

1 GHz 이하에 대한 기준 시험장 평가 방법(RSM) 연구

이 승 우 · 김 남

충북대학교

I. 서 론

전자기기 및 통신기기의 발달로 생활의 편리함을 가져왔지만, 사용되는 기기로부터 발생하는 전자파는 기기 간에 간섭을 발생시켜 피해를 주고 있다. 특히, 병원이나 비행기 등에서 발생하는 기기 간의 간섭은 인명과 연관되어 막대한 피해를 초래할 수 있기 때문에 미연에 방지해야 한다. 기기 간에 간섭(Electromagnetic Interference)을 주지 않아야 하고, 간섭을 주더라도 내성(Electromagnetic Susceptibility)이 있어 간섭을 받지 않아야 한다. 이러한 것들을 통틀어 EMC(Electromagnetic Compatibility)라고 한다.

지금까지의 EMC 시험은 NSA(Normalized Site Attenuation) 방법으로 이루어졌다. 하지만, NSA 방법은 안테나 인자 등으로 인한 측정시 불확도가 크다는 단점이 있다. 이에 따라 최근에는 NSA 방법을 대체하여 기준시험장평가방법(Reference Site Method)이 국제적으로 이슈화 되고 있으며, 측정 방법이나 표준화에 대한 연구가 수행 중에 있다. 본 연구에서는 기존의 NSA 방법과 RSM의 평가 방법을 비교 분석하고, 국제표준화에 대응하기 위하여 한국 실정에 RSM이 적합한지 평가하였다. 또한, 실제 측정을 통하여 기준시험장을 마련하고, 현재 기업에서 운영하고 있는 소규모 시험장의 적합성 여부도 분석하여 보았다.

II. 기준시험장평가방법(RSM) 소개 및 시험 절차

RSM은 앞서 언급하였듯이 NSA 방법을 대신하여 컴플라이언스(Compliance) 시험장 평가를 위한 또 다른 방법이다. 현재 국제무선장해특별위원회(CISPR, International Special Committee on Radio Interference)에서 전자파와 관련된 다양한 문서를 제공하고 있으며, 본 연구 내용은 CISPR/A/859/CD1) 문서에서 제공하고 있다.

전자기기의 EMC 컴플라이언스 시험은 30 MHz부터 1 GHz까지 주파수 범위에서 복사성 방출(radiated emission) 측정을 포함하며, 기기로부터 일정한 거리에서 측정된 전기장 강도는 측정 시험장의 전파전파 환경에 크게 좌우된다. 또한, 다른 실험실에서 동등한 시험 결과를 얻기 위해서 시험장(test site)은 반드시 평가(validation)되고, 표준 성능을 나타내야 한다. 시험장의 성능에 관한 요구사항은 CISPR 16-1 문서에 소개되어 있으며, 시험장 감쇠량(site attenuation) 부분에 정의되었다. 시험에 필요한 시험장을 요약하자면 반사면이 크고, 편평하고, 방해물이 없어야 한다. 따라서 일반적으로 금속 접지면을 갖추고 있는 야외 시험장(OATS)이 적당하며, 기후 보호막을 설치한 야외시험장과 같은 대응시험장, 전자파 반무향실도 적당하다고 제시하고 있다.

측정은 송신 및 수신 안테나의 수직과 수평 편파

이 연구는 방송통신위원회 전파연구소의 "전자파 적합성(EMC) 국제표준화 대응 연구" 과제의 지원으로 연구되었음.

1) IEC/TC or SC: CISPR/A

Project number: CISPR 16-1-4 Am 1 Ed. 3.0

Title of TC/SC: Radio-interference measurements and statistical methods

Title: Introduction of RSM

에서 각각 1 m와 2 m, 수직 편파에서 1 m와 1.5 m에서 실시한다. 측정에 사용되는 안테나는 하이브리드 안테나로써, 본 연구에서는 Biconical 안테나(30 MHz to 250 MHz)와 LPDA 안테나(250 MHz to 1,000 MHz)를 사용하였다. 시험장 감쇠 편차는  $\pm 4$  dB 이내로 되어야 한다.

측정을 위해서는 시험장에 측정을 위한 지점(point)을 선정해야 한다. 문서에서는 송수신 안테나의 최소 5쌍 이상을 측정하도록 되어 있으며, 9쌍을 측정하도록 권고하고 있다.

측정 순서는 9쌍의 측정점에 대한 번호를 부여하고, 측정점 1에 송수신 안테나를 위치시킨다. 수평 및 수직 편파에 따른 필요한 높이에서 antenna pair reference를 측정한다. 다른 측정점에서 반복적으로 측정을 수행한 후 측정된 antenna pair reference의 평균값을 계산한다. 평균값을 구하는 식은 다음과 같다.

$$SA_{APR} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N SA_{APR,i} \quad (1)$$

이때 구한 평균값을 이용하여 antenna pair reference의 표준편차를 다음의 식으로 계산한다.

$$E(SA_{APR}) = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (SA_{APR,i} - SA_{APR})^2} \quad (2)$$

표준편차가 0.6 이내를 만족한다면 기준시험장 조건을 만족한다고 할 수 있다.

### III. RSM 시험 결과

#### 3-1 RSM을 이용한 국내 A 시험장 평가 시험

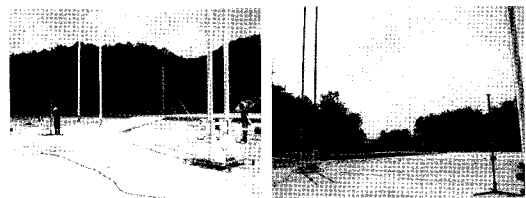
A 시험장은 완벽한 야외시험장(OATS)이며, 접지면의 총 크기는 50 m×60 m이며, 접지면의 재질은 15.4 m×18.6 m 크기의 아연판과 그 이외의 지역은

스테인레스망으로 이루어져 있다. 접지면에 설치되어 있는 안테나 마스트는 FRP와 페라이트로 구성된 기구물이며, 측정시 측정의 정확도를 높이기 위하여 안테나를 연결하는 케이블을 뒤로 2 m 이상 수평으로 설치하였다. [그림 1]은 시험이 실시된 장소의 사진을 보여주고 있다.

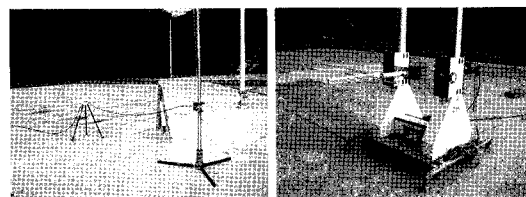
시험에 사용된 안테나는 앞에서 언급한 것처럼 20~300 MHz의 바이코니컬 안테나와 230~1,000 MHz의 LPDA(Log Periodic Dipole Array) 안테나를 사용하였다. 바이코니컬 안테나를 사용하여 30~250 MHz의 대역을 측정하였고, LPDA 안테나를 사용하여 250~1,000 MHz의 대역을 측정하였다. 송신 및 수신을 위하여 교정(calibration)된 동일한 두 쌍의 안테나를 이용하여 사용된 안테나는 다음의 [그림 2]와 같으며, 송신 및 수신 안테나의 위치와 측정 지점을 [그림 3]에서 보여 준다.

측정점을 선정은 송신 안테나와 수신 안테나 사이의 간격을 10 m로 하고, 측정점 간의 거리는 3 m로 하여 선정하였다.

다음의 [그림 4]는 측정된 결과의 표준편차를 보여 주고 있다. 모든 값이 0.6을 넘지 않았으며, 이는 곧



[그림 1] 안테나 설치 및 A 시험장

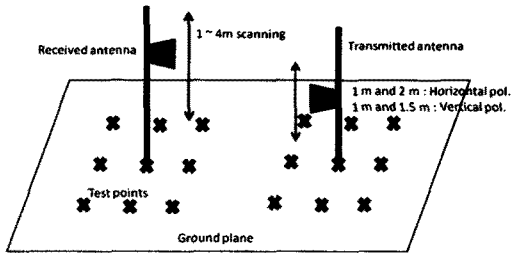


[그림 2] 수신 및 송신 안테나

기준시험장 조건을 만족한다고 할 수 있다.

3-2 RSM을 이용한 국내 B 시험장 평가 시험

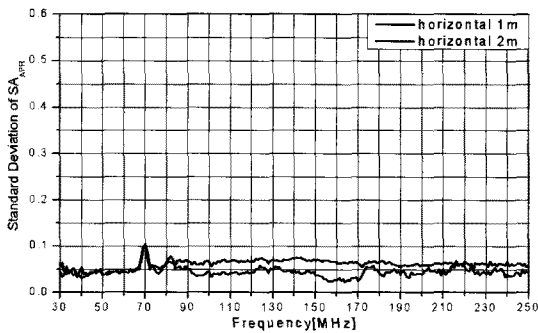
B 시험장은 야외 시험장으로써 접지면의 크기는



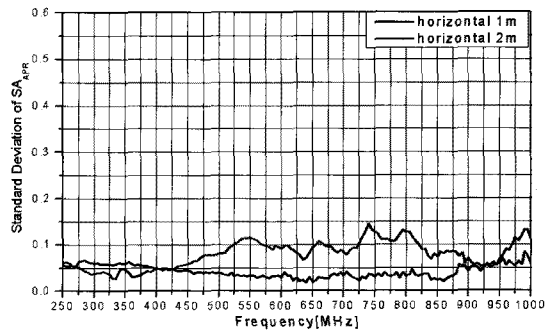
[그림 3] 안테나 배치도

18 m×20 m이며, 기후 보호를 위한 셸터(shelter)가 설치되어 있었다. 셸터의 크기는 8.2 m×10.5 m이었고, 접지면의 하단부에 위치하고 있었다. 셸터 내에 직경 1.83 m 정도 되는 턴테이블이 있었으며, 셸터의 문으로부터 턴테이블까지는 약 5.7 m 정도 되었다. 셸터의 모서리부터 좌우측 접지면 끝까지의 거리는 약 4.9 m였으며, 전방으로는 약 9.5 m 이격되어 있었다. 시험장 주위로 잔디밭과 운동장이 있었으며, 주변의 전파 환경에서 방해 전파는 다소 존재하나, 시험에 직접적으로 크게 영향을 주지는 않는 것으로 확인되었다.

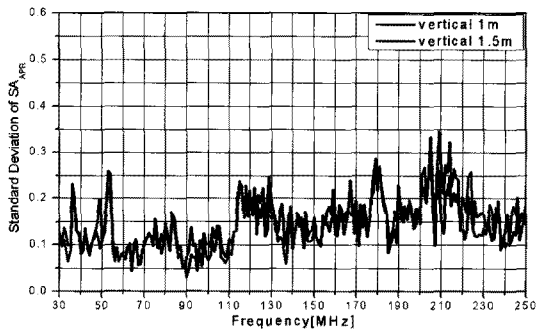
셸터의 좌측으로 건물이 있었으나, 20 m 정도 이격되어 있어 시험에 크게 영향을 주지는 않는 것으로 확인되었고, 셸터가 매우 커서 이로 인한 영향은 없



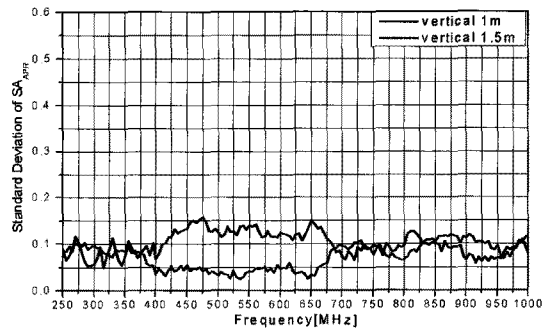
(a) Horizontal polarization at 1 m and 2 m (30~250 MHz)



(b) Horizontal polarization at 1 m and 2 m (250~1,000 MHz)



(c) Vertical polarization at 1 m and 1.5 m (30~250 MHz)



(d) Vertical polarization at 1 m and 1.5 m (250~1,000 MHz)

[그림 4] 표준 편차 그래프

는 것으로 판단되었다. 시험장의 실제 사진을 [그림 5]에서 보여주고 있다.

6개의 측정점을 선정하였다. 셸터 내부에서 측정을 실시하기에는 다소 문제가 있어, 모든 측정점은 셸터 외부에서 선정하였다.

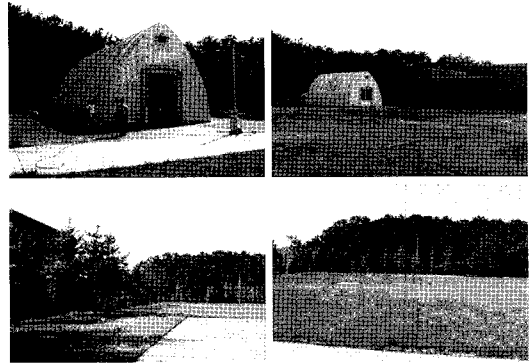
기준시험장으로 적합한지 여부를 판단하기 위하여 6개의 측정점에 대한 표준편차를 계산하였으며, [그림 6]에서 결과값을 보여주고 있다.

결과값으로부터 알 수 있듯이 표준편차는 기준인 0.6 dB 이내로 만족하고 있으며, 기준시험장으로 사용할 수 있다는 결론을 내릴 수 있다.

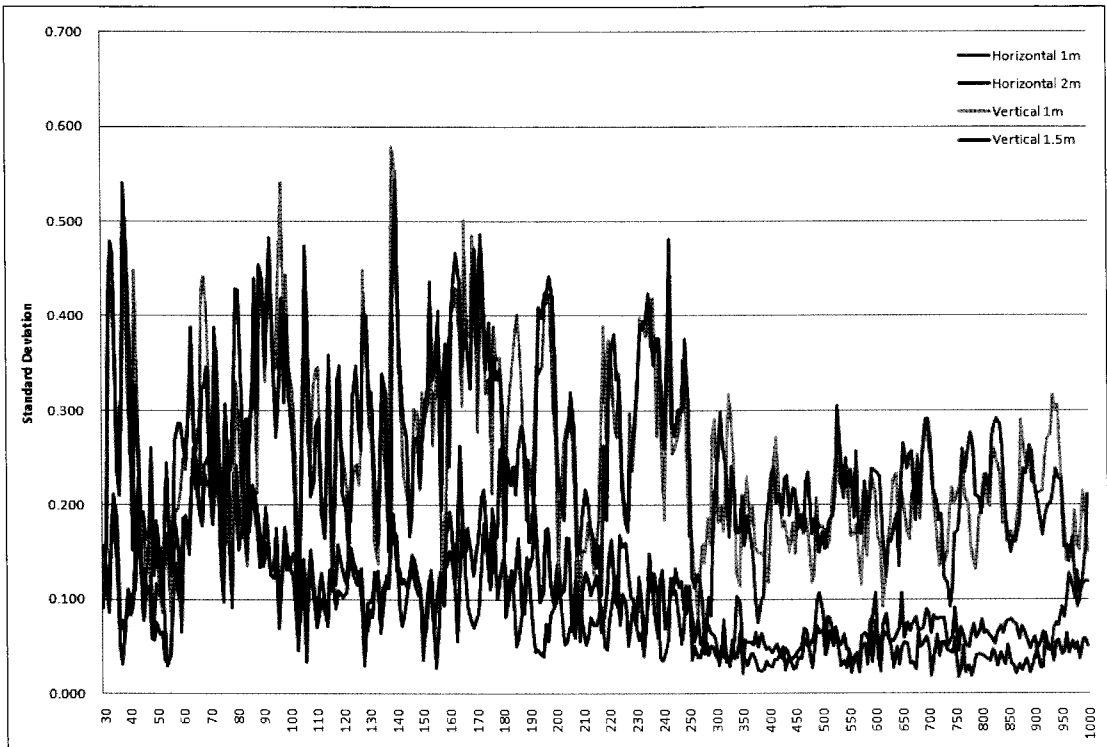
### 3-3 RSM을 이용한 국내 C 시험장 평가 시험

C 시험장은 야외시험장으로써 접지면의 크기는 28 m×20 m이며, 기후 보호를 위한 셸터(shelter)가 설

치되어 있었다. 셸터의 크기는 5 m×3.6 m 이었고, 접지면의 일부분에 위치하고 있었다. 접지면은 철판으로 된 부분과 자갈 위에 철판(mesh)이 깔려져 있는 형태였다. 철판의 편평도는 다소 좋지 않았으며, 몇



[그림 5] B 시험장



[그림 6] B 시험장의 표준편차

곳은 훼손되었다. 또한 철판과 철판을 이어주는 부분의 상태가 양호하지 않았으며, 철판에는 단자함이 설치되어 있었고 뚜껑으로 덮여져 있었다. 시험장 바로 옆에 사무실로 사용하는 건물이 있었으며, 건물은 조립식이었으며, 처마에 금속으로 된 물받이 등이 설치되어 있었다.

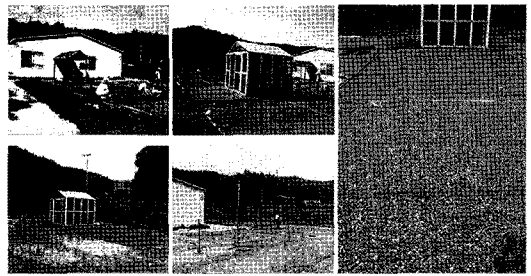
[그림 7]은 실제 시험장의 전경을 보여주고 있다. 주변은 산과 밭 등이 있었으며, 주택이 있었으나 거리가 100 m 이상 이격된 것으로 파악되었다.

C 시험장은 셀터의 영향을 적게 받고, 이음새 부분의 영향을 고려하여 송수신 지점을 선정하였다.

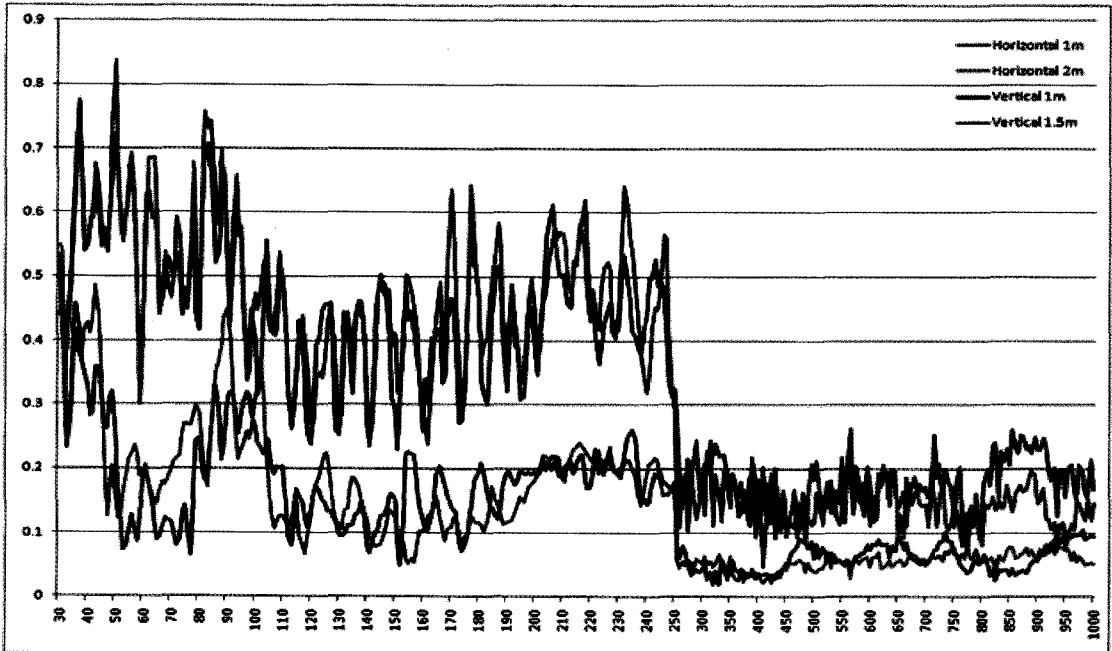
기준시험장으로 적합한지 여부를 판단하기 위하여 측정점에 대한 표준편차를 계산하였다.

결과값으로부터 알 수 있듯이 표준편차는 기준인 0.6 dB 이내를 만족하지 못하고 있으며, 이는 기준시험장으로 사용할 수 없음을 나타내고 있다. 야외시험장인 B 시험장보다 시험장의 크기는 컸으나, 기준시

험장 조건을 만족하지 못한 이유는 시험장 환경의 문제점으로 파악되었다. 앞서도 언급하였듯이, C site는 시험장이 철판과 철판으로 구성되어 있는데, 이음새 부분에서 전파의 난반사 등이 발생한 것으로 분석되었으며, 또한 일부 철판이 훼손되어 있었는데, 이러한 것이 영향을 미쳤을 것으로 분석되었다. 즉, 문서에서 제시한 편평도 조건을 만족하지 못한 것으로 평가되었다.



[그림 7] C 시험장



[그림 8] C 시험장의 표준편차

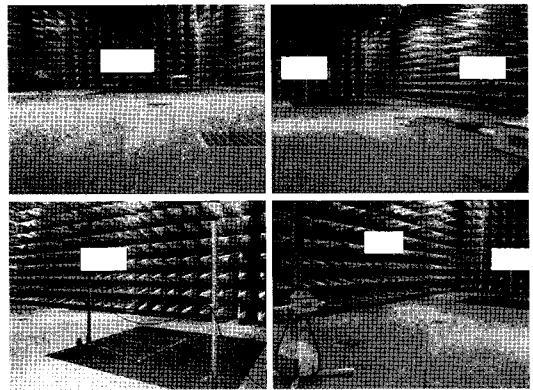
### 3-4 RSM을 이용한 국내 D 시험장 평가 시험

D 시험장은 10 m 전무반사실(full-anechoic chamber)이다. 챔버의 총 크기는 12 m×22 m이며, 흡수체를 제외한 실제 면적은 8.55 m×18.55 m 정도 되었다. NSA 측정에 대해 2.8 dB 특정을 만족하는 챔버이다. [그림 9]에서 실제 챔버의 실내 사진을 보여주고 있다.

[그림 10]은 D 시험장의 표준편차를 보여주고 있다. 기준시험장 조건을 만족하지 못하며, 약 70 MHz 이하의 대역에서 기준 이상의 값이 측정된 것을 확인할 수 있었다. 따라서 해당 시험장은 기준시험장으로 는 다소 적합하지 않다고 볼 수 있으며, 이는 시험 환경이나 측정 지점 등의 영향으로 해석되었다.

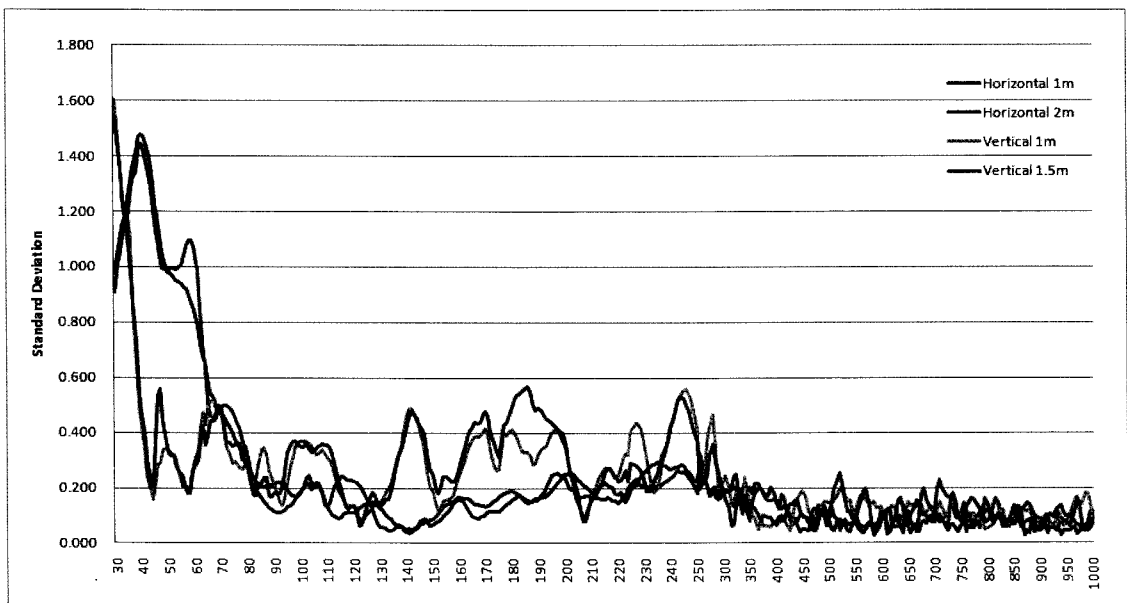
## IV. 결 론

기준시험장측정방법(RSM)으로 네 곳의 시험장에서 시험을 한 결과, 야외시험장의 경우 시험장의 규모는 기준시험장이 되는 조건에 크게 상관이 없으며,



[그림 9] D 시험장

시험장 접지면의 편평도, 시험장 주변 환경 등으로 인한 영향이 크게 작용하는 것으로 분석되었다. 기준에 설치되어 있는 셀터는 시험 결과에 크게 영향을 주지는 않았다. 즉, 기준시험장 조건을 만족하기 위해서는 시험장 환경이 중요하며, 건물이나 나무로부터 충분한 거리를 유지하고 주변에 간섭 전파가 적어야 하며, 시험장의 편평도, 재질, 접지면의 크기 등을 고려



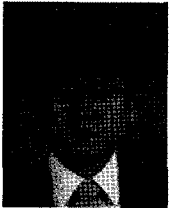
[그림 10] D 시험장의 표준편차

하여 충분히 안정적(stable)인 상태가 유지되어야 한다. 챔버의 경우 송수신 안테나를 설치하기 위한 공간상의 문제가 발생하므로 RSM 결과에 만족스럽지

못한 결과를 가져왔다. 따라서 챔버에 RSM을 적용하기 위해서는 측정지점의 간격을 줄여야 할 것이다.

≡ 필자소개 ≡

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 인체영향

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 전자정보대학 교수

1997년~현재: 컴퓨터정보통신연구소 참여연구원

1999년~2000년: 컴퓨터정보통신연구소 연구소장

1996년~현재: 한국전자과학회 전자장과 생체관계 위원회 위원장

1999년~현재: 한국통신학회 평의원/이사

2006년~2009년: BEMS(Bioelectromagnetics Society) 이사

2008년~현재: 방송통신위원회 방송통신국가표준심의회 위원

2008년~현재: 전파연구소 자문위원회 위원

2008년~현재: 방송통신위원회 자체평가위원회 위원

[주 관심분야] 이동통신 및 전파전파, 마이크로파 전송선로 해석, EMI/EMC 및 전자파 인체보호 규격