

B1

페라이트 분체를 함유한 유리섬유 복합재료의 전파흡수특성

충북대학교 김 성수 *
정 근민
단국대학교 강 호종
국방과학연구소 윤 병일
조 성백

Microwave Absorbing Properties of Glass Fiber Composite Containing Ferrite Powder

Chungbuk National University S. S. Kim
K. M. Jeong
Dankuk University H. J. Kang
Agency for Defense Development B. I. Yoon
S. B. Cho

1. 서론

기존의 전파흡수재료는 페라이트 분체 또는 탄소분말을 고무 또는 도료 기지에 분산시켜 만든 복합재료를 주로 이용하였다. 이러한 재료를 통칭하여 RAM (Radar Absorbing Materials)이라 하며 GHz 이상의 고주파 대역에서 전파흡수특성이 우수하고 유연성이 있어 전파누설 방지용 gasket, 레이다 허상방지 전파흡수 판재 등에 널리 사용되고 있다. 그러나 이들 RAM 재료는 기계적 특성이 취약하고 페라이트 함량비가 커짐에 따른 무게 증가 때문에 경량화, 고강도를 요하는 부위에는 그 사용이 제한된다. 이러한 문제점을 해결하는 방안으로 기계적 특성이 우수한 섬유강화 복합재료에 페라이트 분체를 함침시켜 기계적 특성과 전파흡수기능을 동시에 얻는 방법을 검토해 볼 수 있다. 본 연구에서는 유리섬유-에폭시 복합재료에 Ni-Zn 페라이트 분체를 함침시켜 페라이트 함량비, 배면반사체의 종류 (금속, 탄소섬유 복합재료)에 따른 전파흡수특성을 조사하였다.

2. 실험방법

사용된 유리섬유는 E-glass 이었으며 8-harness fabric으로 직조된 prepreg를 사용하였다. 에폭시 수지 (국도화학 YD-128)에 페라이트 분체를 혼입한 다음 일축가압 성형 방법에 의해 유리섬유-에폭시-페라이트 복합재료를 제조하였다. 사용된 페라이트는 $Ni_{0.36}Zn_{0.64}Fe_2O_4$ 조성이었으며, 페라이트 함량비는 0 - 40 wt% 범위에서 조절하였다. HP8720B network analyzer를 사용하여 투과/반사법에 의해 복소투자율 ($\mu_r = \mu_r' - j\mu_r''$) 및 복소유전율 ($\epsilon_r = \epsilon_r' - j\epsilon_r''$)을 측정하였다. 측정 주파수 대역은 4-12 GHz 이었다.

3. 실험결과 및 고찰

유리섬유-에폭시 복합재료의 경우 재료정수는 $\mu_r' = 1.1$, $\mu_r'' \approx 0$, $\epsilon_r' = 3.7$, $\epsilon_r'' \approx 0$ 의 값을 가졌으며, 주파수에 따라 일정한 분산특성을 보였다. 여기에 페라이트 함량이 커질수록 μ_r' 및 ϵ_r'' 의 변화는 거의 없는 반면 μ_r'' 및 ϵ_r' 의 증가가 관찰되었다. 특히 μ_r'' 의 증가가 두드러져 페라이트 함량이 40 wt% 인 경우 4 GHz 에서 μ_r'' 은 0.3의 값을 나타냈다. 페라이트 함량에 비례해서 자기손실특성이 증가함을 의미한다.

이상의 복합재료를 금속, 또는 탄소섬유 복합재료 판재에 부착시켰을 때 반사감쇠량을 계산하였다. 흡수층의 재료정수를 가지고 두께를 3-6 mm로 변화시키면서 입력 임피던스를 계산하는 방식에 의해 반사감쇠량을 구하였다. 금속 판재를 배면으로 한 경우, 페라이트 함량을 40 wt% 까지 올려도 전파흡수능은 그리 좋지 못하였다 (반사감쇠량 -10 dB 이상). 임피던스 정합 근 제적도를 이용하여 정합유무를 판독한 결과 임피던스 정합이 일어나기에는 μ_r'' 이 크게 부족함을 알 수 있었다.

그러나 탄소섬유 복합재료를 반사체로 이용한 경우 전파흡수능은 크게 향상되었으며, 페라이트 함량이 증가할수록 더 좋은 전파흡수특성을 얻을 수 있었다. 입력 임피던스를 스미스 도표에 도식화한 결과 페라이트 함량이 증가함에 따라 입력 임피던스가 감소하고, 페라이트 함량이 40 wt% 에서 임피던스 정합 조건에 근접함을 확인할 수 있었다.

4. 결론

유리섬유-페라이트-에폭시 복합재료의 전파흡수특성을 페라이트 함량, 반사체의 종류를 변화시키며 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 금속 반사체의 경우 전파흡수능은 우수하지 못하였다. 이를 해결하기 위해서는 페라이트 함량을 40 wt% 이상으로 혼입시켜 μ_r'' 을 더 증가시킬 필요가 있었다.
- (2) 반사체를 탄소섬유 복합재료로 대체한 경우 전파흡수능은 월등히 향상되었다. 페라이트 함량비 증가에 따라 흡수능은 더욱 향상되었다.