

# PO법을 이용한 프레넬 존 플레이트 안테나 해석

김태용\* · 이훈재\*

\*동서대학교 컴퓨터정보공학부

## Fresnel Zone Plate Antenna Analysis using PO Method

Tae Yong Kim\* · Hoon-jae Lee\*

\*Division of Information and Computer Engineering, Dongseo University

E-mail : tykimw2k@gdsu.dongseo.ac.kr

### 요 약

위성통신을 위한 고이득을 가지는 송수신 안테나 설계를 위하여 Ka-band 영역에서 이용 가능한 프레넬 존 플레이트 렌즈 안테나의 특성을 해석하였다. 해석 방법은 기하광학 근사법으로 잘 알려진 PO(Physical Optics)법을 이용하였다. FZPL은 20GHz에서 수신 가능하도록 11개의 존으로 구성하였으며, 실험결과 설계 초점거리에서 33.01dB의 수신 이득을 가졌다.

### ABSTRACT

In order to design Transceiver/Receiver antenna with high gain in Ka band, Fresnel zone plate lens(FZPL) antenna is considered and analyzed. Physical optics is applied to demonstrate the FZPL. The FZPL is configured to 11 elements diffraction zones and driven at 20GHz. As a result, calculated received gain using PO method is 33.01dB.

### 키워드

Physical Optics, Fresnel Zone, 위성통신, 수신이득

## I. 서 론

국내 최초 위성으로서 우리별 1호가 1992년에 발사된 이래로 기상관측, 축적 및 통신실험 등의 과학 기술적 목적 이외에도 방송통신 서비스 측면에서 그 중요성은 높다고 할 수 있다. 또한 최근 스마트폰 등의 이동 단말기 등의 보급으로 이동에 따른 실시간 멀티미디어 서비스의 제공에 대한 수요도 증가하고 있다.

그러나 위성을 통한 신호의 송수신 과정에서는 대기 중의 일기상태에 영향을 받기 쉽고, 미약한 위성 신호에 대해 잡음지수가 낮으며 수신 성능이 높은 통신 시스템 구축이 필요하다. 일반적으로 위성 신호를 수신하기 위하여 파라볼라 안테나를 이용하지만 개구직경이 커지면 이득이 증가하지만 지향성이 예민한 특성을 가지고 있다[1].

본 연구에서는 위성수신 안테나로서 활용 가능한 프레넬 존 플레이트 렌즈형 안테나(FZPL)를

대상으로 PO법(기하광학근사법)을 이용하여 수신 안테나로서의 그 특성을 검토하였다. FZPL의 경우 특별한 정밀 가공이 필요 없고 경량구조로 제작 가능하며 조립 및 분해가 간단하다는 장점을 가지고 있다[2-6]. 또한 FZPL의 사용은 건물의 벽면이나 창호 등에 부착하여 설치할 수 있다는 장점이 있어 향후 그 활용도가 기대된다고 볼 수 있다[2].

관심 주파수 대역은 Ka 밴드 영역에서 하향 링크 주파수에 해당하는 20GHz를 중심으로 FZPL을 설계하고 그 수신특성을 확인하였다.

## II. 기하광학 근사(PO법)

물리광학 근사법(PO: Physical Optics)은 산란체(scatterer)의 표면에 입사되는 전자계 및 면 전류만이 기여하고, 전자계(Total electromagnetic fields)

는 산란체의 표면에서 경계조건을 만족시키도록 근사적으로 해석이 가능한 수법이다[4].

본 연구에서는 PO법을 이용하여 11개의 존으로 구성되는 FZPL을 대상으로 관심 주파수 20GHz에서 동작하는 수신특성을 계산하였다.

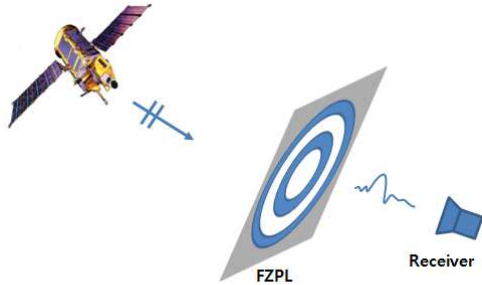


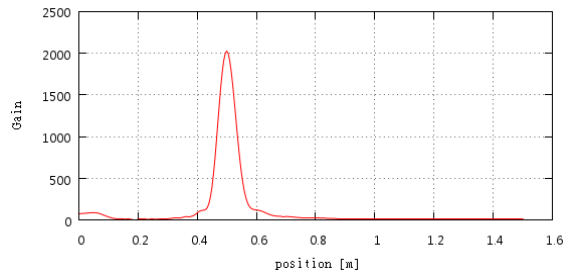
그림 1. FZPL을 이용한 위성 수신 개념도

그림 1에 나타난 것처럼, FZPL은 총 11개의 존들로 구성된 것으로 가정하였으며 설계 초점거리를 0.5m, 0.8m, 1m, 1.3m 등으로 변화시켜 가면 수신이득을 계산하였다. 실험을 위하여 위성에서 도래하는 입사파는 FZPL에 수직으로 도달하는 것으로 가정하였다.

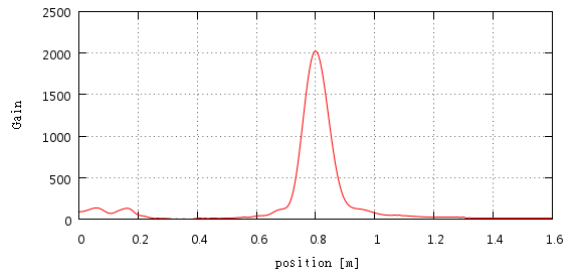
### III. 실험 및 고찰

중심 주파수 20GHz인 FZPL에 대한 수신이득 특성을 계산한 결과를 그림 2에 나타내었다. 이때 FZPL을 기점으로 렌즈 중심축상에서 수신이득을 관측하였다. 계산 결과를 분석하면 각 설계 초점거리 F에 대하여 수신이득이 최대가 되는 위치가 일치하는 것으로 나타났으며, 이 위치에 리시버를 (예를 들어 혼 안테나 등) 두면 고이득으로 위성 신호를 수신 가능하다. 계산된 수신 이득은 33.01dB로 나타났다.

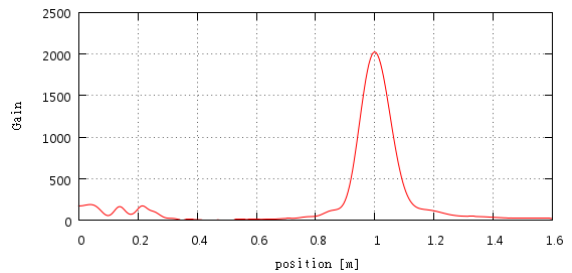
각 설계 초점거리에 따른 전계 분포(수신이득의 함수)를 그림 3에 나타내었다. 수직으로 입사한 입사파가 FZPL의 각 존 영역(투과부)을 통과하여 설계 초점거리 위치에 대부분의 전력이 집중되는 것을 확인할 수 있다.



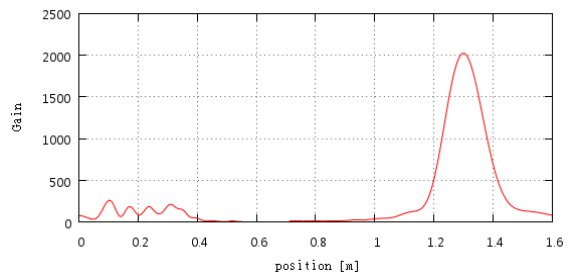
(a) 설계 초점거리(F = 0.5m)



(b) 설계 초점거리(F = 0.8m)



(c) 설계 초점거리(F = 1.0m)



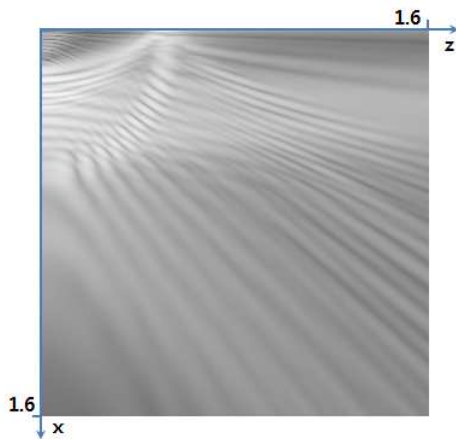
(d) 설계 초점거리(F = 1.3m)

그림 2. 설계 초점거리 변화에 따른 수신이득 특성

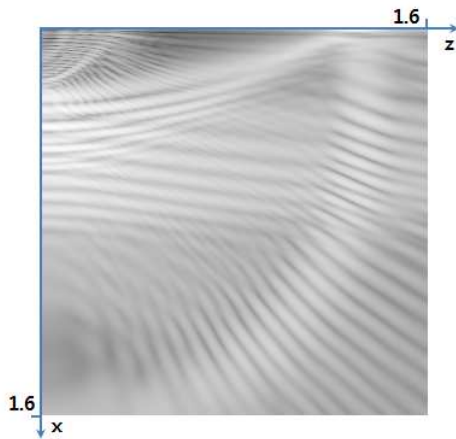
### 참고문헌

- [1] Lal Chand Godara, Handbook of Antennas in Wireless Communications, CRC Press, 2002.
- [2] H. D. Hristov, Fresnel Zones in wireless links, zone plate lenses and antennas, Artech House.
- [3] 김태용, "자바 스레드와 네트워크 자원을 이용한 병렬처리," 한국항공학회 논문지 제

- 14권 제 6호, pp. 984-989, 2010.
- [4] 김태용, 이훈재, "멀티스레드 기반 PO법 시뮬레이션," 한국정보통신학회 논문지 제 15권 제 11호, pp. 2301-2306, 2011.
- [5] 김태용, 조형국 "TLM법을 이용한 Soret 타입 프레넬 존 플레이트 렌즈 안테나 해석," 한국해양정보통신학회 논문지, 제 15권 제 6호, pp. 1221-1226, June, 2010.
- [6] T. Y. Kim, Y. Kagawa, and Ling Yun Chai, "Modelling of a circular Fresnel zone plate lens for electromagnetic wave antenna application," Int. J. Numer. Model., Vol. 18, pp. 429-439, 2005.



(a) 설계 초점거리( $F = 0.5\text{m}$ )



(b) 설계 초점거리( $F = 1.3\text{m}$ )

그림 3. 정상상태에서의 주파수 응답특성