

# TV, FM放送 空中線 및饋電線

鄭 萬 永 · 金 俊 鎬

(原子力研究所 電子工學研究室)

## 1. 概 說

TV, FM 放送空中線으로서는 이미 여러가지 形式이 實用되고 있으나 우리나라에서 이를 實現하려고 할 때 既存施設과 同一 設置場所에서의 Service Area 및 國産化하여서 經濟的으로 完成할 수 있는 諸問題가 그 形式을 決定하는 基本的 要素가 된다.

여기서 처음에 서울 地方을 생각할 때 이미 設置되어 있는 南山의 75 m 鐵塔은 市街中心으로서 가장 높은 地點일 뿐만 아니라 視聽者側에서 보더라도 輻射源은 한 곳에서 集中發射되는 것이 한 개의 空中線으로서 되므로 여기에 알맞게 送信空中線을 設置하는 것이 共通視聽이 可能하게 가장 合理的으로 된다. 거기에다 既存 空中線 施設로서 KBS의 Super Turn Style Antenna가 6段으로 設置되어 있으나 그 바로 밑에는 三角鐵塔面이 마침 底邊을 正南向으로 두고 東北 西北의 兩面이 서울 地方의 Service Area를 가장 많이 Cover할 수 있게 되어있다. 이와같은 鐵塔面을 그대로 利用하여 設置하는 空中線으로서는 Super Gain Antenna가 가장 쉽게 國産化할 수 있고 正北面은 北漢山城으로 그 以北은 그의 큰 都市라고는 없기 때문에 四面의 標準無指方式代身에 三面만을 利用함으로써 Super Gain Antenna의 Element數는 四面에에 比하여 그 1/4을 節約할 수 있게 되어서 가장 經濟的으로 實現할 수 있다.

한편 地形的으로 서울 南方에는 南漢山城 以內的 工業地帶는 勿論이거니와 그 以遠에 있어서도 安養, 水原 등의 近郊都市가 連續되어 있으므로 南方을 더 強調하기 위하여 送信電力의 半을 여기에 充當시켰으며 나머지 1/4式을 東北, 西北 方向으로 饋電하고 있는 點이 特異하다고 할 수 있다. 다음에 釜山地方은 二面이 바다고 都市는 東萊方向과 馬山鎭海方向 밖에 없으므로 二面의 指向性을 갖는 Antenna로 海風に 가장 強한 方式을 採用한 것이 二面의 Super Gain Antenna를 鐵塔面에 固定시키며 設置場所가 影島山腹이 되어서 海面에서의 反射를 막고 既設受信施設로 垂直偏波가 大部分임으로 二面垂直偏波를 採用하였다.

그러나 이러한 境遇에 同位相 饋電을 하지 않고

Power Equalizer를 通하기 때문에 이러한 것으로서 前記指向性을 얻기에는 가장 困難한 問題들이 많다. 따라서 後述하는 바와 같이 여러가지 方式이 여기에 適用되나 完全無缺한 方式은 殆無하기 때문에 여기서는 가장 經濟的이면서 設置하기 쉬운 二面 二素子 方式을 4段 Stack로 하는 것 試圖를 敢行하여 보았다.

以上과 같은 Antenna들에 饋電하는 方式으로서는 서울 것이 將次 CH 7에서 10 KW까지를 傳達할 수 있고 現在의 Peak 3 KW까지를 가장 低損失로 쉽게 傳送할 수 있게 하려하니 不得已 1 5/8" Al Styroflex Cable을 輸入하지 않을 수 없었으며 各 Antenna Elements까지의 Branch Cable로서도 耐濕防止가 充分히 되어있는 5/8" Al Cable을 使用하였다. 여기에 送信機로 부터 壓縮空氣를 充填하여 24個 Antenna Elements에 連結되는 Junction Box, Bridge Diplexer에 이르기까지의 屋外裝置는 機密防水가 되어 있으며 屋內에 와서는 VSBF를 通하여 送信機出力端까지 1 5/8" 屋內用 同軸銅 Pipe로 연결되어 있다.

한편 釜山用 Main Feeder Cable은 尖頭出力이 500 W이기에 國內에서 쉽게 求得할 수 있는 RG-17을 使用하고 16個의 Antenna Elements와 Junction Box사이에는 海風 및 露雨에 依한 습기를 막기위하여 Branch Feeder만은 5/8" Al Cable로 完全密封된 것이 使用되고 있다.

## 2. Super Gain Antenna Element

高利得으로 無指向性的인 TV Antenna로서 Super Turn Style나 Super Gain의 兩方式이 생각되나 後者は 前者에 比하여 다음과 같은 特徵이 있다.

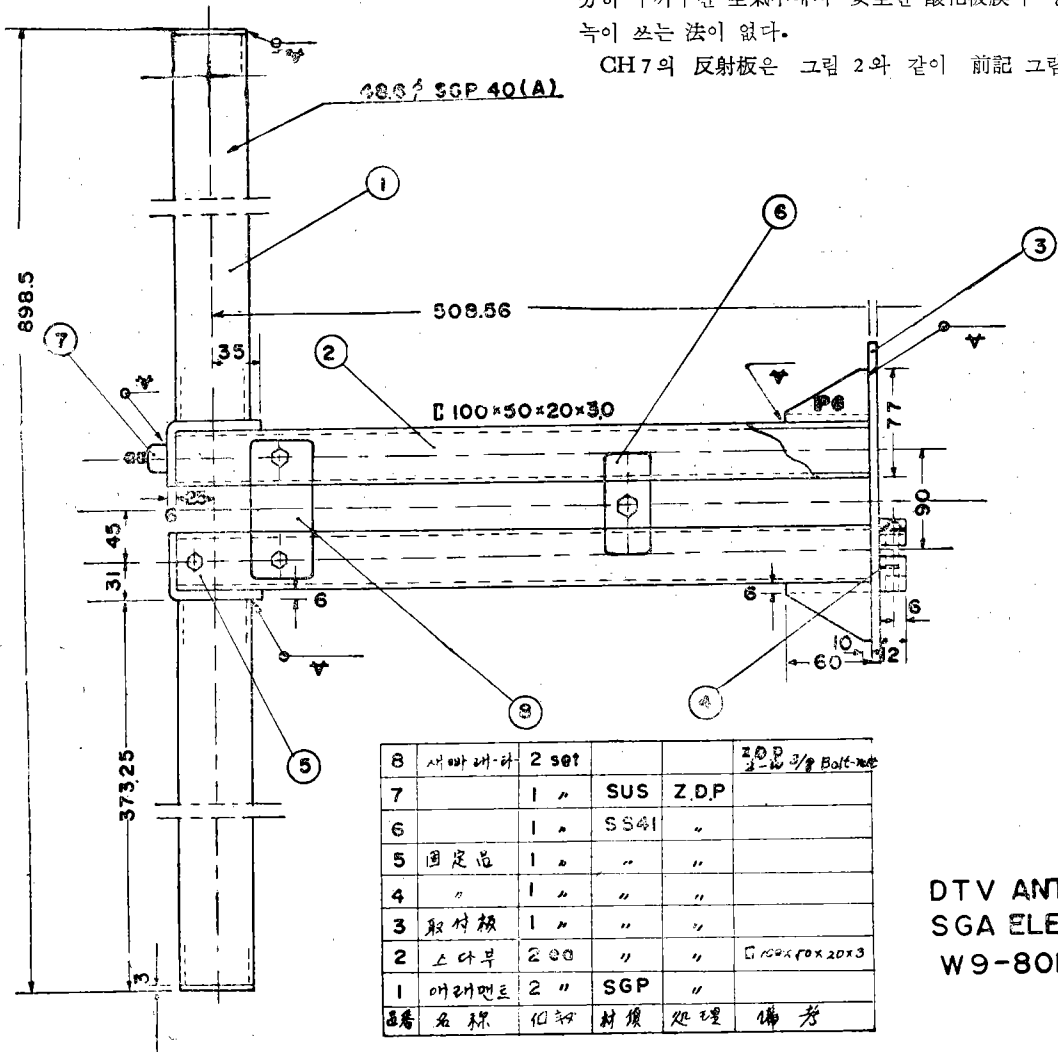
- 가. 希望하는 特殊指向性을 쉽게 얻을 수 있다.
- 나. 機械的인 強度가 強한 鐵塔自體를 Element의 支持體로 하기 때문에 바람에 依한 動搖가 적다.
- 다. 鐵塔面全體를 數 CH의 放送에도 共用할 수 있다.

이와같이 Super Gain Antenna는 設置場所 및 目的에 따라서 매우 큰 利點이 있으나 反面 Element自體가 간단한 半波長 Dipole이기 때문에 廣帶域性에서 Super Turn Style 보다는 못하다. 그러나 TV에서는

어떤 CH만 割當되면 그 CH 以外로 다른 TV CH 全體를 Cover 할 必要는 없기 때문에 最少限 6 Mc의 幅만 있으면 된다. 따라서 Dipole Element 自體를 Tapered Antenna 로 함으로써 充分한 廣帶域이 얻어져서 New-york 의 Empirestate Building 屋上의 鐵塔에 5局이 이미 이와같은 것으로서 共同使用하고 있다.\*1 그러나

1과 같으며 CH 7의 各部의 크기는 여기에 指示된 方法과 같으나 Element는 모두 鐵製로 熔接으로 連結되어 있으며 絶緣된 部分은 Branch Feeder Cable 先端을 固定시키지만 하면 되고 Element 自體는 高周波絶緣個所가 全히 必要없으므로 酸素熔接으로 固定한 것을 製作한 後 全面을 亞鉛塗金한 것이다. 亞鉛層이 充分히 두꺼우면 空氣中에서 安全한 酸化被膜이 생겨서 녹이 쓰는 法이 없다.

CH 7의 反射板은 그림 2와 같이 前記 그림 1의



DTV ANT.  
SGA ELEMENT  
W9-80125.1

그림 1. Super Gain Antenna Element 構造圖

이러한 것 亦是 構造上 複構한 短點을 免할 수 없게 되어 여기에서는 Non Tapered Antenna 形式으로 하여서 簡素化 하였으며 또한 NHK 標準方式으로서 Element length가 可變式으로 되어 있는 것에 代替하여 0.53入로 처음부터 固定한 것을 採用하여 나머지는 饋電點에 들어있는 容量板으로서 短縮이 可能하게 하였고 거기에다 Trap로써 廣帶域性을 具備할 수 있게 하였다.

Super Gain Antenna Element의 基本構造는 그림

Element와 0.3λ 位置에 結合되며, 이것 亦是 全面亞鉛塗金된 것으로 Element의 Stub部와 "볼트"로 完全固定된다.

CH 9의 反射板은 垂直偏波이므로 偏直方向에서 그림 3과 같이 結合되며 그림 4(a)와 같이 各面間의 結合을 막기 위하여 隔離板을 두고 한개씩 8段 積立하는 것보다 그것이 없이 同圖 (b)와 같이 한 面에 두개의 Element를 配置하므로써 經濟的인 配置로 그림 4(a)

와 同等한 電氣的特性을 얻을 수 있다.

以上과 같이 해서 反射板을 包含한 各 Antenna Elements 가 72 $\Omega$  Cable 에 整合할 수 있게끔 容量板,

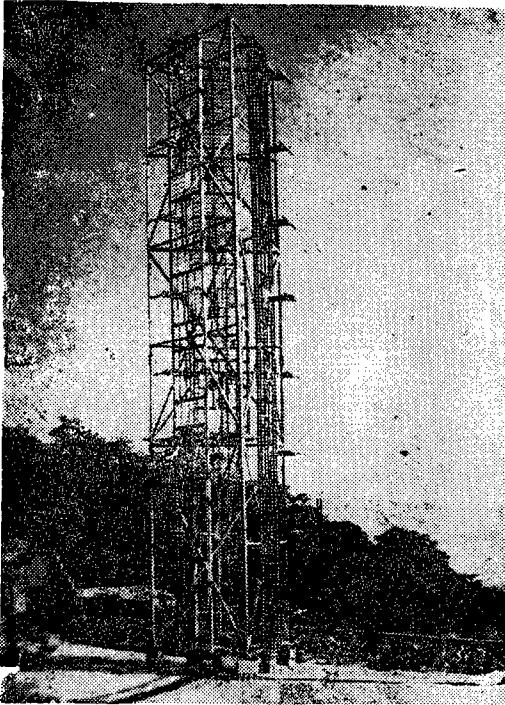


그림 2. 反射板에 固定된 8段 3面의 서울空中線

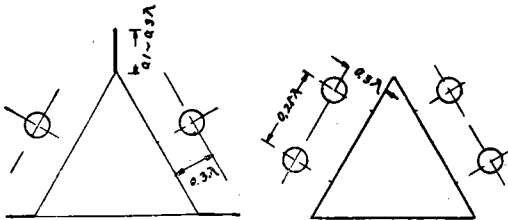


그림 4. (a) 垂直偏波用 2面空中線의 鐵塔取付圖  
(b) " " " "

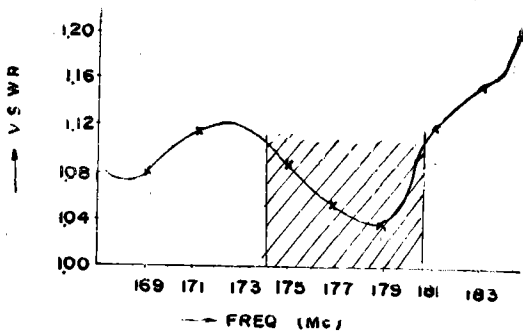


그림 5. 서울用空中線의 Impedance 特性

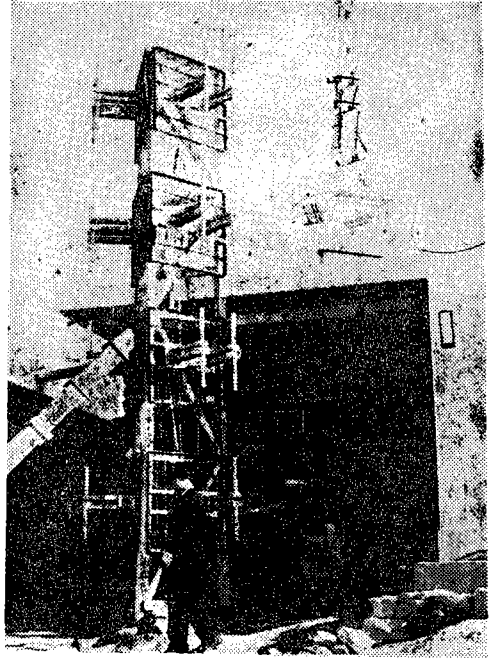


그림 3. 反射板에 2素子式固定된 4段 2面의 釜山空中線

Trap, Jumper 등은 個個의 Element 에 關하여 調節한 것을 8段綜合하여 그 Impedance 特性을 Junction Box 를 通하여 50 $\Omega$  Cable 에서 測定한 結果가 그림 5이며, 釜山것도 CH 9의 全帶域에 걸쳐 1.07 以下의 VSWR 를 얻었다.

### 3. 豫備用 Ring 및 Slot Antenna

高利得을 必要로 하지 않고 쉽게 無指向性의 TV, FM 放送空中線으로서 가장 特性이 좋은 것으로는 Ring Antenna 및 Slot Antenna 등이 있다. 여기서 前者는 圓周가 一波長의 Ring 로 되나 이것을 더 小型化하고 同調點을 可變시키기 위하여 그림 6과 같이 中央에 容量圓板을 負荷하여 Jumper 를 通하여 同軸 Cable 로 不平衡饋電할 수 있게한 것이다. 이와같은 Ring 은 眞鍮 Pipe 를 속에 모래를 채워서 굵위 굵혔으며 容量板部만 나사(螺絲)로 움직일 수 있게하여 同調點에서 Lock Nut 로 固定된다. 이와같은 構造를 亦是 亞鉛粉沫로 鍍金하면 空氣中에서도 安全한 被膜이 생겨 構造의 堅固한 것이 實現된다. 그러나 그 電氣의 特性에서 帶域幅이 VSWR = 1.2 下에서는 不過 2Mc 로 너무 좁기 때문에 Video 用으로는 使用할 수가 없어서 Audio 用으로 FM Antenna 에 專用하고 Video 用으로서는 그

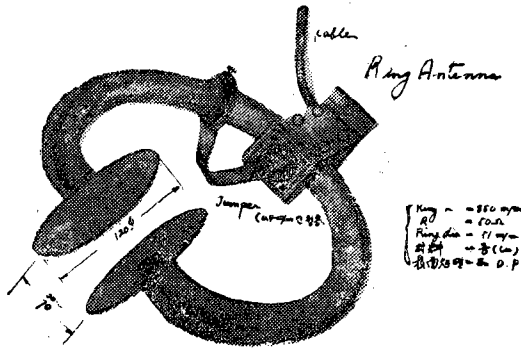


그림 6. Ring Antenna의 構造圖

그림 7과 같은 Slot Antenna를 設計하였다. 여기서 無指向性을 얻기 위한 普通 Slot Antenna 라면 그 直徑이  $0.3\lambda (=56.5 \text{ cm})$ 로 너무 커지며 Slot도 東西南北으로 4개내야 하므로 이런 것은 UHF 帶에서는 잘 使用되나 VHF 帶에서는 直徑을  $0.125\lambda$  以下로 하여서 小型化하고 無指向性을 얻으며 Slot도 한개만으로서 할 수 있다.

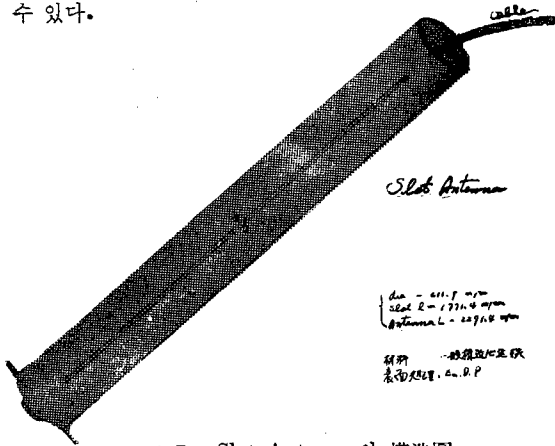


그림 7. Slot Antenna의 構造圖

이래의 代表的인 設計例로써 Kraus에 依하면\*\* Slot의 길이  $0.75\lambda$ , Slot width  $0.02\lambda$ 로 된 것을 그대로 製作하여 그 特性을 測定해 본 바 希望周波數帶에서는 全로 同調點이 없고 470~480 Mc 帶에서 비로소 基本同調點이 나왔기 때문에 Slot 길이를 더길게 하여서 圓筒의 端末까지 延長하여도 波長이 짧아서 드디어는 Slot 幅을 좁게 해본 結果 겨우 그림 13과 같은 特性을 얻을 수 있었다.

以上과 같은 것으로서 豫備用 空中線으로서 Super Gain의 8stack로된 本空中線이 設置될 때까지 送信機에 連結되어서 試驗放送에 커다란 役割을 하였으며 Feeder는 RG/17로 되어 있어서 本空中線 및 Feeder와 別途로 언젠가지 豫備用으로 쓸 수 있게 되어있다.

#### 4. 饋電系 및 VSBF

饋電系로서는 5/8"의 分岐 Al cable이 各 Antenna Element에 連結되어 72 $\Omega$ 로 된 것들이 8個가 前記 그림 2와 같이 Junction Box에 連結되어서 50 $\Omega$ 로 變換된 後 1 5/8"의 50 $\Omega$  Al Main Feeder cable로 連結되어서 Bridge Diplexer에서 屋內用 同軸銅管으로 된 直管과 VSBF를 通하여 Video 送信機에 Audio는 同軸銅管으로 Audio 送信機에 그림 8과 같이 各各 連結된다. 이때의 三角鐵塔의 兩面은 Main Feeder에서  $\lambda/4$  通路差를 갖게 되므로서 90° 位相이 달라진 것이 各面 空中線에 饋電되기 때문에 回轉電界가 이루어져서 希望하는 指向性을 얻을 수 있게 된다.

여기서 Al의 5/8" Branch Feeder 및 1 5/8" Main Feeder와 同軸銅管의 電氣的 特性은 다음 表 1과 같다.

表 1

	1 5/8" 同軸銅管	1 5/8" Al 同軸 Cable	5/8" Al 同軸 Cable
內 部 導 體	硬銅管 (外徑 16.9)	軟銅管(外徑 17.5 m/m)	硬銅線(外徑 3.2 m/m)
外 部 導 體	硬銅管 (外徑 41.3)	Al管(外徑 46.8 m/m)	Al管(外徑 15.5 m/m)
絕 緣 體	4 弗化 Ethylene	Polyethylene cupf	Polyethylene 紐
特 性			
Impedance	50 $\Omega$	50 $\Omega$	72 $\Omega$
減 衰 量 (200 Mc)	1.0db/100m	1.15db/100m	0.033db/m
最大傳送電力 (200 Mc)	7.3 KW	6.0 KW	0.8 KW
最小曲率直徑		500 m/m	230 m/m

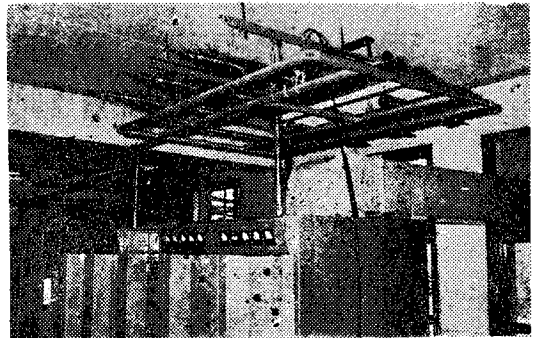


그림 8. Audio 및 Video 送信機의 室內饋電配置

그리고 同軸銅管은 L bau로 90° bending이 可能하나 Al 同軸 Cable은 各各 制限된 最小曲率直徑이 있어서 더 이상 갑자기 굽히면 內外導線間의 間隔으로 因한 特性 Impedance를 一樣하게 維持하기가 困難하다.

VSBF에서는 Video의 下側帶波中 Video 搬送波에서 1.25 Mc 떨어진데서부터 輻射勢力이 없게 하기 위하여 3個의 空洞을 그림 9와 같이  $f_1, f_2, f_3$ 에서 直列

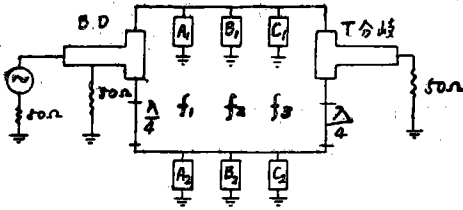


그림 9. VSBF의 構成圖

共振하는 그림 10의  $\lambda/4 - \alpha$ 와  $\lambda/4 + \beta$  부분을 갖는 空洞이 3個式 配置되어서  $f_1, f_2, f_3$ 에서 各各 完全反射 되면 이들은 Bridge Diplexer의 平衡端子側의 吸收抵抗에 全部 吸收되고 Video의 搬送周波數에는 並列共振하는 그림 10의  $l$ 와 같은 部分을 同時에 具備하고 있기 때문에 그림 9와 같이 한쪽 Arm의 長이가  $\lambda/2$  다르게 하여서 T分岐로 結合하면 抑壓되지 않은 上側 帶波帶는 그대로 通過한다. 이때의 入力側에서 出力側으로 본 그 通過特性을 測定한 것이 그림 11과 같다. 여기서  $f_1$ 은 Video 搬送周波數에 對하여 下側으로 떨어질데서부터 500 Kc 範圍內에서 急進으로 떨어져야 하므로 Q가 높기 때문에 外的影響을 안받도록 注意해야 하며  $f_3$ 은 3.58 Mc 낮게 調整되어서 天然色 TV를 傳送할 때의 副搬送波成分으로서 下側帶波에서는 -47.5 db나 떨어지므로 充分하다.

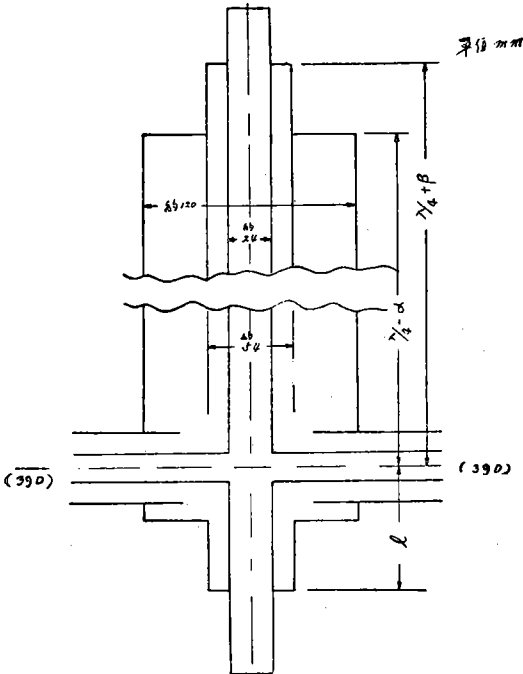


그림 10. 直列 및 並列共振素子를 가진 VSBF用 Cavity

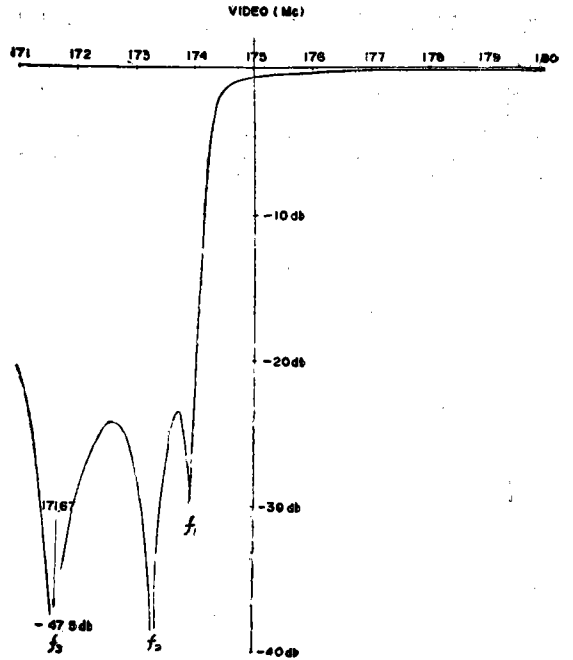


그림 11. VSBF의 綜合通過特性

한편 本 VSBF의 入力定在波特性은 그림 12와 같으며 通過帶域에서 1.08 以下를 充分히 滿足하고 映像搬送波에서 1.02 以下이다.

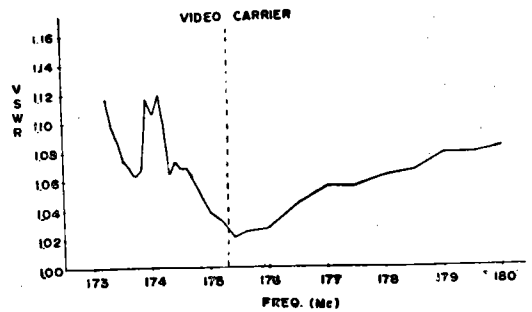


그림 12. VSBF의 綜合入力定在波特性

### 5. 綜合試驗結果

空中線의 入力 Impedance와 饋電線의 特性 Impedance가 整合하지 않으면 受像畫에 Ghost가 생기므로 이것은 音聲 때보다 눈으로 보아서 누구나 알수 있기 때문에 自然히 空中線과의 整合問題가 嚴格해진다. 그런데 사람의 눈은 얼마 程度의 反射가 있을 때 그런



川까지가 10 mV/m 電界張度を 나타내고 있었다.

특히 南側으로는 같은 距離에서 前者들보다 2倍以上의 強度가 確認되었으나 冠岳山을 비롯한 南漢山城으로 말미암아, 山影地帶에 들어있는 安養 같은 데서는 弱하고 그것을 넘어서서 水原地區에서는 마치 山岳回折利得을 얻은 것처럼 다시 強電界를 나타냈으며, 더 떨어져서는 天安의 黑城山頂이나 大田의 飾藏山頂에서도 明確한 映像을 받아 볼수 있는 것이 確認되었었다. 可視條件에서 本方式에 依한 計算結果가 實線과 같으며 그것은 江華側에서 實地로도 可視條件이 얻어져서 實測値와 잘 맞았다.

또 釜山地方의 電界強度를 實地可視距離에서 測定한 것과 可視條件이라서 理論計算 結果가 그림 15에 나타나 있다. 여기서 點線은 5~6Km 可視地點에서 大略 36 mV/m 라는 實測値를 얻은데서 可視條件이 그대로 維持된다고 했을때의 1 V/m 等電界線이다.

實地는 山岳이 많아서 그대로는 안되나 蔚山地區에서도 받아 볼수는 있었는데 比하여 反對側으로 影島外海側으로 나가면 거의 感度가 없는 點에서 當然히 輻射素子가 없는 外海側으로는 輻射되는 不要電波가 없고 500 W 出力이 가장 有效한方向으로 輻射되고 있다는 것을 알수 있다.

6. 結 論

서울地區에 要求되는 特殊性을 3 面の 空中線群만으로써 經濟的으로 充分히 發揮할 수 있는 TV, FM 放送用 高利得空中線을 國產化 할 수 있었다. 釜山地區는 海面을 넘어서 受信되는 點에서 垂直偏波를 使用해야 했으나 Bridge Diplexer 만으로써 單一指向性을 希望한대로 얻을 수 있었다는 것은 世界的으로도 그 類例

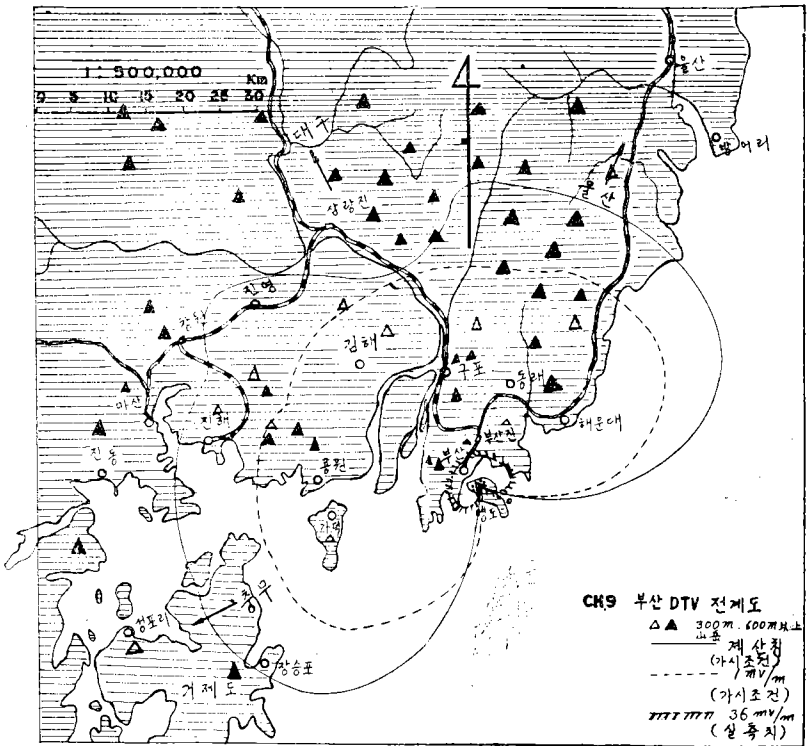


그림 15.

가 없는 것을 처음으로 國產化해서 成功했다.

끝으로 兩地區空中線設置 및 測定에 있어서 DTV 技術部長, 兩送信所長을 비롯한 社員一同과 電氣通信試驗所 서울電波監視局 및 關係要路의 여러분께서 아낌없는 後援을 얻은데 對하여 甚甚한 謝意를 表하여 마지않는 바이다.

<使用測定機器>

1. Jerrold, 900 B; Sweep Signal Generator (500 KC~1,200 MC에서 掃引幅 10 KC~400 MC可變).
2. HP. 803 A; VHF Bridge. 417 A VHF Detector (55~500 MC. 2~2000 Ω)
3. GR. 1021-AV; VHF Standard Signal Generator

4. Stoddart; Rodio Interference-Field Intensity Meter NM-30A(20~400 MC에서 帶幅幅 138~175 KC)
5. Tektroniks, Type 511 Oscilloscope

<參考文獻>

1. J.B. Dearing et.; "Multiple TV, FM Transmitting Antenna Installation on the Empire State Building Proc. IRE. March. 1963.
2. J.D. Kraus; Antennas McGraw-Hill, EEE Series. 1950.
3. B.B.C. Quarterly(1954)
4. NHK 技術 Handbook, NHK 技術研究所(1963)
5. 鄭萬永, 金俊鎬; "TV, FM 放送用 高利得 空中線의 設計 및 試驗 結果[I], [II] 電氣學會誌 vol.14. No. 1.. (No.4 豫定) 1965.