

유압오일댐퍼를 이용한 수직진동 저감장치 개발

Development of Vertical Vibration Isolator using Hydraulic Oil Damper

최형석† · 정진환* · 박동욱* · 김재봉* · 이종림**

Choi, Hyoung-Suk, Cheung Jin-Hwan, Park, Dong-Uk, Kim Jae-Bong and Lee Jong-Lim

1. 서 론

지진에 의한 진동의 제어와 관련하여 수평하중에 대해서는 RB(Rubber Bearing), LRB(Lead Rubber Bearing), HDRB(High Damping Rubber Bearing) 등의 고무 재질을 이용한 진동 저감 장치와 FPB(Friction Pendulum Bearing), SDIB(Sliding Isolation Disk Bearing) 등의 마찰을 이용한 장치들이 개발, 적용되고 있으며, 수직방향에 대해서는 각 종 스프링 장치와 점성 댐퍼를 조합한 진동 저감 장치들이 개발되고 있다.

지진에 의한 수직 지반운동은 수평 운동에 비하여 작은 것으로 알려져 있으며, 또한 지진에 저항하는 구조물 자체가 수직방향으로 중력에 저항하기 위하여 이미 큰 강성을 확보하고 있기 때문에 수직방향에 대해서는 하중을 저감하기 위한 별도의 장치를 두지 않고 구조물의 강성으로 저항하도록 내진설계하는 것이 일반적이다. 이러한 경우 구조물의 공진에 의한 영향은 크지 않다. 그러나 원자력발전소의 디젤발전기와 같이 구조물 내부에서 진동이 발생하거나 진동기기의 배전장치와 같이 외부에서 발생하는 진동을 피하기 위하여 하부에 스프링을 이용한 진동격리 장치를 설치하는 경우에는 지진시 수직방향으로 공진에 의한 영향이 발생하게 되고 수직방향에 대해서도 지진에 대한 대비가 필요하게 된다.

2. 수평방향 댐퍼적용 수직진동 저감장치

본 연구에서는 외부 진동으로부터 구조물을 보호하고 지진 작용 후 복원을 담당하는 수직방향 스프

링과 수평방향으로 설치된 다수의 유압 댐퍼를 연결하는 수직하중 변환 장치로 구성된 비교적 높이가 낮은 수직방향 진동 저감 장치를 개발하였다. 개발된 장치는 Figure 1과 같이 수직 방향으로 작용하는 하중을 전달하는 상, 하판과 진동을 감쇠시키기 위한 오일댐퍼, 수직진동을 수평방향으로 설치된 댐퍼로 전달하기 위한 힌지 및 LM가이드, 연결재 등으로 구성된다.

지진에 의해 발생하는 수직 진동은 발생하는 변위 및 가속도가 크지 않으므로, 구조물의 응답 역시 크지 않다. 그러므로 기존의 수직으로 설치된 스프링 장치와 점성 댐퍼의 조합으로 구성되는 진동 저감 장치에서는 댐퍼의 성능을 모두 활용하기 어렵다. 본 장치는 일정 각도를 갖는 힌지 연결된 부재를 이용하여 좁은 공간의 작은 수직변위 발생량에도 큰 수평 변위를 발생시켜 댐퍼의 작동 길이 및 속도를 조절하여 그 성능을 극대화 하는데 특징이 있다.

3. 진동대 실험

본 연구에서 개발한 수직진동 저감 장치의 수평방향 운동으로의 전환 기능 및 수직 진동 저감 성능을 확인하기 위하여 6자유도 진동대를 이용한 실험을 실시하였다.

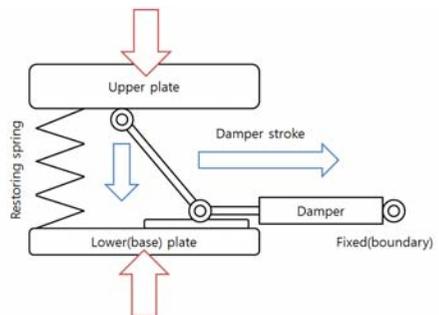


Figure 1 Principle of operating of isolator

† 교신저자; 정희원, (재)건설연구인프라운영원
E-mail : engineer@pusan.ac.kr
Tel : 051-501-8186, Fax : 051-510-8181

* 부산대학교 지진방재연구센터

** (주)과워엔텍



Photo 1 Shake table test of vertical isolator

실험을 위하여 Photo 1과 같이 진동대에 수직진동 저감 장치를 설치하고 상부에 612 kg의 질량 블록을 설치하였다. 가진은 상하 방향에 대해서만 실시하였으며, 공진주파수를 확인하기 위하여 sine sweep (amplitude = 0.2 g, freq. =1.0 Hz ~ 50 Hz) 실험과 지진에 의한 성능을 확인하기 위하여 전기통신설비의 내진시험방법(전파연구소 공고 제 2009-3호)에서 규정하고 있는 요구응답스펙트럼에 의한 인공지진파 시간이력 가진 실험을 실시하였다.

3. 결론 및 개발방향

Figure 2는 sine sweep 실험에 의한 입력 가속도와 구조물의 응답 가속도로부터 전달함수를 산정한 것으로 댐퍼가 설치되고 난 후의 응답비가 설치 전에 비하여 지진의 주요한 주파수 대역인 10 Hz 미만에서 감소한 것으로 나타났다. 또한, Figure 3, 4에 나타낸 것과 같이 인공지진파의 시간이력 가진 실험결과에서도 댐퍼가 설치된 경우 측정된 변위 응답이 감소되는 것으로 확인되었다.

본 연구결과는 개발된 장치의 초기 실험으로 향후 스프링 강성 및 댐퍼의 최적화를 수행할 예정이며, 각 종 배전기기에 적용성을 확인할 예정이다.

후 기

본 연구는 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원의 지원을 받아 수행한 연구과제 결과의 일부입니다. (원전 전기제어관널용 6.0g급 3차원 지진격리기술개발, Y13-R-00017)

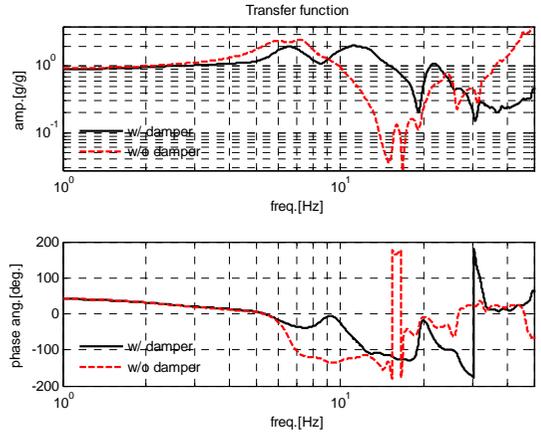


Figure 2 Transfer function plot comparison

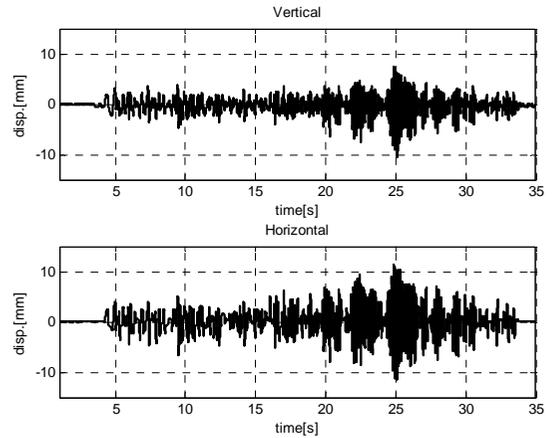


Figure 3 Seismic test result w/o damper

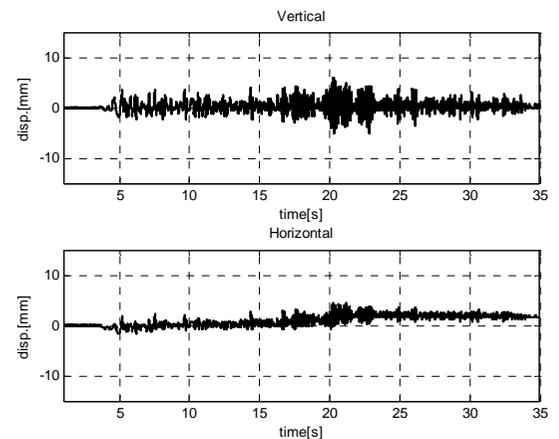


Figure 4 Seismic test result w/ damper