

PAV용 미래형 추진기관의 현황 및 전망

윤동익* · 허환일**

Propulsion System for PAV Development : Now and Tomorrow

Dongik Yun* · Hwanil Huh**

ABSTRACT

In this paper, we present the status and prospect for PAV propulsion system. Reciprocating engines are suitable for current PAV because of its efficiency and price advantages. 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 가격의 측면에서 우수하다는 장점을 지니고 있어 큰 출력을 필요로 하지 않는 PAV에 적합하다고 생각할 수 있다. 최근 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), Fuel Cell(연료전지), Battery(배터리)

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 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 최

* 충남대학교 대학원 항공우주공학과

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

근 들어 항공 첨단 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 진행하고 있다. 그 중 GAP(General Aviation Propulsion)사업은 1997년부터 2004년까지 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 1과 같은 사양의 터보팬 엔진(Turbine Element)과 2행정 디젤엔진(Internal Combustion Element)을 개발하기 위하여 프로그램을 수행하였다.

Table 1. 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	

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

본 논문에서는 PAV 미래형 추진기관에 대한 기술 동향을 조사, 기술하였다.

2. 미래형 추진기관

산업의 발달, 인구의 증가, 경제 규모의 증대 등으로 인해 자동차/항공기 등의 보급이 확산되고, 유가 상승과 CO₂를 포함하는 배기가스에 대한 전 세계적인 환경규제가 강화됨에 따라, 최근 친환경 시장이 급격히 성장하고 있다. 기존 추진 기관 기술의 발전과 더불어서 친환경적인 추진 기관을 선호하는 추세가 높아지고 있다. 기존의 내연기관 외에 연료전지, 배터리를 이용한 전기 추진 방식(Electric Propulsion) 및 내연기관과 전기모터를 통합한 하이브리드(Hybrid) 개념의 추진 방식까지 등장하고 있다[4].

2.1 전기 추진기관 (Electric Propulsion)

전기 추진(Electric Propulsion)은 항공기 자체에 내장되어 있는 연료전지, 배터리의 전력으로 전기 모터를 구동하여 추진력을 얻는 방식이기 때문에 요즘 주된 관심사인 공해 문제를 해결할 수 있는 친환경적인 전기 항공기가 PAV로 유력하다고 전망되며 여러 각국에서 활발하게 연구가 진행되고 있다.

2007년부터 시작하여 올해 3회를 맞이하는 Electric Aircraft Symposium에서는 NASA 및 여러 기업이 참가하여 미래 전기추진 항공기에 대한 비전과 기술적 해결방안이 논의되고 있다 [5-6]

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 완전

히 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 소형항공기 개발을 목표로 3년간 450만 유로가 지원되고 있으며, 1000m의 고도에서 144km/h의 속도로 1시간 동안 비행하는 것을 목표로 하고 있다 [7]. Fig. 1은 ENFICA-FC 프로젝트에서 개발 중인 항공기의 추진시스템 구성도를 나타낸 것이다.

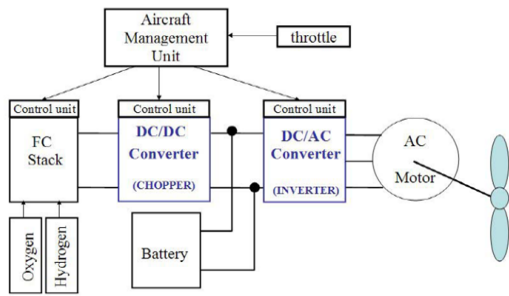


Fig. 1. Propulsion System of Power Electronics[7]

전기추진 항공기를 개발하고 있는 기업 중의 하나인 슬로베니아의 Pipistrel사에서도 활발하게 연구를 진행하고 있다. Taurus electro는 리튬폴리머 배터리를 사용하고, 이륙 시에만 30KW의 전기모터를 사용한 후 기류를 타고 조용하게 활공한다. 이 모델은 기존의 가솔린 엔진을 탑재한 종래 제품인 Taurus와 동등한 성능을 가지고 있다[8].

Table 2. Taurus 503 VS Taurus Electro

	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)

미래의 동력원으로 각광받고 있는 Fuel Cell은 에너지 효율, 친환경 등의 이유로 ICE(Internal

Combustion Engine)에 비해 많은 이점을 가진다. 현재 수송용 고분자 전해질연료전지(PEMFC)를 개발하기 위한 연구는 각국 정부의 전폭적인 지원 하에 매우 활발히 진행되고 있다.

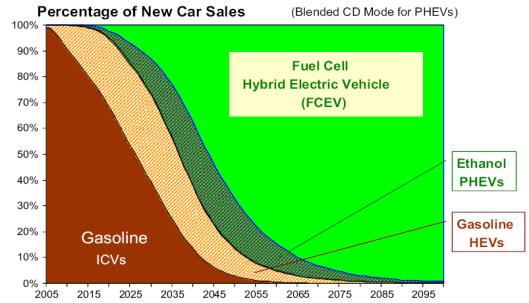


Fig. 2. Percentage of new cars sold over the 21st century for the FCEV scenario[9]

Figure 2는 FCEV(Fuel Cell Electric Vehicle)이 자동차 시장에서 점차 차지하는 비중을 년도에 따라서 도표로 나타낸 것이다. 21세기 중반에는 ICV(Internal Combustion Engine Vehicle), HEV(Hybrid Electric Vehicle), PHEV(Plug-in Hybrid Electric Vehicle)은 모두 감소하고 Hydrogen-powered FCEV가 시장에서 약 50%의 점유율을 가질 것으로 예상하고 있다.

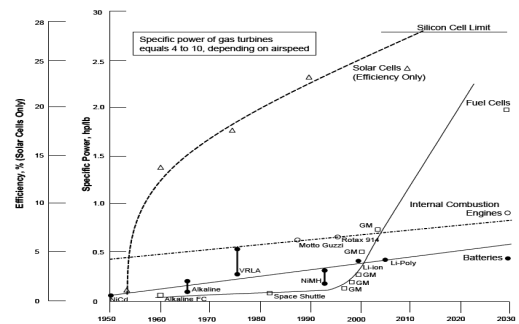


Fig. 3 Mass Specific Power Trends[10]

Figure 3에는 연료전지와 배터리, 내연기관 등의 Specific Power 전망치를 나타내고 있다. 약 2020년경에는 연료전지 Specific Power(hp/lb)가 약 2.0에 다다를 것으로 전망하고 있어 앞으로 연료전지 기술이 PAV에 활발하게 적용이 될 것이라고 예상된다.

2.2 하이브리드(Hybrid) 추진기관

하이브리드 추진시스템은 자동차에서 먼저 적용되기 시작한 기술로서 내연기관과 전기모터를 병용하는 추진 방식이다. 이스라엘 Aeronautics Defence System사의 Aerosky 2 무인기는 하이브리드 배터리/피스톤 엔진을 탑재하여 2008년 6월 2일 초도 비행 시험을 마쳤다. 이탈리아 Zanzottera Technologies사에서 개발된 하이브리드 엔진은 이륙 시에는 피스톤 엔진을 사용하고 순항 시에는 배터리 시스템으로 전환하여 목적지에 이르게 되며, 최대이륙중량 80kg으로 최대 10시간 동안 비행할 수 있다.

하이브리드 엔진은 항속거리와 배터리의 수명을 늘리기 위한 방안으로 향후 PAV에 적용이 가능할 것으로 예상된다.

4. 결 론

PAV에 쓰이는 추진기관 기술개발의 지향점은 친환경, 고효율, 저비용 엔진개발로 요약할 수 있다. 이를 위해 기존 엔진 대비 성능을 더욱 높이고, 운용비용 및 소음과 배출 가스 수준은 더욱 낮추도록 노력해야 할 것으로 생각된다. 또한 친환경, 고효율, 저비용의 실현을 위해서 대체에너지가 미래의 에너지원으로 떠오르고 있으며 그에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 화석연료가 바닥을 보이는 이 시점에서 미래의 동력 에너지원으로 떠오르고 있는 연료전지와 배터리를 이용한 전기추진 방식(Electric Propulsion) 및 내연기관과 전기모터를 통합한 하이브리드(Hybrid) 개념의 추진방식이 훌륭한 해결책이 될 수 있을 것이라 생각되고 전 세계적으로 수많은 연구기관에서 연구개발이 진행 중이므로, 앞으로 PAV의 적용을 통해서 기술의 향상을 추구할 수 있을 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. 김근배, “소형항공기 추진기관 기술동향”, 항공우주산업기술동향, 6권, 제1호, 2008, pp. 35-43
5. Mark D. Moore, "Electric Propulsion Enabled Advanced Air Vehicles", Electric Aircraft Symposium, 2008
6. 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
7. Aoit-Nitschmann, Steffen Geinitz, Len Schumann, "Hydrogenius: Design Principles for an Electric Aircraft", Electric Aircraft Symposium, 2009
8. www.pipistrel.si
9. C.E. Thomas, "Fuel cell and battery electric vehicles compared", International Journal of Hydrogen Energy 34, 2009, pp. 6005-6020
10. "Unmanned Aircraft Systems (UAS) Roadmap 2005-2030", Office of the Secretary of Defense