프레넬영역 안테나 측정법의 파리미터 분석과 측정 가이드라인 제시

*오순수
한국전자통신연구원 안테나연구팀
e-mail : *ssoh@etri.re.kr*

Parametric Analysis and Measurement Guideline of Fresnel Region Antenna Measurement Method

*Soon-Soo Oh
Antenna Research Team, ETRI

Abstract

In this paper, parametric analysis of Fresnel region antenna measurement method has been performed for the square aperture having the uniformly distributed current. The optimum number of Fresnel region field and the tolerable distance between two antennas have been guided. This parametric analysis could be fully utilized when performing Fresnel region antenna measurement method. Other types of current distribution and aperture shape will be investigated in the near future

I. 서론

원역장 측정법을 활용하여 안테나 방사특성과 이득 등을 측정하기 위하여 소스안테나와 AUT(Antenna Under Test)의 거리를 Rayleigh의 원역장 조건을 만족하도록 배치시킨다. 그러나 AUT의 전기적 크기가 커지거나 무반사실의 크기가 소형인 경우에는 원역장 조건을 만족하지 못하고, AUT가 프레넬 영역에 존재하게 되는 경우가 다수 존재한다. 이에 따라, 원역장 측정 시스템을 그대로 활용하면서 전기적 대형 안테나를 측정할 수 있는 프레넬 영역 측정법이 최근 활발히 연구되고 있다[1-6].

본 논문에서는 모의 실험에 기초하여 프레넬 영역 측정법의 파라미터들을 변화시키면서 오차 발생을 분석하고, 이에 따라 프레넬 영역 측정 알고리즘의 활용 시 측정 가이드라인을 제시하고자 한다.

II. 본론

소스로부터 거리 R 떨어진 프레넬 영역의 전계값은 참고문헌 [5]의 수학식 (3)으로부터 구하였고, 변환식 (7)을 활용하여 원역장 전계값으로 변환하였다. 기준값으로써, 참고문헌 [5]의 수학식 (4)로부터 원역장 전계값을 직접 계산하여 변환값과 비교하였다. 본 논문에서 방사개구면은 한변의 길이가 L_x로 정사각형이며, 전류분포는 균일한 것으로 가정하였다.

2.1 최적의 M

변환과정 중 결정하여야 하는 파라미터중 하나로써, 프레넬 영역 전계값의 개수 M은 패턴 및 이득에 큰 영향을 미친다. 참고문헌 [4]에서 최소한 필요한 M을 $M_{min} = D^2/(\lambda R)+1$로 제시하였다. 여기서 D는 안테나의 직경, λ는 파장, R은 소스안테나와 AUT간의 거리를 의미한다. 이는 최소한의 값으로써, M의 개수가 커질수록 패턴 및 이득의 정확도는 높아진다. 그러나 측정 시간 및 수렴도를 고려하였을 때, 최적의 값은 모의실험 및 측정을 통하여 M_{min}보다 4개의 전계값이 더 필요한 $M_{opt} = D^2/(\lambda R)+5$ 임을 알 수 있었다. 그림 1에 M_{min} = 7과 M_{opt} = 11로 변환을 하였을 때의 방사패턴을 비교하였다. 세 번째 부엽에서 큰 차이를 보임을 알 수 있다. 네 번째 부엽은 Θ = 90°이상의 데이터를 요구하므

로 두 경우 모두 에러를 가진다.

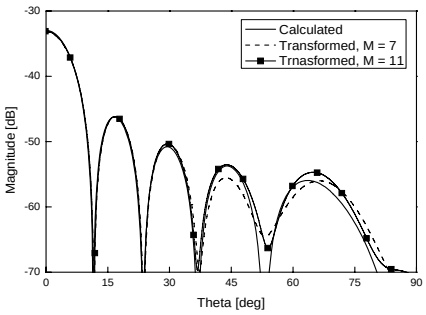

그림 1. M_{min}과 M_{opt}로 변환할 때 원역장 방사패턴

2.2 안테나간 거리 R

원역장 측정시스템을 활용하여 프레넬 영역 측정법을 적용할 때, 소스안테나와 AUT간의 거리 R은 일반적으로 고정된 상태가 되므로 이득 및 방사패턴의 오차가 허용범위를 만족하는지 분석할 필요가 있다. 2.1절에 기초하여 프레넬 영역 전계값의 개수는 M_{opt}로 고정하고, 거리 R에 따라 기준 원역장 값과의 이득 오차를 그림 2에 도시하였다. 여기서 L_x는 정사각형 개구면의 한변의 길이이다.

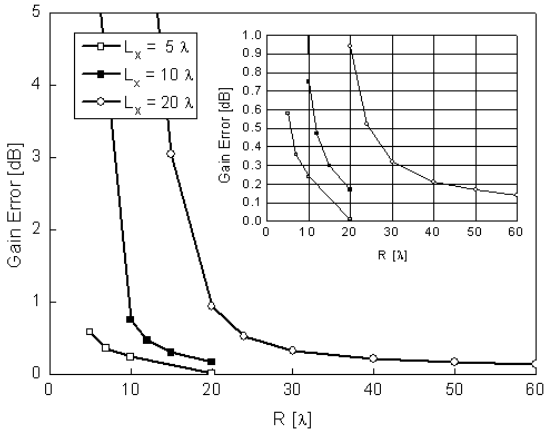

그림 2. 거리 R에 따른 이득오차

그림 2를 관찰하면, 이득 오차는 동일 거리 R에 대하여 개구면의 크기 L_x에 따라 차이를 보인다. 그림 2의 우측면의 확대된 그림에 의하면, 이득 오차 ΔG = 0.2 dB을 만족하는 거리 R은 $R \gtrsim 2\ L_x$ 임을 알 수 있다. 반면, ΔG = 0.5 dB을 만족하는 거리 R은 $R \gtrsim 1.2\ L_x$ 임을 알 수 있다.

III. 결론

본 논문에서는 프레넬 영역 측정법의 주요 파라미터에 대한 분석을 수행하고 실제 측정 시 적용조건을 제시하였다. 최적의 프레넬 영역 전계값의 개수는 $D^2/(\lambda R)+5$이며, 안테나 거리 R은 $R \gtrsim 2\ L_x$이면 이득오차는 0.2 dB을 만족한다. 또한, $R \gtrsim 1.2\ L_x$ 일 경우, 이득오차는 0.5 dB 보다 작음을 알 수 있다. 본 논문에서 방사개구면의 전류분포는 일정하다고 가정하였다. 향후 다양한 형태의 전류분포와 개구면 형태에 대하여 위와 동일한 분석을 수행할 예정이다.

참고문헌

[1] G. E. Evans, “Far field correction for short antenna ranges, in AMTA Symp., 1985, pp. 34.1 - 34.9.

[2] K. Wu and S. Parekh, “Method of transforming antenna Fresnel region fields to far region fields,”in Proc. AMTA, 1989, pp. 11.9 - 11.14.

[3] K. Wu and S. Parekh, “A method of transforming Fresnel field to far field for circular aperture antennas,” in IEEE APS Dig., May 1990, pp. 216 - 219.

[4] I. L. Vilenko, A. A. Meduhin, Yu. A. Suserov, A. K. Tobolev, and A. V. Shishlov, “Reconstruction of antenna radiation pattern by using data of measurements in a Fresnel region with test facility intended for far-field measurements,” Antennas(Russian Journal), vol. 92, no. 1, pp. 46 - 52, 2005.

[5] S. -S. Oh, J. -M. Kim, and J. -H. Yun, “Antenna measurement on cylindrical surface in Fresnel region using direct far-field measurement system,” ETRI Journal, vol. 29, no. 2, pp. 135 - 142, 2007.

[6] S. -S. Oh, J. -M. Kim, and J. -H. Yun, “Angle f-variation Fresnel-zone measurement method using far-field antenna measurement system,” in URSI EMTS, July 2007.