

LOW - COST HALEP (High Altitude Long Endurance Platform) CONCEPT

대한항공 항공기술연구소

김 중 철

I. 서 론

HALEP란 일정지점 부위의 고도 20 - 30 Km 상공에 상당기간 (최소 1일 - 최대 1년)체류하면서 주어진 임무를 수행할 수 있는 PLATFORM 을 뜻한다.

이러한 LOW - COST HALEP 에 대하여 고려할 수 있는 용도는
(1) SURVEILLANCE AND OBSERVATION
(2) COMMUNICATION RELAY
(3) SCIENTIFIC MEASUREMENT

로서 전반적으로 인공위성의 역할을 대체할 수 있으리라고 기대된다.

인공위성사업 자체는 막대한 규모의 투자와 방대한 기술이 동원되어야 하는 거대한 SYSTEM 산업이지만, 기상관측과 방송통신에 관한 인공위성 사용이 향후 20 여년 동안은 경쟁력을 계속 유지할 것으로 보여지고 있다. / 1 /

초기의 기상관측 위성은 NOAA(미국 NATIONAL OCEANIC & ATMOSPHERIC ADMINISTRATION)에서 주관한 TIROS (1960 - 1965 년 10 개) TOS(1966 - 1969 9 개), TIROS N/NOAA 들이 대표적이는데 이들은 고도 800 Km - 1500 Km 로 발사비용 750 만\$, 위성체 1500 만\$ 정도이었다. 그후 관측장비의 발달로 고도를 높이어 지구정지궤도(고도 35800 Km) 에 까지 올릴 수 있게 되었으며, 현재는 범세계적인 STSTEM 으로 GARP(GLOBAL ATMOSPHERIC RESEARCH PROGRAM) 가 운영되고 있다.

GARP 는 3 개의 GOES (GEOSTATIONARY OPERATIONAL ENVIRONMENTAL SATELLITE ; 미국), 유럽의 1 개 METEOSAT (프랑스 AEROSPATIALE 제작) 와 일본의 GMS(GEOSTATIONARY METEOROLOGICAL SATELLITE 동경 140° 상공, 미국 HUGHES 사 제작) 로 구성되어 있으며 기상관측자료를 세계적으로 공급되고 있다.

통신위성의 경우 1965 년 이래 TELSTAR, RELAY, SYNCOM 등에 이어 INTELSAT 로 연결되어 현재 33000 여 회선을 갖춘 INTELSAT VI (궤도중량 1177 Kg) 가 18 개 정도로 600 여 지상수신소와 함께 전세계적으로 운영되고 있으며 우리나라도 INTELSAT 사업에 0.72 % 의 출자지분을 갖고 있다.

이러한 INTELSAT 사업이 성공적으로 진행되면서 EUTELSAT, PALPA - B, ARABSAT, AUSSAT과 같은 가까운 몇몇 나라들끼리의 위성통신 사업도 추진되고 있으며 국제적 이용이 아닌 자국내 이용을 위한 인공위성(DOMSAT) 계획도 활발하다. 미국의 경우 1990 년에 50여개의 DOMSAT 이 궤도를 돌계획이다.

INTELSAT가 궤도중량 1 - 2 ton 으로 대형화, 고성능화 되어 가고 있는 것에 비하면 DOMSAT 는 대부분 궤도중량 200 Kg 의 정도로 소형이며 저가격의추세이다. 한예로 1985 년에 띄운 미국의 첫번째 DOMSAT인 RCA 방송 위성(DBS)의 가격이 113 MILLIONS 이었다.

지구관측위성은 남.북극 근처 빙산의 움직임을 관측하기 위한 NIMBUS 와 같은 기상위성으로 부터 지표면 관측의 가능성을 감지하므로써 개발되기 시작했다.

대부분이 군사용으로 개발되었으나 비군사용으로도 사용이 가능한 최근의 것으로 미국의 LANDSAT 4 와 프랑스의 SPOT (SATELLITE PROBATOIRE 4'OBSERVATION DE LA TERRE)가 있다.

이들은 각각 고도 685 Km 와 832 Km 의 궤도에 있으며 지구 표면에 대하여 185 Km x 185 Km 와 60 Km x 60 Km 의 사진을 30 분 정도 걸려서 찍으며 해상도는 각각 40 m, 10 m 까지 가능하다. 그리고 이들은 16 일, 26 일 간격으로 지구상의 같은 지점을 통과한다.

그러나 사진을 찍고자 하는 지역에 10 % 이상 구름이 끼일 경우 그 사진은 쓸모가 없게된다. 따라서 지역에 따라 1 년동안 쓸만한 사진을 한장도 못 얻는 경우가 있다.

우리나라의 경우 GMS 와 INTELSAT 에 이미 가입되어 있으며 LANDSAT 이나 SPOT 의 자료도 사용 가능하다. 최근에는 통신망의 급증과 TV송신 때문에 DOMSAT 가 고려되고 있으나 경제적 타당성이 문제가 되고 있다.

이러한 시점에서 저렴한 가격으로 DOMSAT 의 역할을 대행할 수 있는 HALEP의 의의는 중대하다.

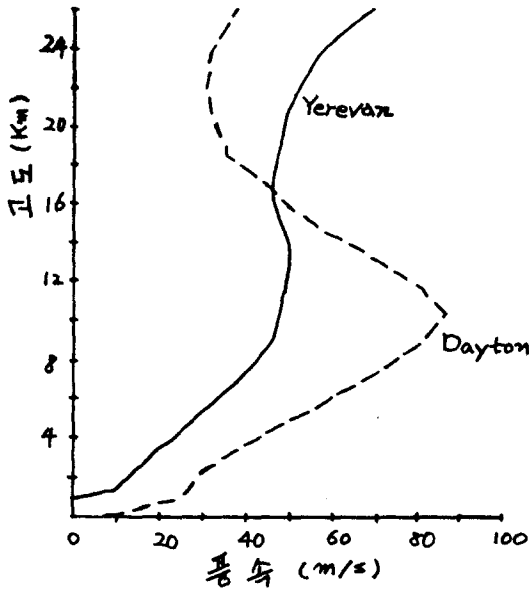
HALEP 의 대상으로는 TETHERED BALLOON, AIRSHIP, 고정익기로 고려할 수 있는데, 그 중 고정익기를 주로하여 유사사례들을 살펴보고 개발 방향을 논하고자 한다.

II. HALEP 유사사례

HALEP 의 특징을 일정지점 부위의 장기체공에 있다. 장기체공을 위하여는 바람이 적은 고도를 선택하여 되도록 적은 에너지로 채공하여야 한다. 일정고도 이상의 바람은 지표 근처의 바람과는 달리 계절에 따라 일정한 경향을 띄우고 있다고 알려져 있다.

우리나라의 경우 고도에 따른 연중 최대 풍속을 나타낸 자료는 구하지 못했으나 다른 나라의 경우 포 (1) 과 같으며 우리나라도 비슷하리라고 여겨진다.

표(1) DAYTON (미국)과 YEREVAN (소련)의 고도에 따른 연중 최대 풍속 (99% 신뢰도)



JET기류의 존재에 따라 바람 분포가 상당히 변하나 표(1)에서 고고도에서 바람이 약한 고도는 18 Km - 24 Km 임을 알 수 있다.

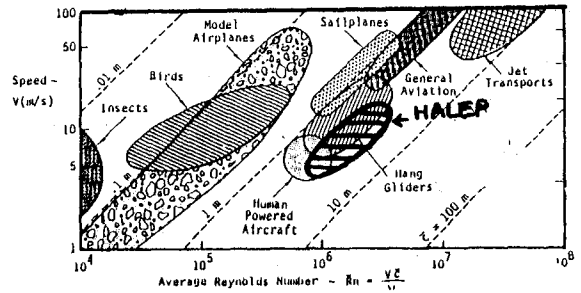
표(2)는 해당고도의 표준대기포이다.

표(2) 표준대기포 (고도 18 Km - 24 Km)

고도 (Km)	온도 °c	기압 mmHg	밀도 Kg/m(3)	동점성계수 (m ² /s)
18	-56.5	56.74	0.12165	1.1686 E-04
19	-56.5	48.51	0.10400	1.367 E-04
20	-56.5	41.4732	0.08891	1.5969 E-04
21	-55.6	35.4699	0.07572	1.8843 E-04
22	-54.6	30.3587	0.06451	2.2201 E-04
23	-53.6	26.004	0.05501	2.6135 E-04
24	-52.6	22.290	0.04694	3.0743 E-04

이와 같은 고도에서의 비행체는 그림(1)과 같이 기존 비행체들과는 다른 특징을 나타낸다. 고고도비행체, LOW-POWERED FLIGHT 라는 관점에서 HALEP와 유사한 사례들을 다음과 같이 살펴본다.

그림(1) 표준대기 해면고도상에서의 비행체 CATEGORY별 비교



II-1. Man-Powered Flight

인력비행에 대한 관심은 오래전부터 계속되어 왔으나 가능성을 보여 준것은 1920년대 부터이다. (Cycloplane, Schwinguin).

그후 1959년에 Kremer Comelition에서 5만 파운드의 상금을 걸면서부터 인력비행에 대한 연구가 본격화되었다고 볼 수있다. Kremer Competition의 규칙은 800m 떨어진 두 기둥 사이를 8자코스로 비행하며, 출발지와 도착지는 두기둥의 한 가운데로 정하고 비행고도는 3m 이상이어야 한다.

표(3)은 Kremer Comelition에 출전했던 대표적인 비행기들의 제원이다. / 4 /

표(3) 대표적인 인력 비행기 제원

이름	국적	처녀비행	중형비	날개폭	의면하중 N/m ²	순항속도 m/s
SUMPAC	영국	1961	21.3	NACA 65-818	41.3	9.25
Puffin	영국	1965	22.2	FX 63-137	35.7	8.0
LinnetIV	일본	1971	21.2	NACA 8418	36.7	7.7
Jupiter	영국	1972	21.3	NACA 65-618	46.5	9.25
Aviette	프랑스	1974	30.0	FX 61-184	24.4	6
Olympian	미국	1976	19.5	FX 72-150	19.7	5.8
Gossamer Condor	미국	1976	9.5		9.5	3.6

II-2. Mini-Sniffer

Mini-Sniffer는 30 km 고도상의 공해물질이나 turbulence 를 측정하기 위하여 17 kg 무게의 공기포본 검출기를 해당 고도까지 운반하기 위한 RPV의 일종이다. 1975년부터 개발에 착수하여 1978년에 1차 완료되었다.

이 비행기는 고고도에서도 추진력을 얻기위하여 17 HP의 Hydrazine engine을 사용하였으며 Airfoile은 Gossamer Condor 에 사용된 Lissaman과 유사한 Miley airfoile을 사용했다.

이 비행기에 대한 제원은 다음과 같다.

무	계	100 kg
MAC		25 %
Span		1.22 m
Wing Area		13.92 m
Payload		26.79 kg
최고고도		34 km

II-3. Mars-airplane

화성탐사에 있어서 사진촬영 및 spectroscopy, 중력장과 전자기장 및 대기성분 조사도 하며 탐사장비나 추출표본을 운반하기 위하여 계획된 것이다.

설계성능은 표(4)와 같다. 화성표면의 중력장은 지구 중력장의 0.377 배이며 대기밀도가 희박하여 지구에 비하여 1% 가량으로 화성표면의 대기밀도가 33 km 고도의 지구대기와 흡사하다. 온도조건은 지구가 -50° - 55°C 임에 비해 -120° - 0°C로 복잡한 편이다.

표(4) 화성탐사기 설계성능

항 목	수 치
순항 속도 (m/s)	60 - 100
순항지속시간 (시간)	17 - 31
비행 고도 (km)	0 - 15
적재량 (kg)	40 - 100
항속거리 (km)	1000

II-4. Solar Challenger

1977년 Kremer Competition 에서 Gossamer condor로 상을 탄 Mac Cready가 Du Pont 사의 지원을 받아 제작하였다.

주익의 날개끝은 Lissaman-Hibbs 8025, 꼬리날개는 Lissaman-Hibbs 8230 을 채택하고, 14.3 m의 span 에 하중계수는 6 g 로 44 kg 무게의 조종사와 함께 전중량은 133 kg 이다. 두께 0.3 mm의 태양전지 16128 개가 차지하는 면적은 21.9 m 이며 중량은 17.7 Kg, 직류모터의 중량은 3.5 kg 이며 공칭회전수는 7000 rpm 이다.

표(5)는 Solar Challenger의 고도에 따른 성능이다.

표(5) Solar Challenger 의 성능

고도 (km)	Vstall (km/h)	요구마력 (watt)	태양전지 출력 (watt)	여유마력 (watt)	가능상속 속도 (m/min)
0	32.2	1318	3000	1682	55
3	37.3	1529	3528	1999	65
6	44.1	1806	4038	2232	72.5
9	52.8	2162	4524	2436	76.7
15	82.7	3387	4860	1473	48

II-5. Microwave Powered Flight

Microwave Power를 우주공간상에서 전송한다는 것은 도체의 역할을 하는 물질이 필요없고 빛의 속도로 전송할 수 있으며 진공중에서는 에너지의 손실이 없다 등등의 많은 이점 때문에 오래전 부터 고려되어 왔으나 대기권내의 지표면 부근에서는 신호의 전송에는 사용되어도 동력전송에는 쓰기가 어려웠다.

1969년 Microwave Power 를 전송받아 로터를 회전시키는 헬리콥터에 대한 연구이래로 꾸준한 기술의 발달로 요 근래에는 대기권 내에서도 타당성을 인정받고 있다.

Microwave Power를 수신하여 직류로 변환하는 Rectenna 의 효율이 당시의 60%에서 현재는 92% 까지 증가하였고, 1 kg 중량의 rectenna의 출력이 당시에는 200 w 이었는데 현재는 1 kw 까지 가능하다.

이러한 기술의 발달로 요 근래 Microwave powered HALEP의 계획이 활발하다.

III. 본 문

III-1. 공기역학 및 비행역학적고려

III-2. 태양전지 및 동력의 비속

III-3. 시스템의 고찰 (sensor, autopilot, navigation, energy optimal concept)

IV. 결 론

지금까지 각종 data의 수집과 기술자료를 고려할때, 첫 단계로 60 kg 정도의 High-Altitude Sun-Powered, Unmanned Airplane 을 개발하여야 할 것이다.

이 단계에서는 본문에서 살펴본 여러가지의 기술들을 확립시키면서 우리나라의 몇몇 지역에 대하여 고공대기에 대한 기상자료도 수집하여야 할 것이다.

다음단계에서는 겨울철에 Microwave Power를 사용하는 문제를 검토하여 태풍의 이동경로를 예측하기위한 기상탐사, 전파감시, 환경감시, 전파중계, TV 직접방송 등의 실용기를 개발할 수있을 것이다.

몇몇 선진국에서도 이러한 방향의 연구들이 진행되고 있으나 대부분의 선진국은 고위도상에 위치하고 있다. 반면 적도 근처의 나라들은 대부분 인공위성을 띄우거나 운영하기 힘든 저궤발굴들이다.

따라서 인공위성의 역할을 대체할 수 있는 HALEP의 개발은 향후 수익성이 높은 시스템산업으로 연결된다고 보아도 될 것이다.

참 고 문 헌

- / 1 / " Direct Broadcast TV Satellites " INTERAVIA 2/1983
- / 2 / " A New Wave of Communication Satellites " AEROSPACE AMERICA March 1984
- / 3 / " Wind Study for High Altitude Platform Design " N 80-12661, NASA-RP-1044
- / 4 / " At the Threshold of Man-Powered Flight " Astronautics & Aeronautics Sept 1977, John M. McMaster
- / 5 / " High-Flying Mini-Sniffer RPV : Mars Bound? " Astronautics & Aeronautics June 1978 R. Dale Reed
- / 6 / " A Mars Airplane ? " Astronautics & Aeronautics Jan. 1979 V. C. Clarke
- / 7 / " Sun-Powered Aircraft Designs " J. Aircraft Vol 20 Jun 1983 P. B. McCready et al
- / 8 / " Microwave-Powered, Unmanned, High Altitude Airplanes " J. Aircraft Vol 21, No 12 1984
- / 9 / " Progress Report " Unmanned Systems/ Winter 1987 J. DeLaurier et al
- / 10 / " A Link between Microwave Transmitter Shape and Aircraft Geometry " Unmanned Systems/ Winter 1987 David W. Hall
- / 11 / " Applications of Free Space Microwave Power Transmission " Astronautics & Aeronautics Sept 1979 Samuel W. Fordyce