

<p>광대역 수직/수평 동시 측정 안테나(S-K Antenna) 구현 및 수신 특성 평가</p>	<p>설 순 권</p>
	<p>한국산업기술시험원</p>

본 논문은 EMC 계측에서 측정시간 및 설비 비용을 절감할 수 있도록 수직/수평 편파를 동시에 측정하는 안테나 구조를 제안한다. 제안하는 안테나의 구조는 2개의 Bi-Log Antenna를 디자인하여 하나의 지지대에 직각으로 수직과 수평 부분을 접속하였으며, 수신된 신호 성분은 스플리터를 통하여 합성된 후 계측기로 입력된다. 제작 후 측정된 반사 손실은 시뮬레이션 값과 거의 일치하였으며, 이를 토대로 기존의 광대역 안테나와 비교 측정하여 수신 특성을 측정하였다. 본 실험에서 광대역 안테나에서도 수직과 수평 성분을 동시에 측정할 때 수신되는 수직과 수평 성분이 각각 동일 값이라면 계측기에 입력되는 값은 이들의 합으로 나타나며, +3 dB 효과를 나타낸다. 수직과 수평 성분 중 어느 하나의 값이 상대적으로 절반 이하(-3 dB)로 떨어지면 계측기로 측정되는 값은 수직과 수평 중 큰 값에서 거의 +2 dB 내외로 측정됨을 실험적으로 확인하였다. 또, 수직 및 수평 성분들이 서로 간에 10 dB 이상의 차이가 있을 경우, 그 측정값은 수직과 수평 중 큰 값과 거의 일치함을 실험적으로 확인하였다.

I. 서 론

현재 EMI 측정 항목 중 가장 시간이 많이 소요되는 것이 자유공간으로 방사되는 Radiated-Emission Test이며, 수신 안테나는 광대역으로 Biconical이나 대수주기(log-periodic), 바이 로그(bi-log) 등이 사용되고 있다. 이들 안테나는 수직 편파와 수평 편파를 주파수별로 각각 따로 측정하고, 그 값들 중 높은 값을

선택하는 방식이다. 이러한 기존 시스템에서 측정시간을 줄이고자 하는 노력들이 많이 있었으며, 그중의 한 예가 리시버 및 안테나를 2개씩 사용하여 수직/수평 편파를 동시 측정하는 2 Pole 시스템 등이 사용되고 있다. 하지만 이들 방법은 고가의 장비와 시설이 2배로 투입되어야 한다. 하지만 본 연구에서 개발하고자 하는 안테나 및 측정방법은 1 Pole 시스템에서 수직과 수평 편파를 동시 측정하는데 초점을 맞추고 있다. 따라서 본 연구에서는 광대역 수직/수평 동시 측정용 안테나를 제안하여 구현하고, 그 이름을 S-K 안테나로 명칭한다. 또한 그 수신 특성을 기존의 Reference 광대역 안테나와 비교 측정하여 그 유효성을 입증하고, 이를 토대로 IEC CISPR에 측정방법 추가를 추진하고자 한다. 이러한 연구 및 일련의 과정들이 순조롭게 이루어질 경우, 방사 측정 및 관련 분야에서 경제적, 시간적으로 많은 이익이 있을 것으로 예상된다.

II. S-K 안테나의 설계 및 제작

2-1 이론적 배경

앞서 언급한 바와 같이 S-K 안테나는 수직/수평 성분을 동시에 측정하여 스플리터를 통하여 합산되므로 이 과정에서 결과 값에 대한 수학적 해석이 필요하고, 이를 토대로 S-K 안테나를 설계 제작하고 그 수신 특성을 비교 측정하여 유효성을 입증하고자 한다.

일반적으로 수신 안테나에 수신되는 전력은

$$P = EH = \frac{E^2}{Z_0} = \frac{E^2}{120\pi} \quad (1)$$

($E = HZ_0, Z_0 = 377\Omega$)

로 주어진다.(1)(2) 따라서 수평 성분의 수신 전력

$$P_H = E_H H_H = \frac{E_H^2}{Z_0} = \frac{E_H^2}{120\pi} \quad (2)$$

수직 성분의 수신 전력

$$P_V = E_V H_V = \frac{E_V^2}{Z_0} = \frac{E_V^2}{120\pi} \quad (3)$$

이다. 여기서 수평 성분과 수직 성분이 동일하다면

$$P_H = P_V = H_H E_H = H_V E_V \quad (4)$$

이다. 따라서 합성 수신 전력

$$P_H + P_V = 2EH \quad (5)$$

이다. 여기서 식 (5)에 수평 성분 P_H , 또는 수직 성분 P_V 로 나누면

$$\frac{P_H + P_V}{P_H \text{ or } P_V} = 2 \quad (6)$$

이다. 즉, 합성 수신 전력은 수평 성분의 2배이고, 수직 성분에 대해서도 2배이다.

식 (6)의 양변에 전력 대수를 취하면

$$10\log_{10} \frac{P_H + P_V}{P_H \text{ or } P_V} = 10\log_{10} 2 = 3\text{dB} \quad (7)$$

로 주어진다. 즉, S-K 안테나에서 수직/수평 성분이 동일할 때 이들 합성 성분은 단일 측정치에 +3 dB 한 값이 측정된다.

또, 수평 성분과 수직 성분 중 어느 하나가 다른 성분의 절반 이하(-3 dB)로 될 경우 합성 수신 전력은

$$\frac{P_H + P_V}{\max(P_H \text{ or } P_V)} = 1.5 \quad (8)$$

이고, 전력 대수 함수로 표현하면

$$10\log_{10} \frac{P_H + P_V}{\max(P_H \text{ or } P_V)} = 10\log_{10} 1.5 = 1.76\text{ dB} \quad (9)$$

으로 주어진다. 즉, 이 경우 어느 한 큰 값에 +1.76 dB 한 값이 측정되어짐을 의미한다. 실제적으로 하나의 시료에서 수직 성분과 수평 성분은 거의 10 dB 이상의 차이를 보인다.

따라서 위의 이론에 의거하여 S-K 안테나를 설계 제작하고 그 수신 특성을 측정하여 결과 값이 위의 이론값과 일치함을 증명하고자 한다.

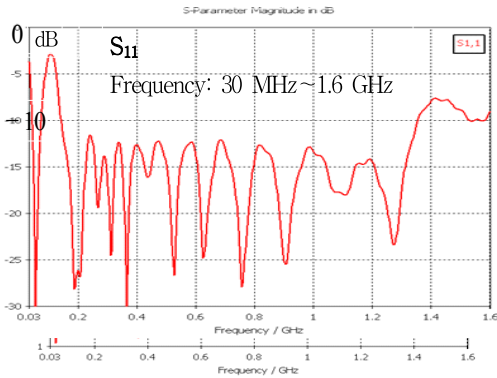
2-2 설계 및 제작

2-2-1 주파수 범위의 설정³⁾

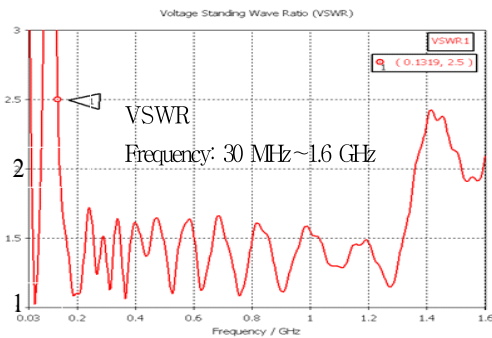
EMC 계측에서, 자유공간으로 방사되는 전기자기 파를 측정하는 Radiated-Emission Test에서 가장 많이 쓰이는 주파수 대역이 30 MHz~1 GHz 임을 고려하여 30 MHz~1.6 GHz, 물리적 크기 등을 고려하여 Bi-Log로 설정하였다(바이코니컬 30~200 MHz, 대수 주기 200 MHz~1.6 GHz).

2-2-2 안테나 반사 손실계수(S_{11}) 및 정재파 비(SWR)

반사 손실의 설정은 수평 및 수직 부분을 각각 동일하게 설정하였으며, -10 dB 이하로 하였다. 이는 급전 전력의 90% 이상을 전송함을 의미하며, 안테나 설계 및 평가의 일반적인 수치이다. [그림 1]과 [그림 2]는 설계된 안테나의 반사 손실 및 그에 따른



[그림 1] 안테나 반사 손실(Return loss of antenna)



[그림 2] 정재파 비(VSWR of antenna)

정재파 비 그래프이다. 1.3 GHz 이상에서는 메시 부족으로 해석이 정확하지 않은 것이다.

여기서 200 MHz 이하 대역은 바이코니컬 안테나 영역으로 급전선과 임피던스 정합을 위하여 발룬을 사용하는 영역이다. 하지만 사용된 CST 시뮬레이션 프로그램에서 발룬의 해석이 어려운 관계로 보정이 되지 않은 부분이다. 실제로는 발룬을 장착하여 보완이 이루어진다.

2-2-3 발룬설계 및 임피던스 정합³⁾

안테나의 구성 중 바이코니컬 부분의 콘의 굴절 각도는 간섭 영향 및 수신 영역 등을 고려하여 38°

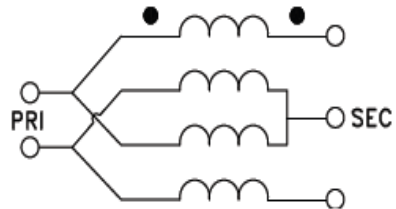
<표 1> 발룬의 규격(Specification of Balun)

Electrical Specification

No.	항목	내용	비고
1	동작 주파수	30~550 MHz	삽입 손실 3 dB 이내 주파수
2	임피던스 변환 비	4:1	
3	삽입 손실	1 dB: 30~150 MHz 2 dB: 30~480 MHz 3 dB: 30~550 MHz	

Mechanical Specification

No.	항목	내용	비고
1	Pin 정보	Pin 1: Unbalance Pin 2: Unbalance Pin 3: Balance Pin 4: Not use Pin 5: Balance	
2	크기[mm]	14 × 13.7 × 8.3	코어 내부: 직경 3.8

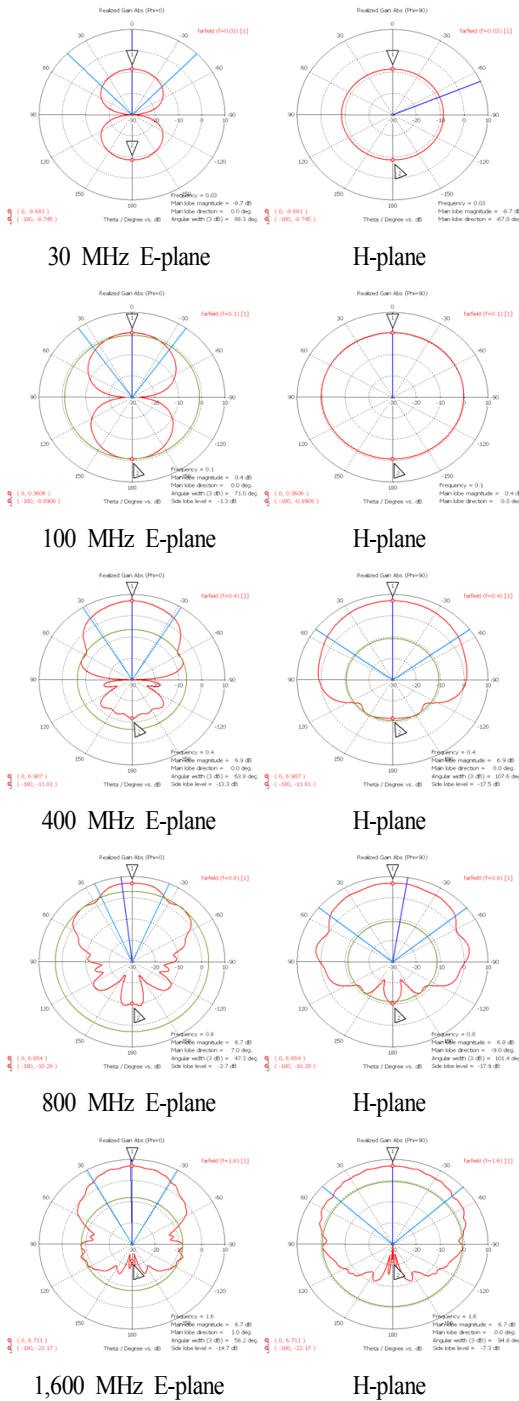


[그림 3] 발룬의 결선도(Circuit diagram of balun)

로 하였고, 입력 임피던스가 200 Ω으로 되었다. 따라서 급전선과의 정합을 위하여 4:1 페라이트 코어 발룬을 제작 삽입하였다. 대수 주기 부분은 50 Ω으로 발룬없이 정합하였다. <표 1>과 [그림 3]은 설계된 발룬의 규격 및 결선도이다.

2-2-4 주파수별 방사 패턴

[그림 4]는 각각의 주파수별 방사 패턴을 2차원 평면상에 도시한 것이다. 우선 주파수 30 MHz부터 100



[그림 4] 주파수별 방사 패턴도(Radiation pattern)

MHz까지는 바이코니컬 안테나에 의한 것으로서 전계는 XZ 평면상에서 균등한 패턴을 보인다. 반 전력각(HPBW: Half Power Beam Width)은 88°부터 71°의 분포를 보였다. 자계 패턴은 YZ 평면상에서 루프 안테나와 비슷한 무지향성 즉, 전방향성 (Omni- Directional)을 나타내고 있다.

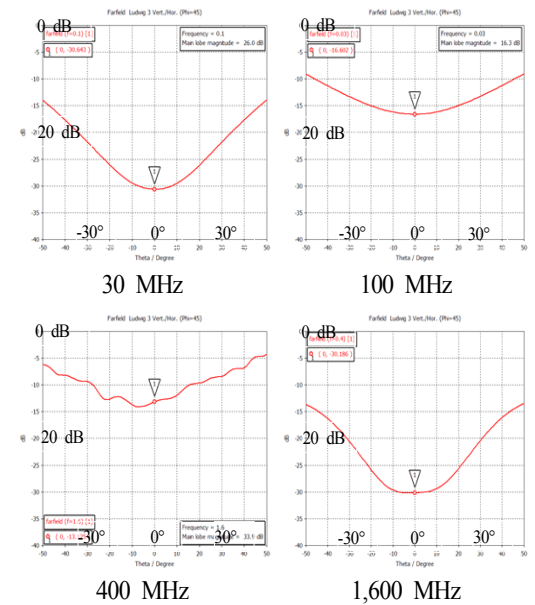
주파수 400 MHz부터 1,600 MHz까지는 대수 주기 안테나에 의한 것으로서 전계 패턴의 반 전력각은 43°부터 63°의 분포를 나타내며, 자계는 77°에서 107°의 분포를 보인다.

2-2-5 격리도

[그림 5]는 주파수별 수평 안테나와 수직 안테나 간 격리도이며, 최저 13 dB에서 최고 30 dB를 보인다.

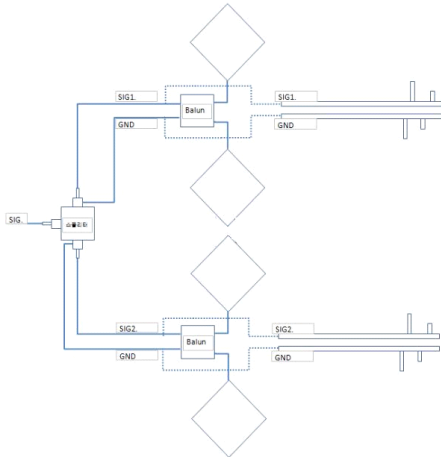
2-2-6 S-K 안테나 전체 계통도

[그림 6]에서와 같이 S-K 안테나는 수평과 수직 두 개의 Bi-Log 안테나를 직각으로 스플리터를 통



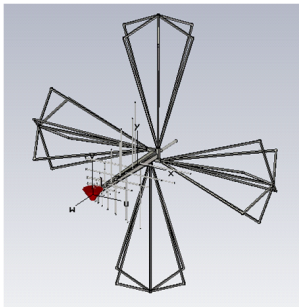
[그림 5] 주파수별 격리도(Isolated ratio in each frequency)

하여 결합한 것이다.

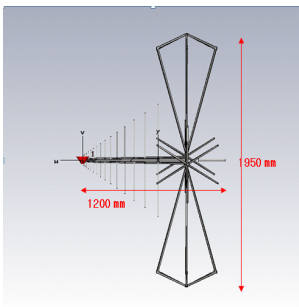


[그림 6] S-K 안테나 전체 계통도(Schematic diagram of antenna)

2-2-7 S-K 안테나의 물리적 크기 및 형상



[그림 7] S-K 안테나의 정면도(Front view of antenna)

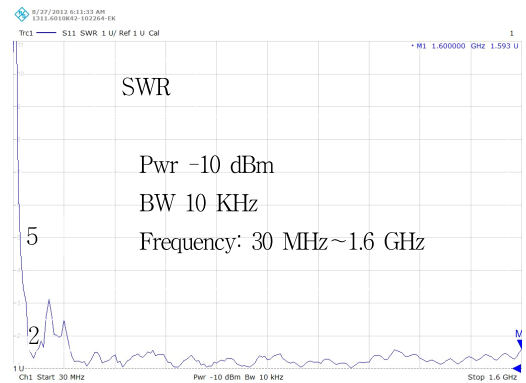


[그림 8] S-K 안테나의 측면도(Side view of antenna)

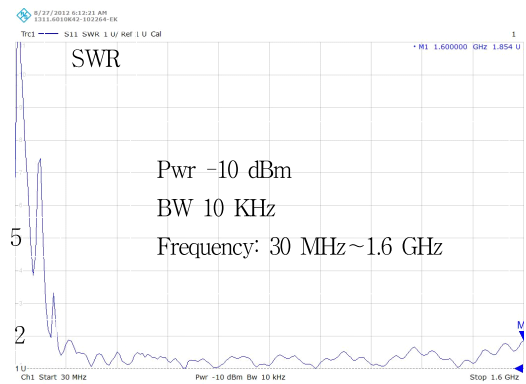
2-2-8 제작 후 측정된 안테나의 반사 손실(S11, SWR)

[그림 9]는 수평 안테나 입력 포트의 정재파 비이며, 특정 주파수를 제외하고 평균 1.2 이하이며, 급전 전력의 90 % 이상을 전송한다.

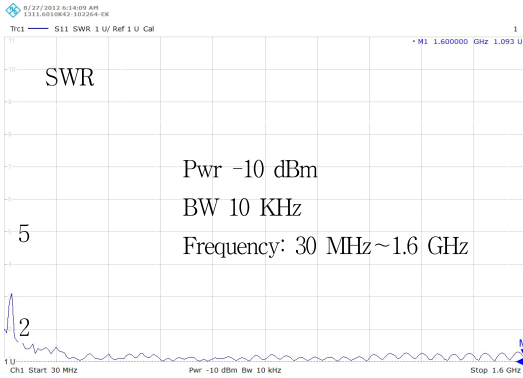
[그림 10]의 수직 안테나에서 바이코니컬 부분의 정재파 비가 [그림 9]의 수평 부분에 비하여 일부 높은 것은 제작된 페라이트 코어 발룬의 특성이 균일하지 못한데 기인한 것으로 예측된다. [그림 11]은 수직과 수평을 스플리터로 결합한 후 측정된 정재파 비이며, 급전 전력의 손실이 현저히 감소함을 볼 수 있다.



[그림 9] 수평 안테나 정재파 비(SWR of horizontal antenna)



[그림 10] 수직 안테나 정재파 비(SWR of vertical antenna)



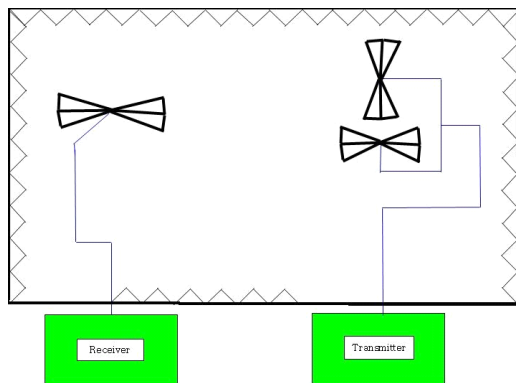
[그림 11] 수직/수평 동시 측정 정재파 비(SWR of horizontal and vertical antenna)

Ⅲ. 수신 특성 측정

3-1 기준 안테나의 수신 특성 측정

S-K 안테나의 수신 특성을 검증하기 위하여 먼저 기존의 검증된 광대역 안테나에 수직/수평 성분이 동시에 수신될 때의 특성을 측정한 후, 동일 조건으로 S-K 안테나의 수신 특성을 측정하여 비교 검증하고자 한다. [그림 12]는 수평 측정 구성도이다.

[그림 12]에서의 실험은 3 m 반 무반사실에서 실행

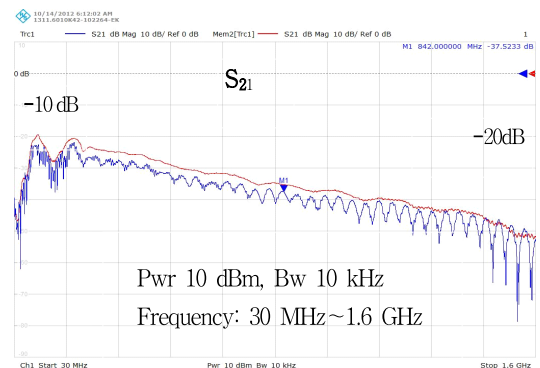


[그림 12] 기준 안테나의 수평 성분 측정 구성도(Measurement schematic diagram of horizontal reference antenna)

시되었으며, 동일 EUT임을 감안하여 1개의 송신기에서 수직/수평 송신 안테나로 1/2 씩 나누어 전송하였다. 지면 반사파의 영향을 줄이기 위하여 그라운드 바닥에는 2 m×2 m 넓이의 흡수체를 설치하였다. 안테나의 높이는 송수신 안테나 모두 동일하게 1.6 m 이고, 송수신 안테나간 거리는 3 m, 수직/수평 송신 안테나 간의 거리는 2 m이었다. 송수신 안테나 3개는 모두 동일하게 Schwarzbeck사의 VULB 9168이 사용되었고, 사용 주파수 대역은 30 MHz ~ 1.5 GHz 이다. 리시버 및 송신기는 Rohde & Schwarz사의 ZNB Vector Network Analyzer가 사용되었다. 동작 주파수 대역은 9 kHz~6 GHz 이고, 송신출력은 10 dBm 이었다.

실험 방법은 [그림 12]와 같이 구성 후, 네트워크 분석기의 송신부에서 수직 송신 안테나 연결을 제거하고, 수평 안테나만 연결한 후 이들 송수신 안테나 간의 전송 손실(S_{21})을 측정하여 저장하였다(30 MHz~1.6 GHz). 그 후 수직 송신 안테나와 수평 안테나 모두를 연결하고, 송수신 안테나 간 전송 손실(S_{21})을 측정하였다. [그림 13]은 측정 그래프이다.

[그림 13]에서 윗부분의 붉은색 그래프가 수평 송신 안테나만 연결했을 때의 측정된 전송 손실(S_{21})이



[그림 13] 기준 안테나의 수평 성분 측정 그래프(Horizontal measurement-result of reference antenna)

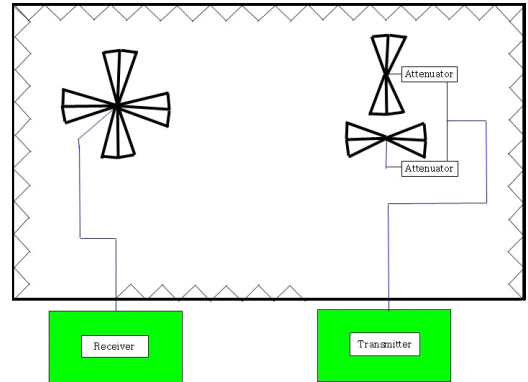
다. 그리고 아래의 푸른색 부분이 수직과 수평을 동시에 양분하여 전송하였을 때 이들 수직/수평 송신 안테나와 수평 수신 안테나 간의 전송 손실 그래프이다. [그림 13]에서 보는 바와 같이 수평 송신 안테나로만 전송될 때의 측정치와 수직/수평 양측 송신 안테나로 각각 1/2 씩 양분되어 전송될 때의 측정값 사이에 약 3 dB 정도의 차이가 있다. 이는 잘 아는 바와 같이 전송 값이 1/2 씩 양분(-3 dB)되었으므로 당연한 결과이다. 그래프에서 앞부분의 30 MHz 대역과 1.4 GHz 이상 대역에서 일치하지 않는 부분이 있다. 이것은 안테나의 바이 로그 부분 및 해당 대역에서 수직 성분이 많이 검출된 걸로 유추되며, 그 요인은 사용된 안테나의 주파수 대역이 30 MHz~1.5 GHz까지인 것과 흡수체의 특성 등 여러 요인에 의한 것으로 추정된다. 이 실험에서 우리는 수직/수평 성분이 동일한 값으로 수신 안테나에 수신될 때 주파수간 간섭이 많이 발생한다는 것과 수직/수평을 동시 송신할 때 1/2 씩 양분(-3 dB)되어 진다는 것을 확인할 수 있다. 또한 수직 특성 실험에서도 유사한 결과를 얻었다.

3-2 S-K 안테나의 수신 특성 측정

3-2-1 수직 성분 측정

이번 실험에서는 수직 안테나로만 송신했을 때의 수신 값을 측정하고자 한다. [그림 14]는 측정 구성도이다.

[그림 14]의 측정 조건은 측정 3-1절의 조건에서 기준 수신 안테나를 제거하고 그 자리에 S-K 안테나를 부착하였으며, 수평/수직 송신 안테나 양측에 감쇄기를 추가 연결하였다. 그리고 Network Analyzer의 출력을 13 dBm으로 한 후, 다시 수직 쪽의 감쇄기를 조정하여 -3 dBm하였다. 또한 수평 송신 안테나의 급전선을 차단하였다. 결과적으로는 수직 송신 안테나에만 10 dBm의 전력이 입력되었다. 그 외는 3-1절



[그림 14] S-K 안테나의 수신 특성 측정 구성도(Measurement schematic diagram of S-K antenna)

과 동일하다. 실험은 수평 송신 안테나의 급전선을 차단하고, 수직으로만 송신하면서 그때의 송수신 안테나 간 전송 손실(S_{21})을 측정하였다. [그림 15]는 측정 그래프이다.

[그림 15]에서 보듯이 수직 성분만 존재할 때는 위의 청색 그래프 성분만 측정되어진다.

3-2-2 수평 성분 측정

마찬가지로 [그림 14]에서 수직 송신 안테나의 급전선을 차단하고, Network Analyzer의 출력을 13 dBm



[그림 15] S-K 안테나의 수직 특성 측정 그래프(Vertical measurement-result of S-K antenna)



[그림 16] S-K 안테나의 수평 특성 측정 그래프(Horizontal measurement result of S-K antenna)

으로 한 후, 수평 쪽의 감쇄기를 조정하여 -3 dBm 하였다. 역시 수평 송신 안테나에만 10 dBm의 전력이 입력되었다. 실험은 수직 송신 안테나의 급전선을 차단하고, 수평으로만 송신하면서 수평 송신 안테나와 수신 안테나 간 전송 손실(S_{21})을 측정하였다. [그림 16]은 측정 그래프이다.

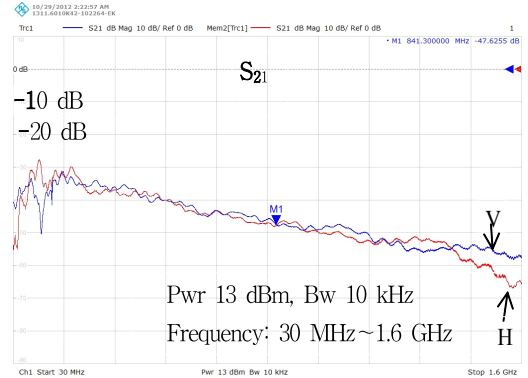
[그림 16]에서 보듯이 수평 성분만 존재할 때는 위의 청색 그래프 성분만 측정되어진다.

3-2-3 수직/수평 성분 동시 측정

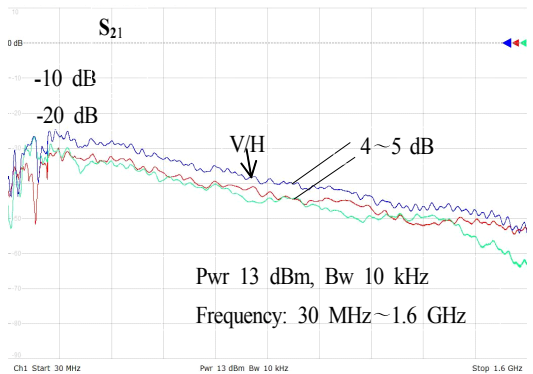
실험에 앞서, 먼저 실험한 수평 및 수직 성분의 측정 그래프를 겹쳐 보기로 하자.

[그림 17]에서 적색 부분이 수평 성분(H)이고, 청색 부분이 수직 성분(V)이다. 즉, 수직과 수평 성분이 공존할 때 기존의 방식은 수평과 수직 성분을 각각 측정하여 높은 값을 취하는 방식이다. 결과적으로 위의 그래프들 중 높은 그래프의 값들만 선택하여 측정치로 기록한다. 따라서 수직/수평 성분을 동시에 측정할 때 그 값들이 위의 그래프들 중 높은 값과 일치하면 된다. [그림 18]의 그래프는 수직/수평 송신 안테나를 동시에 연결하고 급전하여 그때의 송수신 안테나 간 전송 손실(S_{21})을 측정한 것이다.

[그림 18]에서 적색부분이 수직 성분, 얇은 청색이



[그림 17] S-K 안테나의 수평 및 수직 각각의 특성 측정 그래프(Horizontal and vertical measurement result of S-K antenna)



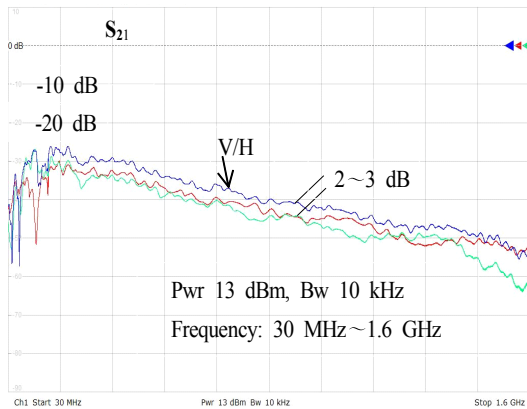
[그림 18] S-K 안테나의 수평/수직 동시 측정 특성 그래프(Horizontal and vertical measurement result of S-K antenna at same time)

수평 성분, 청색부분이 수직/수평(H/V) 동시 측정 그래프이다. 측정 조건은 Network Analyzer의 출력을 13 dBm으로 한 후, 수평 및 수직 송신 안테나 측의 2개의 감쇄기를 모두 0 dB로 맞추었다. 즉, 수직 및 수평 송신 안테나 양측 모두 10 dBm의 전력이 급전되었다. 즉, 수직 성분 측정 그래프 및 수평 성분 측정 그래프, 수직/수평 동시 측정 그래프 등 모두 3개의 그래프가 동일하게 10 dBm으로 급전되었으므로 앞선 식 (6)과 (7)의 수신 조건을 만족한다고 볼 수 있

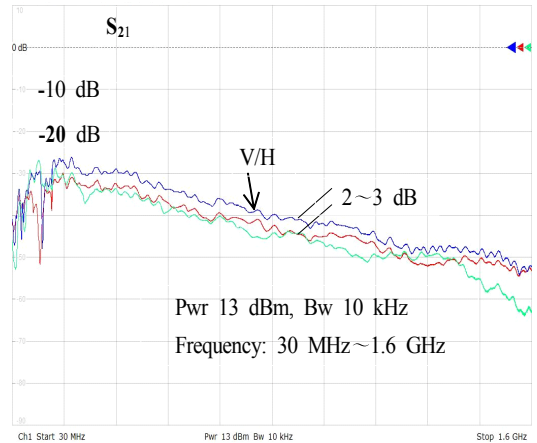
다. [그림 18]에서의 결과 값은 약 4~5 dB 내외이었다. 식 (6)과 (7)의 이론값 3 dB보다 다소 높은 값을 보였다. [그림 18]에서 보듯이 수직 및 수평 2개의 그래프 값이 동일 값으로 일치하는 주파수에서는 약 +4~5 dB의 효과를 보였다. 그리고 수직 및 수평 그래프 값이 10 dB 정도의 차이를 보이는 주파수에서는 동시 측정값이 2개의 그래프 중 높은 값과 거의 일치함을 나타낸다. 즉, 하나의 동일 시료에서 동일 주파수의 수직과 수평 성분이 10 dB 이상의 차이를 보이면, S-K 안테나로 수직/수평 동시 측정 시 2개의 성분 중 높은 값만 측정됨을 의미한다. 이는 실제 측정에서 동일 주파수에서 수직 및 수평 성분이 통상적으로 10 dB 이상임을 감안하면 상당히 좋은 결과이다.

[그림 19]는 수직 성분을 절반인 -3 dB로 급전했을 때의 측정 그래프이다.

실험은 Network Analyzer의 출력을 13 dBm으로 하고, 수평 측 감쇄기는 0 dB, 수직 측 감쇄기는 -3 dB로 조정하였다. 따라서 수직 송신 안테나에는 수평 송신 안테나에 비해 절반인 7 dBm이 급전되었다. 따라서 앞선 식 (8)과 (9)의 수신 조건을 만족한다고 볼



[그림 19] S-K 안테나의 수평 대비 수직(-3 dB) 동시 측정 특성 그래프(Horizontal and vertical(-3 dB) measurement result of S-K antenna at same time)



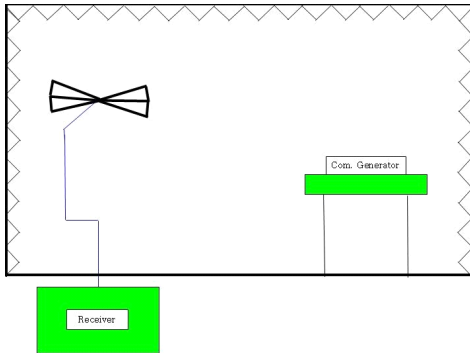
[그림 20] S-K 안테나의 수직 대비 수평(-3 dB) 동시 측정 특성 그래프(Horizontal(-3 dB) and vertical measurement result of S-K antenna at same time)

수 있다. [그림 18]에서의 결과 값은 약 2~3 dB 정도 되었다. 식 (8)과 (9)의 이론값 1.76 dB보다 다소 높은 값을 보였다. 또한 반대로 수평 성분을 수직 성분의 절반으로 급전한 상태에서도 동일한 결과를 얻었으며, [그림 20]은 측정 그래프이다.

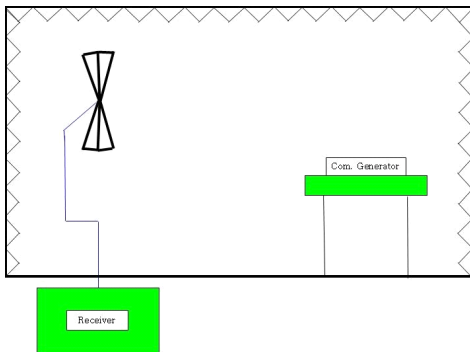
3-3 Combo Generator를 이용한 수신 특성 측정

이번에는 실제 측정을 가정하여 시험품(EUT) 대신 Combo Generator(CNE III, 9 kHz~1 GHz)를 이용하여 실험하였으며, 수신기는 Rohde & Schwarz사의 ESU 모델인 EMI test-receiver가 사용되었으며, 동작 주파수 대역은 20 Hz~8 GHz 이고, 이외의 조건은 앞선 실험과 동일하다. 이번 실험에서는 전송 손실이 아닌 실제 전계 강도를 측정하였으며, [그림 21]~[그림 23]은 측정 구성도이다.

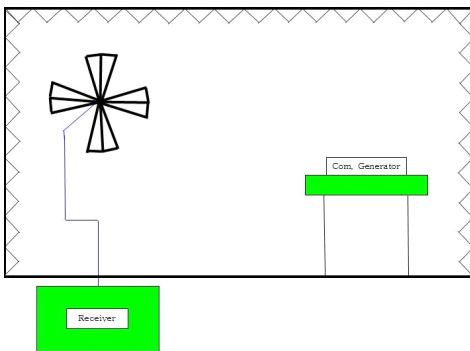
실험은 먼저 [그림 21]과 같이 수신측에는 기준 안테나를 수평으로 설치하고, 송신측은 Combo Generator를 그라운드로부터 80 cm 높이의 스티로폼 테이블 위에 위치하여 동작시켰다. 그리고 실제 측정 조건



[그림 21] 기준 안테나에 의한 수평 성분 측정도(Horizontal measurement schematic diagram of reference antenna)



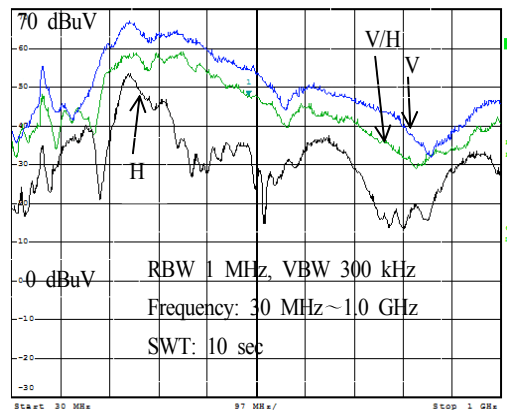
[그림 22] 기준 안테나에 의한 수직 성분 측정도(Vertical measurement schematic diagram of reference antenna)



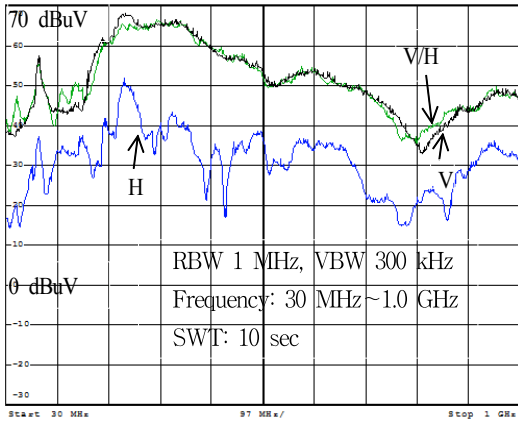
[그림 23] S-K 안테나의 수신 특성 측정도(Measurement schematic diagram of S-K antenna)

을 감안하여 그라운드 바닥에는 흡수체를 깔지 않았다. 그리고 그때의 전계강도를 측정하였다. 그 후 마찬가지로 수신 안테나를 [그림 22]와 같이 수직으로 전환하고, 그때의 전계강도를 측정하였다. 그리고 마지막으로 [그림 23]과 같이 수신 안테나를 S-K 안테나로 교체한 후 수직/수평 성분을 동시에 측정하였다. [그림 24]는 측정 그래프이다.

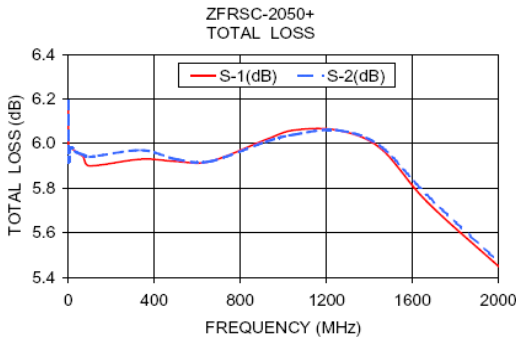
[그림 24]의 그래프에서 위의 청색부분이 기준 안테나에 의한 수직 성분이며, 아래의 흑색부분이 수평 성분 측정 그래프이다. 그리고 중간에 있는 녹색부분이 S-K 안테나에 의한 수직/수평 동시 측정 성분이다. [그림 24]에서 보듯이 수직과 수평 성분 이전 주파수 대역에서 10 dB 이상의 차이를 보인다. 따라서 수평 성분은 거의 측정되지 않고 수직 성분만 검출되었으며, 전 주파수 대역에서 기준 안테나의 수직 성분 그래프와 약 6 dB 정도의 차이를 두고 일치한다. 이는 S-K 안테나 제작에 사용된 스플리터의 전송 손실(S_{21}) 값과 동일하다. 즉, 스플리터의 전송 손실(S_{21}) 값 6 dB를 보정하면 기준 안테나의 수직 성분 측정값과 일치한다는 의미이다. 그리고 일부 특정 주파수 대역에서 그 차이가 6 dB 이상 또는



[그림 24] Combo Generator를 이용한 수신 특성 측정 그래프(Measurement result by using combo generator)



[그림 25] 스플리터 손실 값을 보정한 측정 그래프(Compensated(Splitter-loss) measurement result)



[그림 26] 스플리터의 전송 손실 그래프(Transmission loss of splitter)

이하로 되는 것은 제작된 S-K 안테나의 고유 안테나 이득에 관련된 것으로 추정된다. 따라서 S-K 안테나를 정확하게 교정하고 이득을 산출하여 보정한다면 기준 안테나의 수직 성분 그래프와 정확하게 일치할 것으로 예상된다. [그림 25]는 스플리터의 손실 값 6 dB를 보정한 후 측정된 결과이다.

[그림 26]은 S-K 안테나 제작에 사용된 스플리터의 전송 손실(S_{21}) 그래프이다.^[4]

IV. 결 론

앞선 제3장의 결과에서 본 바와 같이 S-K 안테나를 이용한 수직/수평 동시 측정에서 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 수직 및 수평 성분이 동일한 값으로 수신 안테나에 입사될 때, 측정값은 각각의 수직 또는 수평 성분 측정치보다 약 4~5 dB 정도 높게 측정되었다. 이는 서론에서 제시한 이론값 3 dB보다 다소 높은 값이다.
2. 안테나에 입사되는 수직 및 수평 성분 중 어느 하나의 값이 상대적으로 절반 이하(-3 dB)로 떨어질 경우, 측정되는 값은 수직과 수평 중 큰 값에서 2~3 dB 정도 높게 측정되었다. 이 역시 앞에서 제시한 이론값 1.76 dB보다 다소 높은 값이다.
3. 안테나에 입사되는 수직 및 수평 성분들이 서로 간에 10 dB 이상의 차이가 있을 경우 그 측정값은 수직과 수평 중 큰 값과 거의 일치한다.

이상의 결과로 미루어 보아 S-K 안테나를 이용한 수직/수평 동시 측정에서 그 측정값은 수직과 수평 성분을 따로 각각 측정할 때의 값과 거의 유사하거나, 최악의 경우 4~5 dB 정도 높다는 것이다. 따라서 어떠한 경우에도 IEC CISPR에서 규제하는 한계치를 넘기는 오류는 발생할 수 없다. 다만 수직 성분과 수평 성분의 구별이 되지 않는 것뿐이다. 하지만 이것은 큰 문제가 되지 않을 것이다. 이 결과는 루프 안테나, 혼 안테나 등 다른 안테나에도 유효할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- [1] 강정진, 최신 안테나 공학, 기한재, pp. 42-46, 181-182, 217-226, 1997년 8월.
- [2] 박영태, "안테나 공학", 인터뷰전, pp. 24-25, 74-82, 192-203, 2006년 3월.

[3] Schwarzbeck, VULB 9165, 30 MHz~1.7 GHz,
Bi-Log Antennas Manual.

[4] Mini-Circuits, ZFRSC-2050+, DC~2.0 GHz,
Power Splitter Manual.

≡ 필자소개 ≡

설 순 권



1997년 2월: 서울과학기술대학교 전자공
학과 (공학사)

1999년 2월: 서울과학기술대학교 전자공
학과 (공학석사)

2013년 2월: 가천대학교 전자공학과 (공
학박사)

1984년~현재: 한국산업기술시험원 책

임연구원

[주 관심분야] EMC, RF 및 마이크로웨이브 등