

鏡面修整 오프셋 카세그레인 안테나의設計 및 輻射 特性

(A Study on Design and Radiation Characteristics of the Shaped Offset Cassegrain Antenna)

崔 學 根*, 朴 檉 基**, 金 奎 仁***

(Hak Kuen Choi, Cheong Kee Park, and Kyu In Kim)

要 約

本 論文에서는 사이드로브가 낮고 交叉偏波 特性이 우수하며 동시에 效率이 높은 鏡面 修整 카세그레인 안테나를 最適 設計하고 試作했다. 設計를 위하여 設計 데이터를 提示했으며, 試作안테나의 輻射 特性은 測定 結果를 解析 結果 및 設計 目標値와 比較함으로써 그 妥當性을 檢討했다. 試作안테나의 實驗 結果는 效率만 제외하고 設計 目標値에 근접한 것으로 나타났다.

Abstract

In this paper, the shaped offset Cassegrain antenna with low sidelobe, low cross-polar level, and high efficiency is designed. The design data is presented for shaping scheme. The validity of radiation characteristics is accomplished by comparing the result of measurement with numerical calculation and design goal. Experimental results of designed antenna are in good agreement with design goal except efficiency.

I. 序 論

最近 마이크로파대의 地上通信이나 衛星通信에서 回線 數가 증대함에 따라 回線 間의 相互 干涉을 피하기 위하여 사이드로브가 낮은 안테나가 요구되고 있다. 또한 周波數를 有效하게 이용하기 위하여 한 안테나에 直交하는 2 개의 偏波를 동시에 사용하는

경우 두 偏波 사이의 相互 干涉을 피하기 위해서는 交叉偏波 特性이 양호한 안테나가 요구되고 있다. 따라서 交叉偏波 特性이 우수하고 사이드로브 레벨이 낮고 동시에 效率이 높은 안테나가 절실히 필요하다. 사이드로브가 낮은 안테나로는 지지대나 1次輻射器에 의한 브로킹이 없고 小形 輕量인 오프셋 파라볼라 안테나(offset parabolic antenna)가 바람직하다.^{1,2} 그러나 이 안테나는 直交 2 偏波를 사용하는 경우 反射鏡의 非 對稱에 의한 交叉偏波가 증대되는 문제점이 있고 效率 또한 60%정도 밖에 얻을 수 없는 단점을 가지고 있다.

낮은 사이드로브, 양호한 交叉偏波 特性을 갖는 안테나로는 구조가 다소 복잡하지만 非 對稱의 主反射鏡을 적당히 조합해서 각각의 反射鏡에 의한 交叉偏

*正會員, 大有工業專門大學 電子通信科
(Dept. of Comm. Eng., Dai Yu Coll.)

**正會員, 高麗大學校 電子電算工學科
(Dept. of Elec. and Comp. Eng., Korea Univ.)

***正會員, 하이게인안테나株式會社
(HIGH GAIN ANTENNA CO., LTD.)

接受日字: 1990年 5月 22日

波 발생을 소거한 오프셋 카세그레인 안테나(offset cassegrain antenna) 및 오프셋 그레고리안 안테나(offset gregorian antenna)^(3,4)가 있다. 그러나 이 안테나는 效率이 낮은 단점이 있다. 따라서 이런 複反射鏡 안테나에 效率을 높이기 위해서는 開口面 電界 分布를 조정하는 鏡面修整이 필요하다. 이른바 鏡面修整 오프셋 카세그레인 안테나(shaped offset cassegrain antenna)와 鏡面修整 오프셋 그레고리안 안테나(shaped offset gregorian antenna)^(5,6)의 사용이 바람직하다.

本 論文에서는 낮은 사이드로브와 양호한 交叉 偏波特性을 갖는 동시에 70% 이상의 高 效率을 갖는 鏡面修整 오프셋 카세그레인 안테나를 最適 設計하고 그 受當性을 立證하기 위하여 設計된 안테나 鏡面에 대하여 輻射 特性을 解析하고, 解析 結果와 設計 目標值를 서로 比較 檢討한다. 그리고 실제 안테나를 試作하여 實驗함으로써 그 妥當性을 다시 한 번 立證한다.

II. 鏡面 設計

高 效率 및 交叉 偏波 特性이 양호한 오프셋 카세그레인 안테나를 設計하기 위해서는 우선 交叉 偏波가 소거되도록 主反射鏡과 副反射鏡을 구성해야 한다.

그림 1의 오프셋 카세그레인 안테나의 構造에서 1次 輻射器의 位相中心 F_1 에서 r' 와 θ' 를 일정하게 하고 ϕ' 를 변화시킬 때 그려지는 曲線은 원으로서 副反射鏡과 主反射鏡을 거쳐 開口面에 寫像된다. 이때 開口面에 寫像된 曲線이 원이면 開口面의 電界 分布는 축 대칭이 되어 交叉 偏波는 소거된다. 交叉 偏波가 소거되기 위한 條件은 다음식⁽¹⁾으로 주어진다.

$$\tan \alpha = \frac{(e^2 - 1) \sin \beta}{(e^2 + 1) \cos \beta - 2e} \quad (1)$$

여기서 e 는 副反射鏡의 이심률, α 는 副反射鏡의 중심 축과 1次 輻射器의 중심 축이 이루는 각, β 는 主反射鏡과 副反射鏡 중심 축이 이루는 각이다.

交叉 偏波 消去 條件이 만족된 오프셋 카세그레인 안테나의 鏡面은

- (1) 에너지 保存法則
- (2) 光路長 一定條件
- (3) 反射鏡에서의 反射法則

을 토대로 한 幾何光學의 原理를 이용하여 修整한다.

그림 1에서 1次 輻射器의 輻射電力 패턴을 $P_r(\theta')$, 主反射鏡의 開口面에서의 電力分布를 $P_a(\rho)$ 라고 하면 에너지 保存法則에 의하여 다음 식이 성립된다.

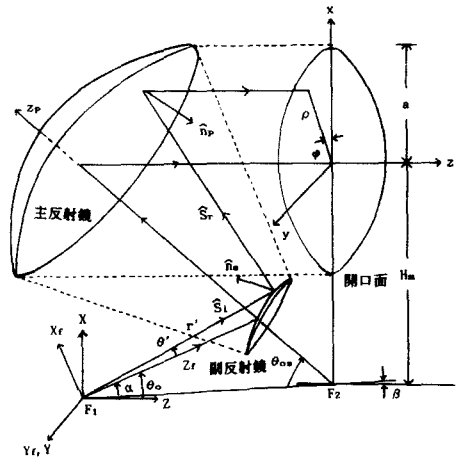


그림 1. 오프셋 카세그레인 안테나 構造
Fig. 1. Geometry of offset cassegrain antenna.

$$\frac{\int_0^a P_r(\theta') \sin \theta' d\theta'}{\int_0^a P_r(\theta') \sin \theta' d\theta'} = \frac{\int_0^a P_a(\rho) \rho d\rho}{\int_0^a P_a(\rho) \rho d\rho} \quad (2)$$

여기서 θ_r 와 a 는 각각 θ' 와 ρ 의 최대값이다. $P_r(\theta')$ 와 $P_a(\rho)$ 를 알고 있을 때 1次 輻射器의 輻射角 θ' 에 따른 開口面의 ρ 를 구할 수 있다.

鏡面修整 후 開口面에서의 電力位相이 모든 점에 동일하게 되기 위해서는 1次 輻射器의 位相中心 F_1 으로 부터 副反射鏡과 主反射鏡을 거쳐 開口面에 이르는 光經路가 일정해야 한다. 따라서 다음 식이 성립되어야 한다

$$r' + S + (2F_a \cos \beta - Z_m) = L \quad (L: 상수) \quad (3)$$

여기서 S 는 副反射鏡의 한점으로 부터 主反射鏡의 한 점까지 거리로서

$$\begin{aligned} S &= \sqrt{S_x^2 + S_y^2 + S_z^2} \\ S_x &= X_m - r' (\sin \theta' \cos \phi' \cos \theta_0 + \cos \theta' \sin \theta_0) \\ S_y &= Y_m - r' \sin \theta' \sin \phi' \\ S_z &= Z_m - r' (\cos \theta' \cos \theta_0 - \sin \theta' \cos \phi' \cos \theta_0) \end{aligned} \quad (4)$$

이다. 단, F_a 는 副反射鏡의 焦點距離이다. 식 (3)에서 L 은 1次 輻射器의 중심 광선이 位相中心 F_1 으로 부터 副反射鏡과 主反射鏡을 거쳐 開口面에 이르는 거리이다. 식 (4)에서 開口面의 점 (X_m, Y_m) 은 대칭성에 의하여

$$\begin{aligned} X_m &= H_m + \rho \cos \phi \\ Y_m &= \rho \sin \phi \end{aligned} \quad (5)$$

이 된다. 단, H_m 은 主反射鏡의 회전 대칭 축으로 부

터 開口面 중심까지의 높이 이다.

副反射鏡에서의 反射波는 反射法則

$$\hat{S}_r = \hat{S}_i - 2(\hat{S}_i \cdot \hat{n}_s) \hat{n}_s \quad (6)$$

으로 구해진다. 여기서 \hat{S}_i 와 \hat{S}_r 은 각각 副反射鏡에서의 入射波 및 反射波의 진행 방향의 單位벡터이고, \hat{n}_s 는 法線 單位벡터로서

$$\hat{n}_s = \frac{1}{N_s} \left[\hat{r}' - \frac{1}{r'} \frac{\partial r'}{\partial \theta'} \hat{\theta}' - \frac{1}{r' \sin \theta'} \frac{\partial r'}{\partial \phi'} \hat{\phi}' \right] \quad (7)$$

이다.^[5] 식 (7)에서 N_s 는 정규화 상수로서

$$N_s = \sqrt{1 + \left(\frac{1}{r'} \frac{\partial r'}{\partial \theta'} \right)^2 + \left(\frac{1}{r' \sin \theta'} \frac{\partial r'}{\partial \phi'} \right)^2} \quad (8)$$

이다. 식 (6)에 식 (7)을 대입하여 정리하면 $\partial r' / \partial \theta'$ 및 $\partial r' / \partial \phi'$ 는 각각 다음과 같이 나타낼 수 있다.^[5]

$$\frac{\partial r'}{\partial \theta'} = \frac{Q}{U} \quad (9)$$

$$\frac{\partial r'}{\partial \phi'} = \frac{V}{U}$$

단,

$$\begin{aligned} Q &= r' [S_x (\cos \theta' \cos \phi' \cos \theta_0 - \sin \theta' \sin \theta_0) + S_y \cos \theta' \sin \phi' + S_z (\cos \theta' \cos \phi' \sin \theta_0 - \sin \theta' \cos \theta_0)] \\ V &= r' \sin \theta' (-S_x \sin \phi' \cos \theta_0 + S_y \cos \phi' + S_z \sin \phi' \sin \theta_0) \\ U &= S - S_x (\sin \theta' \cos \phi' \cos \theta_0 + \cos \theta' \sin \theta_0) - S_y \sin \theta' \sin \phi' + S_z (\sin \theta' \cos \phi' \sin \theta_0 - \cos \theta' \cos \theta_0) \end{aligned} \quad (10)$$

이다.

주어진 開口面 電界分布를 갖는 反射鏡面은 다음과 같은 절차에 의해 구해진다. 먼저 中心光線에 대해 식 (9), (10)에서 $\partial r' / \partial \theta'$, $\partial r' / \partial \phi'$ 를 계산하여 시작점에서의 기울기를 결정한 후 r' 에서의 미소 증분

$$dr' = \frac{\partial r'}{\partial \theta'} d\theta' + \frac{\partial r'}{\partial \phi'} d\phi' \quad (11)$$

를 계산함으로써 副反射鏡에서의 새로운 점을 구하고 이에 대응되는 主反射鏡의 한 점의 X, Y 좌표는 식 (5)에서 구해진다. 다음 Z 좌표는 光經路 一定條件, 즉 식 (3)으로부터 구해진다.

III. 輻射電界 解析

1. 副反射鏡의 輻射電界

鏡面修整 오프셋 카세그레인 안테나의 副反射鏡에

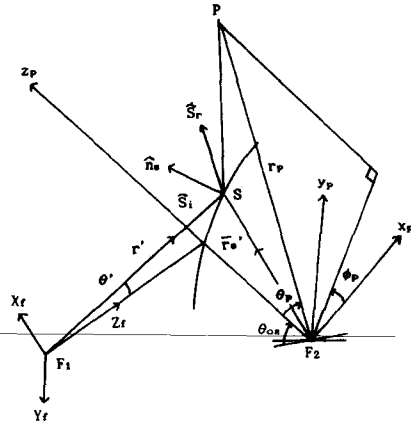


그림 2. 副反射鏡의 座標系
Fig. 2. Coordinate of subreflector.

의한 輻射電界를 誘起電流法(induced current method)을 이용하여 구한다.

그림 2는 副反射鏡의 輻射電界를 계산하기 위한 座標系를 나타낸다. r' 는 1次輻射器의 중심과 副反射鏡의 한 점 S와의 거리, θ' 는 1次輻射器의 중심축 z' 와 r' 가 이루는 각, θ_{os} 는 副反射鏡 축과 z_p 축이 이루는 각이다. 副反射鏡에 의한 輻射電界는 다음과 같이 나타낼 수 있다.^[7]

$$\begin{aligned} E_{r\theta} &= -\frac{j\omega\mu}{2\pi r_p} \int_S [\hat{n}_s \times \mathbf{H}_J] \cdot \hat{\theta}_p \exp(jk\bar{r}_s' \cdot \hat{r}_p) dS \\ E_{r\phi} &= -\frac{j\omega\mu}{2\pi r_p} \int_S [\hat{n}_s \times \mathbf{H}_J] \cdot \hat{\phi}_p \exp(jk\bar{r}_s' \cdot \hat{r}_p) dS \end{aligned} \quad (12)$$

단, r_p 는 副反射鏡의 焦點 위치로부터 관측점 P까지의 거리이고 \bar{r}_s' 는 焦點으로부터 反射鏡까지의 거리 벡터이다. \hat{n}_s 는 副反射鏡의 法線 單位벡터로서 식(5)로 주어지고, \mathbf{H}_J 는 1次輻射器의 輻射磁界로서 副反射鏡 내에 입사되는파는 1차복사기의 주빔부분이므로 다음과 같이 쓸 수 있다.^[7]

$$\begin{aligned} \mathbf{H}_J &= \sqrt{\frac{\epsilon}{\mu}} \hat{r}' \times \mathbf{E}_J \\ \mathbf{E}_J &= \frac{e^{-kr'}}{r'} [E_E(\theta', \phi') \hat{\theta}' + E_H(\theta', \phi') \hat{\phi}'] \end{aligned} \quad (13)$$

단, E_E 와 E_H 는 1次輻射器의 E 면 및 H 면 패턴이다.

副反射鏡에 의한 輻射電界는 식 (12)에 식 (13)을 대입하여 정리하면 다음과 같이 된다.

$$E_{r\theta} = -\frac{j\omega\mu}{2\pi r_p} \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} [\hat{n}_s \times \hat{r}' \times \mathbf{E}_J] \cdot \hat{\theta}_p \exp(jk\bar{r}_s' \cdot \hat{r}_p) N_s r'^2 \sin \theta' d\theta' d\phi'$$

$$E_{r_p} = -\frac{j\omega\mu}{2\pi r_p} \int_0^{2\pi} \int_0^{\theta_p} [n_s \times r' \times E_{r'}] \cdot \phi_r \exp(jkr'_s \cdot r_p) N_s r'^2 \sin\theta' d\theta' d\phi' \quad (14)$$

여기서 1次輻射器 座標系 \$(r', \theta', \phi')\$ 와 觀測點의 座標系 \$(r_p, \theta_p, \phi_p)\$ 사이의 관계는 그림2에서 座標變換을 하면 다음과 같이 된다.

$$\begin{bmatrix} \hat{r}' \\ \hat{\theta}' \\ \hat{\phi}' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sin\theta' \cos\phi' & \sin\theta' \sin\phi' & \cos\theta' \\ \cos\theta' \cos\phi' & \cos\theta' \sin\phi' & -\sin\theta' \\ -\sin\phi' & \cos\phi' & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos\alpha & 0 & \sin\alpha \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\alpha & 0 & \cos\alpha \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \cos\theta_{os} & 0 & \sin\theta_{os} \\ 0 & -1 & 0 \\ \sin\theta_{os} & 0 & -\cos\theta_{os} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sin\theta_p \cos\phi_p \cos\theta_p \cos\phi_p - \sin\phi_p \\ \sin\theta_p \sin\phi_p \cos\theta_p \sin\phi_p \cos\phi_p \\ \cos\theta_p & -\sin\theta_p & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_p \\ \theta_p \\ \phi_p \end{bmatrix} \quad (15)$$

이상으로 부터 식 (14), (15)를 이용하여 鏡面 修整된 副反射鏡의 輻射電界를 구할 수 있다.

2. 主反射鏡의 輻射電界

그림 3의 主反射鏡 座標系에서 副反射鏡의 輻射電界에 의하여 主反射鏡의 表面에 誘起되는 電流密度를 \$J_m\$ 이라 할 때 far-field는 다음 식으로 표현된다.^[13]

$$E(r, \theta, \phi) = -\frac{j\omega\mu}{4\pi r} e^{-jkr} [\hat{\theta}\hat{\theta} + \hat{\phi}\hat{\phi}] \cdot \int \int_s J_m \exp(jkr_p \cdot r) dS \quad (16)$$

로 쓸 수 있다. 여기서, \$S\$는 主反射鏡 表面, \$r_p\$는 焦點으로부터 主反射鏡 表面의 한 점 \$(x, y, z)\$까지의 位置벡터이고, \$J_m\$은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$J_m = \frac{1}{\eta} [\hat{n}_p \times (\hat{r}_p \times E_p)] \quad (17)$$

여기서 \$E_p\$는 副反射鏡의 輻射電界, \$\eta\$는 自由空間의 波動임피던스, \$\hat{n}_p\$는 主反射鏡의 法線 單位벡터로 다음과 같다.

$$\hat{n}_p = \frac{\hat{z} - \frac{\partial z}{\partial x} \hat{x} - \frac{\partial z}{\partial y} \hat{y}}{\sqrt{1 + (\frac{\partial z}{\partial x})^2 + (\frac{\partial z}{\partial y})^2}} = \frac{N_p}{N_p} \quad (18)$$

이다. 식 (16)에서 (17)을 대입하여 開口面대한 積分形式으로 변환하면

$$E(\theta, \phi) = -\frac{j\omega\mu}{4\pi r} \exp(-jk(r - H_m \sin\theta \cos\phi)) [\hat{\theta}\hat{\theta} + \hat{\phi}\hat{\phi}] \cdot \int_0^{2\pi} \int_0^{\theta_p} J_e(\rho, \psi) \exp(jk \cos\theta z) \exp(jk\rho \sin\theta \cos(\phi - \psi)) \rho d\rho d\psi \quad (19)$$

가 된다. 여기서 \$J_e\$는 表面 等價 電流密度로 \$J_e = J_m N_p\$ 이고 \$H_m\$은 主反射鏡의 회전 軸으로부터 開口面

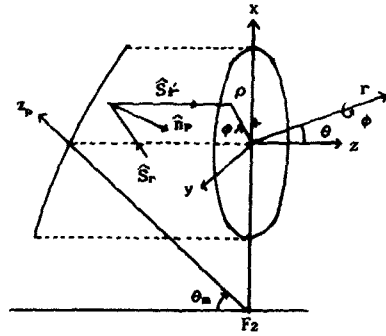


그림 3. 主反射鏡의 座標系
Fig. 3. Coordinate of main reflector.

중심까지의 높이이다.

따라서 식 (19)에 의하여 鏡面 修整 오프셋 카세그레인 안테나의 輻射패턴을 구할 수 있다.

IV. 試作 안테나의 設計 및 輻射 特性

前章의 鏡面修整 理論을 토대로 하여 直徑 1.5m의 鏡面 修整 오프셋 카세그레인 안테나를 設計하고 試作한다. 設計 目標은 다음과 같이 정한다.

上記 設計 目標을 만족하는 鏡面 修整 오프셋 카세그레인 안테나를 設計하기 위한 순서는 다음과 같다.

1. 主反射鏡과 副反射鏡의 회전 대칭 軸이 일치된 오프셋 카세그레인 안테나의 反射鏡의 형태를 결정한다.
2. 交叉偏波 消去 條件 式(1)를 이용하여 副反射鏡의 회전軸을 主反射鏡의 軸에 대하여 기울인다.
3. 開口面의 電界 分布를 결정한다.
4. 2의 構造에 대하여 鏡面 修整한다.
5. 鏡面 設計된 안테나에 대하여 輻射電界를 解析한다.

여기서 解析한 안테나의 輻射 特性이 設計 目標值에 합당하지 못하면 위의 과정을 반복하여 最適 設計가 되도록 한다.

상기 設計 目標值를 만족하는 안테나를 설계하기 위해서 1次輻射器는 副反射鏡 테두리에서 spill over 효율을 증가시키기 위해 15dB의 edge taper를 갖는 것으로 설정했다. 이 때 副反射鏡에서의 spill over 效率는 약 97.5%가 된다.

開口面의 電界分布는 그림 4의 포물면 2승 분포를 사용한다.^[1] 그림에서 \$C\$는 開口面 테두리에서의 taper

정도를 나타내고 a는 開口面의 半徑을 나타낸다. 그림 5는 開口面에서의 포물면 2승 電界分布에 따른 사이드로브 레벨, 널 포인트, 3dB 빔폭과 開口面 效率의 輻射 特性을 나타낸다. 그림 5로 부터 表 1의 사이드로브 레벨 -25dB 이하를 만족시키기 위해서 開口面에서의 edge taper를 10dB 로 택한다. 이 경우 3dB 빔폭은 $2\sin^{-1}(1.83/K) = 0.58^\circ$, 널 포인트는 $\sin^{-1}(4.76/K) = 0.756^\circ$, 開口面 效率는 87.5% 가 되고 사이드로브 레벨은 -27dB 가 된다. 사이드로브 레벨은 안테나 製作 및 測定時 誤差 등을 고려하여 약 2dB 정도의 여유를 두었다. 표 2는 開口面 테두리에서 10dB 의 taper를 갖도록 鏡面 設計된 오프셋 카세그레인 안테나의 諸元이다. 여기서 사용된 1次 輻射器는 開口面 半徑 5.72cm , 축 길이 45.4cm 의 複 모드 圓錐 혼 안테나^{[9],[10]}이다.

그림 6은 試作 안테나를 나타낸다. 그림 7은 試作 안테나의 副反射鏡에서의 輻射패턴을 數值計算한 결과로서 垂直패턴, 水平패턴 및 交叉偏波 패턴을 나

表 1. 設計 目標

Table 1. Design goal.

項 目	設計 目標值
周 波 數	22-24 GHz
사이드로브 레벨	-25 dB 이하
交叉偏波 레벨	-30 dB 이하
利 得	49.6 dB 이상
效 率	70% 이상
VSWR	1.2 이하

表 2. 試作 안테나의 諸元

Table 2. Configuration of experimental antenna.

主反射鏡		副反射鏡	
開口面 直徑 (2a)	150cm	焦點 距離 (F_s)	35cm
오프셋 높이 (H_m)	110cm	副反射鏡 傾斜角 (β)	5.54°
오프셋角 (θ_m)	48.71°	혼의 傾斜角 (α)	17.9°
半開口角 (θ_a)	29.08°	半開口角 (θ_r)	11.08°

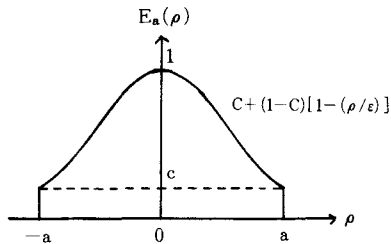


그림 4. 開口面 電界 分布
Fig. 4. Aperture field distribution.

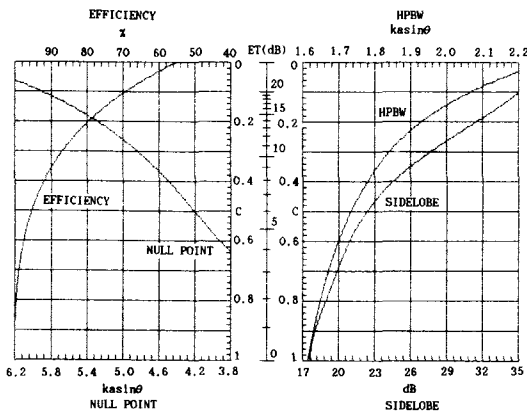


그림 5. 輻射 特性 曲線
Fig. 5. Curve of radiation characteristics.

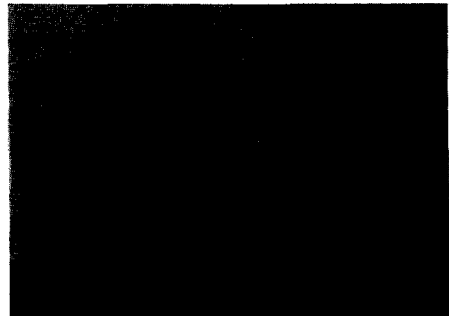


그림 6. 試作 안테나
Fig. 6. Experimental antenna.

타낸다. 그림 8은 試作 안테나의 far-field 패턴을 나타낸다. 實線은 計算值이고 點線은 測定值를 나타낸다. 3dB 빔폭은 數值計算 결과 및 測定值가 모두 0.58° 로 나타났고, 사이드로브 레벨의 計算値는 -26.8dB 이고 測定値는 -26.5dB 와 -25.1dB 로 設計 目標値는 만족하지만 좌우 대칭이 되지 않는다. 이것은 안테나의 反射鏡 및 1次 輻射器를 설치할 때 대칭이 되지 않았거나 測定時 誤差로 생각할 수 있다. 交叉偏波의 計算値는 -47dB 이고 測定値는 -30dB 로 나타났다.

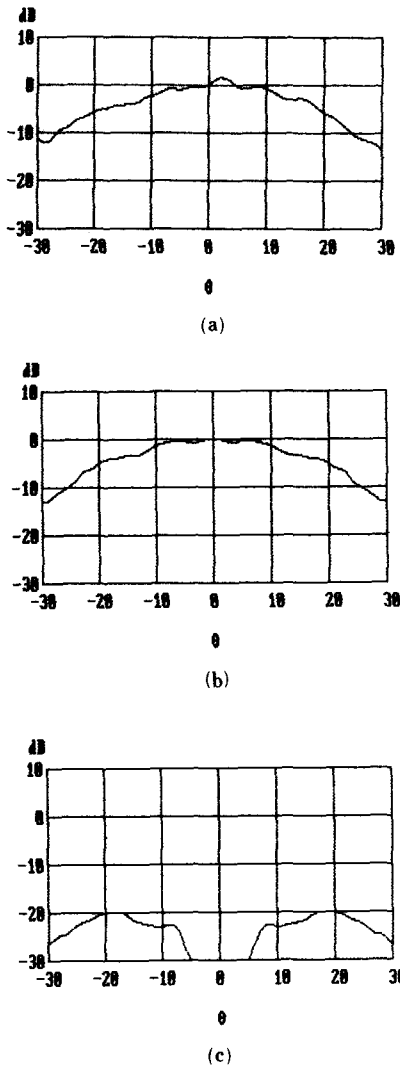


그림 7. 副反射鏡의 輻射패턴 (a) 垂直 패턴 (b) 水平 패턴 (c) 交叉偏波 패턴
 Fig. 7. Radiation pattern of subreflector. (a) Elevation pattern, (b) Azimuth pattern, (c) Cross-polar pattern.

그림 9는 試作 안테나의 VSWR을 測定한 것으로써 22-24GHz 범위에서 최저 1.12, 최고 1.22로 나타났으며 특히 23.5GHz 이하에서는 設計 目標值 1.2 이하를 만족하는 것으로 나타났다.

試作 안테나는 測定된 利得이 49.5dB로서 약 68.5% 效率를 갖는 것으로 나타났다. 이것은 設計 目標值에 약간 미달되는 것으로 反射鏡 製作時 表面 誤差에 기인하는 것으로 볼 수 있다.

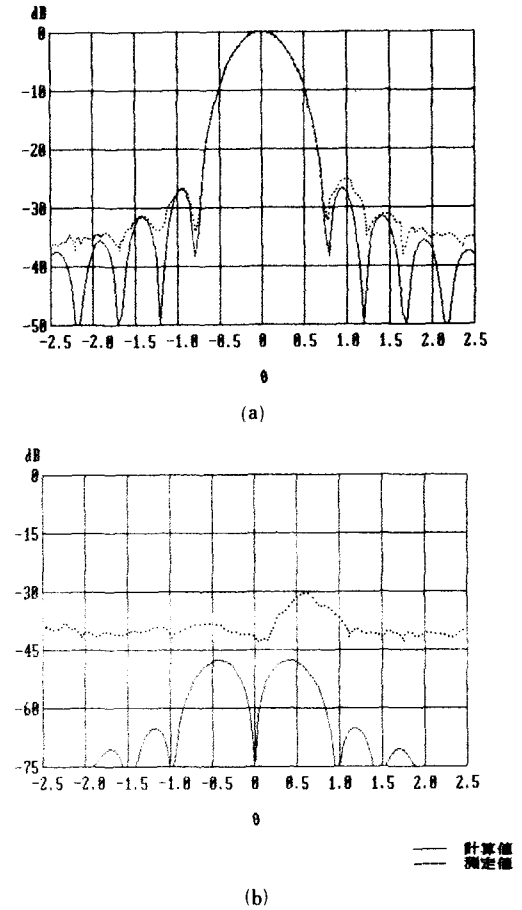


그림 8. 主反射鏡의 輻射패턴 (a) 水平패턴 (b) 交叉偏波 패턴
 Fig. 8. Radiation pattern of main reflector. (a) Azimuth pattern, (b) Cross-polar pattern.

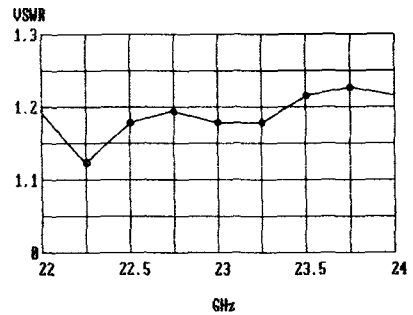


그림 9. 測定된 VSWR
 Fig. 9. Measured VSWR.

V. 結 論

衛星通信 시대에 돌입하고 있는 우리나라로서는 交叉偏波 特性이 우수하면서 高 利得을 갖는 안테나의 필요성이 증대되고 있다. 따라서 本 論文에서는 이에 부응하기 위하여 2枚의 非 對稱 反射鏡으로 구성된 오프셋 카세그레인 안테나에 대하여 鏡面 設計 및 設計에 필요한 데이터를 제시했다. 本 論文에서 試作한 안테나의 輻射特性은 設計 目標值 및 解析結果가 거의 일치하고 있으며 測定值 또는 製作 및 測定에 있어서 약간의 誤差를 감안하면 設計 目標值에 근접한 것으로 나타났다.

本 論文에서 設計 및 試作한 안테나에 대하여 다음과 같은 결과가 얻어졌다.

1. 3dB 빔폭은 設計 目標值, 解析結果, 測定값가 모두 일치하는 0.58° 로 나타났다.

2. 사이드로브 레벨의 測定值는 設計 目標值-25 dB 이하에는 만족하지만 좌우 대칭이 되지 않았으며 解析結果와는 근소한 차이가 있었다. 또한 交叉偏波 特性은 設計 目標值를 만족하는 것으로 나타났다.

3. 試作안테나의 利得은 49.5dB로 안테나 效率 68.5%로 나타났다. 이것은 設計 目標值 70% 이상에 미달되는 것으로써 그 요인은 反射鏡 製作時 表面 誤差 및 測定時 불 필요한 대지면 및 철탐등의 反射波에 기인하는 것으로 생각된다.

4. 測定된 VSWR은 1.12-1.22 범위에서 나타났으며 23.5GHz 이하에서만 設計 目標值 1.2 이하를 만족하고 있다.

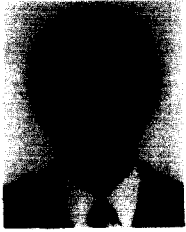
앞으로 鏡面 修整 오프셋 카세그레인 안테나에 대하여 本 論文에서 정한 設計 目標值 보다도 더 높은 效率, 더욱더 낮은 사이드로브 特性을 갖는 안테나의 設計에 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

끝으로 本 研究의 試作 안테나는(주) HIGH GAIN ANTENNA에서 製作 및 測定되었으며 이에 관련된 職員들에게 감사드립니다.

參 考 文 獻

- [1] Y. Rahmat-Samii and V. Galindo-Israeli, "Shaped Reflector Antenna Analysis using the Jacobi-Bessel Series," *IEEE Trans., AP-28*, pp. 425-435, July 1980.
- [2] 崔學根 外 2人, "國內 放送衛星을 위한 오프셋 파라볼라 안테나의 設計에 關한 研究," 大韓 電子工學會 論文誌, 第26卷, 第2號, pp. 66-75, 1989年 2月.
- [3] J.S. Cook, E.M. Elam and Zucker, "The Open Cassegrain Antenna: Part I Electromagnetic Design and Analysis," *BSTJ.*, pp. 1255-1299, Sept. 1965.
- [4] 田中, 水澤, "オフセット 複反射鏡アンテナにおける 交差偏波の 消去," 信學論(B),, 58-B, 12, pp. 463-650. Dec. 1975.
- [5] J.J. Lee, L.I. Parad and R.S. Chu, "A Shaped Offset-feed Dual-reflector Antenna," *IEEE Trans., AP-27*, pp. 165-171, March 1979.
- [6] V. Galindo-Israeli, R. Mittra and A.G. Cha, "Aperture Amplitude Phase Control of Offset Dual Reflectors," *IEEE Trans., AP-27*, pp. 154-164, March 1979.
- [7] R. Mittra, Numerical and Asymtotic Techniques in Electromagnetics, New York, Springer-Verlag, Ch. 7, 1975.
- [8] Thomas A. Milligan, *Modern Antenna Design*, New York, McGraw-Hill Ch. 6, 1985.
- [9] 崔學根 外 2人, "複 모드 圓錐 혼 設計," 大韓 電子工學會 論文誌, 第25卷, 第12號, pp. 71-79 1988年 12月.
- [10] Toshio Satho, "Dielectric Loaded Horn Antenna," *IEEE Trans., AP-20*, pp 199-201, 1972.

著 者 紹 介



崔 學 根 (正會員)

1956年 3月 18日生. 1979年 2月 고려대학교 공과대학 전자공학과 졸업(공학사). 1981年 2月 고려대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 1988年 8月 고려대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사). 1981年~현재 대우공업전문대학 전자통신과 부교수. 주관심분야는 Microwave, 위성통신 및 위성 관련 안테나, 레이더 안테나 등임.



金 奎 仁 (正會員)

1956年 7月 3日生. 1980年 2月 한국항공대학 기계공학과 졸업(공학사). 1982年 2月 성균관대학교 대학원 기계공학과 졸업(공학석사). 1986年~현재(주)하이게인 안테나 책임연구원. 주관심분야는 Microwave, 위성통신 및 위성관련 안테나, 레이더 안테나 등임.



朴 禮 基 (正會員) 第26卷 第2號 參照
전 고려대학교 전자공학과 교수