

Personal Air Vehicle의 추진시스템에 대한 기술적 고찰

윤동익* · 허환일**

Technical Survey on Propulsion Systems for Personal Air Vehicles

Dongik Yun* · Hwanil Huh**

ABSTRACT

In this paper, we present technical survey results on propulsion systems for Personal Air Vehicles (PAV). Reciprocating engines are suitable for current PAVs because of their superior efficiency and price advantages, except they produce noise problems. Turbo-Shaft engines are suitable for VTOL PAVs because of high specific power and wide operating range even though they are expensive. However, fuel cells and batteries may replace conventional engines in the near future.

초 록

본 논문에서는 PAV 추진기관에 대한 현황 및 전망을 조사하고 검토하였다. 현재의 수송교통 체계가 포화상태로 가고 있기 때문에 그 대안으로 개인용 항공기(PAV, Personal Air Vehicle)의 출현이 강하게 요구되고 있다. 왕복엔진의 경우 효율과 경제적 측면에서 우수하다는 장점을 지니고 있어 큰 출력을 필요로 하지 않는 PAV에 적합하나 소음이 심하다는 단점이 있다. 터보샤프트 엔진은 비추력이 크고 운용범위가 넓어 수직이착륙을 하는 VTOL PAV에 적합하나 가격이 비싸다는 단점이 있다. 최근 전 세계적으로 친환경 시장이 급격히 성장하고 있어 기존 왕복엔진이나 가스터빈엔진 기술의 발전과 더불어서 연료전지와 배터리를 이용하는 친환경적인 추진기관을 선호하는 추세가 높아지고 있다.

Key Words: PAV(Personal Air Vehicle, 개인용 항공기), Propulsion System(추진기관), Technical Survey(기술적 고찰)

1. 서 론

현재 우리나라를 포함한 많은 국가들의 지상

운송 수단은 포화상태에 이르고 있다. 즉, 도로/철도/항공 등 교통수단의 구축에도 불구하고 늘어나는 자동차와 기존 항공기의 수요에 한계를 나타내고 있다. 이러한 교통 혼잡 등 지상교통수단의 한계를 극복하고, 기존의 도로망과 공중의 항로를 이용하여 효율적으로 이동할 수 있는 개인용 항공기, 즉 PAV(Personal Air Vehicle)가

† 2009년 10월 5일 접수 ~ 2009년 12월 15일 심사완료

* 학생회원, 충남대학교 항공우주공학과 대학원

** 중신회원, 충남대학교 항공우주공학과
연락처, E-mail: hwanil@cnu.ac.kr

그 대안으로 제시되고 있으며, 그에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[1].

PAV는 과거 1950-60년대에 PAV 항공기로 적합한 VTOL(Vertical Take Off and Landing) 항공기에 대한 연구가 산발적으로 추진되었으나 기술적인 한계에 부딪혀 중단되었다. 그러나 최근 들어 첨단 항공 기술 발전에 따라 세계 여러 나라에서 VTOL PAV 설계 및 개발연구가 다시 추진되기 시작하고 있고 머지않아 상용화가 되어 우리 실생활에 많은 편리함을 가져다 줄 것으로 예측된다[2].

미국에서는 PAV가 새로운 운송수단으로서의 역할을 할 것으로 예측하고 이를 실현시키기 위한 장기적인 개발 프로그램을 Table 1과 같이 진행하고 있다.

Table 1. PAV Projects of NASA

사업명	내용
PAVE	- PAV의 개념 정립을 위한 개발 초기단계 - PAV 개발사업 기반형성 계획 - 2015년까지 5개년 단위의 계획으로 진행 중
AGATE	- 관·산·학·연의 컨소시엄 구성 - 1997년부터 2002년까지 PAV관련 기술 및 생산 공정 연구
GAP	- 1997년부터 2004년까지 PAV에 사용가능한 추진기술 개발 및 소형 항공엔진 개발
SATS	- 미국 전역 5,400개 소규모 공항에서 관제가 가능한 기술 개발 - SATS 기술을 사용하는 항공기는 착륙할 때 이외에는 전자장비의 도움으로 특별한 교육 없이 운용이 가능

그 중 GAP(General Aviation Propulsion)사업은 PAV에 사용되는 추진 기술 개발 및 인증 사업과 디젤타입의 소형 항공엔진 개발 사업을 말한다. 이 사업은 자동차용 엔진을 사용함으로써 PAV의 생산가격을 낮추는 노력을 하였으며, Table 2와 같은 사양의 터보팬 엔진(Turbine Element)과 2행정 디젤엔진(Internal Combustion Element)을 개발하기 위하여 프로그램을 수행하였다. GAP 프로그램에는 1996년 12월부터 2002

년까지 NASA가 투입한 55 백만불을 포함하여 총 110 백만불 규모의 예산이 투입되었다.

Table 2. GAP Program Engines [3]

IO-360-ES	Piston	IC Element	Allison Turboprop	Turbofan	Turbine Element
Air	Cooling	Liquid	-	Thrust (lb)	700
210	Power(hp)	200	420	Power(hp)	~ 500
350	Weight (lb)	~ 350	195	Weight (lb)	< 100
0.45	bsfc	0.36	0.66	bsfc	< 0.5
\$30K	Cost	~\$15K	\$230K (+\$30K)	Cost	~\$65K
1,800	TBO (hr)	3,000	3,500	TBO (hr)	5,000
Noisy & Harsh	Comfort	~ - 5db	Noisy	Comfort	> - 5db
Gasolin	Fuel	Jet	1,750	Hot Sec.(hr)	2,500
without GAP	with GAP	without GAP	with GAP	without GAP	with GAP

한편, 전 세계적으로 환경문제에 대하여 관심이 높아지는 가운데 기존의 화석연료를 대체할 수 있는 친환경적이고 에너지 효율이 높은 추진시스템에 대한 연구가 활발하다. 이의 일환으로 전기 추진 개발과 더불어 연료전지를 접목시킨 시스템이 여러 각국에서 활발하게 진행되고 있다.

본 논문에서는 PAV의 추진시스템에 대해서 개략적으로 소개하고 기술 동향을 조사, 기술하였다[1,4,5].

2. PAV의 소개

2.1 PAV의 정의

PAV는 Personal Air Vehicle의 약자로서 지금의 자동차처럼, 개개인의 집에서부터 원하는 목적지는 어디든 갈 수 있는(Door to Door 개념) 개인 소유의 비행체를 의미한다. 이것은 지상과 공중의 도로망을 이용하여 쉽게 이동할 수 있을 뿐만 아니라 지상 교통수단의 한계를 극복하고, 항공운송 수단의 문제점을 해결할 수 있는 차세대 교통수단으로 볼 수 있다 [1].

2.2 PAV의 분류

PAV는 Fig. 1과 같이 이착륙 거리에 따라 VTOL(Vertical Take Off and Landing), SSTOL(Super Short Take Off and Landing), STOL

(Short Take Off and Landing), CTOL (Conventional Take Off and Landing)의 4그룹으로 구분될 수 있으며, 각 그룹은 다시 단일모드(Single Mode), 이중모드(Dual Mode)로 구분 가능하다. 여기서 단일모드는 일반적인 항공기를 의미하고, 이중모드는 지상교통망을 이용한 도로주행이 가능한 항공기를 의미한다. 순항고도는 10,000 ft이하의 공역을 이용하는 것으로 연구되었으며, 통상 이중모드의 경우는 이착륙지점이 출발지로부터 멀리 떨어진 경우에 요구되는 개념으로 수직이착륙의 경우 굳이 요구되지 않는 사양이다. 각 모드는 다시 저속(250~100 kts), 고속(>250 kts)으로 분류되어 진다.

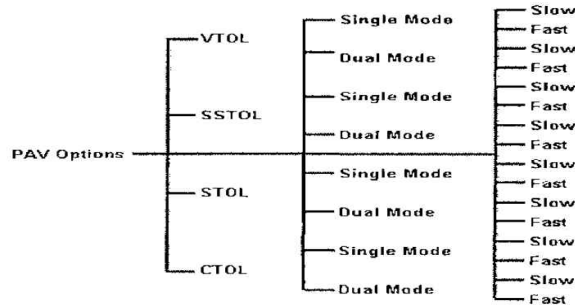


Fig. 1 Categorization of PAV Options [6]

2.3 PAV의 요구조건

PAV에 대한 요구조건을 살펴보면 Table 3에 요약되어 있듯이 소음수준, 항속시간, 안전성, 신뢰성, 정비성, 운용 용이성, 이동성 등에 대해서 구체적인 목표치가 제시되어 있다.

PAV에 대한 연구를 활발히 수행하고 있는 Georgia Tech의 연구에 의하면 PAV의 임무형상은 Fig. 2와 같이 정리된다. Fig. 2에는 항공교통과 지상교통을 관련시켜 묘사를 하고 있으며, A 지점(Portal A)에서 출발하여 B지점(Portal B)에 도착을 하는 임무를 가진다. 그리고 PAV의 종류(VTOL, SSTOL, STOL, CTOL)에 따라서 집 앞(Doorstep)에서 A지점(Portal A)까지 도달하는데 걸리는 평균 거리 등의 수치들을 수치화하였다. 여기서 단일모드는 따로 지상교통수단이 필요한데 반해서 이중모드는 지상교통수단까지 사용이 가능하기 때문에 따로 필요하지 않게 된다.

Table 3. PAV Criteria[6]

Requirement	Criterion	Target / Constraint
Performance		
Speed	Cruise Speed (kts)	Mission Profile
Noise	Flyover Noise (dB)	< 7.9
Travel Time	Total Travel Time (hr)	< 3.5
Takeoff Length	Total Distance to clear 50' obstacle (ft)	Mission Profile
Safety	Accident Rate : Number of fatal accidents per 1,000,000 FH	< 5
Reliability	MTBF : Mean Time Between Failure (hr)	> 80
Maintainability	MTTR : Mean Time To Repair (hr)	> 50
Easy to Operation	TTR : Training Time Requirements (hr)	< 20
Mobility	TTBT : Total Time Before Takeoff (hr)	< 0.3
Economics		
Price	Acquisition Price (\$)	Minimize
Cost	Direct Operation Cost (\$)	Minimize

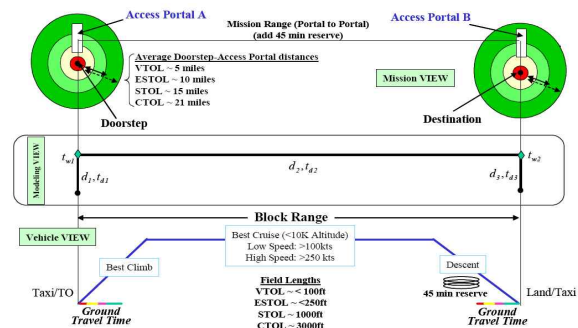


Fig. 2 PAV Mission Profile[6]

3. PAV 추진기관의 종류

3.1 왕복 엔진

왕복엔진은 자동차에서 사용되고 있는 엔진을 떠올리면 쉽게 이해할 수 있는데 피스톤의 왕복운동을 회전운동으로 변환시켜주는 추진기관이다. 효율이나 가격의 측면에서 우수하다는 장점을 지니고 있어 큰 출력을 필요로 하지 않는 소형항공기에 많이 쓰이고 있다. 이러한 점에서 왕복엔진과 PAV의 조합은 현재로서 매우 적합하다고 생각할 수 있다. 지상과 항공 두 가지로 운용할 수 있는 형태의 이중모드 PAV는 날개달린 자동차라고 볼 수 있으며, 이미 자동차에 널리 사용되고 있는 왕복엔진을 사용할 수 있다는 점

에서 다른 형태의 추진기관을 적용하는 것보다 개발이 쉬울 것으로 생각된다.

미국 MIT 출신 5명이 공동으로 설립한 Terrafugia사의 Transition[7]과 같이 왕복엔진을 사용할 경우 일반 휘발유나 디젤과 같은 시장성이 높은 종류의 연료를 사용할 수 있으며, PAV 제작 시 고려해야 할 사항 중 하나인 경제성 부분에서 이점을 가지고 있다. 일반적으로 CTOL (Conventional Take Off and Landing) 혹은 이중모드에 많이 적용되고 있으며 미국의 Rotax, Lycoming과 Continental 등에서 개발된 엔진들이 PAV나 소형 항공기에 많이 쓰이고 있다.



Fig. 3 Terrafugia "Transition"[7]

3.2 가스터빈 엔진

가스터빈엔진은 추진방식에 따라서 터보제트 (Turbo-jet), 터보프롭(Turbo-prop), 터보샤프트 (Turbo-shaft), 터보팬(Turbo-fan) 엔진으로 분류할 수 있다. 항공기에 처음 적용된 방식은 터보제트엔진으로 음속을 돌파하는 고속비행을 실현했으나, 더욱 향상된 성능과 효율을 발휘할 수 있는 터보프롭 및 터보팬엔진이 개발되면서 현재 대부분의 항공기에 적용되고 있다. 이 중 터보샤프트 엔진은 왕복엔진에 비해 비추력이 크고 운용범위가 넓어 헬리콥터 엔진으로 널리 사용되며, VTOL PAV에도 쓰이고 있는 엔진이다. 실제로 Urban Aeronautics사에서 개발하고 있는 X-Hawk와 Roadable Aircraft사에서 개발하고 있는 Flyer[8]에서 각각 1,600 HP과 425 HP의 터보샤프트 엔진을 적용하여 개발 중에 있다.

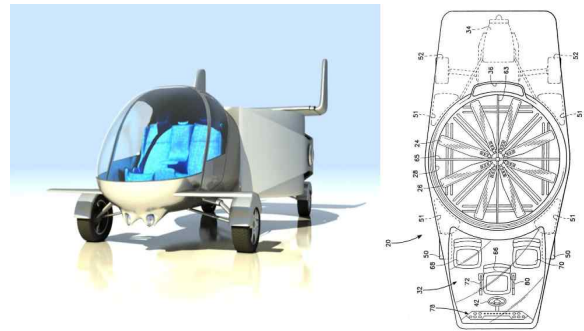


Fig. 4 Roadable Aircraft "Flyer"[8]

3.3 덕트 팬

덕트 팬은 덕트 내부에 팬을 위치시킴으로써 팬의 가장자리인 팁에서의 실속 발생을 방지하고 공기의 유동 방향을 제어할 수 있도록 만들어졌다. 덕트 팬을 이용한 항공기는 초기 개발 당시부터 수직이착륙에 중점을 두어 개발이 되었다. 덕트 팬의 추력은 프로펠러나 로터 시스템과 같이 많은 양의 공기의 유동속도를 약간 증가시키면서 효율적으로 추력을 발생시킬 수 있으며 팁 가장자리의 실속을 방지하고 유동의 방향을 일정하게 만들 수 있다는 장점을 가진다. 하지만 덕트에 의해 프로펠러나 로터에 비해 크기가 작으며 다른 회전익과 마찬가지로 고속 비행 시 덕트 팬의 구조상 덕트와 팬에서의 마찰이 커지고 유입되는 공기의 속도에 비해 증가하는 유속의 비율이 낮아지므로 추진 효율이 떨어지는 단점을 가진다. 이러한 이유로 거대화, 고속화 되는 현재의 항공기에는 사용이 어려웠으며 Hovercraft와 같은 특수한 경우에만 사용되었다. 하지만 PAV의 경우 작고 가볍게, 또한 고속 비행보다는 효율성이 높아야 하고 특히 이륙거리가 짧을수록 사용이 용이하다는 점에서 수직이착륙이 가능한 덕트 팬은 많은 이점을 가진다.

대표적으로 이스라엘의 Urban Aeronautics사에서 개발하고 있는 X-Hawk는 헬리콥터처럼 수직이착륙이 가능하고 롤 운동 없이 방향전환이 가능하여 좁은 공간에서 자유로운 기동을 할 수 있다. Fig. 5는 X-Hawk[9]와 Vane System의 모습을 나타내고 있다. 추력 방향제어(TVC) 시스템의 일종인 이 장치는 대부분의 헬리콥터들이

프로펠러의 각도를 조정해 방향을 바꾸는 것과 달리 덕트 팬의 회전에 의해 발생한 바람으로 방향을 조정, 수직 상승할 때는 바람을 아래로 내뿜고, 전진할 때는 뒤로 내뿜는 방식, 이를 통해 전후, 좌우, 상하의 6개 방향으로 완벽하게 이동할 수 있다.

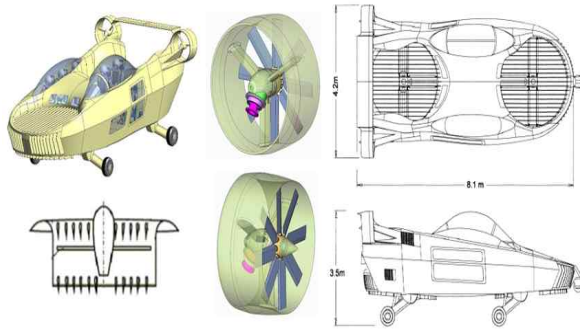


Fig. 5 Urban Aeronautics "X-Hawk" & multiple vanes control scheme[9]

Figure 6은 Moller사[10]에서 개발한 M400으로서, 각각의 Nacelle에 Wankel 타입의 150 마력 소형 로터리 엔진 2개씩 넣어 만든 터보팬 엔진을 동체 양쪽 앞뒤에 장착하여 수직이착륙이 가능하다. VTOL은 보통 추력 대 중량비가 1~2정도 되기 때문에 양력을 많이 발생시킬 수 있는 덕트 팬을 대부분 사용하고 있으며, 엔진은 터보샤프트 엔진이나 터보팬 엔진이 쓰이고 있다.



Fig. 6 Moller "M400 Skycar" & Wankel Engine[10]

3.4 전기 추진

전기 추진(Electric Propulsion)은 항공기 자체에 내장되어 있는 연료전지와 배터리의 전력으로 전기 모터를 구동하여 추진력을 얻는 방식이기 때문에, 요즘 주된 관심사인 공해 문제를 해결할 수 있는 친환경적인 전기 항공기가 PAV로 유력하다고 전망된다. 미국의 NASA에서도 친환경적인 전기 추진식 항공기 개발에 관심을 기울이고 있으며, 특히 전기 추진개념을 적용한 개인용 소형항공기 개발대회를 통해서 높은 효율로 작동하고 탑승이 편안한 전기추진 방식의 "Green Plane" 개발을 목표로 적극적인 지원을 하고 있다. 그리고 전기추진 방식의 소형항공기 개발과 더불어 연료전지를 접목시킨 항공기 시험이 여러 각국에서 활발하게 진행되고 있다.

2007년부터 시작하여 올해 3회를 맞이하는 Electric Aircraft Symposium에서는 NASA 및 여러 기업이 참가하여 미래 전기추진 항공기에 대한 비전과 기술적 해결방안이 논의되고 있다[11].

대표적으로 미국의 Boeing사는 수소연료전지와 리튬-이온 배터리를 조합한 연료전지를 사용하여 2008년 4월 3일 시험비행에 성공하였다. 이 항공기는 길이 6.5m, 날개 너비 16.3m, 무게 800kg으로 조종사와 승객 각 1명을 태울 수 있으며, 최대 비행시간 45분까지 비행할 수 있다. 이륙 시에만 배터리 전력이 사용되고, 수소연료전지를 주 동력원으로 쓰기 때문에 휘발유를 사용했을 때 발생하는 이산화탄소 배출에 따른 환경오염 걱정이 전혀 없으며, 기내 소음도 기존 항공기에 비해 크게 줄어들어 미래의 친환경적인 추진시스템으로 적용이 가능할 것으로 예측된다.

유럽에서는 화석연료를 대체할 수 있고, 완전히 혹은 부분적으로 전기로 가동되는 소형항공기 개발하기 위해 이탈리아 토리노 공대를 선두로 11개 산학 파트너가 참여하는 ENFICA-FC (Environmentally Friendly Inter City Aircraft powered by Fuel Cells) 프로젝트를 진행하고 있다. 이 프로젝트는 추진시스템과 수소 저장을 위해서 연료전지(Fuel Cell) 기술을 적용시킨 소

형 항공기 개발을 목표로 3년간 450만 유로가 지원되고 있다. 1000 m의 고도에서 144 km/h의 속도로 1시간 동안 비행하는 것을 목표로 하고 있다.

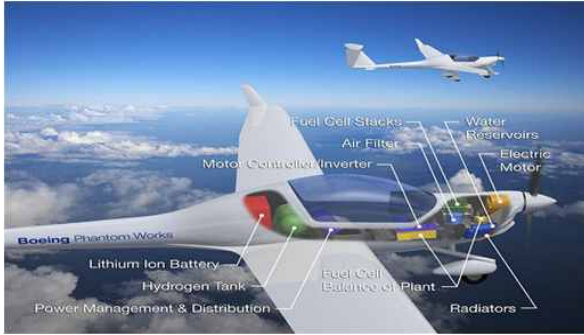


Fig. 7 Boeing "Hydrogen Fuel Cell Aircraft"

Figure 8은 ENFICA-FC 프로젝트에서 개발 중인 항공기의 전기 추진시스템의 구성도를 나타낸 것이다. 항공기가 순항 비행 시에는 연료전지에서 20-22 KW를 생산하여 쓰이고, 이륙과 상승 시에는 추가적으로 배터리에서 20 KW가 추가되어 운영된다. DC/DC Converter 시스템은 연료전지와 배터리를 관리하고, DC/AC Inverter는 전기 구동 모터를 구동하는 시스템으로 이루어져 있다.

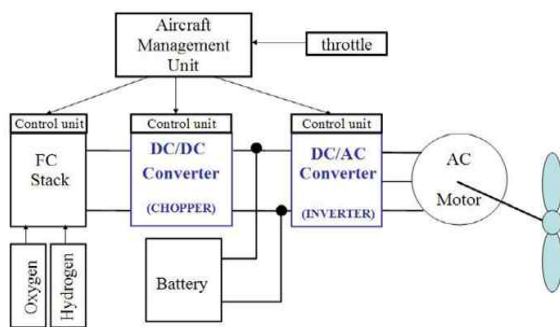


Fig. 8 Propulsion System of Power Electronics[12]

미국의 Electric Aircraft Corporation에서는 ElectraFlyer[13]라는 모델을 개발하여 올해 4월부터 판매를 시작하였다. 5.6 KWh의 리튬이온 폴리머 배터리 2개를 사용하고 있으며, 예상수명

은 1000회로 최대 중량은 약 35 kg, 기내의 스페이스에 맞춰 제작이 가능하다. 전지는 모터에 전기를 공급해 미 PowerFin사가 제작한 지름 약 1.1 m의 프로펠러를 구동, 순항속도는 약 110 km/h, 최고속도는 약 140 km/h이며, 한번 충전으로 90~120 분간 비행이 가능하다.



Fig. 9 Electric Aircraft Corporation "ElectraFlyer"[13]

전기추진 항공기를 개발하고 있는 기업 중의 하나인 슬로베니아의 Pipistrel사에서도 활발하게 연구를 진행하고 있다. Taurus electro[14]는 리튬폴리머 전지를 사용하고, 이륙 시에만 30 KW의 전기모터를 사용한 후 기류를 타고 조용하게 활공한다. Table 4에서 보듯이 무게나 이륙거리, 상승속도 등 거의 모든 항목에서 이 모델은 기존의 가솔린 엔진을 탑재한 종래 제품인 Taurus 503과 동등한 성능을 가지고 있는 것을 확인할 수 있다.



Fig. 10 Pipistrel "Taurus Electro"[14]

Table 4. Taurus 503 VS Taurus Electro[14]

	Taurus 503	Taurus Electro
Weight	715 lbs	710 lbs
Take Off Distance	590 ft	560 ft
Climb Profile	580 fpm	560 fpm
Noise	Vroom	Silent
Automotive Gas Price	\$ 4 USD (for 6000 ft)	\$ 0.7 USD (for 6000 ft)

3.5 PAV 종류에 따른 추진시스템

현재 개발되었거나 개발 중인 PAV에 대한 제원을 가지고 CTOL & 자동차항공기(Roadable)와 VTOL로 나누어서 무게(MTOW, Maximum Take-Off Weight)에 따른 마력(HP)을 Fig. 11과 같이 분류해보았다. 여기서 Roadable이란 이종모드와 같은 개념으로써 도로주행이 가능한 항공기를 말한다. 수직이착륙으로 운용되는 VTOL에서는 고사양의 추진시스템을 사용하고 있고, CTOL과 Roadable은 비교적 저사양의 추진시스템을 사용하고 있다.

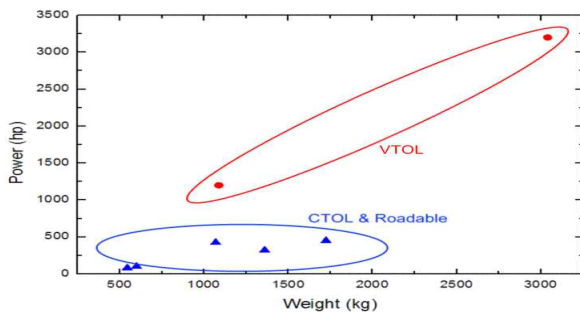


Fig. 11 Graph of Power/Weight between CTOL & Roadable and VTOL

Figure 11에서의 수치들을 이용하여 각 Vehicle에 따른 Power/Weight를 구해보았다.

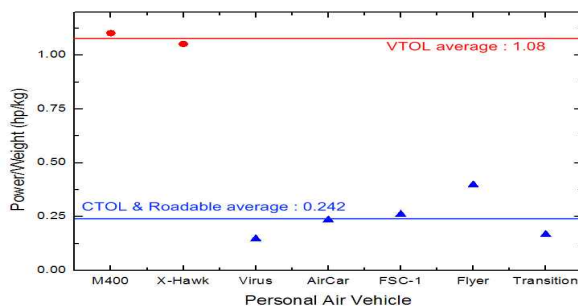


Fig. 12 Power/Weight of Personal Air Vehicle

VTOL의 경우 kg당 마력수가 평균 1.08이고 CTOL과 Roadable의 경우 평균 0.242의 수치가 나왔다. 이는 Vehicle의 무게를 1,000 kg으로 가정하였을 때, VTOL은 1,080 HP(806 KW), CTOL과 Roadable은 242 HP(180 KW)의 Power를 가진 추진시스템을 사용하여야 만족할 수 있다는 것이다. Fig. 13은 PAV Type의 무게에 따른 요구 출력을 나타내고 있다.

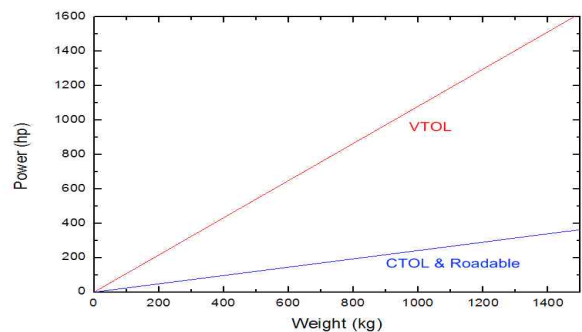


Fig. 13 Power Requirement according to the PAV Type

4. 결 론

본 논문에서는 PAV 추진기관에 대한 기술적 현황 및 전망을 조사, 분석하였다. PAV 종류에 따른 추력/무게 비는 VTOL의 경우 kg당 마력수가 평균 1.08이고 CTOL과 Roadable의 경우 평균 0.242의 수치가 나왔다. 이는 PAV의 무게를 1,000 kg으로 가정하였을 때, VTOL은 1,080 HP(806 KW), CTOL과 Roadable은 242 HP(180 KW)의 Power를 가진 추진시스템을 필요로 한다는 것이다.

PAV에 쓰이는 추진기관 기술개발의 지향점은 친환경, 고효율, 저비용의 추진시스템 개발로 요약할 수 있는데, 이 중 저비용으로 하여 경제성을 생각한다면 자동차에서 많이 쓰이고 효율과 가격의 측면에서 우수한 왕복엔진의 적용이 적합하며, VTOL PAV와 같은 수직이착륙의 경우에는 큰 비추력을 요구함으로써 가스터빈엔진이 적합할 것으로 본다. 물론 기존 엔진 대비 성능을 더욱 높이고, 운용비용 및 소음과 배출 가스 수준은 더욱 낮추도록 노력해야 할 것이다.

후 기

이 연구는 지식경제부 “미래형 항공기(PAV : Personal Air Vehicle) 개발 선행연구”(KARI 주관) 위탁연구결과 중 일부임.

참 고 문 헌

1. 이준호, 조국현, 이재우, “미래형 교통수단으로서의 PAV(Personal Air Vehicle) 개발 현황 및 전망”, 한국항공우주학회지, 제34권, 제3호, 2006, pp. 101-108
2. Choon Giap Lim, Jung-Ho Lewe, "A Methodology for Assessing Business Models of Future Air Transportation in the Atlanta Regional Transportation System", AIAA 4th Aviation Technology, Intergration and Operations Forum, 2004
3. Leo Burkardt, "A Paradigm Shift in General Aviation", Presentation Material, NASA Glenn Research Center, April 4~5, 2000
4. 윤동익, 허환일, 양수석, “PAV용 추진시스템 기술분석”, 한국항공우주학회 추계학술발표회 논문집, 2009, pp.633-636
5. 윤동익, 허환일, “PAV용 미래형 추진기관의 현황 및 전망”, 한국추진공학회 추계학술발표회 논문집, 2009, pp.305-308
6. Yongchang Li, Daniel DeLaurentis, Dimitri Mavris, "Advanced rotorcraft concept development and selection using a probabilistic methodology", AIAA 3th ATIO Tech 17-19, November, 2003
7. www.terrafugia.com
8. www.roadableaircraftinc.com
9. Rafi Yoeli, "DUCTED FAN UTILITY VEHICLE AND OTHER FLYING CARS", AIAA, November 6th, 2002
10. www.moller.com
11. Mark D. Moore, "Electric Propulsion Enabled Advanced Air Vehicles", Electric Aircraft Symposium, 2008
12. Giulio Romeo, Ileana Moraglio and Carlo Novarese, "ENFICA-FC: Preliminary Survey & Design of 2-Seat Aircraft Powered by Fuel Cells Electric Propulsion", 7th AIAA Aviation Technology, Intergration and Operations Conference, 2007
13. www.electraflyer.com
14. www.pipistrel.si