

김기재, 정낙삼

한국표준연구소 전자파연구실

## Characteristics of a Resonance Frequency-Controlling Dipole Antenna

K. C. Kim, N. S. Chung

Korea Standards Research Institute Electromagnetics Laboratory

## Abstracts

Characteristics of a resonance frequency-controlling dipole antenna are investigated by the method of moments and the results are presented.

$$\frac{1}{j\omega\epsilon_0} \left\{ \int_S \overline{\mathcal{K}}(\mathbf{r}, \mathbf{r}') \cdot \mathcal{J}(\mathbf{r}') ds' \right. \\ \left. = -V\delta(z)\hat{z} + jX_1 \mathcal{J}(C_1)\delta(z-C_1) \right. \\ \left. + jX_2 \mathcal{J}(-C_2)\delta(z+C_2) \right. \quad (1)$$

## 1. 서론

필자들은 안테나에 리액턴스 소자를 장대한 공진주파수 제어 안테나의 개념과 응용에 관하여 제안하였다<sup>1)</sup>.

본 논문에서는 다이폴 안테나의 임의의 위치에 리액턴스 소자를 장대한 공진주파수 제어 다이폴안테나의 공진주파수 제어 특성 등에 관하여 검토한 결과를 제시한다. 본 안테나는 미지 전자파의 주파수 탐색에 유용하게 이용할 수 있을 것으로 생각된다.

## 2. 이론해석

## (1) 적분방정식

그림 1은 공진주파수 제어 다이폴 안테나의 구조와 좌표계이다. 원전도체로 구성된 반경  $a$ , 길이  $2l$  인 다이폴 안테나가  $Z$  축상에 놓여있고, 안테나의 중앙에서 전압  $V$  로 급전한다. 공진주파수 제어용으로 사용하는 장하 리액턴스  $jX_1$ ,  $jX_2$  는 각각  $C_1$ ,  $C_2$  의 위치에 부착되어 있다.

그림 1의 안테나에서 안테나에 흐르는 전류  $\mathcal{J}$  에 관한 적분방정식은 다음과 같이 주어진다.

여기서,  $\epsilon_0$ 는 진공의 유전율,  $\omega$  는 각 주파수이며,  $\delta(z)$ 는 Dirac의 Delta 함수이다. 식 (1)에서 적분핵  $\overline{\mathcal{K}}$  는 자유공간 중의 전류원이 전계를 생성하는 Dyadic Green 함수이고 다음식과 같다.

$$\overline{\mathcal{K}}(\mathbf{r}, \mathbf{r}') = (\overline{\mathcal{E}}\mathcal{K}^2 + \nabla\nabla) \cdot \overline{\mathcal{G}}(\mathbf{r}, \mathbf{r}') \quad (2)$$

여기서,  $\overline{\mathcal{G}}$  는 자유공간의 전기형 Dyadic Green 함수이다.

전류분포에 관한 적분방정식 (1)을 잘 알려져 있는 모멘트 법으로 정식화 한다. 먼저 전류분포를 다음과 같이 근사 전개한다.

$$\mathcal{J}(z) = \sum_{m=1}^M a_m f_m(z) \quad (3)$$

여기서,  $a_m$  은 미지의 전개계수이고 전개함수  $f_m$  은 구분적 정현파 함수를 선택한다.

식 (3)을 식 (1)에 대입하고 Galerkin의 방법을 적용 하면 식 (1)의 적분방정식은 다음과 같은 연립방정식으로 나타낼 수 있다.

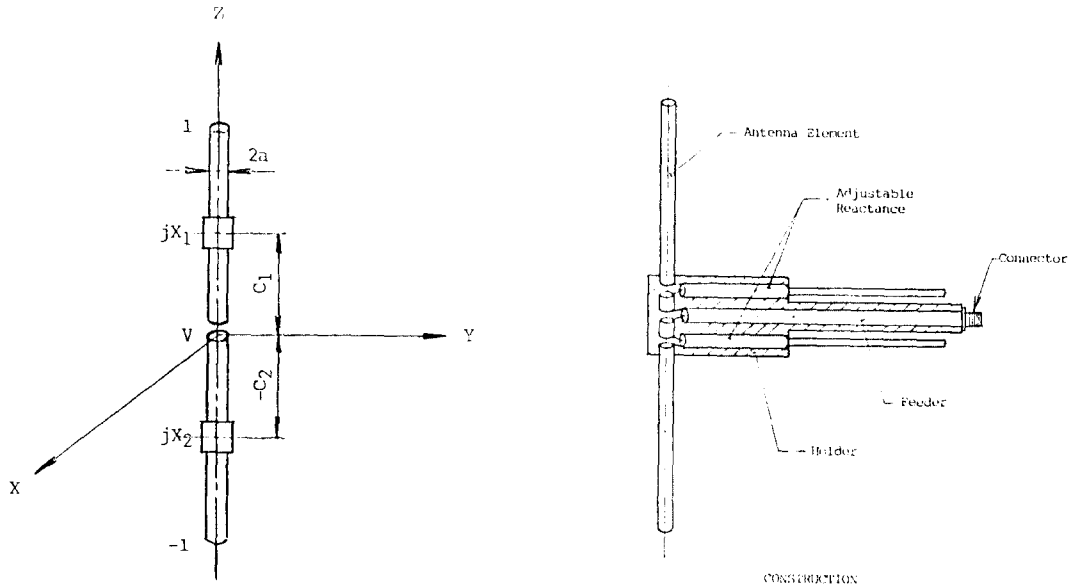


그림 1. 리액턴스 장하 공진주파수 제어 다이폴 안테나의 구조와 좌표계

$$\sum_{m=1}^M A_m Z_{m'm} = V_{m'} \quad (4)$$

$$m' = 1, 2, 3, \dots, M$$

단,

$$Z_{m'm} = \iint_S \iint_{S'} f_{m'}(\mathbf{x}) \cdot K(\mathbf{x}, \mathbf{x}') \cdot f_m(\mathbf{x}') ds' ds$$

$$V_{m'} = -V \iint_S f_{m'}(\mathbf{x}) \cdot \delta(z) \hat{\mathbf{z}} ds \quad (5)$$

$$(6)$$

(2) 공진주파수 특성

급전선로의 특성임피던스  $R_0$ 에 정합이 취해지는 주파수 (공진주파수) 를  $f_0$  라고 하면, 공진주파수  $f_0$ 에서  $R_0$ 에 정합이 취해지는 장하리액턴스  $jX_1, jX_2$  를 구하여 장하리액턴스와 공진주파수와의 관계를 나타내는 공진주파수 특성을 구할 수 있다. 공진주파수 제어의 개념은 문헌 [1]의 "입력임피던스 정합법"에 자세히 설명되어 있으므로 여기서는 설명을 생략한다.

3. 수치계산결과 및 검토

앞절의 이론식을 사용하여 공진주파수 제어 다이폴

안테나의 공진주파수 특성 및 전류분포를 계산한다. 계산에 사용한 안테나의 제원은 다음과 같다.

안테나 길이  $2a$  : 0.12 m

안테나 반경  $a$  : 0.794 mm

장하점의 위치  $C_1, C_2$  : 0.015 m ..... 저변장하  
0.03 m ..... 중점장하

(1) 공진주파수 특성

그림 2는 저변장하 ( $C_1 = C_2 = 0.015$  m)에 대한 공진주파수와 장하리액턴스 값과의 관계를 나타낸다. 그림 3의 중점장하 ( $C_1 = C_2 = 0.03$  m)인 경우도 저변장하와 거의 비슷한 특성을 나타냄을 알 수 있다.

그림 2로부터 알 수 있는 것과 같이 장하리액턴스 값을 적절히 조절하면 400 MHz ~ 900 MHz 에 걸쳐서 공진주파수를 용이하게 제어 할 수 있다. 이 도표를 이용하면 장하리액턴스의 값을 조절하여 미지 전자파의 주파수를 탐색 할 수 있다.

(2) 전류분포

그림 4는 공진시 안테나 상에 흐르는 전류분포의 일예를 나타낸다. 그림 4로 부터 알 수 있는 것과 같이 장하점

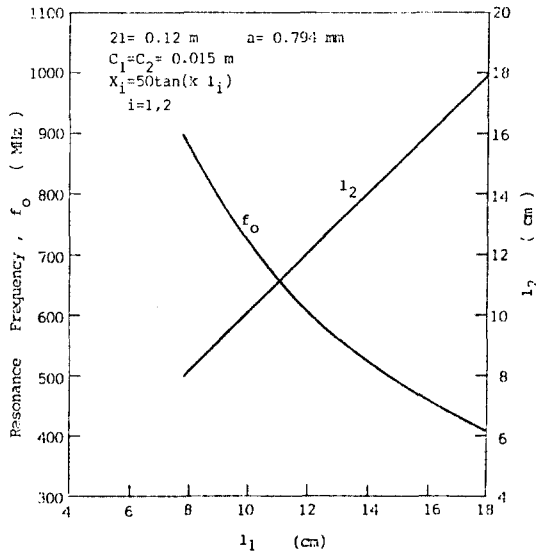


그림 2. 장하리액턴스와 공진주파수와의 관계 (저변장하)

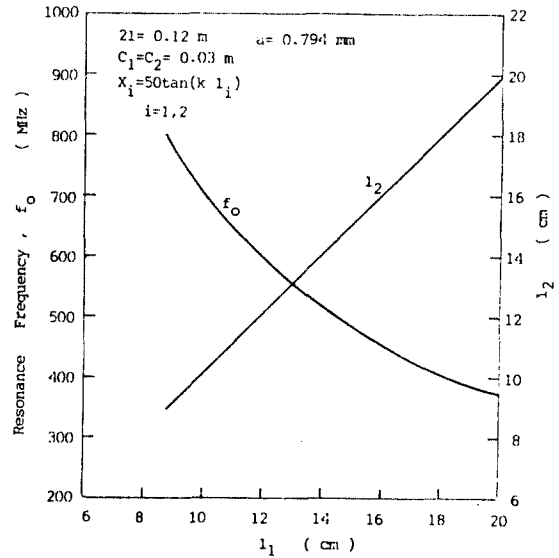


그림 3. 장하리액턴스와 공진주파수와의 관계 (중점장하)

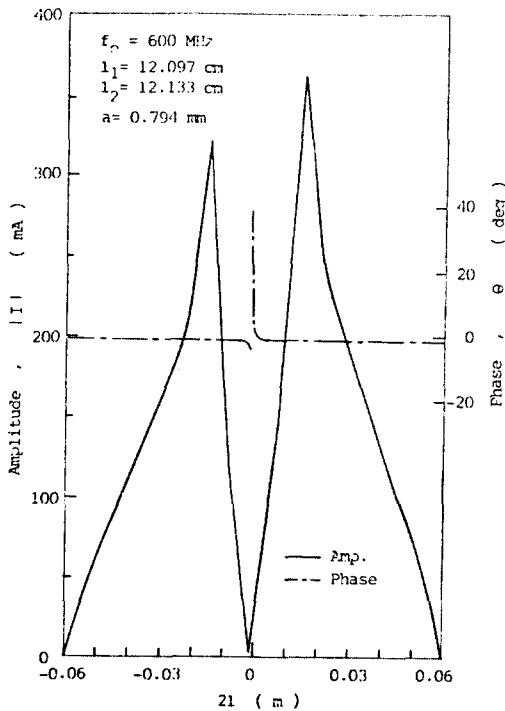


그림 4. 저변장하인 경우의 전류분포

에서는 큰 전류가 흐르고 급전점 부근에서는 위상의 반전이 있다.

#### 4. 결 론

리액턴스를 장하한 공진주파수 제어 다이폴 안테나의 공진주파수 특성 등을 검토하였다. 본 안테나의 공진주파수 특성도를 이용하면 미지 전자파의 주파수를 알 수 있으므로 주파수 탐색용 안테나로 이용할 수 있을 것으로 기대된다. 현재, 전류분포의 대칭성 확보를 위하여 2 소자 공진주파수 제어 다이폴 안테나의 해석을 진행시키고 있다.

#### 참 고 문 헌

- (1) 김기재, 정낙삼, "리액턴스 장하 공진주파수 제어 안테나에 관하여", 한국통신학회 논문지, 15(5), pp.406-412, 1990년 5월.