

# 單一給電 指向性空中線의 試驗設置

研究室長 李 建 鎬  
施設局專門委員 權 重 穆

韓國放送公社

## 序 論

1975年 9月 마레이지아의 쿠아라룸프市에서 열린 ABU(亞細亞 放送聯合會)에서 同一地域內의 中波放送局間 混信을 排除하기 위한 한 方法으로 提議된바 있는, 單一給電 指向性 空中線(Down Lead Antenna)에 關해서는, 이미 放送工學데이터 북 속에 紹介된 바도 있어 外國에서는 벌써 많이 利用하고 있는 實用的인 指向性 空中線의 하나이다. 近間 全國의 라디오難聽解消을 위해 많은 送·中繼所의 新設 또는 出力增強 等 施設擴張事業을 계속하고 있는 KBS로서는 더욱 그 必要性이 切實하여 우리나라에도 이와 같은 指向性 空中線을 우리 技術陣의 힘으로 導入適用기로 決定하고, 昨年 7月부터 9月까지 研究專擔팀을 構成하여 金浦中繼所에 試驗設置 하였던 바 좀 未洽한 點도 있으나 所期의 成果는 거두었고 이것을 다른 送·中繼所에도 普及하여 많이 利用하게 되었다.

本稿에서는 이 單一給電 指向性空中線을 試驗設置한 結果를 整理하여, 그 必要性, 基本動作, 設置作業의 概要, 調整 및 測定值등을 간추려 平易하게 報告함으로써 同好 技術人의 參考에

資하고자 한다.

## 1. 單一給電 指向性空中線의 必要性

오늘날 第3地域 및 第1地域에 있는 100餘 國家에서 要求하고 있는 中波放送 周波數의 數는 9,100餘個에 이르고 있다. 現在까지 525kHz부터 1,605kHz로 限定된 放送周波數 帶로는 10 kHz 스페이싱을 基準하여 모두 108個의 中波 放送周波數를 使用해 왔었는데 앞으로 이것을 9 kHz 스페이싱으로 120個의 中波 放送 周波數 채널로 느린다고 해도 使用周波數의 飽和狀態가 解決될 수 없을 것이다.

특히 우리 나라는 山嶽地帶가 많고 現在 95個의 國·民營放送채널과 10餘個의 軍放送채널이 있는 데 더하여 날로 甚해지고 있는 北傀電波의 侵透와 對應하기 위해 中波 送·中繼所의 出力增強과 新設이 不可避한 事情에 있으니 混信은 더욱 問題가 되고 있다. 이미 外國에서는

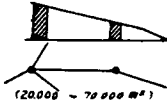
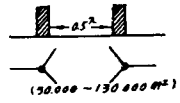
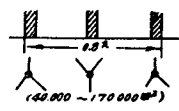
- 1) 同一周波數 同期方式(Frequency Synchronized Network)
- 2) 送信所의 周波數別 그리드(Grid)型配置
- 3) 指向性 空中線(Directional Transmitting Antenna)의 設置

單一給電 指向性空中線의 試驗設置

4) 送信出力의 晝夜間 變更 등의 方法을 써서 同一周波數사이, 또는 隣接周波數사이의 混信과 干涉을 避하고 있다. 이와

같은 경우에 쓰이는 中波 指向性空中線의 類型을 보면 다음 表1과 같은 것이 使用되고 있다.

表 1. 中波指向性 空中線의 類型(75年 ABU報告)

塔柱의 數	給電方式	指 向 性		建 設 費	型 態 (地面所要)
		패 턴	最大勢力抑制		
2	單一給電 (다운리드)	基軸에 대해 對稱된 圓型 패 턴	8db	大出力送信機 \$ 450,000	
				中出力送信機 \$ 230,000	
2	二重給電	"	20db	大出力 " \$ 1,300,000	
				中出力 " \$ 750,000	
3 또는 그以上	全給電	任意의 方向 으로 指向된 패 턴	20db	大出力送信機 \$ 1,700,000  中出力 " \$ 800,000	

中波의 指向性 空中線은 大體로 3 가지 類型으로 나눌수, 있는데 모두가 願하는 方向으로 出力을 增強시키는 同時에 願치 않는 方向으로 是電波의 퍼짐을 抑制하는 效果를 가지고 있다. 두개의 塔 또는 柱를 使用한 空中線에서는 基軸에 대해 對稱된 패 턴을 얻되 그 指向性은 180°로 正反對되는 方向으로 밖에 얻을 수가 없으나 三個 또는 그 以上の 塔이나 柱를 使用한 空中線에서는 空中線을 놓는 位置와 給電方法에 따라서 任意의 方向으로 指向性을 가지게 할 수가 있다.

그러나 表 1에서 보는 바와 같이 全給電方式이나 二重給電方式은 最大로 20db까지의 抑制 效果를 가지게 할수 있는 長點이 있는 反面에 莫大한 施設費와 地上面積을 크게 차지하게 되는 短點이 있다. 그래서 電波抑制能力은 最大 8

에 不過한 問題點이 있으며, 施設費가 廉價이고 收容土地의 面積도 좁아도 되며, 또한 손쉽게 架設할 수 있는 單一給電 指向性 空中線을 一次的으로 考慮하게 된다. 이와 같은 單一給電式 空中線을 必要로 하는 場所는 東南海岸이나 對北 接境地帶에 있는 送信所로서 主된 放送서비스區域으로 電波를 湧아주거나, 어느 方向으로는 電波輻射를 避해야 하는 場所, 또는 使用周波數가 同一하거나, 隣接된 周波數인데, 送信所사이의 距離가 가까워 混信이 念慮되는 場所에는, 이와같은 空中線을 使用해야 할 重要性이 있는 것이다

2. 單一給電 指向性空中線의 基本動作

普通 높은 周波數의 送·受信에 使用되는 야

기(Yagi)型 空中線도 말하자면 單一給電 指向性 空中線이라 할 수 있으며, 그 動作도 中波用 單一給電指向性空中線의 動作과 類似하다.

二素子 야기型 空中線과 單一給電 指向性空中線과를 比較하면 그림 1 (1), (2)와 같다.

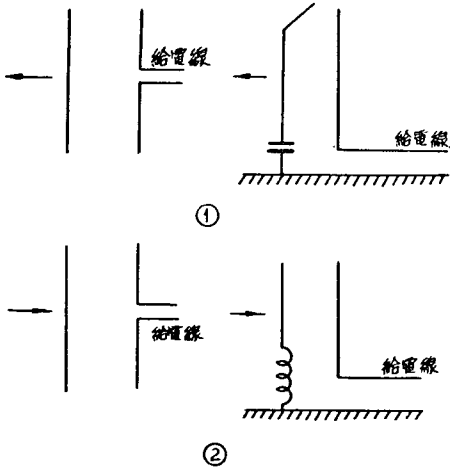


그림 1. 야기型和 單一給電 指向性 空中線의 比較

그림 1. ①에서는 單一給電 指向性空中線의 副空中線에 容量性素子를 插入하여 그 實効길이를 短縮시켰고, ②에서는 副空中線에 誘導性 素子를 插入하여 實効길이를 延長시키는 效果를 나타내게 하였다.

이와같이 함으로서 야기 空中線때와 같이 二素子中 짧은쪽은 指向素子로서 긴 쪽은 反射素子로서 動作하게 되는것이다. 여기서 容量性과 誘導性素子를 可變할 수 있게 하면 全體 리액턴스值의 變化에 따라 여러가지 패턴을 얻을 수 가 있다. 그림 2는 그 素子空中線의 水平指向性의 特性을 表示한 그림이다. 패턴은  $\tau = \tan^{-1} \frac{X'_{22}}{R_{22}}$ 와 主空中線과 副空中線사이의 距離  $d$ 와 波長 $\lambda$ 에 의해 定해진다. 여기서  $R_{22}$ 는 副空中線의 自己 임피이던스,  $X'_{22}$ 는 副空中線의 自己 리액턴스值이다. 또한  $\tau$ 值의 角度는  $\tau=0$ 을 中心으로 角度가 正 또는 負로 커짐에 따라 指向性을 가지다가  $\tau = \pm 15^\circ$  때 兩方向으로의 勢力抑

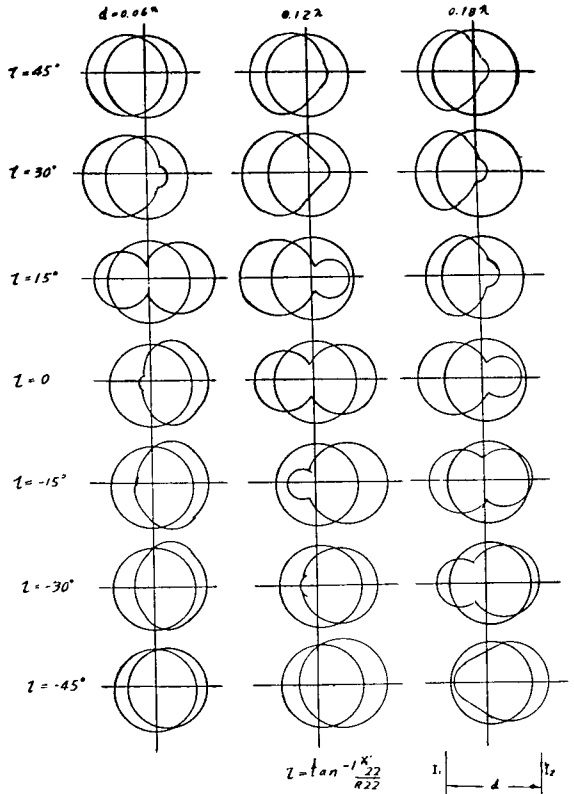


그림 2. 二素子單一給電式空中線의 水平指向特性

제가 커져 指向性을 가지게 되며,  $30^\circ$  以上에서는 점차로 指向性을 잃게 된다. 또 主·副 空中線사이의 距離  $d$ 는  $0.12\lambda$ 에서 좋은 結果를 가져 올 수 있음을 알 수 있다.

### 3. 資料檢討 및 試驗設置

KBS에서는 國際會議에서 報告된 單一給電 指向性 空中線의 勸告資料를 基點으로하여, 가까운 日本의 使用例에서 資料를 補充한 結果, 問題의 給電位相角에 따른 詳細한 諸元과 패턴의 變化에 關한 理論的 說明資料는 얻을 수 없었으나 單一給電式의 支線空中線을 架設해서 所期의 最大指向性 利得을 얻을것이라는 自信을 얻었다.

그리하여 1976年 7月末頃 單一給電指向性空

中線의 試驗設置를 위한 研究팀을 構成하고, 이와같은 指向性 空中線이 必要한 여러 送信所中에서 몇 군데를 現地踏査하여 交通이 便利하고, 晝夜間의 放送運營에도 支障이 없는 金浦中繼所를 試驗設置 場所로 選定하였다.

이어서 76年 9月 10日부터 試驗設置 作業을 開始하여 9月 20日에 完了하였는데, 設置結果로 얻어지는 指向性패턴을 確認하기 위하여 試驗設置以前에 本空中線을 中心으로 360°方向을 12等分하여 1km, 1.5km距離의 24個所를 定하여 電界強度를 測定한 데이터表를 作成하였고 設置後 調整試驗이 끝난뒤에도 上記 24個所에서의 電界強度測定을 實施하였다.

單一給電 指向性空中線의 設置工事は 大略 다음과 같은 內容의것을 施工하였다.

- 가. 副空中線用 支線앵커基礎콘크리트工事
- 나. 라디얼 어스線 埋設工事
- 다. 支線 및 副空中線 架設工事
- 라. 副空中線 同調函製作 및 設置

副空中線의 架設狀態는 그림 3과 같으며 그 概要는 다음과 같다.

- 가. 送信機出力 : 10kW
- 나. 周波數 : 1,010kHz
- 다. 主空中線높이 : 102m
- 라. 副空中線높이 : 60.8m
- 마. 主, 副空中線사이의距離 : 28m (≒0.0993λ)

#### 4. 調整 및 測定

가. 主空中線 基部 임피던스의 測定

副空中線을 設置하기 以前에 主空中線의 임피던스를 測定하여 다음 測定值를 얻었다.

基部 임피던스 :  $370 + j370\Omega$

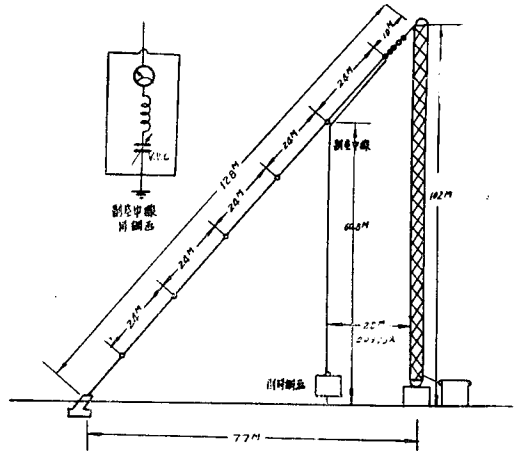


그림 3. 副空中線架設圖

출力 : 10kW  
 周波數 : 1,010kHz  
 主空中線 : 102m  
 副 " : 60.8m

피더 (RG-17) 임피던스 : 50Ω

나. 副空中線 設置後의 임피던스測定

副空中線을 위한 라디얼 어스線을 埋設한 副空中線을 完全히 그림 3과 같이 架設하고나서 主空中線을 開放시키고, 副空中線만의 自己 임피던스를 測定한 結果는  $Z_{22} = 215 + j565\Omega$ 이었다.

다음에 副空中線을 開放시키고, 主空中線의 基部 임피던스를 測定한 結果는  $Z_{11} = 370 + j292\Omega$ 이었다.

다. 副空中線의 位相角 調整과 調整後의 主空中線 임피던스測定

當初에 計劃한 280°方向으로 最良의 指向性을 얻기 위해서  $\tau = -15^\circ$ 를 選擇했으므로

$$\tau = \tan^{-1} \frac{X'_{22}}{R_{22}}$$

-15° =  $\tan^{-1} -0.27$  이 된다.

$R_{22}$ 가 215Ω일 때는  $X'_{22}$ 는  $-j58\Omega$ 이어야 한다  $-j58\Omega$ 로 調整하기 위한 V.V.C (Variable Vacuum Condenser)의 値는

$$-j58\Omega - j565\Omega = -j623\Omega \text{으로 } 250\text{pf를 얻}$$

었다.

副空中線의 同調回路를 構成했을 때 空中線 入力 이던스는

$$Z_{12}=180+j351\Omega \text{ 이었다.}$$

副空中線을 直接 接地시켰을 때 즉 誘導性인 狀態에서 主空中線의 入力 이던스를 測定한 結果는

$$Z_{12}=430+j310\Omega \text{ 이었다.}$$

即 副空中線이 反射體로 動作할 境遇에는 主空中線의 入力 이던스는 上昇한다는 것을 알 수 있었다.

라. 指向性 空中線으로 動作時 各部에 흐르는 電流值

$\tau = -15^\circ$ 로 調整을 完全히 끝내고나서 副空中線이 指向性 空中線으로 動作하고 있을 때 各部

에 흐르는 電流值를 測定한 結果는 다음과 같았다.

出力	電流值	送信出方	主空中線	副空中線
Low		8.1A	5.0A	2.6A
High		13.8A	8.5A	5.0A

### 5. 電界強度測定值와 指向性패턴

單一給電 指向性空中線을 設置하기 前과 設置한 뒤에, 測定한 1.5km地點에서의 電界強度 測定值는 表 2와 같으며, 電波의 퍼짐 패턴은 그림 4와 같다.

여기서 서비스區域에서의 效率을 計算하면 無指向時는

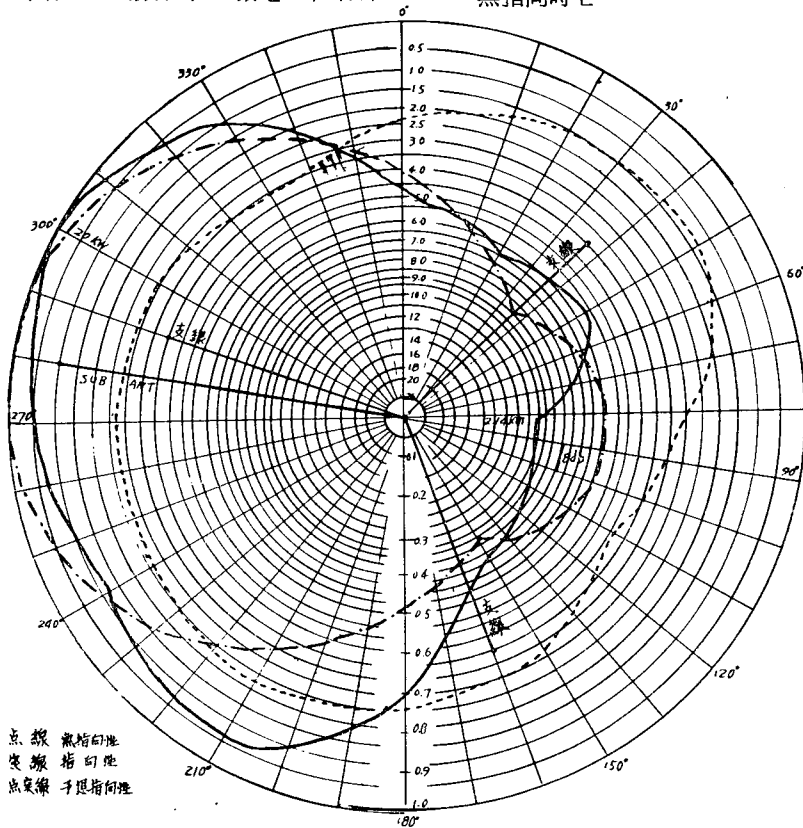


그림 4. 金浦中繼所單一給電空中線指向性電界分布圖

表 2. (但 1.5km 地點)

方位角	區 分	無指向性(mv)	指向性(mv)
0°		535	400
30°		583	340
60°		595	360
90°		488	225
120°		416	260
150°		481	280
180°		524	500
210°		536	650
240°		500	600
270°		500	650
300°		494	700
330°		536	550

$$\sqrt{\frac{535^2 + 583^2 + \dots + 536^2}{12}} = 517.6 \text{mv}$$

指向性時는

$$\sqrt{\frac{400^2 + 340^2 + \dots + 550^2}{12}} = 487.3 \text{mv}$$

따라서 그 效率은

$$\frac{487.3}{517.6} \approx 0.9415 \text{ 즉 } 94.15\% \text{이다.}$$

이 效率은 主·副空中線 사이의 距離를 調整하면 더 높일수가 있을 것이다. 또한 抑制된 指向性時의 電界와 無指向時의 電界와의 比를, 同一한 方向에서 推定한 結果는 指向性일때 약 8 db까지 抑制됨을 알수가 있었으므로 外國(특히 日本)에서 單一給電 指向性空中線을 使用한 實例의 境遇와 비슷한 結果라는 判斷을 얻었다.

### 結 論

以上으로 本 指向性 空中線의 試驗設置報告를 끝내고자 한다. 當初 計劃을 세우면서 豫測한 結果가 얻어질 것인가를 念慮했고, 또한 指向性의 方向과 距離의 選定에서, 또한 副空中線의 位相

角調整에서 몇번이고 反復하여 애를 먹은것도 事實이었으나, 多幸히도 所期의 成果를 얻게되었다. 다만 前述한 그림 2에 提示한 本 空中線의 指向性패턴의 變化圖에 대한 理論的인 說明이 不足해진點을 널리 諒解해 주시기 바란다.