

나노클레이와 탈크로 강화된 폴리프로필렌 복합재의 방음 효과 비교 Comparison of Soundproofing Effect of Nano clay and Talc-reinforced Polypropylene Composites

*김명섭¹, 안준¹, 강경민¹, 강연준¹, #안성훈¹

*M. S. Kim¹, Yan Jun¹, K.M. Kang¹, Y. J. Kang¹, #S. H. Ahn(ahnsh@snu.ac.kr)¹

¹서울대학교 기계항공공학부, 정밀기계설계공동연구소

Key words : Polypropylene, Soundproofing, Nano-clay, Talc, Transmission loss

1. 서론

나노 복합재(Nanocomposites)는 2종류 이상의 구조 또는 물질로 구성되고 나노 규모(10^{-9} m)에 해당하는 경우를 의미한다. 이런 나노 복합재의 기계적 물성을 높이기 위해 충전제(Filler)를 혼합한다. 그래서 이런 성능을 극대화 하기 위해서 최근에는 나노클레이(Nano-clay)를 고분자(Polymer)에 혼합하는 연구가 활발하다. 그 이유는 충전제와 고분자간 접촉 면적이 큰 판상구조로 충전 효과가 높아지는 효과를 발휘하여 기존의 재료들에 비해 적은 양의 충전제를 사용하여 높은 기계적 물성을 나타낸다[1].

또한, 현대 사회의 급속한 발전으로 인하여, 주거공간이나 주거시간에서의 생활형태의 변화에 따라서 가정에서 자주 사용되는 기기들을 중심으로 소음문제가 대두되어 왔으며, 최근에는 유럽을 중심으로 하는 선진국에서는 이에 관한 입법이 검토 중이거나 입안 중에 있다. 그래서 기존의 기계적, 열적 물성 등의 향상을 위한 연구 위주에서 벗어나 어떻게 효과적으로 사용기기의 소음을 저감할 수 있는가에 대한 소음 저감 연구가 어느 때보다도 활발히 진행되고 있다. 이 중에서도 제품의 생산 이전 단계에서 흡음 및 차음재를 이용하여 소음을 줄이는 기술에 대한 중요성이 점점 높아지는 추세이다[2].

그래서 최근에는 폴리프로필렌(Polypropylene)에 서로 다른 비율의 나노클레이(Nano-clay)를 혼합하여 만든 복합재의 연구가 활발하게 진행되며 이에 따른 특허도 등록된 상태이다[2-3].

또한, 자동차 부품 등에 사용되는 기존의 탈크(Talc) 복합재료를 대신할 폴리프로필렌-나노클레이

복합재의 기계적 물성 등의 연구가 활발하다[4-5].

이에 본 연구에서는 기존에 자동차 등에서 많이 사용하고 있는 탈크와 새로이 부각되고 있는 재료인 나노 클레이를 폴리프로필렌에 혼합하여 제작한 복합재료들의 방음 성능을 비교하였다.

2. 차음이론

공기 중을 전파하는 음파를 다른 음파, 벽 등으로 차단하여 반대 측으로 음파에너지가 투과되지 않게 하는 것을 차음(Sound insulation)이라 한다. 따라서 방음성능을 높이기 위해서는 투과음에너지를 되도록 작게 하는 것이 필요하며, 이를 위해서는 손실에너지와 반사음에너지를 크게 해야 한다. 하지만 벽의 두께가 제한적이면 흡음에 대한 손실 에너지는 한계를 가진다. 그래서 입사음에너지 대부분을 입사측으로 반사해버리는 것이 방음성능을 높이는 가장 효율적인 방법이다. 이렇게 입사음에너지를 반사하는 것을 차음이라 하며, 이 성능을 표시하는 물리량은 음향투과손실 (Sound transmission loss, STL[dB])이라 한다[2].

3. 복합재 제작

본 연구에서는 나노클레이(Cloisite 15A, produced by Southern Clay Products)와 탈크(KR-2000, 경기화학)를 각각 폴리프로필렌(PP: HJ400, produced by Samsung company) 수지를 이용하여 복합재를 제작하였다.

우선, 나노클레이와 탈크를 각각 폴리프로필렌과

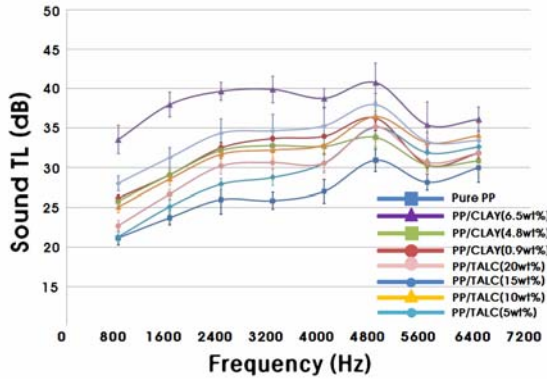


Fig. 1 STL of PP/CLAY AND PP/TALC shown as a function of weight percent

혼합하여 제조하기 위하여 자일렌(Xylene) 용매를 사용한 용해혼합(Solution blending) 방식을 이용하여 재료를 준비하였다. 그런 후에 Hot-press method를 이용하여 온도 230℃, 압력 30MPa, 성형시간 10분의 조건에서 성형하였다. 그래서 제작된 시편은 다시 레이저커팅기를 이용하여 음향투과손실 측정을 위한 시편 크기인 29mm 원형 시편으로 가공되었다.

4. 음향투과손실 측정

본 연구에 사용된 음향 측정 장비는 신호 발생 장치인 Power Amplifier AX7030G, 신호 측정 장치인 1/4" Microphone B&K 4206, 신호 증폭 장치인 Nexus B&K 2690, 그리고 신호 측정 및 분석 장치인 Analyzer HP 35670A 이다.

Fig. 1은 폴리프로필렌에 나노클레이가 0.9, 4.8, 및 6.5 wt%를 혼합하였고 탈크는 5, 10, 15, 및 20 wt%를 각각 혼합한 복합재의 음향투과손실 결과를 보여주고 있다. 전반적으로 Pure PP 보다는 성능 향상을 보였으며 세부적으로 PP에 나노클레이를 혼합한 복합재료의 경우는 6.5 wt%에서 음향투과손실 값이 가장 높았다. 그리고 PP에 탈크를 혼합한 복합재의 경우는 15 wt%에서 최고의 음향투과손실 값을 보였다.

그렇지만 PP/Nano-clay와 PP/Talc 복합재를 비교하였을 경우는 PP/Nano-clay가 Talc 혼합

대비 전반적으로 약간 더 높았다.

5. 결론

본 연구에서는 PP수지에 나노클레이와 탈크를 각각 혼합한 복합재의 음향 특성을 실험을 통해 확인하였다. 실험 결과 차음 특성을 나타내는 음향 투과손실이 탈크를 혼합한 복합재료보다 나노 클레이를 혼합한 복합재료가 약간 더 높았으며 최고 값 역시 나노클레이를 6.5 wt%를 혼합한 복합재료가 4,800Hz에서 Pure PP보다 9dB 높으며 탈크를 혼합한 복합재료의 최고값인 38dB보다는 3dB 높은 41dB를 보였다.

후기

This research was supported by the Engineering Research Institute, Second stage of Brain Korea 21 of Seoul National University, the Converging Research Center Program (No. 2010-0029227, No. 2010K001149), Basic Science Research Program (No.2009-0087640) through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education, Science and Technology.

참고문헌

1. 최용석, 정인재, "고분자-점토 나노복합체 이해와 향후 연구 방향," Korean Chem. Eng. Res, Vol. 46, No. 1, 23-36, February, 2008.
2. 이재철, 안준, 김민생, 이찬원, 강동원, 강연준, 안성훈, "나노클레이로 강화된 폴리프로필렌 복합재의 방음 효과," 한국복합재료학회 추계 학술대회, 2009.
3. 안성훈, 안준, 이재철, "방음재 및 그 제조방법," 대한민국특허청, 등록번호 10-0958551, 2010.
4. 홍채환, 이용범, 배진우, 조재영, 남병욱, 황태원, "폴리프로필렌-클레이 나노복합재료 제조 및 기계적 물성," 한국자동차공학회 추계 학술대회논문집, 1493-1497, 2004.
5. 이춘수, 이민희, 김상우, 박봉현, "사이드실물딩 용 폴리프로필렌/클레이 나노복합재 개발," KSAE 부문종합 학술대회, 1339-1344, 2009.