

# 放送衛星

宋 在 克

韓國放送公社技術部長

## 放送衛星 業務

1958年 美國 NASA에서 發明한 SCORE 通信衛星을 通하여 人間の 肉聲이 最初로 放送된 以來 우리는 通信衛星을 통한 人間の 달着陸 光景도 한눈에 볼 수 있었다. 따라서 衛星을 利用한 放送이 전혀 새로운 것은 아니다. 이 모든것은 通信衛星을 利用한 中繼放送이었다.

1970年 初 EBU(歐羅巴放送聯盟)에서는 放送衛星에 關하여 本格的으로 研究하였으며 1980年代 初 이 地域에서는 放送衛星을 利用한 放送이 實施될 것으로 보인다.

이와 관련되어 來年 1月 10日부터 스위스 제네바에서는 ITU(國際電氣通信聯盟) 主管下에 衛星放送業務計劃 樹立을 爲한 世界無線主管廳會議(WARC-BS 12 GHz Band)가 5週間 開催된다.

이 會議에 對備하여 今年 9月10日부터 9日間 日本의 古都 京都에서는 ITU後援下에 ABU(아시아 放送聯盟) 協助를 얻어 아시아 및 太平洋地域 國家들의 放送衛星業務計劃에 關한 세미나가 開催되었는데 여기서 討議된 內容과 CCIR(國際無線諮問委員會) 報告書를 基準으로 放送衛星業務에 對한 諸般事項을 알아본다.

## 1. 放送衛星의 定義

1971年度 開催된 世界無線主管廳會議(World Radio Administration Conference)에서는 放送衛星業務란 一般公衆이 直接受信하는 것을 目的으로 하여 信號를 宇宙局(Space Station)에서 傳送 또는 再傳送하는 無線通信業務로 定義되었고 直接受信方式에는 個別受信(Individual Reception)과 共同受信(Community Reception)으로 規定되어있다.

여기서 個別 受信이란 各家庭에서 簡易한 家庭用 受信設備 특히 小型 안테나를 갖는 家庭用 受信設備에 의해서 放送衛星宇宙局으로 부터 發

射되는 電波를 受信하는 型式을 말한다.

共同受信은 어떤 경우에는 複雜하여 個別受信에 사용되는 안테나를 갖는 受信裝置에서 다음의 用途를 目的으로 하여 放送衛星宇宙局으로 부터 發射되는 電波를 受信하는 것으로 定義되어있다. (그림 1 參照)

## 2. 世界的 放送衛星 現況

未來의 많은 放送衛星 System의 主目標은 衛星이 大規模로되는 個別受信方式을 擇할 것이나 現段階에서는 보다 小規模의 衛星과 보다 感도가 좋은 地上受信機가 사용되는 共同受信方式이 研究되어 왔으며 아래와 같은 國家들이 放送實

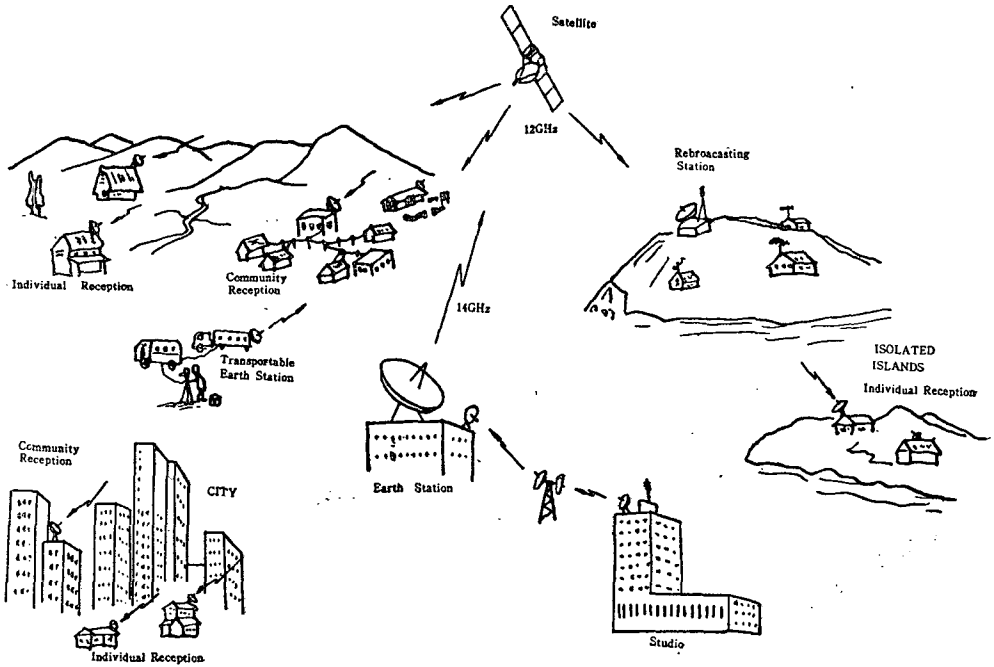


그림 1 Conceptual diagram of a satellite Broadcasting System

驗을 하였다.

가) 美國은 1974. 5월에 ATS-6를 발사하여 2.6GHz帶로 實驗을 하였으며 그 當時 印度에서 860 KHz로 實驗放送을 하였다.

나) 캐나다에서는 1976. 1월에 CTS를 발사하였고 TV와 音聲放送實驗이 周波數 12GHz帶에서 이루어졌다. (共同受信)

다) 소련은 今年 東經99°로 放送衛星 STATI-ONAR-T를 발사할 計劃이며 이는 共同受信을 爲한 700MHz 周波數帶로 放送衛星 信號를 소련 全域에 커버하게 될 것이다.

라) 西獨은 個別受信 方式의 大規模 放送衛星에 關한 豫備研究를 하여 왔으며 衛星發射는 1980年 5月初로 計劃되어 있다.

마) 日本은 尙차 個別受信施設에 對한 첫단계로서 實驗 目的用 中間規模의 放送衛星(BSE)를

研究하여 왔다.

BSE計劃에서 TV信號 2 채널은 日本의 本土와 멀리 떨어진 島嶼地域에서 各各 1.6m 및 4.5m의 파라보라 안테나로 受信할 수 있도록 周波數帶 12GHz로 同時에 送信될 것이다.

放送衛星은 1978.2월경 東經 110°에 發射할 計劃이다.

### 3. 放送衛星(Broadcasting Satellite)·과 通信衛星(Communication Satellite)

通信衛星에서의 衛星送信電力은 수 watt~10<sup>4</sup> watt 정도임으로 이것을 受信하기 爲한 地上의 파라보라 안테나로서는 周波數가 4GHz의 경우는 直徑이 20~30m 정도인 巨大한 안테나가 使用된다.

이에 反하여 放送衛星은 周波數 12GHz帶에서 수 100watt 以上の 送信電力이 必要한 반면 地上受信 파라볼라 안테나의 直徑은 75cm, 共同受信에서는 1.5m정도의 간단한 것을 使用할 수 있다. 要는 放送衛星에서는 地上의 受信裝置를 普及性이 있는 간단한 것으로 하기 爲하여 衛星側에 重點의으로 負擔을 賦課한것에 比하여 通信衛星에서는 地上受信 裝置의 數도 制限되어 있으며 또한 通信의 本質상 良質인 回線品質, 信賴性的의 確保에 重點을 두고 있으므로 受信裝置側에도 負擔이 많아진다.

이와같은 點이 放送衛星과 通信衛星이 서로 다른 點이며 또한 放送衛星의 送信電力을 크게 하기 爲하여 地上業務와의 간섭을 除去하는데는 放送衛星專用的 周波數가 必要한 것도 通信衛星과의 相違點이며 그이의 回線의 品質, 傳送方式 回線의 信賴度等에서도 찾아 볼수 있다. 通信衛星의 경우 高品質, 高信賴度를 要하며 傳送用量을 많게하며 또한 많은 局으로 부터 [자유로이] 相對局에 接續 可能한 特殊한 傳送方式이 利用되지만 放送衛星에서는 受信機의 簡易化, 低廉化가 第1의 命題가 되어야 하므로 좋은 放送方式이 要求된다.

그리고 이에 따른 品質, 信賴도가 設定 되어야한다.

#### 4. 衛星軌道(Geostationary Orbit) 및 日蝕現象(Eclipse)

이 Geostationary Orbit는 地球로 부터 약 35,800km 上空에서 地球의 回轉과 同一한 速度로 回轉하기 때문에 衛星과 地上局과도 同一한 軌道를 維持하며 地球의 1/3을 커버할 수 있어 가장 理想的인 軌道라 할 수 있다.

本軌道의 短點은 衛星으로 부터 地上局까지의 距離가 너무 멀기때문에 電波損失이 많으며 北極과 南極의 兩極은 可視角度에 미치지 못하는 短點이 있으나 地上局에서 안테나 추적이(tracki.ng)이 必要없고 항상 일정한 距離를 維持하는 長點이 있다.

한편 이 Geostationary Orbit는 地球의 赤道上에서 回轉하고 있기 때문에 赤道面과 一致하게 된다.

太陽은 1년에 春分, 秋分 2회에 걸쳐 赤道面과 一致하게 되며 衛星은 地球를 24時間 동안 1回轉하기 때문에 하루에 한번씩 太陽과 反對되는 位置에 머물게 되므로 한번씩 밤이 된다. 太陽과 地球와 人工衛星이 一直線上에 머물게 되면 衛星은 地球에 가리워져 日蝕現象이 일어난다. (그림 2)

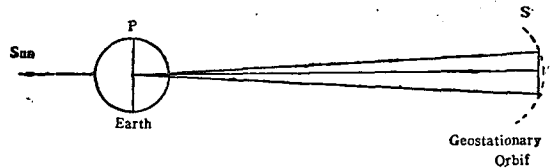


그림 2. Approximate Geonetry of the eclipse

1年中 衛星의 日蝕現象이 가장 오래 繼續하는 時間은 하루 72分으로서 每年 3월 21일 및 9월 23일에 發生한다. 이와같이 人工衛星이 밤과 日蝕現象은 衛星放送에 重要한 考慮대상이 된다. 왜냐하면 人工衛星의 電源은 太陽電池를 利用하기 때문에 制限된 電源으로서 電波를 地球에 送信하고 있기 때문이다.

만일 太陽電池를 充電할 수 없다면 이 기간동안은 衛星을 통한 放送은 할수 없기 때문이다.

따라서 衛星을 통한 放送을 計劃한다면 衛星의 밤이 地球의 放送時間 終了後에 오도록 하여야 하며 理想的인 경우라면 深夜에 衛星의 밤이 되는 것이 바람직한 것이다. 衛星의 經度로서

말이 始作되는 시간을 알 수 있는 公式은 Greenwich Mean Time으로 다음과 같이 나타 낼 수가 있다. 24:00~00:43~(00.04)λs(GMT)여 기서 λs는 人工衛星의 經度이다.

### 5. 送信電力

放送衛星에서는 受信者가 容易하게 受信 할 수 있고 또한 受信者의 負擔이 最少限度가 되는

것을 基本的인 條件으로 하기 위하여 受信裝置는 될 수 있는데로 廉價로 製作할 必要가 있으며 이에 對한 解決策으로는 放送衛星의 送信電力을 크게 하여야만 된다.

放送衛星 送信 電力은 CCIR報告 (215-2)에 아래表와 같이 되어있다.

12GHz帶 放送衛星에서 1.5m 直徑의 안테나를 갖는 共同受信을 對象으로 하면 必要신평복사電力(eirp)은 54 dBw程度로 되며 이것을 日

	음성방송 (monophonic)	Stereo 방 송				통 신 위 성
		공	동	수	신	
주파수 (MHz)	12,000	700	2,600	12,000	12,000	4,000
변조방식	FM	FM	FM	FM	FM	FM
신호 대역폭 (MHz)	15KHz	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
신호대 잡음비 (dB)	50	42	42	42	42	52-55
지상전계강도(μV/m)	25	25	25	63	224	6.3
지상수신 안테나이득 (dB)	37	25	36	43	37	58-60
지상수신 안테나직경 (m)	0.75	3.4	3	1.5	0.75	25-30
위성신평 복사전력 (dBw)	46	45	44	54	65	33
위성송신 안테나빔폭 (도)	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	≅4
위성송신 안테나 이득 (db)	38	38	38	38	38	≅28
위성송신 전력 (w)	8	6.3	5	50	630	≅5

본의 경우로 본다면 日本本土를 거의 커버하는 서비스에리어로 利得 37db 정도의 送信 안테나에서 送信하는 경우를 고려하면 약 50w의 送信電力이 必要하게 된다. 한편 受信 안테나의 直徑을 75cm로 하여 普及性이 있는 受信機를 利用하고 個別受信을 對象으로 하면 eirp는 10~12db 强하게 할 必要가 있으며 같은 서비스에리어를 커버하는데는 약 500w의 送信電力이 必要하게 된다. 이 個別受信을 對象으로 하는 放送衛星으로 부터의 電波를 共同受信用의 施設로 受信하면 그 受信 品質은 S/N比가 10db 良好하여지며 거의 通信衛星回線程度가 되며 채널分 配, 再放送用으로서 充分히 使用된다.

### 6. 受信規模 및 受信機

#### (1) 受信規模

衛星의 規模를 적게하여 高品質로 受信하기 爲하여는 受信안테나의 利得은 큰쪽이 좋다. 그러나 利得이 크게 되면 빔(Beam)幅이 좁아지므로 안테나의 方向을 衛星과 一致시키기 爲하여 그 設置에 細心한 주의가 필요하게 된다.

한편 衛星은 軌道上 소정의 位置에 停止시키는 精度도 可能한 限 높이지 않으면 안된다. 이것을 考慮하여 同時에 안테나의 經費나 設置等의 經費를 감안하여 衛星放送에 適合한 受信 안테나의 直徑으로서 世界的으로 아래에 表示된

## 放 送 衛 星

위성방송 수신기의 잡음 지수와 안테나 크기

구 분	잡 음 지 수 (dB)		안테나의 직경 (m) ( ) 빔의 반치폭		비 고
	공 동	개 별	공 동	개 별	
주 파 수	수신방법				
700MHz	4	6	3.4(8°)	2(13°)	지상방송에 있어서 수신안테나 직경 (m)  0.6(3°)
2.6GHz	4	7	3(3°)	1(9°)	
12 GHz	4	9	1.5(1.2°)	0.75(2.5°)	

표준치를 생각할 수 있다.

한편 受信機는 共同受信에서는 4db, 個別受信에서는 6~9db 정도의 雜音指數가 檢討의 對象이 되지만 이것은 어느것이나 受信機의 經費를 고려한 수치이다. 또한 地上에 있어서 TV放送의 受信에 使用되는 家庭用 受像機의 雜音指數는 VHF帶에서 5~6db UHF帶에서 10~15db 정도이다.

通信衛星 System에 있어서 受信設備는 인텔 세트의 표준국에서는 直徑 25~30m 정도의 안테나와 冷却 Parametric 增幅器를 갖추고 있다.

### (2) 受 信 機

地上의 受信안테나 및 受信機의 性能은 衛星으로 부터의 送信電力과 反比例의 關係가 있으며 直徑이 큰 안테나를 使用하고 高性能 受信機를 쓰면 위성規模는 적게된다.

그러나 안테나의 直徑은 設置方法이나 經費

또한 指向性 빔이 대단히 예민(sharp)하면 보통 衛星方向으로 指向 되는 精度가 문제되므로 이를 고려하여 안테나 直徑의 上限을 標準적으로 設定하여야 한다. 周波數 700MHz, 2.6GHz 12GHz 帶에서 各各 共同受信의 경우 直徑 3.4m, 3m, 1.5m이며 個別受信의 경우 直徑 2m, 1m, 0.75m가 된다. 이와같이 안테나 直徑은 受信形態에 따라서 上限을 決定할 수 있으므로 受信系 전체의 性能을 좋게 하기 위하여는 受信機의 性能을 좋게 할 必要가 있으며, 이것이 研究開發의 重點對象이 된다. 衛星으로 부터의 周波數變調된 TV放送電波를 在來의 地上 TV수상기로 受信하면 아래 그림과 같이 미약한 衛星電波를 受信하기 爲한 低雜音性能이 維持되고 在來 TV수상기의 周波數帶로의 周波數變換과 地上 TV放送과 같은 變調方式으로의 變換機能이 必要하게 된다. (FM變調→AM變調로) (그림 3 參照)

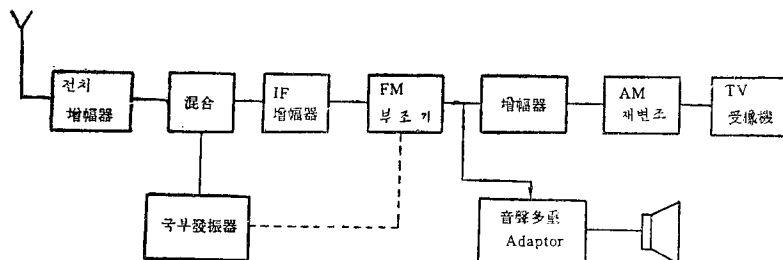


그림 3. 衛星放送 受信機 構成圖

受信 Head부는 受信機의 性能을 決定하는 重要部分으로서 UHF帶에서는 트랜지스터 增幅器가 使用된다. 12GHz帶에서는 Tunnel Diode

增幅器나 低雜音 Mixer가 使用된다.

700MHz帶의 트랜스미터의 前置增幅器(前置增幅器)에 쓰이는 트랜지스터는 接合型電界效果

트랜지스터이나 이온주입형 트랜지스터가優秀하며 現在 綜合雜音指數 4~5db 정도의 증폭기를 얻을수 있다. 보통 2.6GHz帶에서는 Bipolar 型트랜지스터가 우수하며 전치증폭기(前置增幅器)의 綜合雜音指數는 5~6db 정도 얻을수 있다.

美國 Stanford大學이 NASA와 共同으로 開發한 2.6GHz帶의 受信機는 Schottky Diode Mixer를 使用하였으며 7db의 雜音指數를 얻었다. 이 受信機에서는 周波數 變換器 극부발진기, FM복조기, 再變調器가 직경 약 10cm, 길이 約 27cm의 알루미늄 케이스에 집어넣어 파라볼라 안테나의 초점에 맞춘다. 도래된 신호는 보통 使用되는 안테나 피더로 屋內에 TV受像機의 안테나 端子에 接續하게 된다.

12GHz帶의 受信機 受信 Head部에는 이제까지 Tunnel Diode增幅器가 第一適格인 것으로 고려 되었지만 Schottky Barrier Diode型 Mixer에서도 綜合雜音指數 4.5db~5db 정도의 高性能을 얻을 수 있다.

다음은 日本의 Sumitomo電機工業 株式會社와 NHK가 共同으로 研究하여 製作한 12GHz 衛星放送受信裝置의 特性이다.

周波數帶域 : 11.7~12.2GHz

偏 波 : 直線偏波

風 速 : 60m/Sec

주위 溫度 : -40~+60°C

電氣特性

型 名	SA1006P	SA 1010P	SA 1016P
直 徑(m)	0.6	1.0	1.6
利 得(db)	34.9	39.6	43.9
반치幅(°)	2.77	1.60	0.96
F/B比(db)	40	50	60

이 衛星放送受信 안테나는 地上 約 36,000km 上空의 宇宙空間으로부터 오는 12GHz의 미약한

衛星放送電波를 能率좋은 受信을 하기위한 高精度, 高能率 안테나이다.

### 7. 放送衛星의 周波數 割當

放送衛星業務用 周波數는 1971年 6月에 開催된 “宇宙通信을 爲한 世界無線通信主管廳會議(WARC-ST)”에서 처음으로 分配되었으며 이 會議에서 割當된 周波數는 아래表와 같다.

방송위성 업무용 주파수의 분배

주파수 대 구분	지역 구분		
	제 1 지역	제 2 지역	제 3 지역(아시아, 오세아니아)
620-790MHz	방 송	방 송	고정, 이동, 방송
2,500-2690 MHz	고정, 이동(항공이동은 제외) 방송위성	고정 고정위성(우주→지구) 2500-2535MHz 고정위성(지구→우주) 2655-2690MHz 이동(항공이동은 제외) 방송위성	
12GHz	고정 이동(항공이동 제외, 방송 방송위성)	고정 고정위성(우주→지구), 이동(항공이동 제외), 방송 방송위성	고정 이동(항공이동 제외) 방송 방송위성
22.5-23GHz			고정 이동 방송위성
41-43GHz	방 송 위 성		
84-86GHz	방 송 위 성		

이중 42GHz帶 및 85GHz帶는 放送衛星專用 周波數이고 他周波數는 地上業務와의 共用 周波數이므로 12GHz는 채널計劃上 放送衛星業務를 爲한 使用을 于先으로 하고있다. 700MHz帶, 2.6GHz帶 및 22GHz帶는 地上業務에서 받는 간섭을 避하기 위하여 衛星으로 부터의 電波強度는 制限을 받고있다. 따라서 各 家庭의 個別受信을 對象으로 한 大電力 放送衛星用에는 現在 12GHz帶의 周波數가 對象이 되며 現在 各國에서

計畵中인 放送衛星計畵은 12GHz帶가 될 것이다.

### 8. 放送衛星 SYSTEM 經費

放送衛星 System의 經費로는 衛星研究開發費, 衛星製造費, 發射經費, 運用을 爲한 地上機器經費, 受信機經費 및 이들의 運營費등이 包含되는 데 다음은 地球局 및 直接受信用 受信機의 價格에 對하여 알아본다.

地球局 經費로서는 制御局, 主送信局等이 建設費에 包含된다. 이들 制御局이나 送信局의 經費에는 안테나 受受信機制御機器, 他局과의 連絡 및 채널傳送回線, 建物用地(Site) 道路等이 包含된다. ITU의 放送衛星을 爲한 Cost 專門家會議에서 나온 資料에 의하면 地上 送信局의 建設費는 2~6채널의 送信機能을 갖는 設備에 50~70萬 달러가 所要되는 것으로 나타나 있다.

또한 直徑 20~30m의 안테나를 갖는 인텔사 地球局의 建設費는 約 \$ 3,500,000~\$ 5,000,000 程度이다. 한편 直接 受信을 爲한 受信機의 價格은 美國에서 檢討한 바에 의하면 12GHz帶의 Converter 價格은 \$ 50~\$ 100程度이고 또한 Stanford大學이 行한 檢討에 의하면 안테나 直徑 2.1m 雜音指數 9 db의 12GHz帶 FM受信機는 10萬臺 生産의 경우 \$ 210이 所要되는 것으로 나타났다.

한편 美國의 製造業者에 의하면 안테나 直徑 0.6m 雜音指數 9db程度에서 100萬臺를 生産할 경우 \$ 240이 所要되는 것으로 나타나 있다.

ITU 放送衛星을 위한 Cost 專門家會議에서 推定한 共同受信機의 價格은 아래와 같다.

放送衛星 System의 실현은 衛星開發만이 아니고 視聽者가 使用하는 受信機를 어느정도 低廉한 價格으로 高性能의 機器를 製作하느냐에 달려 있다.

공동수신용 수신기의 가격 (\$)

	700MHz		2.6GHz		12GHz	
	최저	최고	최저	최고	최저	최고
안테나 마운트	20	40	50	100	20	80
안테나	50	100	100	400	20	250
	3m 파라보라		3m 파라보라		1.6m 파라보라	
피더	—	15	20	500	6	200
콘버터	12		잡음지수			
			6.4dB	4dB	12dB	4dB
			64	164	36	230
케이블	10	20	10	20	10	20
FM복조기	50	100	50	100	50	100
음성 Adpater	50	100	50	100	50	100
발전장치	40	60	40	60	40	60
합계	232	535	384	1444	232	1040

※ ITU 방송위성을 위한 Cost 전문 자회의 (1970년) 자료

예로서 重量 350kg 정도의 衛星 製造費는 1 個當 \$ 1,000萬~\$ 1,500萬이고 發射費用은 約 \$ 800萬으로서 宇宙部分(Space Segment)에는 合計 約 \$ 2,000萬이 必要하게 된다. 실제적으로는 豫備用도 製作하여야 하므로 이것의 2~3배가 必要하게 된다. 한편 受信機 1臺當 製造費는 \$ 300~\$ 500정도로 10萬臺 만드는데 所要되는 總經費는 \$ 3,000萬 \$ 5,000萬이 된다.

### 9. 結 論

지금까지 衛星放送에 對하여 大略알아 보았으나 내자신이 지난 9월에 ITU세미나에 參席하여 날로 發達되어 가는 世界 放送技術을 몸소 體驗하였으며 우리도 世界의 放送技術에 能動的으로 對處하여 나가야겠고, 아울러 많은 科學者들이 向後 放送技術과 不可分의 領域으로 登場되는 衛星放送에 關心을 갖고 參與하기 바란다.