

電波吸收材를 附着한 水兵帽形 포물형 안테나의 特性

84331

●박준화, 홍재표, 손 현
경북대학교 대학원 전자공학과

Characteristics of Flanged Parabolic Antenna
with Microwave Absorber

●Jun Hwa PARK, Jae Pyo HONG and Hyun SON
Department of Electronics,
Graduate School, Kyungpook National University

(Abstract) The radiation characteristics of flanged parabolic antenna with microwave absorber are examined in order to reduce the backward scattered field. As a result, the unwanted radiation is suppressed and the wide angle radiation pattern from 100° to 180° is improved by about 10-18 dB in comparison with the ordinary antenna.

1. 序 論

拋物形 안테나의 효과적인 후방 放射는 전파 천문학이나 레이더, 위성通信 등에서 중요한 연구과제 중의 하나이다.

超高周波 開口面 안테나의 측방 및 후방으로 放射 電波는 개구단면에 있어서의 電波의 회절 및 산란에 의해서 생긴다.

拋物形 안테나에 있어서 이러한 원인으로서는 반사기 開口의 正規한 照度分布에서의 電波와 급전원으로 부터의 直接波에 의한 것이라 생각되어 진다.

안테나의 이득을 감소시키지 않고 넓은 범위에 걸쳐서 안테나의 側葉과 後葉을 상당한 수준이하로 격감시키는 문제는 최근에 까지 많이 연구되어 왔고 발표된 바 있다.

1969年 Y. Naito¹⁾는 強磁性體인 페라이트(Ferrite)를 電波吸收壁에 부착하여 얇은 두께로써 전파 흡수능률이 개선됨을 提示하였다.

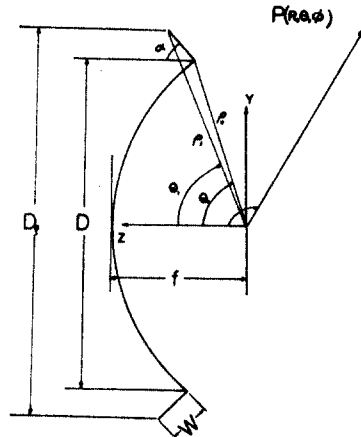
1971年 H. Yokoy等²⁾은 포물형 안테나의 주변에 고무페라이트로 된 電波吸收材를 주변선단부로부터 0.8 파장 돌출시켜서 약 10dB의 側葉 억제 효과를 얻은 바 있으며, 1976年 鄭世讓氏³⁾는 탄소와 고무를 적당한 비율로 혼합하여 포물형 안테나 주변부에 부착시킴으로써 後葉이 억제됨을 발표하였다.

1981年 O.M. Bucci等⁴⁾은 主, 副反射鏡의 가장자리에 테이프(Tape) 형태의 흡수재를 부착시켜 안테나의 특성을 개선하였다. 그 이듬해, 그는 포물형

안테나의 반사판 後面으로 90° 角이 되게 flange를 附着시켜 후엽에서의 억제효과를 컴퓨터 시뮬레이션으로 나타낸 바 있다⁵⁾. 그러나 이 경우에 있어서 패턴의 後葉에서는 어느 정도 개선되었으나 側葉에서는 바람직한 抑制效果를 나타내지 못하였다.

本 論文은 반사기 表面과 수직으로 세운 flange 안테나와 이에 電波吸收材를 附着시킨 경우에 대해서 실험적인 고찰을 통해서 분석해 놓았다. 특히 흡수재를 부착했을 경우 既存의 안테나와 비교해서 側葉과 後葉이 10~18dB 이상 개선되는 효과를 얻었다.

2. 理 論



(그림 1) Flange를 부착시킨 반사기의 구조
(Fig.1) Geometry of the flanged dish.

Flange를 附着한 포물형 반사기를 (그림 1)에 圖示해 놓았다. Flange의 기하학적인 구조는 폭 W , 각도 α ($0 < \alpha < \pi$)에 의하여 결정된다.

출점조도는 入射電界에 의해서 아래와 같이 나타낼 수 있다.

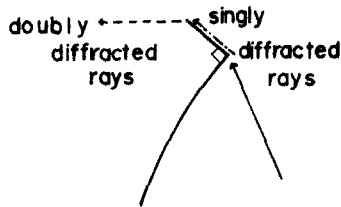
$$E' = \frac{\exp(-jk\rho)}{\rho} \begin{pmatrix} E_{\theta}^f \\ E_{\phi}^f \end{pmatrix} = \frac{\exp(-jk\rho)}{\rho} \begin{pmatrix} f_{\theta}(\theta) \sin \phi \\ f_{\theta}(\theta) \cos \phi \end{pmatrix} \quad (1)$$

여기서 f_{θ}, f_{ϕ} 는 θ 의 함수이며 k 는 자유공간에서의 전파상수이다.

기하학적 회절이론(GTD)에 의하면 반사기에 의해 산란되는 波는 기하학적 광파와 (1차 및 2차) 회절파를 合成해 줌으로써 얻을 수 있다.

여기서 회절파는

- 1) Flange가 급전원에 의해서 직접적으로 영향을 받음으로써 생성되어지는 波, 즉 flange에 의해서 산란되는 1차적인 회절파와 (그림 2)
- 2) Flange가 포물형 반사기에 의해 가려지므로써 포물형 반사기의 가장자리와 flange 가장리에 의해서 산란되는 2차적인 회절파 (그림 2)로 분류할 수 있다.

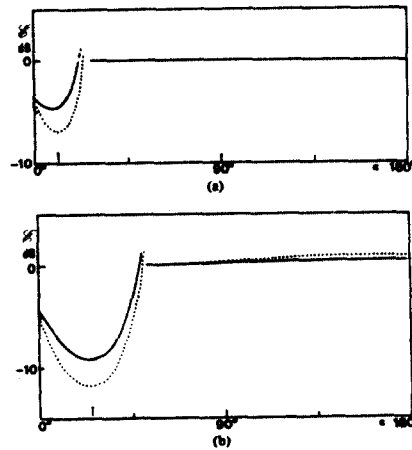


(그림 2) 회절파

(Fig.2) Diffracted rays.

OVIDIO M. BUCCI의 안테나 설계理論⁵⁾에 따르면 拋物形 반사기의 후방으로 산란되는 波는 $f/D, W/D, \alpha, D/\lambda$ 및 $|f(\theta_1)/f(\theta_0)|$ 의 영향을 받으며, 이 중 α 는 포물형 안테나의 기하학적인 구조를 결정지으며, $|f(\theta_1)/f(\theta_0)|$ 는 flange가 급전원에 의해서 직접적으로 照射 받을 때만 관계되는 파라미터이다.

(그림 3)에서는 α 에 따른 $W/D, f/D$ 의 변화를 나타내었다. 이 그림에서 알 수 있듯이 $\alpha \sim \frac{\theta_0}{2}$ 인 경우 진폭이 최소로 되며 (이때 Flange와 포물형 반사기가 직각이 됨), $\alpha < \theta_0$ 인 경우 $W/D, f/D$ 의 파라미터에 크게 영향을 받는다. 반면에 $\alpha > \theta_0$ 인 경우의 주된 波는 Flange 가장자리에 의해서 직접적으로 산란된 1차적인 회절파이다. 이는 Flange를



(그림 3) 정규화된 후방전계 크기 (화살표는 직각을 나타냄)

(Fig.3) Behavior of the normalized backscattered amplitude. (a) $f/D=1.0$ (b) $f/D=0.5$
solid lines: $W/D=0.1$; dotted lines: $W/D=0.2$.

불이지 않은 포물형 반사기와 유사하다. 더우기 W/D 가 증가하고, f/D 가 감소에 따라 界의 分布는 감소되어짐을 볼 수 있다. 그림 3의 결과에 따라 이 論文의 안테나 제작은 $W/D=0.2, f/D=0.5$ 의 설계방식에 따른다. 한편, GTD 이론을 고려하지 않더라도 원거리 전계 (the electric far field)는 아래와 같이 구해진다.

$$E(R, \Theta, \Phi) = [E^f + E^{1d} + E^{2d}] \exp(-j k R) / R \quad (2)$$

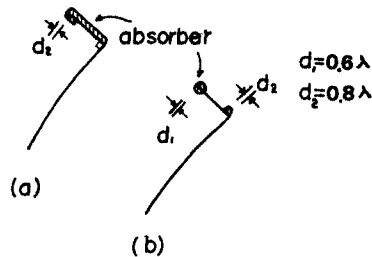
- 여기서, E^f : 급전원에 의해 放射되는 전계
 E^{1d} : 반사기 가장자리에 의해서 (1차적으로) 회절된 전계
 E^{2d} : Flange 가장자리에 의해서 (2차적으로) 회절된 전계이다.

$\theta \sim 0$ 와 $\theta \sim \pi$ 의 경우, 軸방향 출점면의 존재로 인하여 (2)식은 成立되지 않는다. 따라서 口徑점근법에 의하여 $\theta \sim \pi$ 의 영역에서 방사특성을 구하면 아래와 같다.

$$E = \begin{pmatrix} E_{\theta} \\ E_{\phi} \end{pmatrix} = j \frac{k}{2} \exp(-jk\rho_0(1 - \cos\Theta \cos\theta_0)) \int_0^{D/2} \frac{r dr}{\rho} \begin{pmatrix} \sin\Phi [f_{\theta}(\theta) - f_{\theta}(\theta)] \sin\Phi [f_{\theta}(\theta) + f_{\theta}(\theta)] \\ \cos\Theta \cos\Phi [f_{\theta}(\theta) - f_{\theta}(\theta)] \cos\Theta \cos\Phi [f_{\theta}(\theta) + f_{\theta}(\theta)] \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} J_2(kr \sin\Theta) \\ J_0(kr \sin\Theta) \end{pmatrix} \quad (3)$$

3. 設計 및 製作

直徑 27 cm (Marconi 社) 및 47 cm (Polarad Electronics 社)인 알루미늄材質의 포물형 반사기에 (그림 4) 처럼 직각으로 Flange 를 부착시킨후 여기에 1 cm의 두께로 전파흡수재를 부착시킨다.



(그림 4) Flange 에 흡수재를 부착시킨 반사기의 설계

(Fig. 4) A design of flanged antenna with absorber .

Flange 는 두께 1 mm의 硬 Al 板을 사용했으며, 또 電波吸收材로는 50 : 50으로 炭素粉末混入된 폴리우레탄 스펀지를 사용하였으며 이의 誘電率은 $20 - j3.2$ 이다.

한편, Flange 의 幅 W는 $W/D = 0.2$ 의 이론에 따랐으며, d_1 및 d_2 는 $d_1 = 0.6\lambda^3$, $d_2 = 0.8\lambda^2$ 가 되게 설계하였다.

4. 實驗 및 結果考察

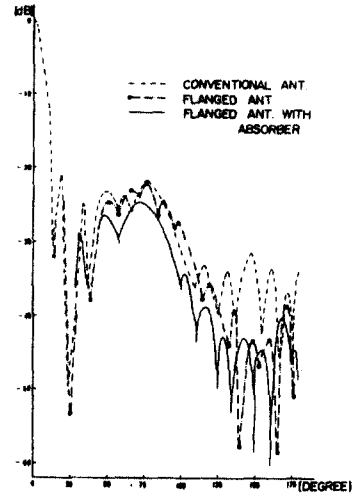
실험은 $13.5 m \times 6 m \times 6 m$ 의 電波無反射室에서 12 GHz로 行하였다.

전파무반사실은 外部의 電波遮蔽 100 dB이하, 그리고 X-band에서 -70 dB정도의 흡수능력을 가지고 있다.

無反射室內에 8 m의 간격으로 送信장치와 受信장치를 설치한 다음, 送信部를 고정시키고 受信部를 180°角 회전시키면서 측정하였다.

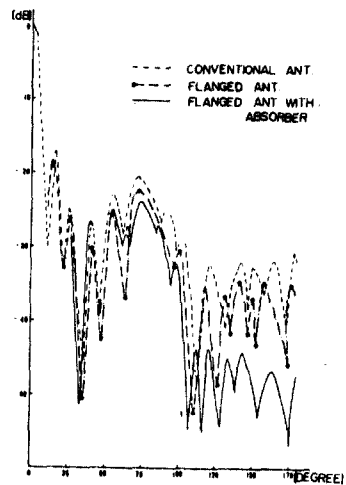
電波는 送信部の 초고주파發振器에서 12 GHz를 出力 8 dBm으로 발진시켜 TWT 증폭기로 증폭시킨후 호은 안테나에 28 dBm으로 送出되게 하였다. 受信部에는 실험하고자 하는 안테나를 레벨미터와 연결하여 그 특성을 조사했다.

그림 5 (a) 및 (b)에서는 비교하고자 하는 패턴을 0°~180°사이에서 나타내었다. 먼저, (a)의 그림은 E면 패턴으로 Flange 에 흡수재를 부착시켰을 경우 75°~120°사이에서 5~9 dB의 억제효과를 가져왔으며 120°~170°에서는 10~16 dB의 개선을 가져왔다.



(그림 5a) 안테나의 E면 패턴

(Fig. 5a) E-plane pattern of antenna .

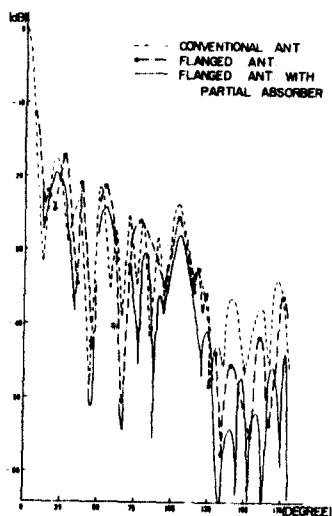


(그림 5b) 안테나의 H면 패턴

(Fig. 5b) H-plane pattern of antenna .

(b)는 H면 패턴으로 60°~120°에서 5~8 dB, 120°~180°에서는 거의 16 dB 이상 後葉이 줄어드는 우수한 특성을 볼 수 있었다. (그림 6)은 회절이 가장 심하게 일어나는 반사기 가장자리와 Flange 가장자리에만 흡수재를 붙인 것으로 $d_1 = 1.5 cm$, $d_2 = 2.5 cm$ 되게 하였다. 이 결과 흡수재를 Flange 全面에 붙인 것과 거의 비슷한 패턴을 볼 수 있었다. 이는 포물형 안테나가 실

용적으로 많이 사용될 경우 고려해 볼 가치가 있으며 ($125^\circ \sim 180^\circ$ 에서 10 ~ 15dB 억제), 이때 안테나의 이득은 실험적으로 31.86dB였다.



(그림 6) 부분적으로 흡수재를 붙인 안테나의 H패턴

(Fig.6) H-plane pattern of flanged antenna with partial absorber.

5. 結 論

이 論文을 통해서 포물형 안테나의 후방으로의 산란을 가장 잘 억제할 수 있는 방법의 하나는 반사기와 90° 로 된 Flange에 흡수재를 적절하게 붙인 경우이며, 이 경우 측방 및 후방에서 10 ~ 18dB의 개선 효과를 보았다. 이때 급전원이 직접적으로 Flange에 영향을 주지 않기 때문에, Flange에 의한 前方으로의 방해는 일어나지 않았다.

12GHz일때 안테나의 실험적인 이득은 25.82dB였고 定在波比는 1.78이었다. 그러나 실험에 사용된 조건들, 즉 주파수, 공중선의 직경, 吸收材의 材質 및 出力등의 변화에 따른 側葉 및 後葉의 패턴 특성은 실험하지 못하였으며 이는 단계적으로 實驗補完되어야 할 일이다.

● 参 考 文 献 ●

- 1) Y. Naito, "The thickness of the ferrite absorbing wall". 日本電子通信學會誌(B), 52-B, No. 7, pp. 398, 1969.
- 2) H. Yokoi and H. Futumuro, "Low sidelobe paraboloidal antenna with microwave absorber". 日本電子通信學會誌(B), 54-B, pp. 619-624, 1971.
- 3) Semo Chung, "Improvement of the front to back ratio a paraboloidal antenna by lossy dielectric rim loading" 日本電子通信學會誌(B), 59-B, pp. 407-414, 1976.
- 4) O.M. Bucci and G.D. Massa, "Control of reflector antennas performance by rim loading, IEEE Trans. Antennas propagat. 29, pp. 773-779, 1981.
- 5) O.M. Bucci and C. Gennarelli, "Flanged parabolic antennas" IEEE Trans. Antennas propagat., Vol. AP-30, No. 6, December 1982.
- 6) C. Gennarelli and L. Palumbo, "FLAN: A computer code for flanged parabolic antennas field evaluation," Institute Electrotecnico, Napoli, Int. Rep., 1981.