

技 術 解 說

80 年 代 를 向 한 衛 星 通 信

李 相 高
〈漢陽大 工大 電子通信工學科 教授〉

- 차 례
1. 諸 言
 2. 衛 星 通 信 의 發 達 過 程
 3. Intelsat 通 信 衛 星 群
 4. 地 上 局 의 小 形 化
 5. 國 內 衛 星 通 信
 6. 衛 星 을 通 한 移 動 通 信
 7. 앞 으 로 의 展 望

1. 諸 言

衛 星 通 信 에 關 한 研 究 가 本 格 的 으 로 始 作 되 던 16 年 前 에 는 地 上 通 信 網 에 在 어 周 波 數 帶 域 問 題 가 크 게 擡 頭 되 었 다. 오 늘 에 와 서 는 衛 星 通 信 에 서 周 波 數 帶 域 問 題 뿐 아 니 라 衛 星 軌 道 의 不 足 도 큰 問 題 가 되 고 있 다. 이 는 美 國 이 Syncom 2 號 를 發 射 한 이 래 衛 星 通 信 이 얼 마 나 發 展 했 는 가 를 보 여 주 는 證 據 이 다. Syncom 2 號 는 試 索 으 로 成 功 한 停 止 衛 星 이 었 다.

그 립 1 은 通 信 衛 星 의 發 達 過 程 을 表 示 하 고 있 다. 그 립 에 서 實 線 은 다 음 段 階 의 衛 星 이 前 段 과 直 接 後 繼 者 의 關 係 에 있 음 을 뜻 하 고, 點 線 은 다 음 段 階 의 衛 星 이 前 段 階 의 衛 星 으 르 부 터 그 原 理 를 이 어 받 았 다 는 意 味 를 나 타 낸 다.

美 國 에 서 設 計 된 衛 星 通 信 들 이 이 제 는 音 聲, 메 이 터, TV 를 包 含 하 여 全 世 界 를 連 結 하 는 衛 星 通 信 網 을 構 成 하 고 있 다. 國 際 通 信 의 2/3 程 度 를 이 들 通 信 衛 星 이 擔 當 하 고 있 다. 通 信 衛 星 에 依 한 電 話 回 線 者 도 急 激 히 增 加 하 여 1983 年 에 가 서 는 現 在 의 2 倍 가 되 리 라 는 展 望 이 다.

國 內 通 信 에 在 어 서 廣 範 圍 한 地 上 通 信 網 이 이미 오 래 前 에 構 成 되 어 있 으 므 로 衛 星 에 依 한 國 內 通 信 은 一 般 의 關 心 을 크 게 끌 지 않 은 속 에 서 發 展 해 왔 다. 하 지 만 이미 몇 개 의 通 信 衛 星 이 國 內 一 般 家 庭 通 信 에 利 用 되 고 있 으 며 그 中 어 떤 것 은 地 上 無 線 通 信 網 과 도 連 結 되 어 있 다.

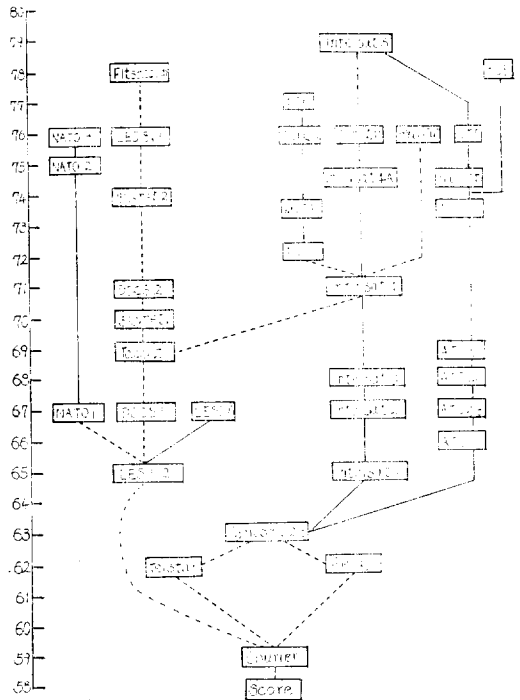


그림 1. 通 信 衛 星 의 發 達 過 程

2. 衛 星 通 信 의 發 達 過 程

소련의 Sputnik가 發射된 後 오래되지 않아서 通 信 衛 星 에 關 한 實 驗 研 究 가 始 作 되 었 다. 1960, 1964 年 에 各 各 發 射 된 Echo 1, 2 號 衛 星 은 受 動 衛 星 으 르 서 그 들 은 地 上 에 서 發 射 된 電 波 를 地 上 으 로 되 들 러 보 내 는 反 射 器 에 不 過 했 다. 더 욱 強 力 한 라 켓 發 射 技 術 이 開 發 되 고 그 에 따 라 무 거 운 電 子 裝 置 을 衛 星 에 실 어 올 릴 수 있 게 되 면 서 地 上 에 서 보 인 電 波 를 增 幅 하 여 地 上 으 로 되 들 러 보 내 는 能 動 衛 星 이 出 現 하 게 되 었 다. 電 子

技術이 發達됨에 따라 容量이 크고, 小型이고, 信賴性이 높은 電子素子가 生産되므로써 能動衛星에 關한 研究가 매우 活潑해졌다. Score, Courier, Telster, Relay 衛星等이 그 例이다.

이들 實驗에 依하여 能動衛星의 實現可能性은 確實히 立證되었으나 商業的 展望은 別로 밝지 못했다. 當時 라케트 衛星을 地上 1,000km 程度밖에 쏘아 올릴 수 없었으므로, 衛星의 週期는 地球自轉週期보다 훨씬 짧아서 衛星이 地表面에 對하여 相對的으로 급히 移動하게 되었다. 따라서 地上局의 안테나는 連續的으로 아주 精密하게 衛星을 추적해야 할 뿐 아니라 地上의 送受信點間을 連續的으로 連結하기 위해서는 여러個 (大西洋地域에만 50個)의 衛星이 必要하게 된다. 即한 衛星이 東쪽 地平線을 넘어가기 前에 通話路를 西쪽에서 솟아오르는 다른 衛星으로 옮겨주어야 한다. 이런 系統을 構成하기 위해서 衛星通信은 莫大한 施設을 必要로 한다.

그러나 衛星의 궤도가 35,800km까지 높아지면 따라서 그 週期는 地球의 自轉週기와 같게 되었다. 衛星궤도를 赤道에 맞추게 되면 衛星은 地上의 한點에 固定된다. 하나의 停止衛星은 地表面의 2/5를 擔當할 수 있다. 따라서 3個의 衛星으로 全地表面을 連續的으로 堪當할 수 있으며 複雜한 안테나 追跡裝置도 必要없게 된다. 또한 衛星이 地球에 對하여 相對的으로 停止狀態에 있으므로 地球-衛星間 電波의 Doppler 効果도 防止할 수 있다.

밤낮의 交替回數도 減少하므로 熱的障壁도 減少하고 밤期間中 必要한 電氣에너지도 적게 된다. 봄, 가을中에 停止衛星은 43番 地球그림자에 들어가게 되는데 그 期間도 짧아서 몇分에서 1時間 程度이다. 衛星이 Van Allen Belt에 들어가게 되면 地磁氣의 影響도 매우 적고 輻射線의 영향도 弱하게 된다.

Hughes 항공사에서 製作된 Syncom 2號가 停止通信衛星의 嚆矢이다. Syncom 2號에 앞서 Syncom1호는 停止궤도에 올려 놓지 못하고 말았다. 現在 地球表面을 通信網으로 完全히 덮어 써주고 있는 Intelsat 衛星群은 Syncom 衛星의 뒤를 이은 것이다. Syncom 以後 이제까지 80個의 停止衛星이 發射되었고, 이들中 70個가 通信衛星이다.

3. Intelsat 通信衛星群

Intelsat 國際通信衛星은 이미 4歲代를 거쳐 이제는 5歲代 Intelsat 5號衛星이 設計製作되어 發射를 기다리고 있다. 1965年 以來, 날로 增加하는 通信需要와

地上局의 增設에 對處하기 爲하여 大容量通信衛星이 發射되고 있다.

現在로는 3個의 Intelsat 4A 通信衛星이 各各 大西洋, 太平洋, 印度洋 上에 設置되어 稼動하고 있으며 두 個의 Intelsat 4A가 印度洋 上에 追加되어 稼動準備를 마치고 있다. 또한 이미 發射된 Intelsat 4號 衛星이 3大洋上空에서 補助助실을 하고 있다. 오래前에 發射된 衛星들은 이제 낡고 容量이 적을 뿐 아니라 그 數命을 다해서 作動을 中止하고 있다.

Intelsat 衛星은 모두 赤道上的 軌도를 地球自轉速度와 같은 速度로 回轉하고 있다. 이제까지 發射된 衛星은 스핀(Spin) 安定成으로서, 地球軸과 平行한 軸을 中心하여 自轉하고 있다. 自轉體에 設置된 Silicon 太陽電池가 太陽에너지를 電氣에너지로 變換시키고, Nickel-cadmium배터리에 蓄積된 電氣로 太陽이 가려지는 동안 裝置를 動作시킨다.

衛星은 6GHz帶의 信號를 地上으로 부터 받아 4GHz로 地上에 되돌려 보낸다. 廣帶域受信器와 狹帶域多回線送信器가 裝置되어 있다. 主受信素子는 터널다이오드(Tunnel Diode)이고, TWT(Travelling Wave Tube)로 最終 增幅하여 數와트의 出力을 낸다.

1965年에 發射된 Intelsat 1號는 Hughes 항공사가 開發한 것으로 "Early Bird"란 別名과 함께 240個의 往復回線容量을 갖고 있었다.

Intelsat 2號는 1號보다 規模가 더 크고 出力도 크며 周波數帶域도 더 넓어서 地上의 여러 地域과 通信을 可能하게 했다. 이들은 多重通路(Multi Access)方式 衛星으로서 여러 地上局을 한 衛星을 통하여 連結시킬 수 있다. 즉 한 衛星의 트랜스폰더(Transponder)가 同時에 여러個의 RF信號를 處理할 수 있다.

Intelsat 2號는 1967年부터 稼動되었다.

Intelsat 1, 2號에서 안테나는 衛星의 自轉과 함께 回轉하여 도우넬形態의 放射패턴(Radiation Pattern)을 갖게 되므로써 出力의 大部分이 地球밖으로 分散된다. Intelsat 3號는 TRW社에 依해서 開發되었고 1968年末 發射되었는데 안테나의 方向이 언제나 地表面을 向하도록 機械的으로 조정할 수 있어서 出力을 有効하게 사용하므로써 往復 1,200回線을 受用할 수 있게 되었다. 또 2個의 225MHz 帶域幅을 갖는 트랜스폰더를 藏置하므로써 廣帶域多重搬送FM信號를 處理할 수 있게 했다. 이렇게 하여 1969年에는 3個의 Intelsat 3號가 地球全體를 連結하는 通信網을 構成하게 되었다.

1971年에 와서는 Hughes社에 依하여 Intelsat 4號가 開發되었다. Intelsat 4號는 送信用안테나로 스퀘

빔(Spot Beam) 안테나를 利用하였다. 이 안테나는 地上의 特定한 地域에만 集中的으로 電波를 보내게 되어 있다. 出力이 날카로운 빔에 集中되므로 衛星容量을 4,000回線까지 늘릴 수 있게 되었다. 12個의 트랜스폰더를 갖고 있고 각 트랜스폰더는 36MHz의 帶域幅을 갖는다. 트랜스폰더는 地上에서 보내는 信號를 받아서 스팟빔으로 다른 地上局에 보내 준다.

Intelsat 4號에 와서 衛星容量은 放射電力보다도 使用할 수 있는 周波數帶域에 依하여 制限을 받게 되었다. 現在도 몇個의 Intelsat 4號는 稼動中에 있다.

Intelsat號쓰 衛星通信의 發達은 理論이나 方法論에 있어서 어떤 限界에 부딪힌 느낌을 주었다. 따라서 Intelsat 4A號에서는 各分野 高度의 技術을 導入하여 各部分의 性能을 最大限 높이는 데 研究가 集中되었다. 여러가지 技術의 改善을 通하여 Intelsat 4A號는 Intelsat 4號와 같은 重量, 같은 出力, 같은 周波數帶域에서 그 容量이 50%增加하여 6,000回線으로 되었다.

Intelsat 4號 멀티플렉서 필터(Multiplexer Filter)는 損失을 減少시키고, 溫度에 對한 安定度を 높이고 該當周波數帶域 外의 信號는 徹저히 減衰시키도록 設計되었다. 필터導波管 材料로는 nickel과 強鐵의 合金이 利用되었고 2重모드方式(Dual Mode)을 採擇하였다. 새로 設計된 필터는 무게에 있어서도 Intelsat 4號의 1/5로 되므로써 트랜스폰더를 20個로 늘릴 수 있게 되었다.

Intelsat 4A號에서 또 하나의 發展된 面은 周波數 再使用方法을 導入한 點이다. 이 方法은 定해진 周波數帶域 即 4GHz에서 電波를 두 個의 直交하는 偏波로 發生시켜 두 個의 다른 信號가 같은 周波數에 실려갈 수 있게 하는 方法이다. 두 信號가 같은 周波數이더라도 受信器 역시 두 直交하는 偏波를 分離시켜 受信하므로써 相互干涉이 일어나지 않는다.

Intelsat 4A號는 擔當 地上局이나 送信出力의 配分을 地上에서 調整할 수 있다. 東西로 分離된 두 個의 빔을 放出하므로써 必要에 따라 東西 어느 地域에 맞출 수 있고, 또 하나의 빔은 衛星에서 可能한 地上의 全地域에 퍼지도록 한다. 東쪽 빔에서 使用된 周波數를 서쪽 빔에 使用하므로써 衛星容量을 더욱 크게할 수 있다. 빔들은 各 트랜스폰더와 内部的으로 連結되어 있어 各 빔의 出力을 調整할 수 있다. 擔當 地上局과 容量配分은 地上에서 보내는 統制信號에 依해서 調整된다.

새로 開發된 Intelsat 5號가 모든 準備를 마치고 今年中 發射를 기다리고 있다. Intelsat 5號에서는 기준 주파수 帶域 4/6GHz外에 11/14GHz 帶域을 利用하게

되며 回線容量 12,000~14,000으로 Intelsat 4A號의 平均容量을 갖는다. 周波數 再使用을 爲해서 直交偏波法 4/6GHz帶의 東西 빔, 11/14GHz帶의 東西 스팟빔을 利用하고 있다.

Intelsat 5號에 搭載되어 있는 27個의 트랜스폰더에는 音聲, 데이터, 影像等 여러가지 信號에 따라 40, 80, 240MHz의 帶域幅으로 信號가 들어오고, 이들 信號를 處理하기 爲하여 多重化, 變調, 多重通路方式等 여러 方法을 利用한다. 언제나 太陽을 向하고 있다. 大型 太陽電池群이 各 機器를 作動시키기 爲해 必要한 電力을 供給하며, 回轉하는 慣性體에 依하여 衛星을 固定시키는 胴體安定法을 採用하고 있다.

Intelsat 5號는 Ford 항공사에서 1982年 發射目標로 7個가 追加로 製作되고 있다. 이들이 完成되면 全 地上局의 通信을 Intelsat 5號가 擔當하게 될 것이다.

衛星容量이 增加함에 따라 地上局通信網도 急速度로 擴張되고 있다. 初期의 地上局들은 衛星信號가 매우 弱해서 큰안테나와 低雜音受信器를 必要로 하였다. 그 代表的 例로써 Andover, Maine 地上局들은 直徑 73m 높이 57m의 레이더를 갖고 있으며, 受信器도 25MHz 帶域幅의 MASER로, 送信器는 2.5KW의 TWT增幅管을 쓰고 있다.

4. 地上局의 小形化

Intelsat 衛星通信系統이 開發됨에 따라 第2代地 地上局이 서둘러 建設되었다. 現在로는 Intelsat Standard A型 地上局이 널리 使用되고 있다. 이들은 方向을 調整할 수 있는 直徑 29~32m의 패터브라 안테나를 갖고 있다. 이 안테나는 自動的으로 衛星을 追跡하여 안테나 빔이 衛星方向의 0.02°內에 들어가도록 調整된다. 衛星은 太陽風, 달의 引力, 地球引力의 變化等의 影響을 받아 그 位置가 조금씩 移動한다. 따라서 周期的으로 그 位置를 修正하고 있으나 地上局안테나도 어떤 範圍에서는 追跡能力을 갖추어야 한다.

Standard A型 地上局은 超低雜音의 파라메트릭 增幅器(Parametric Amplifier)로 構成된 受信器와 TWT 送信器로, 한 回線에 數百 瓦트로부터 多回線에는 12KW 出力을 낼 수 있다. 또한 Cassegrain 給電法으로써 안테나의 G/T比(Gain to Noise Temperature Ratio)를 40.7dB/K까지 올린다.

地上局의 다음 歲代로 Standard B型은 小規模通信網을 爲한 것으로 안테나의 直徑은 12m, G/T比는 31.7dB/K이다. 또한 Intelsat 5號의 11/14GHz 回線을 爲한 地上局이 새로 設計되고 있다.

現在로 Intelsat 地上局은 1965年 5個에서 270個로 크게 늘어났고 안테나數도 330個로 되었다. 100個局이 Intelsat 衛星通信網에 加入되어 있어서 南으로는 뉴질랜드, 北으로는 스웨덴까지 이르고 있다.

5. 國內衛星通信

國內衛星通信은 캐나다나 소련과 같이 領土가 방대하고 人口가 分散되어 있는 나라에서 매우 有用하다. 또한 섬으로 되어 있는 인도네시아나 山岳으로 이루어진 페루같은 나라에서도 衛星通信이 必要하다.

Intelsat 衛星이 어느 程度까지 國內通信을 爲한 回線을 供給하고 있다. 15個國이 國內通信을 爲해 Intelsat 衛星을 쓰고 있으며 70個의 地上局이 稼動하고 있다. 노르웨이, 브라질, 나이지리아, 알제리아 등이 그 會員國이다.

소련은 1965年 타원궤도를 도는 非停止衛星 Molniya 를 國內通信用으로 設置했고 最近 다시 停止通信衛星 Statsionar를 띄워 長距離通信과 TV放送에 利用하고 있다.

캐나다는 처음으로 國內通信用 停止衛星을 施設하였다. 캐나다 Telsat 衛星通信系統에 屬한 Anik-A衛星은 Hughes 항공사에서 製作된 것이다. Northern Electric은 塔載된 通信裝備을 提供했고, NASA가 Thor-Delta發射裝置를 提供하였다. Telesat 系統은 이제 稼動한지 8年이 되었다. 그동안 3個의 Anik-A 外에 다음 歲代 Anik-B衛星이 追加되었고 또 Anik-C가 計劃되고 있다.

Anik-A는 스피인安定式으로 衛星을 固定시키고 重量은 600kg이다. Anik-B는 胴體安定式이고 重量은 900kg이다. 네 個의 通信衛星이 電話, TV, 데이터, 팩시밀信號를 캐나다 全域에 傳送하고 있다. 100餘個의 地上局으로 需要가 密集된 地域의 電話, TV放送網, 北部地域의 長距離電話 및 遠隔TV視聽에 對處하고 있다.

Anik-A 衛星은 規模가 작고 重量이 가벼워서 費用이 적게 드는 Thor-Delta 라켓으로 發射할 수 있을 뿐 아니라 用途가 多樣하여 商業적으로 크게 成功을 거둔 通信衛星으로 評加받고 있다.

美國의 Western Union은 1974년부터 Anik-A를 變形한 Wester 衛星을 國內通信用으로 利用하고 있다. 인도네시아는 1976년에 國內 通信衛星으로 Palapa System을 構成하였다. Palapa System은 2個의 Anik-A와 10m안테나를 갖는 50個의 地上局으로 構成되어 각 島嶼地方에 設置되어 있다.

美國은 既存 通信網이 잘 짜여져 있어서 現在로서 通信需要의 1%만을 衛星이 擔當하고 있다. 하지만 需要의 增加에 따라 80年代에는 國內 衛星通信이 每年 50% 增加될 것으로 豫想하고 있다.

現在 美國에는 4個의 國內通信衛星網이 있다. Western Union은 Wester System으로 텍사스, 데이터, 음성, TV信號를 10個의 地上局을 통해 New Jersey 와 California 地域에 보내고 있다. 이들 地上局은 20個의 衛星基地와 Western Union 마이크로波 通信網에 依하여 5個의 TV센터에 連結되어 있다.

Wester 衛星에서 남는 回線은 라디오나 TV放送網 ASC(American Satellite Corp.)에 빌려 준다. ASC는 그 自身 衛星을 保有하고 있지 않으나 하와이에 2個를 包含하여 21個의 地上局을 運營하면서 政府官署나 企業의 通信業務를 擔當해 준다. ASC는 모든 信號를 디지털信號로 使用者에게 傳送한다.

RCA Americom은 Satcom System을 運營하여 美國의 50個州와 Puerto Rico까지 擔當하고 있다. 그들은 現在 3個의 衛星을 保有하고 있다. RCA에서 製作된 衛星들은 胴體安定式으로써 한 衛星이 14,000音聲 回線을 處理할 수 있다. Satcom의 業務는 Alasca의 TV 및 音聲通信, 政府機關의 單獨影像回線, 音聲 및 데이터 傳送, 商業TV 및 라디오放送, 100餘군데의 작은 地域社會를 爲한 TV 信號傳送이다. Satcom도 Wester와 같이 小形 Thor Delta 라켓으로 發射된다.

또 美國에서 進行되고 있는 가장 野心的인 國內通信 衛星系統은 Comstar System으로서 그 CGC(Comsat General Corp.)에서 運營하고 全적으로 AT & T와 GT & E에 貸與하고 있다. 貸貨者는 16個의 地上局을 갖고 있다. Comsat衛星은 Hughes社에서 Intelsat 4A號와 같은 方法으로 製作되었으며 衛星重量은 810kg이고 24個의 트랜스폰더로 18,000回線을 處理할 수 있다. Comsat A, B는 1976년에, C는 1978년에 Atlas-Centaur 라켓에 依하여 發射되었다.

Comsat 衛星은 사실상 全國 電話通信網의 一部分이 되고 있다. Boston에서 電話다이얼을 돌리면 Comstar를 통해 Denver에 있는 어떤 사람과도 通話를 할 수 있는데 通話者는 그의 音聲이 衛星을 통해 傳達된다는 事實을 意識하지 못한다. 音聲이 地上通信網에 依한 것과 전혀 차이가 없고 時間差도 없을 뿐 아니라 예코 效果도 除去되기 때문이다.

今年中으로 SBS(Satellite Business System) 衛星通信網이 美國에서 새로운 衛星通信系統으로 登場하게 된다. 이렇게 하여 Comsat General, IBM, Aetna Life and Casualty Co., SBS等 네개 會社가 美國의

各企業體에 專用通信回線을 供給하게 된다. 各 地上局은 使用 企業體의 PBX, 有線電話, 데이터 터미널 등에 直接 連結되어 各 專用回線을 使用者가 直接 運用하게 한다.

SBS 衛星은 Anik-C形과 비슷한 것으로 가까운 장래에 2個의 SBS衛星이 Delta 3910이나 Space Shuttle라켓으로 發射될 豫定이다. 한 衛星이 10個의 트랜스폰더를 갖고 있고 各 트랜스폰더는 43MHz의 帶域幅을 갖으며, 使用周波數는 11/14GHz이다. 信號도 모두 디지털信號이고 衛星容量은 430Mb/S로써 12,000 回線에 相當한다. 使用者가 回線容量의 配分을 變更코자 할때는 地上 信號를 보내서 안테나와 트랜스폰더의 接續을 바꾸어서 調整할 수 있다.

6. 衛星을 통한 稼動通信

通信衛星은 移動端末局과 連結하는데 있어 가장 理想的이어서 數年동안 軍에서 利用되어 왔다. 商業적으로 1976년에 始作된 Marisat System은 海上 船舶通信을 爲해 새로운 時代를 열어 놓았다. 在來式 通信裝備은 回線容量은 不足하고 信賴性도 떨어져서 그간의 海上通信은 많은 困難을 겪어왔다. Marisat System은 매우 質이 높고 信賴性있게 音聲, 데이터, 팩시밀·테렉스 信號를 各 種船舶에 供給하고 있다.

Marisat System은 3個의 衛星, 2個의 地上局(Connecticut과 California), 150個의 船舶端末裝置로 構成되어 있다. 大西洋, 印度洋, 太平洋 全域을 通하여 美海軍(225/400MHz)과 一般船舶(6/15GHz; 海岸에서 船舶으로, 1.6/4GHz; 船舶에서 海岸으로)에게 通信回線을 供給한다. Marisat 衛星은 스펙안정식으로 重量은 325kg이고, Thor-Delta 라켓에 依하여 發射된다.

交信을 必要로 할 때는 船舶의 乘務員이 Marisat 衛星을 通해서 海岸局에 펄스信號를 보낸다. 海岸局에서는 그 펄스信號로써 어느 船舶이 어떤 채널을 要求하고 있는가를 알게 된다.

通話, 팩시밀, 데이터 등은 FM方式으로 傳送된다. 어떤 선박이 채널을 要求했을 때 海岸局은 한 쌍의 周波數를 選擇하여 申請한 船舶에 付與한다. 通話가 完了되면 채널은 다시 原狀態로 復歸하여 다음 要求를 기다린다.

테렉스는 디지털 TDM方式으로서 海岸-船舶間에는 1.2Kb/S의 信號로, 船舶-海岸間에는 펄스버스트(pulse burst)로 變調하여 23個船舶까지 한 캐리어에 실을 수 있도록 시퀀스를 構成한다. 한버스트는 4.0Kb/S로써

12文字까지 包含될 수 있다.

가까운 장래에 衛星에 依한 海上通信이 크게 擴張될 것으로 豫測된다. 國際海上衛星通信을 爲한 Inmarsat System이 1982年 稼動 目標로 計劃되고 있다. 그 첫 段階로 Marots System은 유럽地域을 爲한 것으로 Marisat과 連結될 豫定이며 會員國은 50個國이 될 것으로 Intelsat 기대된다. 앞으로 發射될 Aerosat 5號 역시 海上通信能力을 갖출 수 있게 된다.

船舶通信 外에 航空衛星通信에 對한 關心도 높아지고 있다. 航空通信을 爲한 衛星 Aerosat가 美國, 캐나다, 및 유럽 여러나라에서 計劃되고 있다. 經濟 및 研究陣 등 여러가지 障礙要因으로 研究가 遲延상태에 있기는 하지만 오래지 않아 상당한 進展이 있을 것으로 보인다.

7. 앞으로의 展望

現在의 技術水準이나 研究傾向으로 보아서 앞으로 5年間 衛星通信의 發達을 豫測할 수 있다.

衛星을 安定시키는 方法으로는 스펙안정식보다 胴體安定식이 널리 쓰이게 될 것 같다. 復雜한 안테나와 거대한 太陽電池群의 方向을 調整하는데 有利하기 때문이다. 에너지 變換 및 畜積에 關한 技術이 發展하므로써 衛星의 送信出力이 커지게 되어 더욱 높은 周波數帶의 캐리어로써 回線容量을 크게 增加시키게 된다. 멀티빔안테나(Multi Beam Antenna)와 트랜스폰더間的 結合技術이 改善되므로써 各 地域別 回線容量의 分配가 容易하게 된다. 有人衛星, 發射라켓, 스페이스셔틀 등을 再使用할 수 있게 하므로써 發射費用을 줄이고, 새로운 實驗을 可能케하며, 結局은 궤도 中에서 衛星을 保修하고 部品를 交換할 수 있게 될 것이다.

現在 衛星通信에서 使用하고 있는 周波數는 雜音面에서나 許用周波數帶域幅에 있어서 매우 不利하다. 使用 周波數가 11/14GHz, 19/29GHz帶로 올라가게 되면 許用周波數帶域幅이 4/6GHz帶의 8배로 커지고 이들 周波數는 地上 마이크로波通信에 있어서 別로 使用되지 않기 때문에 現在 提起되고 있는 여러가지 問題點이 解消된다. 周波數가 높아지면 비, 구름 등 氣象狀態에 따라 電波의 減衰作用이 커지게 되나 다이버시티方式이나 特殊한 코딩方式으로 改善할 수 있고 出力을 크게 하므로써 克服될 수 있다.

같은 周波數帶域에서 두 衛星이 隣接하여 作動할 때 電波干涉을 막기 爲해서는 衛星을 어떤 角度만큼 離워야 한다. 4/6GHz에서 3~4°를 維持하여야 하며 地上局의 안테나 直徑은 12m以上되어야 한다. 안테나가 작아지

면 電波가 分散되어 干涉이 일어난다. 周波數를 높이면 빔의 指向性이 더욱 커져서 衛星間의 距離를 좁힐 수 있다. 따라서 안테나의 사이드 로브(Side Lobe)를 抑制하는 技術開發이 더욱 要求될 것이다.

宇宙停車場을 中心으로 여러개의 通信衛星을 한데 묶어두면 衛星의 數를 줄일 수 있게 된다. 그에 따르는 技術의 問題點과 周波數容量의 減少에 따른 問題를 解決해야 할 것이다.

앞으로 모든 通信網에 있어서 通信衛星은 하늘에 떠 있는 單純한 마이크로波피더가 아니라 能動的이고 活性的인 部分이 된다. 信號增폭과 더불어 衛星의 스위칭作用은 通信回線容量을 크게 增加시킬 수 있을 것이다.

벨 研究所에서는 衛星에서 發射되는 날카로운 빔이 0.01秒 동안에 美國全域을 巡迴할 수 있는 스캐닝 빔 衛星의 開發을 提案하였다. 이 衛星은 電波 빔이 移動하는 동안 여러 地域의 地上局으로 부러 信號를 받고, 또 信號를 보낸다. 이 方式은 周波數帶域을 매우 效果的으로 利用하여 같은 重量, 같은 回線容量의 衛星에 對하여 回線容量을 크게 增加시키게 될 것이다. 멀티빔 方式衛星도 같은 成果를 줄 수 있다. MIT 研究員들은 獨立의으로 固定된 400개의 빔으로 美國 48個州를 같은 周波數의 電波로 通信網을 構成할 수 있는 方法을 提案하였다. 이런 方法으로 한개도에 3~5개의 衛星을 띄워 올려서 3Mb/S 디지털 信號로써 10,000개의 채널을 受容할 수 있는 通信衛星系統이 計劃되고 있다. 또 벨 研究所에서는 빔어레이(Beam Array) 方式通信衛星도 提案하고 있다. 이 方式은 通話量이 작은 地域을 基準으로 回線數를 均等配分하고 通話量이 많은 地域에는 몇개의 스포트 빔(Spot Beam)으로 回線式을 補強하는 方式이다.

위의 여러 方法에서 共通의으로 發生하는 問題點은 여러 개의 빔들을 相互連結시키는 問題이다. 即 送受信電波 빔을 定해진 時間에 該當地域으로 보내주는 스위칭回路를 必要로 한다. 衛星에 搭載된 스위칭裝置는 長距離無線通信의 費用을 줄이고 通話效率을 높이는 點에서 많은 可能性을 제공하게 될 것이다. Intelsat 研究陣은 이미 그와 같은 스위칭系統의 開發을 서두르고 있다. 앞으로 開發될 衛星의 또 다른 面은 모든 信號가 디지털 信號로 전송된다는 點이다. 그 동안 研

究開發된 여러가지 技術, 即 디지털 멀티프렉서, 變調多通路方式, 채널 코딩, 디지털 傳送技術 등을 綜合하므로써 現在 使用되고 있는 回線容量이 100% 增加될 것으로 豫想된다.

參 考 文 獻

1. D.G. Gabbard and P. Kaul; "Time-division Multiplex Access", in Eascon Rec., pp.179~188, 1974.
2. T. Muratami; "Satellite-switched Time-domain Multiple Access", in Eascon Rec., pp.189~196, 1974.
3. E.A. Ohm; "A Proposed Multibeam Microwave Antenna for Earth Stations", Bell Syst. Tech. J., vol. 53, pp.1655~1657, Oct. 1974.
4. W.L. Pritchard et al.; "Communications Satellite Systems Worldwide, 1975~1985", Dedham, MA: Horizon-House Microwave, 1975.
5. L.J. Ricardi; "Communication Satellite Antennas", Proc. IEEE, vol. 65, pp.356~369, Mar. 1976.
6. I. Kadar; "Satellite Communications Systems AIAA Selected Reprint Series, vol. 18, 1976.
7. B.I. Edeson; "Global Satellite Communications", Sci. Amer., vol. 236, pp.58~73, Feb. 1977.
8. W.L. Pritchard; "Satellite Communication-An Overview of the Problems and Programs Proc. of the IEEE, pp.294~307, vol. 65, no. 3, Mar. 1977.
9. D.O. Reudink and Y.S. Yeh.; "A Scanning Spotbeam Satellite System", Bell Syst. Tech. J., vol. 56, pp.1549~1560, Oct. 1977.
10. D.O. Reudink; "Spot Beams Promise Satellite Communications Breakthrough", IEEE Spectrum, pp.36~42, Sep. 1978.
11. D.J. Curtin; "Trends in Communications," Pergamon Press, 1979.