Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection
Vol. 19, No. 6, November 2015, pp.010-017
http://dx.doi.org/10.11112/jksmi.2015.19.6.010
pISSN 2234-6937
eISSN 2287-6979

더블 I형 감쇠장치로 보강한 비내진 RC 골조의 내진성능 평가

허무원[1], 천영수[2*], 황재승[3], 김종호[4]

Seismic Capacity of Non-seismic Designed RC Framed Building Retrofitted by Double I-type Metallic Damper

Moo-Won Hur[1], Young-Soo Chun[2*], Jae-Seung Hwang[3], Jong-Ho Kim[4]

Abstract: In this study, to examine seismic reinforcement effect of a school building constructed prior to application of seismic design, a Double I-type damper supported by wall was installed to perform comparative analysis on existing non-seismic designed RC frame. As a result of experiment, while non-seismic designed specimen showed rapid reduction in strength and brittle shear destruction as damages were focused on top and bottom of left and right columns, reinforced specimen showed hysteretic characteristics of a large ellipse with great energy absorption ability, exhibiting perfectly behavior with increased strength and stiffness from damper reinforcement. In addition, as a result of comparing stiffness reduction between the two specimens, specimen reinforced by shear wall type damper was effective in preventing stiffness reduction. Energy dissipation ability of specimen reinforced by Double I-type damper was about 3.5 times as high as energy dissipation ability of non-reinforced specimen. Such enhancement in energy dissipation ability is considered to be the result of improved strength and deformation.

Keywords: Double I-type Hysteretic damper, Strength degradation, Stiffness degradation, Energy dissipation, retrofitted

1. 서 론

최근 들어 국내를 비롯한 아시아 주변 국가들에서 지진 발생이 증가하고 있으며, 쓰촨성 및 동일본 대지진 등에서 볼 수 있듯이 지진으로 인한 사회적, 경제적 피해 규모도 대형화되고 있다. 국내의 경우에도 지진 발생 시 내진설계 이전에 지어진 건물들을 포함하여 중·저층 철근콘크리트 건물들을 중심으로 대규모 피해가 발생할 수 있다는 우려가 보고되고 있다. 이에 따라 국내에서는 지진피해를 줄일 수 있는 내진설계 및 내진보강 방법에 대한 관심이 증가하고 있으며, 다양한 보강방법들이 제시되고 있다. 이러한 내진보강방법으로는 크게 강도보강, 연성보강 및 이를 혼합한 보강방법이 있으며, 최근에 들어서는 감쇠장치를 적용한 사례도 증가하고 있다. 감쇠장치를 적용하는 경우 경제성, 작업성 및 시공성 등의 편리로 인해 강재이력형 감쇠장치가 많이 사용되고 있다. 강재이력형 감쇠장치는 수동형 감쇠장치의 일종으로 예전에는 주로 철골건물에 많이 적용되어 왔으나, 최근에 들어 철근콘크리트 건물에도 적용 사례가 증가하고 있다.

강재이력형 감쇠장치는 1970년대 초반부터 본격적인 연구가 수행되기 시작하였다(Kelly et al., 1972; Skinner et al., 1975). 초기 강재이력형 감쇠장치는 이력감쇠 시 재료 전체에 걸쳐 고르게 항복이 발생하도록 고안된 삼각형이나 X자형 형태를 갖는 연결철판이 주로 사용되었다. 국내의 경우에는 2000년대 초반부터 여러 가지 강재이력형 감쇠장치가 소개되었고, 그 연구 또한 활발하게 진행되었다. 대표적인 강재이력형 감쇠장치는 슬릿 형태의 감쇠장치로서 그 적용 형태도 K형, X형, 쉐브론 브레이스형, 벽식 및 창호형 등 다양한 형태로 개발되었다(Oh et al., 2005, 2006, 2014). 또한, 기존의 슬릿의 형상을 개량하여 꺽쇠형, V자형 및 S자형의 감쇠장치도 개발되었다(Lee et al., 2013). 하지만 브레이스형 및 창호형 등의 감쇠장치들은 제작 및 시공이 용이하지 않으며, 감쇠시스템 설치 후 자중의 증가로 인한 하부 구조의 보강을 필요로 하는 문제점을 가지고 있다.

이에 본 논문에서는 제작과 설치가 용이하고 성능이 우수한 강재이력형 감쇠장치 개발의 일환으로서 안정적인 이력거동을 유도할 수 있는 판형 감쇠장치를 제안하고자 한다. 또한,

[1]정회원, 단국대학교 건축공학과, 박사수료
[2]정회원, LH 토지주택연구원, 연구위원, 교신저자
[3]정회원, 전남대학교 건축학부, 교수
[4]정회원, 전남대학교 건축공학과, 박사과정
***Corresponding author:** cysoo@lh.or.kr
•본 논문에 대한 토의를 2015년 12월 1일까지 학회로 보내주시면 2016년 1월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

Copyright Ⓒ 2015 by The Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0)which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

강판 벽체로 지지되는 감쇠시스템을 이용하여 내진설계 이전에 지어진 저층 학교건물(비내진 RC골조)을 대상으로 제안된 감쇠장치의 내진보강 효과를 실험적으로 검토해 보고자 한다.

2. 더블 I형 감쇠장치의 제안

더블 I형 감쇠장치는 기존 슬릿형태의 감쇠장치를 개량한 형태로 그 형상은 Fig. 1과 같다. 더블 I형 감쇠장치의 특징은 기존 슬릿형태 대신에 판 중앙부를 I자 형태로 가공한 감쇠장치이며, 기존 감쇠장치의 부족한 내력을 증가시킬 목적으로 스트럿의 높이(H)에 대한 폭(B)의 비인 형상비(B/H)를 낮추어 내력을 증가시켜면서 2단으로 쌓아 연성을 동시에 확보한 형태를 갖고 있다.

더블 I형 감쇠장치는 큰 전단변형에 의한 에너지 흡수율이 높으며, 소형 판형이기 때문에 경량으로 시공이 용이하고, 작업성이 뛰어나다. Fig. 2는 더블 I형 감쇠장치의 FEM 해석 결과를 나타낸 것으로 우수한 에너지소산능력과 안정적인 이력거동을 보여주고 있다. 해석은 Midas NFS의 쉘요소를 활용하였다.

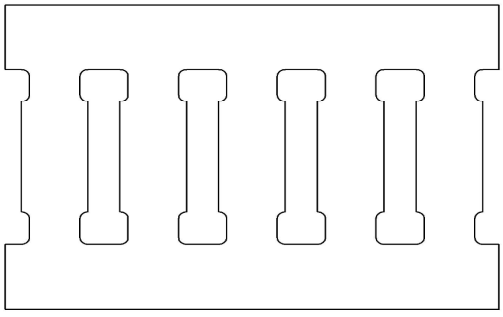


Fig. 1 Configuration of Double I type Damper

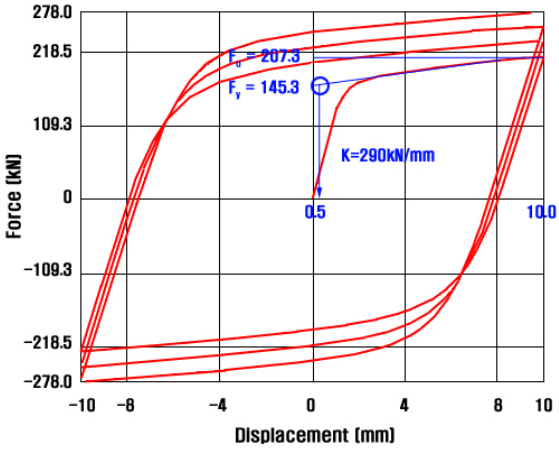


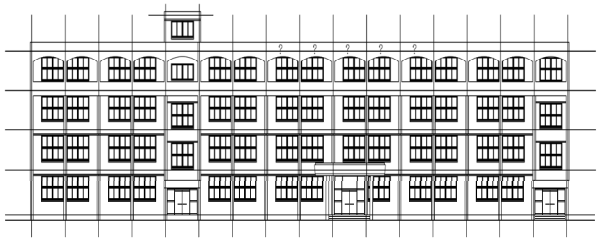
Fig. 2 Result of FEM Analysis

3. 실 험

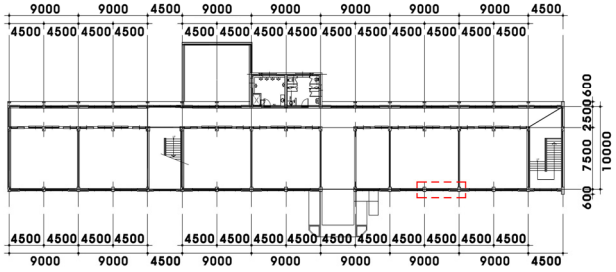
3.1 실험체 계획

더블 I형 감쇠장치를 사용한 보강방법의 내진성능 증진효과를 검증 할 목적으로 비내진 상세를 가지는 국내 기존 철근콘크리트 학교건물의 골조를 대상으로 보강 전, 후의 내진성능을 반복가력 실험을 통하여 평가하였다. 보강 실험체는 강도와 연성을 모두 증진할 수 있도록 계획하였는데, 비보강 실험체 대비 약 50%의 내력 증진과 동시에 KBC 2009의 허용층간변위(1%, 내진등급(특))를 보강 목표로 설정하였다.

연구대상 학교건물은 내진설계 이전인 1986년 준공된 건물(경상북도 구미시)이며, Fig. 3에 건물의 입면도와 평면도를 나타내었다. 실험체는 Fig. 3에 점선으로 표시된 바와 같이 기둥-보로 구성된 외측골조의 1층 부분으로부터 모델링하였으며, 실험실 여건을 고려하여 실물크기의 60%로 축소하여 제작하였다. Table 1은 실험체 일람표를 나타낸 것이다. Fig. 4와 Fig. 5에 DSS-00 실험체와 DSS-01 실험체의 형상과 배근상세를 나타내었다. 축소 전 기둥 단면은 350×500 mm로 상사율에 맞추어 210×300 mm로 축소하였고, 축소한 기둥의 주근은 10-D13, 띠철근은 D6@ 180으로 배근하였다. 기둥의 순길



(a) Elevation



(b) Plan

Fig. 3 Studied Building

Table 1. Specimens

Name	Size (mm) (Length×Height×Width)	Reinforced or not
DSS-00	3,600×3,480×800	w/o damper
DSS-01		with damper

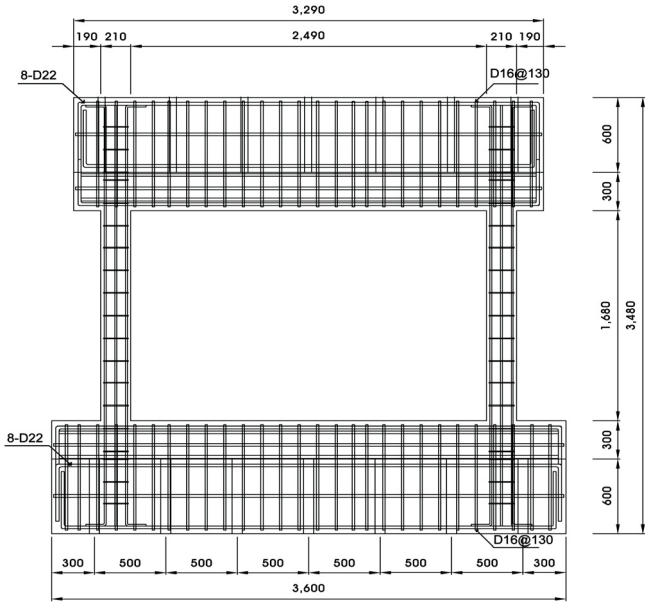


Fig. 4 DSS-00 specimen

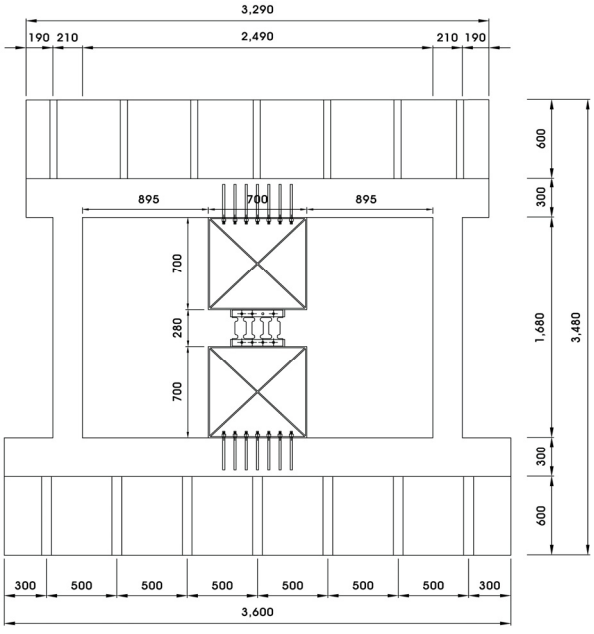


Fig. 5 DSS-01 specimen

이(clear span)는 1,680 mm이다. 더블 I형 감쇠장치는 중앙부에 한 개를 설치하였고, 감쇠장치는 상·하부 보와 기초에 강판벽으로 연결하였다.

감쇠장치와 감쇠장치를 지지하는 강판벽은 실제 적용 상황과 동일하게 실험체 제작 완료 후 설치하였다. 설치 순서는 실험체 제작완료 후 ① 상부 및 하부 천공, ② 전산볼트 설치, ③ 케미컬 앵커 주입, ④ 상부 및 하부 벽체 세우기, ⑤ 볼트 체결, ⑥ 감쇠장치 및 토크값 체크 순으로 실시하였다.

3.2 더블 I형 감쇠장치의 설계

더블 I형 감쇠장치의 항복내력을 결정하기 위하여 먼저 비내진 골조의 항복내력을 계산하였다. DSS-00의 기둥 부재 설계내력은 일본 방재협회 및 일본건축학회(AIJ) 규준식인 식(1) 및 식(2)를 이용하여 계산하였다.

$$M_y = 0.8\,a_t \cdot \sigma_y \cdot D + 0.5\,N \cdot D\left(1 - \frac{N}{bDf_{ck}}\right) \quad (1)$$

$$Q_{my} = \frac{M_u}{h_0/2} \quad (2)$$

여기서, M_y : 항복내력, Q_{my}: 전단력, a_t : 인장철근 단면적(mm^2), N: 축력(kN), σ_y : 철근 항복점 강도(MPa), b : 부재 단면 폭(mm), D : 부재 단면 높이(mm), h_0 : 순길이(mm)이다.

항복내력 산정결과, 축소 실험체 기둥 1개의 전단력은 51.1 kN으로 2개의 기둥이 병렬 연결된 이 골조의 전단내력은 102.2 kN으로 계산된다. 본 연구에 적용된 더블 I형 감쇠장치의 항복하중은 비보강 실험체 대비 약 50%의 내력 증진과 축소 모델로 인한 제작의 용이성 및 작업성 등을 고려하여 기둥 한 개의 전단력에 해당하는 50.0 kN을 항복내력으로 산정하였다. 또한, 감쇠장치의 슬릿 개소는 기존식(Oh et al., 2005)을 활용하여 설계하였고, FEM 해석을 통하여 확인하였다.

3.3 실험방법

Fig. 6에 실험체의 셋팅 상황을 나타내었다. 실험체 상부 스터브 위에 가력용 철골프레임을 설치하고, 수평 가력용 엑츄에이터를 철골프레임에 볼트 접합 후 이를 이용하여 반복하중을 가력하였다. 또한, 실험체 좌·우측에 축력 가력용 엑츄에이터 2개 설치하여 일정한 축력($0.1f_{ck}A_g \fallingdotseq$ 90 kN)을 가력하였다.

각 단계에 적용된 횡 변위(mm)는 수평 부재각(R, 수평변위를 기둥의 순길이로 나눈 값)에 따라 16개의 스텝으로 1/1,150, 1/1,000, 1/800, 1/640, 1/500, 1/400, 1/320, 1/250, 1/200, 1/160, 1/125, 1/100, 1/80, 1/64, 1/50, 1/40 순으로 각 3 싸이클씩 단계별로 점증 가력 하였다.

Fig. 7은 하중이력(Loading histories)을 도식화하여 나타낸 것이다. LVDT는 수평 엑츄에이터 하중 작용점을 기준으로 등간격으로 하부 스터브까지 총 5개를 설치하였다. DSS-01은 감쇠장치 상부 및 하부에 추가로 LVDT 2개를 더 설치하여 감쇠장치의 이력을 측정하였다. 또한, 기둥내부 주근과 띠철근의 응력분포를 확인하기 위하여 주근에 10개(C1~C10), 띠철근에 9개(S1~S9)의 스트레인 게이지를 부착하였다. Fig. 8에

(a) DSS-00 (b) DSS-01

Fig. 6 Specimen set-up

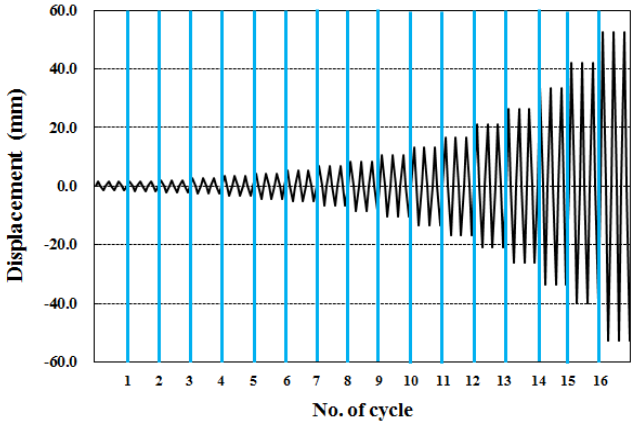


Fig. 7 Loading histories

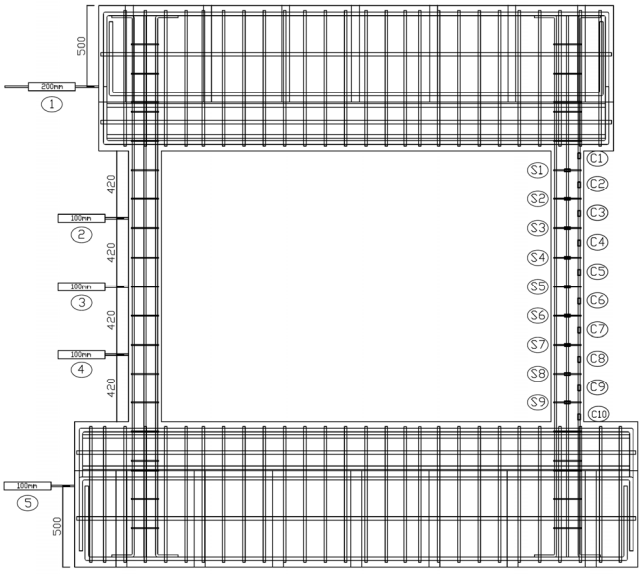
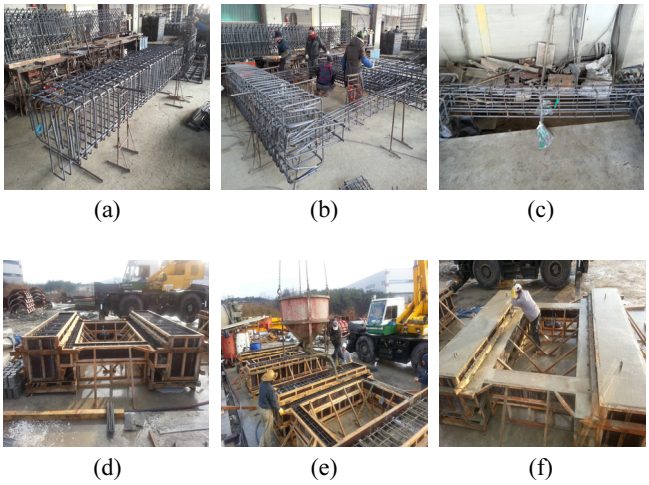


Fig. 8 Location of LVDTs and Strain gauges

LVDT와 스트레인 게이지의 설치위치를 나타내었다.

3.4 실험체 제작

Fig. 9는 실험체의 제작과정을 나타낸 것이다. 실험체 는 (a) 부재별 철근가공 및 조립, (b) 전체 철근가공 및 조립, (c) 스트



(a) (b) (c)

(d) (e) (f)

Fig. 9 Manufacturing of specimens

레인게이지 부착, (d) 거푸집제작, (e) 콘크리트 타설, (f) 면처리 후 양생 순서로 제작되었다. 실험체는 콘크리트 타설 후 3주가 경과한 시점에서 실험실로 반입하였으며, 28일 강도를 확인 후 실험을 실시하였다.

3.5 재료시험

본 연구에서 사용한 콘크리트의 설계강도는 18MPa로 KS F 2405(압축강도 실험방법)에 의한 콘크리트 압축강도 시험결과를 Table 2에 나타내었다.

또한, 철근은 KS B 0801(금속재료 인장시험편 규정) 2호의 규정에 따라 시험편을 제작하여, KSB 0802의 금속재료 인장시험방법에 따라 시험을 실시하였다. 철근의 인장시험 결과는 Table 3과 같다.

Table 2 Characteristic value of concrete

No.	Concrete strength (MPa)		Modulus of elasticity (MPa)
	f_{ck}	$f_{ck.ave}$	
1	20.45	20.53	1.96×104
2	21.21		
3	19.45		
4	18.37		
5	22.56		
6	21.12		

Table 3 Material properties of steel

Bar size	Yield strength (MPa)	Yield strain ($\times 10^{-5}$)	Tensile strength (MPa)	Elongation (%)
D13	348.03	2960.3	517.41	36.0
D6	299.55	4205.8	418.6	26.8

4. 실험 결과

4.1 균열 및 파괴상황

실험체의 균열패턴은 실험체 파괴메커니즘을 파악하는데 중요한 실마리를 제공한다. Fig. 10과 Fig. 11에 DSS-00과 DSS-01의 각 싸이클별 균열 및 파괴상황을 나타내었다.

DSS-00은 2 싸이클(횡변위 1.68 mm) 부가력에서 우측 기둥 하단부에 미세한 휨 균열이 발생하였고, 기둥 중앙부에서는 3 싸이클(횡변위 2.10 mm) 정가력에서 미세한 휨 균열이 발생하였다. 그 후 각 싸이클 증가 시마다 좌·우측 기둥의 상·하부에서 균열이 점차 증가하는 양상을 나타내었으며, 10 싸이클(횡변위 10.50 mm) 정가력 시에는 기둥 중앙에 전단균열이 다수 발생하였고, 부재각이 증가하면서 전단균열이 점점 커지고 그 수가 증가하였다. 14 싸이클(횡변위 26.25 mm)에서 기둥 양단부에 전단균열 폭이 매우 커지면서 콘크리트 피복이 박리되었고, 15 싸이클(횡변위 33.60 mm)에서 기둥이 파괴되었다.

DSS-01의 초기균열은 DSS-00와 동일하게 2 싸이클(횡변위 1.68 mm)에서 미세한 휨균열이 발생하였다. 히지만 3 싸이클(횡변위 2.10 mm)에서는 2 싸이클의 미세한 휨균열 외에 추가로 균열이 발생하지 않았다. 5 싸이클(횡변위 3.36 mm) 가력 시 좌·우측 기둥 중앙부에서 휨균열이 발생하였다. 그 후 각 싸이클 증가 시마다 DSS-00과 유사하게 좌·우측 기둥의 상·하부에서 균열이 점차 증가하는 양상을 나타내었다. 10 싸이클(횡변위 10.50 mm)에서는 양쪽 기둥 상단부에 전단균열이 미세하게 발생하였고, 14 싸이클(횡변위 26.25 mm)에서 기둥 상단부의 균열이 중앙부까지 증가하였다. 하지만 DSS-00와 같이 콘크리트 피복이 박리되는 현상은 발생하지 않았다. 그 이후 15 싸이클(횡변위 33.60 mm)까지 전단균열의 폭이 커지고 길게 확장되었으며, 16 싸이클(횡변위 42.00 mm)에서 하중 감소가 나타나 실험을 종료하였다.

4.2 하중-변위관계

Table 4에 DSS-00과 DSS-01에 대한 실험결과를 정리하였으며, Fig. 12에 각 실험체별 하중-변위관계 및 더블 I형 감쇠장치의 하중-변위관계를 나타내었다.

(a) 5 Cycle (b) 8 Cycle (c) 12 Cycle (d) 14 Cycle (e) 15 Cycle

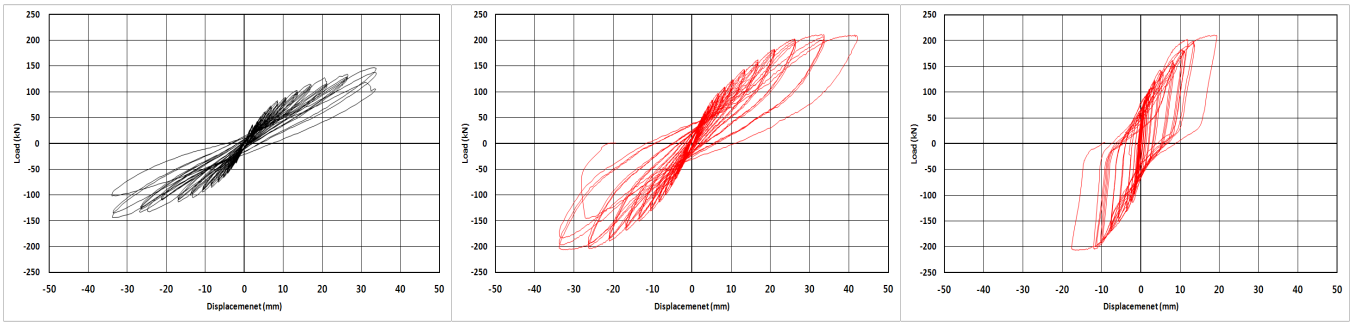
Fig. 10 Crack pattern (DSS-00)

(a) 5 Cycle (b) 8 Cycle (c) 12 Cycle (d) 14 Cycle (e) 15 Cycle

Fig. 11 Crack pattern (DSS-01)

Table 4 Test results

Specimen	Cycle	Yield load (kN)	Yield displacement (δy, mm(%))	Maximum load (kN)	Maximum displacement (δmax, mm (%))	Ductility ratio
DSS-00	+	82.7	8.4	146.9	33.6	4.0
	-	-85.2	-8.4	-144.2	-33.6	4.0
DSS-01	+	109.3	8.4	210.3	42.0	5.0
	-	-113.5	-8.4	-205.9	-33.6	4.0



(a) DSS-00 (b) DSS-01 (c) Double I-type damper

Fig. 12 Load-displacement relationship

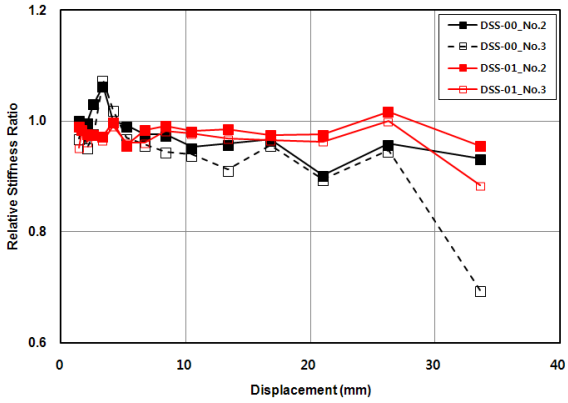
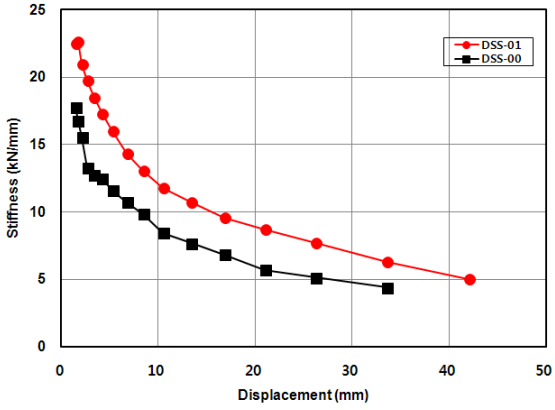
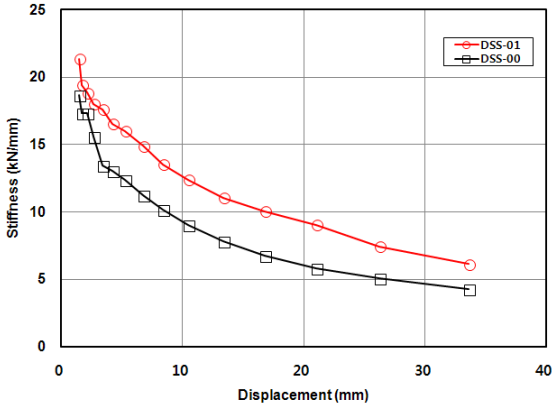


Fig. 13 Comparison of strength degradation ratio (negative)



(a) Positive direction



(b) Negative direction

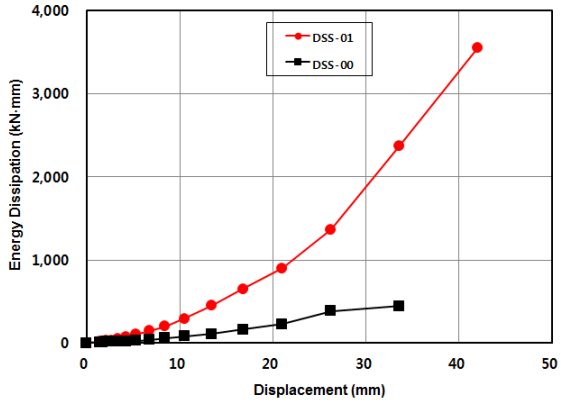
Fig. 14 Stiffness degradation of specimens

DSS-00은 내진기준 허용층간변형각 1.0% 시 붕괴 수준은 아니지만 기둥의 상·하부에 많은 균열과 콘크리트의 피복이 박리 되는 현상이 발생하였다. 이에 반해 더블I형 감쇠장치로 보강한 DSS-01은 내진기준 허용층간변형각 1.0%를 초과하여도 안전한 거동을 나타내었으며, 실험 종료 시 약2.5%의 층간변형각을 나타내어 우수한 내진거동을 보여주었다. 또한 최대내력에 있어서도 실험체 계획 시 산정한 강도보강 목표보다 다소 작기는 하나 DSS-01은 DSS-00보다 정방향은 1.43배, 부방향은 1.42배 내력이 증가된 결과를 보여주었다. 뿐만 아니라 감쇠장치의 하중-변위관계로부터 알 수 있듯이 더블I형 감쇠장치는 실험이 진행되는 동안 안정적인 이력거동을 나타내어 강도보강 및 에너지소산 장치로 사용에 무리가 없는 것으로 판단된다.

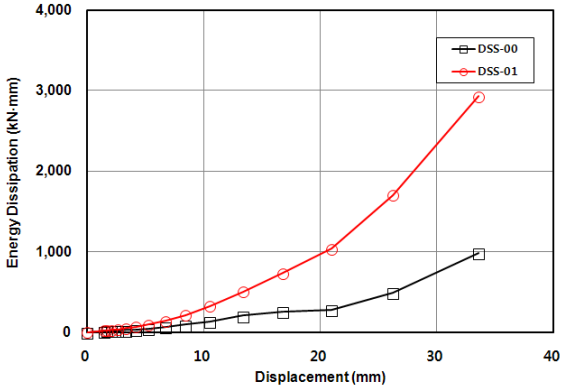
4.3 강도저하 및 강성저하

Fig. 13은 부재각의 단계별로 두 번째와 세 번째 싸이클의 강도저하를 첫 번째 싸이클의 강도를 기준으로 상대비로 나타낸 것이다. DSS-00의 경우 반복가력 실험 시 강도저하가 부재각 1/160(105 mm) 이후 약 8~10%정도 났지만, DSS-01의 경우에는 부재각 1/100(168 mm) 이후에도 강도저하가 2~3% 사이로 나타났다. 이는 더블I형 감쇠장치가 강도저하를 방지하는데도 효과적이라는 사실을 나타내고 있다.

원점으로부터 각 이력싸이클의 최대강도 점을 연결한 직선의 기울기로 정의된 실험체의 강성저하 경향을 Fig. 14에 나타내었다. 그림으로부터 각 실험체별 정·부 방향은 유사한 형태의 강성저하를 보여주고 있으나, DSS-00의 경우 정방향 및 부방향 모두 초기에 급격한 강성저하를 나타낸 반면, DSS-01



(a) Positive direction



(b) Negative direction

Fig. 15 Energy dissipation of specimens

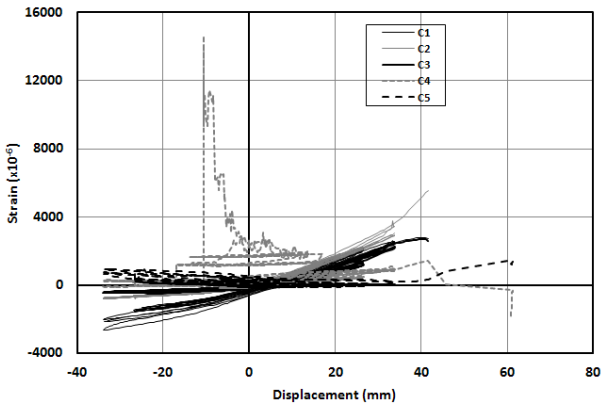
의 경우 정방향 및 부방향 모두 완만한 강성저하를 나타내어 강성저하 측면에서도 더블 I형 감쇠장치의 보강이 효과적이라는 사실을 나타내고 있다.

4.4 에너지소산능력

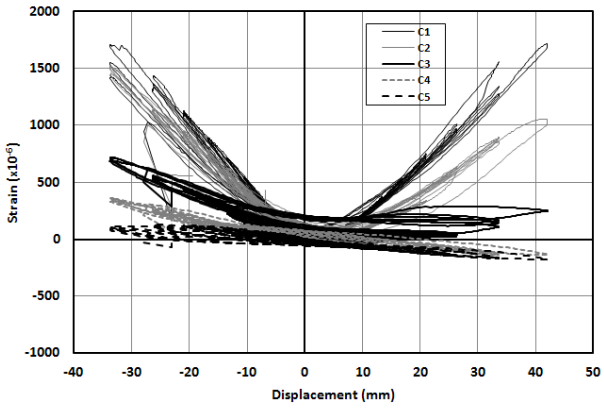
에너지소산능력(Energy dissipation capacity)을 정방향 및 부방향으로 나누어 Fig. 15에 나타내었다. 그림으로부터 알 수 있듯이 보강실험체가 비 보강실험체 보다 약 3.5배 에너지 소산능력이 향상되었음을 확인할 수 있다. 또한, DSS-01의 경우 약 60%의 에너지를 감쇠장치가 흡수한 것으로 나타났다. 이러한 에너지 소산능력의 증진은 보강으로 인한 강도와 변형 능력의 증진에 따른 결과라고 사료된다.

4.5 철근의 변형능력

Fig. 16은 DSS-00와 DSS-01의 주철근 변형률 분포를 나타낸 것이다. 최대하중 가력 시 DSS-00의 주근에 부착된 게이지는 대부분 항복하였으나, DSS-01의 경우 기초 부근의 철근을 제외하고는 대부분의 주근이 2,000$\mu\epsilon$ 이하의 변형률을 나타



(a) C1~C5(DSS-00)



(b) C1~C5 (DSS-01)

Fig. 16 Strain distribution of reinforcements

내 기초와 기둥의 접합부를 제외하고는 기둥 주근의 항복이 진행되지 않았다는 것을 알 수 있다. 띠철근에 부착된 스트레인 게이지의 결과도 주근의 결과와 유사하게 나타났다.

5. 결 론

본 연구에서는 강재이력형 감쇠장치로서 안정적인 이력거동을 유도할 수 있는 더블 I형 감쇠장치를 제안하였다. 또한 제안된 감쇠장치의 내진보강 효과를 알아보기 위하여 내진설계 이전에 지어진 저층 학교 건물을 대상으로 강판 벽체로 지지되는 감쇠시스템을 설치하여 기존 비내진 RC 골조의 실험결과와 비교 분석하였다. 본 연구로부터 얻은 주요 결론은 다음과 같다.

1) 실험결과, 비내진 RC골조 실험체인 DSS-00는 기둥의 상·하부에 피해가 집중되면서 급격한 강도저하와 함께 취성

적인 파괴양상을 나타낸 반면, 더블 I형 감쇠장치로 보강된 실험체인 DSS-01은 강도 및 강성의 증가와 함께 연성적인 파괴양상을 나타내었다. 또한 약 3.5배의 에너지소산능력 향상을 나타내어 더블 I형 감쇠장치의 보강효과를 확인할 수 있었다.

2) 본 연구에서 제안하는 더블 I형 감쇠장치와 강판 벽체로 지지되는 감쇠시스템을 적용할 경우 비내진 상세를 갖는 철근콘크리트 골조의 내력 증진 및 안전성 확보를 위해 국내 내진기준에서 요구하는 층간변형각 기준을 만족하도록 보강하는데 용이하게 적용될 수 있을 것으로 판단된다.
3) 본 연구에서는 더블 I형 감쇠장치의 내력산정을 FEM해석결과를 바탕으로 결정하였으나 실무적용을 위해서는 보다 쉽게 계산이 가능한 경험식의 도출이 필요할 것으로 판단됨으로 이에 대해서는 추후 보완적인 연구가 필요한 것으로 사료된다.

감사의 글

이 연구에 도움을 주신 삼영엠텍(주)와 전남대학교에 감사드립니다.

References

1. KBC, Korean Building and Commentary (2009), Architectural Institute of Korea, 88-90.
2. Hur, M. W., Chun, Y. S., Hwang, J. S., and Park, S. C., (2014), Seismic Capacity of RC Framed Building Retrofitted by Double I-type Metallic Damper, KCI, Spring 2014 Convention, 1039-1040.
3. Baek, E. L., Oh, S. H., and Lee, S. H., (2014), Seismic Performance of an Existing Low-Rise Reinforced Concrete Piloti Building Retrofitted by Steel Rod Damper, Journal of EESK, 18(5), 241-251.
4. Oh, S. H., Kim, Y. J., Tyu, H. S., Choi, H. B., and Kang, C. H., (2005), Hysteresis Behavior of Beam-to-Column Connections with Elasto-Plastic Hysteretic Dampers, Architectural Institute of Korea, 25(1), 635-638.
5. Lee, H. H., (2012), Hysteretic Behaviors of Metallic Dampers with the Various Slit Shape, Journal of Korea institute for Structural Maintenance Inspection, 16(2), 206-207.
6. Lee, H. H., Kim, S. I., (2011), Hysteretic Behaviors of Metallic Dampers with the Various Slit Shape, Journal of Korea institute for Structural Maintenance Inspection, 15(5), 199-208.
7. Lee, H. Ho., Kim, S. I., (2010), Metalic Damper Shape and Cyclic Behavior for the Seismic Capacity Improvement of Building Structures, Journal of Korea institute for Structural Maintenance Inspection, 14(3), 123-130.
8. Japan Building Disaster Prevention Association, (2001), Standard for Damage Level Classification, Tokyo, Japan, 250.
9. ACI Committee 374, (2014), Acceptance Criteria for Moment Frames Based on Structural Testing and Commentary, ACI 374.1-5.

Received : 12/15/2014
Revised : 06/23/2015
Accepted : 08/24/2015

요 지 : 본 연구에서는 내진설계 이전에 지어진 학교 건물을 대상으로 내진보강효과를 알아보기 위하여 벽체로 지지되는 강재이력형 감쇠장치를 설치하여 기존 비내진 설계된 보강 RC골조 실험결과와 비교 분석하였다. 실험결과, 비내진 설계된 실험체는 좌·우측 기둥의 상·하부에 피해가 집중되면서 급격한 강도저하와 함께 취성적인 전단파괴의 양상을 나타낸 반면, 더블 I형 감쇠장치를 보강한 실험체는 감쇠장치 보강으로 강도 및 강성의 증가와 함께 탄소성 거동을 보이면서 에너지 흡수 능력이 큰 타원형의 이력특성을 나타내었다. 또한, 두 실험체의 강성저하를 비교한 결과 더블 I형 감쇠장치를 보강한 실험체가 강성저하를 방지하는데도 효과적임을 알 수 있었다. 에너지소산능력도 더블 I형 감쇠장치를 보강한 실험체가 비보강 실험체에 비해 약 3.5배의 향상된 결과를 나타내었다. 이러한 에너지소산능력의 증진은 내력과 변형 능력의 증진에 따른 결과라고 사료된다.

핵심용어 : 더블 I형 이력 감쇠장치, 강도저하, 강성저하, 에너지소산면적, 보강된