

# 실험적 모드해석의 중앙지지 가진법을 이용한 구조물용 점탄성 재료의 동특성 비교 연구

## Comparison of Dynamic Properties of Viscoelastic Materials for Structure by using Center Impedance Method of the Experimental Modal Testing

윤효석\* · 박재식\*\* · 박상규†

Yun Hyo Seok, Park Jae Sik and Park Sang Kyu

### 1. 서 론

시스템이 강제 진동을 받을 때 진동의 응답이나 진폭은 공진 부근에서 큰 값을 갖는다. 가진력의 주파수를 알면 시스템의 고유진동수를 변경함으로써 공진을 피할 수 있으나 기계, 시스템은 내연기관, 변속 전기 모터 등과 같이 넓은 범위의 속도에 걸쳐서 운전해야 하기 때문에, 모든 운전 조건에서 공진을 피하는 것은 어렵다. 이와 같은 경우 내부감쇠가 큰 재료를 사용함으로써 시스템 응답을 제어한다.

점탄성 재료는 큰 손실계수를 갖는 재료로 내부 마찰에 의한 에너지 발산이 매우 크고 경제성, 성형성 등 많은 장점을 가지고 있어 건축구조물 및 기계, 항공 우주산업에서의 기체 부분, 자동차 분야에서의 오일 팬 및 각종 커버, 가전제품에서의 세탁기, 음향기기, 사무용 기기 등 여러분야에서의 방진, 방충 및 공진 제어 수단으로 널리 응용되고 있다.

그러나 점탄성 재료는 물성 및 강성이 복소수형태로 나타나는 대표적인 비선형재료이며 점탄성 복합보의 구조조건, 주파수, 온도 그리고 작용하중 등 특성변화에 따른 성능 차이를 갖기 때문에 예측이 어렵다. 최근 점탄성 재료의 복합재의 동특성을 파악하고 각종 분야에 적용하는 연구가 진행되고 있으나 변수가 많고 점탄성 재료의 재질에 따른 종류가 다양하기 때문에 동특성의 데이터베이스는 다소 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 최근 여러 분야에 주로 적용되는 대표적인 점탄성 물질을 선정하여 재질에 따른 동특성을 데이터베이스화하고자 한다.

### 2. 본 론

#### 2.1 연구방법

비구속층 감쇠조건과 구속층 감쇠조건 of 복합보를 제작하고 KS D 0076에서 제시하고 있는 중앙지지 가진법(Center Impedance method) 를 이용, 20℃ 상온에서의 점탄성 복합보의 사인스윕(Sine-sweep) 가진력에 의한 가속도 주파수 응답함수를 측정하여 주파수에 따른 점탄성 복합보의 비선형적 동특성 및 진동 저감 성능을 분석한다.

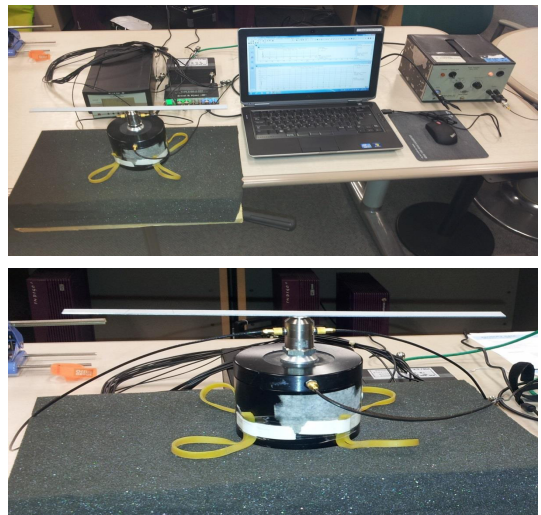
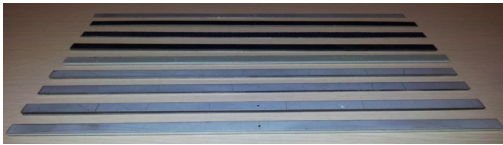


Fig. 1 The center impedance method test

† 교신저자; 종신회원, 연세대학교 환경공학부  
E-mail : tankpark@yonsei.ac.kr  
Tel : 033-760-2442, Fax : 033-760-2194

\* 정회원, 삼성엔지니어링

\*\* 정회원, 연세대학교 환경공학부 대학원



(a) Base beam and viscoelastic composite beam



(b) Specimens of Oberst & sandwich beams

Fig. 2 Specimens of viscoelastic composite beam

## 2.2 시험편 제작

본 연구에서 사용된 시험편은 비틀림에 의한 진동을 배제하고 굽힘변형에 의한 진동을 측정하기 위해 가로 250mm, 세로 10mm, 두께 1~2mm로 ASTM E756-05 와 KS D 0076에서 제시한 규격을 적용하였다. 기초보는 갈바륨 강판을 사용하였으며, 점탄성 재료는 I사의 S product, E product, N사의 P product, D사의 Q product를 선정하여 연구를 진행하였다. 기초보에 점탄성 재료를 한쪽 면에만 부착한 시험편을 4개 제작하였으며, 기초보와 기초보 사이에 점탄성 재료가 있는 시험편을 4개 제작하였다.

## 2.3 유한요소 모델링

보의 물성치는 RKU방정식을 이용하여 굽힘변형에 의한 1차, 3차, 5차 모드의 보의 형태에 따른 등가영률과 등가 손실계수를 산정하였으며, 경계조건은 free-free로 설정하였다. Mesh 크기의 최대치는 5차모드 파장의 1/10 배인 0.005m로 제한하여 136개의 element와 1305개의 노드를 생성하였으며, ANSYS Workbench 14를 사용하여 모델링하였다.

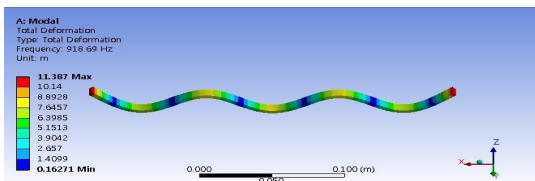


Fig. 3 Mode shape of Oberst beam(OQ) at 5th resonance frequency(918.69 Hz)

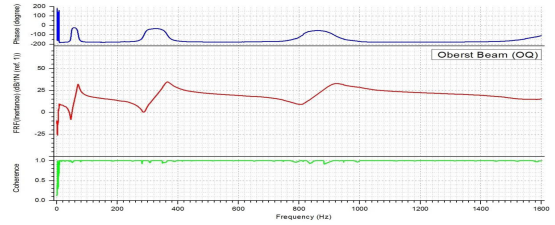


Fig. 4 Experimental data of Oberst beam(OQ) about FRF(Inertance), phase and coherence

## 2.4 결과

Table 1 Comparison of resonance frequency

	Mode Number	Experimental Value (Hz)	Modeling Value (Hz)
Base Beam (BB)	1	74.5	74.5
	3	398	398.1
	5	1012	1012.9
Oberst Beam (OS)	1	68	68.0
	3	367	367.8
	5	929.5	928.2
Oberst Beam (OE)	1	70	70.0
	3	380.5	380.3
	5	956.5	955.2
Oberst Beam (OP)	1	64	64.0
	3	346	345.3
	5	865	860.5
Oberst Beam (OQ)	1	70	70.0
	3	365.5	364.7
	5	923.5	918.7
Sandwich Beam (SS)	1	91.5	91.4
	3	378.5	376.9
	5	1005	999.5
Sandwich Beam (SE)	1	78.5	78.5
	3	434	432.8
	5	1072	1066.1
Sandwich Beam (SP)	1	129.5	128.6
	3	513	508.1
	5	1132	1117.8
Sandwich Beam (SQ)	1	91.5	91.0
	3	432	428.5
	5	1031	1016.2

## 3. 결론

증앙지지 가진법을 이용하여 측정된 점탄성 복합보의 굽힘변형에 따른 1차, 3차, 5차 고유진동수는 시뮬레이션 결과와 비교한 결과 Oberst beam의 경우 0 ~ 4.8Hz의 차이가 났으며 Sandwich beam의 경우 0 ~ 14.8Hz의 차이를 보였다.