

방진고무 적용 스페리컬 탄성받침의 거동특성

Experimental Study on the Characteristics of Spherical Elastomeric Bearing with Vibration Suppression Rubber

박진영† · 이완하* · 김기만* · 이재욱* · 박건록*

Jin-young Park, Wan-ha Lee, Ki-man Kim, Jae-uk Lee and Kun-nok Park

1. 서 론

방진고무를 이용한 받침은 주로 지진피해를 경감하기 위하여 도로교 및 철도교량에 주로 적용되고 있다. 본 연구에서 적용한 스페리컬 탄성받침은 기존에 사용되고 있는 적층고무받침의 성능을 개선하고 강제 스페리컬 받침의 거동을 수용하여 다양한 분야에 적용할 수 있도록 개발된 제품이다. 본 연구에서는 교량 상부의 소음과 진동의 구조체 전달을 감소하기 위하여 개발된 받침의 정적 수직강성 특성을 파악하기 위하여 시험을 수행하고 결과를 분석하였다.

2. 본 론

2.1 스페리컬 탄성받침의 개요

탄성체 스페리컬 받침은 반구형 적층용 강제판과 강성이 서로 다른 천연고무를 적층시켜 만든 것이다. 적층형 탄성체 베어링은 강성효과를 증대시켜 외부 하중의 영향으로 변형이 발생할 경우, 변형전 상태로 돌아가려는 특성을 나타낸다. 그리고 탄성체 베어링은 이격(Clearance)이 없기 때문에 마모에 따른 이격의 증가가 없으며 이격에 의한 흔들림이 발생하지 않아 차량의 통행에 따른 소음과 진동을 감소시킬 수 있을 것으로 판단된다.

적층형 스페리컬의 형상은 그림 1과 같으며 받침판의 주요 기능은 상부 수직하중을 지지하고, 스페리컬의 지지 및 고정기능을 한다. 적층 스페리컬은 신축이동을 수용하고 회전을 다축으로 수용하며 상부 수직하중 지지하는 기능을 한다. 그리고 탄성체 스페리컬받침은 기존의 제품과 달리 반구형 탄성체가 일체형이기 때문에 이격이 없어 별도의 먼지막이용 고무링이 불필요하다.

탄성체 스페리컬 받침의 탄성체 베어링의 특성은 반구형 적층판(metal shim plate)과 고무의 적층구조로서 축 방향

으로 고압축력을 지지하면서 다른 방향으로 유연하게 운동하는 특성을 가진다. 탄성체 베어링의 거동은 3축 방향으로 회전거동을 허용한다.

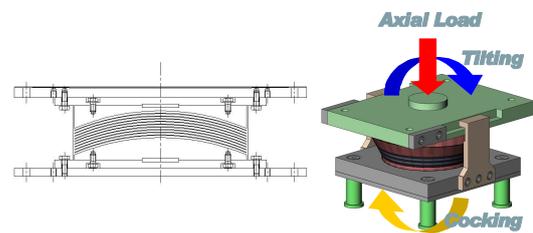


그림 1 실린더형 스페리컬 탄성 받침

2.2 시험체의 제작 및 시험방법

(1) 시험체 제작

적층 고무의 형상계수와 곡률반경이 일정한 경우에 대하여 시험체 설계와 시험을 수행하였으며 압축강성에 대하여 분석을 실시하였다. 경사판을 적용하여 스페리컬 탄성받침의 회전각에 따른 특성 변화를 관찰하였다.

표 1 시험체 사양

소재	G	1st S.F.	t _r	t _s	n _r	n _s	T _r	R	투영 지름
	MPa	mm/mm	mm	mm	ea.	ea.	mm	mm	
NR	0.9	20.5	3	2	10	9	30	300	216
	1.2	20.5							
	0.9	12.3	5	2	6	5	30	300	
	1.2	12.3							
	0.9	7.7	8	2	4	3	32	304	
	1.2	7.7							
HDR15%	0.8	12.3	5	2	6	5	30	300	
HDR23%	1.2	12.3							

실린더형 스페리컬 탄성 받침의 특성시험을 수행하기 위하여 500kN의 수직용량으로 시험체를 설계 및 제작하였다. 적층 고무는 NR 2종과 고감쇠 2종에 대하여 소재 시험을 통하여 적용되었으며 제품 설계 시에 소재특성을 반영하였다. 일반고무는 $G_{35\%}=1.2\text{MPa}$ 의 전단탄성계수를 보유하고 있는 소재와 $G_{100\%}=1.2\text{MPa}$ 인 소재가 적용되었으며 고감쇠 고무의 경우에 감쇠율 23%, $G_{25\%}=1.2\text{MPa}$ 의 고무와 감쇠율 15%, $G_{100\%}=0.8\text{MPa}$ 의 고무가 적용되었다. 표 1에 시

† 교신저자; 유니슨이앤씨(주) 기술연구소
E-mail : parkjy@unison.co.kr
Tel: (041)620-3435, Fax: (041) 552-7416

* 유니슨이앤씨(주) 기술연구소

험체의 설계 및 제작 사양을 정리하였다. 실린더형이므로 곡률반경(R)과 투영 지름 및 형상계수는 각 적층면에 대하여 동일하게 적용되었다.

(2) 특성시험 방법

시험체의 특성시험에 사용된 시험기는 표 2에 나타난 바와 같이 2000kN 압축-전단시험기를 사용하였다.

표 2 2000kN 압축-전단시험기

	최대하중	최대변위	최대속도	
수직용량	±2000kN	±100mm	100mm/sec	
수평용량	±500kN	±200mm	250mm/sec	

수직압축강성을 평가하기 위하여 BS EN1337-3과 KS F 4420의 시험법을 적용하여 특성시험을 수행하였다. 설계하중에 대한 크리프를 평가하기 위하여 3차 재하시 30분간 설계하중을 지속하여 가력하였다. 압축강성 산정은 BS 및 KS에서 제시하고 있는 기준을 적용하여 2번째 사이클에서 설계하중의 30%에서 발생하는 변형량과 100%에서의 변형량에 대하여 결과를 취득하여 수직방향의 단위변형에 대한 압축하중의 변화량을 강성으로 산정하였다. 경사하중 재하시험은 0, 0.03, 0.05rad 경사판을 적용하여 수직강성을 계측하였다.

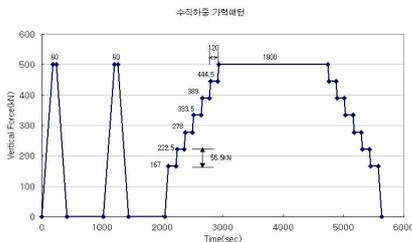


그림 2 BS EN1337-3에 따른 수직하중 가력패턴

2.3 시험결과 분석

본 연구에서는 고무의 전단탄성계수와 감쇠특성에 따라 4가지의 소재를 적용하여 시험을 실시하였으며 3가지 형상계수로 시험체를 제작하였다. 일반적인 적층 고무받침의 특성과 같이 형상계수의 증가에 따라 각 탄성체 층의 압축탄성계수가 높아지므로 시험체의 압축강성이 향상되는 것을 알 수 있다.

시험체는 3가지 타입의 형상계수로 구성되어 있으며 그림 1의 그래프에서와 나타난 바와 같이 경사판 적용 시에 압축강성의 변화는 크지 않음을 알 수 있었으나 0.03rad의 경사판이 적용된 경우에 전반적으로 증가된 압축강성을 나타내었다.

1차 형상계수가 12이상인 경우에는 0.03rad까지 미소한

압축강성의 변화가 관찰되었으나 0.05rad에서는 비교적 큰 감소량을 보였다. 상대적으로 낮은 형상계수가 적용된 시험체에서는 경사판의 각도에 따라 압축강성의 점진적인 감소가 발생하였다. 적층고무의 전단탄성계수가 0.9MPa인 경우와 달리 1.2MPa의 고무를 적용한 시험체에서 0.03rad 경사판이 적용된 경우에 강성의 증가가 관찰되었다. 0.05rad에서는 경사판이 적용되지 않은 경우와 유사한 결과를 보이고 있다. 형상계수가 높은 경우에 각도에 따른 수직강성의 변화가 큰 것으로 분석되었으며 이론적으로 가장 높은 강성을 보유하고 있는 1차 형상계수 20.5, 전단탄성계수 1.2MPa의 시험체에서 경사하중에 따른 강성의 변화가 가장 크게 나타났다.

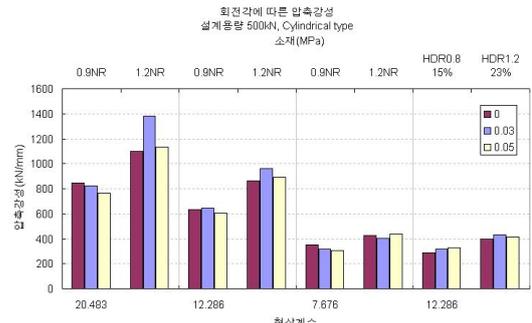


그림 3 압축강성 시험결과

그림 4에서와 같이 고감쇠 고무가 적용된 시험체의 경우에는 NR고무로 제작된 시험체와 달리 회전각의 증가에 따라 압축강성이 상승하였으며 안정적인 회전거동을 나타내었다.

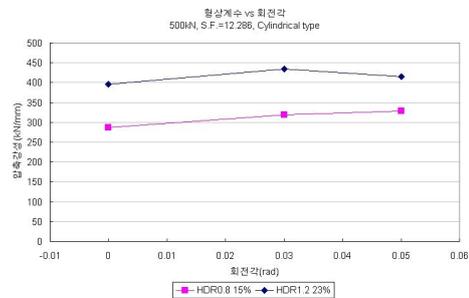


그림 4 HDR이 적용된 시험체의 압축강성 변화

3. 결 론

받침의 진동저감을 위하여 적층고무가 적용된 스페리컬 받침에 대하여 시험체를 제작하여 특성시험을 수행하였다. 시험수행 결과 1차 형상계수가 12이상인 경우에 0.03rad까지 압축강성의 변화가 거의 관찰되지 않았으나 0.05rad에서는 비교적 큰 감소량을 보였다. 고무의 전단탄성계수가 높은 경우에 경사판의 각도의 영향이 큰 것으로 나타났으며 설계 시에 충분히 반영되어야 할 것으로 판단된다. 0.05rad의 경사하중에도 역학적 거동에 이상이 없으며 외관상으로도 안정적인 변형형상을 나타내었다.