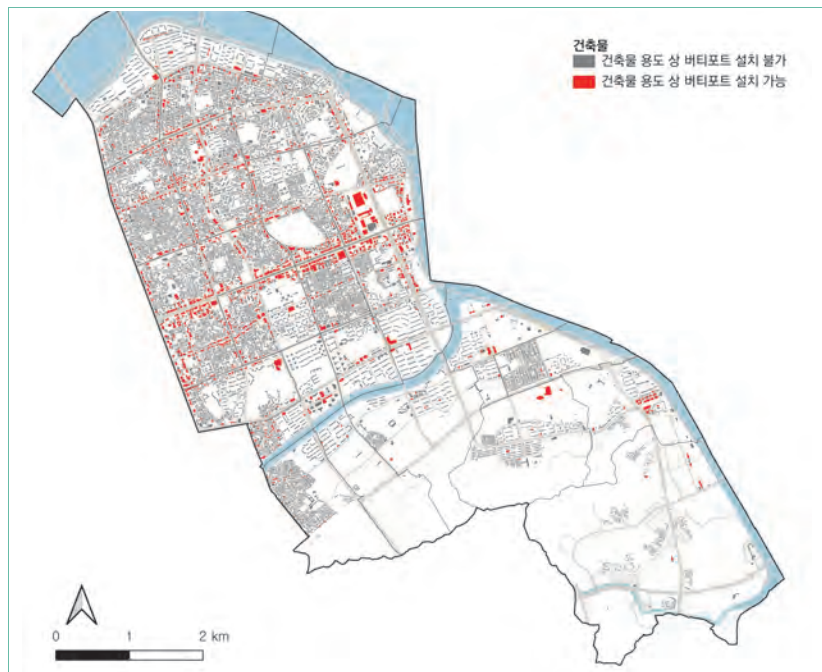
8) 건축물 용도

선정기준에서는 특정 용도의 건축물에 옥상 버티포트를 설치할 수 있을 것으로 보고, 해당 용도로 ‘대규모점포(상업시설), 업무시설, 문화 및 집회시설, 운수시설, 의료시설’을 제시하였다. 해당 용도 건축물의 현황은 앞서 살펴본 건축물 용도별 현황 자료를 바탕으로 검토하였다. 그 결과, 업무시설, 판매시설, 문화 및 집회시설, 의료시설에 해당하는 건축물은 총 1,591개로 확인되었다. 그 중에서 역삼1동에 가장 많이 위치하고 있는 것으로 나타났다.

[표 4-18] 버티포트 설치 가능 용도 건축물의 동별 현황

행정동	개포1동	개포2동	개포3동	개포4동	논현1동	논현2동	대치1동	대치2동
건축물 동수	5	6	10	27	109	174	10	116
행정동	대치4동	도곡1동	도곡2동	삼성1동	삼성2동	세곡동	수서동	신사동
건축물 동수	69	40	46	157	106	7	21	42
행정동	압구정동	역삼1동	역삼2동	일원1동	일원본동	청담동	합계	
건축물 동수	84	342	123	5	10	82	1,591	

출처: 연구진 작성



[그림 4-26] 버티포트 설치 가능 건축물 용도

출처: 연구진 작성

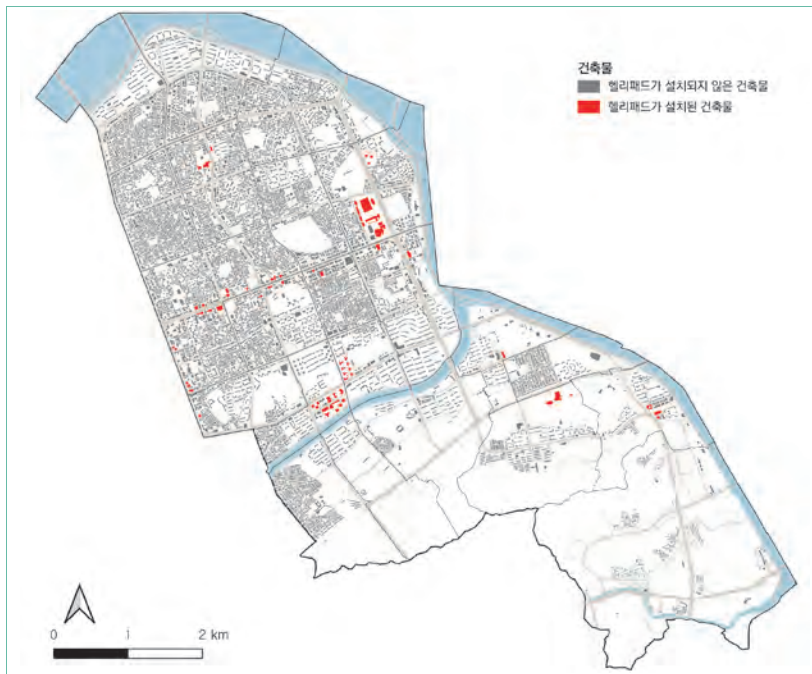
9) 헬리패드 여부

헬리패드가 설치된 건축물 현황을 검토하였으며, 전체 건축물 중에서 80개의 건축물에 헬리패드가 설치된 것으로 확인되었다. 해당 건축물의 위치 및 분포를 살펴보면 아래 그림과 같다. 헬리패드가 설치된 건축물은 공동주택, 업무시설, 제1종 및 제2종 근린생활시설, 문화 및 집회시설, 의료시설, 숙박시설 등으로 확인되었으며, 그 중에서 ‘업무시설’이 가장 많다. 한편, 동별로 살펴보면 역삼1동, 삼성1동, 도곡2동이 다른 지역에 비해 헬리패드가 설치된 건축물이 많은 편으로 확인되었다.

[표 4-19] 헬리패드 설치 건축물 용도별 현황

행정동	개포3동	논현2동	대치1동	대치2동	대치4동	도곡1동	도곡2동
건축물 동수	1	4	12	2	2	1	14
행정동	삼성1동	수서동	역삼1동	역삼2동	일원본동	합계	
건축물 동수	15	3	17	3	6	80	

출처: 연구진 작성



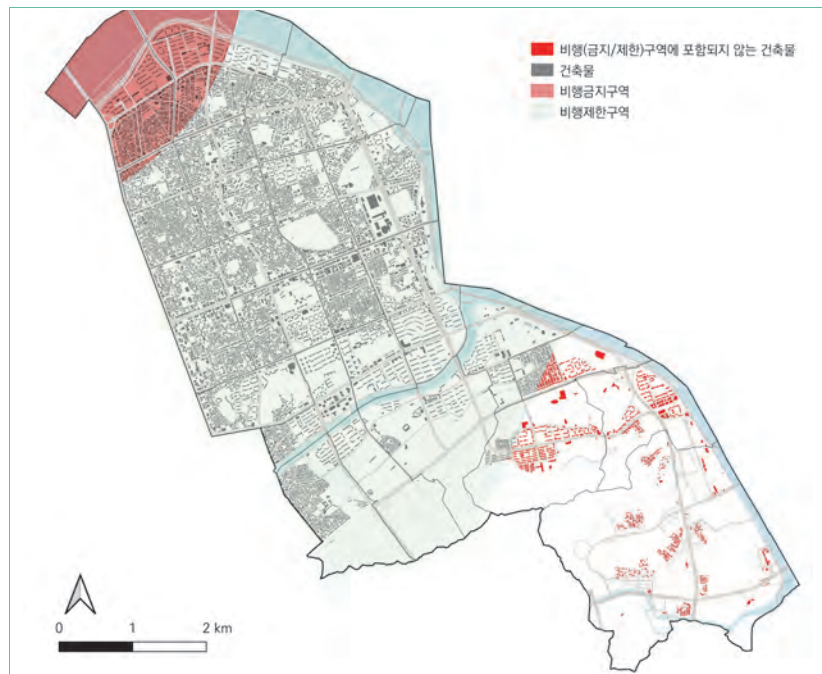
[그림 4-27] 헬리패드 설치 건축물 현황

출처: 연구진 작성

10) 법제도 준수

□ 비행금지구역 및 제한구역

다음으로는 옥상 버티포트를 설치하기 위하여, 법적으로 UAM의 운행이 불가능한 지역으로 판단되는 ‘비행금지구역’과 ‘비행제한구역’에 위치하지 않는 건축물의 현황을 검토하였다. 아래 그림과 같이 비행금지구역과 비행제한구역 모두 해당하지 않는 건축물은 1,065개로 확인되었으며, 나머지 건축물은 비행금지구역 또는 비행제한구역에 위치하는 것으로 확인되었다.



[그림 4-28] 비행금지 및 제한 구역에 포함되지 않는 건축물 현황

출처: 연구진 작성

□ 군사시설, 국가안보시설 등

더불어 건축물이 군사시설, 군사안보시설, 교정시설 등에 해당하는지 검토하였는데, 강남구에 위치한 모든 건축물은 해당되지 않는 것으로 확인되었다.

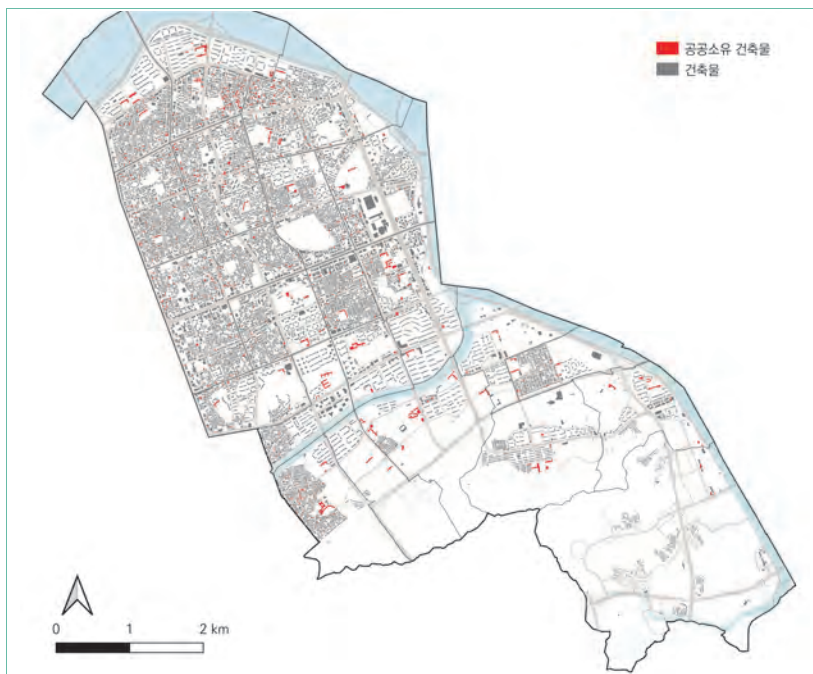
11) 건축물 소유 구분

옥상 버티포트의 초기 도입 및 확산을 위하여 공공에서 설치 또는 도입이 용이한 건축물의 현황을 살펴보기 위하여, 공공 건축물의 현황을 검토하였다. 그 결과 강남구 내에 위치한 공공 건축물은 총 1,038개로 확인되었다. 모든 지역에 공공 건축물이 존재하는 것으로 확인되었고, 그 중 역삼1동, 압구정동, 논현1동에 공공 건축물이 많은 편으로 나타났다.

[표 4-20] 공공건축물 동별 현황

행정동	개포1동	개포2동	개포3동	개포4동	논현1동	논현2동	대치1동	대치2동
건축물 동수	2	30	7	74	100	85	9	42
행정동	대치4동	도곡1동	도곡2동	삼성1동	삼성2동	세곡동	수서동	신사동
건축물 동수	39	30	24	45	42	13	12	60
행정동	압구정동	역삼1동	역삼2동	일원1동	일원본동	청담동	합계	
건축물 동수	121	139	30	30	15	89	1,038	

출처: 연구진 작성

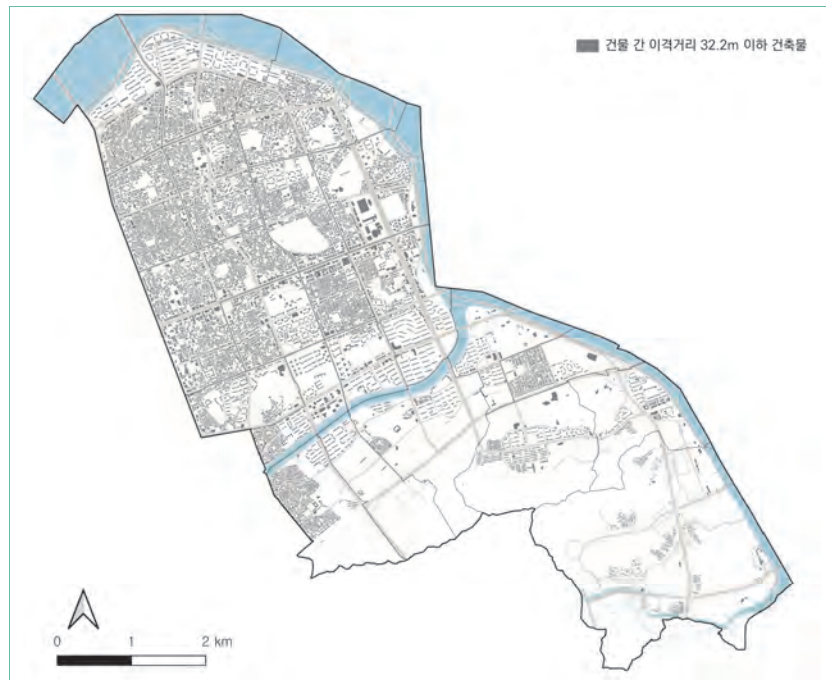


[그림 4-29] 공공 건축물 현황

출처: 연구진 작성

12) 장애물, 항로 구성

UAM이 이착륙 시 인접 건축물과의 영향을 최소화하기 위해서는 일정 거리 이상 이격이 필수이다. 선정기준에서는 해당 간격으로 EASA의 기준을 참고하여 32.2m로 제시하였으며, 이를 기준으로 하여 개별 건축물의 현황을 검토하였다. 건축물 간의 간격이 32.2m를 초과하는지 확인한 결과, 모든 건축물이 인접 건축물과의 간격이 32.2m 이하 인 것으로 확인되었다. 이에 따라 강남구는 옥상 버터 포트 설치 후 UAM이 이착륙 시 다른 건축물에 영향이 발생할 수 있을 것으로 예측된다.



[그림 4-30] 인접 건축물과의 간격 현황

출처: 연구진 작성

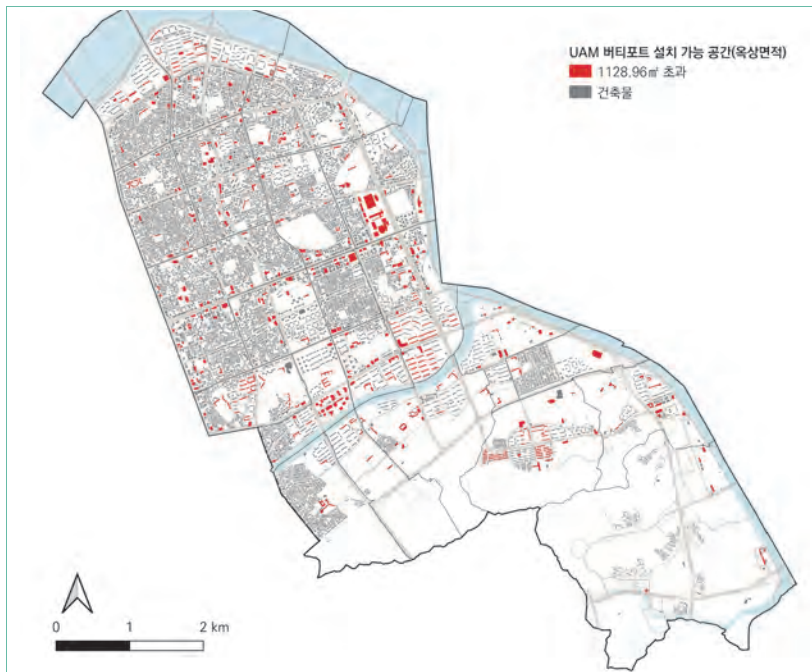
13) 건축물 옥상 가용 면적

선정기준에서는 옥상 버티포트로서 UAM의 이착륙에 필요한 면적을 확보하기 위하여 건축물의 옥상 면적에 대한 기준을 제시하였다. 본 연구에서는 건축물의 옥상 면적 데이터 구득의 한계로 ‘건축면적’을 대체 활용하여 검토하였다. 건축면적이 선정기준에서 제시된 ‘1,128.96㎡’를 초과하는 건축물을 검토한 결과, 483개 동의 건축물이 버티포트 설치가 가능한 면적을 확보할 수 있을 것으로 판단되었다. 아래 그림과 같이 해당 건축물은 대치2동과 일원본동에 많은 것으로 나타났다.

[표 4-21] 건축면적 기준 충족 건축물의 동별 현황

행정동	개포1동	개포2동	개포3동	개포4동	논현1동	논현2동	대치1동	대치2동
건축물 동수	5	15	13	5	21	21	17	63
행정동	대치4동	도곡1동	도곡2동	삼성1동	삼성2동	세곡동	수서동	신사동
건축물 동수	11	34	25	28	15	7	14	13
행정동	압구정동	역삼1동	역삼2동	일원1동	일원본동	청담동	합계	
건축물 동수	33	39	15	4	60	25	483	

출처: 연구진 작성



[그림 4-31] 옥상 버티포트 설치 가능 면적(건축면적 1,128.96㎡ 초과) 건축물 현황

출처: 연구진 작성

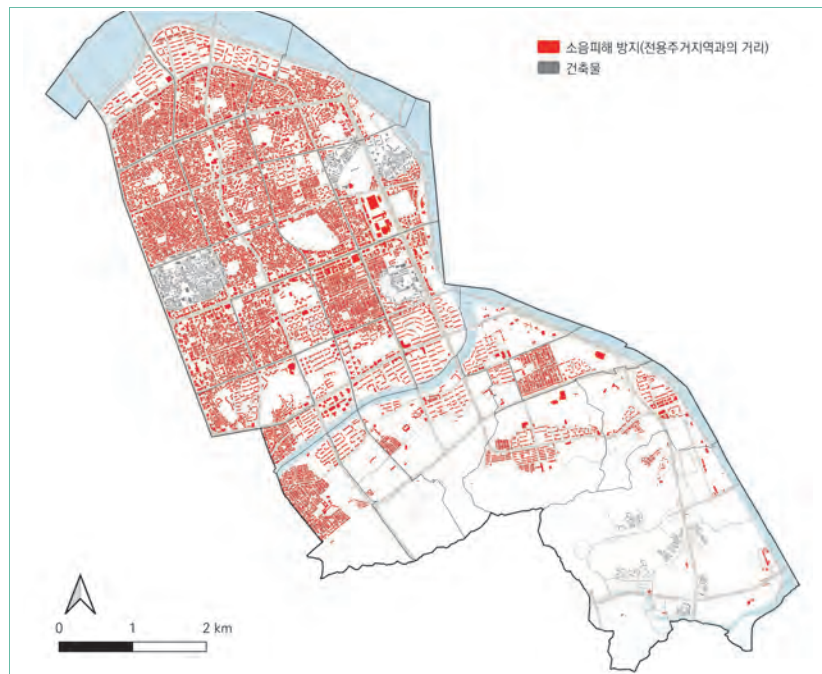
14) 소음피해 방지

UAM 운행 및 이착륙시 발생하는 소음 피해를 저감하기 위하여 주거시설(지역)과 건축물간의 거리를 살펴보았다. 선정기준에서 제시된 것과 같이 주거시설이 밀집된 지역인 전용주거지역의 경계선으로부터 건축물이 150m를 초과하여 이격된 건축물을 검토하였다. 그 결과 17,919개의 건축물이 전용주거지역과 150m 보다 먼 거리에 위치하고 있는 것으로 확인되었다. 해당 건축물은 역삼1동과 논현1동에 많은 편으로 나타났다.

[표 4-22] 전용주거지역과 150m 초과 이격 건축물 동별 현황

행정동	개포1동	개포2동	개포3동	개포4동	논현1동	논현2동	대치1동	대치2동
건축물 동수	52	234	104	1,010	2,003	1,830	189	507
행정동	대치4동	도곡1동	도곡2동	삼성1동	삼성2동	세곡동	수서동	신사동
건축물 동수	1,214	526	419	512	1,152	124	162	1,162
행정동	압구정동	역삼1동	역삼2동	일원1동	일원본동	청담동	합계	
건축물 동수	1,129	2,264	944	732	257	1,393	17,919	

출처: 연구진 작성



[그림 4-32] 전용주거지역과의 거리가 150m를 초과하는 건축물 현황

출처: 연구진 작성

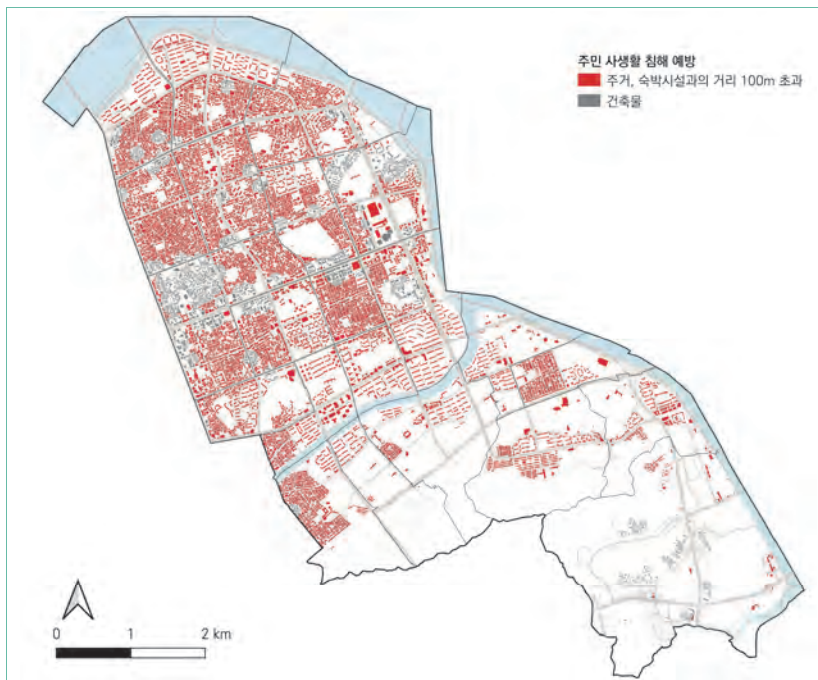
15) 주민 사생활 침해 예방

UAM이 공중에서 운용 및 이착륙 하는 경우 사생활 침해를 예방하기 위하여 주거 시설, 숙박시설과의 거리를 검토하였다. 선정기준에서 제시된 100m를 기준으로 하여 건축물과의 거리를 살펴보았다. 인접하고 있는 주거 및 숙박시설과는 대부분의 건축물이 100m 보다 멀리 이격되어 있는 것으로 확인되었으며, 총 18,108개 동의 건축물이 해당 기준에 해당하는 것으로 나타났다. 이를 나타내면 아래 그림과 같고, 해당 건축물은 역삼 1동에 가장 많은 것으로 확인되었다.

[표 4-23] 주거, 숙박시설과 100m 초과 이격 건축물 동별 현황

행정동	개포1동	개포2동	개포3동	개포4동	논현1동	논현2동	대치1동	대치2동
건축물 동수	52	234	104	971	1,835	1,698	189	660
행정동	대치4동	도곡1동	도곡2동	삼성1동	삼성2동	세곡동	수서동	신사동
건축물 동수	1,120	506	419	831	1,014	491	163	960
행정동	압구정동	역삼1동	역삼2동	일원1동	일원본동	청담동	합계	
건축물 동수	1,076	2,613	818	732	257	1,365	18,108	

출처: 연구진 작성



[그림 4-33] 주거시설, 숙박시설과 100m 초과 이격된 건축물 현황

출처: 연구진 작성

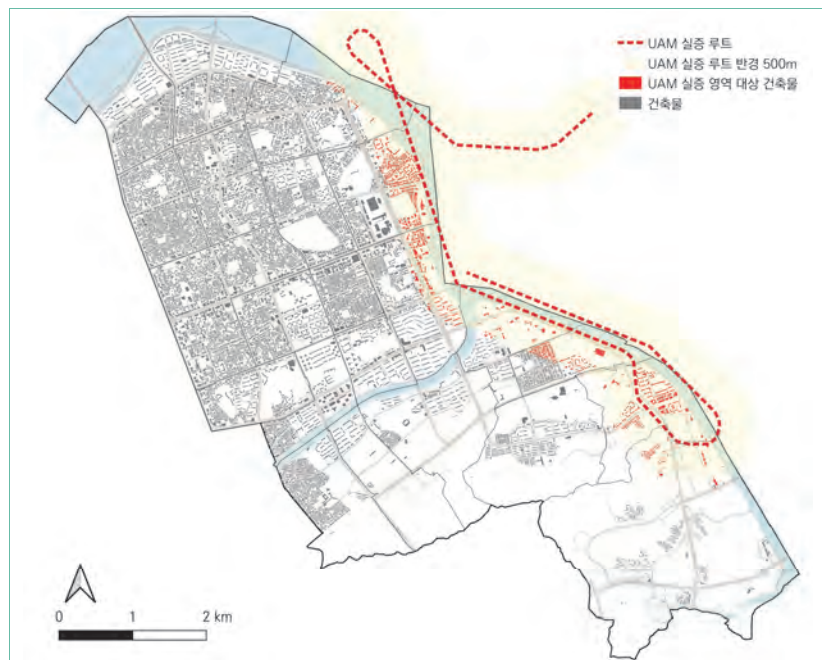
16) 추가 검토 : UAM 실증 노선

선정기준 외에 추가적으로 현재 국토교통부에서 추진 중인 UAM 시범 운용 사업의 실증 노선과의 연계성을 살펴보았다. 강남구를 지나가는 실증 노선은 ‘탄천 노선’이며, 노선 중심의 반경 500m 범위 내에 포함되는 건축물을 살펴보았다. 해당 범위에 포함되는 건축물은 990개 동이다. 개포3동, 대치2동, 삼성1동, 세곡동, 수서동, 일원1동, 청담동에 위치하는 것으로 나타났다. 그 중 아래 그림과 같이 삼성1동에 해당 건축물이 가장 많은 것으로 확인되었다.

[표 4-24] UAM실증 노선 반경 500m 내 건축물 동별 현황

행정동	개포3동	대치2동	삼성1동	세곡동
건축물 동수	35	117	378	85
행정동	수서동	일원1동	청담동	합계
건축물 동수	160	197	18	990

출처: 연구진 작성



[그림 4-34] UAM 실증 노선 반경 500m 이내 건축물 현황

출처: 연구진 작성

공동주택, 문화 및 집회시설, 숙박시설, 업무시설, 운동시설, 의료시설, 제1·2종 근린생활시설, 자동차관련시설, 판매시설로 확인되었다. 그 중 공동주택과 업무시설의 비중이 높게 나타났다.

4. 옥상버티포트 설치가능 건축물 도출

1) 평가 점수 산정 및 등급화 방법

앞에서 제시된 것과 같이 전문가 의견 수렴 결과에 따르면, 5개의 UAM 서비스 시나리오 (인명구조·화재대응, 의료, 통근·비즈니스, 관광, 물류(배송))중에서 ‘통근·비즈니스’ 서비스를 위한 옥상 버티포트를 설치할 수 있는 건축물에 대해서는 모든 선정기준을 고려하여야 한다. 이에 따라 분석 대상지인 강남구의 건축물에 대해 모든 선정기준을 적용하여 값(1 또는 0)을 구하였다.

다음으로 제3장에서 제시된 UAM 서비스 시나리오별 선정기준의 가중치를 부여하여 각 건축물 마다 점수를 계산하였다. 계산된 점수는 다시 100점으로 환산하여 시각화하였다. 마지막으로 개별 건축물의 점수의 분포를 동일한 간격(equal interval)으로 범주화하였다.

그 결과를 바탕으로 ‘통근·비즈니스’ 서비스를 위하여 UAM 운용 시 옥상 버티포트를 설치할 수 있는 건축물을 5개의 등급으로 나누어 우선 활용 가능한 건축물을 도출하였다.



[그림 4-35] 평가 점수 산정 및 등급화 과정

출처: 연구진 작성

2) 최종 점수 및 등급 산정 결과

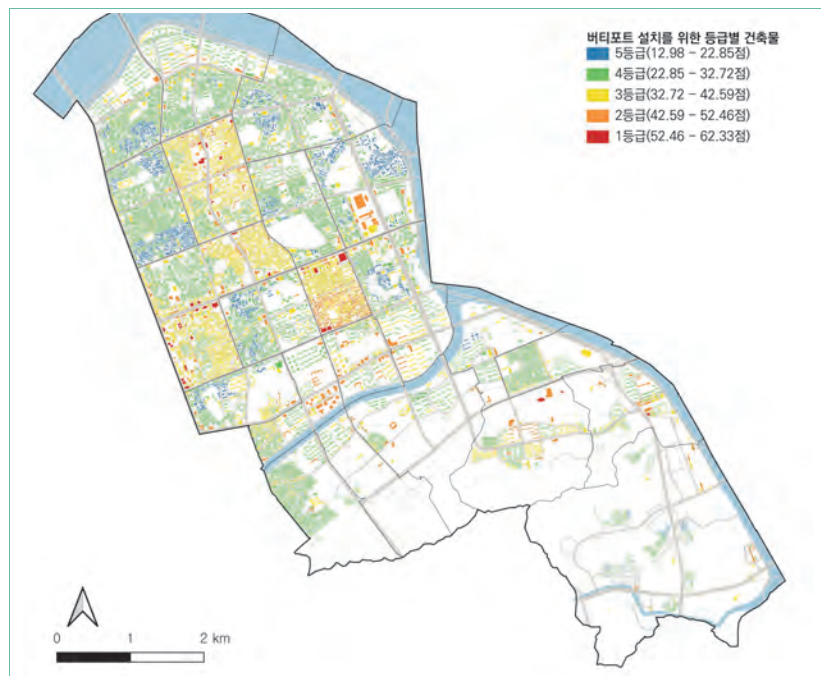
건축물의 최종 점수는 최저 점수 12.98점에서 최고 점수 62.33점으로 나타났다. 통근·비즈니스 서비스용 UAM 운용시 옥상 버티포트를 설치할 수 있는 건축물로 활용 가능성이 가장 큰 1등급에 해당하는 건축물의 점수는 52.46점에서 62.33점으로 나타났다. 다음으로 2등급은 42.59점에서 52.46점, 3등급은 32.72점에서 42.59점, 4등급은 22.85점에서 32.72점, 마지막으로 5등급은 12.98점에서 22.85점으로 나타났다.

등급별 건축물의 분포를 나타내면 아래 표와 같으며, 1등급에 해당하는 건축물이 31개 동으로 가장 적고 4등급에 해당하는 건축물이 가장 많은 것으로 나타났다(11,852동).

[표 4-25] 등급별 배점 구간 및 건축물 동수

등급	1등급	2등급	3등급	4등급	5등급
배점 구간	52.46~62.33	42.59~52.46	32.72~42.59	22.85~32.72	12.98~22.85
건축물 동수	31	674	4,921	11,852	2,245

출처: 연구진 작성



[그림 4-36] 등급별 건축물 선정 결과

출처: 연구진 작성

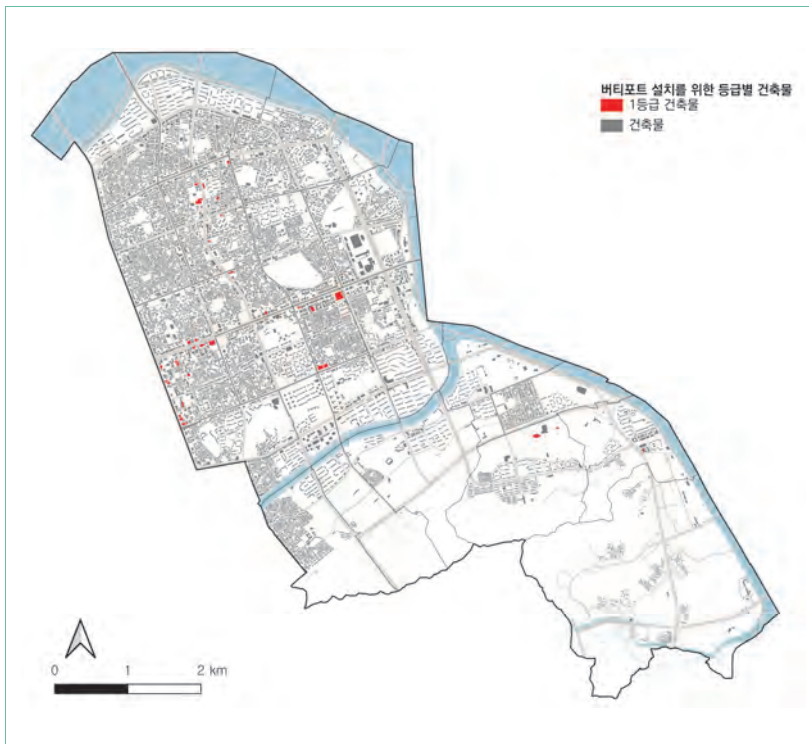
□ 행정동별 1등급 건축물 분포

1등급 건축물의 특성을 살펴보면, 역삼1동에 위치한 건축물이 가장 많았는데, 역삼 1동은 평균 생활인구밀도의 120%를 초과하고, 평균 직장밀도의 120%를 초과하는 지역으로 인구의 밀도가 높은 지역이다. 동별로 살펴보면, 역삼1동 다음으로는 논현2동에 위치한 1등급 건축물이 많았고, 이를 나타내면 아래 그림과 같다.

[표 4-26] 행정동별 1등급 건축물 분포 현황

행정동	논현2동	대치4동	수서동	역삼1동	일원본동
건축물 동수	7	5	1	16	2

출처: 연구진 작성



[그림 4-37] 1등급 건축물 선정 결과

출처: 연구진 작성

□ 1등급 건축물의 주요 특성

1등급에 해당하는 건축물은 업무시설이 가장 많고, 그 외에도 공동주택, 의료시설, 자동차관련시설, 제2종 근린생활시설, 판매시설이 포함되는 것으로 나타났다. 선정기준에 따라 특성을 살펴보면, 대체로 직장밀도 선정기준을 충족하는 것으로 확인되며, 또한 대부분의 건축물이 반경 500m 이내에 지하철역이 1개소 이상 존재하는 것으로 확인되었다. 버스정류장 보다는 지하철역과의 연계성이 높은 편으로 확인되었다. 위험물 저장 및 처리시설과는 대부분 330m 초과하여 이격되어 있다. 더불어 도시계획상 버티포트가 설치 가능한 용도지역에 위치하고 있다. 건축면적을 살펴보면, 모든 건축물이 선정기준에서 제시하는 면적 기준을 충족하여 옥상 버티포트를 설치하기 위한 공간이 확보 가능할 것으로 파악되었다.

한편, 1등급에 해당하는 건축물은 모두 민간 건축물로 확인되었으며, 비행금지구역과 비행제한구역에 포함되는 건축물의 비중이 높게 나타났다. 1등급 건축물 중 비행금지구역과 비행제한구역에 위치하지 않는 건축물은 3개 동으로 확인되었으며, 일원본동과 수서동에 위치하고 있는 것으로 나타났다. 해당 결과를 미루어 보아 실제로 옥상 버티포트를 설치할 경우 1등급에 해당하는 건축물이라고 하더라도 관련 규제의 완화 또는 적용 배제 없이는 옥상 버티포트를 설치 및 활용하는데 한계가 있을 것으로 예측된다.

추가적으로 현재 추진 중인 UAM 실증 노선의 반경 500m 이내에 위치하고 있는 1등급 건축물을 검토한 결과(그림 4-37), 상업지역에 위치한 수서동에 해당 건축물이 존재하는 것으로 확인되었다. 주변 건축물과의 거리가 32.2m 미만으로 UAM 이착륙 및 운용을 위한 항로 구성에 다소 어려움이 있을 수 있으나, 지하철역과의 연계성, 중로 이상 도로에 연결 기준을 충족하여 접근성이 높은 편이라고 할 수 있다.

[표 4-27] 평가 결과에 따른 지표별 1등급 건축물 동수

선정기준	세부항목	평가 지표	건축물 동수
인구밀도	주민등록인구밀도	강남구 평균 인구밀도의 120% 초과	5
	생활인구밀도	강남구 평균 생활인구밀도의 120% 초과	16
직장밀도	종사자인구밀도	강남구 평균 종사자 인구밀도의 120% 초과	28
대중교통 연계성	지하철역 및 버스정류장 개수	건물 반경 500m내 지하철(또는 전철)역 1개소 이상	21
		건물 반경 500m내 강남구 평균 버스정류장수의 150% 초과	13

선정기준	세부항목	평가 지표	건축물 동수
	KTX·SRT·GTX역, 고속버스터미널, 시외버스터미널	역, 터미널에 해당하는 경우	0
버티포트 접근성	건축물 주출입로 연결도로 중로 이상	연접도로가 중로 이상에 해당하는 경우	13
	법정주차 대수 대비 주차장확보 비율	법정주차 대수 대비 주차구획 확보수가 120% 초과	분석 제외
건축물 밀집도 및 위험시설물 이격	건축물 밀집도 높은 지역 이격	상업지역에서 330m 초과 이격	4
	주유소 등 위험물시설 이격	‘위험물 저장 및 처리시설’에서 추락범위 반경 330m 초과 이격	27
인명 및 재산피해 최소화	유동인구 밀집지역 이격	유동인구 밀집지역에서 추락범위 반경 330m 초과 이격	13
	사유재산 및 사회적 자산 (문화재 등) 이격	문화유산에서 추락범위 반경 330m 초과 이격	31
용도지역	도시계획 상 버티포트 설치 가능한 용도지역	용적률 200% ↑ 주거지역, 400% ↑ 상업지역, 운수시설 설치가 가능한 공업지역, 자연녹지 지역 해당	29
건축물 용도	건축법 상 버티포트가 설치 가능 용도	대규모점포, 업무시설, 문화·집회 시설, 운수시설, 의료시설에 해당	28
헬리패드 여부	헬리패드 설치 여부	헬리패드가 설치되어 있는 경우	17
법제도 준수	UAM 운행 불가 지역	비행금지구역, 비행제한구역에 포함되지 않는 경우	3
	고도지구, 군사시설, 국가시설, 교정시설 등	군사시설, 국가안보시설에 해당하지 않는 경우	31
건축물 소유 구분	소유주 공공 / 민간	공공 건축물에 해당	0
장애물, 항로 구성	인접 건축물과의 이격	버티포트 장애물없는 볼륨(OFV) 이상의 거리 이격(32.2m)	0
전력공급	건축물 인입 배전량 등 전력상황	버티포트 전력용량이 eVTOL 1대 이상 충전 가능한 경우	분석 제외
기상조건	빌딩풍, 국소지역 미기후 등 이착륙 영향 미기후 점검	풍속 10knots 이하에 해당	분석 제외
건물 옥상 가용면적	UAM 버티포트 설치 가능 공간 확보 유무	옥상면적 : 33.6×33.6m(1,128.96㎡) 이상 * 건축면적으로 대체	31
건축물 옥상부 하중	UAM 동하중 (기체 하중의 150%) 고려	옥상부 구조 하중이 운항하는 UAM 최대 이륙중량의 150% 이상인 경우	분석 제외

선정기준	세부항목	평가 지표	건축물 동수
소음피해 방지	주거밀집지역 이격	전용주거지역에서 150m 초과 이격	31
주민 사생활 침해 예방	주거, 숙박시설 이격	주거, 숙박시설과 100m 초과 이격	23

주1) 데이터 구득이 불가능한 경우는 분석에서 제외함
주2) 본 분석에 활용한 건물 데이터에 '수서역(SRT)'에 대한 데이터는 포함되어있지 않음
출처: 연구진 작성

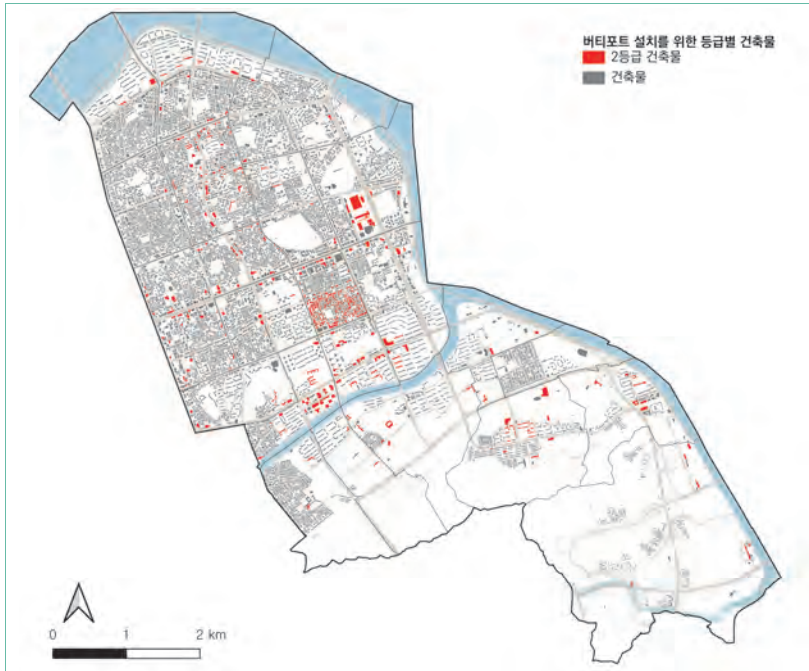
□ 2~5등급으로 평가된 건축물

2등급~5등급에 해당하는 건축물의 현황을 나타내면 아래 그림과 같다(그림 4-38~그림 4-41). 등급별 건축물의 동별 분포를 살펴보면 2등급에 해당하는 건축물은 대치4동에 가장 많고 3등급은 역삼1동, 4등급과 5등급은 논현1동에 가장 많은 것으로 나타났다.

해당 등급의 건축물은 1등급 건축물과 유사하게 선정기준 중에서 위험물 저장 및 처리시설과의 이격, 전용주거지역과의 이격, 주거 및 숙박시설과의 이격에 대한 기준은 대체로 충족하는 것으로 나타났다. 반면에, 버스정류장과의 연계성, 중로 이상 도로와의 연결, 버티포트 설치가 가능한 건축물 용도, 버티포트 설치를 위한 옥상 면적 확보 기준 등을 충족하는 건축물의 비중은 낮은 편이다.

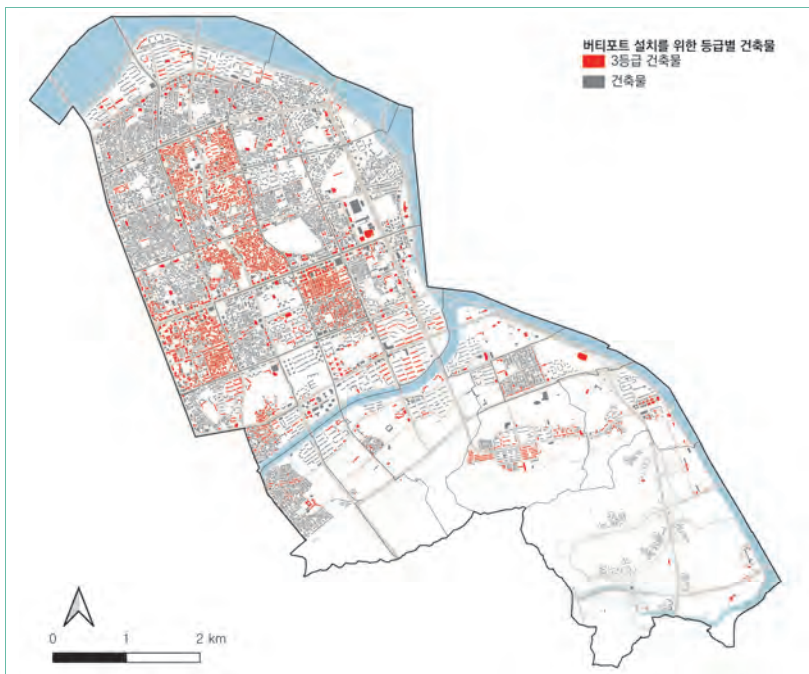
다만, 2등급~5등급에 해당하는 건축물 중 비행금지구역과 비행제한구역에 위치하지 않는 건축물이 1,065동으로 확인되어, 해당 기준과 관련된 규제의 적용 배제 또는 완화가 없는 경우에는 그 중에서 2등급 건축물¹⁸⁾에 옥상 버티포트를 설치하여 활용하는 방안도 고려해 볼 수 있을 것이다.

18) 해당 기준을 충족하는 건축물은 38개동으로 확인됨.



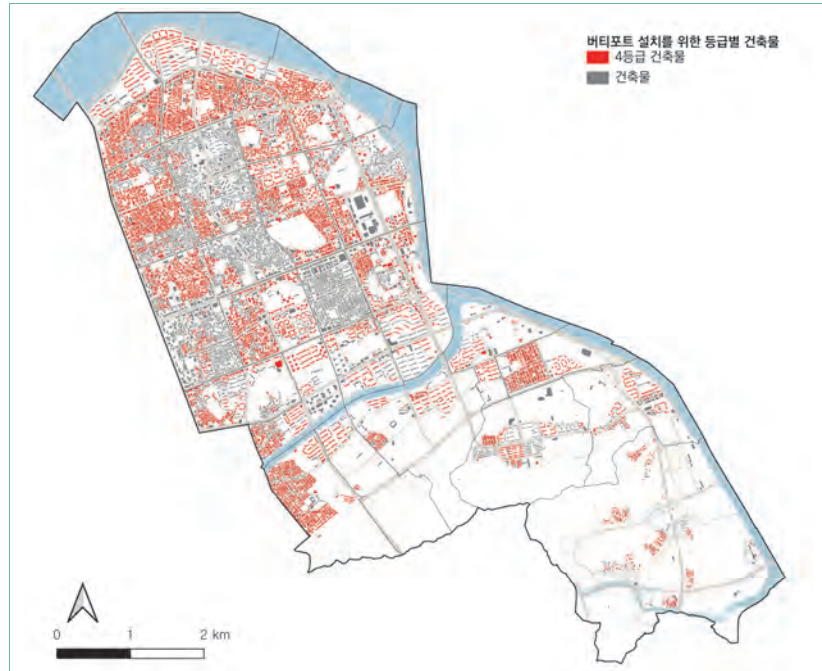
[그림 4-38] 2등급 건축물 선정 결과

출처: 연구진 작성



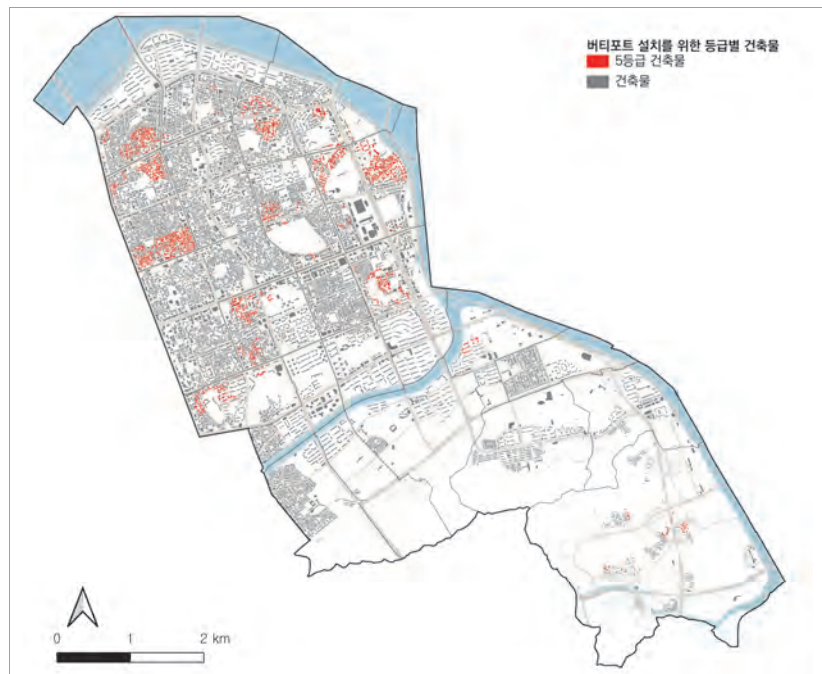
[그림 4-39] 3등급 건축물 선정 결과

출처: 연구진 작성



[그림 4-40] 4등급 건축물 선정 결과

출처: 연구진 작성



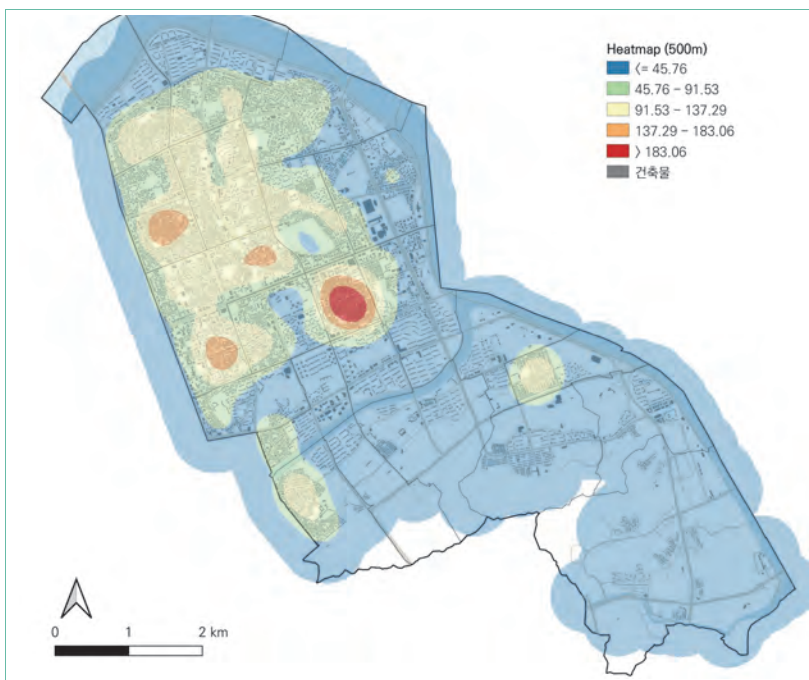
[그림 4-41] 5등급 건축물 선정 결과

출처: 연구진 작성

□ 개별 건축물 점수의 분포 : Heat map 분석

마지막으로 건축물의 개별 점수를 기준으로 열지도(히트맵)를 작성하여 분포를 확인하였다. 건축물의 중심점(센트로이드)을 추출하여 해당 중심점을 기준으로 주변 건축물의 점수 분포를 확인하였다. 건축물 중심을 기준으로 반경 500m와 1,000m 내 위치한 건축물의 점수를 합산한 값이 아래 그림과 같이 나타났다. 즉, 붉은색일수록 각 건축물의 반경 내에 높은 점수가 몰려 있는 것으로 해석할 수 있다. 반경을 달리하여 분석하였으나, 아래 그림과 같이 ‘대치4동’과 논현1·2동, 역삼1·2동‘ 지역에 위치한 건축물의 점수가 대체로 높은 것을 확인할 수 있다. 앞서 확인한 등급별 건축물 현황(그림 4-36)과 비교해보면, 1등급~3등급의 건축물이 많이 분포하고 있는 지역임을 알 수 있다.

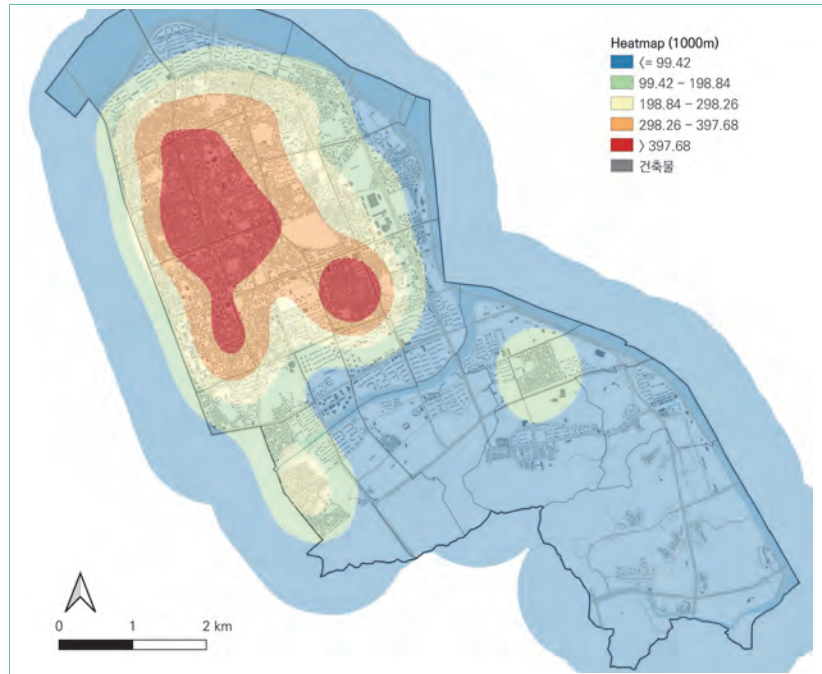
점수의 분포를 살펴보면, 반경을 500m로 설정하여 분석한 결과에서는 해당 범위 내 건축물 점수의 합산이 가장 높은 경우는 약 183점을 초과하는 것으로 나타났다. 그리고 반경을 1,000m로 설정하여 분석한 결과에서는 가장 높은 점수가 약 397점을 초과하는 것으로 나타났다.



[그림 4-42] 옥상 버티포트 설치 가능 건축물 점수 Heat map (반경 500m)

출처: 연구진 작성

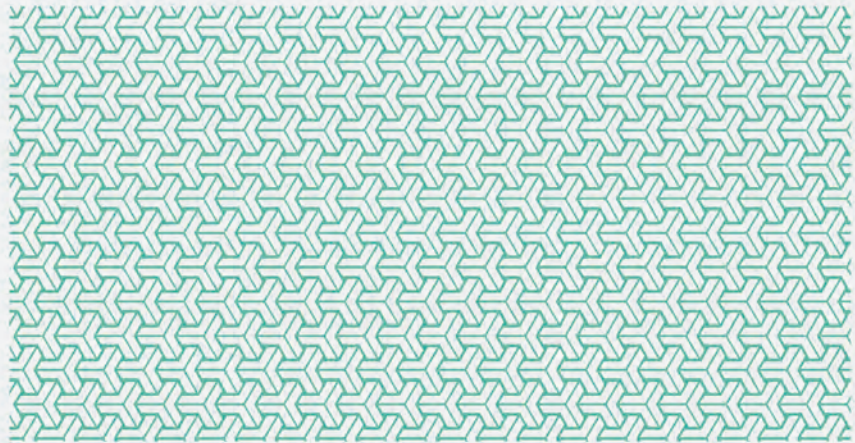
두 분석에서 점수의 분포가 유사하게 나타남을 미루어 보아, 해당 지역(대치4동' 과 논현1·2동, 역삼1·2동)이 옥상 버티포트를 설치할 수 있는 요건이 다른 지역 보다 잘 갖추어져 있으므로 옥상 버티포트 설치시 우선하여 고려해볼 수 있을 것이다. 또한, 해당 지역을 UAM 옥상 버티포트의 거점으로서의 역할을 기대해 볼 수 있다.



[그림 4-43] 옥상 버티포트 설치 가능 건축물 점수 Heat map (반경 1,000m)

출처: 연구진 작성

제5장 결론



1. 연구 수행 및 평가 결과 논의
2. 연구 한계 및 제언

1. 연구 수행 및 평가 결과 논의

1) 연구 수행 결과

급격한 도시화와 인구 증가는 전 세계적으로 교통 체증, 환경 오염 등 심각한 사회 문제를 야기하고 있다. 특히, 도심 지역의 교통 혼잡은 생산성 저하, 삶의 질 저하 등 다양한 부작용을 초래하며, 이를 해결하기 위한 새로운 교통 수단에 대한 요구가 증가하고 있다.

이러한 시대적 요구에 부응하여 UAM(Urban Air Mobility, 도심 항공 모빌리티)이 새로운 대안으로 떠오르고 있다. UAM은 도심 상공을 비행하는 항공기를 활용하여 지상 교통의 한계를 극복하고, 도시의 이동성을 혁신적으로 변화시킬 수 있는 잠재력을 가지고 있다.

본 연구는 UAM 수요가 가장 높을 것으로 예상되는 인구가 밀집된 도심에서 UAM 서비스를 제공하고 운영하기 위해 필요한 핵심 인프라로서 수직 이착륙 시설인 버티포트를 설치하기 위한 건축물을 선정하기 위한 기준을 제시하고, 지표에 따른 평가 방법을 제시하는 것을 주요 내용으로 하여 수행되었다.

제2장에서 문헌 및 사례 조사를 통해 UAM 도심 수용성을 높이기 위한 버티포트 선정 방향, 버티포트 입지에 대한 선정 기준들을 고찰하였다.

제3장에서는 전문가 자문단을 운영하여 옥상버티포트 설치를 위한 건축물 선정 기준들과 평가를 위한 지표와 산식들을 제시하였다. 건축물 선정 기준은 UAM 서비스 시나리오별로 유형화함으로써 지역, 사업 특성을 고려하여 기준을 적용할 수 있도록 하였다.

제4장에서는 제3장에서 도출된 옥상버티포트 설치를 위한 건축물 선정기준과 평가지표, 산식들을 서울시 강남구의 건축물들에 적용해 보았다. 이는 본 연구의 핵심 성과물인 선정기준과 지표를 적용하여 실제 활용 가능 여부를 점검하고, 옥상버티포트 사업 추진에 대한 가능성을 확인하는 의의를 가진다.

본 연구는 UAM의 상용화를 위한 첫걸음으로, 서울시 강남구를 대상으로 옥상버티포트 설치 가능성을 종합적으로 평가하였다. 강남구는 높은 건물 밀집도, 우수한 교통 인프라, 높은 수준의 경제 활동 등 UAM 도입에 유리한 조건을 갖추고 있다. 특히, 강남구는 국내에서 가장 높은 건물 밀집도를 보이는 지역 중 하나로, 옥상 공간을 활용한 버티포트 설치를 통해 도시 공간의 효율성을 높이고, 교통 혼잡 문제를 해결할 수 있는 잠재력이 크다.

옥상버티포트를 설치할 수 있는 건물에 대한 평가는 다양한 기준을 바탕으로 진행되었으며, 이러한 기준들은 UAM 시스템의 효율적인 운영을 보장하기 위한 필수적인 요소들이다.

강남구의 건물들을 분석 대상으로 삼아, 주요 평가 기준은 인구 밀도, 교통 연결성, 건물의 용도 지역 등 여러 요소가 종합적으로 고려되었다. 평가 결과는 건물들이 UAM 운영에 적합한지를 판단하는 중요한 기준이 되며, 이를 통해 향후 옥상버티포트 설치 가능성이 높은 건물들을 선별할 수 있었다.

2) 평가 결과 논의

본 논의는 연구 진행 및 평가 과정과 그에 따른 결과를 상세히 설명하고, 이와 관련된 규제 문제와 해결 방안을 다루고자 한다.

(1) 선정 기준 및 평가 지표

옥상버티포트를 설치할 수 있는 건물을 선정하기 위한 주요 선정 기준은 크게 세 가지로 나눌 수 있다. 첫째, 인구 밀도이다. 이 기준은 버티포트를 설치한 후 이용할 수 있는 잠재적 수요를 평가하는 데 중요한 역할을 한다. 특히, 인구 밀도가 높은 지역은 UAM의 수요가 많을 가능성이 높기 때문에 중요한 요소로 작용한다.

둘째, 교통 연결성이다. 이는 교통 인프라와의 접근성을 측정하는 지표로, 특히 지하철역, 버스 정류장, 고속철도 및 버스 터미널과의 거리와 연결성을 중점적으로 평가하였다.

셋째, 건물 용도 지역 및 버티포트를 설치할 수 있는 면적이다. 건물의 용도 지역이 UAM 관련 인프라 설치를 허용하는지, 그리고 실제로 로프트 버티포트를 설치할 수 있는 공간이 확보되어 있는지 여부도 중요한 요소다. 또한, 해당 지역이 비행금지구역 또는 제한비행구역에 포함되는지 여부는 설치 가능성에 큰 영향을 미친다.

(2) 1등급 건물 분석

1등급으로 선정된 건물들은 평가 점수가 52.5점에서 62.3점 사이로 나타났다. 이들 건물은 대부분 사무시설이거나 혼합용도 건물로, UAM 수요가 높은 지역에 위치하고 있다. 특히, 지하철역과의 접근성이 뛰어나며 대부분의 건물들이 500m 이내에 위치해 있어, 대중교통 이용자들의 접근성이 매우 우수한 것으로 평가되었다. 또한, 버스 정류장과의 연결성도 중요했지만, 지하철역과의 접근성이 더 중요한 역할을 했다.

이들 건물은 대부분 위험물 저장 시설 및 주거 지역과의 거리도 충분히 떨어져 있었고, UAM의 규제 기준을 충족할 수 있는 용도 지역에 위치한 것으로 나타났다. 따라서, 이 건물들은 버티포트를 설치할 수 있는 법적 요건을 충분히 만족시키고 있다. 건물의 면적 또한 대부분 버티포트 설치에 필요한 공간을 확보할 수 있는 규모를 가지고 있다.

그러나 중요한 문제는 대부분의 1등급 건물들이 비행금지구역 또는 제한비행구역에 위치해 있다는 점이다. 이에 따라, 이러한 구역 내에 설치가 불가능한 경우, 규제 완화나 제외가 이루어지지 않는 한 실제 설치와 활용에 제약이 있을 수 있다. 일원본동과 수서동에 위치한 일부 건물들은 비행금지구역에서 제외되어 있는 것으로 확인된다. 하지만, 이들 건물은 상대적으로 적은 수에 불과하여, 규제 완화가 필수적임을 시사한다.

(3) 2~5등급 건물 분석

2등급에서 5등급으로 분류된 건물들 중 30개의 건물은 점수가 50점 이상으로 나타났다. 이들 건물은 위험물 저장 시설과의 거리, 주거 지역과의 분리 기준 등을 충족하고 있었지만, 교통 연결성 및 버티포트 공간 확보와 관련된 점수는 상대적으로 낮았다. 특히, 2등급 이상의 건물들은 도로 연결성과 버티포트를 설치할 수 있는 공간 확보 기준을 충족하는 비율이 낮았다. 그럼에도 불구하고, 2등급에서 5등급에 속하는 1,065개의 건물들은 비행금지구역이나 제한비행구역에 포함되지 않은 경우가 많아, 규제가 완화되면 버티포트 설치가 가능할 것이다.

(4) 규제와 제약

비행금지구역 및 제한비행구역 내의 건물들이 버티포트 설치에 있어 큰 제약 요소로 작용하고 있다. 이를 해결하기 위해서는 법적 규제의 완화나 제외가 필수적이다. 현재 대부분의 1등급 건물들이 비행금지구역에 포함되어 있어, 실제로 버티포트를 설치하려면 규제 변경이 요구된다. 이는 UAM 시스템의 도입과 활성화를 위해 중요한 문제로, 정책 차원에서의 해결이 필요한 상황이다.

(5) 건축물 평가 및 선정 결과 논의

옥상 버티포트를 설치할 수 있는 건물들에 대한 평가는 인구 밀도, 교통 연결성, 건물의 용도 지역 등을 종합적으로 고려한 결과, 대부분의 건물들이 UAM 운영에 적합한 위치를 가지고 있음이 확인되었다. 그러나, 비행금지구역 및 제한비행구역에 위치한 건물들이 상당히 많아, 이를 해결하기 위한 규제 완화나 제외가 필

요하다. 또한, 2등급에서 5등급 건물들 중에서도 상당수가 비행금지구역에 포함되지 않아, 향후 규제 완화가 이루어질 경우, 옥상 버티포트 설치가 가능할 것으로 예상된다.

따라서, UAM 시스템의 성공적인 도입을 위해서는 정책적 지원과 함께, 관련 규제의 유연한 조정이 이루어져야 할 것이다. 향후 옥상 버티포트 설치를 위한 법적 및 행정적 지원이 강화되면, UAM 인프라의 확장이 가능해질 것으로 사료된다.

2. 연구 한계 및 제언

1) 연구 한계

본 연구는 건축물 선정 기준을 도출하고, 이를 공간 정보화하여 서울과 같은 도심 지역에서 선정기준에 부합하는 건축물을 도출하는 것을 목표로 수행되었다. 이러한 연구 전반에서 다음과 같은 연구 한계가 나타남으로써 이에 대한 논의와 고찰이 필요하다.

(1) 데이터의 한계

사용된 데이터의 정확도와 신뢰도에 대한 검증이 필요하다. 특히, 건축물 데이터, 인구 데이터, 교통 데이터 등 다양한 데이터를 활용했기 때문에 각 데이터 간의 일관성과 정확성을 확보해야 한다.

2022년 2월 기준 데이터를 사용했기 때문에 최근의 변화를 반영하지 못할 수 있다. 도시 개발, 인구 이동 등으로 인해 데이터가 빠르게 변화할 수 있으므로, 최신 데이터를 활용한 분석이 요구된다.

분석에 사용된 데이터의 종류가 제한적일 수 있다. 예를 들어, 건축물의 구조적 안정성, 소음 차단 성능 등에 대한 데이터가 부족 또는 획득이 어려워 선정 기준에 활용하기가 어려울 수 있다.

(2) 평가 기준의 한계

일부 평가 기준은 주관적인 판단이 개입될 수 있는 부분이 있다. 예를 들어, '유동 인구 밀집 지역'을 정의하는 기준이 명확하지 않을 수 있다. 또한, 각 평가 기준에 부여된 가중치가 전문가 자문단의 주관적인 판단에 의존할 수 있다.

도시 개발, 교통 체계 변화 등 동적 환경 변화를 반영하지 못하여 평가 결과의 유

효성이 감소할 수 있다. 또한, 주민, 기업, 정부 등 다양한 이해관계자들의 요구를 충분히 반영하지 못하여 사회적 합의를 도출하기 어려울 수 있다.

(3) 연구 방법의 한계

변수 간의 상관관계를 고려하지 않고 단순히 개별 변수를 분석하는 경우가 많아, 복합적인 요인의 영향을 파악하기 어렵다.

GIS 기반 공간 분석을 수행하였지만, 3차원 공간 정보를 활용한 정밀한 분석이 부족할 수 있다. 예를 들어, 건물 높이, 주변 지형 등을 고려한 3차원 시뮬레이션을 통해 UAM 운항 시 발생할 수 있는 문제점을 예측할 수 있다.

(4) 연구 범위의 한계

UAM 기술은 빠르게 발전하고 있으며, 본 연구에서 가정한 기술 수준과 실제 기술 수준 사이에 차이가 발생할 수 있다. 또한 사회적 수용성 관련 주민들의 인식 변화, 사회적 가치관 변화 등을 고려한 심층적인 분석이 부족하다.

경제적 타당성에 대한 제한적인 분석도 한계로 제시되고 있다. 비용-편익 분석 등을 통해 경제적 타당성을 정량적으로 평가하는 것이 필요하다.

마지막으로 법적 규제 관련하여 UAM 관련 법규가 지속적으로 변화하고 있으며, 이러한 변화를 반영하지 못할 수 있다.

2) 향후 연구를 위한 제언

(1) 향후 연구 방향

첫째, 데이터의 질 향상 관점에서 정확하고 최신의 데이터를 확보하고, 데이터 정제 및 가공 과정을 강화해야 한다. 둘째, 다양한 분석 기법 활용을 위해 통계 분석, 공간 분석, 시뮬레이션 등 다양한 분석 기법을 활용하여 연구의 신뢰성을 높여야 한다. 셋째, 다학제적 연구가 필요하다. 도시계획, 교통공학, 환경공학 등 다양한 분야의 전문가들이 참여하는 융합 연구를 통해 문제 해결 능력을 향상시켜야 한다. 마지막으로, 장기적인 관점에서의 연구를 위해 도시 개발 계획, 기술 발전 등 장기적인 관점에서 연구를 수행해야 한다.

(2) 정책 제언

옥상 버티포트 도입은 미래 도시 교통의 패러다임을 바꿀 수 있는 혁신적인 시도로서, 성공적인 도입을 위해서는 기술 개발뿐만 아니라 사회적 합의, 법적 제도 개

선, 지속 가능한 발전 등 다양한 측면을 고려한 종합적인 정책 추진이 필요하다.

□ 단계별 로드맵

옥상 버티포트 도입을 위한 단계별 로드맵을 제시하여 정책 추진의 구체성을 높일 필요가 있다. 예를 들어, 초기 단계에서는 소규모 실증 사업을 통해 기술 검증 및 사회적 수용성을 확보하고, 중장기적으로는 대규모 상용화를 목표로 하는 로드맵을 제시할 수 있다.

□ 법·제도 개선 및 재정 지원 방안

옥상 버티포트 운영에 필요한 법적 기반을 마련하고, 관련 규제를 개선하기 위한 구체적인 방안을 제시해야 한다. 예를 들어, 비행 금지 구역 지정 기준 완화, 소음 규제 완화, 공역 관리 시스템 구축 등을 제안할 수 있다. 옥상 버티포트 설치 및 운영에 필요한 재정 지원 방안을 제시할 수도 있다. 예를 들어, 정부 보조금 지원, 세제 혜택 제공, 금융 지원 등을 통해 민간 투자를 유치할 수 있다.

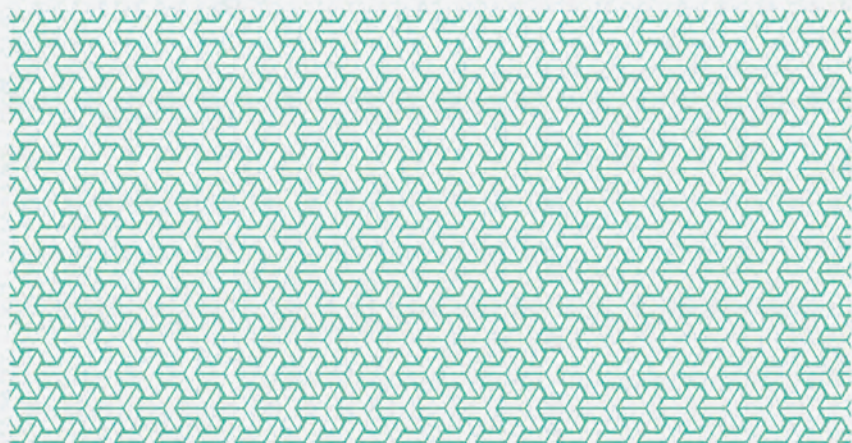
□ 다양한 이해관계자 참여 유도

주민 설문조사, 공청회 등을 통해 주민 의견을 수렴하고, 주민 참여형 정책 결정 과정을 도입할 필요가 있다. 지자체, 기업, 시민단체 등 다양한 이해관계자와 협력하여 옥상 버티포트 도입을 위한 공동체 구축도 중요하다. 또한, 해외 선진 사례를 벤치마킹하고, 국제 협력 네트워크를 구축하여 정보를 공유하고 기술을 개발해야 한다.

□ 지속 가능한 발전을 위한 고려 사항

옥상 버티포트 운영에 따른 소음, 진동, 미세먼지 등 환경 영향을 최소화하기 위한 방안을 모색해야 한다. 예를 들어, 저소음 기술 개발, 친환경 연료 사용, 탄소 배출 감축 등을 추진할 수 있다. 또한, 사회적 형평성 확보를 위해 저소득층의 UAM 이용 기회를 확대하고, 지역 간 불균형을 해소하기 위한 정책을 마련할 필요가 있으며, 미래 변화에 대한 대비를 위해 도시 개발, 기술 발전 등 미래 변화에 유연하게 대응할 수 있는 정책 체계를 구축하는 것도 고려해야 한다.

참고문헌



[보고서 및 논문 자료]

- 김상규, 이진우. (2021). 도시레벨 UAM운영의 경제성 검증을 위한 초기 일반화 비용모델 제시. 제85호 대한교통학회발표집, pp.587-588.
- 김원진. (2022). 이용자 관점의 UAM 버티포트 입지 기준 연구. 수원대학교 박사학위논문.
- 김원진, 박재홍. (2022). 도심항공교통(UAM) 버티포트(Vertiport) 입지 선정 영향요인 연구, 도시부동산연구, Vol.13 No.2, pp.119-138.
- 김원진, 박재홍, 유정훈, 고준호. (2023). 이용환경 측면의 UAM 버티포트 입지 기준 연구. 대한교통학회지, v.41, no.2, pp.212-225.
- 김태성, 백승한, 박진서, 신흥우. (2024). AHP 분석을 통한 UAM 초기상용화 대중수용성 위해요인 분석. 한국항공경영학회지, 22(2)
- 박초롱, 이종호, 이재욱, 손동욱. (2023). 도심항공교통(UAM: Urban Air Mobility)의 인프라 구축을 위한 기존 고층건축물 헬리포트 활용 및 위치 선정 방안 연구. 한국산학기술학회논문지, 24(5).
- 백승한, 김명현, 박진서. (2023). 2023 도심항공모빌리티(UAM) 지원 연구사업. 한국교통연구원.
- 서울특별시 119특수구조단 소방항공대. (2013). 헬기 이착륙 가능 장소 실태조사 및 일제 정비계획.
- 서울특별시. (2023). “함께 누리는 더 위대한 한강” 그레이트 한강(한강 르네상스 2.0) 프로젝트 추진계획.
- 신은택, 안세혁, 엄태수, 송창근. (2022). 옥상 헬리포트의 안전 확보를 위한 설치기준 제정에 관한 연구, 한국방재학회논문집, 22(4).
- 안병선, 황호연. (2021). 도심항공 모빌리티(UAM)의 국내 적용을 위한 수직이착륙장 설계 요구조건 분석 및 형상 제안, 한국항공학회논문지, 25(1).
- 엄단비. (2021). 우버의 드론택시 표준모델을 수용한 헬리포트 관련 드론법 시행령 개정 방안. 법학논문집, 45(3), pp.31-71.
- 유금식. (2022). 도심항공교통(UAM) 버티포트 운영모델. 한국통신학회지(정보와통신), 39(3), 69-75.
- 이규원. (2021). 도심항공교통을 위한 기상관측 제언. 기상기술정책 Vol.14, No.1(통권 제32호), pp.6-19.
- 이재홍, 홍성조. (2021). 도시형 공중 모빌리티(Urban Air Mobility: UAM) 운영모델과 지상기반시설의 유형화. 도시정책학회지 도시부동산연구 Vol.12 No.1. 89-111
- 정민철. (2022). 도심항공교통 이착륙장 입지선정 요인의 중요도에 관한 연구. 한국항공대학교 박사학위논문.
- 정준영, 소민준, 황호연. (2021). Selection of Vertiports Using K-Means Algorithm

and Noise Analyses for Urban Air Mobility (UAM) in the Seoul Metropolitan Area, Appl. Sci. 11.

- 조정우. (2023). 도심항공모빌리티(UAM) 산업생태계 구축방안(1). 한국교통연구원
- 최대성, 심대성. (2023). 서울시 K-UAM(한국형 도심항공교통) 초기 운영 개념 연구. 한국항공우주학회 춘계학술대회 논문집, pp.1013-1014.
- 최자성, 이석현, 백정선, 황호원. (2021). 드론택시(UAM)의 수직이착륙장(Vertiport) 설치기준 연구. 한국항공운항학회, 29(1), pp.74-81.

[국외자료]

- Campbell, S.E., D.A. Clark, J.E. Evans. (2017) Preliminary weather information gap analysis for UAS operations. MIT Lincoln Laboratory, Massachusetts Institute of Technology.
- City of Orlando. (2020). Urban Air Mobility Overview.
- EASA. (2021). Study on the societal acceptance of Urban Air Mobility in Europe.
- EASA. (2022). Vertiports Prototype Technical Specifications.
- EVE Air Mobility, Skyports & L3Harris (Eds). (2022). Miami-Dade Air Mobility Blueprint—Phase 1: An Ecosystem to Launch And Scale Urban Flights.
- EVE Air Mobility. (2023). Eve Air Mobility Second Quarter 2023 Results.
- FAA. (2022). Airport Engineering Briefs, EB 105, Vertiport Design.
- Fadhil, D. N.,(2018), A GIS-based Analysis for Selecting Ground Infrastructure Locations for Urban Air Mobility, Ph.D Dissertation. Technical University of Munich.
- Gonzalez, C. J., et al. (2022). Rooftop-Place Sustainability Analysis for Urban air Mobility. Carlos Granell Canut. PhD GEOTEC universitat.
- Groupe ADP. (2024). VERTIPOINT DE PARIS-AUSTERLITZ: PRÉSENTATION DU PROJET D'INFRASTRUCTURE TEMPORAIRE POUR L'ACCUEIL DES eVTOL,
- Johnston, T., Riedel R., Sahdev, S. (2020). To take off, flying vehicles first need places to land. McKinsey center for future mobility, 2-8.
- LADOT. (2021), Urban Air Mobility-Policy Framework Considerations. Los Angeles Department of Transportation.
- Mendonca, N., Murphy, J., Patterson, M. D., Alexander, R., Juarez, G. and Harper, C. (2022). Advanced Air Mobility Vertiport Considerations: A List and Overview. AIAA AVIATION 2022 Forum.
- NASA. (2020). UAM Vision Concept of Operations (ConOps) UAM Maturity Level (UML) 4, v1.0.

Rahman, B., Bridgelall, R., Habib, M. F., & Motuba, D. (2023). Integrating Urban Air Mobility into a Public Transit System: A GIS-Based Approach to Identify Candidate Locations for Vertiports. *Vehicles*, 5(4), 1803-1817. <https://doi.org/10.3390/vehicles5040097>

Tarafdar, et al. (2019). "Urban air Mobility Regional Landing Site Feasibility and Fare Model Analysis in the Greater Northern California Region", 2019 Integrated Communications, Navigation and Surveillance Conference(ICNS), Herndon, VA, USA, pp.1-11, Jun. 2019.

UK Air Mobility Consortium. (2022). Urban Air Mobility Concept of Operations for the London Environment.

WSDOT. (2020). Washington Electric Aircraft Feasibility Study. WSDOT Aviation Division.

[법령 및 인터넷 자료]

국토교통부. "UAM 팀코리아, 정책, 기체·운항 등 5개 실무분과 체제 구축". 2023.5.12.

국토교통부. "도심항공교통(UAM) 전용 항공지도 출시". 2023.9.13.

국토교통부 브이월드. https://map.vworld.kr/map/ws3dmap.do?initTab=layer&initMode=2D&lyrId=LYRIDE_0000000000171(검색일: 2024.06.16.)

도심항공교통 활용 촉진 및 지원에 관한 법률 제2조 제1호.

드론원스톱 민원서비스 홈페이지. <https://drone.onestop.go.kr/common/flightArea> (검색일 : 2024.06.16.)

미디어제주. "하늘에서 연결되는 제주...UAM 버티포트 계획 본격화". 2024.03.06. <https://www.mediajeju.com/news/articleView.html?idxno=350489>

항공정보통합관리시스템. <http://aim.koca.go.kr>(검색일 : 25.01.20)

Archer. (2023). United Airlines And Archer Announce First Commercial Electric Air Taxi Route In Chicago. <https://archer.com/news/united-airlines-and-archer-announce-first-commercial-electric-air-taxi-route-in-chicago>(검색일 : 24.3.20.)

<https://presse.groupeadp.fr/first-vertiport-pontoise/?lang=en>(25.01.20)

<https://verticalmag.com/opinions/will-paris-see-a-floating-vertiport-for-evtol-trials-in-2024>(검색일 : 25.01.20)

Q GIS Tutorials and Tips. https://www.qgistutorials.com/en/docs/3/multi_criteria_overlay.html(검색일 : 2024.06.15.)

The Electric VTOL News by the Vertical Flight Society, Uber Elevate eCRM-004. <https://evtol.news/uber-elevate-ecrm-004/> (검색일 25.01.18.)

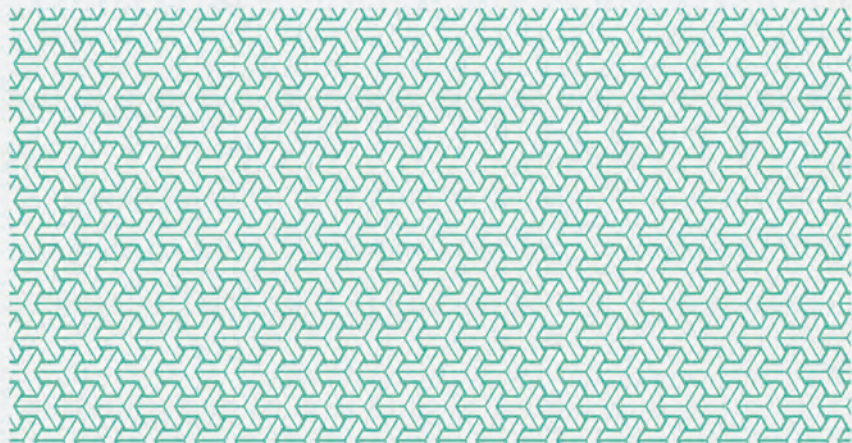
Volocopter. (2023). Volocopter Dazzles with First Flight in New York City. <https://www.volocopter.com/en/newsroom/vc-flies-in-nyc>(검색일 : 24.3.20)

[단행본 및 기타자료]

권오정. (2018). 다기준 의사결정 방법론 이론과 실제. 북스힐.

제주도. (2025). 제주 UAM 버티포트 건설공사 기본계획 수립 용역. 착수보고.

A Study on Building Selection Criteria for Urban Air Mobility's Rooftop Vertiport



Nam, Seongwoo

Cho, Sangkyu

Kwon, Okyu

Oh, Minjung

1. Introduction

The key components of UAM commercialization services are aircraft (eVTOL) and vertiports. While eVTOL development has progressed significantly through aviation safety certifications, vertiports lack clear design standards and classifications. Vertiport installation and design determine the functionality and route expansion of UAM, making their development essential for successful commercialization.

In high-density urban areas like Seoul, securing open spaces for vertiports is challenging. Therefore, existing buildings closely located to public facilities, transport hubs, and emergency medical centers must be prioritized.

This study aims to establish criteria for selecting existing buildings capable of rooftop vertiport installations based on the classification outlined in Annex 3 of the Enforcement Decree of the Act on Promotion and Support of Urban Air Transportation Utilization.

This study focuses on developing selection criteria for buildings suitable for rooftop vertiport installation to support UAM deployment and commercialization. The research analyzes the applicability of proposed criteria and identifies suitable buildings in Seoul's Gangnam District. Gangnam District is ideal for this analysis due to its diverse scenarios, including no-fly zones, metropolitan transit hubs, and central business areas.

The study employed literature reviews and case analyses to systematically compile factors for UAM vertiport site selection. Expert advisory panels were convened four times to refine the selection elements and establish priority criteria.

Using Q-GIS, spatial data for 19,723 buildings in Gangnam District were constructed and analyzed. The evaluation focused on criteria relevant to commuting and business services. Certain criteria, such as parking availability and power supply, were excluded due to data limitations.

2. Derivation of Selection Criteria

Unlike helicopters, UAM has emerged as an alternative urban transportation network and a strategic national industry. Establishing UAM infrastructure, particularly accessible vertiports, is crucial. High urban density and real estate costs make independent landing facilities impractical, necessitating rooftop installations on existing buildings.

Challenges include regulatory relaxation, additional infrastructure requirements, and construction costs. Initial deployment in low-density areas is recommended, with expansion into urban centers.

Ninety elements related to UAM vertiport installation and operation were derived from literature and case studies, categorized into planning/operation, legal/societal acceptance, location, and building characteristics.

These elements were reorganized into three categories:

- Location Environment: High population and workplace density, public transit connectivity, and accessibility.
- Building Characteristics: Suitable zoning (commercial, office, medical), helipad availability, building height regulations, and ownership.
- Operational Environment: Rooftop space availability, load capacity, power supply, noise mitigation, and privacy considerations.

3. Establishing Building Selection Criteria for Rooftop Vertiports

Criteria were established based on service types:

- Public Services: Emergency transport, firefighting, and rescue operations were prioritized due to safety and speed requirements.
- Commercial Services: Commuting, business, tourism, and logistics services were assessed for commercialization potential.

The selection process involves:

- Preliminary Review: Analyzing regional traffic, physical environments, and UAM operational conditions.

- Service Type Determination: Selecting UAM services suitable for the area, categorizing criteria into essential/optional/excluded items, and assigning weights.
- Evaluation Framework: Developing and validating evaluation formulas for criteria.
- Spatial Analysis and Selection: Identifying optimal buildings through spatial analysis based on evaluation results.

4. Application of Evaluation Indicators to Gangnam District

Evaluation indicators were applied to buildings in Gangnam District, categorizing them into five grades. The top grade (Grade 1) included buildings scoring between 52.5 and 62.3 points, with 31 buildings identified as Grade 1. These buildings were predominantly located in high-density areas such as Yeoksam 1-dong and Nonhyeon 2-dong, featuring commercial, office, and medical facilities.

Most Grade 1 buildings were within 500 meters of a subway station, demonstrating strong public transit connectivity. However, a significant proportion were in no-fly or restricted flight zones, requiring regulatory adjustments for rooftop vertiport installations.

Grade 2 to 5 buildings also showed potential, particularly those outside restricted zones, suggesting that regulatory relaxation could enable their use.

5. Conclusion

This study established criteria and evaluation methods for selecting buildings suitable for rooftop vertiports in high-density urban areas. Key findings include:

- Many buildings have suitable locations for UAM operations, considering population density, transit connectivity, and zoning.
- A significant number of buildings are in no-fly or restricted zones, highlighting the need for regulatory adjustments.

Recommendations include improving data accuracy, adopting diverse analytical methods, and promoting multidisciplinary research. Long-term studies considering urban development and technological advancements are also essential.

Rooftop vertiports represent a transformative approach to urban transportation, requiring not only technological advancements but also societal consensus, legal reforms, and sustainable policies for successful implementation.

Keywords :

Urban Air Mobility, Rooftop Vertiport, Building, Selection Criteria, Assessment Indicator

