

# 변형된 Folded 다이폴 안테나의 특성 연구

심 재륜

부산외국어대학교 디지털정보공학부

## A Study on the Characteristic of Modified Folded Dipole Antenna

Jaeruen Shim

Division of Digital Information Engineering, Pusan University of Foreign Studies

E-mail : jrshim@pufs.ac.kr

### 요 약

본 연구에서는 변형된 Folded 다이폴 안테나의 특성을 모멘트법을 이용하여 조사하였다. 안테나의 중심주파수는 200MHz, 도선의 반지름은 0.5mm이고 두 개의 선형 다이폴 사이의 간격은 2cm이다. 시뮬레이션 결과 18cm 정도의 내부 stub 변화와 4.5cm 정도의 외부 stub 변화는 SWR 기준으로 3 미만을 유지한다. 이는 변형된 Folded 다이폴 안테나가 추가적인 정합회로 없이 광대역 특성을 보이는 것을 의미한다.

### ABSTRACT

In this study, we investigated the characteristics of the input impedance and the gain of a 'Folded dipole antenna with stub' by the Method of Moments. The center frequency in this study is 200MHz, the radius of wire is 0.5mm, and the distance between two linear dipoles is 2cm. The inside variation of stub length within 18cm and the outside variation of stub length 4.5cm give the value of SWR(Standing Wave Ratio) within 3. This means that the impedance matching between the 'Folded dipole antenna with stub' and receiver can easily be performed without a supplementary matching circuit.

### 키워드

Folded 다이폴 안테나, 모멘트법, 정합회로

## 1. 서 론

Folded 안테나는 일종의 루프(loop) 안테나로 두 개의 선형 안테나가 인접하여 배치되어 있는 형태이다. Folded 다이폴(dipole) 안테나는 루프의 전체 길이가 1λ로 안테나의 전체 높이는 λ/2이다. Folded 안테나는 막대(whip) 형태의 안테나에 비해 안테나의 입력 임피던스가 상당히 높다. TV 수신용 전송선로로 많이 사용되고 있는 2선(two-wire) 전송선의 특성 임피던스는 300Ω 정도로 Folded 다이폴 안테나의 입력 임피던스와 비슷한 수준이다[1]. 가정에서 주로 사용하고 있는 TV용 야기-우다(Yagi-Uda) 안테나의 director 혹은 reflector를 Folded 다이폴 안테나로 사용하고 있다.

본 연구에서는 Folded 다이폴 안테나의 stub 길이 변화에 따른 입력 임피던스와 이득 변화를 살펴보기 위해 수치해석적인 도구인 모멘트법

(Method of Moment)에 의해 안테나를 해석한다. 본 연구에서는 WIPL 코드를 일부 이용하였다[2].

## II. 변형된 Folded 다이폴 안테나의 구조

Folded 다이폴(dipole) 안테나는 λ/2 길이를 갖는 두 개의 선형 안테나가 인접하게 놓여 있는 모양이다. Folded 다이폴 안테나는 불평형 전송선로(unbalanced transmission line)이므로 이의 일반적인 해석은 전송선로 모드(transmission line mode)와 안테나 모드(antenna mode)로 분해하여 계산한다[3].

본 연구에서는 중심 주파수 200MHz에서 동작하는 안테나를 기준으로 수치해석적인 모멘트법을 이용하여 제반 특성을 조사한다. 중심 주파수

200MHz에서의 한 파장( $\lambda$ )은 1.5m이고, 이의 반파장( $\lambda/2$ ) 길이는 75cm이다.

그림 1은 Folded 다이폴 안테나의 기하학적인 구조를 보여준다. 그림에서 보듯이 Folded 다이폴 안테나는 y-z 평면상에 위치하고, Folded 다이폴 안테나의 위쪽과 아래쪽에 stub를 추가하여 stub 길이 변화  $l$ 에 따른 입력 임피던스와 이득의 변화를 조사한다. Folded 다이폴 안테나끼리의 이격 거리는 2cm이고, 도선의 반지름은 0.5mm로 설정하였다. 안테나의 급전은 y-z 평면상의 중앙부에 위치한다.

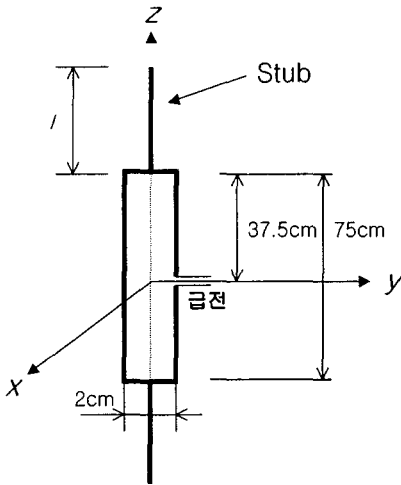


그림 1 Stub가 추가된 Folded 다이폴 안테나의 구조

그림 2는 Folded 다이폴 안테나의 stub의 길이 변화의 예를 보여준다. 즉, (a)는 stub가 Folded 다이폴 안테나의 내부에 위치하고, (b)는 전형적인 Folded 다이폴 안테나이고, (c)는 stub가 Folded 다이폴 안테나의 외부에 노출되어 있는 형태이다.

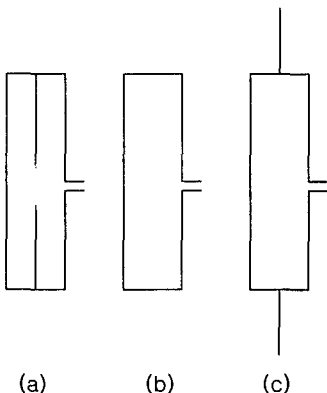


그림 2 Folded 다이폴 안테나의 stub 길이 변화의 예

### III. Stub의 길이 변화에 따른 안테나 특성

Stub의 길이 변화에 따른 Folded 다이폴 안테나의 제반 특성을 살펴보기 위해 모멘트법에 기반을 둔 WIPL을 이용하였다. 그림 3은 stub의 길이 변화에 따른 Folded 다이폴 안테나의 입력 임피던스의 변화를 보여준다. 그림에서 stub의 길이가 0이라는 것은 stub를 추가하지 않은 전형적인 Folded 다이폴 안테나를 뜻한다. 그림 3에서 보듯이 추가된 stub의 길이가 30cm 일 때, 입력 임피던스의 실수값이 커지는 반면 허수값이 0이 되는 공진 현상이 보인다.

그림 4는 stub의 길이가 내부로 15cm에서 외부로 15cm까지 변화할 때의 입력 임피던스만을 그린 것이다. 그림 4에서 보듯이 Folded 다이폴 안테나의 입력 임피던스는  $370+j220 \Omega$  정도이다. 이는 안테나 도선의 반지름이 0.5mm 일 때의 결과로 도선의 반지름이 가늘면 가늘수록 이상적인 Folded 다이폴 안테나의 입력 임피던스  $300 \Omega$ 에 접근한다.

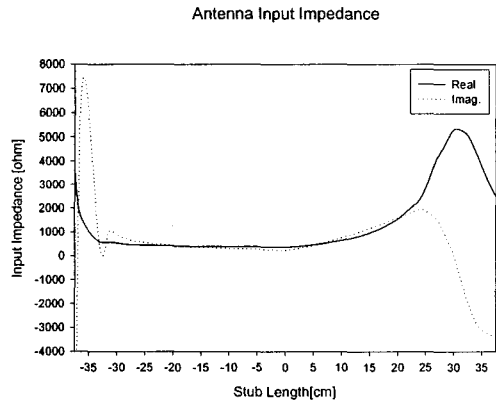


그림 3 Stub의 길이 변화에 따른 안테나의 입력 임피던스의 변화

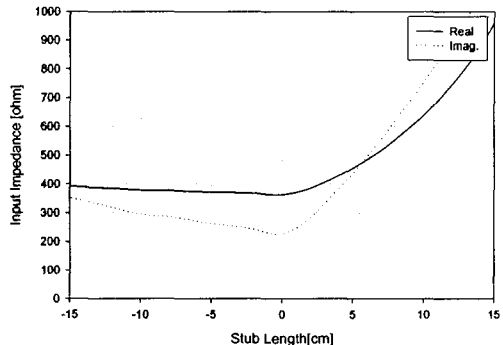


그림 4 안테나의 입력 임피던스의 변화 : 그림 3의 일부 부분 확대

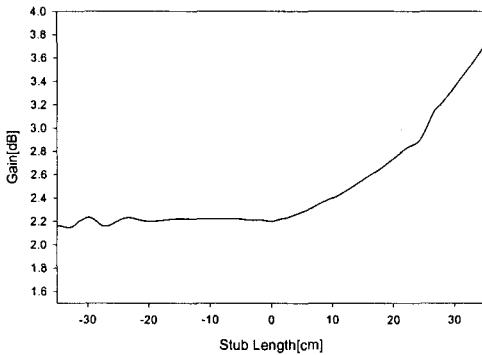


그림 5 Stub의 길이 변화에 따른 안테나의 이득(gain) 변화

그림 5는 stub의 길이 변화에 따른 안테나의 이득(gain) 변화로 Folded 다이폴 안테나의 경우 2.22dB의 이득을 가진다. 특이할 만한 점은 stub의 내부 길이 변화의 경우 대부분 2.2dB를 유지한다는 것이다. 반면 stub의 외부 길이 변화의 경우 stub의 길이가 커지면서 안테나 이득도 동시에 증가하는 경향을 보인다.

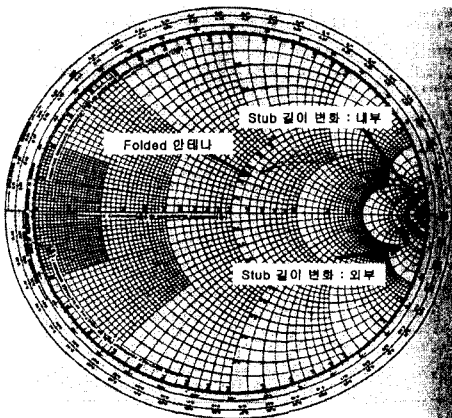


그림 6 안테나의 입력 임피던스의 궤적

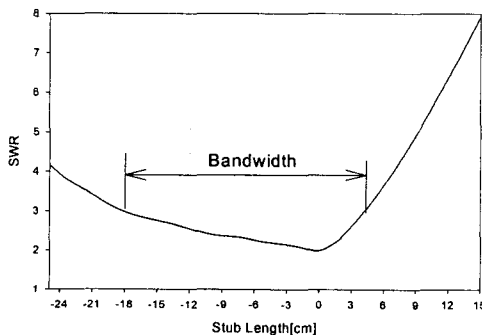


그림 7 Stub의 길이 변화에 따른 정재파비(SWR)의 변화

그림 6은 stub의 길이 변화에 따른 안테나의 입력 임피던스의 변화 궤적을 Smith chart에 보여준다. Smith chart에는 정규화된(normalized) 임피던스를 300 Ω으로 설정하여 안테나의 입력 임피던스를 정규화하였다. 300 Ω을 정규화 임피던스로 설정한 이유는 2선(2-wire) 전송선로의 특성 임피던스가 300 Ω이기 때문이다. 그림 6에서 보듯이 stub의 내부 길이 변화에 의해서는 임피던스 궤적이 바깥 실선을 따라가고, stub의 외부 길이 변화에 의해서는 안쪽 실선을 따라간다.

그림 7은 안테나의 입력 임피던스를 이용하여 정재파비(SWR, Standing Wave Ratio)를 계산하였다. 정재파비는 수신용 안테나의 경우 SWR이 3 미만인 값을 요구한다. SWR이 3 미만인 경우 반사계수가 0.5 정도이다. 그림 7에서 보듯이 stub의 길이가 -18cm에서 +4.5cm까지 변화하여도 정재파비가 3 미만을 유지한다. 이는 stub의 길이가 내부로 18cm 정도, 외부로 4.5cm 정도 변화하여도 안테나의 입력 임피던스 변화가 그리 크지 않다는 것을 의미한다.

## VI. 결 론

전형적인 Folded 다이폴 안테나에 stub를 추가하여 입력 임피던스의 변화와 이득 변화 등을 살펴보았다. 이의 해석은 모멘트법(Method of Moment)에 기초를 둔 WIPL을 이용하였고, 관심 주파수는 200MHz를 기준으로 하였다. 또한, 안테나 도선의 반지름은 0.5mm로 하였고 Folded 다이폴 안테나의 안테나간 이격 거리는 2cm로 설정하였다.

Stub의 길이 변화가 내부로 18cm 정도 및 외부로 4.5cm 정도의 변화에서는 정재파비가 3 미만을 유지하였다. 이는 외부 길이 변화보다는 내부 길이 변화를 통해 입력 임피던스를 변화시키는 것이 안테나의 크기를 제한하는 조건에서 유리하다고 할 수 있다. 즉, Folded 다이폴 안테나의 내부 길이 변화에 의해 추가적인 정합회로 없이 간단히 원하는 정합을 유지할 수 있는 장점을 가진다.

## 참고문헌

- [1] J. D. Kraus and R. J. Marhefka, Antennas : For All Applications, McGraw Hill, 2002
- [2] B. M. Kolundzija, J. S. Ognjanovic, T. K. Sarkar, and R. F. Harrington, WIPL : Electromagnetic Modeling of Composite Wire and Plate Structures, Artech House, Boston, 1995
- [3] C. A. Balanis, Antenna Theory, John Wiley & Sons, 1997