

GHz 대역에서 셋업용 테이블 영향 연구

김 남 · 이승우 · 양준규* · 권종화** · 강상훈***
 충북대학교 · *전파연구소 · **한국전자통신연구원 · ***한국전파진흥원

I. 서 론

정보 통신 기기, 무선 통신 기기, 멀티미디어 기기 등의 정보화 기기의 발달로 사람들의 삶은 한층 편안해지고, 광범위한 정보를 쉽고 빠르게 습득할 수 있게 되었다. 이러한 정보기기는 전파를 이용하고 있으며, 휴대전화, PDA, DMB, HSPDA 등의 이동 통신 분야에서부터 의료, 항공, 우주 산업 등의 분야까지 활용이 확대되고 있다. 이러한 전파를 이용하는 기기에서 발생하는 전자파는 서로의 기기에 대한 영향이 없어야 하며, 전자파에 대한 내성도 있어야 한다. 즉, 주파수 고갈로 인하여 점차 GHz 대역의 사용이 증가하며, GHz 대역을 사용하는 무선 기기 등에서 발생하는 불요 전자파 영향으로 오작동을 유발 가능성이 크게 있어 전자파에 대한 내성 및 영향을 최소화 할 수 있는 방안을 연구하고 있다. 이러한 불요 전자파로 인한 다양한 피해 사례가 보고되고 있으며, 전자파 문제가 크게 대두되었다.

이런 문제에 대비하여 미국, 유럽, 일본 등의 선진국에서는 전기·전자 및 통신 제품에 대한 전자파 장애 및 내성 연구에 많은 연구를 해왔고, 적절하고 강력한 규제를 시행 중에 있다. 본 연구에서는 1~18 GHz 대역에서의 EMI 측정에 있어서 복사성 방해파 측정의 정확도를 높이기 위해서 비금속성으로 만들어진 셋업용 테이블 및 안테나 마스터에 의해 측정 결과에 미치는 영향을 해석 및 측정을 통해 분석할

것이다. 또한, 영향 평가 결과를 토대로 셋업용 테이블 및 안테나 마스터가 EMI 측정 결과에 미치는 영향을 최소화 할 수 있는 방안을 제시할 것이다.

II. GHz 대역의 셋업용 테이블 연구

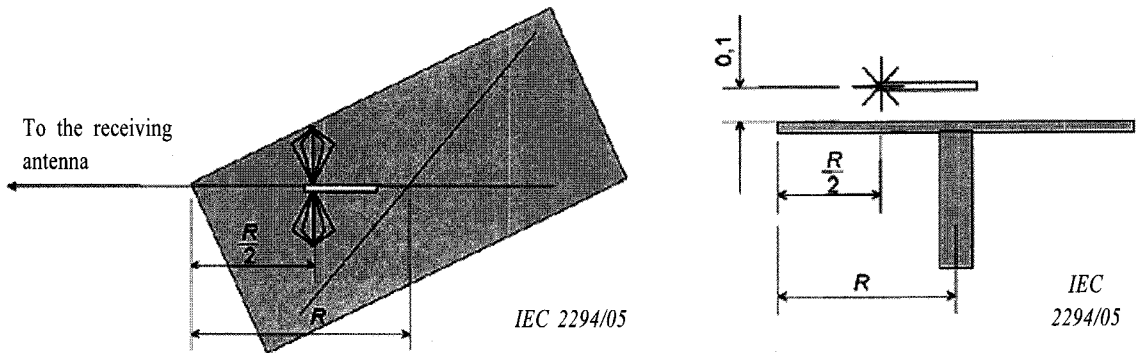
2-1 선행 연구 결과

1 GHz 이상의 주파수 대역에서 측정 시 셋업용 테이블의 형태나 재질이 EMC 측정 결과에 미치는 영향을 평가하고, 측정 결과에 따른 테이블의 표준 측정 불확도를 산정하기 위한 측정 절차 및 방법에 대해 연구되고 있다. EMC 시험 평가 시, 결과에 영향을 미칠 수 있는 EUT 배치 방법, 테이블 재질 및 유전율, 크기 등의 항목을 고려하여, 연구를 수행하고 분석하였다.

GHz 대역에서 셋업용 테이블의 영향을 분석하기 위한 연구이므로, 측정 안테나의 높이는 고려하지 않으며, 안테나 마스터는 NSA나 Site VSWR에서 반영되므로 고려하지 않을 것이다. 또한, 테이블 영향을 평가하기 위해 사용되는 송신 안테나는 worst case 인 수평편파만을 고려하여 측정을 실시한다.

시험을 위한 테이블의 배치는 [그림 1]에서 처럼 테이블의 대각선이 수신 안테나의 방향으로 배치하며, 송신 안테나는 테이블에서 10 cm 높이에 테이블 중심과 가장자리의 중간 부분에 수평으로 배치시킨다.

본 기고서는 전파연구소 정책연구의 연구 결과를 기반으로 작성되었습니다.



[그림 1] 테이블 및 송신 안테나 배치도

1 GHz~18 GHz 측정에 사용되는 안테나의 크기는 CISPR 16-1-4 8.2.2.1절을 참조하여 광대역 다이폴 안테나를 사용한다.

측정시 주파수 간격(step)은 시험하는 최대 주파수의 0.5 % 이하로 선택해야 하며, 수신 안테나 전압은 측정 기기의 노이즈 레벨(noise level)보다 20 dB 이상이어야 한다. 또한, 케이블의 영향을 최소화하기 위하여 최소 2 m 뒤쪽으로 수평 배치하며, 유전율이 작은 페라이트 관을 사용한다. 케이블이 원래 위치에서 50 cm 이상 변한 경우에도 수신 전압이 0.3 dB 이상 변화가 없다면, 케이블의 영향은 고려하지 않아도 된다. Floor-standing Equipment의 경우 테이블의 크기가 EUT보다 작다면 고려하지 않고, 크다면 동일한 방식으로 평가한다. [그림 2]는 CISPR Sub-committee A에서 연구 사용하기 위해 제작한 테이블 및 안테나의 사진을 보여주고 있다.

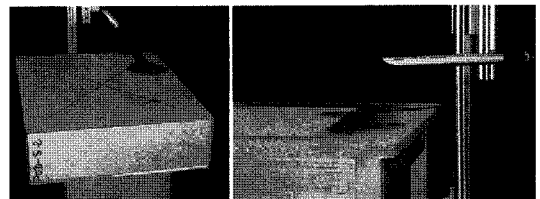
[그림 3]은 마분지와 나무 테이블의 측정 결과를 보여주고 있다. 측정에 사용된 테이블의 크기는 <표 1>에서 제시된 것과 같다.

측정 결과, 나무 테이블에서 1~2 GHz 사이의 주파수 대역에서 강한 공진이 발생하였으며, 나무 재질의 테이블이 마분지 재질의 테이블보다 EMI 시험에 더 많은 영향을 주는 것으로 분석되었다. 테이블 표면 위의 송신 안테나의 높이는 0.5 dB 이하에서

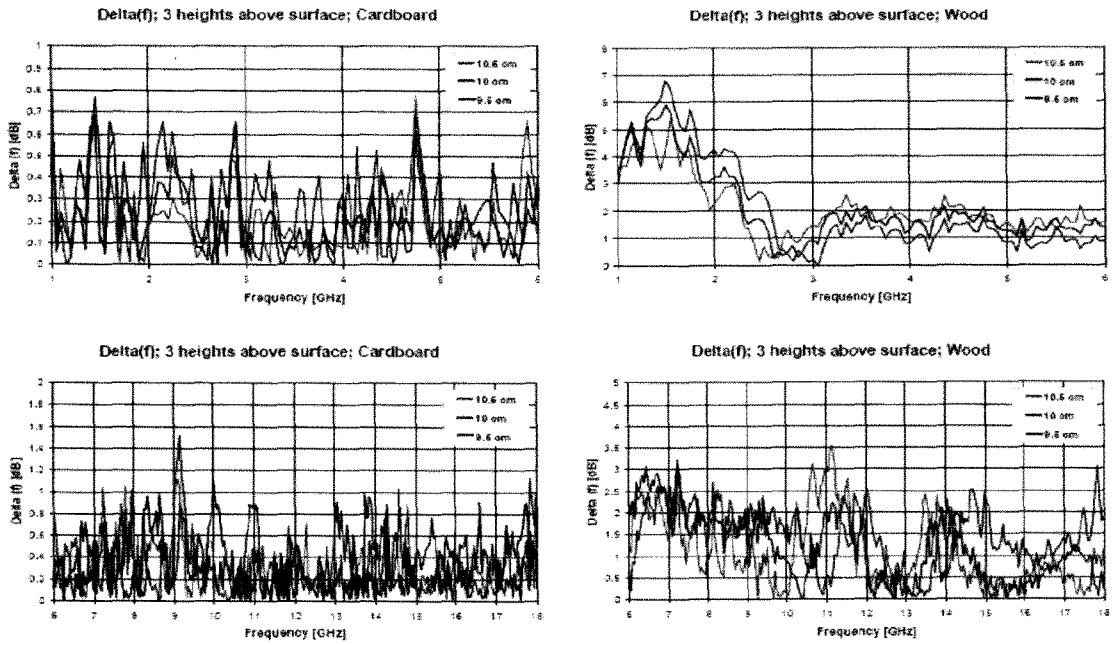
Δ_{max} 값의 차이가 발생하지 않는다면, 크게 영향이 없는 것으로 확인되었다^[1].

한국에서도 1~2 GHz 대역에서 셋업용 테이블의 영향을 분석한 결과가 전파연구소에서 수행되었다^[2]. 테이블은 공기(air), 스티로폼(styrofoam), 나무(wood), 에폭시(epoxy), 테프론(teflon) 재질로 구성되어 있으며, 분석은 안소프트사(社)의 상용 시뮬레이션 툴인 HFSS를 사용하였으며, 측정은 CNE와 혼 안테나를 사용하였다. [그림 4]는 테이블 재질에 따른 시뮬레이션 결과를 보여주고 있으며, [그림 5]는 실제 방사 패턴 측정 결과를 보여주고 있다.

측정 결과, 시뮬레이션 결과와 유사한 방사 패턴을 보였고, 1.5 GHz 대역에서 공기와 스티로폼의 CNE는 전방향성 방사 패턴을 보였지만, 나무, 테프론, 에폭시의 방사 패턴은 하단부가 찌그러지는 것을 확인할 수 있는데, 왜곡이 발생했다는 의미로 해석할



[그림 2] 셋업용 테이블 영향 평가를 위한 테이블 및 안테나 구성



[그림 3] 마분지와 나무 테이블에 대해 안테나 높이에 따른 영향

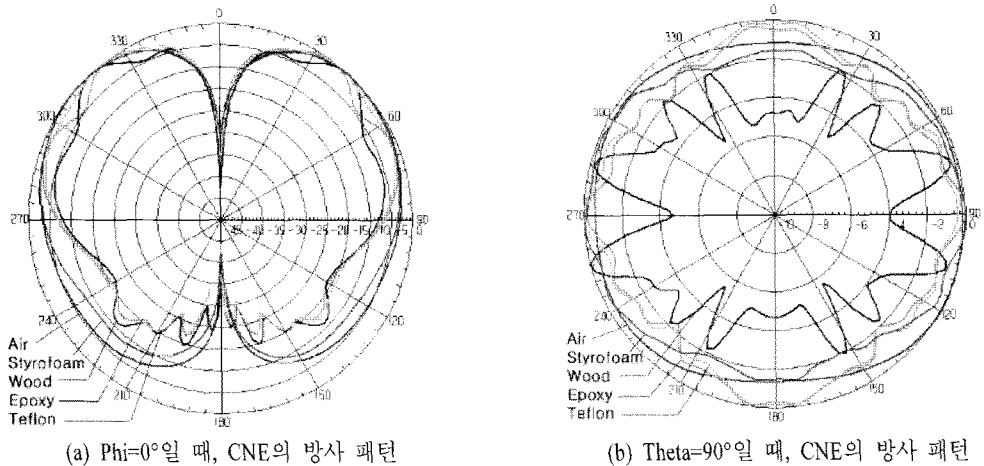
<표 1> 테이블 재질 및 크기

재질	크기
마분지 박스(empty)	64.5 × 47.5 × 15.5 cm
나무	80 × 80 × 80 cm

수 있다.

2-2 나무 재질 테이블 영향 연구

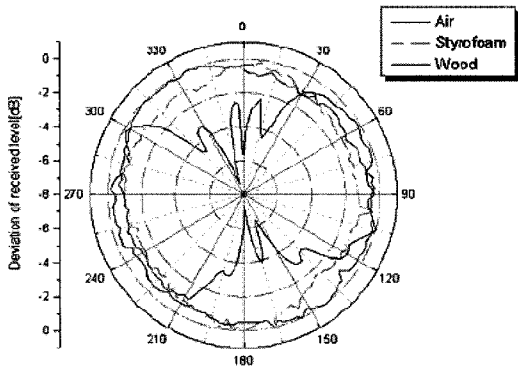
본 연구에서는 1~18 GHz 대역의 EMC 측정 시



(a) Phi=0°일 때, CNE의 방사 패턴

(b) Theta=90°일 때, CNE의 방사 패턴

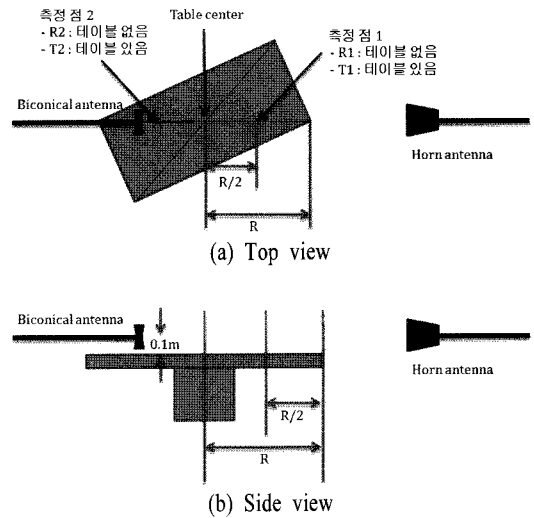
[그림 4] 테이블 재질에 따른 CNE 시뮬레이션 결과



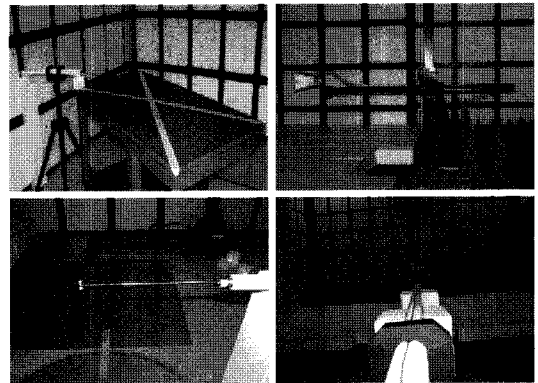
[그림 5] 테이블 재질에 따른 CNE 방사 패턴 측정 결과

셋업용 테이블이 측정 결과에 영향을 미치는지에 대하여 알아보기 위하여 사각형 나무 테이블에서 측정을 실시하였다. 측정에 사용된 셋업용 테이블은 지름이 1 m인 나무 테이블을 사용하였으며, 수신 안테나는 표준 혼안테나를 사용하였고, 송신 안테나는 바이코니컬 안테나(3~18 GHz)를 사용하여 측정을 하였다. 바이코니컬 안테나를 지지하기 위한 지지대는 유전율이 1.05인 테프론 소재의 재질을 사용하여 제작한 구조물로써 측정 환경에 거의 영향을 주지 않도록 하였다. 측정은 전자파측정센터의 전자파무반사실에서 진행하였다. [그림 6]은 앞에서 언급한 CISPR/A/808/CDV 문서[1]에서 제시한 방법을 기준으로 구성한 테이블 및 안테나 그림이다.

셋업용 테이블의 중심으로부터 모서리 부분까지의 길이를 R로 놓았으며, 바이코니컬 안테나의 위치는 테이블 중심을 기준으로 전후로 R/2 지점에 위치한다. 수신 안테나인 표준 혼 안테나를 기점으로 바이코니컬 안테나가 테이블 중심 앞쪽에 위치하는 지점을 측정 점 1로 하였으며, 뒤쪽에 위치하는 지점을 측정 점 2로 하였다. 또한, 테이블이 있는 경우를 T, 없는 경우를 R로 하였으며, 바이코니컬 안테나와 테이블 사이의 간격을 0.1 m로 하였다. 실제 실험실에서 셋업용 테이블 및 송수신 안테나를 설치한 사진을 [그림 7]에서 보여주고 있다.



[그림 6] 셋업용 테이블 및 안테나 위치

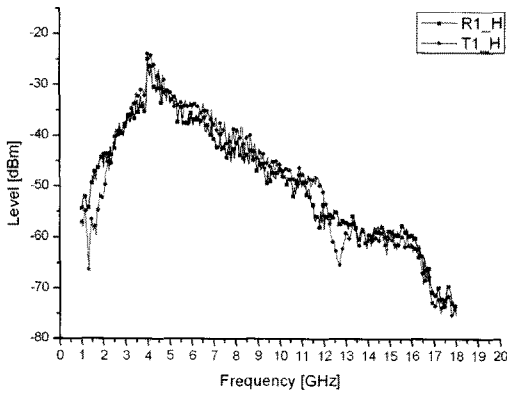


[그림 7] 실제 설치된 테이블 및 안테나 사진

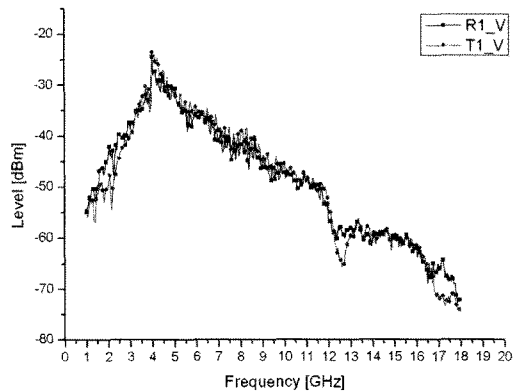
2-3 측정 및 결과 분석

셋업용 테이블의 영향 유무가 본 연구의 주요 목적이므로, 테이블의 유무에 따른 측정 결과를 비교해 보았다. [그림 8](a)는 측정 점 1에서 측정한 결과이며, [그림 8](b)는 측정 점 2에서의 결과이다.

측정 결과 테이블 유무에 따라 차이가 발생하였으며, 1~3 GHz 사이에서 차이값이 크게 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 바이코니컬 안테나가 3~18 GHz 측정용이라서 발생했을 것으로 분석하였으며,

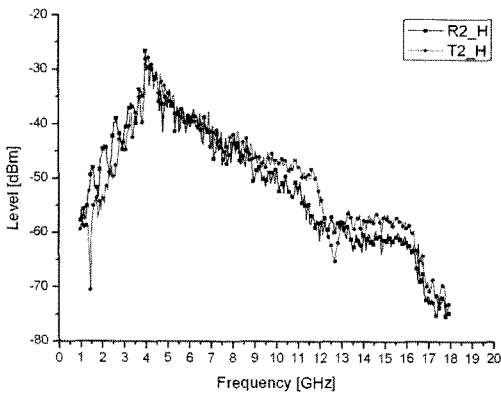


(바이코니컬안테나가 수평일 경우)

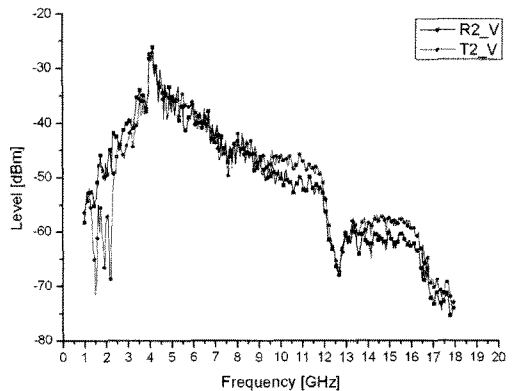


(바이코니컬안테나가 수직일 경우)

(a) 측정 점 1



(바이코니컬안테나가 수평일 경우)



(바이코니컬안테나가 수직일 경우)

(b) 측정 점 2

[그림 8] 측정 점 1 및 2에서 테이블 유무에 따른 측정 결과

12~13 GHz 대역에서도 큰 차이가 발생하는 것을 볼 수 있는데, 전자파무반사실에서 흡수체를 셋업용 테이블 주변에 설치하지 않아서 생긴 결과로 분석된다.

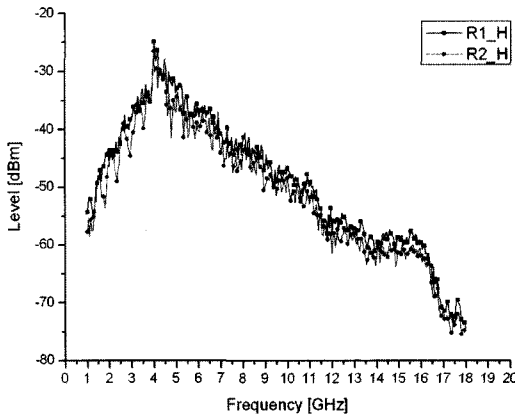
측정 점 1과 측정 점 2 점에서 측정값을 비교하여, 송신 안테나의 거리에 따른 차이를 분석하였다. [그림 9](a)는 측정 점 1과 2에서 테이블이 없는 경우의 측정 결과이며, [그림 9](b)는 테이블이 있는 경우의 측정 결과를 보여주고 있다.

측정 결과, 거리에 따른 차이가 크게 발생하는 것을 확인할 수 있었다. EMC 측정 주파수 대역이 GHz

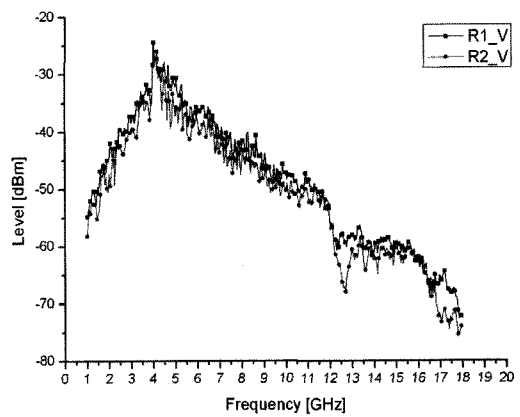
대역으로 올라갈수록 거리에 따른 측정 결과가 민감하게 반응한다고 분석할 수 있으며, 1~18 GHz 대역에서는 측정 기준을 정확히 확립하여 오차 범위를 최소한으로 줄여야 한다.

III. 결 론

GHz 대역 이상(1~18 GHz)에서의 EMI 측정시 복사성 방해파 측정의 정확도를 높이기 위해서 비금속성으로 만들어진 셋업용 테이블에 의해 측정 결과에

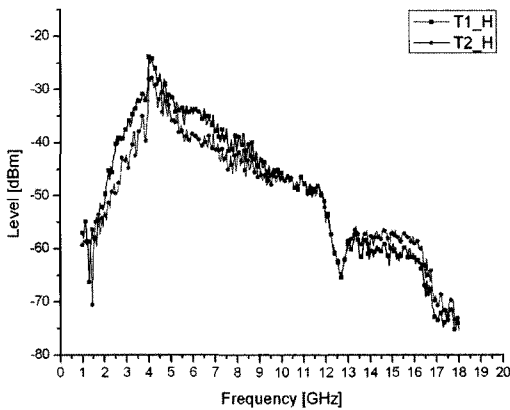


(바이코니컬안테나가 수평일 경우)

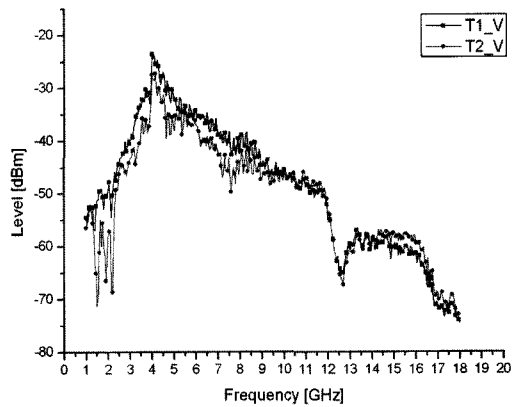


(바이코니컬안테나가 수직일 경우)

(a) 테이블이 없는 경우



(바이코니컬안테나가 수평일 경우)



(바이코니컬안테나가 수직일 경우)

(b) 테이블이 있는 경우

[그림 9] 측정 점 1과 2의 측정 결과 비교

미치는 영향을 해석하였으며, 측정을 통해 영향을 분석하였다. 연구 결과를 토대로 EMC 측정시 셋업용 테이블의 영향에 대한 분석 결과 GHz 대역 이상에서는 영향을 미치는 것으로 확인되었으며, 수신 안테나와 송신 안테나의 거리에도 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 따라서 정확한 측정을 위해서는 기본적으로 전자파무반사실의 site validation을 해야 하며, GHz 대역 이상의 측정에 적합한 송신 안테나가 필요하다. 또한, 셋업용 테이블의 재질, 종류, 모양,

유전율 등으로 인한 영향이 있는 것으로 확인되었으므로, 정확한 측정을 위하여 송수신 안테나의 종류 및 거리, 테이블 종류, 전자파무반사실 환경 조건(흡수체 설치 범위) 등의 측정 기준을 정확히 확립해야 한다.

참고 문헌

[1] CISPR 16-1-4 Amd.2 f2 Ed.1.0: Influence of setup tables and antenna towers, Mar. 2007.

[2] 공성식, 오학태, "방사 노이즈 측정시 Set-Up 테이블의 영향 평가 방법에 대한 국제 표준화 동향",

한국전자과학회지(전자과학기술), 18(1), pp. 23-31, 2007년 1월.

≡ 필자소개 ≡

김 남



1981년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학사)
 1983년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학석사)
 1988년 8월: 연세대학교 전자공학과 (공학박사)
 1992년 8월~1993년 8월: 미국 Stanford

대학교 방문교수

2000년 3월~2001년 2월: 미국 California Technology Institute 방문교수

1989년~현재: 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부 교수

1996년~현재: 한국전자과학회 전자장과 생체관계연구회 위원장

[주 관심분야] 이동 통신 및 전파전파, 마이크로파 전송 선로 해석, EMI/EMC 및 전자파 인체보호 규격

권 종 화



1994년 2월: 충남대학교 전자공학과 (공학사)

1999년 2월: 충남대학교 전파공학과 (공학석사)

1999년 1월~현재: 한국전자통신연구원 방송통신융합연구부 전파기술연구부 전자파환경연구팀 선임연구원

[주 관심분야] 전자파 이론, EMC 해석 및 대책기술, EMC 측정표준

이 승 우



2003년 2월: 충북대학교 정보통신공학과 (공학사)

2006년 2월: 충북대학교 정보통신공학과 (공학석사)

2007년 3월~현재: 충북대학교 정보통신공학과 박사과정

[주 관심분야] 안테나 설계, EMI/EMC 및 전자파 인체 영향

강 상 훈



1997년 12월~2001년 1월: 정보통신부 전파연구소 검정과

2001년 1월~2002년 5월: 정보통신부 전파연구소 이천분소 EMI담당

2002년 5월~2005년 8월: (주)현대교정 인증기술원 제품인증사업부

2007년 12월~2009년 1월: 한국전파진흥원 산업지원단 ANT기술지원센터

2009년 1월~현재: 한국전파진흥원 경북지역본부 검사팀

양 준 규



2008년 8월: 군산대학교 정보통신전파공학 (공학박사)

1997년 12월~현재: 방송통신위원회 전파연구소 근무