User-centered Advanced Air Mobility(AAM) Cabin Spatial Design

Jaehyun Lee[1], Kicheol Pak[2]

Abstract

Background: The future of air mobility (AAM, Advanced Air Mobility) is gaining attention as a significant alternative to address the congestion issues in already saturated urban ground transportation. The emergence of AAM promises to bring about numerous transformations beyond just providing a new mode of transportation. Given that AAM represents a new form of air mobility, there is a need for research on its interior space. Methods: This study explores the constraints and characteristics of AAM's interior space, categorizing its usage into short-distance and medium-distance and researching corresponding interior design layouts. The research methodology involves examining the development trends of companies involved in future air mobility, investigating the features of the interior spaces of the aircraft they are developing, and conducting in-depth interviews with industry professionals and potential customers to understand the needs during flight. Results: The study divided the travel distance into short and medium and categorized them as 6-seater and 4-seater, accordingly, optimizing user experience for the confined space. The modular frame structure for seats was proposed to allow diverse configurations based on the purpose. Design solutions for storage in narrow spaces, such as utilizing modular panels for door design, were suggested. Additionally, the arrangement and direction of seats were researched to minimize psychological discomfort in the limited space. Conclusion: In conclusion, this study provides insights into various UX-focused interior design layouts for the future of air mobility, overcoming constraints of confined spaces. The research outcomes can serve as foundational material for diverse aircraft development in the future.

Keywords

Advanced Air Mobility
AAM
Mobility Cabin Design
Mobility UX

Article Info

Citation: Citation: Lee, J. & Pak, K. (2024). User-centered Advanced Air Mobility(AAM) Cabin Spatial Design. *Journal of Industrial Design Studies, 18*(1), 111-126. https://doi.org/10.37254/ids.2024.03.67.08.111

Received: Jan. 22. 2024
Accepted: Feb. 28. 2024
Published: Mar. 31. 2024

Author Note

[1] First Author: Airbility Inc., Seongnam, Korea

[2] Corresponding Author: Division of Mechanical System Design Engineering, Hongik University, Seoul, Korea; hide@hongik.ac.kr

doi: 10.37254/ids.2024.03.67.08.111

사용자 중심의 미래 항공 모빌리티(AAM) 캐빈 공간 디자인 연구

이재현[1], **박기철**[2]

초록

연구배경: 미래 항공 모빌리티(AAM, Advanced Air Mobility)는 이미 포화상태에 이른 도시의 지상 교통체증 문제해결을 위한 중요한 대안으로 주목받고 있다. 도심의 버티포트를 기반으로 근거리 및 중거리 항공 운송을 수행하는 AAM의 등장은 시간 절약, 환경 보호, 라이프 스타일의 변화, 새로운 산업 창출 등 새로운 이동수단을 넘어 많은 변혁을 가져올 것이다. AAM은 기존에 없던 새로운 방식의 항공 모빌리티이기 때문에 이에 맞는 캐빈 공간 연구가 필요하다. 본 논문에서는 AAM의 캐빈 공간에 대한 제약사항과 특징 등 여러가지 배경을 알아보고, 사용목적에 부합하는 디자인 레이아웃을 연구해 보았다. **연구방법:** 미래 항공 모빌리티를 연구중인 기업들의 개발 동향을 살펴보고 각 기업들이 개발중인 기체의 캐빈 공간별 특징을 조사하였다. 관련산업 종사자 및 잠재고객군을 대상으로 한 심층인터뷰 진행을 통해 비행 이동시 니즈를 발굴하였으며 AAM의 특징과 인터뷰 결과를 종합하여 하여 연구를 위한 캐빈공간을 설정하였다. 이를 바탕으로 모듈식 시트디자인, 편의기능, 도어, 좌석의 배치 등 미래 항공 모빌리티의 UX를 고려한 다양한 캐빈 공간 디자인 레이아웃에 대한 디자인 연구를 진행하였다. **연구결과:** 캐빈 공간의 크기와 형태에 대한 제원을 설정하고, 이동거리를 단거리와 중거리로 나누어 각 목적에 부합하는 공간 레이아웃을 연구하였다. 이동이 불가능한 제한된 공간에 머물러야 하는 특성상 최적화된 사용자 경험 제공을 위해 단거리와 중거리를 각각 6인승과 4인승으로 구분하였으며, 시트는 모듈식 프레임 구조를 적용하여 목적에 맞는 다양한 구성이 가능하도록 디자인하였다. 좁은 공간에서의 수납을 위해 모듈형 패널을 활용한 도어 디자인을 제안하였으며, 시트의 배치와 방향을 다양하게 연구하여 제한된 공간에서 사용자가 느낄 심리적 부담감을 최소화하였다. **결론:** 이번 연구를 통해 제한된 공간을 극복하는 사용자 관점의 미래 항공 모빌리티 캐빈 공간 디자인 레이아웃에 대해 예측해 볼 수 있었다. 본 연구결과를 바탕으로 다양한 기체개발에 기초자료로 활용될 수 있기를 기대한다.

중심어

미래 항공 모빌리티
AAM
모빌리티 캐빈 디자인
모빌리티 UX

저자 주

[1] 주저자: 에어빌리티 주식회사, 성남, 한국

[2] 교신저자: 홍익대학교 기계시스템디자인공학과, 서울, 한국; hide@hongik.ac.kr

미래 항공 모빌리티(AAM) 캐빈 공간의 디자인 요소에 대한 고찰

자동차의 대중화는 인류의 삶을 더 나은 방향으로 인도함과 동시에 여러가지 부작용 또한 만들었다. 인류가 배출하는 연간 이산화탄소 배출량 510억 톤 중 교통과 운송 등 이동의 영역에서 16%의 이산화탄소가 만들어지고 있으며, 그 중 자동차와 오토바이, 버스 등 지상 이동수단이 차지하는 비중은 77%에 이른다 (Gates, 2021). 뿐만 아니라 교통혼잡 문제 또한 심각한 수준에 이르고 있다. 서울의 경우 도시에서 도로가 차지하는 비중은 23% 이상이며 주차장의 주차 면수는 450만여 면으로(Seoul Open Data Plaza, 2024), 이를 면적으로 단순 환산하면 주차 면적의 합은 서울시 면적의 8.5%[1]에 이른다. 때문에 최근 전동화와 자율주행 기술을 필두로 교통혼잡 문제를 해소할 수 있는 다양한 대안 모빌리티에 대한 연구가 이어지고 있으며 미래 항공 모빌리티(AAM, Advanced Air Mobility) 또한 좋은 대안 중 하나로 주목받고 있다. 한편, AAM은 밀폐된 환경이나 제한적인 공간 등 항공 모빌리티의 특성을 감안하여 디자인을 전개할 필요성이 있다. 본 연구는 '미래 항공 모빌리티의 캐빈 공간은 어떤 부분을 우선으로 고려하여 디자인해야 하는가?' 라는 문제 인식으로부터 출발하였다. 다양한 미래 항공 모빌리티의 캐빈 디자인 사례를 취합하여 분석하고, AAM의 실내 공간을 도심 항공 모빌리티(UAM, Urban Air Mobility)와 지역간 항공 모빌리티(RAM, Regional Air Mobility) 두 축으로 분리하여 각 사용 목적에 맞는 캐빈 공간 레이아웃 연구를 통해 미래 항공 모빌리티 캐빈 디자인의 고려 요소와 방향성을 제시하고자 한다.

미래 항공 모빌리티(AAM) 배경

AAM의 정의 및 특징

공유 모빌리티 플랫폼 회사인 우버(Uber)는 자회사 우버 엘리베이트(Uber Elevate)[2]를 통해 2016년 '우버 백서(Fast-Forwarding to a Future of On-Demand Urban Air Transportation)'를 발표하였다. 우버 백서에는 UAM을 단순히 하나의 모빌리티로써 정의하는 것을 넘어 UaaS(UAM as a Service)의 관점에서 도심 항공 모빌리티의 미래를 예측했으며, 이는 이후 전세계의 다양한 기업들이 UAM 관련 산업으로 진

[1] 주자면적의 경우 지하주차장이나 주차타워 등 용적률의 개념이므로 엄밀히 계산하면 대지면적에 적용하는 것에는 맞지 않으나, 면적을 가늠하는 목적으로 단순 환산하여 적용하였다.

[2] 우버의 항공 공유 사업을 담당하는 자회사로, 2020년 전기 수직 이착륙 항공기 개발 회사인 조비 에비에이션(Joby Aviation)에 매각되었다.

입하도록 하는 계기가 되었다. 한편, UAM은 도심 내 항공 교통으로써 단거리 수송을 목적으로 하며, RAM은 지역간 항공 교통으로써 도심간 이동이나 도서지역으로의 연결 등 더 넓은 지역간 사람이나 화물의 운송을 목적으로 한다. AAM은 이 두가지를 포괄하는 개념이다. 미국 항공우주국 NASA는 기존에 존재하던 여러가지 미래 항공 모빌리티의 개념을 포괄하여 '혁신적인 새 항공기를 사용하여 지역, 지역간, 도시 간 등 이전에는 기존 항공 서비스가 닿지 않았거나 서비스가 부족했던 지역에 사람과 화물을 운송하는 개념의 모빌리티'로 AAM이라는 명칭을 최초로 제안하였다(Hill et al., 2020). 이후 AAM이라는 명칭은 미래 항공 모빌리티를 포괄하는 용어로써 현재까지 일반적으로 사용되고 있다.

AAM은 전기 수직 이착륙 방식(eVTOL, electric Vertical Take-Off and Landing)을 사용하기 때문에 도심으로의 접근이 용이하여 승객에게 빠른 접근성을 제공할 수 있으며, 전기 에너지 사용으로 환경오염 문제 해결에도 이바지할 것으로 예상된다. 이와 같은 AAM의 특징은 시간절약, 친환경, 새로운 라이프 스타일로의 변화, 새로운 산업 창출로 요약할 수 있다.

AAM의 시장 규모 전망

모건 스탠리(Morgan Stanley) 보고서에 따르면 AAM의 시장 규모는 2035년 255억 달러(한화 약 29조 원)에서 2040년 1조 달러(한화 약 1,140조 원), 2050년경에는 9조 달러(한화 약 9,900조원)의 규모로 성장할 것으로 전망하고 있다(Jonas et al., 2021). 또한 KPMG는 2030년이 되면 전 세계에서 매년 1200만명, 2050년에는 4억 5000만명이 UAM을 이용할 것으로 내다봤다(Yim & Yeom, 2020).

미래 항공 모빌리티 공간 분석

항공 모빌리티의 구성요소 및 특징

전기 수직 이착륙 방식을 사용하게 되면 내연기관에 비해 부속품 개수가 최대 1000분의 1까지 줄어든다(Seo, 2021). 때문에 최근에는 항공 모빌리티 개발 경험이 없는 많은 기업들까지 앞다투어 AAM 기체개발을 하고 있다. 하지만 전기 동력을 사용하여 구조적 단순함의 이점이 있을지라도 항공 모빌리티는 지상 모빌리티와는 다른 고유한 특성을 가진다. 항공 모빌리티가 가진 사용자 관점의 특성을 정리하면 다음과 같다.

1. 폐쇄성: 일반적으로 항공기는 기압과 속도 등을 고려할 때 밀폐된 환경에서 운항해야 하므로 사용자는 운항 중에 창문이나 도어를 개방할 수 없는 폐쇄적인 환경에 처한다. 대형 항공기와는 다르게 작은 공간에서 밀폐된 환경에 놓이게 되면 사용자는 심리적으로 압박을 받을 수 있다. 따라서 적절한 조명이나 외부 조망의 조절 등을 활용해 심리적인 안정을 주는 것이 중요하다.
2. 공간의 제약: 항공 모빌리티는 공력 향상에 최적화된 동체 단면을 가지기 때문에 동체의 단면은 원형에 가까운 형태이며, 이는 사용자 관점에서 발 밑과 머리 공간이 협소해지는 결과를 가져온다. 항공 모빌리티의 캐빈 공간 구성에 있어 이 부분은 제약조건이 되며, 이러한 제약을 극복하고 사용자에게 물리적, 심리적 독립 공간을 제공하는 것이 중요하다.
3. 경량성: 항공기에서는 무게 배분을 관리하기 위해 엄격한 운항 규정이 존재한다. 대형 항공기는 많은 승객을 수용하므로 무게 배분이 상대적으로 용이하지만 상대적으로 크기가 작은 AAM의 경우 승객과 수하물이 무게중심(CG, Center of Gravity)에 미치는 영향이 커지므로 이를 위한 세심한 관리가 필요하다.

AAM 개발 동향 및 캐빈 디자인 사례

수직 비행 협회(The Vertical Flight Society)에 따르면, 2023년 기준 전세계의 미래 항공 모빌리티 콘셉트 디자인은 약 900여개 이상이 존재한다(2023). 각 기업들은 승객운송을 위한 유인기체, 물류운송을 위한 무인기체 등 다양한 목적의 AAM 기체를 개발 중에 있다. 이 중 승객 운송을 위한 기체 개발을 주 목적으로 하는 기업들이 공개한 콘셉트 모델 중 대표적인 사례를 선별하여 캐빈 공간 디자인의 특징을 분석해 보았다.

- 릴리움(Lilium): 독일에서 설립된 팬제트(Fan Jet) 기반의 AAM 기업이다. 릴리움에서 개발중인 릴리움 젯(Lilium Jet)은 승객 6명과 조종사 1명을 포함하여 최대 7명까지 탑승 가능하며 승객 공간은 4인승과 6인승 두가지 버전이 존재한다. 4인승과 6인승의 시트는 동일하며, 4인승의 경우 6인승 대비 넓은 공간을 활용해 대면형의 좌석배치를 채택하고 있다. 승객 공간의 맨 뒤에는 짐을 보관하기 위한 공간이 따로 배치되어 있으며, 기체 중앙부를 통로로 활용한다.
- 버티컬(Vertical): 5인승 기체인 VX4를 개발중인 영국기업으로, 승객 공간은 4인이 서로 마주보는 형태로 구성되어 있으며 각 시트는 라운지 시트 방식으로 서로 유기적으로 연결되어 있어 편안한 인상을 준다. 시트를 비롯한 캐빈의 컬러는 상하를 투톤으로 나누어 수평적인 연결감을 강조하였다. 시트가 서로 마주보는 상태로 고정되어 있어 다른 활용이 불가능하다는 점과 라운지 형태의 시트를 채용함으로써 기체의 무게가 증가될 우려가 있는 점은 단점이라고 할 수 있다.
- 아처(Archer): 미국 기업으로 5인승 기체인 미드나잇(midnight)을 개발 중이다. 승객석은 2열 4인승의 구조로 되어 있으며 조종석 공간과 승객석 공간이 격벽으로 분리되지 않아 테러와 같은 항공 안전에 취약하다는 단점이 있다. 시트의 헤드레스트 부분이 승객의 시선 옆면 부분까지 연장되어 있고 승객 사이 공간에 위치한 콘솔부가 높은 위치까지 올라와 있어 각각의 승객들이 독립된 공간감을 느낄 수 있는 구조를 가지고 있다.

- 위스크(Wisk): 자율비행 에어택시인 제너레이션 6(Generation 6)를 개발중인 미국기업이다. 파일럿이 없이 승객만 최대 4명 탑승하기 때문에 공간 활용면에서 장점을 지니고 있다. 캐빈 디자인은 복잡함을 덜어내고 간결하게 처리하였으며 각 승객을 위한 디스플레이가 배치되어 있어 자율주행에 따른 비행상황 커뮤니케이션을 도와주는 역할을 하고 있다.

각 기업들의 캐빈 공간의 이미지와 특징을 정리하면 표 1과 같다.

Table 1

Comparison of Interior Design by eVTOL Company

제조사	기체명	캐빈 공간 이미지	탑승인원		특징
Lilium	Lilium Jet		Pilot	1	-4인승과 6인승 두가지 운영 - 가운데 통로 배치 - 뒤편에 별도의 짐 공간 확보
			Passenger	4 or 6	
Vertical	VX 4		Pilot	1	- 대면식 시트 배열 - 라운지식 시트 디자인 - 수평감을 강조한 투톤 컬러 적용
			Passenger	4	
Archer	Midnight		Pilot	1	- 조종석 격벽 미적용 - 독립적인 공간감 확보
			Passenger	4	
Wisk	Generation 6		Pilot	0	- 자율주행으로 조종석 없음 - 간결한 캐빈 디자인 -1열 승객의 개방감 극대화
			Passenger	4	

한편, 디자인 사례조사를 통해 미래 항공 모빌리티의 콘셉트는 일반적인 대형 항공기와는 다르게 다양한 시트 배열을 적용하고 있음을 확인할 수 있었다. 릴리움의 경우 4인승은 대면식 배열을, 6인승은 앞보기 배열을 적용하였으며 버티컬의 경우 대면식의 시트 배열만을 채택하고 있다. 고정된 배열을 벗어나 다양한 좌석배치를 시도하는 것은 더욱 다양한 사용자 경험을 위한 것임을 추론할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 사용자 관점에서 실제로 선호하는 좌석의 배치가 무엇인지 조사하고 이를 연구결과에 반영하였으며, 더 나아가 좌석간 칸막이의 적용이나 수납공간의 활용여부 등 사용자들이 필요로 하는 요소에 대한 가설을 기반으로 선호도를 조사하여 그 결과를 캐빈 공간에 함께 적용하였다.

심층 인터뷰

앞서 추론한 가설을 검증하기 위해 항공 관련 업계 종사자 및 잠재고객 6명을 대상으로 심층인터뷰를 진행하였다(표 2). 인터뷰를 통해 중점적으로 도출하고자 한 점은 좌석의 배치방향 선호도, 각종 편의사양의 활용여부, 비행시간에 따른 활동 등이었으며 인터뷰를 통해 사용자 관점의 니즈를 파악할 수 있었다.

Table 2

In-depth Interview Summary

인터뷰 대상자 정보						
나이 / 성별	33 / 남	36 / 남	32 / 여	42 / 남	38 / 남	29 / 여
직업	항공업	영업직	항공업	전문직	항공업	디자이너

인터뷰 질문		
	질문 내용	**답변결과 요약**
좌석배치	낯선 사람과 탑승할 경우, 어떤 좌석 배치를 선호하십니까?	앞보기 방향 선호
	가족, 친구와 탑승할 경우, 어떤 좌석 배치를 선호하십니까?	앞보기 방향 선호
편의사양	좌석에 비치되어 있는 수납공간/콘솔을 활용하십니까?	활용도 높음
	기내에서 제공하는 담요나 기타 비품을 활용하십니까?	활용도 높음
	좌석간 칸막이가 있다면 활용하시겠습니까?	활용도 낮음
기내활동	2-3시간 비행시 기내에서 어떤 활동을 하십니까?	휴식, 수면 등 개인 활동 위주
	1시간 이내 비행시 기내에서 어떤 활동을 하십니까?	대화, 풍경감상, 휴식 등 다양한 활동

인터뷰 결과를 통해 운항거리와 시간에 상관없이 마주보는 좌석배치는 모두 비선호함을 도출할 수 있었다. 따라서 본 연구에서는 대면식 좌석배치는 제외하는 대신 앞보기 배치를 보다 세분화하는 것으로 연구방향을 설정하였다. 수납 등 편의사양의 경우 활용도가 높기 때문에 적용은 하되 기체의 경량화를 고려한 디자인 방향성에 대한 연구가 필요하며, 좌석간 칸막이의 경우 활용도가 낮게 나왔는데 이는 옆사람과의 소통을 위해서가 아닌 칸막이 적용으로 인한 답답한 느낌이 싫다는 이유 때문으로 여전히 독립적인 공간에 대한 선호도는 높았기 때문에, 칸막이 없이 독립공간을 확보할 수 있는 방안에 대한 연구가 필요함을 인식할 수 있었다. 기내활동의 경우 이동시간별 니즈가 달랐으므로 각 목적에 부합하는 공간연구가 필요하다는 결론을 도출할 수 있었다. 인터뷰 결과를 기반으로 연구의 방향성을 표 3으로 정리하였다.

Table 3

Direction of Research Based on In-Depth Interviews

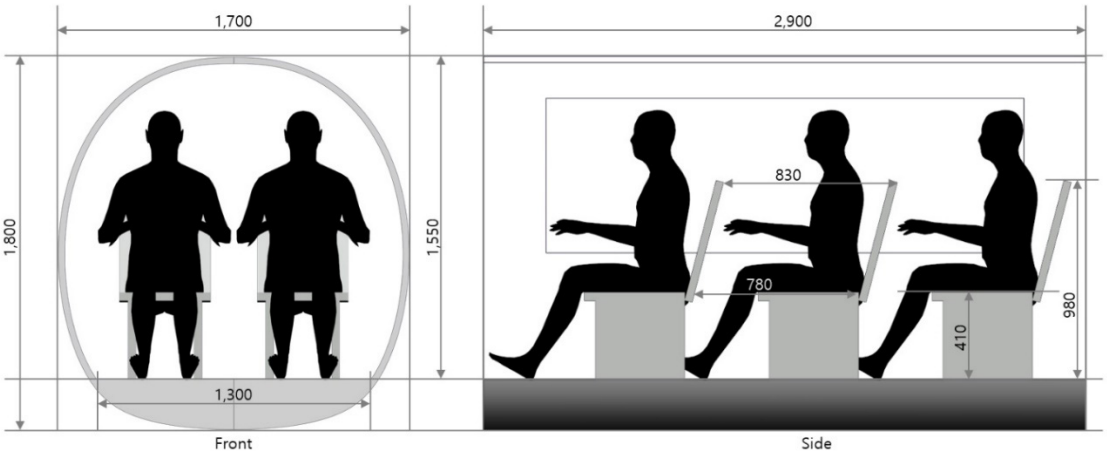
항목		연구 방향성	비고
좌석배치	앞보기 시트 배열	적용	앞보기 방향을 기반으로 다양한 수요대응 연구
	마주보기 시트 배열	미적용	수요 미비함
편의사양	콘솔	적용	한정된 공간에서 효율적인 적용방안 연구
	수납공간	적용	다양한 비품 보관용
	좌석간 칸막이	미적용	개인공간 확보 니즈는 여전히 존재
기내활동	단거리 비행시	대화, 풍경감상, 휴식 등 다양한 활동을 위한 레이아웃 연구	
	중거리 비행시	휴식을 보장할 수 있는 레이아웃 연구	

연구를 위한 캐빈공간 설정

AAM은 수직 이착륙 전용 버티포트를 활용하여 도심에서 작은 공간만으로도 수직 이착륙이 가능하다. 미연방항공국 FAA는 버티포트의 직경이 50피트(15.2m)를 넘지 않을 것으로 규정하고 있다(2022). 이는 결론적으로 기체의 크기를 제한하여 최대 승객수에 영향을 미치는 요인이 될 수 있으며, 앞서 살펴본 주요 캐빈 디자인 콘셉트 사례를 종합하면 일반적인 경우 AAM의 승객은 4명에서 최대 6명이 가능할 것으로 예상할 수 있다. 한편, AAM 기체 개발사는 항속거리 증가 등 기체의 성능을 극대화하기 위해 승객이 탑승하는 동체부의 크기는 최소화하고 날개부는 50피트에 가깝게 구성할 것으로 예측할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 최대 6명의 승객이 탑승 가능한 가장 콤팩트한 공간을 연구를 위한 기본 제원으로 산출하였다. 조종석은 조종사가 통제하는 특수한 구역에 해당하여 관련 법규나 규제에 많은 영향을 받기 때문에 이번 연구에서 제안하는 캐빈 공간의 범위는 승객 공간으로 한정하였다. 다만 항공기의 경우 테러 등 항공기 안전에 중대한 문제를 일으킬 수 있는 경우를 대비하여 조종실과 객실은 분리된 구조를 가질 것을 법으로 규제하고 있고(Choi & Ahn, 2022), 따라서 AAM 또한 같은 법을 적용할 것으로 예측되기 때문에 승객 공간은 조종실과 격벽으로 분리된 독립적인 공간으로 가정하여 연구를 진행하였다. 승객들이 기내에 탑승 중일 때 편안함 혹은 불편함을 느끼는 가장 주요한 요인으로는 좌석 간의 거리가 될 수 있으며, 관련 연구 결과에 따르면 승객이 불편함을 느끼지 않는 가장 짧은 좌석간 앞뒤 거리는 약 30~31인치로 나타났다(Winter, 2019). 이를 바탕으로 최대 6인이 탑승 가능한 3열 구성의 승객 공간을 그림 1과 같이 정의하였다. 승객 공간의 총길이는 2,900mm로 이는 좌석간 앞뒤 거리를 약 31인치로 설정한 결과이다. 또한 동체의 폭은 1,700mm, 높이는 1,800mm로 설정하였는데 이는 성인 남성 2명이 다소 좁은 간격으로 앉을 수 있는 최소한의 범위를 기준으로 설정한 제원이다.

Figure 1

Setting the Specification of AAM's Interior Space Design



한편, 미래 항공 모빌리티는 도시내 이동, 도시간 이동, 도시와 도서지역의 연결 등 단거리 및 중거리를 빠르게 이동하기 위한 목적을 수행할 것이다. 따라서 본 연구에서는 미래 항공 모빌리티(AAM)를 도심 항공 모빌리티(UAM)와 지역간 항공 모빌리티(RAM) 두가지로 나누어 각 캐빈 공간의 시트 배열과 공간 배치에 대한 연구를 진행하였다.

AAM의 다양한 캐빈 공간 디자인 레이아웃 제안

다양한 레이아웃 구현을 위한 요소

일반적으로 자동차는 약 5년 주기로 새로운 제품을 출시하는 반면 항공기는 긴 개발 기간과 높은 개발 비용을 고려하여 단일 기종을 장기간 운영하는 특징이 있다. 예를 들어 보잉 747의 경우, 1970년 최초 비행 이후 2022년까지 50년 이상의 기간동안 단일 기종을 운영하며 승객이나 화물 수송 등 각 목적에 맞게 캐빈 공간을 다양하게 변형하여 수익을 극대화하였다. 기체 개발비가 높은 AAM 또한 이러한 항공기 개발 방식과 유사한 형태를 따를 것으로 예측할 수 있으며, 기체 제조사는 내부 공간을 다양하게 변형이 가능한 방식을 적용하여 시장의 수요에 맞춤형으로 대응해야 할 필요가 있다. 이를 위해서는 모듈화, 공용화, 내부 공간 부품의 표준화 등을 통해 효율적으로 가변할 수 있는 캐빈 공간을 계획하는 전략이 필요하다.

doi: 10.37254/ids.2024.03.67.08.111

경량 프레임 적용 시트 디자인

시트는 프레임 및 쿠션에 모듈화 구조를 적용하여 UAM과 RAM의 각 사용자 요구를 모두 수용할 수 있도록 설계하였다. 2인 시트의 경우 하단 프레임을 일체형으로 설계하여 프레임 개수의 절감을 통한 경량화를 구현하였다. 시트의 구조는 노출된 프레임 위에 손쉽게 탈부착 가능한 쿠션 구조를 적용하여 불특정 다수가 이용하는 시트의 위생 관리를 용이하도록 하였으며, 나아가 각 운영사는 컬러나 로고 등 기업의 고유한 특징을 쿠션 교체를 통해 경제적이고 간편하게 사용자에게 보여줄 수 있다.

Figure 2

AAM Interior Seat Design

시트의 헤드레스트(Headrest)는 탈부착식으로 설계하여 UAM과 RAM의 각 목적에 맞게 선택적으로 적용할 수 있도록 제안하였다. 3열 6인승으로 캐빈 공간을 구성할 경우, 6인 탑승으로 인한 총 탑재중량(Payload)의 세밀한 관리가 매우 중요하기 때문에 헤드레스트의 제거를 통해 경량화를 구현할 수 있다. 반면 4인승으로 캐빈 공간을 구성할 경우에는 승객의 총 중량은 감소할 것이므로 헤드레스트를 적용하고 수납을 위한 개인별 콘솔을 제공하는 등 편의를 위한 요소를 추가하여 보다 편안한 이동을 제공할 수 있으며 이는 장거리 운항을 위한 RAM에 적합한 형태라고 할 수 있다. 하단 프레임의 소재는 경량 알루미늄 합금을, 메인 프레임과 콘솔은 탄소 복합재를 적용하여 경량화와 함께 복잡한 구조에 대한 성형 또한 대응이 가능하다.

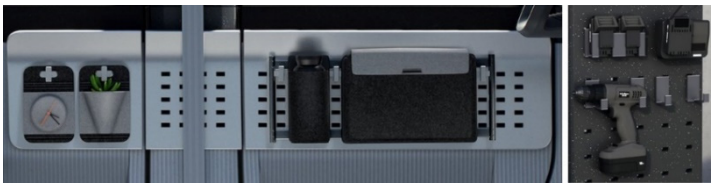
편의 공간의 구성방식

앞서 항공 모빌리티 구성요소의 특징에서 언급한 바와 같이 일반적으로 항공 모빌리티는 공력성능 최적화를 위해 기체의 단면을 원형에 가까운 형태로 설계한다. 따라서 캐빈 공간 또한 원형에 가까운 단면 형태를 지니며, 이는 공간의 제약으로 이어져 수납을 위한 편의공간을 구성하는데 불리한 점이 따른다. 다

양한 기능을 수행할 수 있는 모듈형 패널은 이러한 제약사항을 극복하는 대안이 될 수 있다. 그림 3의 사례와 같이 일정한 간격으로 형성된 타공을 활용하여 수납기능을 제공하면 주머니나 옷걸이 등 다양한 맞춤형 수납 제품을 탈부착하여 사용이 가능하고, 도어와 일체형의 디자인으로 공간 활용성을 극대화하고 중량 또한 절감할 수 있다.

Figure 3

Modular Panel Example Image

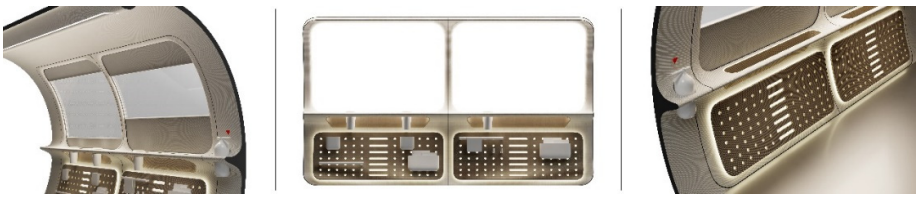


도어 디자인

도어의 경우 앞, 뒤 도어의 크기와 구조를 같게 하여 서로 호환이 가능하도록 설계하였다. 사용빈도가 높은 컵 홀더와 손잡이는 사용자의 손높이와 가까운 중앙부에 배치하였으며, 하단부에는 모듈형 패널을 적용하여 다양한 수납을 맞춤식으로 대응할 수 있도록 디자인하였다. 단순한 판형태에 탄소 복합재를 적용하여 경량성을 극대화하였으며, 표준화된 크기의 모듈형 패널은 앞, 뒤 도어에 모두 호환이 가능한 구조를 지니고 있어 부품 공용화를 통한 비용절감이 가능하도록 디자인하였다.

Figure 4

AAM Interior Door Design



창문의 경우 기본적으로는 개방감을 확보할 수 있도록 넓은 면적을 적용하되 필요에 따라서는 상, 하단을 각각 가릴 수 있는 블라인드 개폐 방식으로 개인 맞춤형 설정이 가능하도록 하여 항공 모빌리티의 특성인 폐쇄성을 극복할 수 있는 장치로 활용하였다. 사용자는 창문을 통해 들어오는 직사광선을 상단 블라인드를 통해 가리거나, 하단 블라인드를 가리고 상단 블라인드는 개방하여 지면 대신 하늘만 볼 수 있도록 설정하는 등 다양한 활용을 통해 폐쇄적인 항공기의 내부에서 심리적인 안정을 추구할 수 있다.

doi: 10.37254/ids.2024.03.67.08.111

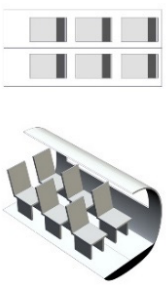
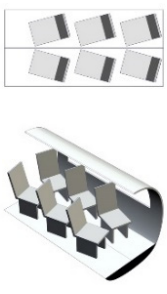
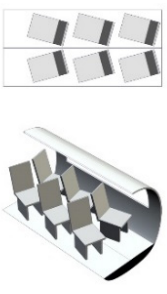
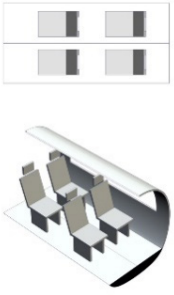
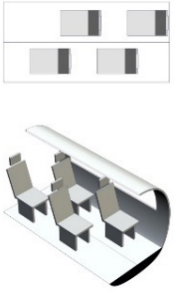
좌석의 배치

도심 항공 모빌리티(UAM)는 주로 도시 내에서 50km 미만의 거리를 30분 이하의 짧은 탑승 시간으로 운행하며, 운영사의 입장에서 되도록 많은 승객을 태우는 것이 유리하다. 따라서 UAM은 앞선 연구에서 최대 탑승인원으로 설정한 승객 6인 탑승을 기준으로 3열의 좌석배치를 하였다. 좁은 공간에서 승객들의 움직임은 제한되고 활동에 제약을 받을 수 있다. 이를 해결하기 위한 방안으로 좌석의 방향을 조절하여 시선을 외부 혹은 내부로 유도할 수 있도록 구성하였다. 좌석의 방향을 외부로 향하게 하여 독립성을 증가할 수 있으며 가족이나 친구 등 친밀함을 가진 사람과 동승시에는 좌석의 방향을 안쪽으로 향하도록 하여 시선을 안쪽으로 유도할 수 있다.

지역간 항공 모빌리티(RAM)는 최대 500km의 거리를 2시간 정도의 탑승 시간으로 운행할 것이다. 때문에 편안한 이동에 대한 요구가 단거리 항공 모빌리티에 비해 크다는 것을 앞선 인터뷰 결과를 통해 파악할 수 있었다. 따라서 RAM은 최대 탑승인원을 4인으로 제한하였으며 독립된 개인공간 확보를 극대화할 수 있는 방안에 대한 연구를 진행하였다. 지그재그 방식의 교차식 좌석 배열은 승객들의 독립성을 확보할 수 있는 좋은 방법이 될 수 있다. 교차식 좌석 배열을 통해 기체가 가진 좁은 폭의 단점을 극복하고 승객들 간의 물리적인 거리를 확보함으로써 보다 독립적인 이동 경험을 제공할 수 있다. 이러한 좌석 배치를 통해 각각의 승객을 위한 콘솔 또한 제공 가능하기 때문에 독립 수납 공간에 대한 요구를 만족시킬 수 있을 것이다. UAM과 RAM을 위한 좌석 배치 및 특징을 표 4와 같이 정리하였다.

Table 4

Seating Arrangement of AAM

목적	도심 항공 모빌리티(UAM)			지역간 항공 모빌리티(RAM)		
좌석 배치	6인승			4인승		
	기본 배치	내부보기 배치	외부보기 배치	기본 배치	지그재그 배치	지그재그 + 외부보기 배치
이미지						
주요 특징	익숙한 배치	친밀감 형성	독립성 확보	넓은 앞뒤공간	좌우 공간감 확보	독립성 극대화

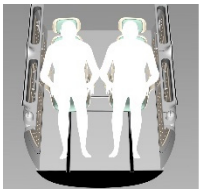
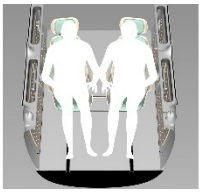
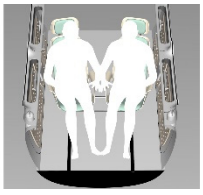
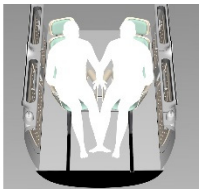
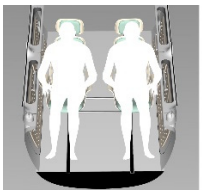
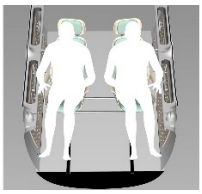
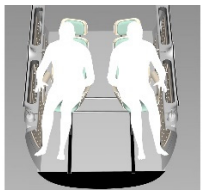
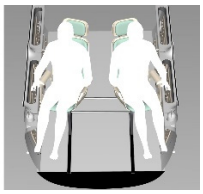
심층인터뷰 진행을 통해 마주보기 좌석배치는 선호도가 떨어짐을 확인할 수 있었으므로 연구전반에 걸쳐 마주보기 좌석배치는 사례에서 제외하였으며, 중거리 비행의 경우 대부분 휴식을 위한 공간을 선호함을 확인할 수 있었으므로 친밀감을 높이는 내부보기 배치를 제외하는 대신 지그재그식 배치를 추가하여 휴식이나 수면 등 독립적인 활동에 대한 수요를 반영하였다.

UAM을 위한 캐빈 공간 디자인 레이아웃 제안

좌석의 내부보기와 외부보기 배치를 적용하기 위해 최대 회전 각도를 데이터 검증을 통해 추론하였다. 각 5도 단위로 좌석을 회전하여 비교한 결과, 내부보기의 경우 15도 지점에서 옆사람과 발이 닿기 시작하며 20도 지점에서는 옆사람과 발이 겹치게 됨을 확인할 수 있었다. 외부보기의 경우에는 15도일 때 발공간이 도어부와 접촉하기 시작하며 20도 각도에서는 발공간이 도어부를 침범하여 사용자가 불편함을 느끼는 지점임을 확인할 수 있었으므로 좌석의 최대 회전 가능한 각도는 내부보기와 외부보기 배치 모두 각 15도로 추론할 수 있었다. 내부보기 배치는 옆사람과 보다 친밀한 소통이 가능하고, 외부보기 배치는 승객의 앉는 방향과 시선을 자연스럽게 외부로 유도할 수 있어 옆 사람과의 물리적인 거리를 넓히지 않으면서도 보다 독립적인 공간을 확보할 수 있다.

Table 5

Rotation Angle of the Seat

각도	5도	10도	15도	20도
내부보기				
외부보기				

제한된 공간에 6개의 시트가 배열되어야 하므로 시트 프레임과 쿠션은 밝은 계열의 컬러를 적용하여 자칫 복잡하고 무거워 보일 수 있는 문제를 해결하였으며, 위 연구 결과들을 바탕으로 UAM을 위한 6인 탑승 레이아웃의 캐빈 디자인에 대한 시각화를 그림 5와 같이 진행하였다.

doi: 10.37254/ids.2024.03.67.08.111

Figure 5

Interior Design Layouts for Urban Air Mobility

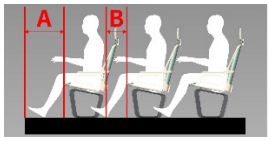
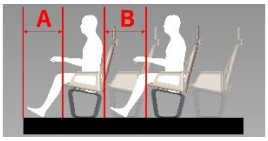
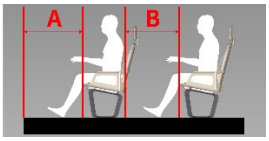
기본 배치	내부보기 배치	외부보기 배치

RAM을 위한 캐빈 공간 디자인 레이아웃 제안

RAM은 4인승 좌석 배치를 통해 6인승 대비 넓은 앞뒤 공간을 확보하여 중거리 승객들의 편안한 이동을 고려하였으며 개인 수하물의 보관공간 또한 확보하였다. 앞서 좌석의 배치 연구에서 독립된 개인공간 확보를 위해 도출한 지그재그 배치의 공간감을 확인하기 위해 6인승과 좌석간 거리를 비교하여 위치를 설정하였다. 데이터를 통한 거리비교 결과 6인승의 좌석간 거리는 265mm, 4인승 지그재그 배치의 좌석간 거리는 540mm로 나타났으며, 이는 지그재그 배치의 경우에도 좌석간 거리는 6인승보다 더 넓게 확보하면서 옆자리 승객과의 대각선 배치를 통해 물리적인 거리 또한 확보 가능하기 때문에 휴식 등 독립적인 활동을 위해 효과적인 디자인 레이아웃임을 추론할 수 있었다. 아울러 지그재그 레이아웃에 더해 좌석을 외부로 15도 회전하면 보다 극단적인 독립 레이아웃 구현이 가능할 것이다.

Table 6

Compare Seat Distance

	비교군 (6인승)	4인승 지그재그 배치	4인승 일반 배치
			
좌석간 거리	A: 510 mm, B: 265mm	A: 510mm, B: 540mm	A: 780mm, B: 705mm

RAM은 UAM 대비 상대적으로 적은 인원이 중거리를 이동하기 때문에 무게감이 있는 색상을 적용하여 안정감을 강조하였으며, 이를 기반으로 캐빈 디자인의 시각화를 그림 6과 같이 진행하였다.

Figure 6

Interior Design Layouts for Regional Air Mobility

기본 배치 | 지그재그 배치 | 지그재그 + 외부보기 배치

결론

본 연구에서는 교통 문제와 환경오염 문제를 해결할 수 있는 대안으로 주목받고 있는 미래 항공 운송수단인 AAM의 캐빈 공간을 구성함에 있어 고려해야 할 요인들을 살펴보고 사용자 관점의 캐빈 공간 레이아웃과 디자인을 고찰해 보았다. AAM은 폐쇄성, 공간의 제약, 경량성을 주요 특징으로 요약할 수 있으며 이러한 특징에 기반하여 승객이 거주하는 캐빈 공간의 크기를 설정하고 경량화를 위한 모듈식의 부품 구성을 통해 미래 항공 모빌리티를 위한 최적의 캐빈 공간 구성에 대한 결론을 도출할 수 있었다. 시트의 경우 경량화를 위해 프레임 구성을 최적화하고 심층인터뷰 결과에 따라 앞보기 방향을 기준으로 다양한 기능을 수행할 수 있는 방안에 대한 세부 연구를 하였으며 방향 조절과 지그재그 배치 등 독립공간을 확보할 수 있는 다양한 아이디어를 기반으로 좌석의 회전각도 및 좌석간 거리를 데이터로 도출하여 결과물에 적용하였다. 도어의 경우 수납공간은 공간의 제약을 고려하여 도어 일체형 모듈식 패널을 적용하였으며, 창문은 상단과 하단의 독립된 블라인드 방식을 통해 사용자가 원하는 시야를 유기적으로 확보하여 폐

쇄성을 극복할 수 있도록 하였다. 이러한 미래 항공 모빌리티를 위한 다양한 캐빈 공간 레이아웃과 디자인 연구는 향후 AAM 개발시 사용자와 제작자 모두에게 시사점을 제공할 수 있을 것이다. 한편 AAM은 현재 상용화 이전 단계이고 실제 사용자 경험은 축적되지 않았기 때문에 본 연구결과가 아직은 이론적인 수준에 머무를 수 있는 한계 또한 존재하며, 향후 기체의 상용화가 이루어지는 시점에는 보다 실질적인 연구가 가능하리라 기대해 본다.

참고문헌

Choi, J., & Ahn, H. (2022). A Study on Overseas Operations Aircraft in the Aviation Act. *The Korean Journal of Air & Space Law and Policy, 37*(3), 183. doi: 10.31691/KASL37.3.7

FAA. (2022, September 21). *Engineering Brief No. 105, Vertiport Design.* Federal Aviation Administration. https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/eb-105-vertiports.pdf

Gates, B. (2021). *how to avoid a climate disaster.* Gimmyuong. 187-194.

Hill, B.P., DeCarme, D., Metcalfe, M., Griffin, C., Wiggins, S., Metts, C., Bastedo, B., Patterson, M.D., & Mendonca, N.L. (2020, December 2). *UAM Vision Concept of Operations (ConOps) UAM Maturity Level (UML) 4.* National Aeronautics and Space Administration. https://ntrs.nasa.gov/citations/20205011091

Jonas, A., Liwag, K.T., Shanker, R., Sharpe, M., Kovanis, B., Silverberg, E., Zaghi, E., & Pasterchick, M. J. (2021, May 6). *eVTOL/Urban Air Mobility TAM Update: A Slow Take-Off, But Sky's the Limit.* Morgan Stanley. https://advisor.morganstanley.com/the-busot-group/documents/field/b/bu/busot-group/Electric%20Vehicles.pdf

Seo, S. (2021). *The Future of Mobility.* Bannibook. 146.

Seoul Open Data Plaza. (2024, February 16). *Seoul Parking Lot Statistics.* Seoul Open Data Plaza. https://stat.eseoul.go.kr:443/statHtml/statHtml.do?orgId=201&tblId=DT_201004_O100013_2016&conn_path=I2

The Vertical Flight Society. (2023). *eVTOL Aircraft Directory.* The Vertical Flight Society. https://evtol.news/aircraft

Winter, S.R. (2019). Government Seat Pitch Regulation of Commercial Airlines: A Multi-Study of Consumer Perceptions. *Collegiate Aviation Review International, 37*(2), 11. http://ojs.library.okstate.edu/osu/index.php/CARI/article/view/7891/7295

Yim, D., & Yeom, I. (2020). Getting Mobility Off the Ground. *Samjong Insight. 2020*(70), 17-19. https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/kr/pdf/2020/kr-insight70-urban-air-mobility-20200323.pdf