

배트·윙 안테나의 電流分布計算에 關한 研究

正會員 朴 檉 基* 準會員 鄭 宗 哲**

Study of Current Distribution on Batwing Antenna by Computer

Park, Choung Kee, *Member* Jung, Jong Chul, *Associate*

要 約

現在 世界各地에서 텔레비전 放送에 널리 使用되고 있는 슈퍼 터언 스타일형 배트·윙안테나系는 全方向性 및 廣帶域性等의 우수한 電氣의特性을 가지고 있으나 그 動作機構는 아직까지 확실치 않았었다. 本論文에서는 이와같은 배트·윙 안테나의 動作機構파악에 對한 실마리가 되는 各部分의 電流分布式을 誘導하고 실제 안테나에 대한 그 係數들을 電子計算機로 계산하였으며 이것을 귀히 발표된바있는 값과 比較하여 대체로 유사함을 확인하였다.

Abstract

The super turn style bat-wing antenna which are used wide over the world has omnidirectionality, wide band frequency characteristics and etc. Nevertheless its practical mechanism is unknown. In this paper, the current distribution equations of bat wing antenna which have close relations with the above mechanism are introduced and the coefficients are shown to be calculable by computer.

1. 序 論

슈퍼 터언 스타일 안테나系는 현재 世界各地에서 텔레비전 放送用에 가장 많이 使用되고 있으며 그림 1과 같은 박쥐 날개형 안테나素子로 구성되고 있다. 이 안테나系는 우수한 電氣의諸特性을 가지고 있는것이 알려져 있으나 그 動作기구는 이 안테나上的 各部分의 電流分布를 알아야만 알 수 있을 것이다. 이제 이 안테나 素子가 많은 圓筒形直線導體로 구성된다고 가정하고 그 各部分의 電流分布를 계산한다.

그림 1에서 지름이 r, s, t인 3 종류의 圓筒導體

로 구성되고 이것이 支持鐵柱에 서로 맞대서 固定되어 있으며 그림의 ①, ①' 點에 VHF 또는 UHF 電壓이 給電되어 勵振되고 있는 것이다. 그림의 l_0 의 部分은 실제로는 圓筒型이 아니고 소위 Spacer(隔離)部이며 이 안테나의 入力임피던스를 調整할때 중요한 機能을 나타낸다. 圖示된 支持鐵柱의 지름 D는 波用波長(λ)의 $\frac{1}{20}$ 정도의 비교적 가는 것에서 부터 $\frac{1}{5}$ 정도의 비교적 굵은 것까지 使用되고 있으나 여기서는 支持鐵柱의 影響은 考慮하지 않고 이것이 無限히 가늘고 또 零電位라 하고서 계산을 하고 있다.

즉 이와같은 경우 그림 1의 完全平衡型의 것은 그림 2,3과 같은 接地板이 붙은 것과 等價하다고 생각할 수 있다.

*** 高麗大學校 理工大學 電子工學科
Dept. of Electronic Eng., Sci. & Eng. College
of Korea University.

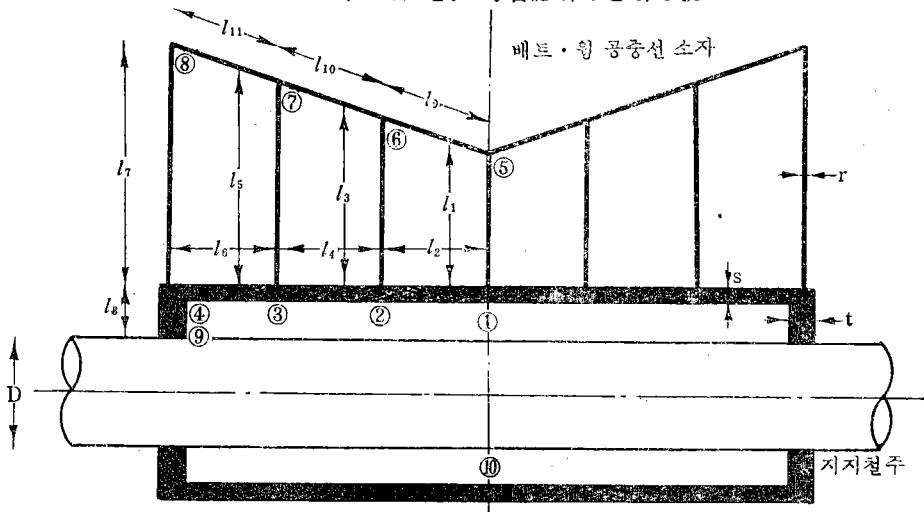


그림 1. 支持鐵柱에 固定된 배트·윙 안테나 素子
Fig 1. The bat-wing antenna attached to the iron tower

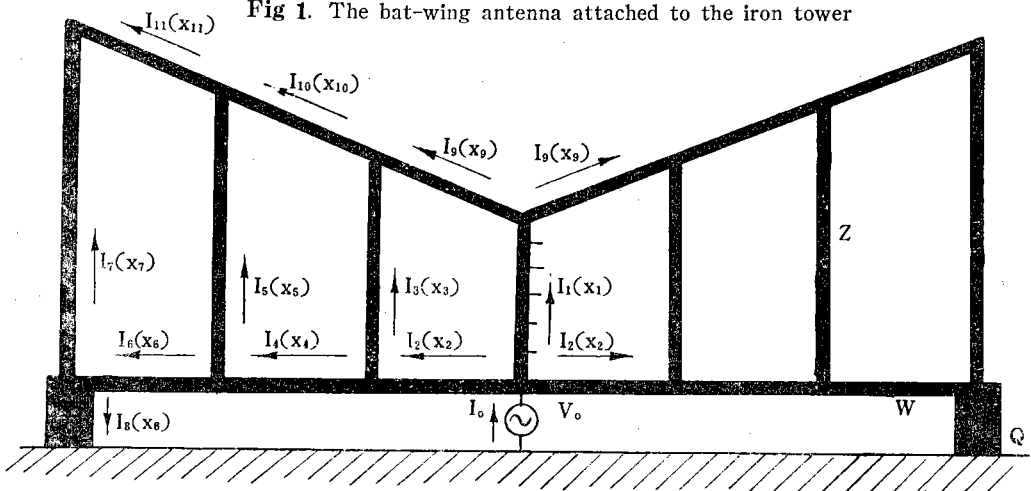


그림 2. 배트·윙 안테나 素子の 電流, 電壓
Fig 2. The current and voltage of a bat-wing antenna element.

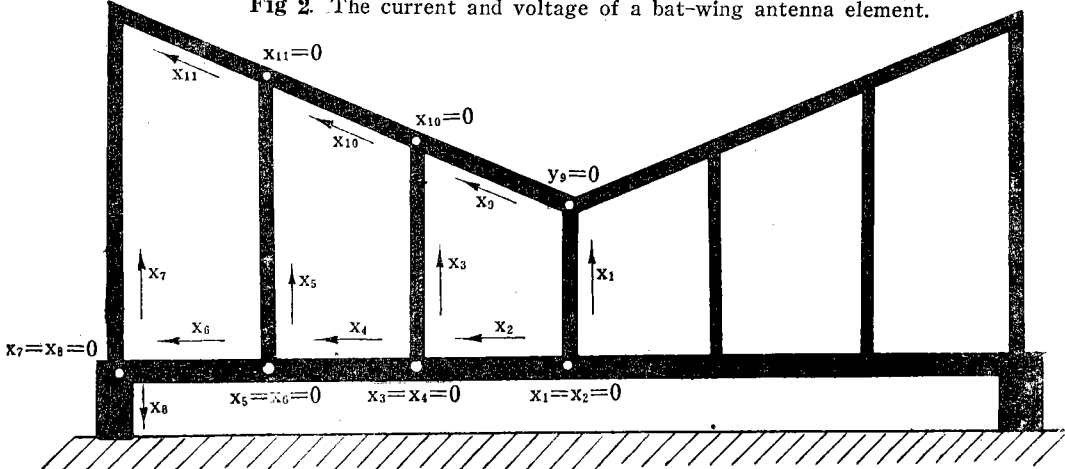


그림 3. 배트·윙 안테나 素子の 座標系
Fig 3. Coordinates of a bat-wing antenna element

2. 배트·윙 안테나 素子 各部分의 電流와 電位

그림 2에서 배트·윙 안테나 素子를 V_0 란 高周波電壓으로 勵振하였을때의 流入電流를 I_0 라하고 各 안테나素子部分의 導體에 흐르는 電流를 각각 그림과 같이 $I_1(x_1), I_2(x_2), \dots, I_{10}(x_{10}), I_{11}(x_{11})$ 로 定한다. $x_1, x_2, \dots, x_{10}, x_{11}$ 은 導體의 座標系이며 그들의 原點은 그림 3과 같이 취한다.

이들의 導體에 흐르는 電流를 正弦波分布라 생 각하여

$$I_1(x_1) = A_1 \cos \beta(l_1 - x_1) + B_1 \sin \beta(l_1 - x_1) \quad (1.1)$$

$$I_2(x_2) = A_2 \cos \beta(l_2 - x_2) + B_2 \sin \beta(l_2 - x_2) \quad (1.2)$$

$$I_3(x_3) = A_3 \cos \beta(l_3 - x_3) + B_3 \sin \beta(l_3 - x_3) \quad (1.3)$$

$$I_4(x_4) = A_4 \cos \beta(l_4 - x_4) + B_4 \sin \beta(l_4 - x_4) \quad (1.4)$$

$$I_5(x_5) = A_5 \cos \beta(l_5 - x_5) + B_5 \sin \beta(l_5 - x_5) \quad (1.5)$$

$$I_6(x_6) = A_6 \cos \beta(l_6 - x_6) + B_6 \sin \beta(l_6 - x_6) \quad (1.6)$$

$$I_7(x_7) = A_7 \cos \beta(l_7 - x_7) + B_7 \sin \beta(l_7 - x_7) \quad (1.7)$$

$$I_8(x_8) = A_8 \cos \beta(l_8 - x_8) + B_8 \sin \beta(l_8 - x_8) \quad (1.8)$$

$$I_9(x_9) = A_9 \cos \beta(l_9 - x_9) + B_9 \sin \beta(l_9 - x_9) \quad (1.9)$$

$$I_{10}(x_{10}) = A_{10} \cos \beta(l_{10} - x_{10}) + B_{10} \sin \beta(l_{10} - x_{10}) \quad (1.10)$$

$$I_{11}(x_{11}) = A_{11} \cos \beta(l_{11} - x_{11}) + B_{11} \sin \beta(l_{11} - x_{11}) \quad (1.11)$$

과 같이 나타내 본다.

단 윗식중에서 λ 는 波長이고 β 는 位相定數(즉 $\beta = 2\pi/\lambda$)이며 傳播定數 $\alpha = \alpha + j\beta$ 中の 減衰定數 α 는 零으로 취급되고 있다. 또 $A_1, \dots, A_{11}, B_1, \dots, B_{11}$ 은 未定係數이다.

다음에 導體에 따른 電位에 관해서 좀 생각해 본다. 일반적으로 靜電容量 C 인 導體의 電位 $V(x)$ 와 電流 $I(x)$ 사이에는, 위의 導體와 零電位인 導體間의 漏洩 컨덕턴스 G 가 零일때

$$-dI = j\omega CV(x)dx$$

$$\text{따라서 } V(x) = \frac{-1}{j\omega C} \cdot \frac{dI(x)}{dx} \quad (2)$$

의 관계가 있다. 단 ω 는 高周波의 角周波數다.

또 위의 兩變의 導體 單位長部分의 誘導係數 L , 特性임피던스 Z_0 , 傳播速度 $v (= c = 3 \times 10^8$ m/s) 사이에는

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (3)$$

$$\beta = \frac{\omega}{v} \quad (4)$$

의 관계가 있다.

따라서 지름 t 부분의 特性임피던스를 Q ,

지름 s 부분의 特性임피던스를 W ,

지름 r 부분의 特性임피던스를 Z

로 나타낸다면 위의 관계들로 부터 導體에 따른 電位들을

$$\begin{aligned} V_1(x_1) &= \frac{-1}{j\omega C_1} \cdot \frac{dI_1(x_1)}{dx_1} \\ &= j \frac{\beta}{\omega C_1} \left\{ A_1 \sin \beta(l_1 - x_1) - B_1 \cos \beta(l_1 - x_1) \right\} \\ &= j \frac{1}{C_1} \sqrt{L_1 C_1} \left\{ A_1 \sin \beta(l_1 - x_1) - B_1 \cos \beta(l_1 - x_1) \right\} \\ &= jZ_1 \left\{ A_1 \sin \beta(l_1 - x_1) - B_1 \cos \beta(l_1 - x_1) \right\} \end{aligned} \quad (5.1)$$

같은 요령으로

$$V_2(x_2) = jW \{ A_2 \sin \beta(l_2 - x_2) - B_2 \cos \beta(l_2 - x_2) \} \quad (5.2)$$

$$V_3(x_3) = jZ_3 \{ A_3 \sin \beta(l_3 - x_3) - B_3 \cos \beta(l_3 - x_3) \} \quad (5.3)$$

$$V_4(x_4) = jW \{ A_4 \sin \beta(l_4 - x_4) - B_4 \cos \beta(l_4 - x_4) \} \quad (5.4)$$

$$V_5(x_5) = jZ_5 \{ A_5 \sin \beta(l_5 - x_5) - B_5 \cos \beta(l_5 - x_5) \} \quad (5.5)$$

$$V_6(x_6) = jW \{ A_6 \sin \beta(l_6 - x_6) - B_6 \cos \beta(l_6 - x_6) \} \quad (5.6)$$

$$V_7(x_7) = jZ_7 \{ A_7 \sin \beta(l_7 - x_7) - B_7 \cos \beta(l_7 - x_7) \} \quad (5.7)$$

$$V_8(x_8) = jQ \{ A_8 \sin \beta(l_8 - x_8) - B_8 \cos \beta(l_8 - x_8) \} \quad (5.8)$$

$$V_9(x_9) = jZ_9 \{ A_9 \sin \beta(l_9 - x_9) - B_9 \cos \beta(l_9 - x_9) \} \quad (5.9)$$

$$V_{10}(x_{10}) = jZ_{10} \{ A_{10} \sin \beta(l_{10} - x_{10}) - B_{10} \cos \beta(l_{10} - x_{10}) \} \quad (5.10)$$

$$V_{11}(x_{11}) = jZ_{11} \{ A_{11} \sin \beta(l_{11} - x_{11}) - B_{11} \cos \beta(l_{11} - x_{11}) \} \quad (5.11)$$

과 같이 나타낼 수 있다.

3. 電流 및 電壓의 境界條件

前項의 電流分布 및 電位分布式에 포함되어 있는 22個의 未定係數를 決定하기 위하여는 이 배트·윙 안테나 素子の 各導體部分에서 22個의 境界條件을 얻어야 한다. 우선 그림 1의 接續點 ①, ②, ③……⑧에서의 電流連續性으로 부터

$$①에서는 I_0 = I_1(o) + 2I_2(o) \quad (6.1)$$

$$②에서는 I_2(l_2) = I_3(o) + I_4(o) \quad (6.2)$$

$$③에서는 I_4(l_4) = I_5(o) + I_6(o) \quad (6.3)$$

$$④에서는 I_6(l_6) = I_7(o) + I_8(o) \quad (6.4)$$

$$⑤에서는 I_1(l_1) = 2I_5(o) \quad (6.5)$$

$$⑥에서는 I_{10}(o) = I_3(l_3) + I_9(l_9) \quad (6.6)$$

$$⑦에서는 I_{11}(o) = I_5(l_5) + I_{10}(l_{10}) \quad (6.7)$$

$$⑧에서는 I_{11}(l_{11}) = -I_7(l_7) \quad (6.8)$$

다음에 위의 接續點에서의 電位에 관해서는

$$①에서 V_1(o) = V_2(o) \quad (7.1)$$

$$②에서 V_2(l_2) = V_3(o) = V_4(o)$$

$$\text{따라서 } V_2(l_2) = V_3(o) \quad (7.2)$$

$$V_2(l_2) = V_4(o) \quad (7.3)$$

같은 요령으로 ③에서

$$V_4(l_4) = V_5(o) \quad (7.4)$$

$$V_4(l_4) = V_6(o) \quad (7.5)$$

$$④에서 V_6(l_6) = V_7(o) \quad (7.6)$$

$$V_6(l_6) = V_8(o) \quad (7.7)$$

$$⑤에서 V_1(l_1) = V_9(o) \quad (7.8)$$

$$⑥에서 V_9(l_9) = V_3(l_3) \quad (7.9)$$

$$V_3(l_3) = V_{10}(o) \quad (7.10)$$

$$⑦에서 V_{10}(l_{10}) = V_5(l_5) \quad (7.11)$$

$$V_5(l_5) = V_{11}(o) \quad (7.12)$$

$$⑧에서 V_{11}(l_{11}) = V_7(l_7) \quad (7.13)$$

$$⑨에서 V_8(l_8) = 0 \quad (7.14)$$

의 14개의 條件式이 成立한다.

이상의 (6.1)~(6.8)과 (7.1)~(7.14) 合計 22개의 條件式에서 아래와 같은 22개의 1次式을 얻을 수 있다.

$$A_1 \cos \beta l_1 + B_1 \sin \beta l_1 + 2\{A_2 \cos \beta l_2 + B_2 \sin \beta l_2\} = I_0 \quad (8.1)$$

$$A_3 \cos \beta l_3 + B_3 \sin \beta l_3 + A_4 \cos \beta l_4 + B_4 \sin \beta l_4 = A_2 \quad (8.2)$$

$$A_5 \cos \beta l_5 + B_5 \sin \beta l_5 + A_6 \cos \beta l_6 + B_6 \sin \beta l_6 = A_4 \quad (8.3)$$

$$A_7 \cos \beta l_7 + B_7 \sin \beta l_7 + A_8 \cos \beta l_8 + B_8 \sin \beta l_8 = A_6 \quad (8.4)$$

$$2\{A_9 \cos \beta l_9 + B_9 \sin \beta l_9\} = A_1 \quad (8.5)$$

$$A_{10} \cos \beta l_{10} + B_{10} \sin \beta l_{10} = A_3 + A_9 \quad (8.6)$$

$$A_{11} \cos \beta l + B_{11} \sin \beta l_{11} = A_5 + A_{10} \quad (8.7)$$

$$A_{11} = -A_7 \quad (8.8)$$

$$jZ_1\{A_1 \sin \beta l_1 - B_1 \cos \beta l_1\} = jW\{A_2 \sin \beta l_2 - B_2 \cos \beta l_2\} \quad (8.9)$$

$$jW\{-B_2\} = jZ_3\{A_3 \sin \beta l_3 - B_3 \cos \beta l_3\} \quad (8.10)$$

$$-jWB_2 = jW\{A_4 \sin \beta l_4 - B_4 \cos \beta l_4\} \quad (8.11)$$

$$-jWB_4 = jZ_5\{A_5 \sin \beta l_5 - B_5 \cos \beta l_5\} \quad (8.12)$$

$$-jWB_4 = jW\{A_6 \sin \beta l_6 - B_6 \cos \beta l_6\} \quad (8.13)$$

$$-jWB_6 = jZ_7\{A_7 \sin \beta l_7 - B_7 \cos \beta l_7\} \quad (8.14)$$

$$-jWB_6 = jQ\{A_8 \sin \beta l_8 - B_8 \cos \beta l_8\} \quad (8.15)$$

$$-jZ_1 B_1 = jZ_8\{A_9 \sin \beta l_9 - B_9 \cos \beta l_9\} \quad (8.16)$$

$$-jZ_9 B_9 = -jZ_3 B_3 \quad (8.17)$$

$$-jZ_3 B_3 = jZ_{10}\{A_{10} \sin \beta l_{10} - B_{10} \cos \beta l_{10}\} \quad (8.18)$$

$$-jZ_{10} B_{10} = -jZ_5 B_5 \quad (8.19)$$

$$-jZ_5 B_5 = jZ_{11}\{A_{11} \sin \beta l_{11} - B_{11} \cos \beta l_{11}\} \quad (8.20)$$

$$-jZ_{11} B_{11} = -jZ_7 B_7 \quad (8.21)$$

$$-jQB_8 = 0 \quad (8.22)$$

단, 여기서 Q, W, 및 Z에 대한 近似式은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} Q &= 60 l_n \frac{4I_8}{t} \\ W &= 60 l_n \frac{4I_2}{s} = 60 l_n \frac{4I_4}{s} = 90 l_n \frac{4I_6}{s} \\ &\quad (l_2 = l_4 = l_6) \\ Z_1 &= 60 l_n \frac{4I_1}{r} \\ Z_3 &= 60 l_n \frac{4I_3}{r} \\ Z_5 &= 60 l_n \frac{4I_5}{r} \\ Z_7 &= 60 l_n \frac{4I_7}{r} \\ Z_9 &= 60 l_n \frac{4I_9}{r} = Z_{10} = Z_{11} \\ &\quad (l_9 = l_{10} = l_{11}) \end{aligned} \quad (9)$$

그런데 (8)식중에서 $A_{11} = -A_7$ (8.8)

$$B_8 = 0 \quad (8.22)$$

의 관계가 있으므로 (8)식은 실제로는 1次 20元 聯立方程式이 된다.

이 解는 대단히 복잡하지만 行列式等을 사용하여
여서 구할 수 있다. 이렇게 해서 求한 $A_1, A_2,$
 $A_1, \dots, A_{11}, B_1, B_2, \dots, B_{11}$ 을 식(1.1)~(1.11) 및
식(5.1)~(5.11)에 대입하면 이 배드·윙 안테나
素子の 電流分布와 電位分布가 計算된다.

4. 數值計算 例

4.1 $A_1 \sim B_{11}$ 의 計算

$l_1 = 15\text{cm}$

$l_3 = 22.9\text{cm}$

$l_5 = 30.8\text{cm}, l_7 = 38.7\text{cm}$

$l_2 = l_4 = l_6 = 18\text{cm}$

$l_8 = 10\text{cm}$

$l_9 = l_{10} = l_{11} = 19.7\text{cm}$

$r = 0.75\text{cm}, s = 1.8\text{cm}, t = 1.8\text{cm}$

$f = 189\text{MHz}$ 의 경우에 대하여 計算하여 본다.

$Q = 2.3026 \times 60 \log \frac{4l_8}{t} = 186.06486$

같은 方法으로

$W = 221.33829$

$Z_1 = 262.92298$

$Z_3 = 288.30516$

$Z_5 = 306.09069$

$Z_7 = 319.78896$

$Z_9 = 279.27760$

$\beta = \frac{2\pi}{\lambda} = 0.0395841 \quad (\lambda = 158.730\text{cm})$

이므로 $\cos\beta l_1, \sin\beta l_1, \dots, \cos\beta l_{11}, \sin\beta l_{11}$ 을 計算
하고 이들을 式(8)에 代入하면 다음의 1次 20元
聯立方程式을 얻게된다. 단, 여기서 I_0 를 $1[A]$ 로
취한다.

$0.83A_1 + 1.51A_2 + 0.56B_1 + 1.31B_2 = 1 \quad (10.1)$

$-A_2 + 0.62A_3 + 0.76A_4 + 0.79B_3 + 0.65B_4 = 0 \quad (10.2)$

$-A_4 + 0.34A_5 + 0.76A_6 + 0.94B_5 + 0.65B_6 = 0 \quad (10.3)$

$-A_6 + 0.04A_7 + 0.92A_8 + 0.99B_7 = 0 \quad (10.4)$

$-A_1 + 1.42A_9 + 1.41B_9 = 0 \quad (10.5)$

$-A_3 - A_9 + 0.71A_{10} + 0.70B_{10} = 0 \quad (10.6)$

$-A_5 - 0.71A_7 - A_{10} + 0.70B_{11} = 0 \quad (10.7)$

$147.10A_1 - 144.69A_2 - 217.92B_1 + 167.49B_2 = 0 \quad (10.8)$

$226.99A_3 + 221.3B_2 - 177.75B_3 = 0 \quad (10.9)$

$0.65A_4 + B_2 - 0.76B_4 = 0 \quad (10.10)$

$287.36A_5 + 221.34B_4 - 105.33B_5 = 0 \quad (10.11)$

$0.65A_6 + B_4 - 0.76B_6 = 0 \quad (10.12)$

$319.55A_7 + 221.34B_6 - 12.44B_7 = 0 \quad (10.13)$

$71.74A_8 + 221.34B_6 = 0 \quad (10.14)$

$196.37A_9 + 262.92B_1 - 198.58B_9 = 0 \quad (10.15)$

$-288.31B_3 + 279.28B_9 = 0 \quad (10.16)$

$196.37A_{10} + 288.31B_3 - 198.58B_{10} = 0 \quad (10.17)$

$-306.09B_5 + 279.28B_{10} = 0 \quad (10.18)$

$196.37A_7 - 306.69B_5 + 198.58B_{11} = 0 \quad (10.19)$

$-319.79B_7 + 279.28B_{11} = 0 \quad (10.20)$

을 IBM 1130 電子計算機로 計算한 結果

$A_1 = 1.08, A_2 = 1.16, A_3 = 0.82, A_4 = 1.19$

$A_5 = 0.54, A_6 = -0.68, A_7 = -0.53, A_8 = -2.68$

$A_9 = 0.89, A_{10} = 1.30, A_{11} = -A_7 = 0.53$

$B_1 = -0.76, B_2 = -0.94, B_3 = -0.13, B_4 = -0.21$

$B_5 = 1.01, B_6 = 0.87, B_7 = 1.82, B_8 = 0$

$B_9 = -0.13, B_{10} = 1.11, B_{11} = 2.08$

의 結果를 얻었으며 이것은 文獻(3)에 例示된 값
들과 대체로 傾向이 같다.

따라서 이들의 값을 (1)式에 代入하면 다음과
같이 $I(x)$ 에 대한 식들을 얻을 수 있다.

$I_1(x_1) = 1.08\cos\beta(l_1 - x_1) - 0.76\sin\beta(l_1 - x_1) \quad (11.1)$

$I_2(x_2) = 1.16\cos\beta(l_2 - x_2) - 0.94\sin\beta(l_2 - x_2) \quad (11.2)$

$I_3(x_3) = 0.82\cos\beta(l_3 - x_3) - 0.13\sin\beta(l_3 - x_3) \quad (11.3)$

$I_4(x_4) = 1.19\cos\beta(l_4 - x_4) - 0.21\sin\beta(l_4 - x_4) \quad (11.4)$

$I_5(x_5) = 0.54\cos\beta(l_5 - x_5) + 1.01\sin\beta(l_5 - x_5) \quad (11.5)$

$I_6(x_6) = -0.68\cos\beta(l_6 - x_6) + 0.87\sin\beta(l_6 - x_6) \quad (11.6)$

$I_7(x_7) = -0.53\cos\beta(l_7 - x_7) + 1.82\sin\beta(l_7 - x_7) \quad (11.7)$

$I_8(x_8) = -2.68\cos\beta(l_8 - x_8) \quad (11.8)$

$I_9(x_9) = 0.89\cos\beta(l_9 - x_9) - 0.13\sin\beta(l_9 - x_9) \quad (11.9)$

$I_{10}(x_{10}) = 1.30\cos\beta(l_{10} - x_{10}) + 1.11\sin\beta(l_{10} - x_{10}) \quad (11.10)$

$$I_{11}(x_{11}) = 0.53 \cos \beta(l_{11} - x_{11}) + 2.08 \sin \beta(l_{11} - x_{11}) \quad (11.11)$$

式(11)의 $x_1 \sim x_{11}$ 에다 $0 \sim l_{11}$ 사이의 任意的 값을 대입하므로써 임의의 點의 電流를 알수 있다.

4.2 電流計算

CDC3300 電子計算機에 의해서 式(11)의 $x_1 \sim x_{11}$ 에 대하여 2[cm] 간격으로 電流를 計算한 結果 各素子の 電流分布는 그림 4와 같이 나타났다. 단 流入電流 I_0 를 1[A]로 할때 $x_1, x_{11}=0$ 의 點에서의 電流들은 각각 $I_1=0.47, I_2=0.27, I_3=0.40, I_4=0.76, I_5=1.13, I_6=0.06, I_7=1.79, I_8=-2.47, I_9=0.54, I_{10}=1.78, I_{11}=1.84$ [A]였다.

참고로 위의 計算에 使用한 프로그램은 附錄 I, II와 같다.

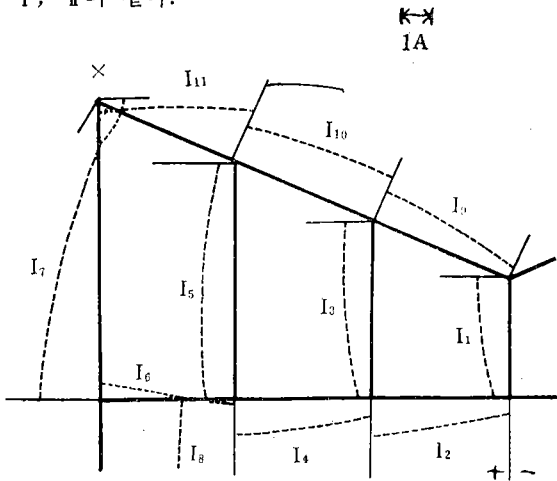


그림 4. 電流分布
Fig. 4. Current distribution

5. 結 論

구조가 매우 복잡한 매트·윙 안테나 素子の 電流分布 및 電位分布도 本文에 記述한것과 같은 방법으로 多元聯立方程式을 세우고 電子計算하므로서 求할 수 있으며 이와같은 電流分布는 同上 안테나에 의한 放射電磁界의 解析 및 안테나 自體의 設計에 寄與할 것으로 믿어진다.

參 考 文 獻

1) S. A. Schelkunoff, H. T. Friis; *Antenna, Theory and Pracice*, p.237 John Wiley & Sons, Inc.

1952.

- 2) 佐藤源貞: “텔레비전 放送用 매트·윙 空中線素子の 電流分布에 關한 研究”, 1961年 12月 日本 八木 안테나 研究所 研究會 發表.
- 3) 遠藤敬二: *TV FM 放送 안테나*. p. 43 日本 放送 出版協會 1966年

부 록 I

∕ JOB

LOG DRIVE CART SPEC CART AVAIL PHY DRIVE
0000 1111 1111 0000

V2 M09 ACTUAL 8K CONFIG 8K

∕ FOR

- *ONE WORD INTEGERS
- *EXTEND EDPRECISION
- *LIST ALL

SUBROUTINEMTNV (A, N, B, M, DTRM)
DIMENSION A (20, 20), B (20, 1),
IPVOT(4, 4), INDEX (44, 2), PIVOT (44)
EQUIVALENCE (IROW, JROW),
(ICOLM, JCOLM), (AMAX, T, SWAP)

DTRM=1.0

DO 20 J=1, N

20 IPVOT(J)=0

DO 550 I=1, N

C SEARCH FOR PIVOT ELEMENT.

AMAX=0.0

DO 105 J=1, N

IF(IPVOT(J)-1) 60, 105, 60

60 DO 100 K=1, N

IF(IPVOT(K)-1) 80, 100, 740

80 IF(ABS(AMAX)-ABS(A(J, K))) 85, 100, 100

85 IROW=J

ICOLM=K

AMAX=A(J, K)

100 CONTINUE

105 CONTINUE

IF(AMAX) 110, 108, 110

108 WRITE (3, 109)

109 FORMAT (//5X, 23HTHE MATRIX IS

SIN- GULAR.)

DTRM=0.0

```

RETURN
110 IPVOT (ICOLM)=IPVOT (ICOLM)+1
C INTERCHANGE ROWS TO PUT PIVOT
C ELEMENT ON DIAGONAL.
IF(IROW-ICOLM) 140, 260, 140
140 DTRM=-DTRM
DO 200 L=1, N
SWAP=A (IROW, L)
A(IROW, L)=A(ICOLM, L)
200 A(ICOLM, L)=SWAP
IF(M) 260, 260, 210
210 DO 250 L=1, M
SWAP=B(IROW, L)
B(IROW, L)=B(ICOLM, L)
250 B(ICOLM, L)=SWAP
260 INDEX(I, 1)=IROW
INDEX(I, 2)=ICOLM
PIVOT (I)=A(ICOLM, ICOLM)
DTRM=DTRM*PIVOT(I)
C DIVIDE PIVOT ROW BY PIVOT ELEMENT.
A(ICOLM ICOLM)=1, 0
DO 350 L=1, N
350 A(ICOLM, L)=A(ICOLM, L)/PIVOT(I)
IF(M)380, 380, 360
360 DO 370 L=1, M
370 B(ICOLM, L)=B(ICOLM, L)/PIVOT(I)
C CREDUCE MON-PIVOT ELEMENT.
380 DO 550 L1=1, N
IF(L1-ICOLM) 400, 550, 400
400 T=A(L1, ICOLM)
A(L1, ICOLM)=0. 0
DO 450 L=1, N
450 A(L1, L)=A(L1, L)-A(ICOLM, L)*T
IF(M) 550, 550, 460
460 DO 500 L=1, M
500 B(L1, L)=B(L1, L)-B(ICOLM, L)*T
550 CONTINUE
C INTERCHANGE COLUMNS.
DO 710 I=1, N
L=N+1-I
IF(INDEX(L, 1)-INDEX(L, 2)) 630, 710, 630
630 JROW=INDEX(L, 1)
JCOLM=INDEX(L, 2)
DO 705 K=1, N
SWAP=A(K, JROW)

```

```

A(K, JROW)=A(K, JCOLM)
A(K, JCOLM)=SWAP
705 CONTINUE
710 CONTINUE
740 RETURN
END
*STORE WS UA MTNV
CART ID 1111 DB ADDR 2EAA DB CNT 002E
// FOR
*IOCS (CARD, 1132 PRINTER, DISK)
*ONE WORD INTEGERS
*EXTENDED PRECISION
*LIST SOURCE PROGRAM
C BAT WING ANTENNA ANALYSIS. BY JONG
C CHUL
DIMENSION X(20, 20), B(20)
READ (2, 4) ((X(I, J), J=1, 20), I=1, 20),
B(J), J=1, 20)
4 FORMAT (10F8. 4)
WRITE (3, 6) ((X(I, J), J=1, 20), I=1, 20),
(B(J), J=1, 20)
6 FORMAT(1H1, 5(/), 2(5X, 10F11. 4)/)
CALL MTNV (X, 20, B, 1, V)
WRITE(3, 9) ((X(I, J), J=1, 20), I=1, 20)
9 FORMAT (1H1, 5(/), 2(5X, 10F 11. 4)/)
WRITE (3, 11)V
WRITE(3, 13)
11 FORMAT (///52X, 5H V=, E25. 15)
13 FORMAT(1H1)
N=1
DO 19 I=1, 20
WRITE(3, 17) N, B(I)
17 FORMAT (//20X, 2HX(I, 2, 4H) =, E25. 15)
N=N+1
19 CONTINUE
CALL EXIT
END

```

부 록 II

```

FORTRAN (3. 2)/MASTER 02/18/72
C THIS PROGRAM IS WRITTEN FOR THE
C SAKE OF THE BAT WING ANTENNA
C ANALYSIS.
PROGRAM BATWING
DIMENSION A(11), B(11), XL(11), AI(11, 20)
READ 8, (A(I), I=1, 11), (B(I), I=1, 11)

```

```

8  FORMAT(11F7.5)
   READ 10, (XL(I), I=1,11)
10  FORMAT (11F3.1)
   DO 17 I=1,11
   X=0.0
   DO 17 J=1,20
   Y=0.03958*(XL(I)-X)
   AI(I,J)=A(I)*COSF(Y)+B(I)*SINF(Y)
   X=X+2.0
17  CONTINUE

```

```

PRINT 28, ((AI(I,J), J=1,20), I=1,11)
28  FORMAT (//5X, 5E25.15)
STOP
END
FORTRAN DIAGNOSTIC RESULTS FOR
BATWING
NO ERRORS
BATWING P 01242 C 00000 D 00000
X,LGO

```