

무전해 도금 Glass Fiber 복합 플라스틱 성형체의 전자파 차폐효과 및 강도 특성

강영구 · 조명호*

호서대학교 안전시스템공학과 · *호서대학교 대학원 안전공학과

1. 서 론

전자파(Electromagnetic wave)는 인간이 사용하고 있는 모든 전기·전자제품에 의해 발생하는 전기장과 자기장을 의미한다. 첨단과학기술의 발전과 함께 전기, 전자, 통신관련 기기의 사용이 급증함에 따라 전기·전자 제품에서 발생하는 전자파는 산업기기에 오작동을 일으켜 산업재해를 유발할 수도 있으며 생체리듬의 불균형, 여성들의 유산 및 기형아 출산, 혈액암, 뇌암 등 여러 가지 질병을 발생시킬 수 있는 등 전자기기의 심각한 전파장애와 인체에 유해한 요소로 작용하고 있다^{1,2)}.

EMI를 방지하기 위해서는 발생원에서의 전자파 누설 방지 기술과 피해 대상에서의 전자파 차폐 기술이 필요하다. 전자파 차폐재료는 과거에는 금속을 주로 사용하였으나 석유화학공업의 발전과 함께 우수한 물성의 플라스틱 재료 및 복합재료가 개발되어 전기·전자 제품의 하우징 재료로 기존의 금속재료를 대체하고 있기 때문에 대부분의 전자파를 투과시키는 플라스틱재료의 전자파 차폐 성능 부여에 많은 연구가 진행되고 있다³⁾.

플라스틱에 전기전도성을 부여하여 전자파 차폐 성능을 나타내게 하는 방법으로 전기전도성 고분자의 합성⁴⁾, 전도성물질의 코팅⁵⁾, 무전해도금⁶⁾ 등이 있으나 알루미늄, 은, 구리 등의 금속 powder, 흑연분말, carbon black, 페라이트 분말 등 전기전도성 충전제를 첨가하거나 다층형 구조성형된 복합재료 또한 널리 사용된다⁷⁾.

고분자 matrix에 분말상 전도성 충전제를 혼합한 전자파차폐용 복합재료는 비중증가, 고분자의 기계적 물성저하 등의 단점을 가지고 있어 기계적 충격이나 진동이 심한 전자기기의 경우 그 사용이 제한적이므로 기계적 내구성을 요하는 전자파 차폐재료가 요구되고 있다⁸⁾.

이에 본 논문에서는 페플라스틱으로서 다량 발생하는 상용화제를 사용하여 기계적 특성을 향상시킨 페PE와 페PP 블랜드에 복합성형체의 전자파 차폐효율을 증가시키기 위해 전자파 차폐효과를 나타내는 함철 성분을 가진 제강슬래그와 전자파 차폐효과가 없는 페Glass fiber를 무전해 도금한 후 충전하여 보강된 전자파차폐 복합성형체를 제조하였다. 페Glass fiber의 무전해 도금을 위하여 Sodium Hypophosphite, Sodium Pyrophosphate, Nickel Sulphate를 사용하였으며 페Glass fiber를 무전해 도금한 후 복합성형체를 제조한 후 성형체의 Glass fiber 보강에 의한 강도 및 전자파 차폐효과의 특성을 평가하였다.

II. 실험

1) 폐Glass fiber의 무전해 도금

도금조건은 Water 용매로서 1ℓ에 차아인산나트륨(Sodium Hypophosphite) 0.2M, 착화제인 피로인산나트륨(Sodium Pyrophosphate) 0.1M, 금속염인 황산니켈(Nickel Sulphate) 0.1M로 예비시험을 통해 무전해 니켈 도금의 조건을 도출하였으며 암모니아수로 pH를 10~11로 조절하였다. 도금용액을 60℃로 항온시켜 약 20mm 길이의 폐 Glass fiber를 1hr동안 함침시킨 후 Filtering 하여 증류수로 세척하고 70℃에서 24hr동안 항온건조 시켰다.

2) SEM Morphology 측정

SEM(PSEM-75, RJ Lee Instruments Ltd.)은 glass fiber의 Ni 무전해 도금상태 및 고분자와 계면간의 결합정도를 관찰하기 위한 시험으로 시편을 액체 질소 내에서 냉각 후 파단시켜 그 파단면을 gold sputtering한 후 1,000~2,300배의 배율에서 관찰하였다.

3) 성형체 및 전자파 차폐 시험편 제조

예비시험을 통하여 Table 1과 같이 강도특성이 가장 우수한 폐PE/폐PP 블랜드에 복합상용화제를 첨가한 수지 총합량 60wt(%)의 matrix 수지와 폐GF 10wt(%) (R-GF, Nickel plated R-GF)를 혼합하고 전기로 Slag powder 30wt(%)를 첨가하여 200×200mm, 3mm thickness의 복합성형체를 제조하였다. 제작된 복합성형체를 ASTM D4935-99 규격으로 전자파 차폐 시험편을 가공하고 100~1,000MHz 범위에서 전자파 차폐 시험을 수행하였다.

4) 기계적 물성 시험

인장강도 측정은 Compression molding 후 제조된 복합 성형체를 ASTM D638 규격에 맞춰 제작된 유압 Press Mold에 의해 규격시편 제작후 Materials Testing

Table 1. Composition of specimens for using EMI shielding test

Sample No.	R-PE	R-PP	PE-g-MAH	PP-g-MAH	R-GF	Ni-R-GF	EAF Slag
1	20wt(%)	60wt(%)	10wt(%)	10wt(%)	-	-	-
2	12wt(%)	36wt(%)	6wt(%)	6wt(%)	10wt(%)	-	30wt(%)
3	12wt(%)	36wt(%)	6wt(%)	6wt(%)	-	10wt(%)	30wt(%)

Machine(Houndfield사, H5K-S)으로 측정하였다. 충격강도 측정은 ASTM D256 규격에 의해 시험편을 제작한 후 Izod Impact Strength Tester(Sungjin Corporation, SJI-00)에 지지한 후 타격에 의한 시험편의 충격강도를 측정하였다.

III. 결과

1) Nickel Plated R-GF의 SEM Morphology 특성

냉각과단된 단면의 폐 glass fiber의 Ni 무전해 도금 전후 상태를 비교한 결과 Fig. 1과 같이 균일한 상태로 Ni이 무전해 도금된 것이 측정되었으며 과단면의 경우 Ni과 폐 플라스틱의 계면간에 미소 공간이 존재함이 측정되었다.

2) EMI shielding effective 시험결과

전자파 차폐 시험 결과 폐glass fiber를 혼합한 성형체는 합철성분인 슬래그의 영향에 의하여 평균 37.2dB, 무전해 도금된 폐glass fiber의 충전된 성형체는 슬래그와 무전해 Ni 도금된 glass fiber의 복합적 영향에 의하여 41.1dB의 전자파차폐효과를 나타냄으로서 전자파 차폐효율이 약 10% 향상되었으며 특히 500MHz 이상에서의 차폐효율이 우수한 것으로 나타났다. Fig. 2는 무전해 도금 여부에 따른 전자파 차폐 복합성형체의 주파수 대역별 전자파 차폐특성 시험결과를 나타낸 것이다. 전기로슬래그 및 glass fiber가 충전되지 않은 시편은 전자파 차폐효과가 거의 없는 것으로 나타났다.

3) 기계적 물성 시험

성형체의 충격강도는 충전제가 포함되지 않는 시편이 가장 크게 나타났으며 충전제가 포함될 경우 Table 2와 같이 50% 수준으로 충격강도가 감소되었다. 인장강도의 경우 충전제를 포함하지 않은 성형체의 경우 무전해 Ni 도금된 폐GF성형체와 비슷한 값을 나타내었으나 폐GF 성형체에 비하여 낮은 값을 나타내었다. 이는 슬래그 30wt(%) 혼합시에도 무전해 Ni 도금된 폐GF의 보강효과에 의하여 충전제 첨가시에도 기계적 특성을 유지할 수 있는 효과를 나타내는 것으로 사료된다.

또한 폐GF의 무전해도금으로 같은 formulation의 복합성형체의 인장강도특성이 저하되었는데 이는 본 연구에 사용된 폐GF가 silane으로 표면처리된 것으로서 매트릭스 수지와 무기filler의 coupling agent 효과를 나타내었으나 무전해 도금에 의해 이러한 가능성이 적용되지 못한 것으로 사료된다.

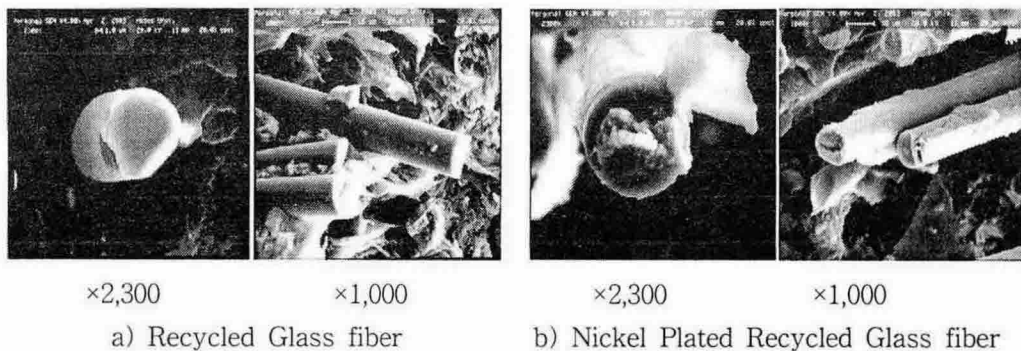


Fig. 1. SEM Morphology of EMI shielding composites as different R-GF

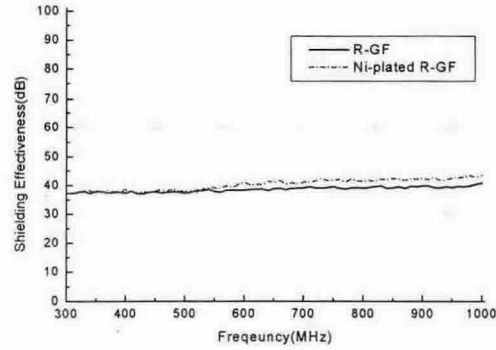


Fig. 2. EMI Shielding Effectiveness of composites as filled in different R-GF

Table 2. Mechanical properties and EMI shielding effect of produced composites

Sample	T.S.(kg/cm ²)	I.S.(kgcm/cm ²)	SE(dB)
1. Only recycled plastic	154.5	6.85	1.2
2. GF reinforced composite	169.5	3.45	37.2
3. Nickel plated GF reinforced composite	151.2	3.42	41.1

IV. 결론

복합상용화제를 사용한 폐PE/PP blend내에 EAF Slag, R-GF, Ni plated R-GF를 혼합하여 제조된 유무기 복합성형체의 전자파 차폐 및 기계적 강도특성을 측정하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- 1) 무전해 도금후 SEM 측정결과 균일하게 Ni plated 된 것으로 나타났다.
- 2) 전자파 차폐 시험 결과 함철성분인 슬래그의 영향에 의하여 평균 37.2dB, 무전해 Ni 도금된 glass fiber와 슬래그의 복합시편은 41.1dB의 전자파차폐효과를 나타냄으로서 전자파 차폐효율이 약 10% 향상되었다.
- 3) 충격강도는 충전제가 포함되지 않는 시편이 가장 크게 나타났으며 충전제가 포함될 경우 50% 수준으로 충격강도가 감소되었고 GF 충전에 의한 효과는 없는 것으로 나타났다.
- 4) Silane으로 표면처리된 폐GF의 영향으로 수지와 무기filler간의 coupling agent 효과를 나타내어 높은 인장강도를 나타내었으나 무전해 도금에 의해 이러한 기능성이 적용되지 아니하여 낮은 인장강도를 나타내었다.

참고문헌

- 1) 하남규, 이보현, 김태영, 김종은, 서광석, "전도성 고분자를 이용한 전자파 차폐 효과의 연구", 전기전자재료학회논문지, 14권, 3호, pp. 207-214, 2001.
- 2) S. Wen and D. D. L. Chung, "Electromagnetic Interference Shielding Reaching 70dB in Steel Fiber Cement", Cement and Concrete Research, Vol. 34, pp. 329-332, 2004.
- 3) A. Hochberg and J. Versieck, "Shielding for EMI and Antistatic Plastic Resins with Stainless Steel Fibers", Plastics, Vol. 3, pp. 24-28, 2001.
- 4) H. K. Kim, M. S. Kim, K. Song, Y. H. Park, S. H. Kim, J. Joo and J. Y. Lee, "EMI Shielding Intrinsically Conducting Polymer/PET Textile Composites", Synthetic Metals, Vol. 135-136, pp. 105-106, 2003.
- 5) J. Cao and D. D. L. Chung, "Colloidal Graphite as An Admixture in Cement and as A Coating on Cement for Electromagnetic Interference Shielding", Cement and Concrete Research, Vol. 33, pp. 1737-1740, 2003.
- 6) E. G. Han, E. A. Kim and K. W. Oh, "Electromagnetic Interference Shielding Effectiveness of Electroless Cu-plated PET Fabrics", Synthetic Metal, Vol. 123, pp. 469-476, 2001.
- 7) D. D. L. Chung, "Electromagnetic Interference Shielding Effectiveness of Carbon Materials", Carbon, Vol. 39, pp. 279-285, 2001.
- 8) H. B. Shim, M. K. Seo and S. J. Park, "Electromagnetic Interference Shielding of Carbon Fibers-Reinforced Composite", Polymer(Korea), Vol. 24, No. 6, pp. 860-868, 2000.