

반사판 각도 변화를 고려한 방송용 송신 안테나 패턴

*김정욱, 이창훈, 최진원, 강준성, 김성철
 서울대학교 전기 컴퓨터 공학부

e-mail : {jwkim, lchjsa, caesar, jskang, sckim}@maxwell.snu.ac.kr

Variation of Antenna Pattern Considering Transmission Tower Reflector

*Jeong-wook Kim, Chang-Hoon Lee, Jinwon Choi, Joon-seong Kang,
 Seong-Cheol Kim

Department of Electrical Engineering and Computer Science
 Seoul National University

II. 본론

Abstract

In this paper, the antenna pattern considering broadcasting transmission tower is characterized. The simulation results by the FDTD(finite difference time domain) method show that attached structures can distort the antenna pattern.

Also, this paper describes the measurement of broadcasting transmission tower and reflectors model. The measurement results show that the proposed FDTD method better than conventional method.

I. 서론

지금까지 사용된 방송용 철탑의 안테나 패턴 분석 방법은 송신탑의 영향을 고려하지 않고 안테나를 점 소스로 가정한 분석 방법이다. 그래서 보다 정확한 방송용 송신탑 안테나 패턴 분석을 위해 철탑을 고려한 방송용 송신탑 안테나 패턴 분석 방법이 제안되었다.[1] 본 논문에서는 철탑을 고려한 방송용 송신탑 안테나 패턴 분석 방법을 기존의 안테나 패턴 분석 방법과 비교하였다. 또한 제작된 철탑 모형을 이용한 측정을 통하여 패턴 분석 방법의 신뢰도를 분석하였다.

2.1 유한 차분법 (FDTD method)

$$\frac{\partial \vec{D}}{\partial t} = \nabla \times \vec{H} \quad \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} = -\nabla \times \vec{E} \quad (1)$$

안테나 패턴 분석을 위해 사용된 유한 차분법은 식 (1)의 형태인 미분형 맥스웰 방정식을 시간과 공간에 대하여 전개하는 방법이다. 미분 형태이므로 3차원 공간을 공간격자 $\Delta x, \Delta y, \Delta z$ 로 나누고 그에 따라 시간격자 Δt 를 결정한다[2]. 미분형 맥스웰 방정식 식 (1)을 좌표축 x, y, z 에 관한 성분으로 표현하면 다음과 같은 식 (2)로 나타낼 수 있다[3].

$$\begin{aligned} \frac{\partial D_x}{\partial t} &= \frac{\partial H_z}{\partial y} - \frac{\partial H_y}{\partial z} & \frac{\partial H_x}{\partial t} &= -\frac{1}{\mu_0} \left(\frac{\partial E_z}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial z} \right) \\ \frac{\partial D_y}{\partial t} &= \frac{\partial H_x}{\partial z} - \frac{\partial H_z}{\partial x} & \frac{\partial H_y}{\partial t} &= -\frac{1}{\mu_0} \left(\frac{\partial E_x}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial x} \right) \\ \frac{\partial D_z}{\partial t} &= \frac{\partial H_y}{\partial x} - \frac{\partial H_x}{\partial y} & \frac{\partial H_z}{\partial t} &= -\frac{1}{\mu_0} \left(\frac{\partial E_y}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial y} \right) \end{aligned} \quad (2)$$

2.2 철탑을 고려한 방송용 송신탑 모델링

방송용 대역은(VHF band : 30~300MHz) 고려해야 할 철탑의 크기 및 측정에 필요한 원거리 확보의 어려움이 있다. 따라서 본 논문에서는 모의실험과 측정을

위한 철탑모형을 그림 1과 같이 모델링하였다. 철탑의 한 면의 길이를 1λ , 안테나의 길이를 0.4λ , 반사판과 안테나 사이의 길이는 0.3λ 로 모델링했다. 철탑은 사면으로 이루어진 기둥형태로, 각 면은 $\lambda/20$ 의 두께를 갖는 세 개의 기둥으로 이루어졌고, 수직으로는 3단으로 모델링하고, 가운데 단에 안테나와 반사판이 설치되어있는 상황으로 모델링을 했다. 안테나는 이웃한 두면에 설치하였고, 반사판의 각도를 조절하며 안테나의 패턴 변화를 알아보았다.

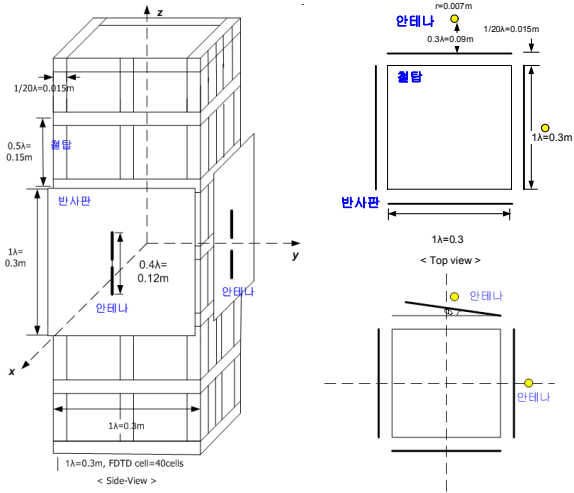
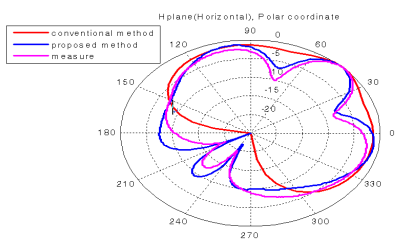


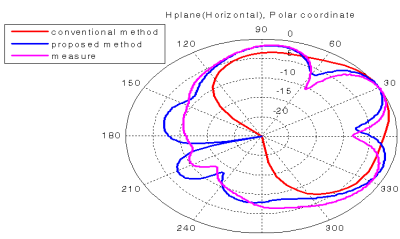
그림 1. 철탑과 반사판 모델링

2.3 모의실험 결과와 측정결과 비교

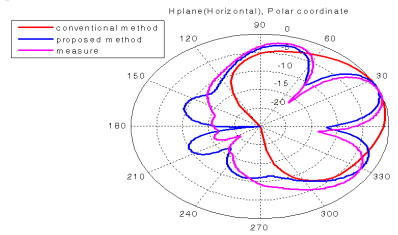
그림 1과 같이 모의실험의 변수를 안테나가 설치된 반사판의 각도변화로 고려하고 하나의 반사판에 대해서만 $0^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ 의 변화를 주었다. 결과는 수평패턴을 나타내었고, 그림2와 같다.



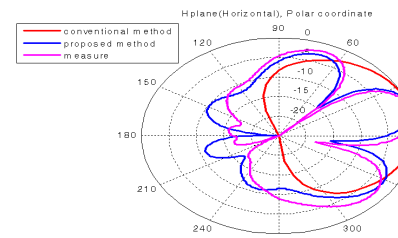
(a) 반사판의 각도가 0°



(b) 반사판의 각도가 30°



(c) 반사판의 각도가 45°



(d) 반사판의 각도가 60°

그림 2. 모의실험 결과와 측정결과 비교

IV. 결론

모의실험 결과와 측정결과를 수치상으로 비교하기 위해 오차(모의실험-측정)의 평균과 표준 편차를 표 1에 제시하였다. 그림2에서 후방부에서 오차가 전방부보다 크게 나타남을 알 수 있다. 후방부의 오차에도 불구하고 기존의 방법에 비해 제안된 방법은 논문의 동기였던 방송권역의 간섭방지를 위한 패턴해석의 필요성을 생각해볼 때 제안된 방법이 더 효과적임을 알 수 있다. 그 이유는 기존 패턴분석 방법에 비해 후방 간섭 파악에 보다 큰 마진을 제안하게 되는 결과를 초래하기 때문이다.

각도($^\circ$)	평균(dB)	표준편차(dB)
0	1.3042	2.4336
30	0.6460	3.8506
45	0.8362	4.1418
60	0.7314	4.7196

표 1. 오차(=모의실험-측정)의 평균과 표준편차

ACKNOWLEDGEMENT

본 논문은 BK 21 Project 의 지원으로 작성하였다.

참고문헌

- [1] 라종민, 강남구, 최진원, 이창훈, 김정욱, 김성철, 유한 차분법을 이용한 방송 송신탑과 반사판을 고려한 안테나 패턴 분석, 2007년도 춘계 마이크로파 및 전파전파 학술대회 논문집, Vol.30 No.1, 2007
- [2] K. S. Yee, "Numerical solution of initial boundary value problems involving Maxwell's equations in isotropic media,"IEEE Trans. Antenna Propagat., vol.AP-14 pp.302-307.May 1966
- [3] Taflove, Computational Electrodynamics : The Finite Difference Time Domain.Boston: Artech House, 2000