

질화붕소 나노복합체를 이용한 진동감쇠 재료 개발

Development of Damping Materials based on Boron Nitride Nano-Composite

정정환* · 오정환* · 오일권*†

JungHwan Jung, JungHwan Oh and Il-Kwon Oh

1. 서 론

저소음, 저진동의 친환경적인 환경을 만들기 위한 노력은 오래전부터 꾸준히 진행되어 왔으며, 계속되는 각종 규제에 기준증가로 인해 더욱 우수한 성능을 가지는 감쇠제의 개발을 필요로 하고 있다.

이를 위해 잠수함, 자동차, 풍력 터빈 등 진동의 근원지로부터 소음 및 진동을 효과적으로 억제하기 위한 흡·제진재의 개발이 진행 중에 있으며 큰 구조물뿐만 아니라 일상생활에서 사용하는 아주 간단한 기기에 이르기까지 다양한 곳에 적용이 가능한 친환경/고성능 흡·제진물질의 개발이 필요하다.

선박이나 해양구조물들이 대형화 되고, 이를 구성하는 기기가 다양화 되면서 현재 적용하고 있는 흡음·제진 코팅제는 적용이 간편하다는 이점이 있으나 대형구조체에 적용하게 되면 전체적인 무게가 크게 증가하게 되어 이동 및 설치가 어려워지고 운용 시 에너지 효율이 떨어지는 문제점이 있다. 또한, 발생하는 다양한 주파수 영역에서 이를 모두 만족시키는 감쇠물질의 개발은 미미한 실정이다.

본 연구에서는 나노소재인 평면구조를 가지는 질화붕소를 이용하여 복합체를 제작하고 이를 적용하여 넓은 영역대의 주파수 진동 및 소음을 저감시켜 줄 수 있는 매우 가벼운 감쇠재를 개발해 보고자 한다.

질화붕소는 백색 흑연이라고 불리는 소재로 붕소와 질소의 화합물로 자연계에서는 발견되지 않았고 화학적 합성법을 이용해서 제작되며, 평면구조인 그래핀의 발견과 함께 비슷한 구조를 가지는 재료로

새롭게 각광받고 있는 나노소재이다. 특히 열전도성이 좋아 감쇠제로 적용했을 경우 감쇠재 내부에서 발생한 열을 외부로 빠르게 전달하여 감쇠효율을 높여줄 것으로 기대해 볼 수 있다.

2. 본 론

2.1 질화붕소 복합체 제작

질화붕소와 폴리우레탄을 이용하여 복합체를 제작하였다. 폴리우레탄은 tetrahydrofuran(THF)을 이용하여 녹여주고 여기에 질화붕소나노입자를 3.0wt% 분산시켜 질화붕소나노입자가 잘 분산된 폴리우레탄용액을 제작하였다. 분산용액을 이용하면 진동체 표면에 페인팅기법 또는 스프레이기법으로 적용이 가능하므로 감쇠패치를 제작하여 부착하는 것보다 용이하게 적용할 수 있으며 넓은 면적에 쉽게 적용이 가능한 장점이 있다.

2.2 감쇠특성 평가

(1) 실험구성

본 연구에서는 알루미늄 빔 표면에 감쇠재를 코팅하여 실험을 진행하였다. 폴리우레탄용액을 빔 표면에 뿌려준 후 건조시키는 방법을 이용하여 코팅해 주었으며 상용화된 제진 패치보다 가볍고 얇게 적용해보고자 하였다. 시편의 크기는 200mm(l)×20mm(w)×2mm(t)이고 빔의 한쪽 면 전체에 감쇠재를 코팅하여 시편을 제작하였다.

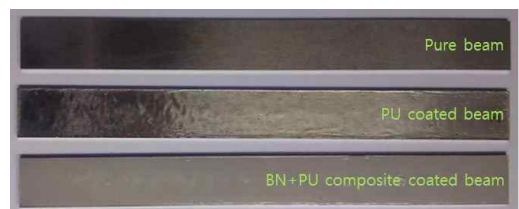


Figure 1 Damping material coated Al beam

† 교신저자; 정회원, 한국과학기술원 기계항공시스템공학부 해양시스템공학전공

E-mail : ikoh@kaist.ac.kr

Tel : 042-350-1520, Fax : 042-350-1510

* 한국과학기술원 해양시스템공학전공

(2) FRF 특성 평가

제진재가 코팅된 알루미늄 빔은 클램프를 이용하여 고정해 주었으며 고정부분에서 20mm 떨어진 곳에 임팩트해머로 가진 해주고 가속도센서를 이용하여 정보를 수집하였다. 시편의 크기는 클램핑 영역을 제외한 150mm(l)×20mm(w)×2mm(t)로 설정하였다.

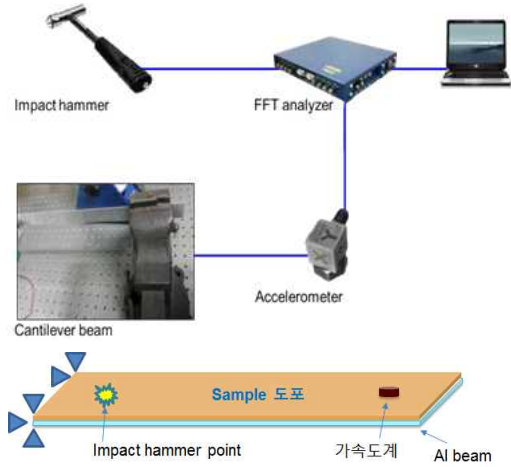


Figure 2 Experimental setup

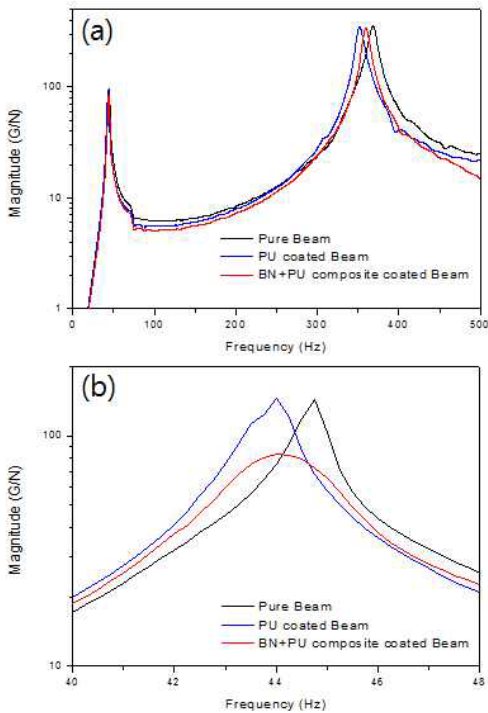


Figure 3 FRF result(a) and its 1st mode response(b)

Table 1 Damping ratio percent and natural frequencies of Samples

	Pure beam	PU coated	PU+BN coated
Fn_1st [Hz]	44.75	44.0	44.0
Q factor	89.5	55.0	17.6

FRF 특성은 500Hz 까지 측정해 보았으며 1, 2차 모드 특성을 확인해 볼 수 있었다. 순수 알루미늄 빔과 비교해 보았을 때 폴리우레탄만을 코팅했을 경우 감쇠특성변화가 미비하였으나 폴리우레탄에 질화붕소복합체가 분산된 복합체를 코팅하였을 경우 감쇠특성이 크게 증가하였음을 확인하였다. 전체 진동 모드에서 가장 영향이 큰 1차모드의 경우 순수 폴리우레탄만을 적용했을 때보다 Magnitude가 낮아졌으며 Q-factor 또한 감소하였음을 확인하였다. 이는 폴리우레탄 내부에 분산되어 있는 판상구조를 가지는 질화붕소에 의해 에너지 변환이 많이 발생하여 감쇠능력이 증가하였다고 할 수 있으며, 외부가진에 따른 형상변화에 따라 내부에서 마찰열이 발생하고 뛰어난 열 전도성을 가지고 있는 질화붕소에 의해 내부에서 발생된 마찰열이 빠르게 밖으로 빠져나가면서 전체적으로 감쇠특성을 증가시켰다고 할 수 있다.

3. 결 론

이 연구에서는 가볍고 흡-제진 특성이 뛰어난 재료를 개발하기 위해 점탄성특성을 가지는 폴리우레탄에 질화붕소 나노입자를 적용하여 복합체를 제작하였으며 복합체를 알루미늄 빔에 코팅하여 진동특성을 측정해 보았다. FRF특성평가결과 순수폴리우레탄만을 코팅했을 경우보다 감쇠특성이 현저하게 향상되었음을 확인하였으며 이를 통해 감쇠율이 뛰어난 감쇠재로서 적용이 가능함을 확인하였다.

후 기

본 연구는 (방위사업청과) 국방과학연구소(계약번호 UD130049GD)의 연구비 지원에 의한 기초연구 프로그램의 연구 결과임.