電波半無響室의 垂直偏波에 대한 特性評價

김동일* · 정세모* · 김민석**

Characteristic Evaluation on the vertical Polarization of Seme-Anechoic Chamber

Dong-Il Kim* · Se-Mo Chung* · Min-Seok Kim**

Ⅰ. 서 론

고도로 발전해 가는 電子工學 분야는 생산성 능률을 향상시키고,생활을 보다 편리하게 하여주고,情報交換 處理裝置를 고속화,소형화 함으로써 정보화 사회에 대한 시대적 요구에 부응해 가고있다.

또한, 이들 장비의 사용이 급증하고 장비가 소형화 함에 따라서 부품간의 相互結合이 커지며,외부의 간섭 電磁波에 대한 감내력이 약해지고, 장비의 자동화에 따른 기기의 誤動作이나 낙뢰와 같은 순간적인 電磁波 펄스에 의한 정보처리 시스템 자체가 파괴될 위험도 더욱 증가하였다.

이와 같이 電子裝備의 사용이 급증할 수록 장비간의 電磁波 장해(EMI)가 큰 문제로 대두 되고 있다.[1~5]

우리 나라도 電波管理法에 전자파 장해 검정시행의 법적 근거를 마련한 후, 전자파 장해 검정규칙을 제정하여 이 문제를 국가적 차원에서 다루고 있다.

이와 같이 전자장비로 부터의 전자파 장해측정은 주위로부터 전파의 영향을 전혀 받지 않는 개방되고 평탄한 野外試驗場에서 실시해야한다. 그러나 실제로 그와 같은 이상적인 野外試驗場은 구하기가 어렵고,[6~8] 또 그 이용에도 여러 가지 제약이 따르기 때문에 野外試驗場과 똑같은 성능을 가진 시험장을 실내에 만들어서 그 곳에서 기기에서 발생하는 漏泄電磁波나 電磁波耐性의 검사나 측정을 하며 이와 같은 電波暗室은 電子裝備의 생산이 급증함에 따라 더욱더 많은 電波暗室의 소요가 증대될 전망이다.[9]

따라서 본 논문에서는 暗室內에서 전파의 반사를 2회 까지만을 고려하여 影像法에 의하여 전파의 經路場을 구하고 垂直偏波의 경우에 있어서 電波暗室의 성능을 분석, 검토하였다.

Ⅱ. Site Attenuation Model

수직 다이폴 안테나가 복사한 전계는 그림 1에서와 같이 直接波와 反射波를 합친 것과 같으며 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다.

$$E_v = \frac{Vf_M}{79.58AF_T}\left(\frac{\varepsilon^{-j\beta d_1}}{d_1}F(\theta_1)\sin\theta_1 + \frac{|\rho h|\varepsilon^{-j\beta d_2}}{d_2}F(\theta_2)\sin\theta_2\right) \quad (1)$$

(1)의 크기는

* 한국해양대학교
** 부산수산대학교

$$E_{DV}=\frac{\sqrt{49.2}R^2\left[\ d_2{}^6+d_1{}^6|\rho_V|^2+2d_1{}^3d_2{}^3|\rho_V|\cos(\psi_V-\beta(d_2-d_1))\right]^{1/2}}{d_1{}^3d_2{}^3} \tag{2}$$

수신 안테나의 높이를 1~4m로 변화했을 때 이 범위에서 (2)의 최대치를 $E_{DV}{}^{max}$라 하면 垂直電强度의 최대치

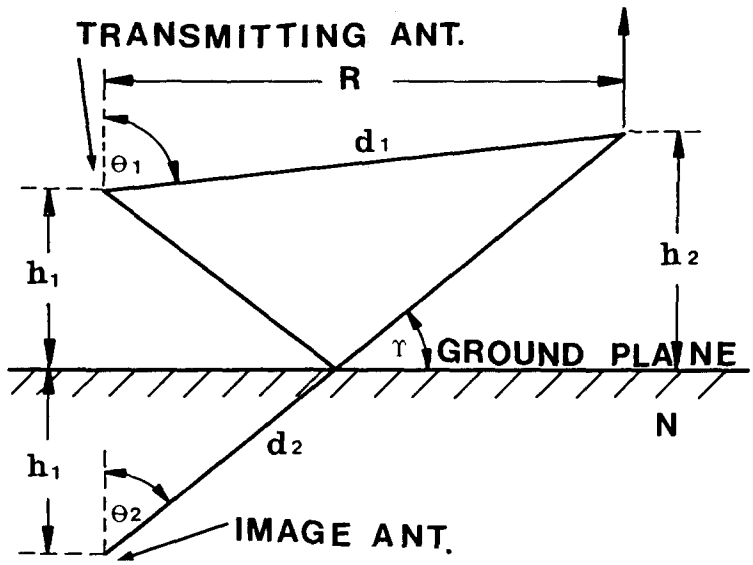

Fig. 1. Propagation Geometry for Vertical Site Attenuation.

$$E_V{}^{max}=\frac{Vf_mE_{DV}{}^{max}}{75.58AF_T\sqrt{49.2}} \tag{3}$$

로 나타낼 수 있다.

송신 안테나로부터 出力電壓을 V_I, 수신 안테나의 受信電壓을 V_R이라면 Site Attenuation은 다음과 같이 정의된다.

$$A=\frac{V_I}{2V_R} \tag{4}$$

한편, 電波暗室에서 2회 반사파까지 만을 고려했을때 반사파의 반사 Pattern을 15가지로 구분하고,에 영상법에의하여 구한 반사파의 經路長을 각각 d_1, d_2, d_3 … d_{15}라 하면, 이들 반사파에 의한 電界强度는

$$E_{VC}=\frac{|\rho_V|\varepsilon^{-j\beta d_1}\varepsilon^{-j\phi V}}{d_1}+\frac{|\rho_V|\varepsilon^{-j\beta d_2}\varepsilon^{-j\phi V}}{d_2}+\cdots\cdots+\frac{|\rho_V|\varepsilon^{-j\beta d_{15}}\varepsilon^{-j\phi V}}{d_{15}} \tag{5}$$

로 나타낼 수 있다.

電波暗室에서의 電界强度는 직접파와 반사파를 합하여 구할 수 있으므로 (3)과 (5)의 크기를 구하면

$$CE_{VC}=\sqrt{49.2}\times|E_V+E_{VC}| \tag{6}$$

(6)의 최대치를 $CE_{V_C}{}^{max}$라 하면 (3)식으로 부터

$$E_{VC}{}^{max} = \frac{Vf_M CE_{Vc}{}^{max}}{79.58 AF_T \sqrt{49.2}} \tag{7}$$

(4)와 (5)로 부터

$$A = \frac{VAF_R 79.58 AF_T \sqrt{49.2}}{2Vf_M CE_{vc}{}^{max}} \tag{8}$$

따라서, (8)에서 電波暗室에서의 Site Attenuation을 구할 수 있다.[11~13]

Ⅲ. 시뮬레이션 결과 및 고찰

Ⅲ-1. Height Pattern에 의한 Site Attenuation

전파암실에 ferrite tile 형을 사용했을 때 주파수가 200MHz와 500MHz일 때의 height pattern의 변화를 그림2에 나타 내었다.

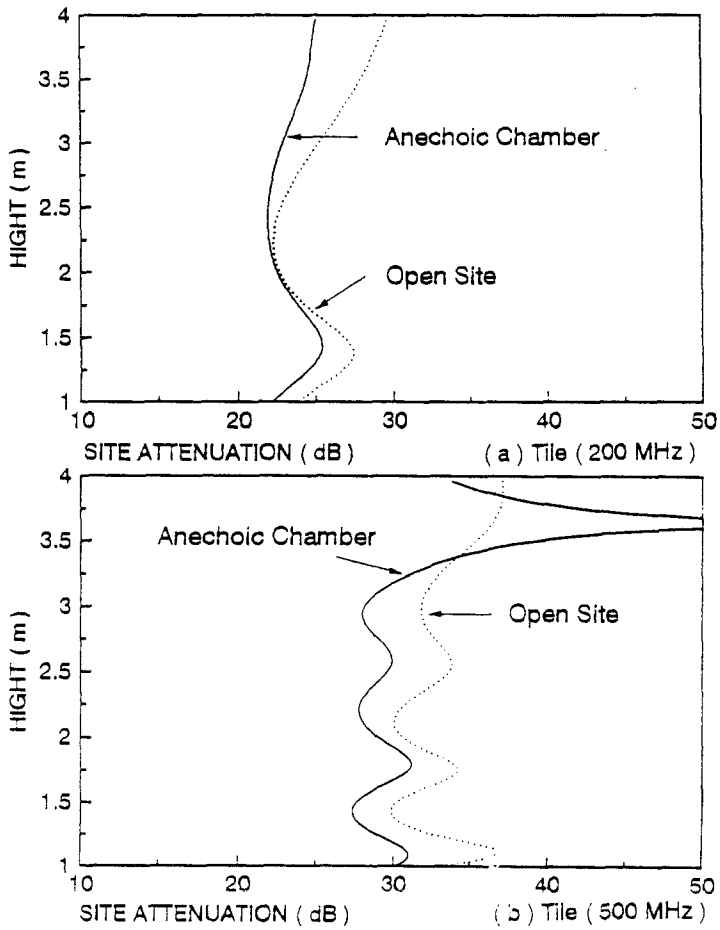

Fig. 2. Height Pattern for Tile according to Frequencies.

그림2에서 주파수가 200 MHz일때 open site와 電波暗室에서height pattern의 변화하는 모양은 서로 비슷하였으나, 주파수가 500 MHz일 경우에는 height pattern의 변화하는 모양이 서로 달랐다. 한편, ferrite grid 형을 사용했을 때의 변화를 그림 3에 나타냈다.

그림 3에서 200MHz일 때는 open site와 電波暗室에서 height pattern의 변화하는 모양이 서로 비슷하였고, 500MHz일 경우에도 변화하는 모양이 서로 비슷하였다.

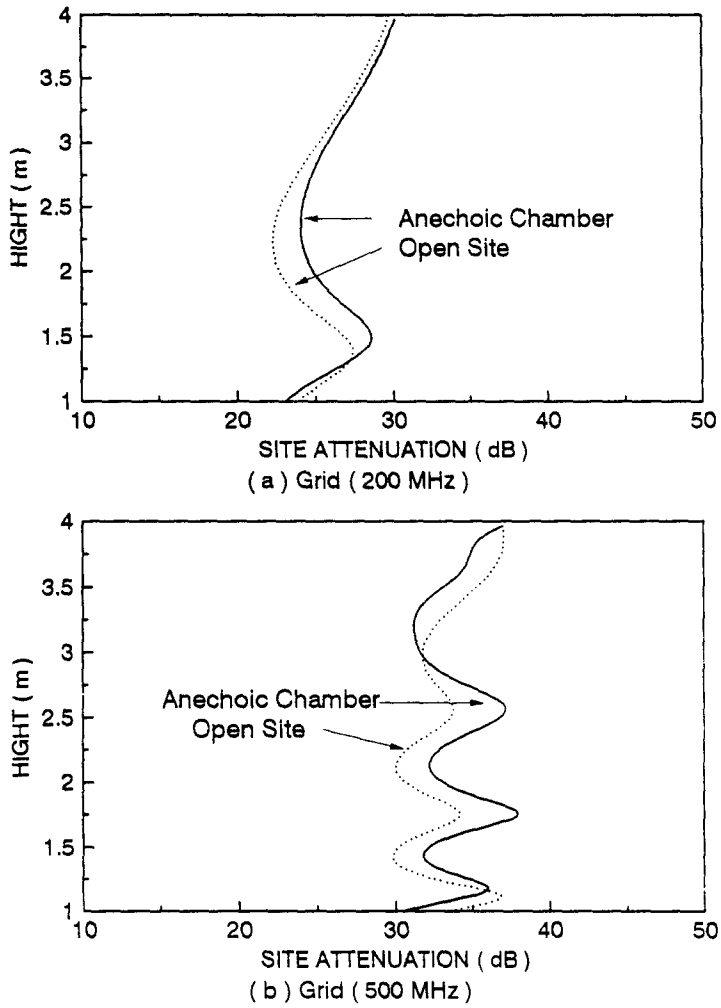

Fig. 3. Height Pattern for Ferrite Grid according to Frequencies.

Ⅲ-2. 電波吸收體의 材料에 의한 Site Attenuation

電波暗室에서 電波吸收體의 종류에 따른 試險場減衰量의 변화를 구하기 위해 식에의한 계산 simulation을 하여 그 결과를 그림 4에 나타내었다.

그림4에서 ferrite tile을 이용했을 경우 520MHz에서 부터 電波暗室과 open site의 site attenuation의 차이가± 3dB의 범위를 벗어나고 있어서 tile의 경우 사용할 수 있는 주파수의 범위는 대략 500MHz 정

도이다.

한편, ferrite grid의 경우 전 주파수 범위에 걸쳐서 그 차이가 ±3dB이내 이었다.
따라서 電波暗室의 경우 ferrite tile은 사용 주파수의 帶域幅이 500MHz 정도이며,그 이상의 높은 주파수에서는 ferrite grid를 사용해야 함을 알 수 있다.

Ⅲ-3. 실측치에 의한 Site Attenuation의 비교

電波暗室에서 ferrite grid의 電波吸收體를 사용했을때 試險場減衰量을 계산 simulation한 결과와 실제로 ferrite grid의 電波吸收體를 사용하여 만든 電波暗室에서 試險場減衰量을 측정하여 얻은 결과를 그림 5에 나타내었다.

그림 5에서 100MHz 이상의 경우 실측치와 계산치는 모두 ±3dB 이내의 범위에서 잘 일치하고 있다. 그러나 100MHz 미만의 경우를 보면 실측치와 계산치는 모두 ±3dB의 범위를 벗어났다.

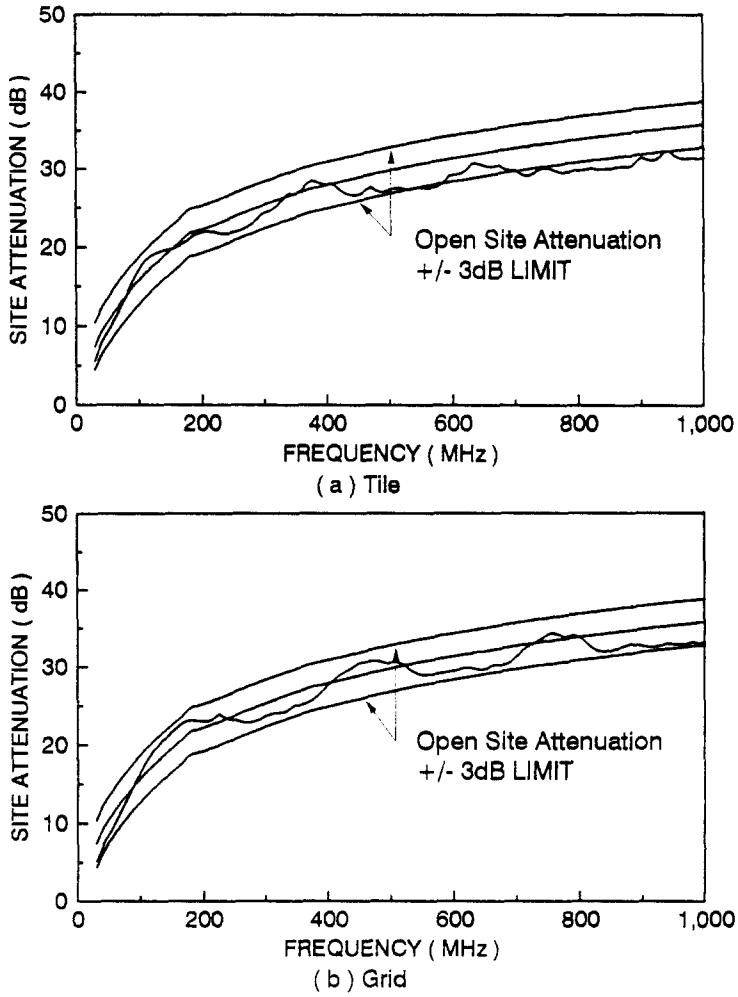

Fig. 4. Comparision of Site Attenuation for Anechoic Chamber according to Absorbing Materials.

Ⅲ-4. 垂平偏波와의 비교에 의한 Site Attenuation

電波暗室에서 같은 종류의 電波吸收體를 사용하였을 때 垂平偏波와 垂直偏波에 따라서 試險場減衰量이 변화하는 모양을 ferrite grid의 경우를 그림 6에, ferrite tile의 경우를 그림 7에 나타내었다.

먼저 그림 6에서 垂平偏波의 경우 30MHz부터 1000MHz까지 전파암실과 open site의 試險場減衰量의 차이는 평균 1.32dB이었고, 垂直偏波의 경우는 1.49dB로 수평편파의 경우가 더 open site에 가까웠다.

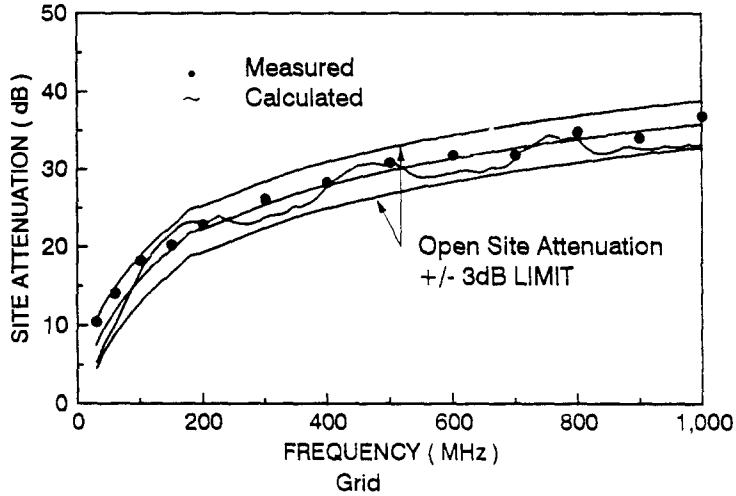

Fig. 5. Comparision of Site Attenuation for Ferrite Grid by Calculated and Measured Values.

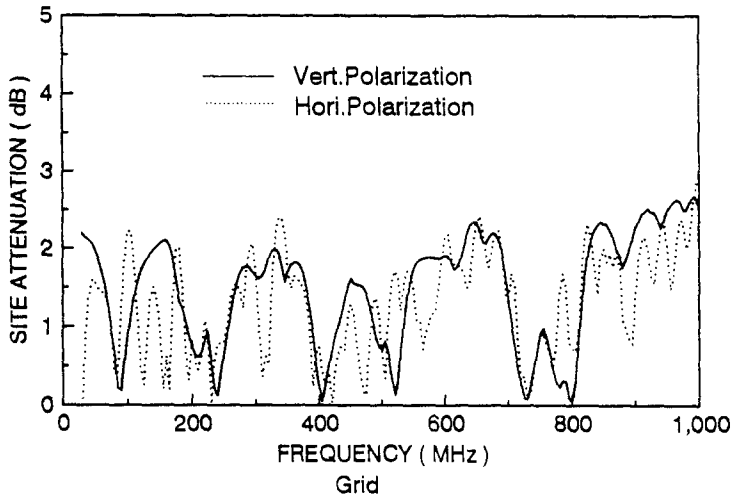

Fig. 6. Comparision of Site Attenuation for Ferrite Grid by Horizontally and Vertically Polarization.

한편 ferrite tile을 사용했을 때 수평편파의 경우 30MHz부터 1000MHz까지 電波暗室과 open site의 試險場減衰量차이는 평균 1.79dB이었고, 垂直偏波의 경우 평균치는 2.25dB로 垂平偏波의 경우보다 0.46dB 높아서 tile을 사용했을 때에도 수평편파의 경우가 open site에 더 가까웠다.

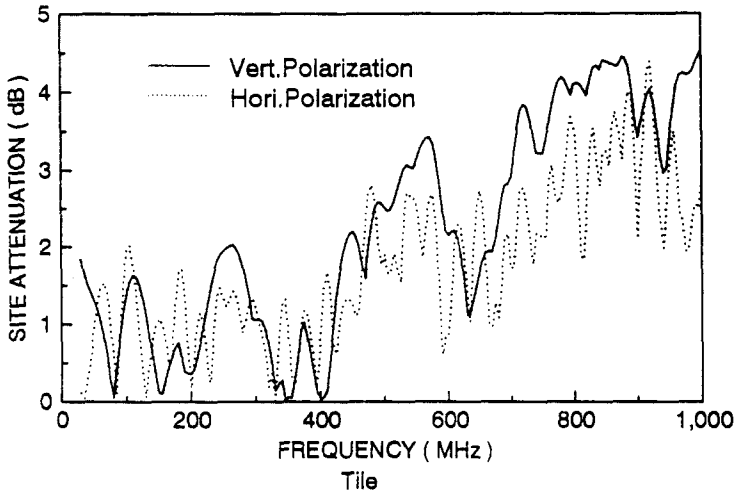

Fig. 7. Comparison of Site Attenuation for Ferrite Tile by Horizontally and Vertically Polarization.

Ⅳ. 결론

電波暗室에서 影像法에 의한 電波經路長을 구하여 垂直偏波일 경우 試險場減衰量과 height pattern을 구하고 그 결과를 垂平偏波및 실측치와 비교 분석한 결과는 다음과 같았다.

(1) 송수신 안테나 사이의 거리가 3m일 때 ferrite tile의 경우 500MHz에서 height pattern의 변화하는 모양은 open site와 電波暗室이 서로 크게 달랐다.

(2) 주파수가 30MHz 에서부터 100MHz까지의 낮은 주파수 범위에서는 電波暗室에서 試險場減衰量이 tile의 경우가 grid의 경우 보다도 open site에 더 가까웠다.
또, grid 형은 전 범위에 걸쳐서 open site와 電波暗室의 試險場減衰量 차이가 ±3dB 이내 이었으나 tile의 경우 垂直偏波일 때 530MHz부터 ±3dB를 벗어났다.

(3) grid 형의 경우 30MHz에서 부터 90MHz 까지 試險場減衰量은 계산치와 실측치는 그 차이가 모두 ±3dB의 범위를 벗어났다.

(4) 電波暗室에서 같은 종류의 電波吸收體를 사용했을때 垂平偏波일 경우가 垂直偏波일 경우 보다도 open site의 試險場 減衰量에 가까웠다.

참 고 문 헌

1. 김동일, 안영섭, 정세모 "레이다용 광대역형 고성능 전파흡수체의 개발에 관한 연구", 한국항해학회지, 제15권 제1호, pp.1~10,(1991. 3.)

2. 김동일, 전상엽, "EMI/EMC 대책용 광대역화 전파흡수체의 개발에 관한 연구", 한국항해학회지 제15권 제4호, pp.13~26,(1991.12.)

3. 김동일외 "전파흡수체의 전자파적 특성측정기법 연구", 한국항해학회지 제16권 제4호, pp.25~34,(1992.12.)

4. 김동일외 "초광대역 특성을 가지는 Ferrite 전파흡수체의 설계법", 한국항해학회지, 제18권 제2호, pp.151~158(1994. 5)
5. 김동일, 김민석 "전파무향실의 특성평가에 관한 연구, - 수평편파를 중심으로 -", 한국항해학회 지, 제19권 제1호, pp.9~16(1995. 2.)
6. 佐藤由郎外, "Open Siteにおける Metal Ground planeの寸法について" EMCJ 87-57 of Japan, PP.41-47, 1987
7. 澤田章外, "電波無響室 半無響室 Simulation System 開發および檢討, EMCJ 89-4 of Japan, PP.21-28, 1989.
8. 淸水康敬, 電磁波吸收遮蔽, 日經技術圖書, PP. 67-204, 1989.
9. 彬浦行, "Site Attenuation 理論曲線について" EMCJ 86-73 of Japan, PP.67-73, 1986.
10. 西村公佐外, "電波暗室特性の數値Simulationの檢討", EMCJ 89 of Japan, PP.21-27, 1988.
11. A.A.Smith, "Standard Site Method of Determining Antenna Factors", IEEE Trans., EMC-24, 3, PP.316-322, Aug. 1982.
12. W.Scottbenn Eitt, "Comments on Calculation of Site Attenuation from Antenna Factors", IEEE Trans. on EMC,vol.EMC-2S,NO.2, pp.121-124, May 1983.
13. A.A.Smith, "Calculation of Site Attenuation from Antenna Factors "IEEE Trans. EMC-24, 3, pp.301-316, Aug.1982.
14. "Measured Technical Data Exhibiting Anechoic Chamber Lined by 'TOYO' FFG-1000 Ferrite Grid Absorber", Toyo Corporation., Japan, 1991.