

리모델링 건축물을 위한 변위증폭형 제진시스템 개발

Development of Displacement Amplification Damping System for the Remodeling Buildings

박 영 미*

Park, Young-Mi

김 혜 원**

Kim, Hye Won

박 기 홍***

Park, Ki-Hong

Abstract

Buildings which was constructed before 1988 were not satisfied seismic design code. Thus, most of these buildings have to retrofit for remodeling. This study proposed the steel slit damper system with displacement-amplification device. It could maximize the effectiveness of a damper system in controlling seismic response of a building by amplifying story drift induced to damper. In this study, the proposed system was verified the effect of displacement-amplification using the analytical and experimental study. From the analysis and experiment, it was found that the proposed damping system showed a stable hysteric behavior with excellent energy dissipation capacity. Therefore the proposed system will make a good seismic performance and economical benefits

키 워 드 : 리모델링, 변위증폭장치, 댐퍼

Keywords : remodeling, displacement-amplification device, damper

1. 서 론

전 세계적으로 최근 수년간 발생한 대형 지진은 상상할 수도 없을 만큼 엄청난 규모의 인명과 재산피해를 일으키면서 지진에 대한 안전에 관심이 높아지고 있다. 국내 리모델링 대상이 되는 대부분의 건축물들은 내진설계가 도입된 1988년 이전에 건설되거나 현재의 내진설계기준에 의해 설계되지 않아 보강이 함께 고려되어야 한다. 내진보강의 한 종류인 제진보강에 대한 연구는 건축물의 층간변위 내에서 소재가 갖는 에너지소산능력, 강도 및 강성에 초점을 맞추어 연구되어 왔다. 그러나 지진응답에 의해 건물에서 발생하는 층간변위는 상대적으로 작은 양이며, 제진장치는 건물의 층간변위로부터 유도되는 변위에 비례하여 제진성능이 결정된다. 따라서 본 연구에서는 시스템적으로 제진성능을 극대화 할 수 있는 변위증폭형 신형상 제진시스템을 소개하고 해석과 실험을 통하여 성능을 파악하고자 하였다.

2. 신형상 댐퍼시스템 개발

2.1 신형상 댐퍼시스템의 형상

본 연구에서 제안한 제진시스템은 강판의 팔 길이를 이용하여 변위를 증폭할 수 있는 시스템이며 팔 길이 비에 따라서 2배 이상의 변위증폭이 가능하다. 일반적인 벽체형 제진시스템은 상부 슬래브와 하부 슬래브 간의 변위차이를 댐퍼에 집중시켜 댐퍼의 에너지 소산능력을 이용하는 방식이다. 본 연구에서 제안된 댐퍼는 변위 증폭기를 통해 상하부 슬래브간의 변위를 증폭하여 댐퍼에 전달한다. 이 과정에서 하중도 증폭되며 결과적으로 작은 변위에서도 댐퍼의 에너지 소산능력을 이끌어낼 수 있게 된다. 따라서 다음과 같은 변위 증폭형 제진시스템을 제안하고 실험을 통해 성능을 검증하였다.

2.2 개발된 댐퍼시스템의 구조성능실험

그림 1은 증폭기가 없는 실험체 AR0와 2배 증폭기가 설치된 실험체 AR2를 비교한 그래프이다. 가력기에서 측정된 내력과 실험체 상부 변위간의 관계를 그래프로 나타내었다. 내력의 2배 증기를 뚜렷이 확인할 수 있다. AR0는 실험체 상부의 변위와 댐퍼의 변위가 일치한다. 반

* 두산건설 기술연구소 차장, 교신저자(youngmi.park@doosan.com)

** 두산건설 기술연구소 부장

*** 두산건설 기술연구소 부장

면 AR2의 댐퍼 변위는 실험체 상부 변위에 비해 약 2배 증폭되며 그만큼 내력도 증가한다. AR0와 AR2는 같은 댐퍼를 사용하므로 소산된 에너지의 총량은 동일하다.

표 1. 실험체 일람 및 셋팅

번호	실험체명	증폭비율	증폭기 갯수	댐퍼 용량
1	AR0	-	-	52.1 kN
2	AR2-OS-50	2	2	52.1 kN
3	AR2-OS-70	2	2	71 kN
4	AR2-DS-50	2	4	26.1 kN x 2개
5	AR2-DS-70	2	4	35.5 kN x 2개
6	AR3-OS-50	3	2	52.1 kN
7	AR3-OS-70	3	2	71 kN
8	AR3-DS-50	3	4	26.1 kN x 2개
9	AR3-DS-70	3	4	35.5 kN x 2개

AR2-DS-50	
└─ 댐퍼용량	: 50(52.1kN), 70(71kN)
└─ 증폭기 갯수	: OS(One Side, 2개), DS(Double Side, 4개)
└─ 증폭비율	: AR2(2배), AR3(3배)

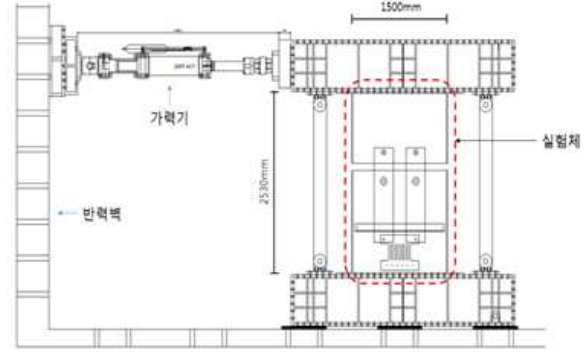


그림 2은 증폭기의 개수에 따른 결과를 비교한 그래프이다. 증폭비율이 커질수록 최대 내력은 커지고 최대변위는 감소하는 경향을 확인할 수 있다. 모든 실험체는 증폭기가 설치되는 핀 부분의 공차로 인하여 1~2mm의 슬립이 발생하였다.

그림 3은 누적변위에 따른 누적에너지소산량을 나타낸 그래프이다. AR0, AR2, AR3는 같은 용량의 댐퍼를 사용했으므로 최종적인 에너지 소산량은 비슷하다. 하지만 AR2와 AR3가 작은 변위에서 더 많은 에너지를 소산한 것을 알 수 있다.

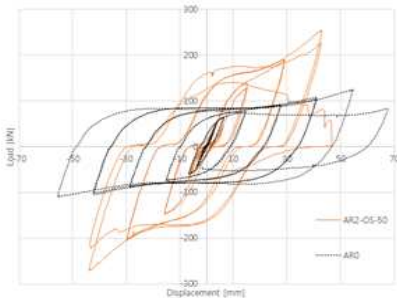


그림 1. 변위증폭 비교

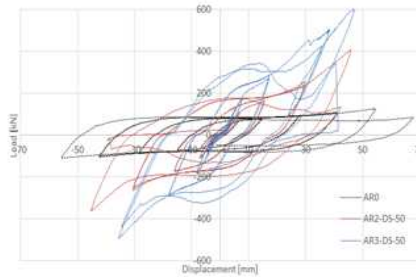


그림 2. 증폭기 개수 비교

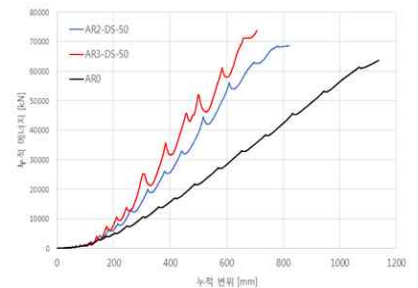


그림 3. 증폭비율별 누적에너지 비교

3. 결 론

작은 변위에서도 효율적으로 에너지를 소산할 수 있는 변위 증폭형 제진시스템을 제안하였고, 구조성능실험을 통해 변위 증폭효과를 확인할 수 있었다. 같은 강재이력댐퍼를 사용한 경우 증폭비율에 상관없이 소산된 에너지 총량은 비슷하였다. 다만 시스템의 특성상 제작오차로 인한 슬립이 발생하는데, 이러한 현상은 제진시스템 전체의 성능을 저하시키는 원인이 되므로 슬립이 최소화할 수 있도록 추가 연구가 진행될 예정이다.

감사의 글

본 연구는 DRB동일 및 롯데건설과의 공동연구를 바탕으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 오상훈, 김영주, 유홍식, 강창훈 보의 하부플랜지에 에너지 흡수요소를 가지는 기둥-보 접합부의 이력특성, 대한건축학회구조계논문집, 제22권 제8호, pp.29~36, 2006