

〈論 文〉

## 低雜音地域(3.5mV/m)의 AM 放送送信 안테나 효율에 관한 研究

### A Study on the efficiency of AM Broadcast Transmitting Antenna in accordance with a low noise Area

李 門 浩\*

Lee, Moon Ho

(접수일자 1980, 12. 10)

## 〈目 次〉

- |                          |                      |
|--------------------------|----------------------|
| I. 序 論                   | III. AM 放送 안테나의 比較效率 |
| II. 低雜音地域의 Service Area. | IV. 結 論              |

## 要 約

AM 放送은 周波數(525~1605KHz)에 따라 放送區域(Service area)에 현저한 差異를 가져온다. 都市雜音이 增加됨에 따라 放送區域(Service area)이 縮小가 되고 있다. 따라서 送信出力을 增強하지 않은 한, 低雜音地域(3.5mV/m)에서 送信안테나의 效率를 增加 시켜야 한다. 送信안테나 效率은 大地接地저항과 函數관계가 있다. 수직접지 안테나를 使用하고 있는 우리나라의 標準 AM 放送은 Radial ground System 을 쓰고 있다.

## Abstract

The Service area in AM Broadcast Changes according to its transmitting frequency. It is also reduced by increase of the citizen noise. As a result, the efficiency of transmitting Antenna should be higher in a low noise region as long as AM Broadcast does not build up its transmitting power. The efficiency of transmitting Antenna can also function as a low resistance connection to earth. Most Vertical Antenna used in the AM standard Broadcast band in the Korea have extensive radial ground systems beneath them which serve as image plane.

## I. 序 論

電波管理法 施行令 제 2 조 75항(電波管理局告示 제 425호 1978년 9월 8일)에 의하면 「放送區域」이라 함

은 電波管理局長이 따로 지정하는 雜音區域에 따라 標準放送을 行하는 放送局의 경우에는 電界强度가 高雜音區域에 있어서는 매 미터당 7.0 밀리볼트 이상(=7.0mV/m), 中雜音區域에 있어서는 5.0mV/m 이상, 低雜音區域에 있어서는 3.5mV/m 이상인 區域을 말한다고

\* 全北大·工大電子 工學科 專任講師, 正會員

되어있다. 中波放送은 雜音의 影響을 많이 받고 있어서 都市雜音이 增加됨에 따라 실질적인 Service Area가 縮小되는 結果가 된다. 우리나라는 그간 高度의 産業 發展으로 都市는 물론 農村地域에서도 雜音要素가 많이 增加되었다. 관계 國에서는 國際기관의 勸告와 國內실정을 감안하여 金年(1980年)부터 Service Area에 대한 小電界強度值를 上向調整(低雜音區域에서 1mV를 3.5mV로)하고 이에 따라 各放送局이 基準 Service Area를 縮小調整했다.

한편, 1975年 제네바에서 열린 ITU(International Telecommunication Union)會議에서 AM 放送 周波數 帶域의 效率의인 使用을 爲하여 放送周波數 間隔을 10 KHz에서 9KHz로 短것에 동의했고 우리나라는 1978年 11월 23일부터 새로 定된 周波數로 放送을 하고 있다. 적절히 定된 放送局 배열은 大의 Service Area(= 小의 聽地域)을 成하고, 小限의 混信 現狀을 일으키는 果일수록 功적이다. 特히 우리나라 같은 殊尙況하에서는 混信問題가 世界 어느곳 보다 重한 問題다. 大거리 千km 度의 地域에서 電離層 反射波 混信問題는 E층 外만 아니라 F층의 電離層의 反射를 고려해야 한다.<sup>1)</sup> 周波數 帶를 9KHz로 나눌 때 全體 使用 Channel 數는 增加한다. 反面 相異 Channel 間 混信 保護比는 30~40dB를 勸告하고 있다.<sup>2)</sup> Service Area 縮小調整에 따른 周波數 使用의 問題점과 相異 Channel 間 混信을 減小시키기 위한 한 方法으로 指向性 送信안테나 使用, 精密同一周波數 放送, 주간 및 야간에 相異한 送信出力의 使用들 中 送信안테나 效率에 關해 論述한다.

II. 低雜音地域의 Service Area

合理的인 電波管理의 側面에서 볼때 雜音의 增加를 理由로 放送區域을 縮小調整하는 問題, 同一地域의 放送局의 경우 周波數에 따라 放送區域에 差異가 生기는 問題 等은 기존 放送區域內의 受信者를 保護하고 均形 있는 放送發展을 爲해 속고할 問題다. 雜音指數가 增加됨에 따라 Service Area를 縮小시키는 것보다는 相應하는 出力增強을 허용하여 기존 Service Area를 그대로 유지시키는 것이 合理的으로 생각되며 同一地域의 放送局의 경우 周波數에 따라 生기는 Service Area 差異를 丘陵地帶에서 fig1이 보이고 있다.<sup>3)</sup> fig1에서 처럼 距離 28km인 地點이 550KHz의 電界強度는 [3.5mV/m]이고, .600KHz는 [0.32mV/m]이다. 出

力 10KW일 경우

$$E = E_0 \sqrt{P_e} \quad [mV/m] \dots\dots\dots ①$$

$$但 P_e = G_{\sigma a} \cdot D(\theta) \cdot P_t \quad [KW]$$

E : 受信點의 電界強度[mV/m]

E<sub>0</sub> : 送信機出力 P<sub>t</sub>가 1KW일때의 均일한 大地定數에 대한 電界強度

P<sub>t</sub> : 有效輻射電力    G<sub>σa</sub> : 空中線比較效率

D(θ) : 空中線指向係數

여기에서

$$3.5 \sqrt{10} = 11.06 \quad [mV/m]와$$

$$0.32 \sqrt{10} = 1.01 \quad [mV/m]$$

에서 10배정도의 電界強度의 差異를 가져오고 있다. 따라서 Service Area의 差異를 補正하는 方法으로 가장 높은 주파수의 放送局을 基準으로 낮은 주파수를 使用하는 放送局의 出力을 減小시키거나 또는 반대로 높은 周波數를 使用하는 局의 出力을 키워주는 方法이 있을 수 있으나 후자의 方法이 바람직하다.

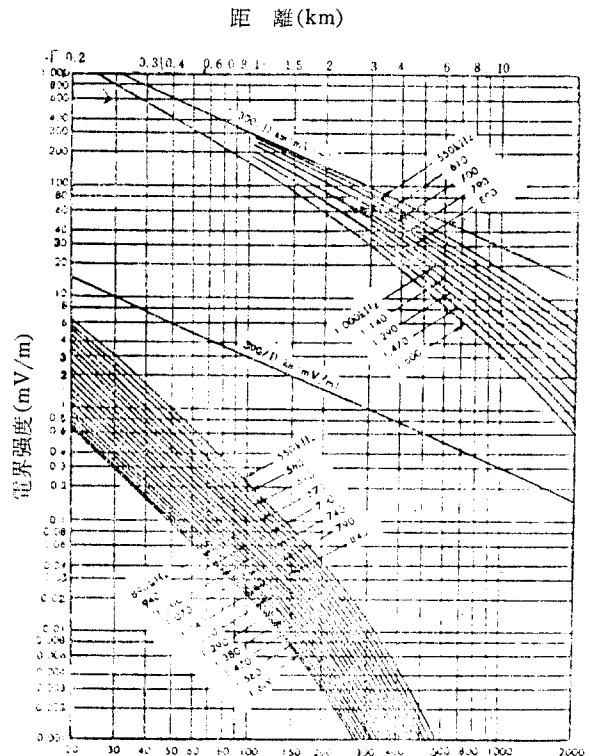


fig 1. Electricfield intensity  
 σ=2            ε<sub>r</sub>=15(Sand Soil)  
 P<sub>t</sub>=1KW        Gη<sub>a</sub>=100%

Ⅲ. AM 放送 안테나의 比較効率

임의의 接地안테나와 그 안테나의 位置(電力을  $P_a = I_0^2 R_0$  로 送信안테나를 excite 한 경우, 1km 지점의 電界強度를  $E_0$  라 한다)에 있어서 完全導體大地上에 設置된 使用 周波數의 波長에 비해 充分히 짧은 接地 안테나와 同一한 값이 안테나 電力을 供給한 경우(電界強度를  $E_d$ )에 있어서 當該 안테나의 位置에서 1km 떨어진 同一點에 주는 두 電界強度의 自乘의 比를 안테나의 比較効率( $G\eta_a$ , table 1)이다.<sup>4)</sup>

Table 1

| 空中線電力         | $G\eta_a$ | 空中線電力         | $G\eta_a$ |
|---------------|-----------|---------------|-----------|
| 50KW이상        | 130%      | 1KW이상 3KW미만   | 90%       |
| 10KW이상 50KW미만 | 120%      | 0.5KW이상 1KW미만 | 70%       |
| 3KW이상 10KW미만  | 100%      | 0.5KW미만       | 70%       |

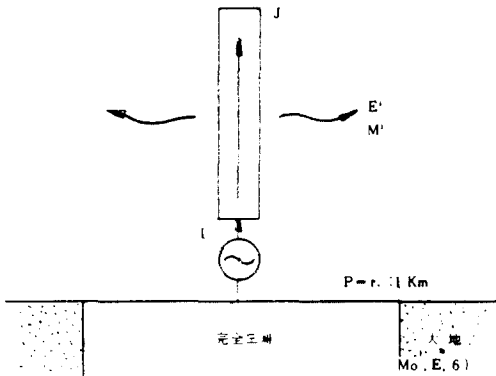


fig 2. Standant Antenna System

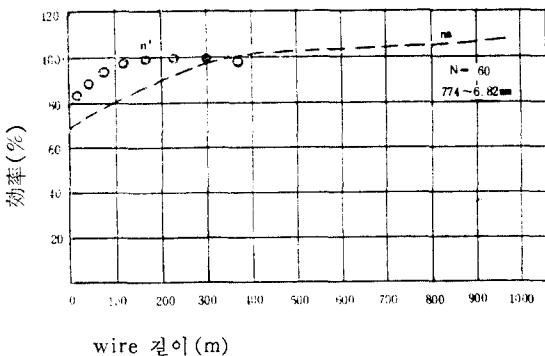


fig 3. length of the wires & Antenna's efficiency

$$G\eta_a = (E_1/E_d)^2 = G (E'_1/E_0)^2 \dots \dots \dots \textcircled{2}$$

여기에서 실제 大地경우 送信안테나에 電力  $P_a = I_0^2 (R_0 + R_d)$  를 供給하고 電界가  $E_0$  로 부터  $E'_1$  로 되었다면 ②식처럼 쓸 수 있다.  $E_0$  는 fig 2에서  $r_b = 1\text{km}$  以內를 完全導體라 할 경우 標準 안테나이라 정의하고,  $r_b$  地點이 電界強度  $E'$  를 ②식의  $E_0$  항에 대입하고  $\eta_a$  를 계산한다. fig 2의 電磁界  $E'$ ,  $H'$  를 等價定理를 적용하여 解析한다. 等價磁流  $M' = (E' \times a_z)$  는  $\rho \geq r_b$ ,  $z = 0$  인 面에 흐르고  $E' = E_0 + E'_m$ ,  $H' = H_0 + H'_m$  이다. 但  $E'_m$ ,  $H'_m$  는 M에 의한 電磁界이다.

磁流  $M'$ 와 M의 差  $\Delta M$  를 고려하면  $\Delta E$ ,  $\Delta H$  는  $\Delta E = E' - E$ ,  $\Delta H = H' - H$ ,

$$\text{여기서 } \Delta M = -E + a_z, (r_0 \leq \rho \leq r_b)$$

$$\Delta M = (E' - E) \times a_z, (r_b < \rho)$$

그런데 안테나의 形態로부터  $\Delta H$ , H 및  $H'$  의 벡터 磁束 (flux  $\phi$ ) 로 되어 各各  $\Delta H_\phi$ ,  $H_\phi$ ,  $H'_\phi$  라 놓으면

$$H'_\phi = \left( H \frac{\Delta H_\phi}{H_\phi} \right) H_\phi \dots \dots \dots \textcircled{3}$$

②식의 안테나比較効率  $G\eta_a$  는

$$G\eta_a = G\eta / \left( 1 + \frac{\Delta H_\phi}{H_\phi} \right)^2 \dots \dots \dots \textcircled{4}$$

利得  $G$  는<sup>5)</sup>

$$G = \frac{20}{R_0} \left\{ \frac{\sin Q - Q \cos Q}{1 - \cos Q} - 2 \{ (1 - \cos Q) - Q \sin Q \} \times \frac{C + jD}{E + jF} \right\}^2 \dots \dots \dots \textcircled{5}$$

$$\text{但 } Q = k_0 l, k_0 = \frac{2\pi}{\lambda}$$

$$\frac{\Delta H_\phi}{H_\phi} = \frac{j k_0}{60} \frac{\int_{r_0}^{r_b} \rho Z H_\phi^\infty J_1(k_0 \rho) d\rho}{\int_{l_0}^{k_0} I(y) dy} \dots \dots \dots \textcircled{6}$$

但 Z 는  $r_0 \leq \rho \leq r_a$  에서  $z_r$

$r_a < \rho \leq r_b$  에서  $z_g$  이다.

$J_1(k_0 \rho)$  는 1次 Beasel function

電流分布  $I(y)$  는 ⑤⑥으로

$$I(y) = \frac{\cos y - \cos Q}{1 - \cos Q} - \frac{C + jD}{D + jF} \left\{ \sin \{ (Q + |y|) + \sin |y| - \sin Q \} \right\} \dots \dots \dots \textcircled{7}$$

로 된다.

$$\text{안테나効率 } \eta = \frac{R_0}{R_0 + R_d} \dots \dots \dots \textcircled{8}$$

$R_0$  : 輻射抵抗

$k_d$  : Radial ground 抵抗<sup>6,7)</sup>

$$R_d = \frac{1}{2\pi N k} \left[ R_1(a) + \sum_{m=1}^{N-1} R_0 \left( \frac{2\pi m}{N} \right) \right] \dots \dots \dots \textcircled{9}$$

여기서

$$R_1(a) = I_n \left[ \frac{l}{a} \left( 1 + l + \left( \frac{a}{l} \right)^2 \right) - \frac{a}{l} - 1 + \left( \frac{2}{l} \right)^2 \right]$$

$$R_0 \left( \frac{2\pi m}{N} \right) = I_n \left[ \frac{1 + \frac{\pi m}{\sin N}}{\sin \frac{\pi m}{N}} \right]$$

N : Counterpoise 의 數(本), l : Counterpoise 길이  
 a : Counterpoise 의 한개의 직경, k : 導電率

fig 3은 774KHz, 出力 10KW,  $R_d = 1.2[\Omega]$

$k = 6.82[mV/m]$ ,  $\epsilon = 15$ ,  $C_0 = 2.9mm$ ,

N = 60本 l = 0.25λ 일때 電界強度를 나타내고 있는데 안테나높이(120m)를 減후하여 電界強度의 變化가 있다.

#### IV. 結 論

1. AM 放送은 使用周波數에 따라 Service Area 에

差異가 있다. 525KHz 와 1600KHz 와의 同一距離에서는 10배정도의 電界強度의 차이가 있다. 따라서 Service Area 를 축소 조정함에 있어서 높은 周波數帶의 放送局의 出力을 키워주는 것이 바람직하다.

2. 안테나 比較效率는 利得과 效率이 積에 비례하고 Service Area 를 決定하는 重要한 factor 이다. (특히 低雜音地域인 3.5mV/m 에서) 따라서 안테나利得은 안테나 形態에 의해서 얻게되지만, 안테나 效率은 Radial ground system 이나 大地의 導電率이나 誘電率에 의해 決定된다.<sup>8)</sup>  $\eta_a$  를 높이기 위해서는 利得이 가장 높은 안테나를 使用하고 大地導電率(10mV/m 이하)이 좋은 곳에 送信所를 置局함과 同時에 Radial ground 를 광범위하게 敷設한다.

#### 參 考 文 獻

1. Bowhill, S.A. VLF Ionospheric Radio propagation, Radio Science 1(newseries) 1356~1357 (1966)
2. ITU, Final Acts of the Regional Administrative LF/MF Broadcasting Conference(Regions 1 and 3). Geneva, 1975, Annex 2/9 19-41.
3. 閔炳璣·權洪才·林弼先, 放送技術 1975 pp.113.
4. 上中田勝明 外 2人, 中波送信空中線の能率に関する理論解析, テレビジョン학회지 1980. 1 pp.71.
5. Y.Y. HU: Back-scattering cross Section of a Center-loaded cylindrical antenna, IRE, Trans, AP-6, Jan (1958) 140-148.
6. Alan M. Christman: Lightning Perfomance of Vertical Antenna ground system, IEEE Trans, Vol. BC-25, No. 1 1979 pp.25
7. Lee, Moon Ho: A Study of AM Broadcasting Antennas Lightning and ground system, KICS, 1979, pp. 43-46.
8. Erling D. Sunde, Earth Conduction effects in transmission System; New York: Van Nostrand 1949, pp.70~73.
9. Palmer A, Greer: Radio Broadcast Ground Systems, Cleveland Smith electronics Oct, 11, 1972 pp.4