

통신 · 방송위성 기술의 현황 및 전망

金 在 明, 朴 世 耕*

韓國電子通信研究所 傳送技術開發部
研究委員, 衛星通信研究室 研究員*

I. 서 언

1963년 최초의 정지궤도 위성이 발사된 이래 위성 통신은 급속하게 발전되어 왔다. 위성통신은 고유의 특징인 광역성, 동보성 및 액세스의 용이성 등으로 국제통신의 주역으로 등장했을 뿐 아니라 국내통신에 있어서도 각국은 경쟁적으로 위성통신을 도입하고 있는 실정이다. 또한 이동체 통신에서도 위성에 의한 국제해사위성통신 서비스가 제공되고 있으며 여러 나라에서 지역적 이동체 위성통신 시스템을 계획·추진중에 있다.¹⁾

위성통신의 세계적인 개발 추세를 살펴보면, 1950/60년대에는 미국과 소련을 중심으로 국방·과학기술 측면에서 위성을 보유·운용하였으나, 1970년대 후반부터는 국토면적이 넓거나 섬이 많은 국가에서 경제적인 측면을 중시하여 국내 통신·방송 서비스의 제공을 위해 위성을 이용하기 시작하였고, 1980년대 후반부터는 우주개발 경쟁시대를 맞이하여 신기술 개발, 뉴미디어 보급 등 다양한 국민육구 증진을 위해 개발도상국에 이르기까지 위성을 보유·운용중에 있으며 1987년 현재 3,570여개의 위성이 발사되었으며 이중 통신·방송위성은 370여개에 이르고 있다.

또한 선진 각국들은 최근 급속한 발전을 이룩한 디지털 신호처리기술, 부품 및 소자기술 등을 이용하여 다기능 및 고효율성을 갖는 위성시스템의 개발을 진행하고 있다.²⁾ 이러한 신기술로는 위성탑재처리(on board processing) 기술, 위성간 통신링크기술 및 다중빔기술 등이 있으며 점차 위성체의 대형화를 꾀하고 있다. 그리고 위성체의 대형화는, 지구국의 소형·경량화, 전송효율의 증대 및 채널비용의 절감

등을 가능케 하여, 위성통신 수단의 장점을 더욱 배가시켜, 차세대 위성통신 시스템은 미래의 통신망에 중추적인 역할을 담당하게 될 것이다.

한편 국내에서도 통신·방송위성의 독자적인 확보에 대하여 관심이 높아지고 있으며 정부에서는 1990년대 중반에 독자위성을 확보하기 위한 추진 계획을 수립중에 있다.

본고에서는 위성통신의 역사, 국제 및 국내 통신·방송용 위성의 개발·운용현황, 위성의 설계 및 개발방법에 관하여 개략적으로 설명하고 위성탑재처리기술, 위성간 통신링크, 다중빔 시스템 및 이동체 위성통신 시스템 등의 차세대 위성통신 기술을 고찰하여 국내에서의 위성통신 기술개발에 도움이 되도록 한다.

II. 통신·방송위성의 현황

1. 위성통신의 역사

최초로 통신위성용으로 이용된 매체는 달이었다. 1950년대 말 미국 해군은 달을 수동적인 반사기로 이용하여 Washington D. C.와 Hawaii간 저속데이터통신을 성공시켰다.³⁾ 그리고 지구를 중심으로 회전하는 인공위성을 이용한 통신은 1957년 소련의 Sputnik 1호가 21일간 telemetry 정보를 송신한 것이 최초이었다. 1958년 미국은 아이젠하워 대통령이 성탄메세지 녹음테이프를 탑재한 Score 위성을 발사하여 그 메세지를 미국 전역에 방송하였다. 2년뒤인 1960년 발사된 Echo 1호는 직경 100피트의 알루미늄박이 입혀진 플라스틱 풍선으로 지구에서 송신된 신호를 단순히 반사시키는 수동형 통신위성이었다.⁴⁾ 1962년

미국의 Bell연구소와 NASA에 의해 제작된 Telstar 1호 및 Relay 1호 위성은 3와트 및 10와트의 출력을 갖는 증폭기가 탑재된 최초의 능동형 통신위성으로서 오늘날 통신위성의 기초가 되었다.

1960년대 초 위성통신 시스템에 있어, 중요하게 고려된 문제점은 '위성통신을 위한 최적궤도는 무엇인가' 라는 것이었다. 고도가 낮은 시스템은 발사비용이 적게 들고 위성탑재기기를 크게할 수 있으며 또한 전파전파 시간이 짧은 장점이 있지만, 지구의 자전주기와 위성의 공전주기가 달라 궤도상의 위성을 계속 추적해야 할 추적장치가 필요하고 통신시간이 한정되는 결점이 있다. 그리고 정지위성궤도의 이론은 1940년대 중반 A. C Clake에 의해 제시되었지만 전파 지연 및 발사능력의 한계 등으로 실용화 되지는 못하였다.⁵⁾ 그러나 1963년 7월 최초의 정지궤도 위성인 SYCOM 2호가 발사되어 동경올림픽 경기를 TV 중계하는 데 성공함으로써 본격적인 위성통신 시대를 맞이하게 되었다. 또한 1964년에는 위성에 의한 국제통신망을 제공하는 것을 목적으로 국제전기통신위성기구(INTELSAT: International Telecommunication Satellite Organization)가 설립되어 1965년 INTELSAT I호인 Early Bird 발사를 시작으로 현재 INTELSAT V호에 이르기까지 INTELSAT은 국제 상업위성통신을 주도해 오고 있다. 또한 1979년 국제해사위성기구(INMARSAT: International Maritime Satellite Organization)가 설립되어 현재 대

서양, 태평양 및 인도양의 적도상공에 발사된 9대 위성(3대; 운용, 6대; 예비)을 이용하여 국제해사 이동통신서비스를 제공하고 있다.

2. 국제 및 국내위성

1) 국제위성

(1) 국제전기통신위성기구(INTELSAT)

INTELSAT은 위성에 의한 국제공중통신망을 제공하는 것을 목적으로 1964년 잠정조직으로, 1973년 영구조직으로 설립된 국제기관으로 1989년 현재 가맹국이 115개국에 이른다. 2대의 6/4GHz 중계기를 탑재한 INTELSAT I호는 세계 최초의 상용정지통신위성으로 1965년에 발사되어 북미-유럽간 전화, TV등의 중계서비스를 개시하였다. 그후 INTELSAT의 업무는 급속히 확장되어 새로운 통신위성을 계속적으로 개발하여 발사하였다.⁶⁾ INTELSAT I호에서 VI호에 이르는 INTELSAT계 통신위성의 제원을 표 1에 나타내었다. 1980년 정지궤도에 질량 약 1톤, 송신전력약 1KW의 INTELSAT V호가 대서양, 인도양 및 태평양의 적도상공에 발사되었다. 전송용량은 INTELSAT I호에 비해 약 50배가 증가되었으며 비즈니스 위성통신 서비스(IBM: INTELSAT Business Service)를 1983년부터 개시하였다. IBM은 음성, 팩시밀리, 전자우편, 화상회의 등의 서비스를 총합적으로 제공하는 것으로 사용자의 건물 또는 인접지역에 소형지구국을 설치하여 서비스를 제공받을 수 있

표 1. INTELSAT계 통신위성의 제원

시 스템 명	INTELSAT I	II	III	IV	IV-A	V	V-A	VI	
위성 제작 회사	Hughes	Hughes	TRW	Hughes	Hughes	Ford	Ford	Hughes	
위성 개 수	2	5	8	8	6	9	6	5	
통신용량 (채널)	전화급	240	240	1,500	4,000	6,000	12,000	14,000	40,000
	T V	1	1	4	2	2	2	2	2
Transponder 수	2	2	2	12	20	27	38	46	
안정방식	스핀	스핀	스핀	스핀	스핀	3축	3축	스핀	
궤도상 중량(Kg) (운용 시작시)	38.6	86.4	151.8	731.8	862.6	1,012	1,160	2,004	
설계수명	18개월	3년	5년	7년	7년	7년	9년	10년	
발사체	Delta	Delta	Delta	Atlas	Atlas	Atlas/ Ariane	Atlas/ Ariane	Atlas/ Ariane	
최초발사년도	1965	1967	1968	1971	1975	1980	1984	1989 예정	

다. 또한 INTELSAT은 각국의 국내통신 및 지역위성에 의한 위성통신서비스에 대비하여 세계를 연결하는 국제간 통신 뿐만 아니라 서독, 멕시코, 중공 등 세계 각국에 중계기를 리스하는 형식으로 국내통신 서비스도 제공하고 있다.

한편 우리나라는 1967년에 INTELSAT에 가입하여 현재 금산과 보은에 각각 인도양, 태평양 위성용 지구국 시설을 갖고 있으며 국제통신용으로 운용하고 있다. 1988년 서울올림픽의 경기를 INTELSAT 위성을 통하여 전세계에 중계하였다.

(2) 국제우주통신기구

국제우주통신기구(INTERSPUTNIK:International Organization of Space Communication)는 소련을 중심으로 동유럽 국가들이 1972년에 설립한 국제통신 위성기구이다.¹⁷⁾ 가맹국은 1986년 현재 14개국에 이르며 Statsionar 4 호(대서양), 5 호(인도양) 및 13 호(인도양) 위성을 이용하여 전화 및 TV 중계 서비스를 제공하고 있다.

(3) 국제해사위성기구(INMARSAT)

INMARSAT은 1979년 해사어동위성통신을 위해 설립되어 1989년 현재 55개국이 가입하고 있다. INMARSAT은

- 해상에서 항해중인 선박과 육지, 선박과 선박간의 통신을 위성방식으로 운용
- 선박의 인명안전과 재난방지 도모
- 해사공중통신서비스의 개선

등을 목적으로 하고 있으며 대서양, 인도양 및 태평양 적도상공에 발사된 9대 위성을 이용하여 국제해사어동통신서비스를 제공하고 있다(표 2 참조).

또한 INMARSAT에서는 1985년부터 국제항공위성

통신서비스의 구체적인 검토가 진행되어 1987년 항공기 탑재지구국과의 시험서비스를 하였고 1989년경부터 서비스를 개시할 예정이다. 그리고 차기 2세대 위성시스템에서는 디지털 통신기술을 활용하여 각종 서비스를 일원적으로 제공할 수 있는 시스템의 검토가 진행중에 있다.

한편 우리나라의 경우 INMARSAT 해안지구국이 금산에 시설공사중에 있으며 1990년 개통 예정으로 되어 있다.

2) 지역위성

현재 운용중인 지역위성시스템으로서는 유럽의 ECS(European Communication Satellite), 인도네시아 주변국가들의 PALAPA 및 아랍의 ARABSAT 등이 있으며 동부아시아를 중심으로 한 ASIASAT이 1990년부터 서비스 제공을 계획하고 있다.¹⁸⁾

- ECS

ECS 시스템은 유럽전기통신위성기구 (EUTELSAT: European Telecommunication Satellite Organization)가 우주부분을 소유·운용하고 유럽우주기관(ESA: European Space Agency)이 위성의 개발, 발사 및 추적관제를 담당하고 있다. ECS는 가맹국의 지상공중통신망 중계 및 유럽방송연맹(EBU: European Broadcasting Union)의 TV프로그램과 CATV 프로그램을 중계전송한다.

- PALAPA

PALAPA시스템은 인도네시아의 국내통신 및 Asean국가들에게 중계기를 리스하는 형식으로 운용되는 것으로 인도네시아 정부가 소유하고 운용·보수는 인도네시아 전기통신공사가 담당하고 있다.

- ARABSAT

ARABSAT 시스템은 ARAB전기통신연합에 대한 통신회선의 제공 및 ARAB방송연맹에 대한 TV프로그램 중계를 주요 목적으로 하고 있으며 ARAB 위성통신기구(ARABSAT)가 시스템 개발을 담당하고 있다. 1985년 전화급 8,000회선, TV 8회선의 용량을 가지는 ARABSAT 1, 2호 위성이 발사되어 아랍 22개국에 서비스를 제공중에 있다.

상기 지역위성 시스템의 운용중인 주요위성의 제원은 표 3 과 같다.

3) 국내위성

위성 통신용량의 비약적인 증대, 발사기술의 발달 및 통신기술의 진보 등에 의해 위성통신회선비용이 급속히 절감됨에 따라 위성통신은 처음에는 국제통신용으로 사용되어 왔으나 캐나다, 미국, 소련 등과

표 2. INMARSAT 위성시스템 운용현황¹⁹⁾

지역	위성명	계도	전용량(Ch.)	비고
대서양	Marecs B2	26 W	80	운용
	INTELSAT V F6	18.5 W	50	예비
	Marisat F1	15.0 W	10	예비
인도양	INTELSAT V F5	63.0 W	50	운용
	INTELSAT V F7	66.0 E	50	예비
	Marisat F2	72.4 E	10	예비
태평양	INTELSAT V F8	180.0 E	50	운용
	Marecs A	177.5 E	60	예비
	Marisat F3	176.0 E	10	예비

표 3. 주요 지역위성 시스템의 제원

시스템 명	ECS	PALAPA A	PALAPA B	ARABSAT
위성개수	1	2	1	2
설계수명(년)	7	7	8	7
궤도상중량(Kg)	610	300	628	680
안정방식	3축	스핀	스핀	3축
Transponder 수	9	12	24	26
사용 주파수대	Ku	C	C	C, S
위성EIRP(dBW)	35	32	36	33
수신G/T(dB/K)	-5	-7	-7.5	-4
최초발사년도	1983	1976	1983	1985

같이 광대한 국토를 갖고 있는 나라나 일본과 같이 많은 섬으로 이루어져 지상설비를 갖추기 힘든 나라에서는 용이하더라도 신속한 통신수단을 갖출 수 있다는 점에 착안하여 국내통신에 위성통신 시스템을 도입하고 있다. 여기서는 국내 위성통신의 선두주자적인 미국, 소련, 캐나다 및 일본의 국내위성 운용 현황에 대해 간단히 살펴보기로 한다.

(1) 미국

미국은 1972년 정부의 위성통신사업의 복수참여 정책에 따라 1974년 Westar 위성의 발사를 시작으로 10개의 위성통신 사업체가 30여개의 통신·방송위성을 운용하고 있으며 주된 사업으로는 TV 프로그램 중계, 주요 도시간 공중통신망 및 기업전용통신망(VSAT망: very small aperture terminal network) 등이 있다.

(2) 소련

소련은 1/0.8GHz대, 4.1/3.4GHz대 및 6/4GHz대를 사용하는 Molnya 위성 및 6/4GHz대를 사용하는 Raduga, Gorizont 위성 및 14/12GHz대를 사용하는 Loutch 위성을 이용하여 통신서비스를 제공하고 있으며 700MHz대를 사용하는 Ekran 위성을 이용하여 방송서비스를 제공하고 있다.

(3) 캐나다

캐나다는 세계 최초의 국내통신위성인 Anik A1을 1972년에 발사한 이래 1973년 Anik A2, 1975년 Anik A3를 발사하였고 차세대위성 Anik B를 1978년에 발사하였다. 또한 1980년대 초 Anik A, B의 대체위성인 Anik C, D를 발사하여 공중통신 및 북부과소지역에의 통신과 TV중계 서비스 등을 제공하고 있다.

(4) 일본

일본의 국내 위성통신은 1977년 CS 위성을 시작으로 1983년 CS-2 위성을 1988년 CS-3 위성을 발사하여 지상통신과 상호보완하여 지진, 화재, 재해 시 비상통신과 디지털 데이터 통신서비스를 제공하고 있다. 또한 1984년 BS-2a, 1985년 BS-2b 위성을 발사하여 직접위성방송 서비스를 제공하고 있다.

기타 현재 국내통신·방송위성서비스를 제공하고 있는 나라는 멕시코, 브라질, 영국, 프랑스, 이탈리아, 북유럽 5개국, 인도, 호주 등이 있으며 주요 국내통신·방송위성의 제원은 표 4와 같다.

3. 위성통신의 전망

국제통신용으로 주로 사용되어온 위성시스템은 서비스지역의 광역성, 동보성 및 회선설정의 신속성 등 지상통신방식에 없는 고유의 특징을 갖고 있어 국내통신·방송용으로 그 적용범위가 점차 확대되어 가고 있다. 또한 위성중계기 제작기술의 발달-위성체의 대형화-로 지구국의 소형·경량화, 전송효율의 증대 및 채널비용의 절감 등을 도모할 수 있어 사용자들은 경제적으로 다양한 위성통신서비스를 제공할 수 있을 것이다.

한편 1990년대에 실용화될 예정인 종합정보통신망(ISDN: integrated services digital network) 서비스에 있어서 위성시스템의 역할을 잠시 살펴보기로 하자. ISDN 구현시 위성시스템의 역할을 살펴보기 위해서는 먼저 CCITT(International Telegraph & Telephone Consultative Committee)가 ISDN 개발을 위해 규정한 다음과 같은 요구조건을 간단히 고찰해 볼 필요가 있다.¹⁰⁾

- 전세계적인 표준이어야 함.
- 디지털 전화방식으로부터 발전 되어야 함.
- End-to-end 디지털 접속으로 광범위한 서비스를 제공하여야 함.
- 다목적 이용자 인터페이스를 제공하여야 함.

이들 4가지 사항에 대해서는 기존의 디지털 위성망을 통하여 운용되는 지상의 간단한 통합망을 예를 들어보더라도 CCITT의 규정사항을 충족시킬 수 있을 것이다. 그러나 그림 1과 같이 위성을 이용하여 전세계의 일원화된 ISDN을 구축하기 위해서는 위성시스템이 전술한 바와 같이 위성체의 대형화를 통하여 대용량 교환국의 기능을 원활히 수행할 수 있어야 할 것이다.

표 4. 주요 국내통신·방송위성의 제원

국명	일본		프랑스		캐나다	호주
위성명	CS-2	BS-2(B)	Telecom1	TDF1	ANIK-C	AUSSAT
위성기능	통신	방송	통신	방송	통신·방송	통신·방송
중계기	주파수 (GHz)	30/20, 6/4	14/12	6/4	17/12	14/12
	중계기수	6, 2	2	12	4	16
	대역폭 (MHz)	130, 180	27	36, 40, 120	27	54
채널수	4,000	2	5,000	4	-	4,000 4
위성수명(년)	5	5	7	9	10	7
발사년도(년)	1983	1986	1984	1988	1982	1985
발사체	N-II	N-II	Ariane III	Ariane IV	STS	STS
주요서비스	<ul style="list-style-type: none"> • 국간중계 • 도서통신 • 비상/임시 통신 	<ul style="list-style-type: none"> • 고풍력 직접위성 방송 (0.6~0.9m 안테나) 	<ul style="list-style-type: none"> • 조직체간 업무통신 • TV/전화 중계 • 군통신 • 국내 TV 중계 	<ul style="list-style-type: none"> • 고풍력 직접위성 방송 (0.6~0.9m 안테나) 	<ul style="list-style-type: none"> • 대용량 디지털 전송(90Mbps) • 소용량 가입자 통신 • 비디오 회의 및 중계 • 저출력 직접 위성방송 (1.2~1.8m안테나) 	<ul style="list-style-type: none"> • 주요도시간 국간중계 • 소용량 가입자 통신 • 항공기의 트래픽 제어 통신 • 저출력직접 위성방송 (1.5~2.2m안테나)

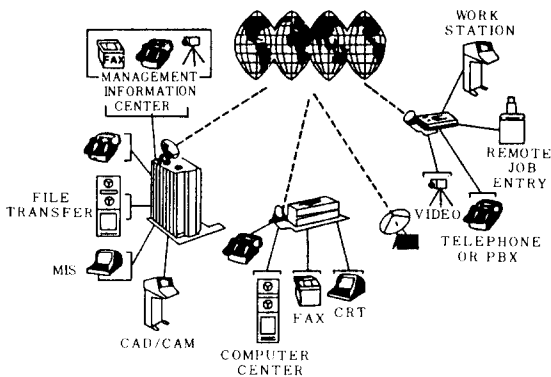


그림 1. 위성을 이용한 ISDN

위성체의 대형화는 위성탑재처리기술, 다중빔기술 및 위성간 링크기술 등으로 가능하게 되며, 이들을 차세대 위성통신 기술이라 한다. 차세대 위성통신 기술

의 원리에 대해서는 4장에서 언급하기로 한다.

Ⅲ. 통신·방송위성의 설계 및 개발

1. 개요

1) 위성의 용도 및 궤도

위성은 그 용도에 따라 자기 가장 적합한 궤도를 선택해야 하는데, 위성궤도는 회전주기에 따라 정지궤도와 주회궤도로 분류된다. 주회궤도는 극궤도 및 태양동기궤도로 분류되며 극궤도는 남북 양극의 상공을 주회하는 적도면에 대한 궤도 기울기 각이 90도인 궤도를 말하며 지구의 자전을 고려하면 지구상의 모든 상공을 통과하게 되므로 각종 관측용 위성에 적합하다. 태양동기궤도는 궤도면과 태양방향이 이루는 각이 거의 일정한 궤도로서 같은 위도상을 매일 같은 시간에 통과하기 때문에 선박 위치측정이나 각종 관측 등에 적합하다. 주회궤도는 보통 고도 200~6,000Km, 공전주기 약 1~4시간을 갖기 때문에

위성의 발사비용이 적게 들고 위성탑재기기를 크게 할 수 있으며 또한 전파전파 시간이 짧은 장점이 있지만, 지구의 자전주기와 위성의 공전주기가 달라 궤도상의 위성을 계속 추적해야 할 추적장치가 필요하고 통신시간이 한정되어 통신·방송용 위성의 궤도로는 부적합하다.

정지궤도는 지구의 자전주기와 위성의 공전주기가 같은 궤도로서, 지상에서 보면 마치 적도상에 정지해 있는 것처럼 보이기 때문에 지구국이 위성을 추적할 필요가 없고 24시간 통신이 가능하며 한개의 정지궤도 위성으로 지구표면의 42.4% 지역이 상호통신이 가능하여 3개의 위성으로 일부 극지방을 제외한 지구 전지역의 통신이 가능한 장점을 가진다. 따라서 정지궤도는 통신·방송용 위성에 가장 적합하다.

2) 정지궤도 위성의 발사

위성을 적도상공 약 36,000Km의 궤도로 운반하는 위성발사체로는 일반적으로 로켓이 사용된다. 대표적인 로켓으로는 미국의 Delta, Atlas, Titan, 유럽의 Ariane, 일본의 N형, H형, 중국의 장정 및 소련의 A형 로켓 등이 있다. 종래에는 한번 사용하고 버리는 일회용 로켓이 많이 사용되었으나 1980년대에 위성발사의 경비절감과 우주기지 계획용 수송수단의 확보를 위해 재사용 가능한 유인 왕복우주선(space shuttle)이 개발되어 위성발사에 이용되고 있다. 표 4는 대표적인 로켓의 주요 제원을 나타낸다.

정지위성의 경우 발사에서 정지궤도까지의 진입과정은 발사체의 형태 및 발사지점의 위치에 따라 조금씩 차이가 나지만 가장 경제적이고 일반적으로 많이 사용되고 있는 발사과정은 아래와 같이 3단계로 구성된다.¹¹⁾

- 위성을 근지점(perigee)이 약 200Km인 준원궤도에 진입시켜
- 원지점(apogee)이 36,000Km인 타원천이궤도를 돌게 하여

- 원지점을 통과할 때 apogee motor를 연소시켜 반경 36,000Km를 갖는 원궤도 즉 정지궤도를 돌게한다.

3) 통신·방송위성의 특징과 이용

위성통신은 지상통신회선에 비해 지상재해와는 무관하게 재해에 대해 높은 신뢰성을 가지며, 서비스 지역의 광역성과 회선설정의 신속성이 우수하고 통신회선의 품질 및 경비가 지상의 거리에 아무런 영향을 받지 않는 물리적 특징이 있다. 또한 이용면에서는 회선설정이 유연하여 사용하고 있는 회선수를 쉽게 변경할 수 있고, 동보통신이 용이하며 동일채널을 다른 방향, 다른 구간에 적절하게 사용할 수 있는 특징이 있다. 이러한 특징을 이용하여 위성통신의 사용은, 지상방식과 조합하여 통신시스템의 경제적인 구현 및 고신뢰화를 꾀할 수 있는 방법과 위성통신만의 통신시스템을 구성하여 위성통신의 특징을 최대한으로 이용하는 방법이 있다. 위성통신의 특징 및 이용형태는 다음 표 5와 같다.

2. 위성의 설계 및 개발

1) 위성의 개발 순기

위성의 개발에 있어 높은 신뢰도와 장기간의 서비스 수명을 얻기 위한 요구사항을 만족시키는 몇가지의 방법들이 사용되고 있다.¹²⁾ 대표적인 방법으로는 1950년대 후반 우주개발과 같은 대형시스템의 개발을 위해 미국 NASA에서 사용한 단계적 프로젝트 계획법(PPP : phased project planning)을 들 수 있는데 이는 전체를 예비분석단계, 정의단계, 설계단계 및 제작·운용단계 등 모두 4단계로 구분하여 각 단계의 시작전에 다음 단계로의 추진여부를 심의·결정하는 단계적 추진기법으로 주어진 제한된 시간내에 위성개발을 경제적으로 수행하는데 그 목적을 두고 있다. 이 방법은 일본에 소개되어 그림 2와 같이 개념설계단계, 예비설계단계, 기본설계단계 및 제작·운용단계로 추진 되어지고 있다.

표 4. 대표적인 로켓의 주요 제원

로켓명	H-I	H-II	장정 III	A-II	Ariane-4	Ariane-5	Space-shuttle
국명	일본	일본	중국	소련	ESA	ESA	미국
총중량(t)	140	258	191	310	460	500	3041
저궤도발사능력(kg)	3000	9000	5000	-	8000	15000	29500
정지궤도발사능력(kg)	550	2000	700	-	2200	4000	2400

표 5. 위성통신의 특징 및 이용형태

	이용형태	음성 전화급	고속 데이터급	비 고
회선구성의 신속성	직접 위성 방송 (DBS)	-	TV 신호중계	난시청 지역 해소
	산업체 및 기관의 데이터 통신	Telex, Fax, 데이터 통신	TV회의, 고속 컴퓨터 통신	각종 정보 전송시 효율적인 망구성이 용이함
광역성	도서벽지통신	전화	광대역 서비스의 조기 확대	소용량 통신이며 지형상 타방식 설치가 곤란함
	이동체 통신	육상, 해상, 항공 이동통신	광대역 서비스의 조기 확대	
고신뢰성	국제 중계 회선	루트의 다중화	루트의 다중화	타방식(광통신, 지상 M/W)의 예비 회선용
	비상 회선	재해시 이용 회선, 비상경보 회선	-	재해에 대해 높은 신뢰도를 가짐.
회선구성의 융통성	New Media	전자신문 Fax 방송	CATV용 비디오, HDTV 중계	-
동 보 성				

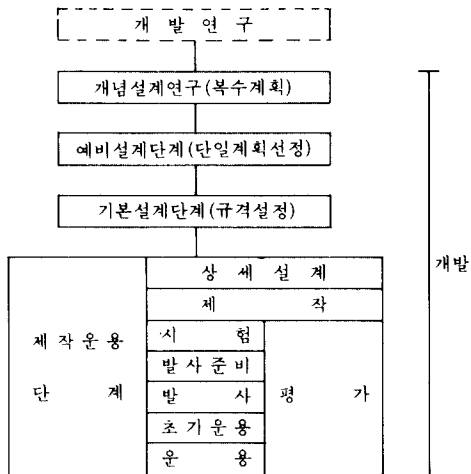


그림 2. 위성의 단계별 개발순기도

(1) 개념설계단계 (conceptual design phase)

이 단계는 개념단계 (conception phase) 또는 예비 분석단계 (preliminary analysis phase) 라고 하며 기본적인 조사와 타당성 분석을 통하여 여러가지의 계획 수행 모델이 제시된다.

(2) 예비설계단계 (preliminary design phase)

이 단계는 개념설계단계에서 여러가지의 모델중 하나의 계획추진모델을 결정하는 결정단계이다.

(3) 기본설계단계 (basic design phase)

선택되어진 위성시스템 계획을 분야별로 상세분석하는 단계로서 제작을 위한 사양서가 작성되며 계약이 이루어지는 단계이다. 설계데이터가 분석될 뿐 아니라 필요하다면 bread board 모델을 이용하여 기능을 확인하며 이것을 예비설계검토 (PDR : preliminary design review) 라고 한다.

(4) 제작·운용단계 (manufacturing operation phase)

이 단계에서는 최종설계가 이루어지며 최종설계검토 (CDR : critical design review) 가 실시된 후 하드웨어 제작이 시작된다.

2) 위성개발모델의 분류

위성의 개발에 있어 개발모델로서는 단계와 목적에 따라 위성이 수행하여야 할 기능을 실험적으로 확인하기 위해 제작하는 BBM (bread board model), 위성의 형상, 치수, 중량, 전력 및 특성 등을 검토하기 위해 제작하는 EM (engineering model), 발사용위성과 동일한 부품, 재료를 사용하여 지상에서의 설계를 최종적으로 시험하기 위해 제작하는 PM (prototype model), 그리고 최종적으로 발사용으로 제작

되는 FM (flight model) 등으로 구분할 수 있다. 그러나 위성이 대형·고가인 경우에는 PM의 경제적인 이용을 위하여 인정시험후 개수하여 FM으로 사용하는 경우가 많으며 이것을 PFM(proto-flight model)이라고 한다. 또한 BBM과 EM의 중간에 기본설계단계에서 극한의 우주환경하에서의 내구성을 space chamber 속에서 실험적으로 확인하기 위해 TSM (thermal structure model)을 두기도 한다.

IV. 차세대 위성기술

1. 위성탑재처리기술

현재 운용중인 대부분의 통신·방송위성은 단순히 채널중계의 수동적인 역할만을 하고 있으나 앞으로는 위성탑재처리(OBP : on board processing) 기술을 통하여 하나의 교환국 역할을 담당하게 될 것이다. OBP는 위성체 내부에서 처리할 수 있는 기능을 의미하며 이러한 기능들로는 복조/재변조, 오류정정, 중계기 및 빔집속, 빔스위칭, 중계기스위칭, 클럭생성 및 복구, 채널의 동기화/동화, 간섭신호의 검출/제거, TWTA의 선형화, 우선도 sorting, routing, 메시지 분배 등이 있으며 이들 기능에 의한 장단점을 표 6에 나타내었다.¹²⁾

표 6. 위성탑재 처리기능의 장단점

장 점	단 점
<ul style="list-style-type: none"> ○ 부호오율 감소로 인한 지구국 장비의 소형화 가능 ○ 통신링크의 전송효율 개선 ○ 전송용량 증대 ○ 간섭신호 제거 ○ 망간 연결의 융통성 ○ Sorting, routing, message 분배가능 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 위성체 무게 증가 ○ 위성 소비 전력 증가 ○ 시스템 복잡성에 따른 가격증가 및 신뢰도 저하

OBP의 형태로는 RF processor, bit stream processor 및 full baseband processor 등이 있다.

1) RF processor

RF processor는 모든 신호처리가 RF대에서 이루어지는 시스템을 말하며 RF switch matrix를 이용하여 위성빔과 중계기들을 정적 또는 동적으로 연결한다. RF processor의 일반적인 형태는 그림3과 같은 SS/TDMA(satellite switched/time division multiple access) 방식으로 INTELSAT VI호에 사용될

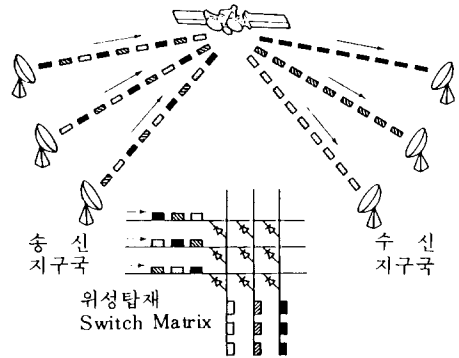


그림 3. SS / TDMA

예정이다.

2) Bit stream processor

Bit stream processor는 상향링크 신호주파수에서 하향변화된 IF신호를 복조하여 복조된 bit stream을 symbol 단위로 재변조하며 이러한 processor를 재생 중계기(regenerative repeater)라고 한다. 이 방법은 상향링크와 하향링크에 각각 다른 변조방식을 사용하여 양링크상의 잡음축적을 방지하여 전체시스템의 성능을 향상시킨다.

3) Full baseband processor

가장 복잡한 형태의 위성탑재처리방식으로서 복조/부호화된 신호를 버퍼 메모리에 저장하여 신호를 재생성시키고 재부호화/재변조하여 전송품질을 크게 향상시킨다. 또한 상향링크와 하향링크에 서로 다른 다원접속방식을 사용할 수 있어 지구국의 복잡성을 크게 감소시키며 위성통신망의 효율성을 증대시킨다.

2. 위성간 통신링크(ISL : Intersatellite Link)

위성간 통신링크란 위성과 위성간 상호 정보전송이 우주공간에서 직접 이루어지는 전송로로써 위성통신망의 융통성을 크게 증대시킨다.

ISL은 다음과 같은 이점으로 향후 위성통신망에 활발하게 사용될 것이다.

- 회선연결성의 개선 : 각각 독립적인 위성망의 지구국간의 회선연결이 가능함.
- 서비스 범위 확대 : 빔커버리지를 벗어나는 지구국도 지상중계 또는 이중 hop 중계없이 서비스 범위 내로 포함할 수 있으며 전세계를 단일 통신권화할 수 있음.

-통신용량의 분배: 위성들을 ISL로 묶음으로써 트래픽 분배가 가능하여 중계기의 통신용량을 효율적으로 사용할 수 있음.

ISL의 사용주파수대는 22.55~23.55GHz, 32~33GHz, 55~60GHz 등의 밀리미터파대와 0.5~10.6 μ m의 광파대를 들 수 있다. ISL시스템은 다음의 4가지 형태로 구성된다.

- 안테나/렌즈부: 밀리미터파 및 광파대의 reflector 또는 렌즈안테나를 사용함.
- 수신기: ISL신호를 수신하여 저잡음 증폭과 주파수 하강후 복조/복호화하여 요구되는 신호형태로 변환함.
- 송신기: ISL로 전송한 신호를 선택하여 부호화/변조를 하며 주파수 상승변환후 고출력 증폭함.
- 추적제어장치: ISL로 연결되는 두 위성체의 상대 위치오차가 0.1도 이내로 유지되도록 추적제어함.

3. 다중빔 위성시스템 (Multi-beam Satellite System)

1990년대에 실용화될 차세대 다중빔 위성시스템의

개념도를 그림 4에 나타내었다. 그림 4의 차세대 다중빔 위성시스템은 크게 다음의 7개 블록으로 나눌 수 있다.

- 다중빔 수신안테나부: 저잡음 증폭기(LNA: low noise amplifier) 및 위상변환기/이득제어 소자로 구성.
- 입력 MSM(microwave switch matrix)부: 여러 수신 빔들과 복조기들 간을 정적 또는 동적으로 연결/절체.
- 복조/복호부
- 기저대역 디지털 처리부
- 부호/변조부
- 출력 MSM부: 변조기들과 여러 송신빔들 간을 정적 또는 동적으로 연결/절체
- 다중빔 안테나부: 고출력증폭기(SSPA) 및 위상변환기/이득제어소자로 구성.

다중빔 위성안테나는 그림 5와 같은 0.5~1도의 빔폭을 갖는 고이득빔 feed들의 집합체로 구성된다. 서비스 요구에 따라 각각의 빔들이 on/off되며 빔커버리지를 시간적으로 변화시킬 수도 있다.

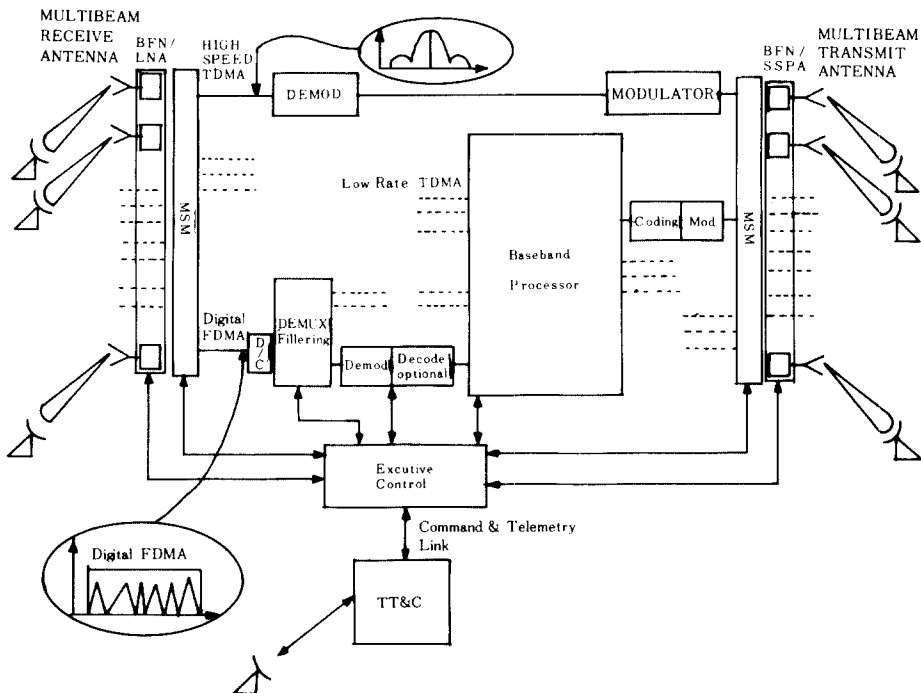


그림 4. 차세대 다중빔 위성시스템 개념도

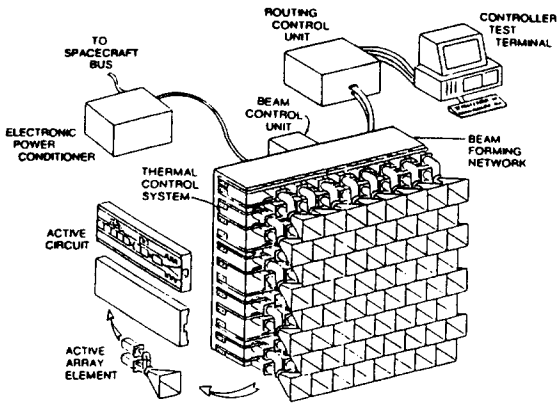


그림 5. 다중빔 위상배열 위성안테나 구조

다중빔 시스템에 사용되는 MSM은 다음 2 가지의 기능을 담당한다.

- 안테나 빔과 변복조기들 간의 정적인 연결 기능으로서 이 기능은 고정적인 트래픽 분포처리와 예비 시스템 연결에 적합하다.
- 안테나 빔과 특정한 변복조기들 간의 동적인 연결 기능으로서 임의적인 빔 hopping이 가능하다.

4. 이동체 위성통신 시스템

이동체 위성통신은 정지궤도 위성을 전파의 중계국으로 사용하여 항공기, 선박, 자동차 등과 같은 이동체와의 통신을 말한다. 현재 지상계의 이동통신서비스는 급속하게 발전되고 있지만 서비스할 수 있는 커버리지가 한정되기 때문에 넓은 지역을 커버하기 위해서는 많은 기지국이 설치되어야 하며 결국 기지국간의 네트워크 제어가 복잡하게 된다. 그러나 이동체 위성통신의 경우 정지궤도 위성 3개로 전세계를 한개의 시스템으로 구축할 수 있고 통신품질도 양호하게 안정시킬 수 있으며 다종다양한 정보를 유연하게 송신할 수 있기 때문에 종래 지상계에서 서비스할 수 없는 것도 제공할 수 있다. 또한 비용이 거리에 무관하여 상대적으로 통화비용을 낮게할 수 있어 이동체통신에 있어 위성의 사용은 필수적인 것으로 생각된다. 그러나 이동체 위성통신의 경우 선박, 항공기 및 자동차 등의 이동체에 통신장비가 탑재되기 때문에 나타나는 다음과 같은 기술상의 문제를 고려하지 않을 수 없다.

1) 소형·경량의 이동체 지구국

이동체 탑재 무선설비는 이동체에 탑재 가능한 크기, 중량 및 형태를 가져야 하기 때문에 가능한 한 소형·경량이어야 한다. 따라서 이동국의 안테나 크기가 제한되고, 소비전력이 제한되므로 EIRP 및 G/T가 적고 위성추적장치도 간단하게 구성되어야 한다.

2) 위성의 대형화

이동체 지구국의 소형화가 가능하려면 반대로 위성체의 EIRP와 G/T는 매우 커야 할 필요가 있으므로 위성의 대형화는 필연적이다. 그러나 어느정도 이상 커지면 위성체의 제작비용과 발사비용이 엄청나게 높아지게 되므로 이러한 대형시스템은 장래 우주정거장과 같은 우주구조물에서 위성체를 조립하여 정지궤도까지 운반하는 것을 예상할 수도 있다.^[14] 한편 위성안테나의 고이득을 확보하기 위해서 multi-spot beam을 사용하는 것도 고려될 수 있다.

3) 소용량의 다중접속방식 개발

이동체 위성통신에 있어서는 다수의 이동지구국이 소용량으로 산발적인 통신을 요구하는 특징이 있다. 이 때문에 일반적으로 소용량의 다중접속에 적합한 통신방식이 채용되어야 한다.

V. 결 언

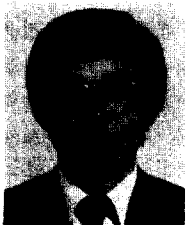
전술한 바와 같이 위성통신은 서비스지역의 광역성, 동보성, 회선설정의 신속성, 유연성 등 지상계 회선에 없는 고유의 특징을 가지고 있어 위성통신서비스의 시장규모는 급속히 확장되고 있다. 그리고 위성통신의 지속적인 발전을 위해서는 지구국의 소형화, 전송효율의 증대, 채널비용의 절감 등이 요구되며 이것은 통신위성의 성능이 대폭적으로 향상되어야 가능하게 된다. 즉 위성탑재처리기술의 발전을 통하여 위성이 한개의 교환국 역할을 담당하게 하고 위성간 통신링크기술로 전세계를 하나의 통신망으로 구축하며 다중빔 기술을 이용하여 한정된 주파수 자원을 효율적으로 사용하여야 할 것이다. 이러한 차세대 위성통신기술의 발전은 위성통신의 본질적인 장점을 더욱 부각시키고 단점을 보완하는 효과를 가져오게 하여 향후 ISDN시대에 있어 위성통신의 역할과 수요는 크게 증대될 것으로 판단된다.

참 考 文 献

[1] 齊藤成文, 官内一洋, "위성통신의 현상과 그 전망," 전자통신학회지, pp. 1169 - 1179, 1986. 11

- [2] Christoph E. Mahle, "Satellite Scenarios & Technology for the 1990's," *IEEE Jour. on Selected Areas in Comm.* vol. SAC-5, no. 4, pp. 556-570, May 1987.
- [3] Wilber L. Pritchard, *Satellite Communication Systems Engineering*, Prentice-Hall, Inc., 1986.
- [4] James Martin, *Communication Satellite Systems*, Prentice-Hall, pp. 5-13, 1988.
- [5] Donald M. Jansky & Michel C. Jeruchin, *Communication Satellite in the Geostationary Orbit*, Artech House, Inc., pp. 24-29, 1987.
- [6] 郵政省 通信政策局, "위성통신년보," 국제위성통신협회, pp. 26-33, 1987.
- [7] Bruce R. Elbert, *Introduction to Satellite Communication*, Hughes Comm., Inc., pp. 26-33, 1987.
- [8] A. Ghais, G. Berzins & D. Wright, "IN-MARSAT and the Future of Mobile Satellite Services," *IEEE Jour. on Selected Areas in Comm.* vol. SAC-5, no. 4, pp. 592-600, May 1987.
- [9] 郵政省, "뉴 미디어 백서," 일본경제신문사, pp. 175-196, 1987.
- [10] Ivor Knight, "The Role of Satellite Communication in ISDN," *Telecommunications*, pp. 60-67, June 1987.
- [11] CCIR, "Handbook on Satellite Communications," Geneva, pp. 149-188, 1985.
- [12] K. Miya, "Satellite Communication Technology," KDD, pp. 42-45, 1981.
- [13] William W Wu, "Elements of Digital Satellite Communication," vol. 1, *Computer Science*, pp. 374-436, 1984.
- [14] Burton I. Edelson, Robert R. Lovell & C. Louis Cuccia, "The Evolution of the Geostationary Platform Concept," *IEEE Jour. on Selected Areas in Comm.*, vol. SAC-5, no. 4, pp. 601-614, May 1987.

筆者紹介



金 在 明
 1951年 12月 17日生
 1974年 한양대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1981年 미국 Univ. of Southern Calif. 통신공학과 졸업(공학석사)
 1987年 연세대학교 전자공학과 졸업(공학박사)

1974年~1977年 해군통신기술장교
 1977年~1979年 한국통신기술연구소 근무
 1982年~현재 한국전자통신연구소 전송기술개발부 연구위원, 책임연구원



朴 世 耕
 1960年 1月 14日生
 1984年 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)

1984年~1985年(주) 금성사 구미연구소 연구원
 1985年~현재 한국전자통신연구소 위성통신연구실 연구원