

## 금속사직물의 전자기파 차폐성능 예측

한문희, 노정심, 김호연, 강태진  
 서울대학교 재료공학부

### Prediction of Electro-Magnetic Shielding of Metal Containing Fabrics

Moon-Heui Hahn, Jung-Sim Roh, Hoyeun Kim, Tae Jin Kang

Department of Materials Science and Engineering, Seoul National University, Seoul, Korea

#### 1. 서론

전자파 장애(EMI) 및 고주파 장애(RFI) 같은 문제는 지금까지는 주로 전자산업에서 주요하게 다루어졌다. 외부의 전자파가 전자기기에 침투하면 손상을 야기할 뿐만 아니라 전자기기 자체도 전자파 발생원이므로 외부로의 누출을 최소화하여야 하기 때문이다. 그러나 최근 휴대용 전자기기가 광범위하게 보급되면서 이전까지 고압송전선 등의 특수한 경우에 국한되어 왔던 전자파 문제가 크게 관심 받고 있다. 휴대전화를 비롯한 전자기기에서 나오는 전자파는 두통의 발생 및 기억력 감퇴 등을 유발한다고 보고된 바 있으며 이러한 전자파를 감쇄 또는 차폐시키기 위한 연구들이 최근 많이 진행되고 있다. 지금까지 전자기파의 차폐는 전자기기 밖으로의 전자파 누출을 봉쇄하는 기초 구조 설계에서부터 금속 와이어나 특수 도료 등을 이용하여 차폐막을 만드는 방법까지 다양하게 접근되어 왔으며 최근에는 금속사 직물을 이용하여 전자파를 차폐 및 감쇄시키려는 연구가 많이 진행되고 있다. 본 연구에서는 금속사 직물의 조직 구조 등에 따라 전자파 차폐 효율이 어떻게 변하는지를 조사하고 실험치와 비교 분석하고자 한다.

#### 2. 실험

금속사 함유 복합사는 Silver plated Copper(Cu)와 Stainless Steel(SS)을 각각 PET섬유에 커버링한 후 그 위에 다시 PET 섬유를 커버링하여 준비하였다. 구성 원사 및 복합사의 조성 및 특성은 아래 <표1> 및 <표2>와 같다. 금속 복합사와 PET섬유를 이용하여 금속복합사 직물을 제직하였으며 경위사 방향으로 각각 금속복합사와 PET섬유의 비율을 달리하여 다양한 사이즈의 그리드를 갖도록 하였다. 전자파의 차폐 성능은 ASTM D 4935-99의 방법에 따라 측정하였다.

Metal Fiber	Cuc: polyesterimide-coated Cub: non-coated	SS : Stainless Steel
Linear density(denier)	110	70
Supplier (product name)	Elektrisola-Textile Wire, Switzerland (TW-D, TW-O)	Bekaert, Belgium (Bekinox VN, 35/1x1 AISI 304L)
Density(kg/dm <sup>3</sup> )	8.9	8.0
DC resistance (Ω/m)	Cuc: 13.705 Cub: 13.373	735

<표 1> 금속사의 특성

Metal Composite Yarn	Structure	composition (wt%)	Denier
C <sub>c</sub>	PET/Cu/PET	PET : Cu <sub>c</sub> = 61.4 : 38.6	270
C <sub>b</sub>		PET : Cu <sub>b</sub> = 62.4 : 37.6	266
S	PET/SS/PET	PET : S = 70.7 : 29.3	232
P	PET/PET	PET 100	162

<표 2> 복합사의 조성 및 특성

### 3. 전자파 차폐 효율의 근사

전자파의 차폐는 유전특성, 자성특성, 전도성 같은 차폐재의 특성과 조직구조 등에 따라 달리 나타난다. 입사한 전자파는 차폐재의 표면에서 반사와 투과가 발생하며 다시 내부에서 다중반사와 흡수, 투과를 반복하여 크게 반사파와 투과파, 흡수파로 구분된다. 차폐효율은 아래 식에 의해 계산된다.

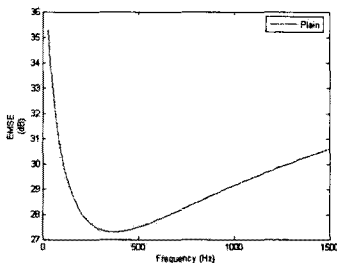
$$SE = -10 \log \frac{P_T}{P_I} = R + A + B + C$$

여기서 P<sub>I</sub>는 입사파의 세기를, P<sub>T</sub>는 투과파의 세기를 의미한다.

R은 차폐재 표면에서의 반사에 의한 차폐를, A는 차폐재 내부에서의 흡수에 의한 차폐를, B는 내부의 다중 반사를, C는 기타 효과에 의한 영향을 의미한다.

### 4. 결과 및 고찰

실험 결과 전자파의 차폐효율은 금속복합사의 종류 및 직물구조에 따라 그 임계치는 다르나 고주파로 갈수록 감소하다가 어느 임계치 이상에서는 다시 증가하는 경향을 보였다. 아래 <그림 1>은 stainless steel 복합사가 들어간 평직 직물의 전자파 차폐 효율의 수학적 예측이다. 실험결과와 경향이 일치함을 확인 할 수 있다. 그 외에도 그리드의 사이즈가 커질수록, 같은 그리드의 면적일 경우 종횡비(aspect ratio)가 클수록, 금속사 소재의 전기전도도가 작을수록 차폐 효율은 떨어지는 경향을 예측할 수 있었다.



<그림 1> plane 조직, SS복합사

### 5. 참고문헌

- 1) H.C. Chen, K.C. Lee, J.H. Lin, M. Koch, "Fabrication of conductive woven fabric and analysis of electromagnetic shielding via measurement and empirical equation", *Journal of Materials Processing Technology*, 184, 124-130, 2007
- 2) David A. Weston, "Electromagnetic Compatibility: Principles and Applications - 2nd ed., rev. and expanded", Marcel Dekker Inc., 2001
- 3) K.B. Cheng, S. Ramakrishna, K.C. Lee, "Electromagnetic shielding effectiveness of copper/glass fiber knitted fabric reinforced polypropylene composites", *Composite Part A*, 31, 1039-1045, 2000