

# UHF 대역 초광대역 전방향성 수신용 원통형 다이폴 안테나

## A Cylindrical Dipole Antenna with Omnidirectional and UWB Characteristics for UHF Band Reception

최원민<sup>1</sup> · 이동근<sup>2</sup> · 문효상<sup>3\*</sup> · 박승용<sup>4\*</sup> · 김재현<sup>5\*</sup> · 김진기<sup>6\*</sup> · 황금철<sup>7</sup>

Won Min Choi<sup>1</sup> · Dong Geun Lee<sup>2</sup> · Hyosang Moon<sup>3\*</sup> · Seongyong Park<sup>4\*</sup> · Jaehyun Kim<sup>5\*</sup> ·  
Jinki Kim<sup>6\*</sup> · Keum Cheol Hwang<sup>7</sup>

### 요 약

초광대역(UWB) 전방향성(omni-directional) 안테나 중 하나인 원통형 다이폴은 구조가 단순하지만 넓은 대역에서 전방향성을 유지하려면 전류 분포와 임피던스 매칭을 대역 전반에서 안정화할 필요가 있다. 따라서 본 연구는 한쪽 다이폴 암 내부로 동축선을 도입하는 내부 동축 급전과 스텐드-슬리브 보조 구조를 통합한 원통형 다이폴을 제안한다. 제안 구조는 전자기 시뮬레이션으로 설계하였고 프로토타입 제작 및 측정을 통해 성능을 검증하였다. 결과적으로 400~1,800 MHz 전 대역의 브로드사이드 방향에서 0 dBi 이상의 전방향성 방사특성을 확인하였다.

### Abstract

Cylindrical dipole antennas offer an ultra-wideband (UWB) omnidirectional radiation characteristic with a simple structure. However, maintaining omnidirectionality and stable impedance matching over a wide bandwidth range remains challenging due to variations in current distribution. To address this issue, a cylindrical dipole antenna integrating an internal coaxial feed introduced through one dipole arm, along with auxiliary stub and sleeve structures, is proposed. The antenna is designed using full-wave electromagnetic simulation, and its performance is validated using prototype fabrication and measurements. As a result, omnidirectional radiation characteristics of more than 0 dBi in the broadside direction across the entire 400~1,800 MHz band were confirmed.

Key words: Ultra-Wideband, Omnidirectional Antenna, Cylindrical Antenna, Sleeve/Stub-Matching, Inserted Coaxial Feeding

### I. 서 론

전방향성(omni-directional) 방사 패턴을 제공하는 초광

대역(UWB) 특성을 가지는 UHF 대역 안테나는 채널 사  
운딩 및 방향 탐지를 포함한 다양한 산업 분야에서 활용  
하고 있다<sup>[1][2]</sup>. 이러한 안테나는 외부 신호를 수신하여 방

「이 연구는 LIG Nex1 산학협력과제 지원으로 연구되었음.」

성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과(Department of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University)

\*LIG넥스원(LIG Nex1)

1: 석·박사통합과정(<https://orcid.org/0009-0005-8316-5189>), 2: 석·박사통합과정(<https://orcid.org/0000-0002-7279-6197>),

3: 수석연구원(<https://orcid.org/0000-0003-1128-7249>), 4: 선임연구원(<https://orcid.org/0009-0001-3053-3380>),

5: 선임연구원(<https://orcid.org/0000-0002-7403-7135>), 6: 연구원(<https://orcid.org/0009-0001-6820-5315>),

7: 정교수(<https://orcid.org/0000-0002-8074-1137>)

· Manuscript received September 8, 2025 ; Revised September 24, 2025 ; Accepted November 3, 2025. (ID No. 20250908-092)

· Corresponding Author: Keum Cheol Hwang (e-mail: [khwang@skku.edu](mailto:khwang@skku.edu))

향 및 위치를 특정하는 시스템에서 많이 활용한다<sup>[3]</sup>. 본 논문은 UHF 대역 방향 탐지와 같은 수신용 안테나가 필요한 시스템에서 유용한 원통형 다이폴을 제시한다. 원통형 다이폴은 기존의 문헌에 많이 소개된 biconical 구조와 달리 물리적 구현이 쉬우며 대표적인 전방향성 초광대역 안테나지만 주파수 의존성이 커 일부 대역에서 성능이 저하될 수 있다. 이를 개선하기 위해 스테브(stub) 및 슬리브(sleeve)를 적용하는 방법이 널리 쓰인다<sup>[4]</sup>. 본 연구에서는 스테브와 슬리브를 설계하여 광대역에서 전방향성 유지가 가능한 원통형 다이폴을 제안한다.

급전 방식 또한 안테나 성능에 영향을 미친다. 비대칭 급전 구조는 발룬(balun)을 형성하여 안정적인 전류 분포를 형성한다<sup>[5],[6]</sup>. 하지만 이러한 방식은 추가 손실 및 방사 패턴 왜곡이 발생할 수 있으므로 본 연구에서는 급전선이 외부로 노출되지 않아서 추가적인 영향을 최소화할 수 있도록 동축 선로를 한쪽 다이폴 암(arm)에 매설해 직접 급전하는 방식을 채택하였다<sup>[7],[8]</sup>. 결과적으로 본 연구에서는 내부 동축 급전 구조와 스테브 및 슬리브 구조를 활용한 400~1,800 MHz의 브로드사이드 방향에서 전방향 방사패턴을 목표로 하는 원통형 다이폴을 제시한다.

## II. 안테나 구조 및 설계

최종 설계한 안테나의 구조는 그림 1에 나타내었다. 그림 1(a)에서 슬리브와 스테브를 추가한 원통형 다이폴 전

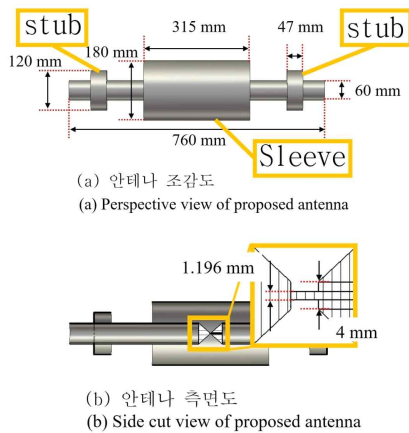


그림 1. 제안 안테나 구조  
Fig. 1. Configuration of proposed antenna.

체 구조를 확인할 수 있다.  $-40$  dBi의 이득 형성 지점을 안테나 방사의 유의미한 바닥 기준으로 설정하고 해당 이득을 형성하는 주파수는 20 MHz가 되도록 설계하였다. 그 결과 원통의 직경은 60 mm이며 전체 길이는 760 mm이다. 기본적으로 안테나는 50 Ω에서 동작하도록 설계하였다. 이후 방사 패턴 개선을 위해 슬리브 및 스테브 구조를 추가하였다. 중심부의 슬리브 구조 직경은 180 mm이며 전체 길이는 315 mm이다. 스테브 구조는 양옆에 대칭적으로 구성했고 120 mm의 직경과 47 mm의 길이로 설계하였다. 그림 1 (b)는 안테나의 측면도를 나타낸다. 해당 그림에서는 매설한 내부 동축 선로 급전 구조를 확인할 수 있다. 동축 선로는 내경이 1.196 mm이고 외경이 4 mm이다. 해당 구조 사이에는 유전율 2.1인 테플론을 형성하여 50 Ω 안테나와 안정적인 정합을 확보하였다.

그림 2에서는 슬리브 및 스테브 구조에 따른 전류 분포 변화를 확인할 수 있다. 주파수가 바뀌면 원통형 다이폴의 전기적 길이가 변경되므로 각각 서로 다른 전류 분포가 형성된다. 이때 600 MHz를 중심으로 다이폴은 1 λ와 유사한 전기적 길이를 가지므로 해당 전류분포는 방사 패턴상에서 브로드사이드 방향에 null을 형성한다. 중심부의 전류 분포 및 방사를 억제하기 위하여 슬리브를 추가하였고 그 결과를 그림 2(a)에서 확인할 수 있다. 슬리브를 중심에 형성하더라도 1,200 MHz 대역에서 여전히 방사 패턴 null이 발생한다. 해당 문제는 스테브를 형성하여 양 끝단에 흐르는 전류 분포를 억제하는 방식으로 개선하였다. 그 결과는 그림 2(b)에서 확인할 수 있다.

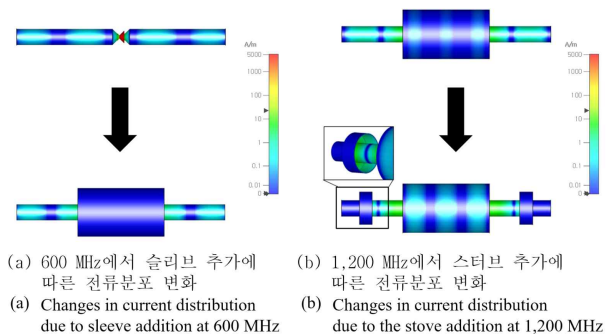


그림 2. 스테브 및 슬리브 구조에 따른 전류분포 변화  
Fig. 2. Changes in current distribution according to stub and sleeve structures.

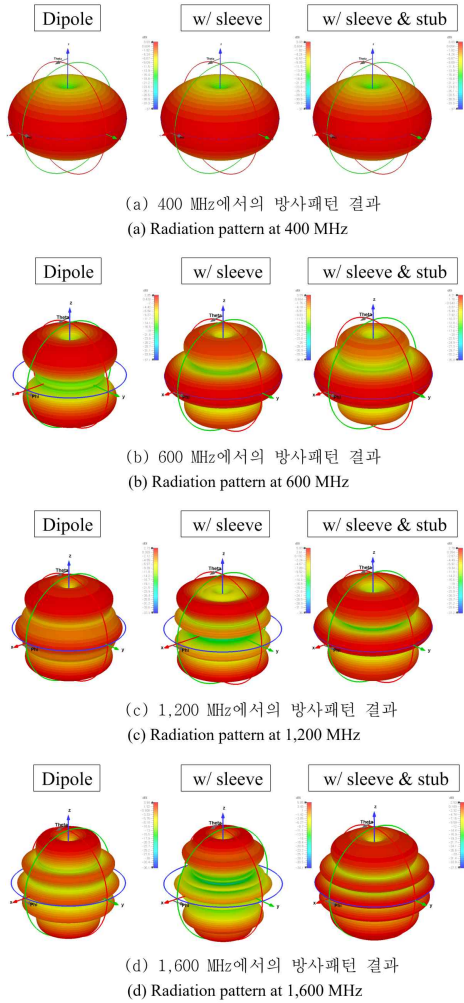
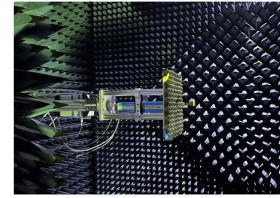


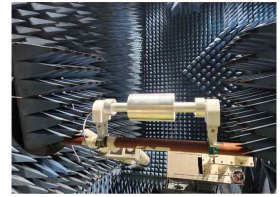
그림 3. 시뮬레이션을 통해 확인한 3D 방사패턴 결과  
Fig. 3. 3D radiation pattern results confirmed through simulation.

그림 3(a)~그림 3(d)는 각각 400, 600, 1,200 MHz 그리고 1,700 MHz에서의 방사패턴 결과이다. 가장 좌측 방사 패턴은 기본 다이폴, 중앙은 슬리브만 형성할 경우, 가장 우측은 스테브 및 슬리브를 형성한 경우이다. 슬리브 형성으로 600 MHz에서 브로드사이드 방사 패턴이 개선되었으며 스테브 형성으로 1,200 MHz에 대한 브로드사이드 방사 패턴이 개선된 것을 확인할 수 있다.

### III. 안테나 측정 결과



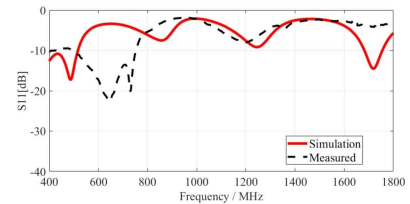
(a) 측정용 혼 안테나  
(a) Horn antenna for measurement



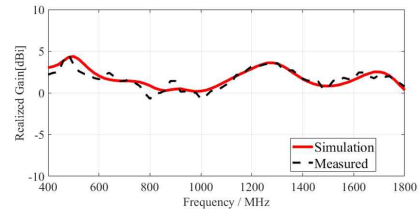
(b) 제안 안테나의 측정 환경  
(b) Measurement environment of the proposed antenna

그림 4. 안테나 측정 환경  
Fig. 4. Antenna measurement environment.

제작한 프로토타입의 이득 및 방사 패턴을 무반향 챔버에서 측정하였고 이를 그림 4에 나타내었다. 그림 4(a)는 측정에 사용한 혼 안테나를 확인할 수 있으며 그림 4(b)에서는 제안 안테나의 프로토타입을 확인할 수 있다. 그림 5(a)는 400~1,800 MHz의 반사 계수 결과를 확인



(a) 반사 계수 결과  
(a) Reflection coefficient



(b) 브로드사이드에서의 이득  
(b) Realized gain of broadside

그림 5. 시뮬레이션 및 측정에서의 안테나 결과 비교  
Fig. 5. Comparison of antenna results through simulation and measurement.

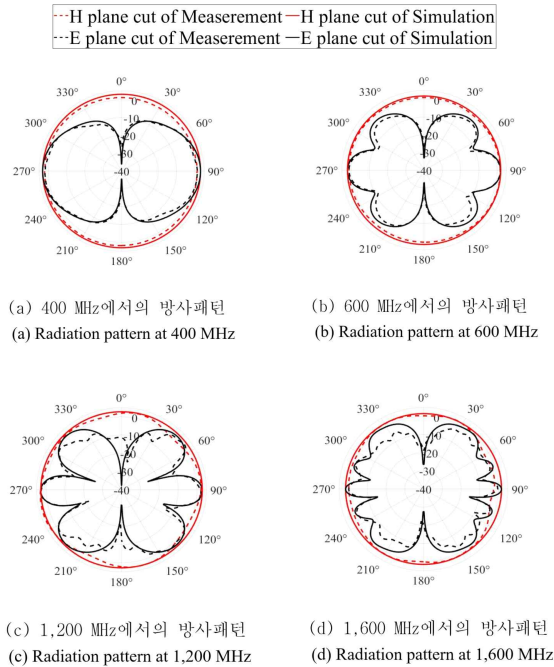


그림 6. 제안한 안테나의 방사 패턴 결과  
 Fig. 6. Radiation patterns of the proposed antenna.

할 수 있다. 그림 5(b)는 브로드사이드 방향 이득 결과를 비교한 그림이다. 400~1,800 MHz 측정과 시뮬레이션 모두 0 dBi 수준의 이득 특성을 유지하는 것을 확인할 수 있다.

그림 6에서 시뮬레이션 및 측정을 통해 확인한 방사패턴 결과를 확인할 수 있으며 그림 6(a)~그림 6(d)는 각각 400, 600, 1200 MHz 그리고 1,600 MHz에서의 결과이다. 검은 선은 E plane 방향에서의 결과이며 붉은 선은 H plane 방향에서의 패턴 결과이다. 해당 결과를 통해 제안하는 안테나가 브로드사이드 방향에서 전방향 방사를 형성한다는 것을 확인할 수 있다.

#### IV. 결 론

본 연구에서는 매설한 동축 급전 방식과 스텔트 및 슬리브 구조를 활용한 원통형 다이폴을 제안한다. 제안 구조는 전자기 시뮬레이션으로 설계하였고 프로토타입을 제작 이후 측정하여 안테나의 성능을 검증하였다. 시뮬레

이션 및 측정 결과를 통해 400~1,000 MHz 대역에서 전방향 방사 특성을 검증하였다. 제안하는 안테나는 UHF 대역의 UWB 전방향성 특성 안테나가 필요한 다양한 분야에서 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

#### References

- [1] S. S. Zhekov, A. Tatomirescu, and G. F. Pedersen, "Antenna for ultrawideband channel sounding," *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, vol. 16, pp. 692-695, Aug. 2016.
- [2] C. SaiRam, D. Vakula, and M. Chakravarthy, "Design of broadband compact canonical triple-sleeve antenna operating in UHF band," *Journal of Electromagnetic Engineering and Science*, vol. 21, no. 4, pp. 291-298, Sep. 2021.
- [3] M. Gardill, G. Fischer, R. Weigel, and A. Koelpin, "Single-element based ultra-wideband antenna array concepts for wireless high-precision 2-D local positioning," *Advances in Radio Science*, vol. 11, pp. 297-305, Jul. 2013.
- [4] C. A. Balanis, *Antenna Theory: Analysis and Design*, Hoboken, NJ, John Wiley & Sons, 2005.
- [5] N. Rostomyan, A. T. Ott, M. D. Blech, R. Brem, C. J. Eisner, and T. F. Eibert, "A balanced impulse radiating omnidirectional ultrawideband stacked biconical antenna," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 63, no. 1, pp. 59-68, Jan. 2015.
- [6] G. Kumar, P. Mevada, S. Chakrabarty, and M. B. Mahajan, "Ultrawide band cage dipole antenna for ultra high frequency band ground penetrating radar system," *International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering*, vol. 32, no. 6, p. e23139, 2022.
- [7] A. K. Amert, K. W. Whites, "Miniaturization of the biconical antenna for ultrawideband applications," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 57, no. 12, pp. 3728-3735, Dec. 2009.
- [8] S. He, L. Chang, and Z. Z. Chen, "Design of a compact biconical antenna loaded with magnetic dipoles," *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, vol. 16, pp. 840-843, Sep. 2016.