

전자파 차폐효과와 방사고주파 내성과의 상관관계에 대한 연구

박찬원\*, 안광희\*\*

\*강원대학교, \*\*국립기술표준원

A Study on the Correlation between Shielding Effect of Electromagnetic Field and Immunity of Radiated Radio Frequency.

Chan-Won Park\* Kwang-He An\*\*

Kwangwon National University, \*\*Agency for Technology and standards

**Abstract** -All electric and electronic appliances require their own electromagnetic compatibility. So an industrially advanced nations have made many standards for regulation for their profits. thus the researches on the electro -magnetic shielding effect(SE) are being increased. But the SE can not proved its effect by a theory alone because of complex-material problems. This study present the correlation of the SE and immunity of radiated radio frequency of the electromagnetic field. We have analyzed the theory of shielding effect to the shield texture. It has been proved that experimental results showed this effects have intensive relations to the electromagnetic field immunity.

타내는 지수를 의미하며, (1)식과 같이 나타내고 있다.

$$SE = 10 \log \frac{\text{입사전력밀도}}{\text{통과전력밀도}} \text{-----}(1)$$

로 표현한다. 다시 전계와 자계의 관계로 표현하면 (2) 식과 같이 된다.

$$SE = 10 \log \frac{E_x \cdot H_x}{E_y \cdot H_y} \text{-----}(2)$$

전력밀도는 전계 E(V/m)와 자계 H(A/m)의 곱으로 표현되므로 (3),(4)식과 같이 쓸 수 있다.

$$SE = 20 \log \frac{E_x}{E_y} \text{-----}(3)$$

$$SE = 20 \log \frac{H_x}{H_y} \text{-----}(4)$$

본 연구의 대상인 small aperture를 가진 금속과 폴리머가 함유된 섬유로서 적용되는 관계식은 균일 금속, 의사균일 금속과는 달리 기저재료 자체의 투자율이나 도전율 특성이 어떤 특정한 관련성을 나타내지는 않는다. 그리고 사용된 Screen 및 Mesh 재료는 금속두께에 대한 공기간격(Air gap)비율 즉, 격자의 크기에 의해 그 특성을 결정지을 수 있다. 이런 재료가 차폐효과를 일으키는 원리는 Screen 이나 Mash 내의 격자구조에서 부분적으로 상쇄효과가 일어나는 미소 전기 쌍극자 역할의 배열로 설명될 수 있다.

이때의 차폐효과는 흡수효과 보다는 반사손실에 의존하므로 아래의 식(5)와 같이 표현할 수 있다.

$$SE = 20 \log \left( \frac{\lambda}{2} \cdot a_s \right) \text{-----}(5)$$

$$= 104 - 20 \log(a_s \cdot f), a_s < \frac{\lambda}{2} \text{-----}(6)$$

$$= 0, a_s \geq \frac{\lambda}{2} \text{-----}(7)$$

그리고 미소쌍극자의 역할을 하는 격자의 길이가 1/2 파장에 이르게 되면 입사 전자파에 대해 반사손실이 일어나지 않고 그대로 통과되어 0dB가 됨을 알 수 있다.

2.2 실험 및 고찰

전자파 차폐효과의 시험방법으로는 ASTM D 4935-89의 시험방법을 사용하였으며, 고주파전자계 방사내성 시험은 IEC 1000-4-3의 시험방법을 사용하였다.

1. 서론

정보화시대를 맞이하여 고주파 에너지의 이용이 급증하게 되었으며, 이와 더불어 파생되어지는 전자파 적합성에 대한 우려도 점차 증가하고 있다. 때문에 국내외적으로 전자파 적합성에 대한 규제가 본격화됨에 따라 일반 섬유강화 복합재료와 각종 플라스틱 재료는 관련 규제에 효과적으로 대응하기 어려우므로 이들 재료에 전도성을 부가한 전도성 고분자 및 복합재료에 관한 연구가 크게 증가하고 있다. 그러나 이러한 복합재료는 금속재료와 달리 전기적 특성을 명확하게 알 수 없어 재료의 전자파 차폐 흡수 효과를 이론적으로 예측할 수 없는 어려움이 있기 때문에 측정에 의해서만 그 성능을 파악할 수 있다. 또한 측정된 전자파 차폐효과가 전자기기에 어느 정도의 내성을 갖게 해줄지를 판단하는 것은 쉽지 않다. 그러므로 본 연구에서는 전자파 차폐섬유에 대한 전자파 차폐효과를 이론적으로 해석한 후 실험을 통해 증명하였으며, 이것이 내성에 미치는 영향을 실험을 통해 증명하였다. 시험결과 전자파 차폐와 전자파 내성과의 상당한 관계가 있음이 입증되었다.

2. 본 론

2.1 전자파차폐효과 특성

전자파는 공중으로 전파하는 파동에너지로 전파, 적외선, 가시광선, X선 등을 포함하는 전기장과 자기장으로 이루어진 파동 에너지를 말한다. 전자파는 크게 전파원으로부터의 거리에 따른 임피던스 관계에 따라 근접계는 고 임피던스인 전계와 저임피던스인 자계가 있고, 원방계는 평면파로 되어 있다.

전자파 차폐효과란 것은 전자파 원으로부터 나오는 전자기 에너지를 감소시키는 성능이 얼마나 좋은지를 나

황동망과 구리망의 전자파 차폐효과에 대해서는 황동 50번의 경우 최고 3.5dB 정도였으며, 구리 50번의 경우 최고 0.3dB 정도의 차이에 불과하며, 이론치와 양호한 특성을 보여 주었다. 그림1은 황동50번의 경우와 이론치를 비교한 것이다. 이론치와 실험치가 거의 유사함을 나타낸 것이다.

본 연구에서는  $a_s=0.01\text{mm}$ 의 섬유 5종을 시료로 선정하여 시험을 하였다. 시험방법은 전자파차폐섬유가 전도율이 좋은 금속복합 섬유이므로 원역장에 대해서 고찰하였다. 그림2는 차폐효과를 나타낸 것으로서 이론치와 최고 50dB ~ 20dB 정도의 차이가 있음을 보여 주었다.

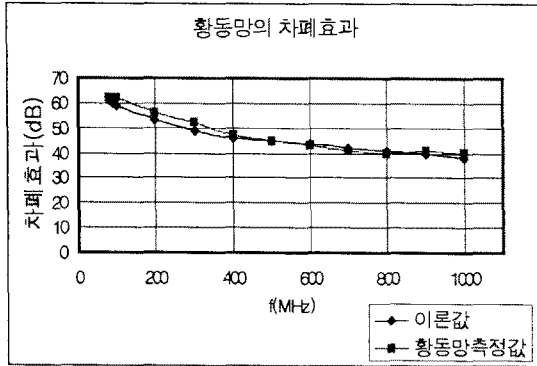


그림 1 황동망에 대한 측정값과 이론값의 비교

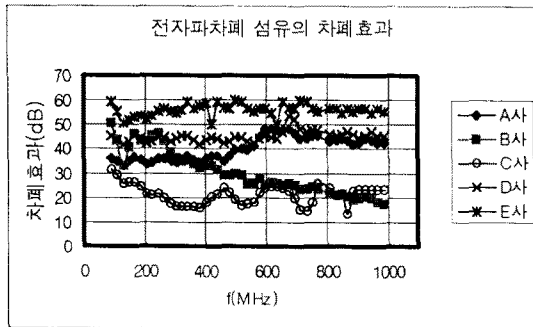


그림 2. 전자파 차폐섬유의 차폐효과

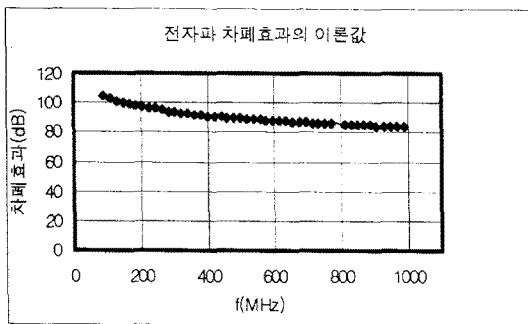


그림 3. 이론에 의해 계산된 차폐효과

예상했던 바와 같이 이론 값(그림3. 이론적인 데이터는

섬유의 간격이 거의 유사하므로 A사의 섬유만 갖고 계산한 결과임)과 시험 데이터는 많은 차이가 없을 수 있었다.

그 원인으로는 첫째 시료의 격자가 서로 결합되어 있는 것이 아니기 때문에 결합되어 있지 않은 부분을 통한 누설전류의 발생으로 인해 전자파의 투과가 커짐으로서 발생하는 것으로 판단이 되었으며, 두 번째는 시료가 금속과 폴리에스테르가 혼합된 섬유의 형태이므로 식(6)의 적용에 다소 무리가 있었으며, 정확한  $a_s$ 를 측정할 수 없었기 때문이기도 하다. 세 번째는 금속과 폴리에스테르의 비율이 일정하지 않았기 때문인 것으로 판단되었다.

### 2.3 복사전자기장에 대한 특성시험

방사고조파에 대한 내성은 산업현장의 자동화 기기에 서 소형전자제품에 이르기까지 중요시되지 않는 것이 없다. 그러므로 2000년부터는 우리 나라도 EMS 규제를 시행할 예정이다. 그러나 아직까지 그 대비책은 미비한 상태이다. 때문에 본 연구에서는 전자파 차폐물질이 내성에 어느 정도의 영향이 있는가를 실험적으로 측정하였다. 시험 측정시스템에 대한 블록도가 그림 4에 나타나 있다.

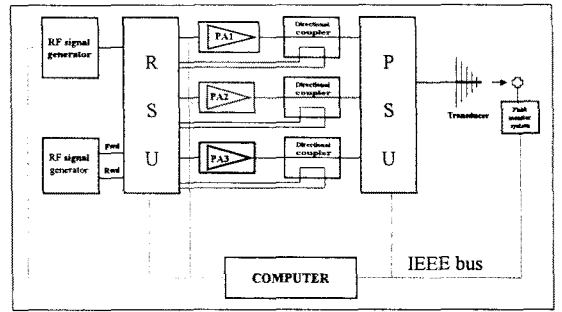


그림 4. 고주파 방사내성 측정시스템

본 연구에서는 시험의 오차를 줄이기 위하여 측정전에 field uniformity가 만족되는 상황에서 측정하였으며, 사용한 시험방법은 전자계를 그림4와 같이 안테나를 통해 80MHz~1000MHz, 10V/m의 방사노이즈를 인가하였다. 그리고 차폐를 시키지 않은 등방성 probe를 사용하여 field data를 취득하여 기준 데이터로 선정하였다. 다음에 probe를 차폐시킨 후 데이터를 취득하여 기준데이터와 비교하였다.(그림 5) 시험결과 차폐효과가 좋은 시료가 방사노이즈에 대한 내성에 더 강하다는 것을 실험적으로 확인 할 수 있었다.

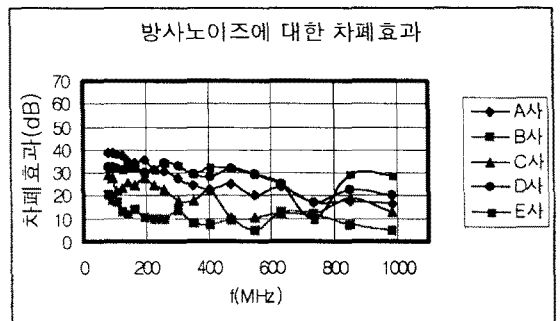


그림 5. 고주파 방사노이즈에 대한 내성 결과

### 3. 결 론

본 연구에서는 전자파 차폐효과와 고주파 방사노이즈에 대한 내성과의 관계를 실험적으로 증명 하였다. 전자파 차폐효과가 클수록 방사내성에 대한 효과가 크게됨을 알 수 있었으나 수치적으로 일치하지는 않았다. 또한 그 효과가 실제적으로 고주파에서는 차이가 더욱 커졌으며, 저주파에서는 더욱 효과적인 차단이 이루어졌음을 알 수 있었다. 즉 만일 차폐효과가 큰 어떤 재료가 있다면 그 재료의 가공 여부에 따라 다르겠지만, 방사고주파내성에 대해 내성효과가 있음을 시험적으로 증명할 수 있었다.

본 연구의 결과는 고 비용의 방사고주파내성 측정 대신에 저렴한 차폐효과 측정으로 전자파 방사노이즈에 대한 내성에 어느 정도 강한가를 판단할 수 있는 기본자료로서 사용이 가능할 것이다. 차후의 연구과제로는 복합 화합물이나 다른 복합재료의 전자파 차폐효과 관계를 일목요연하게 정립할 수 있는 수식의 개발이 있다면 크나 큰 결과를 가져오리라 예상한다.

#### [참고문헌]

- [1] ASTM D 4935-89 "Standard Test Method for measuring the Electromagnetic Shielding Effectiveness of Materials", Nat. Bur. Stand. Tech. Note 1095; may 1989.
- [2] C. M. Wintzer "International Commercial EMC standards" A handbook Series on Electromagnetic interference and Compatibility Volume 10, 1988.
- [3] International Standard "Testing and measurement techniques section 3 : Radiated, radio-frequency electromagnetic field immunity test", IEC 1000-4-3, 1995.
- [4] 김관중외 다수 "전자소재 및 재료의 시험평가 기술개발" 국립기술품질원 전자정보과, 1987.
- [5] Perry F. Wilson, Mark T. Ma, and J. W. Adams "Techniques for measuring the Electromagnetic Shielding Effectiveness of Materials :Part I Far-Field Source Simulation", IEEE Trans. Electromagn. Compat., Vol.30, No.3, pp.239~250, Aug. 1988.