

反 고우스트 텔레비전受信안테나 研究

(A Study on an Anti-ghost Television Receiving Antenna)

奇宇晃* · 陸在林** · 朴櫻基* · 周昌福**

(Kee, Woo Hoang, Yuk, Jai Rim and Park, Chung Kee, Joo, Chang Bok)

要 約

本研究는 西部休戰線以北에서 發生되고 있는 雜音波에도 不拘하고 KBS텔레비전放送의 良好한 視聽을 保障하는 안테나를 얻기 위하여 始作되었으며 約 1년에 걸친 研究를 通하여 마침내 前後方比가 30dB정도일 뿐 아니라 그 side lobe level이 -30dB 以下가 되는 안테나의 開發에 成功하였다. 이 안테나는 VHF TV의 高 채널群 全體를 카마하기에 마땅하다고 생각되는 對數周期型으로 製作되었으며 이 안테나를 사용하는 경우 안테나의 後方에서 오는 雜音電波나 反射波에 依해서 受像이 妨害되거나 고우스트 즉 2重畫面이 나타나는 現象이 현저하게 改善된다는 것이 現地視聽의 結果 確認되었다. 이 안테나는 또한 全 side lobe level이 매우 낮음으로써 그 利得이 높으며 TV 可視聽地域의 擴大와 難視聽범위의 縮小에 그만큼 寄與할 것으로 期待된다.

Abstract

This research was started to develop a VHF television antenna which secures good pictures in spite of the disturbance from the rear side. In a year of research, an antenna whose front to back ratio is greater than 30dB and whose side lobe level is smaller than -30dB has been developed. This new antenna was designed log-periodically for the sake of wide frequency bandwidth which is necessary to cover all the high channel. And it was found having characteristics of anti-interference against the disturbance wave from the behind, and anti-ghosts from the reflected waves. Furthermore, the gain of this new antenna is reasonably high, because of its low side lobe level. After all, the developed antenna is supposed to increase the service area considerably and to improve the TV receiving certainly.

1. 序 論

京畿道の 江華, 金村, 汶山, 法院里, 長坡里 등 休戰線接境地에서는 DMZ의 北쪽인 開城에서 發射되고 있는 雜音電波로 말미암아 채널 9番 텔레비전(KBS-TV) 放送의 視聽이 不可能하거나 매우 어려운 實情에 있어 TV를 通한 政府施策의 周知 또는 弘報事業이 크게 制約을 받고 있다.

*正會員 **準會員 逡信部電波研究所
(Radio Research Laboratory, MOC)

*正會員 **準會員 高麗大學校 理工大 電子工學科
(Dep. of Electronics, Science & Engineering
College, Korea University)

接受日字: 1976年 4月 12日

이러한 雜音電波에도 不拘하고 이쪽 放送이 視聽되게 하는 데는

- (1) 텔레비전 放送局의 空中線電力을 높이는 方法.
- (2) 雜音電波地域을 하나의 難視聽地域으로 보고 所要所에 TV 中繼所를 設置運用하는 方法.
- (3) 안테나의 後方에서 오는 雜音電波의 影響을 적게 받는 TV 수신안테나를 開發 普及하는 方法.

을 생각할 수 있는 것이나 著者들은 逡信部電波研究所의 計劃에 따라 위의 (3)에 대한 研究 즉 前後方比가 큰안테나의 開發研究를 進行하였다.

여기서 雜音電波와 關聯된 地域의 地圖 및 江華, 金村, 汶山等 主要地點과 서울, 開城間의 距離 및 方向差는 그림 1 및 표 1와 같다

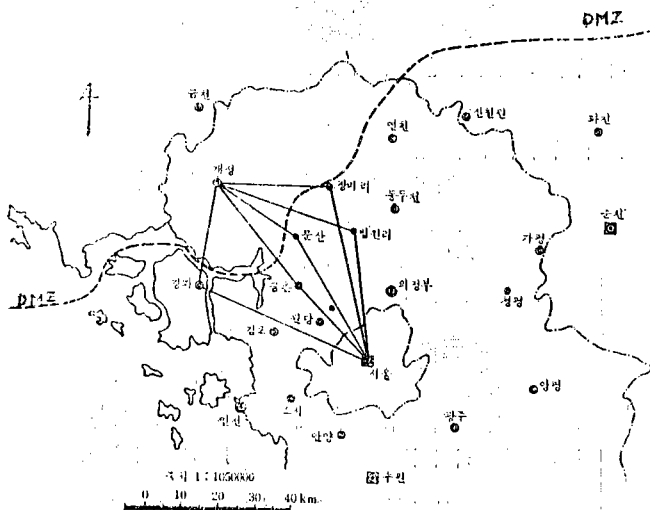


그림 1. 잡음전파지역지도

Fig. 1. The disturbance wave area

표 1. 主要受信點間의 距離 方向角

各受信點	距離 (km)		서울→各受信點 方向과 各受信點→開城 方向間의 角度
	서울	開城	
江華	49.0	24.5	-76°
金村	30.0	29.3	+2°
汶山	38.0	23.0	+36°
法院里	34.0	31.7	+52°
長坡里	45.0	26.5	+70°

KBS 서울局(CH 9)의 出力을 50KW, 水平面內의 利得을 12dB라하고 雜音波(開城)의 出力을 5~20KW, 水平面內의 利得을 같은 12dB라고 가정한다면 各受信點과 CH 9局 및 雜音波發生地點間에 차폐물이 없다고 가정한 경우 各受信點에서의 CH 9局的 電界強度對 雜音波의 電界強度比의 dB數는 표 2와 같아진다.

표 2.

受信點	電界比dB數	雜音出力 20KW 의 경우(最小值)	雜音出力 5KW 의 경우(最大值)
		강화	-2.04
금촌	3.17	9.79	
문산	-0.38	5.64	
법원리	3.37	9.39	
장파리	-0.62	5.4	

그런데 江華, 金村, 汶山, 法院里 및 長坡面等地와 CH 9局 및 雜音波發生點間의 地形斷面圖에 의하면 金村과 汶山만이 CH 9局방향 및 雜音波方向이 모두 트여

있을 뿐으로 其他受信點에서는 兩方向이 모두 복잡하게 가려져 있어서 단순의 計算式만으로 그 電界強度를 가늠하기가 매우 어렵다.

일반적으로 안테나의 主비임方向의 感度에 比해서 其他方向의 感度가 30~40dB以上 낮으면 主비임方向에서 오는 信號波가 깨끗이 受信된다. 그런데 그림 1에서 서울以北 및 西部休戰線以南에 있는 大部分의 受信點에서는 雜音電波가 오는 方向이 서울을 向한 TV受信안테나의 桴무니쪽 이므로 指定方向(角度 0°)의 電界와 180°±60°범위내의 方向에 있는 最大電界와의 比 즉 前後方比가 30dB 정도인 受信안테나를 사용한다면 표 2의 dB數와 더불어 CH 9局的 信號波에 대한 雜音波의 電界가 대략 -30~-46dB가 되어서 TV 受信에 큰 支障은 없을 것으로 생각된다. 그러나 江華나 長坡里等地에 있어서는 CH 9局方向을 0°方向이라 하였을때 雜音波發生點을 각각 -180°-76° 또는 -180°+70° 方向으로 보고 있으므로 이 方向의 放射電界 또는 이 方向에서 오는 電波에 대한 受信感度가 正面方向에 대해서 각각 -30dB 以下가 되는 안테나가 必要하게 된다.

따라서 現在의 條件下에서 서울以北 休戰線以南의 全地域에 雜音波에도 不拘하고 CH 9局的 視聽을 可能케 하기 위하여는 前後方比 뿐만아니라 180°±80°범위內의 side lobe level이 主비임에 對해서 30dB以上 낮은 TV 受信안테나의 開發이 必要하게 된다.

2. Low side lobe level 안테나의 構成

180°±80° 범위內의 side lobe level이 正面方向의 主비임에 比해서 30dB가량 낮은 안테나를 얻기 위하여 우선 180°±60° 범위內의 side lobe level이 낮은 즉 F/B比 (front to back ratio, 前後方比)가 큰 안테나의 構成을 試圖하였다.

2.1 yagi 안테나의 反射器變形

F/B比가 큰 안테나를 얻기 위하여 그림 2와 같은 여러 形態의 反射器를 Yagi안테나에 附着하고 反射器素

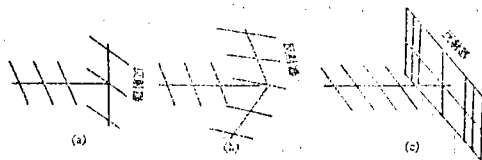


그림 2. 反射器의 各種形態

Fig. 2 various reflectors.

자의 數, 길이, 間隔들을 조절함은 물론 그림(b)의 코너形에 있어서는 그의 頂角까지 또 그림(c)의 그리드形에 있어서는, 세로 方向反射素子間的 間隔까지도 變化하여 왔지만 그 어느 경우에도 15dB以上の F/B 比를 일지 못하였었다.

2.2. Log-periodic folded dipole素子 안테나

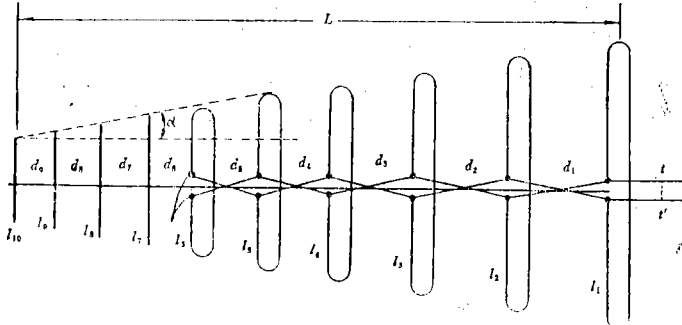


그림 3: 試作안테나

Fig. 3. The developed antenna.

數個의 交叉給電된 folded dipole素子の 前方에 director를 設置한 안테나의 side lobe level이 20dB 以上이나 된다는것²⁾과 채널 7番부터 채널11番에 이르는 비교적 넓은 周波數帶域에서 F/B比를 包含한 side lobe level의 改善을 해야한다는 點에 비추어 그 電氣的 特性이 周波數의 對數에 따라 周期的으로 變化하는 對數周期(log-periodic; LP)型안테나의 設計法을 採擇하였다. 本研究에서 適用한 LP안테나의 設計順序는 먼저 그림 3의 L의 크기를 0.5 λ_{max}이상³⁾의 크기로 定하고 τ(對數周期比 그림 3에서 l_{n+1}/l_n)의 값으로는 0.87~0.94 범위내의 적당한 값을 취하였다⁵⁾.

다음에

$$n = 1 + \frac{l_n B_s}{l_n I / \tau} \quad (1)$$

에서 n(회망하는 素子數)을 10으로했을 때의 B_s의 값을 계산하였다. 단 B_s는

$$B_s = B B_{or} \quad (2)$$

이며 B는 실제로 所要되는 周波數帶域이고 B_{or}는 所要周波數帶域을 보장하기 위하여 必要한 係數로서

$$B_{or} = 1.1 + 7.7(1 - \epsilon) \cdot 4\sigma \quad (3)$$

의 내용을 갖는다⁴⁾.

한편 σ 즉 相對間隔(그림 3에서 $\frac{d_n}{2l_n}$)의 계산은

$$\frac{\sigma}{1 - \tau} = \frac{LB_s}{\lambda_{max}(B_s - 1)} \quad (4)$$

에 따랐고 頂角의 절반에 해당하는 α(그림 3 참조)는

$$\cot \alpha = \frac{4\sigma}{1 - \tau} \quad (5)$$

式에 의해서 구하였다.

이어서 l₁~l₁₀과 d₁~d₉를 算出하였으 며 구조를 좀 간단하게 하기 위하여 l₁~l₆에만 給電하고 l₇~l₁₀은 導波器로 만 들었다.

3. Folded dipole素子 交叉給電形 안테나의 製作 實驗

前項의 設計法에 따라 CH7~CH11을 카버하는 160~200MHz用 LP 안테나를 製作하고 가장 最上의 放射電界패턴을

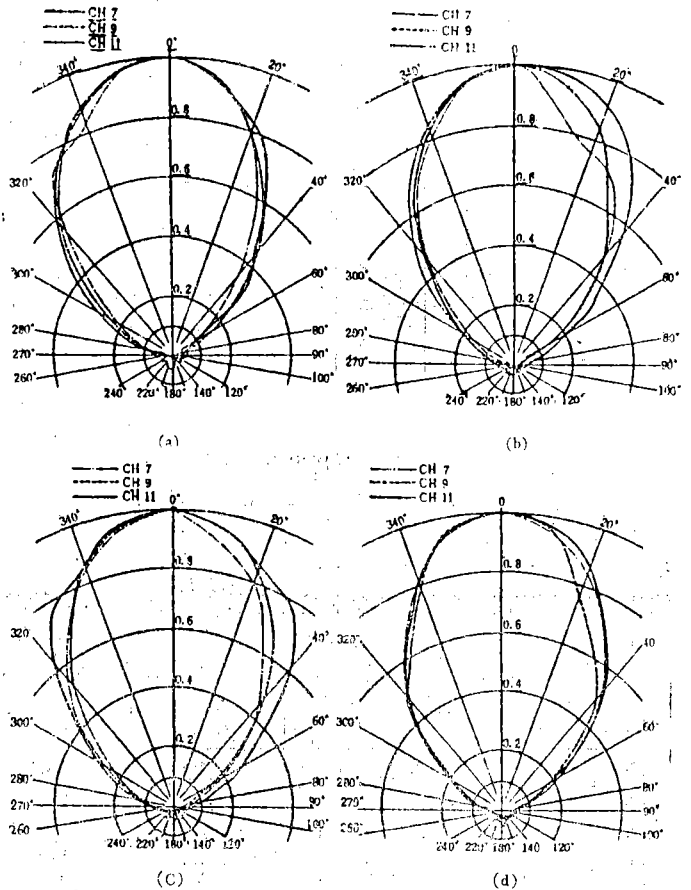


그림 4: 시작안테나의 E면 방사전계패턴 (a) 제 1안테나 (b) 제 2안테나 (c) 제 3안테나 (d) 제 4안테나

Fig. 4. The E-Plane radiation pattern of developed antennas. (a) No.1 antenna (b) No.2 antenna (c) No.3 antenna (d) No.4 antenna

주는 길이 (그림 3의 i, i')에서 임피던스 整合線을 點線처럼 短絡하고 꼬리를 잘라버렸다 (사진 1). 이와 同一한 안테나를 4개 만들어서 그 放射電界 패턴들을 測定한 결과는 그림 4와 같았다.

그림 4의 제 1~ 제 4 안테나의 指向性에서 대체로 이들 指向性이 같고 또 채널 9에 대한 指向性이 가장 良好함을 알 수 있다.

그림 4에서 채널 9에 대한 제 1, 제 2, 제 3 및 제 4 안테나의 最少 F/B比는 각각 34.1dB(240°方向)~ 32.9dB (140°方向), 31.9dB(230°方向) 및 39.1dB(240°方向)이며 平均 F/B比의 最小値는 35.6dB(240°方向)로 나타났다. 한편 채널 7과 채널 11에 대한 最少 F/B比는 각각 27.4dB 및 28dB로서 약간씩 작아지고 있다. 따라서 이 안테나는 2절에서 檢討된 바와 같이 채널 9局에 대한 雜音電波의 영향을 滿足할만큼 減少하는 것으로 생각될뿐 아니라 채널 7, 11局에 대해서도 매우 낮은 side lobe level의 單一方向性안테나가 됨을 알 수 있다.

그림 4와 같은 패턴의 試作안테나(사진 1 參照)를

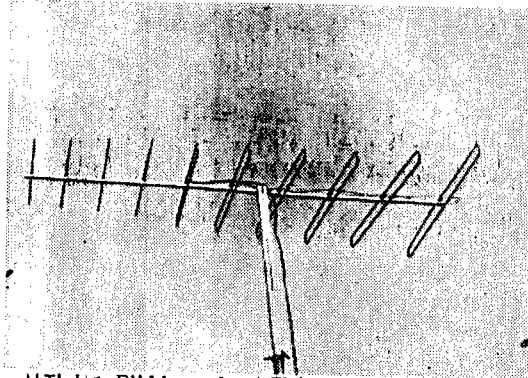


사진 1. 10Flidd epedo 素子交叉 給電 LP안테나
Photo. 1. Cross fed LP antenna with folded dipole elements.



(a) 試作 안테나

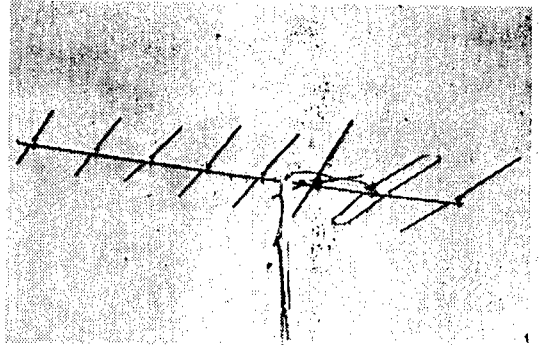


사진 2. 市販 conical 8素子안테나
Photo. 2. The commercial 8-elements conical antenna.

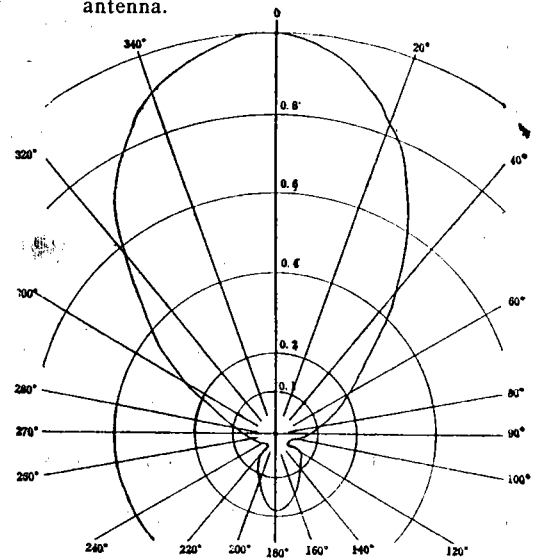
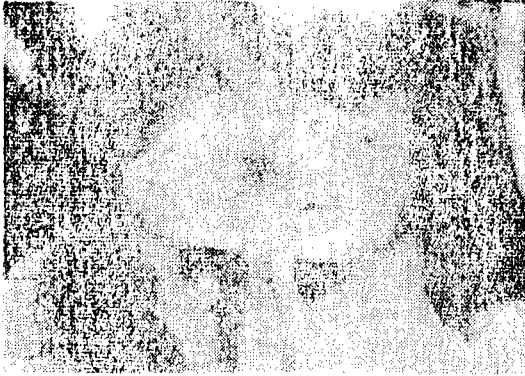


그림 5. 市販 conical 8素子안테나의 E면 방사전계 패턴
Fig. 5. The E-plane radiation pattern of a commercial 8-elements conical antenna.



(b) 市販 conical 8素子 안테나

사진 3. 금촌에서의 CH-9수상화면
Photo. 3. Pictures of CH-9 at Kum-Cheon.



(a) 試作안테나



(b) Conical 8소자 안테나

사진 4. 문산에서의 CH-9 수상화면

Photo. 4. Pictures of CH 9 at Moon-san.



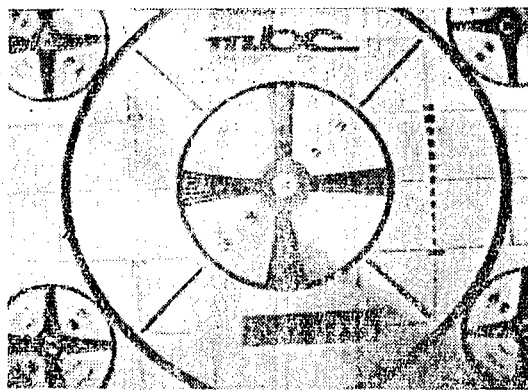
(a) 試作안테나



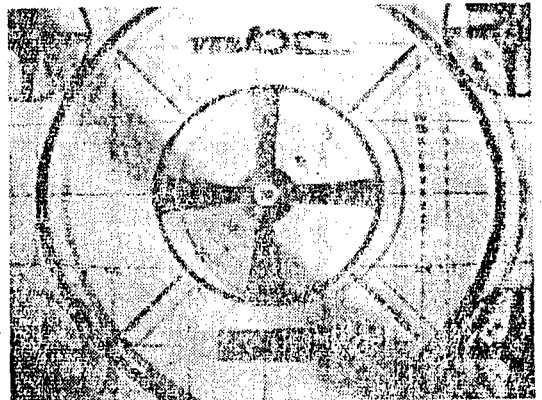
(b) Conical 8소자 안테나

사진 5. 법원리에서의 CH-8수상화면

Photo. 5. Pictures of CH-8 at Bub-won-ri.



(a) 試作안테나



(b) Conical 8소자 안테나

사진 6.弘恩洞에서의 CH-11 수상화면

Photo.6. Pictures of CH-11 at Hong-eun-dong.

金村, 汶山, 法院里, 碧蹄現地에 設置하고 視聽한 結果와 그림 5와 같은 패턴의 市販 conical 8~10素子안테나(사진 2)로 視聽한 結果와를 비교해보면 사진 3~

6과 같다.

사진 3 (b)에서 市販 Conical 8素子안테나의 경우는 雜音電波의 영향을 많이 받기 때문에 가로 방향의 雜

무늬가 크게 벌리고 映像이 흐린데 대하여 시작안테나 쪽은 사진 3 (a)에서 보는 바와 같이 비교적 선명해 보인다.

또 사진 6에서는 前後方比가 15dB 以下인 市販안테나(그림 5)로 視聽할때 나타난 고우스트 [사진 6 (b)]가 30dB의 前後方比(그림 4)를 갖인 시작안테나로 시청할 때에는 사진 6 (a)]와 같이 깨끗히 除去 됨을 볼 수 있다.

4. 上, 下 2段 stack 안테나

Folded dipole 交叉給電形 LP 안테나 1個를 사용한

前節의 視聽實驗으로도 상당한 成果를 得었으나 長坡里와 法院里等에서는 채널 9局의 信號가 弱해서 映像이 不可能하였으므로 利得을 좀 더 높이기 위하여 그림 3의 LP 안테나 2個를 그림 6과 같이 上, 下로 stack한 2段안테나나를 만들었다.

그림에서 두 안테나의 給電端으로부터 結合部分 C까지의 同軸케이블의 長이는 各안테나의 給電입피던스가 그대로 나타나게 하기 위하여 그 電氣長이 各々 187.25 MHz(CH9의 映像搬送波周波數)에 대한 半波長길이 즉 80.1cm가 되게 하였으며 鉛直面內에서의 두 안테나의 軸사이의 角 2α 는 그림 3에서의 角 α 의 2倍로 하였다. 이 2段 stack 안테나의 E面電界패턴은 그림 7과

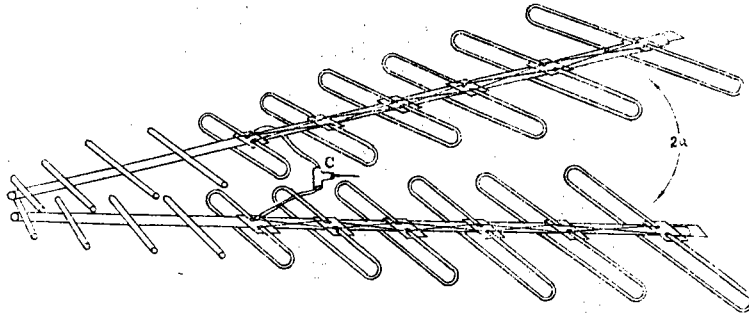


그림 6. 2段 stack LP 交叉給電안테나
Fig. 6. 2 stage stacked LP cross fed antenna.

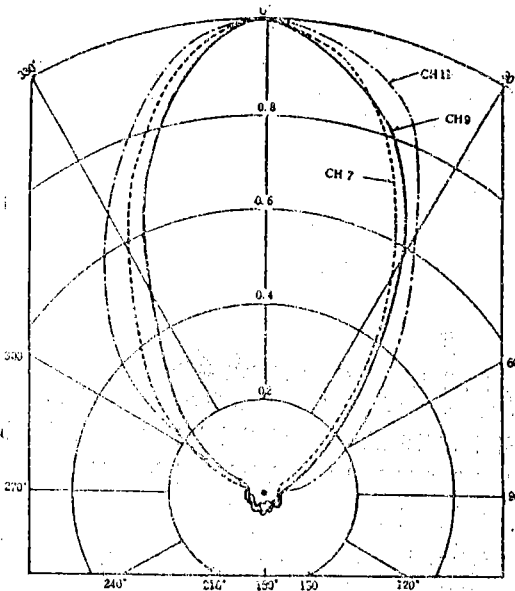


그림 7. 2단 stack 안테나의 E면전패턴
Fig. 7. The E-plane radiation pattern of the 2 stage stacked antenna.

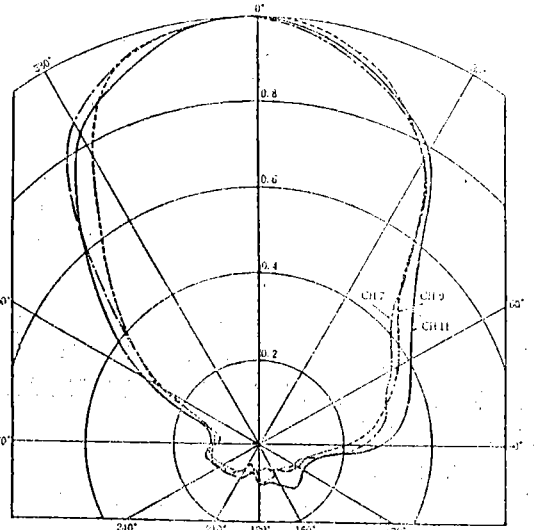


그림 8. 2단 stack 안테나의 H면전패턴
Fig. 8. The H-plane radiation pattern of 2 stage stacked antenna.

같았으며 제 7, 9, 및 11채널에 대한 最低F/B비가 각각 27.5dB(130°方向), 31.6dB(140°方向), 및 30.0dB(180°方向)로 나타났고 長坡里에서 開城方向 즉 110°方向과 江華에서 開城方向 즉 250°方向에 대한 side lobe level비는 표 3과 같이 대체로 1個안테나의 경우와 같았다.

표 3. Side lobe level, dB

방향 \ 채널	7	8	11
110°	-32.0	-34.7	-30.2
250°	-30.7	-36.2	-30.4

또 이 안테나의 H面패턴은 그림 8과 같았고 利得은

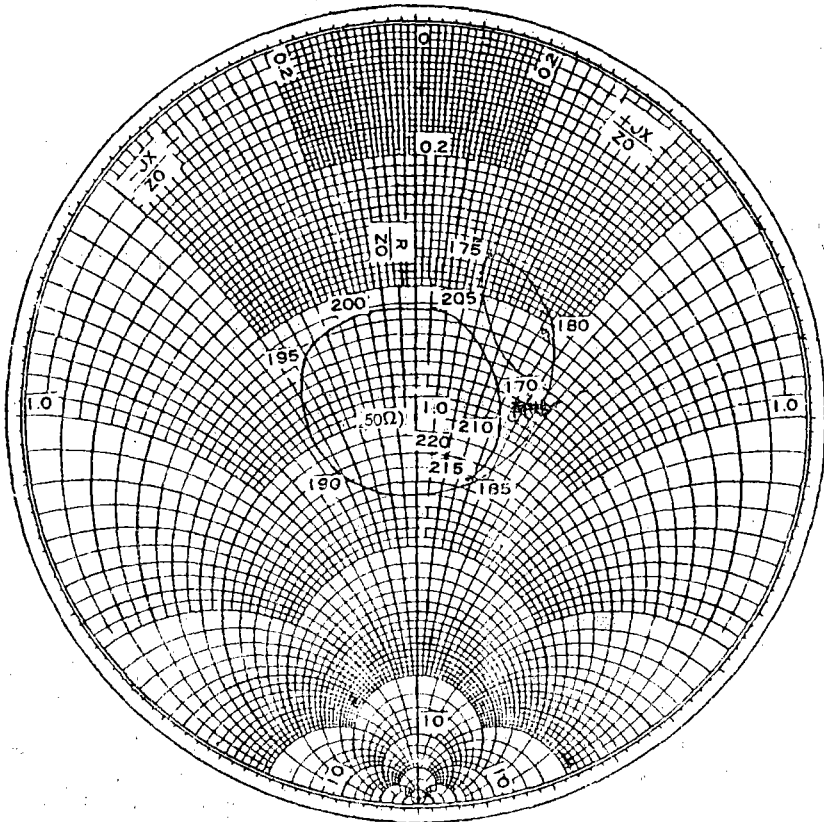


그림 9. 170~205MHz에 대한 2단 LP교차급전 안테나의 정규화 입력임피던스 특성.
Fig. 9. The normalized input impedance of 2 stage cross fed LP antenna for 170~205MHz.

표 4와 같았으며, 채널 9에 대한 利得값은 期待한 값 이상으로 나타났다.

표 4. 2段 stack 안테나의 利得

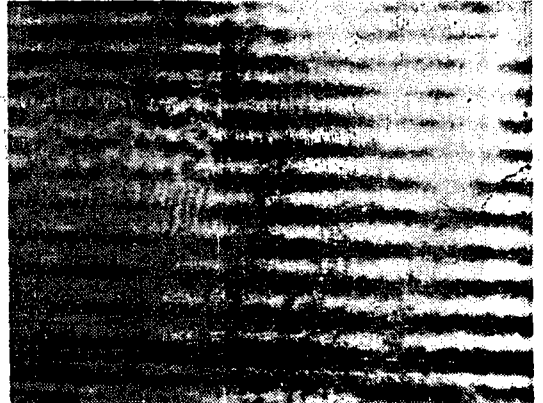
利得 \ 채널	7	9	11
相對利得 dB	10.6	13.4	10.0
絕對利得 dB	12.75	15.55	12.15

이 안테나의 임피던스特性은 그림 9와 같이 측정되었으며 187.25MHz에 대해서 75Ω의 抵抗이 되고 있다 따라서 2段 stack 안테나의 설치 架設에 있어서는 두 안테나의 結合部分(그림 6의 c)에서 임피던스 變成비가 1:4인 matching core 變成器를 거쳐서 TV受像機 피더線에 연결할 必要가 있다.

이 안테나(그림 6)에 의한 現地에서의 視聽結果中 1部를 소개하면 寫眞 7~9와 같다. 사진의 설명에서 LP 2段 3角形이라 함은 LP안테나 2個를 2α傾斜시킨 안테나를 말하고 LP 2段 平行이라함은 두 안테나의 間隔을 半波長떨어트리고 平行하게 즉 α=0°가 되게 stack한 것을 뜻한다. 사진에서도 LP 2段 3角形

쪽이 市販 8素子 conical 안테나 및 2段水平안테나에 比하여 良好한 것으로 나타나 있지만 視聽時 직접 느끼는 畫質의 差異는 사진상의 差보다 더 顯著하였다.

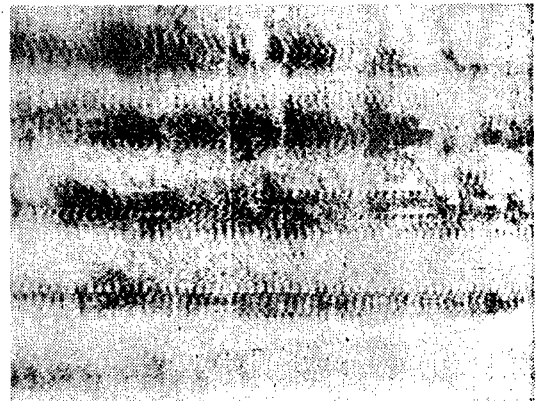
이밖에 다른 受像안테나로는 過去에 조금도 受像할 수 없었던 積城에서도 어느정도 受像이 可能하였으며 서울市內難視聽地域(黑石洞一部地域, 平倉洞, 文化洞 弘恩洞, 弘濟洞等)에서의 比較結果에 있어서도 地形에



<L-P>

<Conical>

사진 7. 법원리 CH-9 수상화면
Photo. 7. Pictures of CH-9 at Bob-won-ri



<L-P>

<Conical>

사진 8. 법원리 CH-8 수상화면
Photo. 8. Pictures of CH-8 at Bob-won-ri



<2 단 삼각 L-P>

<Conical>

(a) 2 단삼각 LP와 conical의 비교



<2 단 삼각 L-P>



<2 단 수평 L-P>

(b) 2 단 수평 LP와 2 단 수평 LP의 비교

사진 9. 비밀리 CH-7 수상화면

Photo. 9. Pictures of CH-7 at Bob-won-ri

마라 顯著한 差異를 보일만큼 그 性能이 良好함을 確認할 수 있었다.

끝으로 視聽實驗에서 市販 8素子 conical 안테나를 사용한 것은 市販 10素子 안테나의 指向性보다 良好하였기 때문이다.

5. 結 論

일반적으로 Yagi 안테나 또는 그의 變形된 안테나에서 얻을 수 있는 F/B比 高작해야 數dB에서 10餘dB에 不過하였으나 F/B比가 30dB 以上이고 그 構造가 그다지 複雜하지 않아서 價格面에서도 널리 쓰일 수 있는 低廉한 TV 受信안테나를 만든다는 것은 매우 어려운 것으로 생각되었었다.

本研究에서 實驗적으로 開發한 안테나는 채널 9에 대한 고 F/B比가 처음에 目標로 하였던 30dB에 達하고 또 그 side lobe level이 -30dB 以下가 되고 있어 雜音電波가 問題가 되고 있는 地域에서 雜音電波의 影響을 相當히 減少하고 있음이 立證되었었다.

이 안테나는 또한 채널 7, 8, 11等에 대해서도 그 side lobe level이 매우 낮은 單一指向性을 나타내어 利得이 비교적 높다. 따라서 이 안테나는 채널 7~11全體에 걸쳐서 안테나의 後方에서 오는 雜音電波나 反射波의 影響을 덜 받는 反雜音電波性, 反고우스트性, 高利得안테나가 된다는 것을 알 수 있었다. 한편 이 안테나는 그 構造가 過히 複雜하지 않아서 1段의 경우는 그 生産價格이 現在市販되고 있는 8~10素子 안테나의 2倍以下가 될 것으로 믿어진다.

2段 stack의 경우의 價格은 1段의 倍가 되겠으나

표 4와 같은 利得을 갖게 되므로 可視聽地域을 擴大하고 難視聽범위를 縮少하는데 상당한 寄與를 할 것으로 믿어진다.

이 안테나의 理論的解析은 電子計算機로서 相當한 計算을 要할 것으로 展望되며, 이것은 本意아니게 앞으로의 課題로 남게 되었다.

本研究은 著者들에 依하여서 共同研究되었으며 이研究의 結果는 逕信部에서 當局에 特許出願되고 있다.

本研究에 많은 協조를 해주신 碧蹄, 汶山, 金村, 法院里, 長坡里 및 積城의 住民여러분께 感謝드리고 木研究에 여러 測定施設등을 使用케 해주신 고려대학교와 現地 難視聽地點에서의 視聽實驗을 도와주신 韓國放送公社에 대해서 深甚한 感謝를 드립니다. 또한 LP 안테나 設計에 對해서 檢討를 하여준 全北大學校工科大學 李斗秀 教授에게 感謝한다.

參 考 文 獻

1. 小西良弘：“고우스트 防止안테나” NHK技研月報, 1973年 pp.438~444
2. Jasik; Antenna Engineering Hand Book, Mc Graw-Hill, 1961 pp.24~22.
3. R. Carr el; “An Analysis of the Log-periodic Dipole Antenna” 10th Annual Symposium on the USAF Ant. Research & Develop. & Program, Oct. 1960.
4. Weeks; Antenna Engineering, McGraw-Hill, 1968, pp.285.
5. 朴堉基·李斗秀, 全帶域TV電波受信안테나의 開發研究, 大韓電子工學會誌第11卷 5號, pp.11