

大口徑 카세그레인 안테나의 設計 및 製作 考察

(The Study on the Design and Manufacturing of Large Aperture Cassegrain Antenna)

朴權基*, 李燉信**, 金德年***, 河千洙*
(C. K. Park, D. S. Lee, D. Y. Kim and C. S. Ha)

要 約

國內 最初로 大口徑 카세그레인 안테나의 自体 設計 및 製作 技術을 研究하고 試作品에 對한 性能을 測定 比較하였다. 카세그레인 안테나의 設計에 있어서는 여러 文獻을 參考하여 그 設計 手順을 定하고 特別히 先進國에서 人工衛星으로 부터의 TV 電波 直接受信用으로 指目하고 있는 直徑 4.6m인 파라볼라 反射 曲面型 카세그레인 안테나의 製作에 있어 파라볼라 曲面의 12분의 1 크기의 小曲面의 精密製作 및 이들의 精密組立에 힘썼고 주어진 副反射鏡에 對하여 一次輻射器의 開口 크기와 位置가 最小遮蔽를 만족하도록 電算 設計하는데 注力하였다.

試作된 안테나의 諸性能은 利得이 43dB, 最大 定在波比 1.15, 半值角 1.1° 등으로 나타났으며 같은 類型的 外國 製品에 比하여 遜色이 없었다.

Abstract

The design and manufacture technology of the large aperture cassegrain antenna was first studied in the country, and its performances in a trial manufactured product are measured and compared.

In order to design this cassegrain antenna with reference to several literatures, the schemed order was decided. Especially, for the cassegrain antenna of 4.6m diameter which is becoming the television receiving antenna directly from satellite, in advanced countries, the 1/12 sized small section of its parabolic curved surface is made primarily with the precision of less difference than $1/16\lambda$ depth. Cares are taken also on the computer program so that the size and position of primary radiator may satisfy the minimum blocking with the given sub-reflector.

The performances of the designed antenna are shown as being 43dB in gain, 1.15 or less in VSWR, 1.1° of beam angle etc., and found to be not worse than those of foreign productions with similar type and size.

I. 序 論

現在 國內에서 遞信部, 放送局, 氣象臺, 國防部 등에 많이 使用되고 있는 카세그레인 안테나는 大形 파라볼라 曲面의 精密製作과 시스템의 電氣의 設計에 對한 經驗不在로 從來에는 國內 製作이 되지 않고 있었다.

이와 같은 카세그레인 안테나의 國內 製作을 爲하여 人工衛星으로 부터의 TV電波 受信用等 其他에 需要

*正會員, 高麗大學校 工科大学 電子工學科
(Dept. of Elec. Eng., Korea Univ.)

**正會員, 하이제인 안테나 株式會社

***正會員, 空軍電子教育大隊

(接受日字: 1982年 2月 24日)

가 많다고 생각되는 直徑 4.6m의 카세그레인 안테나에 對한 設計理論을 考察整理하고 主, 副反射鏡 및 給電혼(horn)에 對한 形態와 크기 및 相互位置에 관한 電氣의 設計를 展開하였으며 이 過程에서 最小遮蔽 및 給電혼의 最適輻射 패턴을 얻기 위한 電算 처리를 施行하였다. 또한 機械的인 設計 및 試驗 製作은 共同研究 業체의 緊密한 協助로 이루어졌으며 製作된 안테나의 測定結果를 같은 類型의 外國製品과 比較하여 좋은 結果를 얻었다.

II. 設 計

카세그레인 안테나는 一次 輻射器와 拋物面으로 된 主反射鏡 및 雙曲面으로 된 副反射鏡으로 構成되며 그 作用은 單一反射鏡을 갖는 파라볼라 안테나와 똑같이 取扱되는데 一次 輻射器의 用口는 작아도 充分하며 副反射鏡은 一次 輻射器로부터의 輻射波를 받는데 充分한 크기이면 된다. 이 안테나의 幾何學的 構造는 그림 1과 같이 副反射鏡의 2개의 焦點(F, F')중 1개 즉 F'에 一次 輻射器인 혼 開口面(horn aperture plane)이 있게 하고 또 하나의 焦點 F를 主反射鏡의 焦點과 一致시킨 것이다.[1]

送信의 경우는 一次 輻射器로부터의 輻射波가 副反射鏡, 主反射鏡의 順으로 反射되어 파라볼라 反射鏡의 開口面에서 同位相이 되며 到來波의 경우는 波面이 中心軸에 垂直인 平面波일 때 受信電波가 F'點에 있을

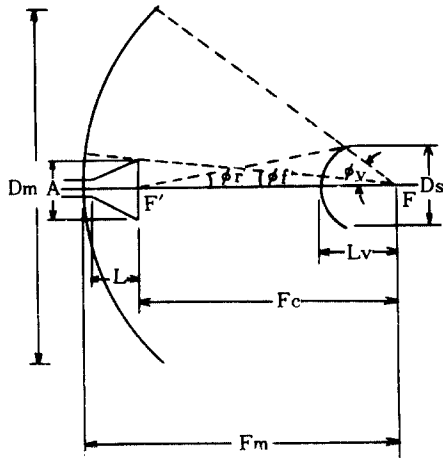


그림1. 카세그레인 안테나의 기하학적인 구조
Fig.1. Geometry of cassegrain system.

一次 輻射器의 혼面에 焦束된다.

1. 最適 副反射鏡의 決定

카세그레인 안테나의 利得G는 主反射鏡의 直徑을 Dm 안테나의 開口能率을 η_a 라 할 때 다음 式으로 주어진다.

$$G = \eta_a \left(\frac{\pi D_m}{\lambda} \right)^2 \quad (1)$$

여기서 $\eta_a = \eta_{ss} \cdot \eta_{sm} \cdot \eta_{bs} \cdot \eta_{\alpha} \cdot \eta_r \cdot \eta_i$ 로서 η_{ss} 는 一次 輻射器의 輻射패턴을 積分함으로써 求할 수 있고 η_{sm} 은 副反射鏡으로부터의 反射電力 패턴에서 求한다. 한편 η_{bs} , η_{α} 는 反射鏡 및 支持材에 의한 妨害에 對한 能率, η_i 는 鏡面의 凹凸(주파수 λ 이하라야 함)에 의한 能率低下, η_r 는 開口의 照度分布에 따른 能率係數이다.

主反射鏡의 直徑이 주어졌을 때 運用 周波數에 따른 副反射鏡의 直徑(D_s)은 그림 2와 文献[2]의 式

$$\frac{1}{\tan \phi_v} + \frac{1}{\tan \phi_r} = \frac{2F_s}{D_s} \quad (2)$$

$$1 - \frac{\sin \frac{1}{2}(\phi_v - \phi_r)}{\sin \frac{1}{2}(\phi_v + \phi_r)} = \frac{2L_v}{F_c} \quad (3)$$

에서 大略 算出할 수 있고 그림 2에서 圖式的으로도 求할 수 있다.

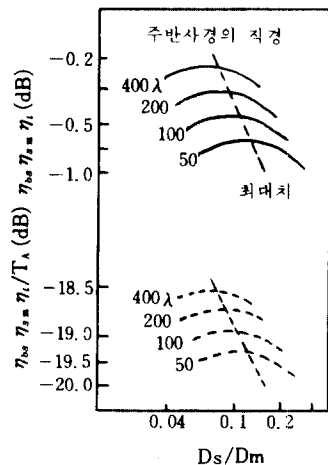


그림2. 主副反射鏡의 直徑比 對 能率
Fig.2. Efficiency vs. diameter ratio of the sub and main reflector.

이 경우 中心 周波數는 4 GHz로 생각할 수 있고 $D_m = 61.3 \lambda$ 이므로 그림 2로부터 D_s 의 最適값은 약 $0.11 D_m$ 으로 나타나나 다음 節에 나오는 遮蔽(blocking)問題를 考慮하여 $D_s = 0.11 D_m$ 으로 取하였다.

2. 最小 遮蔽혼의 決定

카세그레인 안테나에서의 遮蔽에는 그림 3에서 보는 바와 같이 給電혼에 依한 것과 副反射鏡에 依한 것의 2種類가 있으며 위의 兩者가 一致할때의 遮蔽를 最小 遮蔽라 할 수 있다.

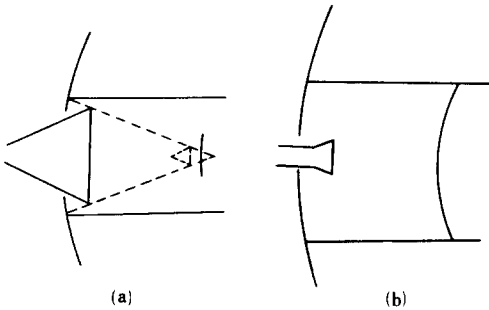


그림 3. 遮蔽의 形態

- (a) 給電혼에 依한 遮蔽
- (b) 副反射鏡에 依한 遮蔽

Fig. 3. The shape of blocking.

- (a) Blocking by the feed horn.
- (b) Blocking by the sub-reflector.

그림 3에서 給電혼에 依한 遮蔽는 主反射鏡에 對한 혼開口面의 投影面積으로 주어지며 給電혼의 開口 크기와 그 位置에 따라 變化하고 副反射鏡에 依한 遮蔽面積은 副反射鏡의 外廓面積과 같음을 알 수 있다.

한편 本 研究에서 取扱한 피라미달혼의 投影面積은 그림 4에서 볼 수 있는 바와 같이 一邊의 길이가 D_b 인 正四角形인데 비추어 副反射鏡의 遮蔽面積은 $\frac{\pi D_s^2}{4}$ 으로 주어지므로 最小 遮蔽를 얻기 위한 D_b 의 크기는

$$D_b = \frac{\sqrt{\pi D_s}}{2} \tag{4}$$

로 주어질 뿐만 아니라

$$\tan \phi_f = \frac{D_b}{2F_m} = \frac{A}{2F_e} \tag{5}$$

의 관계가 成立함을 알 수 있다. 한편 그림 4에서 最小 遮蔽를 갖는 혼 開口는 主反射鏡의 焦點(F)과 D_b 의 兩끝을 連結하는 角度 $2\phi_f$ 내에 存在하여야 하는 同時에 혼과 副反射鏡間의 間격과 L_v 와 比는 통상 2

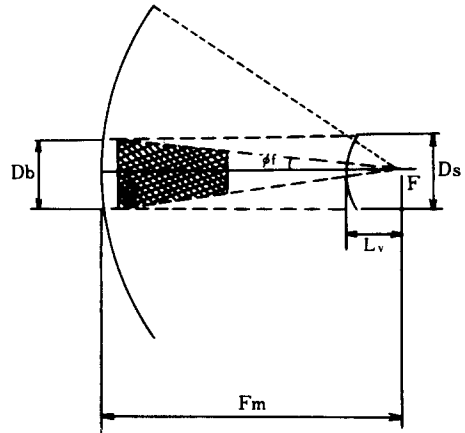


그림 4. 最適혼의 開口領域

Fig. 4. Area of optimum feed horn aperture.

~ 6 정도로 하게 되어 있으므로^[3] 혼과 副反射鏡 사이의 間격 F_c 는

$$3 L_v < F_c < 7 L_v \tag{6}$$

를 만족하여야 할 것이다.

고로 最小 遮蔽를 유지하며 카세그레인 안테나에 適合한 혼開口의 크기 A의 許容범위는 式 (2), (3), (4)를 만족하는 그림 4의 빗금친 領域에 해당하는 것을 알 수 있다.

3. 給電혼의 形態와 輻射

카세그레인 안테나에 適合한 最適의 給電혼을 얻기 위하여 먼저 임의의 혼形態에서 輻射되는 電界式에 對하여 考察한다.

그림 5에서 혼開口面上的의 임의의 점(x, y)에서의 電界分佈를

$$e(x, y) = E_0 \cos \frac{\pi y}{a} \exp \{ -jk(x^2/2\ell_{\epsilon}' + y^2/2\ell_{\eta}') \} \tag{7}$$

단,
$$\ell_{\epsilon}' = \frac{x^2}{2\sqrt{\ell_{\epsilon}^2 - b^2/4}}$$

$$\ell_{\eta}' = \frac{y^2}{2\sqrt{\ell_{\eta}^2 - a^2/4}}$$

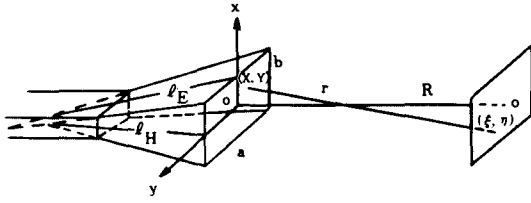


그림5. 복사 전계 계산을 위한 각부의 치수
 Fig. 5. Physical dimensions for calculating the radiation field.

라 할때 혼의 正面方向으로 거리 R만큼 떨어진 임의의 점(ξ, η)에서의 電界는 r ≃ R + 1/2(x - ξ)² + (y - η)² / 2R의 관계와 Jordan 및 Balmain에 의한 電界式^[4]에 의하여

$$E_{\theta}(\xi, \eta) = j \frac{E_x^0}{2\lambda R} e^{-jkR} \iint \cos \frac{\pi y}{a} \exp \left\{ -jk \left(\frac{x^2}{2\ell_{E'}} + \frac{x^2 - 2\xi x}{2R} \right) - jk \left(\frac{y^2}{2\ell_{H'}} + \frac{y^2 - 2\eta y}{2R} \right) - jk \left(\frac{\xi^2 + \eta^2}{2R} \right) \right\} \cdot \cos \phi (1 + \cos \theta) dx dy \quad (8)$$

$$E_{\phi}(\xi, \eta) = -j \frac{E_x^0}{2\lambda R} e^{-jkR} \iint \cos \frac{\pi y}{a} \exp \left\{ -jk \left(\frac{x^2}{2\ell_{E'}} + \frac{x^2 - 2\xi x}{2R} \right) - jk \left(\frac{y^2}{2\ell_{H'}} + \frac{y^2 - 2\eta y}{2R} \right) - jk \left(\frac{\xi^2 + \eta^2}{2R} \right) \right\} \cdot \sin \phi (1 + \cos \theta) dx dy \quad (9)$$

여기서 觀測點이 혼의 正面方向의 Fresnel 領域内に 있을 경우를 생각하면 θ ≃ 0 이므로 cos θ ≃ 1, cos φ ≃ ξ / √(ξ² + η²), sin φ ≃ η / √(ξ² + η²) 따라서 觀測點의 電界의 絶對값은

$$|E(\xi, \eta)| = |\bar{a}_{\theta} E_{\theta}(\xi, \eta) + \bar{a}_{\phi} E_{\phi}(\xi, \eta)| = \sqrt{E_{\theta}^2 + E_{\phi}^2}$$

에서 얻을 수 있다. 결국

$$|E(\xi, \eta)| = \frac{E_x^0}{\lambda R} e^{-jkR} \iint \cos \frac{\pi y}{a} \exp \left\{ -jk \right.$$

$$\left. \left(\frac{y^2}{2\ell_{H'}} + \frac{x^2 - 2\xi x}{2R} \right) - jk \left(\frac{y^2}{2\ell_{H'}} + y^2 - \frac{2\eta y}{2R} \right) \right\} dx dy \quad (10)$$

이 되며 이는 또한 E. H. Brown^[5]에 의하여

$$|E(\xi, \eta)| = \frac{E_x^0 \sqrt{\ell_{E'} \ell_{H'}}}{4\sqrt{(R + \ell_{E'})(R + \ell_{H'})}} X(\xi) Y(\eta) \quad (11)$$

$$X(\xi) = \{ [C(\phi_2) - C(\phi_1)]^2 + [S(\phi_2) - S(\phi_1)]^2 \}^{1/2} \quad (11. a)$$

$$Y(\eta) = \left\{ \begin{aligned} & \cos \theta [C(\alpha_2) + C(\beta_2) - C(\alpha_1) - C(\beta_1)] \\ & + \sin \theta [S(\alpha_2) + S(\beta_2) - S(\alpha_1) - S(\beta_1)]^2 \\ & \cos \theta [S(\alpha_2) + S(\beta_2) - S(\alpha_1) - S(\beta_1)] \\ & + \sin \theta [C(\alpha_2) + C(\beta_2) - C(\alpha_1) - C(\beta_1)] \end{aligned} \right\}^{1/2} \quad (11. b)$$

여기서

$$Q = \frac{\pi n}{a} \cdot \frac{\ell_{H'}}{R + \ell_{H'}}$$

$$\phi_1 = -\frac{1}{\sqrt{2\lambda R}} \left[b \sqrt{\frac{R + \ell_{E'}}{\ell_{E'}}} + 2\xi \sqrt{\frac{\ell_{E'}}{R + \ell_{E'}}} \right]$$

$$\phi_2 = -\frac{1}{\sqrt{2\lambda R}} \left[b \sqrt{\frac{R + \ell_{E'}}{\ell_{E'}}} - 2\xi \sqrt{\frac{\ell_{E'}}{R + \ell_{E'}}} \right]$$

$$\alpha_1 = -\frac{1}{\sqrt{2}} \left[\frac{a}{\sqrt{\lambda}} \sqrt{\frac{R + \ell_{H'}}{R\ell_{H'}}} + \left(\frac{\sqrt{\lambda}}{a} + \frac{2\eta}{R\sqrt{\lambda}} \right) \sqrt{\frac{R\ell_{H'}}{R + \ell_{H'}}} \right]$$

$$+ \left(\frac{\sqrt{\lambda}}{a} + \frac{2\eta}{R\sqrt{\lambda}} \right) \sqrt{\frac{R\ell_{H'}}{R + \ell_{H'}}}$$

$$\alpha_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \left[\frac{a}{\sqrt{\lambda}} \sqrt{\frac{R + \ell_{H'}}{R\ell_{H'}}} - \left(\frac{\sqrt{\lambda}}{a} + \frac{2\eta}{R\sqrt{\lambda}} \right) \sqrt{\frac{R\ell_{H'}}{R + \ell_{H'}}} \right]$$

$$- \left(\frac{\sqrt{\lambda}}{a} + \frac{2\eta}{R\sqrt{\lambda}} \right) \sqrt{\frac{R\ell_{H'}}{R + \ell_{H'}}}$$

$$\beta_1 = \frac{1}{\sqrt{2}} \left[\frac{a}{\sqrt{\lambda}} \sqrt{\frac{R + \ell_{H'}}{R\ell_{H'}}} + \left(\frac{\sqrt{\lambda}}{a} - \frac{2\eta}{R\sqrt{\lambda}} \right) \sqrt{\frac{R\ell_{H'}}{R + \ell_{H'}}} \right]$$

$$+ \left(\frac{\sqrt{\lambda}}{a} - \frac{2\eta}{R\sqrt{\lambda}} \right) \sqrt{\frac{R\ell_{H'}}{R + \ell_{H'}}}$$

$$\beta_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \left[\frac{a}{\sqrt{\lambda}} \sqrt{\frac{R + \ell_{H'}}{R\ell_{H'}}} - \left(\frac{\sqrt{\lambda}}{a} - \frac{2\eta}{R\sqrt{\lambda}} \right) \sqrt{\frac{R\ell_{H'}}{R + \ell_{H'}}} \right]$$

$$- \left(\frac{\sqrt{\lambda}}{a} - \frac{2\eta}{R\sqrt{\lambda}} \right) \sqrt{\frac{R\ell_{H'}}{R + \ell_{H'}}}$$

위의 (11)式에서 η = 0 일 때의 電界는 φ = 0 面上的 電界가 되며 E面 field, 즉 |E|_{E Plane} 을 나타내고 ξ =

0 일 때의 電界는 $\phi = \pi/2$ 面上的 電界가 되며 H面 field, 즉, $|E|_{H-plane}$ 을 나타내게 된다.

4. 피라미달혼에 對한 輻射 패턴의 電算

카세그레인 안테나에서 主反射鏡의 直徑과 그 焦點 거리가 주어 졌을 때 그림 2와 式(4), (5)로 計算된 D_s, D_m , ϕ_v 의 값에 對하여 안테나 性能을 最大로 하는 最適의 피라미달혼을 얻기 위해서는 그림 4의 혼開口 許容領域內에서 혼의 開口面의 位置와 크기를 變化시키면서 그때마다 式(11)에 의한 E面 및 H面 電界를 電子計算機로 計算하고 이것을 比較하여서 얻게 된다.

한편 카세그레인 안테나에서 副反射鏡의 電力照度分布는 中心部에 비해 가장자리가 통상 10 dB 程度 떨어져 지게 한다. [6],[7],[8] 故로 最小 遮蔽를 갖는 피라미달 혼의 輻射電力 패턴에서 -10dB를 이루는 角度(θ_{10dB})와 피라미달혼의 開口面의 中心에서 副反射鏡의 直徑을 바라보는 最大 平面角($2\phi_v$)이 같게 하면 上記照度分

布를 만족한다는 것을 알 수 있으므로 피라미달 혼開口 크기 및 길이에 따른 輻射 패턴에서 카세그레인 안테나에 適한 輻射 패턴을 選定하는 基準은

- i) E 및 H面 輻射 패턴이 유사할 것
- ii) -10dB點이 主로브에 存在할 것.
- iii) 側로브가 -12 ~ -13dB에 나타날 것 等이다.

III. 設計 製作

II章의 理論을 근거로 하여 運用 周波數가 4GHz($\lambda = 75mm$), 主反射鏡의 直徑 D_m 이 61.33λ , 焦點거리 F_m 이 21.24이고 給電 導波管의 斷面이 $0.77 \times 0.38\lambda$ 인 카세그레인 안테나를 設計하여 본다.

- i) 開口角(ϕ_v)

$$\tan \frac{\phi_v}{2} = \frac{D_m}{4F_m} \text{으로 부터 } \phi_v = 71.65^\circ \text{ 이다.}$$

- ii) 副反射鏡의 直徑(D_s)

그림 2로 부터 $D_m = 6.33\lambda$ 일때 $D_s/D_m \approx 0.11$ 이므로 D_s 는 6.8λ 가 된다.

표 1. 혼의 aperture (A)와 길이(L)의 변화에 따른 복사 패턴

Table 1. Radiation pattern from the horn of various A & L.

A	L	$\frac{1}{2} \theta - 10dB$		ϕ_r	-10dB 값의 위치	A	L	$\frac{1}{2} \theta - 10dB$		ϕ_r	-10dB 값의 위치	
		E	H					E	H			
2.6λ	7λ	18.85	23.38	22.92	주로부	2.9λ	7λ	26.44	21.52	20.49	측로부	
	8λ	17.96	23.60				8λ	26.43	21.31			측로부
	9λ	17.67	23.14				9λ	17.67	21.21			"
	10λ	17.45	23.11				10λ	17.03	21.21			주로부
	11λ	17.29	23.13				11λ	16.46	21.29			"
	12λ	17.16	22.80				12λ	16.08	21.45			"
2.7λ	7λ	19.58	23.62	22.05	"	3.0λ	7λ	26.27	21.15	19.79	측로부	
	8λ	17.89	22.63				8λ	25.43	20.85			"
	9λ	17.47	22.50				9λ	25.62	20.62			"
	10λ	17.18	22.54				10λ	17.34	20.57			주로부
	11λ	16.95	22.61				11λ	16.43	20.55			"
	12λ	16.78	22.18				12λ	15.91	20.60			"
2.8λ	7λ	27.33	21.95	21.24	측로부	3.5λ	7λ	24.76	20.17	16.87	측로부	
	8λ	18.32	21.82				8λ	24.25	19.53			"
	9λ	17.43	21.81				9λ	23.79	19.08			"
	10λ	17.00	21.90				10λ	23.32	18.74			"
	11λ	16.67	22.06				11λ	22.91	18.48			"
	12λ	16.42	21.62				12λ	22.54	18.27			"

- iii) 遮蔽面積의 한번 길이 D_0 와 ϕ_r
式(4), (5)로부터 $D_0=6.02\lambda$, $\phi_r=8.07^\circ$ 가 된다.
- iv) 副反射鏡의 두 焦点間의 거리 (F_c)
式(5)로부터 $A=2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 3.0\lambda$ 일 때 $F_c=9.168, 9.521, 9.837, 10, 226, 10.579\lambda$ 가 된다.
- v) 혼 開口面 中心에서 副反射鏡끝과 이루는 角(ϕ_r)

設計순서 iv)에서 계산된 F_c 값들을 式(2)에 대입하여 A의 변화에 따른 ϕ_r 값의 변화를 얻으면 $\phi_r=22.92^\circ, 22.05^\circ, 21.24^\circ, 20.49^\circ, 19.78^\circ$ 이다.

- vi) 혼 開口의 크기 (A) 및 길이 (L)

II章의 輻射패턴 電算方法(flow chart 別添)으로 혼 開口 可變領域內에서 電子計算한 結果는 표 1과 같다.

A와 L의 變化에 따른 (II)式에 의한 輻射패턴의 計算에서 얻어지는 $\frac{1}{2}\theta_{10dB}$ 角이 그 A에 對하여 計算되는 ϕ_r 角과 대체로 一致하는 범위는 표 1에서 보는 바와 같이 $A=2.8\lambda, L=8\sim 10\lambda$ 및 $A=2.9\lambda, L=9\sim 10\lambda$ 에서 찾아 볼 수 있으며 그 中間값을 擇하여 最適 吡라미달혼에 對한 값으로서 $A=2.84\lambda, L=9\lambda$ 를 擇하였다. 이 경우에 對한 혼의 輻射패턴은 그림 6과 같았다.

- vii) 最適 혼에 對한 副反射鏡의 位置

式(5)에서 $\phi_r=8.07^\circ, A=2.84\lambda$ 로부터 $F_c=10.01\lambda$ 로 주어지며 $\phi_r=20.94^\circ$ 가 된다.

이들 값에 對한 焦点F에서 雙曲面의 中点까지의 길이 (L_v)는 式(3)에 의해서 $L_v=2.04\lambda$ 로 計算된다.

- viii) 主, 副反射鏡의 曲線方程式

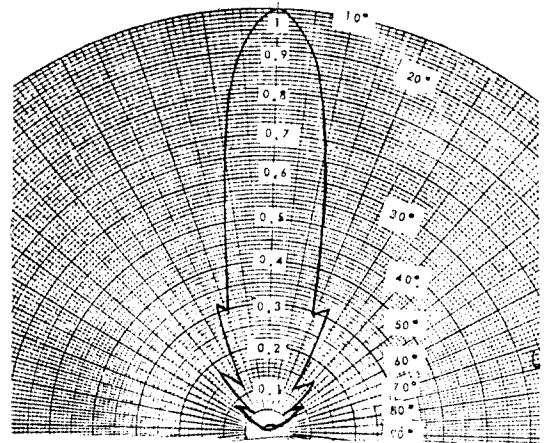
主反射鏡의 方程式은 拋物線式 $y^2 = 4px$ 에서 $y^2 = 84.96\lambda x$ 를 얻으며 副反射鏡의 方程式은 雙曲線式 $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$ 과 $a = \frac{F_c}{2e}, b = a\sqrt{e^2 - 1}$,

$e = \frac{\sin \frac{1}{2}(\phi_v + \phi_r)}{\sin \frac{1}{2}(\phi_v - \phi_r)}$ 의 관계(但 e는 雙曲線의 離心率)에서 $\frac{x^2}{(2.96\lambda)^2} - \frac{y^2}{(4.03\lambda)^2} = 1$

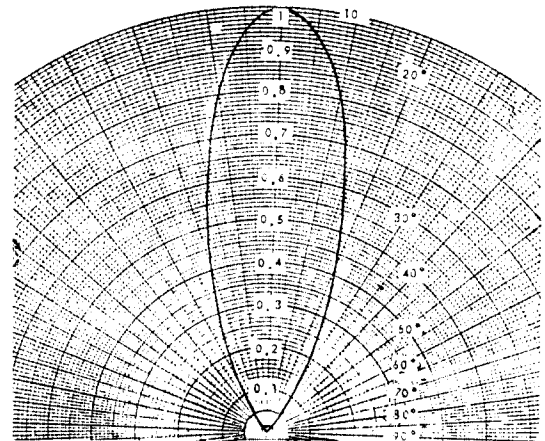
과 같은 方程式을 얻는다.

上記 各 設計 순서에 따라 求해진 設計 變數값에 對해서 그림 7과 같이 카세그레인 안테나를 設計하였다.

主 副反射鏡의 製作에는 硬度 1/4H, 두께 3mm의 알루미늄판을 使用하였다. 副反射鏡은 回轉雙曲面으로 만



(a) E 면 패턴



(b) H 면 패턴

그림 6. 설계된 최적 혼의 복사 패턴
Fig. 6. Radiation patterns of optimum horn.

든 金形을 利用하여 製作하였고 主反射鏡의 製作에 있어서는 먼저 그 $\frac{1}{2}$ 小曲面을 얻기 위한 金形의 精密製作에 注力하였으며 金形으로 찍혀 나온 小曲面이 設計한 小曲面과 一致할때 까지 또 小曲面들 사이의 間격誤差가 5mm이내 이며 回轉拋物面으로 되는 小曲面 表面의 凹凸誤差가 3~5mm(약 1/16파장크기) 以內로 될 때 까지 數次에 걸친 金形 修訂을 하였다. 또한 壽命을 길게 하기 위해 化學 표면 처리 및 熱처리와 塗色을 하였으며 사진 1과 같은 試作品을 얻었다.

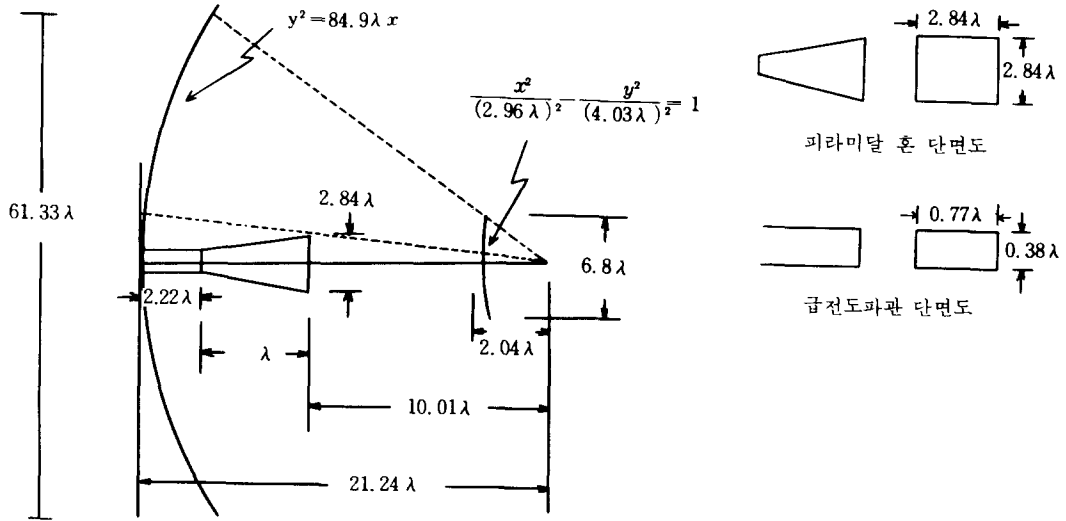


그림7. 카세그레인 안테나의 設計圖
Fig. 7. An outline plane of antenna system.

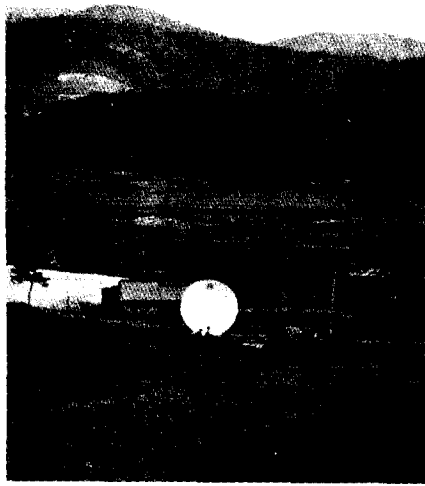


사진 1. 제작 안테나의 현장 측정 광경
Photo1. Field testing scene of the manufactured antenna.

IV. 實驗 및 結果

測定 안테나의 開口面이 큰데서 오는 位相差에 依한 誤差를 줄이기 위해서는 送受信 間의 距離가 수백미터 정도 必要하므로 本 實驗에서는 안테나를 사진1과 같이 野外에 移動 設置하여 充分한 距離를 두고서 測定

하였다.

利得은 horns의 位置를 前後方으로 移動시켜 VSWR 이 제일 좋은 位置에 固定한 다음, 標準 안테나와의 比較 法으로 測定하였으며 카세그레인 안테나를 左右, 上下 로 回轉하면서 그때마다 受信電界를 測定하여 E面, H 面の 指向性을 구하였다.

測定結果는 표 2와 같았으며 E面 및 H面패턴은 左右, 또는 上下가 對稱으로 나타났기 때문에 그림8과 같이 한 그림으로 나타낼 수 있었다.

또한 이 그림에서 前側方比는 -17dB이며 半值角은 약1.1° 임을 알 수 있었다. 以上の 結果를 같은 크기의 外國 製品 안테나와 比較한바 표 2와 같이 試作品의 性能이 優秀함을 알 수 있었다.

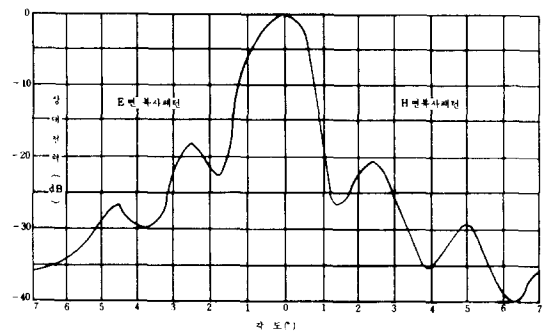


그림8. 4GHz에 대한 E면 및 H면 복사 패턴
Fig. 8. Measured E & H radiation pattern in 4GHz.

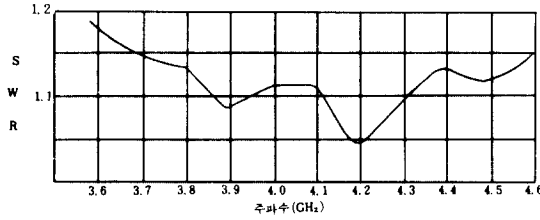


그림9. VSWR
Fig. 9. Measured VSWR.

표 2. 성능 비교
Table 2. Comparison of performance.

안테나형	4.5m(外國製)	4.6m(試作品)
운용주파수, GHz	3.7~4.2	3.7~4.2
이득, dB	42.3~43.5	43.0
최대 VSWR 값	1.3	1.15
반치각, 도	1.2	1.1
-15dB 범각, 도	2.4	2.0

V. 結 論

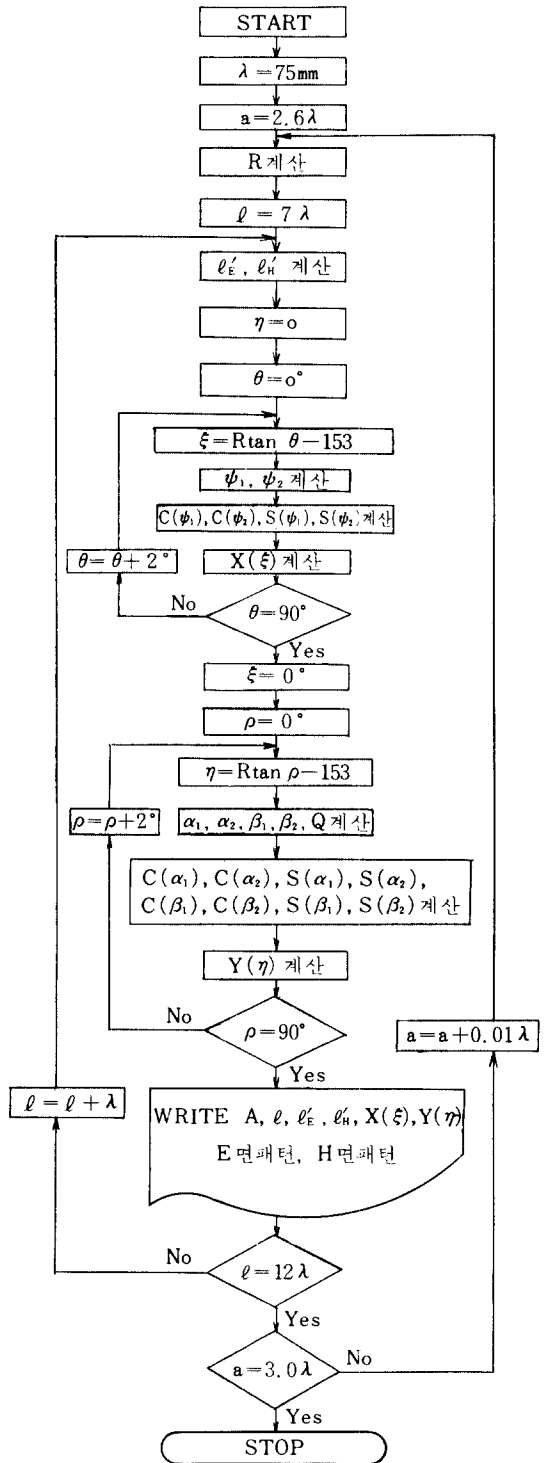
大口徑 카세그레인 안테나에서 主反射鏡의 直徑과 焦点이 주어졌을 때 이 카세그레인 안테나에 適合한 副反射鏡의 決定, 피라미달혼의 設計法等 從來에는 整理公開된 바 없는 카세그레인 안테나의 一貫된 設計法을 明確히 하였다. 이 設計例에 따라 製作된 直徑 4.6 m 周波數 4 GHz의 실제 카세그레인 안테나에서 電力利得 43dB, 半置角 1.1°, VSWR 1.15以內等 국제 규격에 버금가는 性能을 얻었다.

本 研究에서는 카세그레인 안테나의 幾何學的 구조에 依한 最小 遮蔽條件을 만족하는 것을 于先하였으며 給電혼으로서의 피라미달혼을 使用하는 경우만을 다루었으나 E-面, 또는 H-面 扇形을 使用하는 경우에 대해서도 應用할 수도 있다.

本 研究는 1980년도에 정부와 기업이 공동으로 연구비를 부담하여 수행한 "Microwave 4.6m Parabola Antenna 제조에 관한 연구"의 보고서를 整理 補完한 것이다.

또한 이 논문을 整理하는데 있어서 高麗大學校 電子工學科 大学院 朴仁甲, 李鎮杰, 兪성준 君의 도움이 많았으며 이에 대하여 謝意를 表하는 바이다.

피라미달 혼의 복사패턴 플로우 차트



參 考 文 獻

- [1] 遠藤敬二, “안테나 工學”, pp. 197, 237-240, 日刊工業新聞社, 1969.
- [2] P. W. Hannan, “Microwave antennas derived from the cassegrain telescope”, *IRE Trans. AP* -9, pp. 140-153, Mar. 1961.
- [3] Jasik, “*Reference Data for Radio Engineers.*” McGraw-Hill. pp. 27-38, 1961.
- [4] E. C. Jordan & K. G. Balmain, *Electromagnetic Wave and Radiating Systems.*, pp. 488-490, Prentice Hall, 1968.
- [5] E. H. Braun, “Gain of electromagnetic Horn antenna”, *Proc. IRE*, pp. 1101-1105, Feb. 1948.
- [6] Jasik, *Antenna engineering handbook*. McGraw-Hill. pp.27- 38, 1961.
- [7] G. W. Collins, “Shaping of subreflectors in cassegrain antennas for maximum aperture efficiency”, *IEEE Trans. Ap*-21, pp. 309-313, May 1973.
- [8] E. W. Wolf, “*Antenna analysis*” pp.320, 1966.
- [9] A. W. Love, “The diagonal horn antenna”, *Micro. J.*, vol. V, pp. 117-122, Mar. 1962.