국제 성층권 비행선 개발동향 및 주요 기술현황

염찬홍, 강왕구, 김동민

한국항공우주연구원

Worldwide Activities and Technical Status for Stratospheric Airship

Chan-Hong Yeom, Wanggu Kang and Dongmin Kim

1. 서론

성층권 비행선에 대한 개념연구 수준이 높아지고, 그 성공 가능성이 커짐에 따라 실제 성층권비행선 개발을 착수하는 항공선진국의 수가 점점 증가하고 있다. 성층권비행선은 고도 20 km 부근의 성층권에서 장기 정점체공하며 통신 중계, 원격탐사 등의 다목적 임무를 수행한다. 현재 전 세계적으로 대략 200m 이상의 크기에 30ton 가량의 중량을 가지며 탑재체 중량 1ton, 탑재전력 10kW 이상급의 성층권 비행선이 개발되고 있다. 성층권 비행선은 30m/sec의 맞바람 하에서 까지 정점체공이 가능해야 한다. 고공에 장기 체공하기 위해서 성층권비행선은 고강도 초경량의 최신 막재료로 제작된 연식비행선(blimp)으로 구성되고, 헬륨가스를 이용하여 부력을 발생시키며, 재생형 연료시스템(Regenerative Fuel Cell)을 사용하여 동력을 얻는다[참고문헌 1].

일본에서는 2010년 이후 실용화를 목표로 NAL을 중심으로 성층권 비행선을 개발하고 있다. 미국은 국방부를 중심으로 본토 미사일방어계획의 일환으로 성층권비행선 개발을 착수한 상태이다. 영국은 ATG(Advanced Technology Group)사에서 해외시장을 고려하여 독자적으로 상업용 성층권 비행선을 개발중이다[그림1]. 우리나라에서도 대책과제로서 한국항공우주연구원을 중심으로 현재 성층권비행선 1단계 개발이 진행 중에 있다. 이밖의 유럽과 아시아각국에서는 아직 성층권 완제기 개발을 위한 가시적인 노력을 보여주고 있지 않지만, 성층권 비행선 개발에 핵심적인 요소기술의 연

그림 1. 국제 성층권 비행선 개발계획

구개발에 박차를 가하고 있으며, 비록 개발에 직접적으로 참여하고 있지 않은 중/저개발국가들 일지라도 운용적 관점에 큰 관심을 가지고 나타내고 있어, 연구개발 발전 전망을 높여가고 있다. 본 논문에서는 최근 발표된 세계 각국의 연구계획을 정리하고, 성층권비행선 개발을 위해 필수적인 주요기술들을 도출하고 이들의 현황 및 향후 전망을 검토하였다.

II. 각국의 연구개발 동향

2.1 개요

성층권 비행선은 2010년 이후 실용화를 목표로 개발되고 있다. 2002년에는 비행선 및 성층권 통신 플랫폼 개발에도 많은 변화가 있는 한해였다. 미국의 주요 비행선 개발 업체였던 Goodyear사는 비행선 부분을 Lockheed Martin에 매각하였다. Lockheed Martin사는 인수한 비행선 부분을 중심으로

성충권 비행선 개발을 추진 중인 것으로 알려져 있다. 영국의 ATG사가 개발을 추진 중인 복합비행선(hybrid airship) Sky-Cat 비행선은 적절한 자금원을 찾지 못하여 그 개발이 지연 중에 있다. 독일의 또 다른 비행선 회사인 Zeppelin NT는 승객운송용 준경식 비행선을 성공적으로 개발하여 현재 독일에서 관광용으로 운행을 개시하였다. 2002년에는 일본과 우리나라에서 성충권 비행선 개발을 위한 기술개발이 구체적으로 진행되었으며, 미국에서는 2003년부터 21km 상공에서 운행하는 고고도 비행선 개발 계획을 발표하였다[그림2].

아래 그림은 주요 성충권비행선 개발국가들의 계획을 도식적으로 보여주는 그림이다. 미국은 국방부를 중심으로, 일본은 범부처사업으로, 우리나라는 산업자원부 주관의 국책사업으로 연구개발에 착수하여 구체적인 계획을 가지고 연구개발을 추진하고 있으나, 유럽에서는 민간 중심으로 개발을 착수하고 있어, 막대한 개발비용 관계로 실질적인 하드웨어 제작계획을 밝히지 못하고 있는 상황이다.

기타 아시아의 경우에 중국, 말레이시아, 인도네시아 등에서 성충권 비행선에 관심을 보이고 있으나 주로 수요자 측면의 관심에 머물러 있는 것으로 판단되며, 중국에서는 국책사업화하려는 노력을 꾸준히 지속하고 있다. 여기에서는 이 같은 전 세계적인 성충권 비행선 개발 현황에 대하여 주로 최근에 이루어진 주요 변화를 기술하고, 기술 발전 정도와 앞으로의 전망을 성충권 비행선 주요 개발국을 중심으로 기술하고자 한다.

그림 2. 주요 국가의 성충권 비행선 추진계획

2.2 미국

2002년도 미국방성은 고고도 비행선 (High Altitude Airship Advanced Concept Technology Demonstration prototype, HAA-ACTD) 개발 계획을 발표하였다[참고문헌2]. 2003년부터 개발에 착수하게 될 ACTD의 주 개발목적은 70,000 feet (21km) 상공에서 4,000lb의 임무중량을 싣고 한달간 체공할 수 있는 무인비행선을 개발하는 것이다. 이 계획의 성공을 밑바탕으로 미국방성은 미국내 장소(CONUS)에서 이륙, 전세계 어느 곳에든지 파견되어 1년이나 그 이상동안 임무를 수행할 수 있는 고고도 무인비행선을 개발하고자 한다[그림3].

미국방성이 개발하는 고고도 비행선의 주 임무는 저고도로 비행하는 비행체(순항미사일, 저고도 항공기) 및 선박을 조기 탐지하는 것이다. 미국은 이 임무를 지상 및 계류형 무인 비행선(aero stat)에 설치된 레이더를 사용하여 수행하였으나, 탐지범위가 작아 침투 항공기나 선박을 조기에 발견하는데 한계를 보였다. 미국방성의 발표에 따르면, 십여개의 고고도 비행선을 사용할 경우 어떤 시스템을 사용한 경우보다(global hawk 및 위성 포함) 저렴한 비용으로 이 목적을 이룰 수 있다고 한다[참고문헌2]. 전구 사령관(theater commander)의 경우에는 고고도 비행선을 사용하여 전황감시 및 순항미사일 등의 신호 릴레이 등에 사용하기를 원하고 있다. 이외에 무선통신 및 항공기 통신 릴레이 등의 민간 목적에도 이용될 수 있을 것으로 예상된다.

그림 3. HAA-ACTD 기술적개요

미국방성에서 밝힌 고고도 비행선의 임무는 다음과 같이 예상된다[참고문헌2].

◆ 미사일 방어 및 전구 사령부 지원 (MDA and Theater Support)

✓ 광학/레이더 감시 (Optical/radar surveillance, horizontal/upward viewing)

✓ 비콘, 센서, 레이저 이용 통신, C2, 감청장비 등에 대한 광역데이터 릴레이(Broadband data relay of beacon, sensor, lasercom, C2 and intelligence)

✓ 무기 (Weapons (boost-phase, theater cruise missile defense (CMD), ABL relay))

✓ 감청센서 (Intelligence sensors)

✓ 미사일 방어망 개발 플랫폼등 (MDA test-bed; flight test support; experimental use of new optical/radar subsystems, communication equipment, and Intel and CMD sensors; and test of new airship subsystems)

◆ 민수분야

✓ 무선 통신 (Wireless telecommunication, receive/transmit, relay, range extension)

✓ FAA 통신 중계 (FAA communication range-extension relay, transponder radar beacon adjunct)

◆ 본토 방어 (Homeland Security)

✓ 본토 순항 미사일 방어(National CMD)

✓ 실시간 다중 광역 감시 (Real-time multi-band persistent area surveillance (horizontal/downward viewing))

✓ 해안 감시 (Border patrol)

✓ 대테러 작전 (Counter terrorism operations)

✓ 마약 밀매 방지 작전 (Drug smuggling operations)

✓ 통신 중계 및 릴레이 (Communications linking and relay)

2002년에 계획이 발표되어, 2003년 상반기에 주계약자가 선정되는 고고도 비행선 개발은 2004년에 이륙 및 저고도 비행 시제기를 개발하여 그 성능을 입증하고, 2005년 상반기에 70,000 ft 상공에서 하루동안 체공하며 정점체공과 탑재체의 성능을 평가한 후에 2005년에 한달간 동일한 임무를 수행하는 비행선을 개발하여 비행시험을 수행할 계획이다.

고고도 비행선이 담당할 임무들은 기존의 고고도/저고도 위성, 무인기, 고고도 정찰기, 에어로 스태트 등에 의하여 수행되어 왔다. 기존 시스템들에 비해 고고도 비행선은 크고 다양한 임무 탑재 장비를 싣는 것이 가능하고, 임무 재설정이 가능하며, 형상변경을 할 수 있으며, 정점체공이 가능하다. 이에 반해 운용범위가 위도 $\pm 50^\circ$ 이하에서만 가능하고 발사 장소가 제한된다는 단점이 있다.

2.3 일본

일본은 우리나라와 더불어 현재 성층권 비행선 개발을 실제적으로 추진하고 있는 유일한 개발국이다. 일본은 2010년 이후 상용화를 목표로 성층권 비행선 개발을 적극적으로 추진 중에 있다. 일본은 밀레니엄 프로젝트의 일환으로 성층권 비행선을 NAL을 중심으로 진행 중에 있다[그림4]. 일본의 성층권 비행선은 무선 통신 기지국으로 주로 사용될 전망이다. 일본은 성층권 비행선을 개발하기 위하여, 2003년에 무동력의 40m급 비행선을 제작하여 16km 상공까지 비행을 성공시키고, 2004년에 60m급의 무인 동력 비행선을 제작하여 4km에서 정점체공 비행을 수행할 예정이다. 이 계획은 2000년에 시작하여 2004년에 종결되는 밀레니엄 프로젝트의 일환으로 추진되고 있다. 밀레니엄 프로젝트가 성공적으로 완료되면, 150m급의 무인 비행선을 제작하여 20km 상공에 정점체공할 수 있는 기술 실증기를 제작하고, 이후 250m급의 실용기를 개발할 계획이다.

일본은 1998년 성층권 비행선 개념연구를 통하여 20km 상공에서 최대 30m/sec 풍속에서 97%의 정점체공능력을 가지는 비행선의 개념설계를 수행하였다. 헬륨을 부력 기체로 사용하는 이 비행선은 총길이 245m에 32.5톤의 총중량과 1톤의 임무중량을 가지도록 설계되었다[참고문헌3]. 이러한 비행선을 구현하기 위해서는 초경량 고강도의 멤브레인 비행선 기낭재료의 개발, 태양전지-연료전지를 결합한 재생형 연료시스템 그리고 대형 비행선의 발사, 정점체공 그리고 회수 기술의 확보가 필수적이며, 이를 위한 기본 연구를 수행 중에 있다. 일본 NAL에서 설계한 성층권 비행선의 기본 사양과 모양은 다음과 같다[그림5].

그림 4. 일본의 성층권비행선 개발 계획

그림 5. 일본 성층권 비행선 형상 및 기본 사양

그림 6. 밀레니엄 프로젝트 비행선 개발계획

현재 일본에서 추진중인 성층권 비행선 개발 프로젝트는 밀레니엄 프로젝트의 일환으로 진행되고 있다. 이 프로젝트는 2000년에 시작되어 2004년에 종결될 예정이다. 이 프로젝트에서는 먼저 48m급의 비행선(ground-to-stratosphere, GTS)을 개발하여 지상에서 성층권으로 비행을 수행할 예정이다[참고문헌

4]. 2003년 여름, 히타치에서 수직으로 발사될 이 비행선은 15km까지 비행할 계획으로 있으며, 성층권 비행선의 막재료의 기술적 타당성 입증에 그 목표로 하고 있다. 이 비행선은 무동력으로 설계 비행될 계획이다[그림6].

이와는 별도로, 저고도 정점체공 비행선 (low-altitude-stationary, LAS)이 68m급으로 개발되어 2004년 호카이드의 타이키에서 발사되어 4km 상공에서 정점체공능력을 시험하게 될 것이다. 이 비행선의 주안점은 정점체공을 위한 동력시스템과 원격조종시스템의 타당성을 확인하는 것이다. 이 비행선에는 터보 모터에 의해 발생하는 전원을 이용한 통신 중계 및 환경탐사 시스템이 실릴 예정이다.

이외에도 일본에서는 20m급 비행선을 개발하여, 실내 비행을 수행하였으며, 리튬 이온 배터리의 전원으로 구동되는 두개의 전기모터를 이용한 25m 원격조종 비행선을 개발하여 시험비행을 수행하였다. 또 성층권 비행선용 막재료를 개발하기 위하여 Zylon 섬유를 사용한 막재료를 개발하여 성능시험을 수행하였다. 이외에 재생형 연료시스템을 개발중에 있으며, 성층권 비행선 형상개발 등을 수행 중에 있다. 밀레니엄 프로젝트를 종료한 후, 일본은 성층권 비행선 기술 실증기를 개발할 계획이다[그림7]. 이 비행선은 성층권에서 정점체공하며, 성층권 비행선의 기본 임무를 수행할 예정으로 최대 15m/sec까지의 풍속조건에서 정점체공이 가능하도록 설계된다. 이는 8월에 90% 정도의 정점체공 능력을 보유하는 것을 의미한다. 30kW급의 재생형 연료시스템으로 구동되며 해상에서의 안전한 회수를 위하여 호버크래프트 능력을 장착하게 될 것이다.

그림 7. 성층권 비행선 기술 입증기

2.4 영국 및 유럽

영국을 비롯한 유럽에서는 일본이나 미국과 같이 국가적인 프로젝트로 성층권 비행선(고고도 비행선) 개발이 추진되고 있지는 않다. 영국의 비행선 개발회사인 ATG (Advanced Technology Group)에서 성층권 비행선 개발을 독자적으로 추진 중에 있으며, 말레이시아 정부가 유력한 구매자로 예상된다. Stratsat으로 명명된 이 비행선은 성층권에서 통신중계 및 TV/라디오 방송 중계, 그리고 감시장비가 탑재되며, 길이가 200m (656ft), 임무중량이 최대 1,000kg 이며, 예상 최고운용고도는 20km (65,000ft) 그리고 운행기간은 5년으로 예상된다[그림8, 참고문헌 5].

2001년 ATG사를 중심으로 마르코니, 퀴네티크(Qinetiq), 레이티온(Raytheon, 미국) 등으로 구성된 콘소시엄이 말레이시아의 Photran과 성층권 비행선 개발을 위한 계약을 체결하였다. 이후 계약에 진전이 없고, 가시적인 성과를 내는데 실패함으로써 영국에서 성층권 비행선을 개발하려는 계획은 일단 한계에 봉착한 것으로 판단된다.

이외 기타 유럽에서는 독일의 슈튜트가르트 대학을 중심으로 성층권 비행선에 대한

기본연구 및 요소기술 개발 등이 이루어지고 있으나 체계적인 성층권 비행선 개발 계획이 추진되는 것은 아직 알려지지 않은 상태이다. 슈트트가르트 대학에서는 airworm이라는 신개념 비행선 등을 개발 시험하여 성층권 비행선을 비롯한 신개념 비행선에 적용하려는 연구들이 활발하게 이루어지고 있다. 개인 및 각 기관들에서 끊임없이 고안되는 신개념 비행선 개념들을 면밀히 검토하여 가장 최적의 비행선 형상을 찾는 노력들은 성층권 비행선을 현실화 함에 있어 아주 중요한 요소임에는 틀림없을 것이다. 이외에 유럽에서는 Helinet 프로젝트를 통하여 성층권 통신 플랫폼 및 통신 시스템 개발을 수행 중에 있다. 그러나 이 Helinet 프로젝트는 아직까지 고고도 무인항공기에 많은 비중을 두고 연구가 수행되고 있는 것이 현실이나, 성층권 무선통신 기술개발을 병행하며 비행선 등의 타 플랫폼의 사용 가능성을 고려하고 있다.

2.5 국내개발 현황 및 계획

국내에서는 산업자원부의 차세대 신기술 사업의 일환으로 한국항공우주연구원 주관으로 2010년 상용화를 목표로 성층권 비행선 개발사업을 추진하고 있다. 다목적 성층권 장기체공 무인 비행선은 3단계로 나누어 개발 중에 있다[참고문헌 6]. 1단계는 국내 기반기술이 부족한 비행선 체계종합 및 개발 기술을 확보하고 성층권 개발을 위한 핵심기술을 획득하기 위한 기반기술 연구단계이다. 이를 위해 성층권 비행선의 설계개념이 반영된 50m급, 3km 고도에서 정점체공능력을 가진 축소형 비행선을 개발하여 비행시험을 수행하며 기술적 도달정도를 평가하게 된다. 축소형 비행선은 성층권 비행선에 적용될 개발 기술들을 사용하여 설계되며, 무인비행선 체계 개발을 통해 정점체공능력을 보유한 자동비행 기술을 확보토록 추진된다. 또한 축소형 태양전지 및 재생연료전지 시스템은 지상에서 구현하여 전원에 관련된 기술을 확보토록 한다.

2단계는 성층권 비행선 시제기 개발단계로, 200m급의 대형 비행선이 개발된다. 이 대형 비행선은 성층권 환경조건을 만족할 수 있도록 설계/제작되며 재생연료 시스템을 탑재하여 자체 동력원을 확보하게 된다.

Items	Specifications
Type	Pressure stabilized
Length	200 m
Diameter	48 m
Max wind	35 m/s
Altitude	20 km
Power	SC/RFC 99% by roll control Diesel E/G 1% for max wind. 14hrs storage in winter
P/L power	Max 40 kW
Propeller	Stern, ducted, coned rotor
Life	5 years

그림 8. ATG 성층권비행선 Stratsat

그림 9. 국내 성층권 비행선 개발계획

비행선은 20km 상공의 성층권에 머무르며 통신 중계와 탐사 임무를 시범적으로 수행하며 실용화개발을 위한 관련 자료 및 기술적 수준을 확보토록 한다. 마지막 3단계에서는 실용화를 목표로 성층권 비행선의 개발을 추진할 계획이다[그림 9].

III. 주요기술개발 현황

성층권 비행선 개발사업은 선진 각국에서도 개발 착수 단계에 있어 개발에 필요한 핵심기술과 개발과정에서 발생 가능한 위험요소 등이 충분히 밝혀지지 않고 있으나, 1단계 연구개발을 수행하며 추진한 성층권비행선 개념설계 결과 아래와 같은 주요 기술들이 우선적으로 해결되어야 할 요소들로 판단되었다.

- ✓ 성층권 기상환경 및 내구성
- ✓ 경량구조 설계 및 경량 고강도 막재
- ✓ 성층권용 재생연료전지시스템
- ✓ 대형 비행선 회수
- ✓ 헬륨가열 (superheat)
- ✓ 고신뢰성 정점체공 자동비행

이 외에도 추가적으로 필요한 기술들이 있으나, 이들은 기존의 항공공학 및 기타 관련기술들을 활용하여 충분히 극복될 할 있는 요소들로 판단된다. 여기서는 위의 기술들에 대한 현황과 발전전망을 검토하였다.

3.1 성층권 기상환경 및 내구성

성층권 기상환경은 비행선 체제설계요구조건을 결정하는 가장 주요한 인자이다. 고도 20Km 근방에서 장기 체공하는 성층권비행선이 겪게 되는 환경요인 중 가장 중요한 변수는 기온, 기압, 풍향 및 풍속 등이다. 이

그림 10. 전형적인 고도별 온도 분포

그림 11. 전형적인 고도별 풍속 (1월)

들에 대한 자료는 성층권비행선을 운용할 지역별로 조사 분석되어야 한다. 국내의 경우는 라디오 존데를 이용하여 백령도, 오산, 광주, 포항 및 제주도의 5개 지역에 대한 고공기상관측 자료가 있으며, 전남 해남 및 흑산도에 추가적인 고공관측 시설이 설치되어 가동 중에 있어 이에 대한 설계자료는 충분히 확보할 수 있다.

성층권 기상조사 결과, 위에 거론된 측정지역 상공 20~22Km의 경우, 온도는 평균 영하 60도 정도로 평가되며, 상승 하강을 고려하여 설계 최저온도를 영하 80도 정도로 함이 적절함을 알 수 있다.

성층권에서의 바람은 하절기에는 풍속이 매우 낮으며, 하절기를 제외한 계절은 대부분 서풍이 지배적이다. 바람의 세기는 겨울철에 가장 심하게 불게 되는 데, 아래 그림은 전형적인 풍속 프로파일을 보여 준다. 그러나 현재 측정 중인 라디오 존데를 이용한 자료는 일일 2회의 측정값으로, 순간 최대풍속이 부는 시간에 대한 데이터를 확보할 수

는 없다. 일본이나 기타 우리나라와 같은 위도에 위치한 유럽 등의 자료를 종합할 때, 순간최대 풍속은 40m/sec이하임을 알 수 있다.

3.2 경량구조 설계 및 고강도 막재

현재 성층권비행선의 구조형식은 연식(Blimp) 혹은 준경식(Semi-rigid)을 예상하고 있다. 위의 어떠한 형태를 취하든 기낭의 구조 강성은 비행선 내외부의 기압차에 의해 유지하게 된다. 일반적으로 운용되는 비행선이 가지는 기압차는 운용압력으로 40mmAq 정도의 값을 취한다.

비행선의 기낭이 가지는 막재응력은 동일한 내외부 기압차에 대해서, 비행선 직경에 비례하게 된다.

$$\sigma_r = \Delta p \times r \quad \text{-----} (1)$$

여기서, σ_r 은 원주방향 기낭 막응력

Δp 는 내외부 기압차

r 은 비행선 반경

따라서, 비행선이 대형화될수록 막재응력이 크게 작용되므로 보다 고강도의 재질이 요구된다. 성층권비행선의 경우 기존 비행선의 막재료보다 비강도(중량 대 강도 비)가 3~5배 이상인 재료를 필요로 하게 된다. 이를 만족할 수 있는 재료로 기존의 막재섬유로 사용하는 폴리에스터를 벡트란이나 자일론 등과 같은 첨단 고분자화합물로 대체하고, 헬륨 누설 저지는 에발(eval)이나 테들라(tedlar) 필름을 사용하는 신소재 개발이 가시화 되고 있으며 현재 한국항공우주연구원은 국내 기술을 활용하여 성층권비행선용 막재료 개발을 위한 공동연구를 진행 중에 있다.

그림 12에서 보는 바와 같이 일반적인 기존 재료는 단위중량 300g/m², 인장강도 30Kgf/cm 정도의 값을 가진다. 그러나 첨단 신소재를 이용한 경우, 단위중량 200g/m², 인장강도 100Kgf/cm로서 성층권 비행선에 충분히 적용 가능한 재료들이 개발되고 있다.

향후 막재료는 우주 구조물, 대형 안테나, 집광판, 반사판, 고기능 의류, 항공기 탈출 시스템, 우주복, 보트(inflatable boat), 군 막사, 이동형 주거공간 등과 같은 타 산업에 대한 파급 효과가 매우 클 것으로 예상된다.

그림 12. 첨단 고강도 막재 특성

3.3 성층권용 재생연료전지시스템

성층권 비행선은 고고도에서 장기간 체공해야 한다. 장기 체공하는 비행체에 기존의 화석연료를 사용하는 것은 엄청난 연료중량으로 인해 불가능하다. 또한 성층권에서 화석연료를 사용하면 오존층을 파괴하게 되는 등 환경문제도 유발 시키게 된다. 따라서 성층권 비행선에 사용할 수 있는 가장 최적의 연료 시스템은 재생형연료전지(Regenerated Fuel Cell, RFC)이다. 재생형 연료 시스템은 태양전지-연료전지-가수분해장치-수소저장 시스템으로 구성되며, 가장 효율적인 재생형 연료 시스템으로 간주된다 [그림 13]. 낮에는 태양전지로부터 발생한 전기를 사용하여 추진에 필요한 동력을 얻고, 잉여전기는 가수분해장치를 사용하여 수소와 산소를 얻는다. 밤에는 저장된 수소와 산소를 연료전지를 통과시켜 소요전력을 생산한다. 이 시스템은 태양광이 있는 조건에서 외부 충전이나 연료보충 없이 동력을 공급할 수 있다.

RFC의 개발을 위해서는 고효율(>15%) 초경량(<200g/m²) 그리고 비행체 표면에 부착이 용이한 박막유연(thin-film flexible) 구조의 태양전지(solar cell)와 고효율(>50%) 경량(>1kW/kg) 그리고 초소형의 연료전지 시스템, 연료전지 시스템과 통합 가능한 가수분해장치 및 경량 산소/수소 저장 탱크가 필요하다.

미국 나사는 1995년 지상 시험용으로 25-kW급의 RFC 지상 시험 모델을 개발한 이래로 1998년 500-W급의 ULDB용 RFC를 개발하는데 성공했으며, 2001년에는 5kW급의 RLV(Reusable Launch Vehicle)용 RFC를 개발하였다. 미국 NASA와 Aerovironment 사는 RFC로 구동 되는 고고도 무인 비행기

그림 13. RFC 개념

인 Helios의 비행시험을 2002년 성공적으로 수행하였으며, 금년 중으로 재생연료 전질을 탑재한 비행시험을 수행하는 것으로 알려져 있다[참고문헌 9].

일본은 성층권 비행선용 RFC를 개발하기 위하여 2001년 1kW급 시험모델 개발에 성공하였으며, 15kW급 RFC를 NAL과 IHI사가 공동 개발 중에 있고 이들을 직병렬 연결하여 성층권비행선에 필요한 전력을 공급할 수 있는 시스템을 개발 중에 있다. 국내에서도 태양전지, 연료전지 등에 대한 연구가 대학과 연구소 등을 중심으로 수행되고 있으나, 대부분 지상용으로 개발되어 비행체에 탑재될 수 있을 만큼의 효율화, 경량화, 소형화를 이루지 못하고 있는 실정이나 이러한 기술을 활용하여 성층권용으로 확대 발전시킬 수 있을 것으로 판단된다[참고문헌 4].

3.4 비행선 체계 및 운용기술

위와 같은 주요 미확보 요소기술은 수년 내에 실용화될 수 있을 것으로 판단된다. 성층권비행선 체계에 있어 해결해야할 주요 문제점들을 고려해 보면, 200m 이상의 대형 비행선의 지상운용과 관련된 기술개발, 특히 비행선의 성능을 제대로 발휘할 수 없는 위험한 상황에서 이루어질 비상회수시에 조치할 수 있는 방안이 필요하다. 이를 위해 육상 보다는 해상회수를 고려하는 것이 편리할 것으로 판단되며, 이와 연관된 해상 및 연안지역의 시설 인프라 구축이 필요하며, 안전한 회수방안이 요구된다.

성층권 비행선 설계에 중요한 또 다른 요소의 하나로서 헬륨가열(super heat)이라 불리는 비행선 내부의 온도 상승이 있다. 성층권 열 환경으로 태양광 복사, 지구 알베도, 지구복사 등에 의해 비행선 내부의 헬륨의 온도가 외부공기보다 높아져 밀도변화에 의한 부력 증가 효과가 나타나는 것을 헬륨가열 현상이라고 한다. 현재까지의 자체 연구결과, 비행선에 헬륨가열에 대한 조치를 취하지 않을 경우 약 40~50도 정도의 헬륨가열 효과가 있고 이에 따라 부력 변화가 약 18%까지 증대될 수 있으므로, 헬륨 팽창 효과를 흡수할 수 있는 공기낭 (Ballonet)을 설치하고 헬륨가열 영향을 줄일 수 있는 체계설계가 필요하다. 장기간 무인비행선 운용을 위한 고신뢰성 비행조종장치 및 정점제공 등과 같은 체계기술은 국내 기술수준을 고려할 때 큰 문제없이 해결될 수 있을 것으로 판단된다. 체계종합 및 운용과 연관된 주요 항목인 임무장비 인터페이스 및 체계 운용개념 정립도 해결해야할 주요 업무이다. 이 부분은 우선적으로 성층권비행선체계 기술이 어느 정도 가시화되는 시점부터 해결해 나가도 될 것으로 판단되나, 독자적인 국내 기술발전을 위해 전자광학, 통신감청, 레이다 및 응용 영상기술 등의 개발을 꾸준히 수행해 나가야 될 것으로 판단된다.

IV. 맺음말

성층권 비행선 개발은 통신 및 지구 관측 분야 그리고 기타분야에서 새로운 많은 적용 분야 및 시장을 창출할 것으로 기대되고 있다. 통신 분야에서는 개인 단말기 기지국으로 사용가능하며, 재난 위급 지역의 통신과 항공 교통 증대에 따른 항공기-항공기간 항공기-관제국 간의 통신, 군사 및 경찰 목적의 통신 등에 광범위하게 적용될 수 있을 것으로 기대된다. 정점제공 능력을 이용하여, 특정 지역에 대한 장기간 지속적 관측이 가능해 질 것이며, 기존 항공기에 비해서는 대형, 고중량의 많은 전력을 소모하는 관측장비의 탑재가 가능할 것으로 판단된다. 미국이 군사적 목적에서 성층권 비행선 개발을 착수함에 따라서 성층권 비행선이 2010년 이후 상용화될 가능성은 점점 커지고 있다. 미

국의 개발은 관련 부품 및 재료 등의 개발을 촉진할 것으로 예상되며, 기술한 바와 같이 성층권 비행선 개발에 장애로 작용하던, 막 재료, 재생형 연료전지, 탑재체 등의 문제점들도 곧 극복될 것으로 판단된다. 현재 우리나라는 미국 일본과 더불어 성층권 비행선 개발의 선두에 속하여 있다. 우리나라에서는 성층권 비행선 개발 및 관련 요소기술개발을 위해 단계적인 계획을 수립하여 내실있게 진행 중에 있으며, 미국, 일본, 중국 등과 폭넓은 기술협력을 모색하며 기술교류의 창을 열고 연구개발에 매진하고 있다.

참고문헌

- 1) "<http://airship.kari.re.kr>", 한국항공우주연구원 성층권 비행선 개발 홈페이지
- 2) "<http://www.acq.osd.mil/bmdo/>", 미국방성 성층권 비행선 (High Altitude Airship Advanced Concept Technology Demonstration) 홈페이지.
- 3) "Stratospheric platform airship R&D activities in Japan", Kunihiisa eguchi, nal of Japan, SPF seminar at KARI, 10, dec, 2002
- 4) "The fourth stratospheric platform systems workshop", 성층권 플랫폼 시스템 워크샵 조직위원회, 2, 2003, japan
- 5) "<http://www.airship.com/>", 영국 비행선 개발 사인ATG사 홈페이지
- 6) "다목적 성층권 장기체공 무인비행선 개발사업", 김동민, 이해창, 이진우, 염찬홍, 임철호 (한국항공우주연구원), 춘계항공우주학회 논문 발표집, 2001
- 7) "비행선용 막구조 설계기법 연구", 강왕구, 김동민, 이진우, 염찬홍, 2002년도 복합재료학회 추계학술발표대회 논문집, oct, 2002
- 8) "<http://www.lgarde.com/>", 막재료 우주구조물 제작사 L'garde 홈페이지
- 9) "<http://www.grc.nasa.gov/WWW/ERA/ST/>", 나사 재생형 연료전지 개발 홈페이지