

스테인레스 화이버/섬유강화 복합재료의 전자파 차폐 효과

Electromagnetic Interference Shielding Effectiveness of Stainless/Fiber Reinforced Composites

*송동한¹, #한길영², 배지수³, 안동규⁴

*D. H. Song¹, #G. Y. Han (kybhan@mail.chosun.ac.kr)², J. S. Bae³, D. G. Ahn⁴

¹ 조선대학교 대학원 기계공학과, ² 조선대학교 기계공학과, ³ 조선대학교 대학원 기계공학과, ⁴ 조선대학교 기계공학과

Key words : Electromagnetic interference, Shielding Effectiveness

1. 서론

전자파는 우리 주변에 사용하는 전기·전자 기기로부터 방출되는데, 최근 전기·전자기술의 발달로 인하여 전기·전자제품 및 통신기기의 사용이 급증하고 있는 실정이다. 이러한 기기들은 일상생활에 많은 편의를 제공하고 있으나 기기들에서 나오는 전자파는 서로간의 영향으로 인해 서로 다른 기기들에게 상호 간섭을 일으켜 기기의 오작동을 일으키기도 한다. 또한 인체에 여러 가지 악영향을 미쳐 불면, 신경 예민, 두통, 어지러움, 호르몬의 감소, 생체리듬의 변화, 기형아 출산, 수정체 이상 등 여러 질병을 일으킬 수 있다.

이처럼 전자기기에서 방사 또는 전도되는 전자파가 다른 기기의 기능에 장애를 주거나 인체에 악영향을 미치는 것을 전자파장해 (Electromagnetic interference, EMI) 라 한다. 이로 인해 전자파장해에 대한 대책방안으로 여러 엄격한 규제가 마련되어 시행되고 있으며, 전자파 차폐에 관한 연구와 관심이 증가하고 있다^{1,3}. 나라마다 약간의 차이가 있으나 일반적으로 국제전자파장해특별위원회 (International Special Committee on Radio Interference, CISPR) 의 규격을 채택하고 있다. 전자파 차폐 (Electromagnetic interference shielding, EMI shielding) 란 전기·전자 제품 등에서 발생하는 불필요한 전자파를 차단하여 전자회로나 인체를 보호, 또는 내부에서 발생하는 전자파를 외부로 방사시키지 않는 것을 말한다.

전자파 장해를 해결하기 위해서는 크게 두 가지 측면으로 접근할 수 있다. 하나는 개개의 기기가 다른 기기나 인체에 나쁜 영향을 줄 가능성이 있는 전자파를 방사하지 않도록 하는 것이고, 다른 하나는 기기나 인체가 외부 전자파에 영향을 받지 않고 정상적인 작동과 인체에 장애가 발생하지 않도록 하는 것이다. 이런 두 가지 측면을 양립하도록 하는 것을 전자파양립성 (Electromagnetic compatibility, EMC) 이라 한다.

이준영 등⁴ 은 정전기 및 전자파투과에 의해 유발될 수 있는 장해, 대응방안, 전자파 차폐에 대한 이론, 전자파 차폐 효율의 측정방법, 전자파 차폐 섬유소재를 제조하는 여러 방법과 특징에 대하여 연구한 바 있으며, 허유 등⁵ 은 인발법에 의하여 만들어진 스테인레스 강 섬유를 방직 및 제작하여 1 GHz ~ 4GHz 주파수 범위에서의 전자파 차폐효과를 고찰하였다.

따라서 본 연구에서는 유리섬유를 보강제로 한 유리섬유강화 복합재료 (Glass fiber reinforced plastics, GFRP) 에 알루미늄 필름을 접착성형 한 AG (Aluminum Film / GFRP), 스테인레스 화이버를 넣어 성형한 SG (Stainless fiber / GFRP) 의 전자파 차폐효과 (Shielding Effectiveness, SE) 를 측정하기 위하여 ASTM D4935-89 규격을 따라 시험편을 제작하여, 플랜지형 동축 전송선 측정치구를 이용한 전자파 차폐효과를 살펴보고자 한다.

2. 시험편 제작방법

본 연구에서 사용된 강화제인 유리섬유는 (주)영진세라믹스 회사의 제품으로 친환경적인 현무암 유리섬유섬유를 사용하였으며, 알루미늄 필름은 SAM-A ALUMINUM 회사의 AG3381, 스테인레스 화이버는 Bekaert 사의 AISI 316 L 제품을 사용하였다.

시험 제작에 사용된 주재료의 물성은 Table 1, Table 2, Table 3에 각각 나타내었다.

Table 1 Typical properties of Glass fiber

TRAD NAME	Fiber Diameter [μm]	T/S [MPa]	Melting Temperature η=102 poise [°C]
Glass fiber	9~10	3100	1350

Table 1 Typical properties of Aluminum film

TRAD NAME	Thickness (μm)	Tensile Strength (kg/mm ²)	EL(%)
AG3381	5.1	7.6	2.0

Table 3 Typical properties of Stainless fiber (AISL 316 L)

	C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Mo	Fe
Component (%)	0.03	2.00	0.045	0.03	1.00	16.00~18.00	10.00~14.00	2.00~3.00	Balance

제작된 시험편은 스테인레스 화이버의 직경과 평량에 따라 각각 SG-1 (직경 : 6.5 μ, 평량 : 75 g/sq.M), SG-2 (직경 : 6.5 μ, 평량 : 150 g/sq.M), SG-3 (직경 : 8 μ, 평량 : 150 g/sq.M) 의 시험편을 제작하였다. Fig 1 에 전자현미경을 이용한 스테인레스 화이버를 나타내었다.



Fig. 1 Microstructure of Stainless fiber (x100)

기지체인 에폭시와 경화제는 각각 LR-67 과 LH-33 으로 한국가본 제품이며, 주로 섬유강화 복합재료의 기지체로 사용되거나 코팅 등에 사용되는 재료이다.

에폭시와 경화제를 2 : 1 비율로 혼합한 후 혼합물을 교반기와 온도유지장치를 사용하여 2000 rpm 으로 20 분 동안 40 °C 를 유지하여 교반하였다. AG 시험편의 경우, 금형 (Mold) 하판에 알루미늄 필름, 혼합물, 유리섬유, 혼합물을 순서대로 압착 성형하였다. SG 시험편의 경우에는 혼합물을 금형에 부은 후 그 위에 스테인레스 화이버를 함침 시키고, 유리섬유, 혼합물 순으로 성형하였다. 성형된 시험편의 사이즈는 AG 의 경우 290 mm × 190 mm 이고, SG 의 경우에는 300 mm × 210 mm 이다. 성형된 시험편을 플랜지형 동축 전송선 치구에 맞게 직경 133 mm 로 기준시험편 (Reference) 과 부하시험편 (Load) 을 각 조건별로 2개씩 제작하였다.

3. 전자파 차폐효과 측정방법

본 연구에서는 전자파 측정 실험장치 시스템 (EMC test system : Rohde & Schwarz) 의 전자파 시험 수신기 (EMI test receiver), 신호발생기 (Signal generator) 및 플랜지형 동축 전송선 치구를 사용하여 각 시험편의 전자파 차폐효과를 측정하였다. Fig. 2 에 사용된 전자파 측정 실험장치 시스템을 나타내었다.

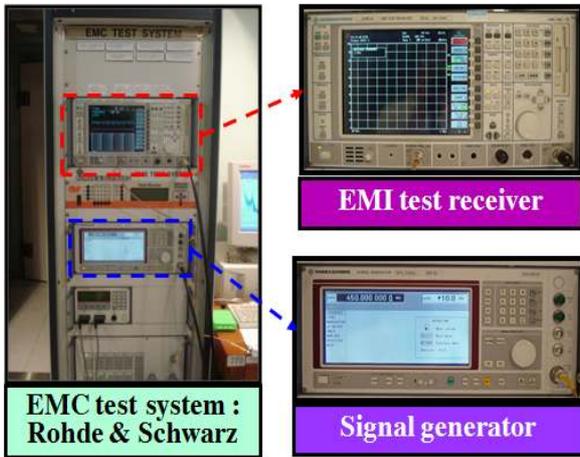


Fig. 2 Photographs of EMC test system

차폐성능은 300 MHz ~ 1,500 MHz 주파수 범위까지 측정하였으며, 차폐효과 (SE) 는 식 (1) 과 같이 나타낼 수 있다.

$$SE(dB) = 10\log P_1/P_2 \quad (1)$$

여기서 P1 은 차폐전 측정점에서의 전력밀도이며, P2 는 차폐 후 측정점에서의 전력밀도이다.

4. 실험결과 및 분석

전자파 측정 장치 시스템을 이용하여 측정된 측정 결과를 Fig. 3 에 도시하였다.

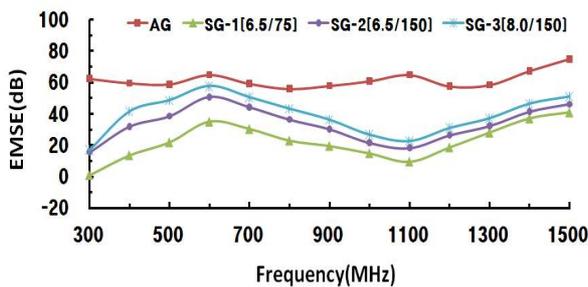


Fig. 3 SE as a function of frequency measured in the 300MHz~1.5GHz range

전자파 차폐효과를 측정한 결과 AG 시험편의 경우 1,500 MHz 주파수에서 가장 높은 74.6 dB 의 차폐효과를 보였다. SG-1 의 경우에는 1,500 MHz 주파수에서 가장 높은 40.1 dB 의 차폐효과를 나타내었으며, SG-2 의 경우에는 600 MHz 주파수 범위에서 가장 높은 50.7 dB 의 차폐효과를 나타내었다. SG-3 시험편도 600 MHz 주파수 범위에서 가장 높은 57.6 dB 의 차폐효과를 나타내었다. AG 시험편이 300 MHz ~ 1,500 MHz 주파수 범위에서 다른 SG 시험편 보다 좋은 전자파 차폐효과를 나타내었다. SG 시험편은 SG-3 시험편이 SG-1, SG-2 시험편보다 높은 전자파 차폐효과를 나타내었으며, SG-1 시험편이 상대적으로 가장 낮은 전자파 차폐효과를 나타내었다.

AG 시험편은 300 MHz ~ 1,500 MHz 주파수 범위에서 19

dB 정도의 거의 균일한 전자파 차폐효과를 보였으나 SG 시험편의 경우 AG 시험편보다 25.6 dB ~ 35 dB 의 높은 전자파 차폐효과를 보였다.

5. 결론

본 연구에서는 전자파 측정 실험장치를 이용하여 알루미늄을 접착 성형한 AG 시험편과 다양한 두께와 평량을 가진 스테인레스 화이버를 넣어 성형한 SG 시험편의 전자파 차폐 측정 결과를 다음과 같이 얻을 수 있었다.

(1) AG 시험편과 SG 시험편 모두 300 MHz ~ 1,500 MHz 측정 주파수 범위에서 다른 측정 주파수 영역에 따라 다른 차폐효과를 보였다.

(2) AG 시험편과 SG 시험편의 전체적인 성능비교 결과 주파수 측정 범위인 300 MHz ~ 1,500 MHz 에서는 AG 시험편이 SG 시험편보다 높은 전자파 차폐효과를 나타내었다.

(3) SG 시험편은 스테인레스 화이버의 두께와 평량 변화에 따라 각각 다른 전자파 차폐효과를 나타내었으며, 스테인레스 화이버의 두께 8 μ, 평량이 150 g/sq.M 인 SG-3 시험편이 SG 시험편 중 가장 높은 차폐효과를 나타내었다.

참고문헌

1. 강영구, 송중혁, "제강Slag 충전 페플라스틱/복합 전도성 filler 복합재료의 전자파 차폐 효과,"한국한전학회지, 19, 80-85, 2004.
2. Kim, W. M., Ku, D. Y., Lee, I. K., Seo, Y. W., Cheong, B. K., Lee, T. S., Kim, I. H. and Lee, K. S., "The electromagnetic interference shielding effect of indium-zinc oxide/silver alloy multilayered thin films," Thin Solid Films, 473, 315-320, 2005.
3. 변성원, 박재기, 김기영, "레이더 위장용 전자파 차폐 섬유소재,"섬유기술과 산업, 10, 33-50, 2006.
4. 이준영, 주진수, "전자파차폐 섬유소재,"섬유기술과 산업, 7, 28-44, 2003.
5. 허유, 김인석, 백영남, "Stainless Steel 직물에 대한 전자파 차폐 기구의 실험적 해석,"한국섬유공학학회지, 42, 54-59, 2005.