

INTELSAT 衛星을 위한 標準 A形 地球局 안테나의 設計

正會員 崔 學 根* 正會員 金 奎 仁** 正會員 李 燉 信**

A Design of Standard A Earth Station Antenna for INTELSAT Satellite

Hak Kuen Choi*, Kyu In Kim**, Don Shin Lee** *Regular Members*

要 約

본 논문에서는 경면수정기술을 이용하여 INTELSAT 위성을 위한 표준 A형 지구국 안테나를 설계하고 제작했다. 설계된 안테나는 18m 직경의 C 밴드 경면수정 카세 그레인 안테나로 CCIR의 규정사항인 사이드로브 포락선 29-25 log θ 를 만족했으며, 모든 복사특성이 설계목표치를 충분히 만족하는 것으로 나타났다.

ABSTRACT

In this paper, the standard A earth station antenna was designed by using the shaping techniques and also manufactured for INTELSAT satellite. The designed antenna is C-band shaped cassegrain antenna with the diameter of 18m. The wide-angle radaiation patterns wholly satisfied CCIR Recommendation of sidelobe envelope line of 29-25 log θ . The whole radiation characteristics satisfied the design specifications.

I. 서 론

1945년 영국의 저널리스트 Arthur C. Clarke가 정지통신위성의 가능성을 시사한 후 1957년 최초의 인공위성인 소련의 SPUTNIK가 발사되어 인공위성에 의한 통신 가능성은 급속히 확산되었고, 1965년 최초

의 국제상용위성인 Early Bird가 국제전기통신 위성기구(INTELSAT:International Telecommunication Satellite Organization)에 의해 발사·운용되므로써 상업위성통신 시대가 막을 올리게 되었다. 위성통신은 그 동안 미국, 캐나다, 프랑스, 서독, 일본 등의 국가와 INTELSAT, INMARSAT(국제해사위성기구:International Maritime Satellite Organization) 등의 국제기구를 중심으로 발전하여 이제는 명실상부 국제통신의 기간전송로로서 확고한 자리를 차지하고 있다.

*檀國大學校 電子工學科

Dept. of Elec. Eng., Dankook Univ.

** (株)하이게인 안테나

HIGH GAIN ANTENNA CO., LTD.

論文番號: 92-100 (接受1992. 5. 30)

INTELSAT는 1964년 미국을 중심으로 하여 11 개국이 모여 출발한 후 현재는 가맹국이 120 개국 정도이고, 그간 발사된 위성만도 49개이며 1992년 INTELSAT 7호 위성이 발사되어 서비스를 제공한 예정이다.

우리나라는 INTELSAT 위성을 위하여 표준 A형 지구국으로서 KTA 소속의 급산 및 보은 지구국이 있고 DACOM 산하의 아산지구국이 있다. 표준 A형 지구국 안테나로는 집속법 급전계를 사용하는 32m 급 및 급전 혼을 사용하는 18m 급의 카세그레인 안테나(Cassegrain Antenna)가 이용되고 있다. 카세그레인 안테나는 등가축점거리가 길고, 주반사경에서의 스필오버가 작고, 급전시스템을 반사경의 뒤쪽에 설치할 수 있으며, 경면수정으로 고효율 및 저잡음 특성을 실현할 수 있기 때문에 대부분의 대형지구국의 안테나로 사용된다⁽¹⁾⁽²⁾.

카세그레인 안테나는 광학계의 카세그레인식 반사 망원경에서 유래한 것으로 1차복사기, 주반사경 및 부반사경으로 구성되어 있으며 통상 주반사경은 포물면, 부반사경은 쌍곡면으로 되어 있다. 이 안테나의 고효율화를 위해서는 경면수정기술을 이용하여 안테나 개구면의 진폭분포 및 위상분포를 조정하여야 한다⁽³⁾⁽⁴⁾. 경면수정기술은 Kinber⁽⁵⁾와 Galindo⁽⁶⁾에 의해 최초로 연구·발표된 이후 지구국 안테나의 설계에 널리 사용되고 있다.

종래 지구국 안테나는 사이드로브 포락선이 $32 - 25 \log \theta$ 를 만족하도록 규정되어 있었다. 따라서 안테나의 반사경면을 설계할 때는 개구면의 전계분포가 균일하게 되도록 하여 효율에 치중해서 설계하였다. 그러나 통신용량이 증대되고 위성의 수가 증가함에 따라 CCIR(International Radio Consultative Committee)에서는 인접위성과의 간섭을 줄이기 위하여 1988년도 이후에 설치되는 직경 150λ 이상의 안테나에 대하여는 $29 - 25 \log \theta$ 의 사이드로브 포락선을 반드시 만족하도록 규정하고 있다⁽⁷⁾.

따라서 본 논문에서는 경면수정기술을 이용하여 사이드로브 포락선 $29 - 25 \log \theta$ 를 만족하면서 고효율 및 저잡음 특성을 갖는 직경 18m의 표준 A형 지구국 안테나를 설계한다. 설계된 안테나를 실제 제작하고 위성시험을 통하여 복사특성을 측정하므로써 안테나의 성능을 평가한다.

II. 경면 설계

1. 설계이론

위성통신 지구국용 경면수정 카세그레인 안테나는 ① 에너지 보존법칙 ② 광로장 일정법칙 ③ 반사법칙에 의하여 설계된다⁽⁸⁾.

그림 1은 경면 수정을 위한 카세그레인 안테나의 좌표계이다. 그림 1에서 1차복사기의 복사전계를 $E_r(\theta_r)$, 주반사경 개구면의 전계분포를 $E_a(\rho)$ 라고 하면 에너지 보존법칙에 의하여 다음식이 성립한다.

$$\frac{\int_0^{\theta_m} |E_r(\theta_r)|^2 \sin\theta_r d\theta_r}{\int_0^{\theta_m} |E_r(\theta_r)|^2 \sin\theta_r d\theta_r} = \frac{\int_B^{\rho_m} |E_a(\rho)|^2 \rho d\rho}{\int_B^{\rho_m} |E_a(\rho)|^2 \rho d\rho} \quad (1)$$

여기서 θ_m 과 ρ_m 은 각각 θ 와 ρ 의 최대값이고 B는 부반사경에 의한 브로킹 높이를 나타낸다. 브로킹 높이 B는 대부분 0으로 선택하고^(1,2,4,5) 있지만, 여기서는 부반사경의 중심부분에서 반사된 빔이 1차복사기에 내부로 들어오는 것을 방지하기 위하여 부반사경의 반경 이상으로 한다.

개구면에서의 위상분포가 일정하게 되기 위해서는 1차복사기로부터 개구면에 이르는 광로장이 일정해야 한다. 따라서 다음 식이 성립된다.

$$r_1 + \frac{r_1 \cos\theta_r - z - 2F_s}{\cos\phi} - z = L_0 \quad (2)$$

여기서 r_1 는 1차복사기의 위상중심으로부터 부반사경의 한 점까지의 거리이고, L_0 는 상수, F_s 는 부반사경의 초점거리이다.

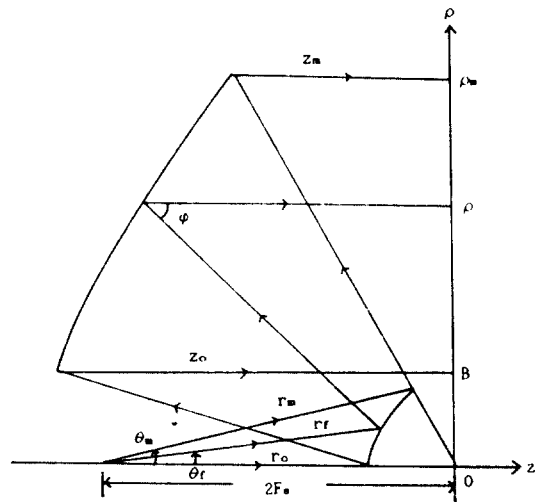


그림 1. 경면수정 카세그레인 안테나의 좌표계
Fig. 1. Coordinate of shaped cassegrain antenna.

주반사경과 부반사경에서 입사파와 반사파에 대한 반사법칙은

$$\frac{dz}{d\theta_f} = \tan \frac{\varphi}{2}$$

$$\frac{1}{r_f} \frac{dr_f}{d\theta_f} = \tan \frac{\theta_f + \varphi}{2} \quad (3)$$

으로 표현된다.

식 (1)~(3)을 정리하여 나타내면 다음과 같이 된다.

$$\frac{dz}{d\theta_f} = \frac{d\rho}{d\theta_f} \tan \frac{\varphi}{2}$$

$$\frac{dr_f}{d\theta_f} = r_f \tan \frac{\theta_f + \varphi}{2} \quad (4)$$

$$\varphi = \cos^{-1} \frac{r_f \cos\theta_f - z - 2F_s}{L_0 - r_f + z}$$

$$\frac{d\rho}{d\theta_f} = \frac{|E_f(\theta_f)|^2 \sin\theta_f}{|E_a(\rho)|^2 \rho} \frac{\int_{\theta_0}^{\theta_m} |E_a(\rho)|^2 \rho d\rho}{\int_0^{\theta_m} |E_f(\theta_f)|^2 \sin\theta_f d\theta_f}$$

식 (4)는 연립 1계 상미분방정식으로서 그 해를 구하면 주반사경 및 부반사경의 곡면이 구해진다. 식 (4)로부터 반사경의 형상을 구할 때 초기치로서 $\theta_f = 0$ 일때 $r_f = r_0$, $z = z_0$ 로 하고 θ_f 를 증가시키면서 경면을 수정하는 것이 일반적이다^(4,5). 그러나 여기서는 $\theta_f = \theta_m$ 일때 $r_f = r_m$, $z = z_m$ 으로 하여 θ_f 를 감소시켜 가면서 경면을 수정한다.

2. 초기치선정

카세그레인 안테나의 경면을 설계할 때에 다음 사항들이 초기치로서 결정되어야 한다.

(1)주반사경의 직경 및 초점거리

카세그레인 안테나의 주반사경의 직경은 소요빔폭에 따라 결정하고 초점거리는 안테나 전체 구조를 고려하여 결정한다. 초점거리와 주반사경의 직경비 (F_m/D_m)가 지나치게 작으면 안테나 제작시 경면오차가 커지고 반사경 및 반사경 지지구조물의 무게가 증가한다. 반면에 F_m/D_m 이 지나치게 크면 부반사경의 지지대가 길어져 안테나의 처짐이 발생한다. 보통 F_m/D_m 은 0.3~0.42 범위 내에서 선정한다^(1,2).

(2)부반사경의 직경 및 초점거리

부반사경의 직경은 부반사경에 의한 브로킹 효율

(blocking efficiency)을 고려하여 정하는데 보통 부반사경과 주반사경의 직경비(D_s/D_m)가 0.08~0.11 범위가 되도록 한다. 여기서 주반사경의 직경이 클수록 D_s/D_m 을 작게하고 주반사경의 직경이 작을수록 D_s/D_m 을 크게 한다^(1,2).

부반사경의 초점거리는 1차복사기로부터 부반사경에 반사된 빔이 주반사경으로 향할 때 1차복사기에 의하여 브로킹되지 않도록 1차복사기의 직경과 길이를 고려하여 결정한다. 초점거리가 너무 길면 1차복사기가 주반사경 뒷면까지 빠져 나오고 다이플렉서(Diplexer)등 급전회로를 두는 허브(Hub)가 커지게 된다.

(3)개구면의 전개분포

카세그레인 안테나의 개구면효율, 사이드로브 레벨, 빔폭, 이득 등의 복사특성은 주로 개구면의 전개분포에 의하여 결정된다. 개구면 테두리 쪽의 전개레벨이 낮으면 광각 저 사이드로브 특성을 얻을 수 있으나 이득이 감소하고 빔폭이 넓어진다. 따라서 사이드로브 포락선 $29-25 \log\theta$ 를 만족하면서 이득이 가장 높게 나타나도록 개구면의 전개분포를 결정해야 한다.

(4)1차복사기

위성통신 지구국용 경면수정 카세그레인 안테나의 1차복사기로서는 대역폭이 넓고(대역폭 2:1 까지도 가능), 교차편파 특성이 우수하고, 축 대칭의 빔 특성을 갖는 코루게이션 혼 안테나(corrugated horn antenna)가 가장 널리 사용되고 있다^(8,9). 1차복사기는 부반사경에서 스펬오버효율(spillover efficiency) 및 1복사기의 길이 등을 고려하여 설계되어야 한다. 스펬오버효율은 부반사경 테두리에서의 조사레벨이 낮을 수록 증가하지만 조사레벨이 지나치게 낮으면 경면설계 후의 주·부반사경의 곡면의 오목하게 되어 제작오차가 커지게 된다. 일반적으로 부반사경 테두리의 조사레벨은 곡면 설계 주파수에서 -20 dB 정도로 하고 있다⁽⁷⁾.

III. 복사전계 해석

1. 부반사경의 복사전계

그림 2의 부반사경의 좌표계에서 1차복사기에 의하여 부반사경 표면에 유기된 전류밀도를 J_s 라 할때

복사전계는 다음과 같이 나타낼 수 있다⁽¹⁰⁾.

$$\mathbf{E}_s = -jk\eta \frac{e^{-jkR_s}}{4\pi R_s} [\mathbf{I}_s - \hat{\mathbf{R}}_s \hat{\mathbf{R}}_s] \cdot \mathbf{f}_s \mathbf{J}_s e^{-jk\hat{\mathbf{R}}_s \cdot \hat{\mathbf{R}}} ds \quad (5)$$

단,

$$k = 2\pi/\lambda$$

$$\eta = 120\pi$$

\mathbf{R}_s 는 원점으로부터 관측점 (θ_s, ϕ_s) 로 향하는 단위벡터

$\hat{\rho}_s$ 는 원점으로부터 반사경면까지의 거리벡터

\mathbf{I}_s 는 Unit dyadic으로서 $\mathbf{I}_s = \hat{\mathbf{R}}_s \hat{\mathbf{R}}_s + \hat{\theta}_s \hat{\theta}_s + \hat{\phi}_s \hat{\phi}_s$ 이다.

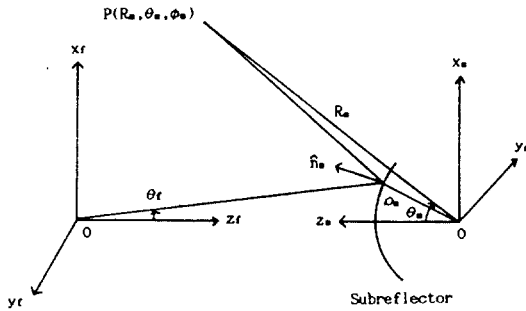


그림 2. 부반사경의 좌표계
Fig. 2. Subreflector coordinate.

식 (5)에서 부반사경 표면의 유기전류밀도 \mathbf{J}_s 는 물리광학 근사에 의한

$$\mathbf{J}_s = 2\hat{\mathbf{n}}_s \times \mathbf{H}_f = 2\hat{\mathbf{n}}_s \times (1/\eta \hat{\mathbf{r}}_f \times \mathbf{E}_f) \quad (6)$$

으로부터 구해진다^(10,11). 여기서 \mathbf{E}_f 및 \mathbf{H}_f 는 1차복사기로부터 부반사경의 표면에 입사하는 전계 및 자계이고, $\hat{\mathbf{r}}_f$ 는 1차복사기의 위상중심으로부터 부반사경의 한 점으로 향하는 단위벡터이고, $\hat{\mathbf{n}}_s$ 는 부반사경 표면에 수직인 단위벡터로서 다음과 같다.

$$\hat{\mathbf{n}}_s = \frac{\hat{\mathbf{r}}_f - \frac{1}{r_f} \frac{\partial r_f}{\partial \theta_f} \hat{\theta}_f}{\sqrt{1 + \left[\frac{1}{r_f} \frac{\partial r_f}{\partial \theta_f} \right]^2}} = \frac{\mathbf{N}}{N} \quad (7)$$

식 (7)에서 반사경면은 회전대칭이므로 ϕ 방향 성분은 존재하지 않는다.

부반사경의 미소면적 $ds = N r_f^2 \sin\theta_f d\theta_f d\phi_f$ 를 식 (5)에 대입하고 부반사경 전체 대하여 적분하면 부반사경에 의한 복사전계를 구할 수 있다.

2. 주반사경의 복사전계

그림 3의 주반사경 좌표계에서 반사경 표면의 유기전류밀도 \mathbf{J}_m

$$\mathbf{J}_m = 2\hat{\mathbf{n}}_m \times \mathbf{H}_s = 2\hat{\mathbf{n}}_m \times (1/\eta \hat{\mathbf{R}}_s \times \mathbf{E}_s) \quad (8)$$

로 쓸 수 있다. 여기서 \mathbf{E}_s 는 부반사경의 복사전계이고, $\hat{\mathbf{n}}_m$ 은 주반사경에서의 법선 단위벡터로

$$\hat{\mathbf{n}}_m = \frac{\frac{\partial z}{\partial \rho} \cos\phi' \hat{\mathbf{x}} + \frac{\partial z}{\partial \rho} \sin\phi' \hat{\mathbf{y}} - \hat{\mathbf{z}}}{\sqrt{1 + \left[\frac{\partial z}{\partial \rho} \right]^2}} \quad (9)$$

이다. 주반사경의 복사전계는 식 (5) 처럼

$$\mathbf{E} = -jk\eta \frac{e^{-jkR}}{4\pi R} [\mathbf{I} - \hat{\mathbf{R}}\hat{\mathbf{R}}] \cdot \mathbf{f}_s \mathbf{J}_m e^{-jk\hat{\mathbf{R}}_s \cdot \hat{\mathbf{R}}} ds \quad (10)$$

로 쓸 수 있다. 식 (10)에서 $\mathbf{I} = \hat{\mathbf{R}}\hat{\mathbf{R}} + \hat{\theta}\hat{\theta} + \hat{\phi}\hat{\phi}$ 이다. 식 (10)을 개구면에 대한 적분식으로 바꾸면 다음과 같이 된다.

$$\mathbf{E} = -jk\eta \frac{e^{-jkR}}{4\pi R} [\mathbf{I} - \hat{\mathbf{R}}\hat{\mathbf{R}}] \cdot \int_0^{2\pi} \int_B^{D_m/2} \mathbf{J}_e \exp(jk\cos\theta z) \exp(jk\rho\sin\theta\cos(\phi - \phi')) \rho d\rho d\phi' \quad (11)$$

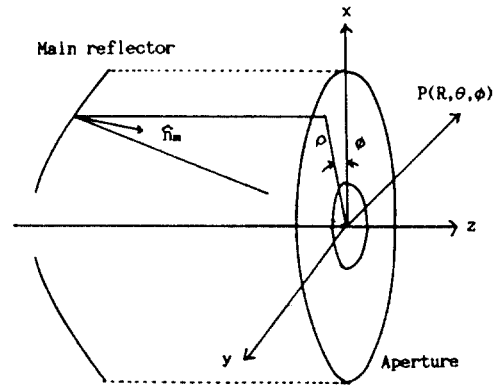


그림 3. 주반사경의 좌표계
Fig. 3. Main reflector coordinate.

단, J_e 는 등가전류밀도로 $J_e = J_m \sqrt{1 + (\tilde{c}z/\tilde{c}\rho)^2}$ 이다.

식 (11)을 이용하여 경면 수정 카세그레인 안테나의 복사전계를 구할 수 있다.

IV. 안테나의 설계 및 복사특성

여기서는 위성통신 표준 A 형 지구국 안테나로서 경면수정 카세그레인 안테나를 설계하고 복사특성을 고찰한다.

1. 안테나의 설계

송신주파수 5.85-6.425 GHz 수신주파수 3.625-4.2 GHz 에서 광히 사용되는 C 밴드 직경 18m 경면수정 카세그레인 안테나를 설계한다.

설계목표는 표 1로 한다.

표 1. 설계사양

Table. 1. Design specification

| 항 목 | 목 표 치 |
|--------------|---|
| 이 특 | Tx : 58.7 dB Rx : 55.7 dB |
| 사이드로브 레벨 | -14 dB 이하 |
| 사이드로브 포락선 | 29-25 log θ |
| G/T (EL.=5°) | 35.22 dB 이상 |
| 잡음온도 | 55° K 이하 (EL.=5°) 34° K 이하 (EL.=20°) |
| 교차편과 레벨 | -30 dB 이하 |
| 축 비 | 0.5 dB |
| VSWR | 1.3 : 1 |

상기 설계 목표를 만족하는 경면 수정 카세그레인 안테나를 설계하기 위한 순서는 다음과 같다.

- 표준형 카세그레인 안테나의 구조 결정
- 개구면 전계분포 결정
- 1차복사기 설계
- 경면 수정
- 경면 수정 안테나의 복사특성 계산

안테나의 복사특성이 설계목표치에 합당하지 못하면 위의 과정을 반복하여 최적설계가 되도록 한다.

표 1의 설계목표를 만족하는 안테나를 설계하기 위해 결정된 표준형 카세그레인 안테나의 F_m/D_m 은

0.3833이고, D_s/D_m 은 0.1이고 브로킹 높이 B는 129cm 이다. 또한 부반사경의 이심률은 1.5868이고 반개구각은 16° 이다.

사이드로브 포락선 $29-25 \log\theta$ 를 만족하기 위해서는 주반사경 테두리에서의 회절전계 성분을 줄여야 하고 반사경 테두리에 도달되는 전계세기가 약한 분포를 사용해야 한다. 여기서는 개구면의 전계분포로서 $E_a(\rho) = (1 - (\rho/\rho_0)^2)^{0.4}$ 를 선정한다. ρ_0 는 주반사경의 반경보다 약 1% 정도 크게 선정한다. 이 때 조도분포효율은 4 GHz 대에서 95.87% 이고 6 GHz 대에서는 91.17% 가 된다. 그림 4는 개구면의 전계분포를 나타낸다.

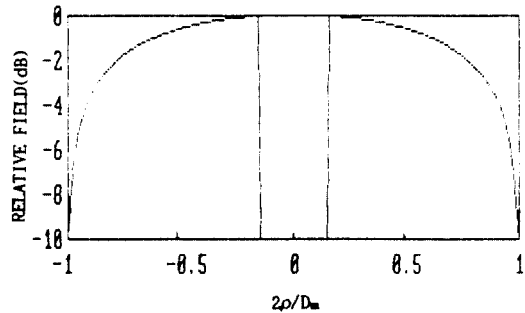


그림 4. 개구면 전계분포

Fig. 4. Aperture field distribution

1차복사기는 코루케이션 혼 안테나로서 부반사경의 테두리(반개구각 16°)에서의 edge Taper를 6 GHz에서 -30 dB가 되도록 하였다. 이때 부반사경에서의 스윙오버 효율은 4 GHz에서 97.47%, 6 GHz에서 99.38%이다. 1차복사기의 제원은 직경이 49.276cm, 반개구각 7°이다. 그림 5는 HEn 모드를 가정하고 계산한 1차복사기의 복사패턴과 실제 제작하여 측정된 패턴을 비교한 것이다. 측정치는 45° 면상의 패턴이다.

수정 경면 형상은 식 (4)의 방정식에 표준형 카세그레인 안테나의 구조 파라메타, 혼의 측정패턴, 개구면의 전계분포를 대입하고 θ 변화시키면서 대응되는 r, z, ρ 를 구하므로써 얻어졌다. 그림 6은 설계된 반사경의 형상을 나타내고 있다. 주반사경 테두리 쪽에 부반사경에서 반사된 빔들을 모여 있음을 알 수 있다.

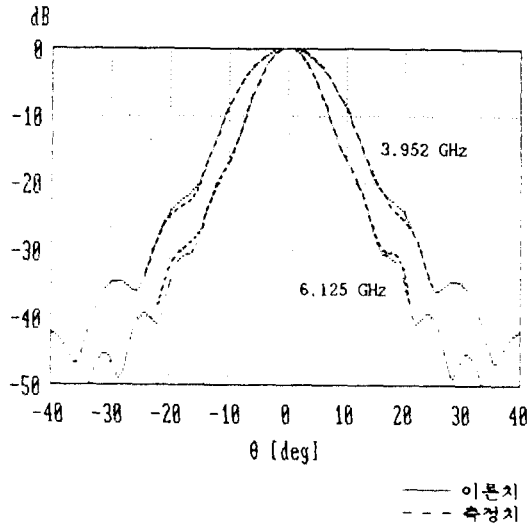


그림 5. 혼 안테나의 복사패턴
Fig. 5. Radiation pattern of feed horn.

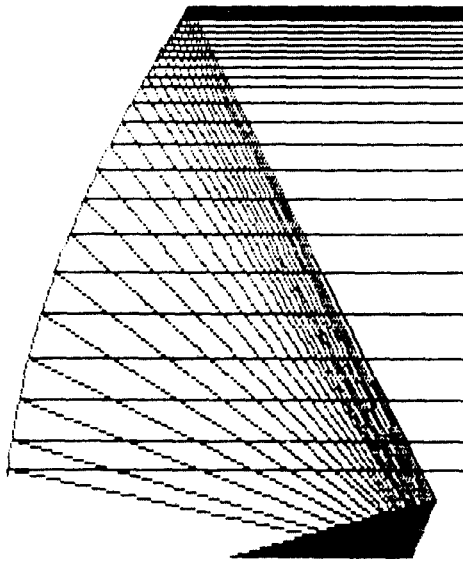


그림 6. 반사경의 형상
Fig. 6. Reflector configuration.

그림 7은 부반사경으로 향하는 1차복사기의 입사각 θ_i 에 따른 주반사경에서의 빔각 ϕ 의 변화를 나타낸 것으로 입사각이 증가할수록, 즉 주반사경의 중심으로부터 주반사경의 테두리 쪽으로 갈수록 ϕ 는 증

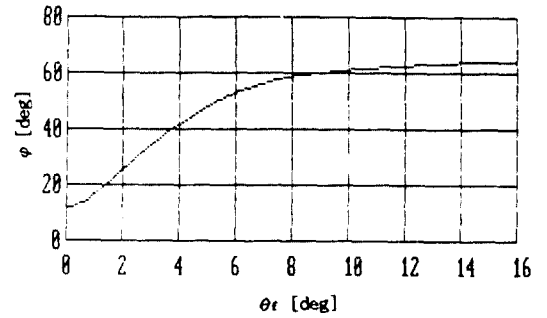


그림 7. ϕ 곡선
Fig. 7. ϕ curve.

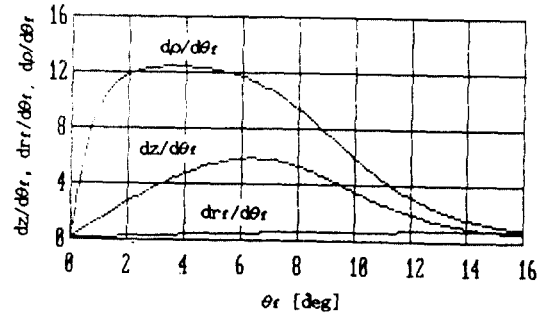


그림 8. $dz/d\theta_i$, $dr_i/d\theta_i$ 및 $dp/d\theta_i$ 곡선
Fig. 8. $dz/d\theta_i$, $dr_i/d\theta_i$ and $dp/d\theta_i$ curves.

가하다가 일정해진다. 그림 8은 식 (4)의 $dz/d\theta_i$, $dr_i/d\theta_i$, $dp/d\theta_i$ 를 부반사경의 양 초점 사이의 거리 $2F_0$ 로 정규화하여 나타낸 것이다. 1차복사기의 입사각이 증가할수록 입사각에 대한 위상중심으로부터 부반사경까지의 거리변화는 서서히 증가하고, 주반사경의 빔의 위치(ρ, z) 변화는 처음에 증가하다가 감소한다. 이로부터 설계된 곡면 형상은 표준형 카세그레인 안테나의 곡면에 비하여 반사경의 회전중심 부분이 볼록하다는 것을 알 수 있고, 이 때문에 부반사경에 반사된 빔이 주반사경의 테두리 쪽으로 모이게 되어 계곡면의 테두리 부분의 전계레벨이 증가함을 알 수 있다.

2. 복사특성

그림 9는 설계된 직경 18m의 C 밴드 지구국 안테나의 외관이다. 그림 10은 설계된 부반사경 곡면에 의한 복사패턴을 수치계산한 것이다. 반사경의 테두

리 부근에서 전계가 급격히 감소함을 알 수 있다. 그림 11은 설계된 안테나의 부반사경 지지대에 의한 영향을 무시하고 계산한 복사패턴이다. 주파수는 3.952 GHz와 6.125 GHz 이다.

수신주파수 3.952 GHz에서 사이드로브 레벨은 -19.8 dB로서 측정치 -16.0 dB 보다는 다소 낮게 계산되었다. 이것은 지지대에 의한 브로킹 현상을 고려하지 않으므로써 나타난 차이이다.

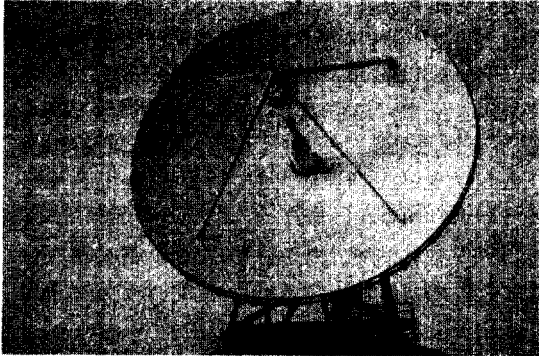


그림 9. 표준 A 형 지구국 안테나
Fig. 9. Standard A earth station antenna.

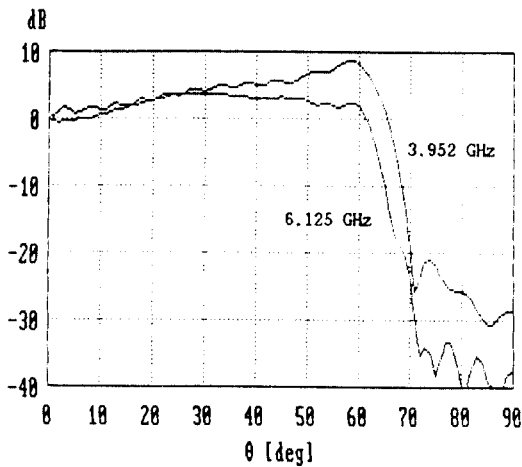


그림 10. 부반사경의 복사패턴
Fig. 10. Subreflector patterns.

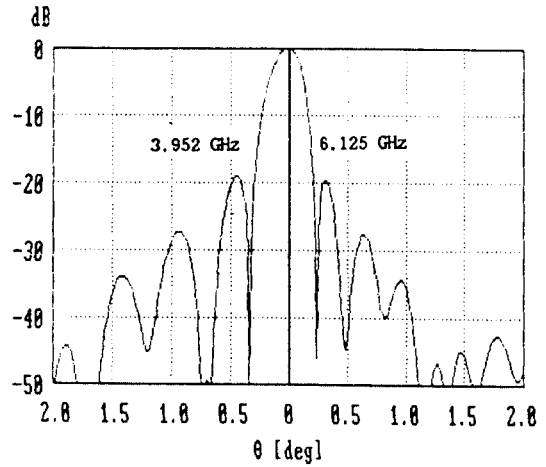
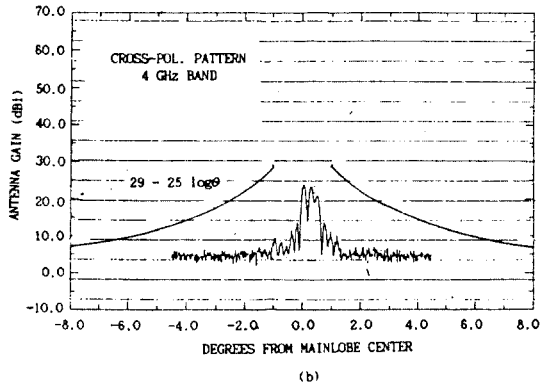
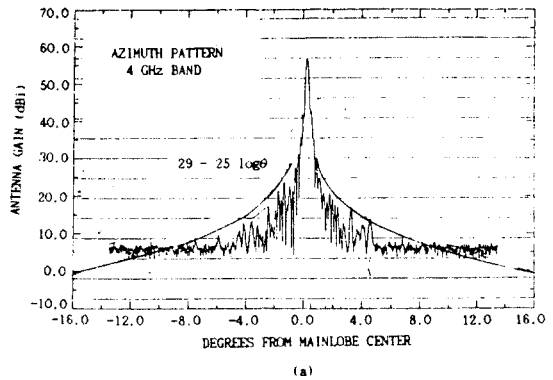


그림 11. Far-field 패턴
Fig. 11. Far filed patterns.



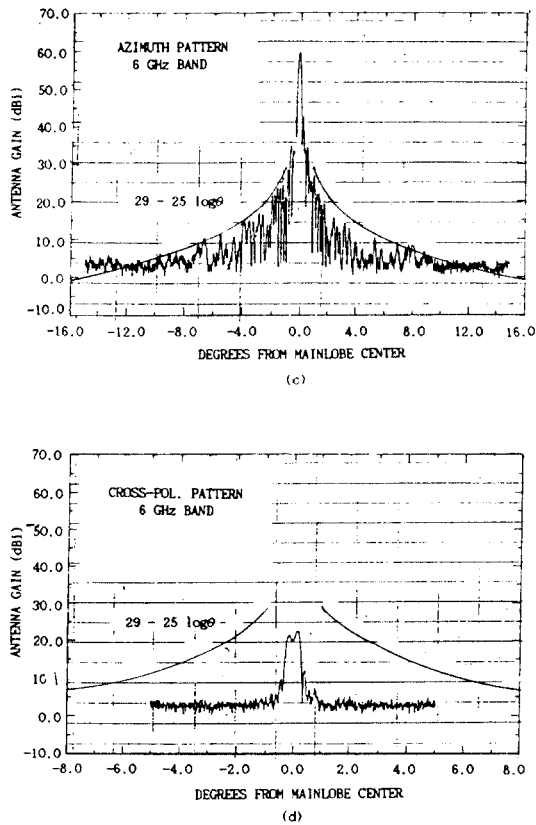


그림 12. 광각복사패턴
Fig. 12. Wide-angle radiation patterns.

표 2. 측정된 복사특성
Table 2. Measured radiation characteristics.

| 항 목 | 수신 (4 GHz 대) | 송신 (6 GHz 대) |
|----------------|--------------|--------------|
| 이 득 | 56.0 dB | 59.1 dB |
| 효 율 | 69.7% | 63.54% |
| 빔 폭 | 0.27° | 0.19° |
| 사이드로브 레벨 | -16.0 dB | -16.5 dB |
| 교차편파 레벨 | -35.0 dB | -34.5 dB |
| G/T 비 (EL. 5°) | 37.4 dB | |
| 축 비 | 0.5 dB | 0.5 dB |
| VSWR | 1.25 : 1 | 1.25 : 1 |

표 2는 제작안테나의 측정된 복사특성을 나타내고 있다. 표 2로부터 본 안테나의 복사특성은 표 1의 설계목표치를 충분히 만족하고 있음을 알 수 있다. 그림 12는 위성시험으로 측정된 광각 복사패턴으로 CCIR의 규정사항인 $29 - 25 \log \theta$ 를 만족하고 있다.

V. 결 론

위성통신은 그동안 급속히 발전하여 국제통신의 주역으로서 확고한 자리를 차지하고 있다. 최근 위성통신 관련 안테나의 연구들 가운데 통신용량의 증가 및 위성 수의 증가로 인한 상호 간섭을 줄이기 위한 대책으로써 저 사이드로브 레벨을 가지면서 고효율 및 저잡음 특성을 갖는 지구국 안테나의 연구개발에 대한 필요성이 증대되고 있다. 이를 위하여 본 논문에서는 INTELSAT 표준 A 형 지구국 안테나로서 저 사이드로브 레벨, 고효율 및 저잡음 특성을 갖는 경면수정 카세그레인 안테나를 설계·제작하여 복사특성을 측정했다.

본 연구에서 설계·제작한 안테나에 대하여 다음 결과가 얻어졌다.

1. 설계·제작된 안테나는 그 측정된 복사특성(표 2)이 표 1의 설계목표치를 충분히 만족하는 성능이 우수한 안테나로 확인되었다.
2. 안테나 경면 설계시 그림 4의 개구면 전개분포를 사용함으로써 1988년도 이후에 설치되는 지구국 안테나에 적용하도록 되어 있는 CCIR의 사이드로브 규정사항인 $29 - 25 \log \theta$ 를 만족시켰다.
3. 본 논문에서 제작된 안테나는 효율이 69.7%(4 GHz 대), 63.54%(6 GHz 대)로, G/T는 37.4 dB(EL.5°)로 나타났다. 이 결과로 고효율·저잡음 특성을 갖는다고 할 수 있다.
4. 향후 부반사경 지지대의 브로킹 현상을 최소화 하고 반사경면의 제작오차를 줄인다면 70% 이상의 효율도 가능하리라고 생각된다.

참 고 문 헌

1. M. Mizusawa, "Effect of the Scattering Pattern of the Subreflector on the Radiation Characteristics of Shaped-Reflector Cassegrain Antennas," Trans. IECE, Japan, Vol.52-B, no.

2. pp. 78-85, Feb. 1969.
2. Takashi Kitsuregawa, Satellite Communication Antenna, Boston, Artech House, ch. 2, 1990.
3. B. Y. Kinber, "On Two-Reflectors," Radio Engineering Electron. Physics, Vol. 6, pp. 917-921, June 1961.
4. V. Galindo, "Design of Dual Reflector Antennas with Arbitrary Phase and Amplitude Distribution," IEEE Trans., Vol AP-12, pp.403, 1964.
5. W. F. Williams, "High Efficiency Antenna Reflector," Microwave J., Vol. 8 pp. 79-82, July 1965.
6. P. Ramanujan, "Wide-band Diffraction Improved Dual-shaped Reflectors," IEEE Trans., Vol. AP-31, pp. 659-661, July 1983.
7. T. A. Haeger and S. J. Lee, "Comparisons Between a Shaped and Nonshaped Small Cassegrain Antenna," IEEE Trans., Vol. AP-38, pp. 1920-1924, Dec. 1990.
8. A.W. Love, Electromagnetic Horn Antennas, Part VI, New York, IEEE Press, 1976.
9. G.L. James, "TE₁₁ Mode Converters for Small Angle Corrugated Horns," IEEE Trans. Vol. AP-30, pp. 1057-1062, Nov. 1982.
10. 최학근, 박정기, 김규인, "경면수정 오프셋 카세그레인 안테나의 설계 및 복사특성," 대한전자공학회 논문지, 제 27 권, 제 10 호, pp. 16-23, 1990년 10월.
11. 최학근, "Zernike 다항식을 이용한 오프셋 복 반사경 안테나의 해석," 대한전자 공학회 논문지, 제 28 권, 제 9 호, 1991년 9월.



崔學根(Hak Kuen Choi) 正會員
 1956年 3月 18日生
 1979년 2월 : 고려대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1981년 2월 : 고려대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
 1988년 2월 : 고려대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)

1991년 2월~현재 : 단국대학교 전자공학과 조교수

金奎仁(Kyu In Kim) 正會員
 1956年 7月 3日生
 1980년 2월 : 항공대학교 기계공학과 졸업(공학사)
 1982년 2월 : 성균관대학교 대학원 기계공학과 졸업(공학석사)
 1986년~현재 : (주)하이게인 안테나 부설 전파통신연구소 책임연구원

李燮信(Don Shin Lee) 正會員
 1935年 6月 25日生
 1963년 3월 : 한양대학교 전기공학과 졸업(공학사)
 1978년~현재 : (주)하이게인 안테나 대표이사