

## 댐퍼 높이가 같은 강봉 및 강판 댐퍼의 성능 비교

### Performance Comparison of Steel Rod and Steel Plate Dampers with the Same Damper Height

이 현 호\*

Lee, Hyun-Ho

#### Abstract

In this study, based on the research results of the steel plate and steel rod dampers with rocking behavior, the moment and the drift ratio were compared and evaluated. As a test result evaluation, it was showed that the behavior of R15-200 and R15-140 was very good than other dampers. And the steel rod damper showed in-plane behavior to the loading direction, and was evaluated to prevent out-of-plane behavior that causes performance degradation.

*Keywords : Steel rod damper, Steel plate damper, Rocking behavior, In-plane behavior.*

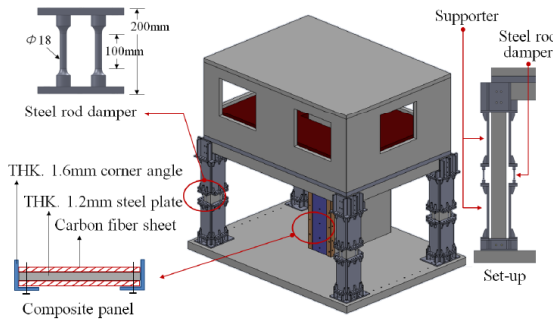
#### 1. 서론

2022년 9월 현재, 기상청의 국내 지진 계측 기록에 의하면, 올해 규모 3이상의 지진이 4회이며, 규모 2이상은 총 53회이다. 외국의 경우, 최근인 9월 5일 중근 쓰촨 성에서 규모 6.8의 지진이 발생하여 현재까지 88명 이상이 사망하고, 400명 이상이 부상당하는 재해가 발생되었다. 2008년 쓰촨 대지진 이후에 계속 지진 피해가 발생하는 것은 지속적인 내진 설계 및 보강, 재난 대비 정책이 없는 지진 피해가 지속적으로 발생하는 것은 피할 수 없는 현실이다.

국내에서는 중앙행정기관 및 지방자치단체를 중심으로 도로, 철도, 항만 등의 국가기반시설과 학교 등과 같은 기존 공공시설물의 내진성능 향상을 위한 중장기 계획을 실천중이며, 2021년에는 내진을 72%를 달성하였다. 이중 기존 학교시설물에 가장 많은 투자가 이루어졌으며 공공건축물, 도시시설물의 순으로 내진보강이 이루어지고 있다.

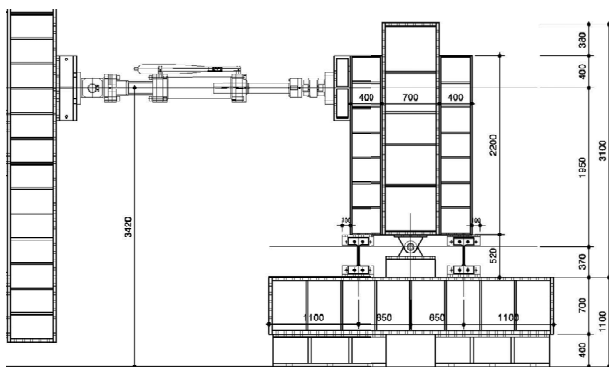
본 연구에서 대상으로 하고 있는 학교 건물과 같은 골조 건물의 내진보강은 앞으로도 지속적으로 이루어질 것으로 판단된다. 학교 건축물의 내진보강은 슬릿댐퍼(강판댐퍼) 등이 널리 사용되고 있으며, 최근에는 강재프레임을 이용한 특허공법들이 적용되고 있다. 그렇지만 강판댐퍼의 일방향성으로 면외 좌굴이 발생하여 복층으로 댐퍼를 적치하여 사용하는 공법이 대부분이다. 따라서 이로 인한 강성의 증가로 연성 보강보다는 강성 보강이 주로 이루어지고 있는 실정이다. 최근에는 이를 개선하기 위한 연구가 많이 진행되고 있는데, 댐퍼의 형상을 방향성이 우수한 원형으로 바꾼 연구가 일부 연구자들에 의하여 진행되고 있다. Chen, G. and Eads(2005)<sup>1)</sup>의 보고서에 의하면 다리 보강을 위한 강봉 댐퍼의 성능실험을 실시하였는데, 우수한 보강효과를 확인하였다고 기술하고 있다. Baek et al.(2014)<sup>2)</sup> 등은 기존 저층 철근콘크리트 필로티 건물을 강봉댐퍼로 보강한 성능실험을 진행하였다. 댐퍼의 형상과 보강계획은 <Fig. 1>과 같으며, 댐퍼의 이력거동에 의한 에너지 흡수 능력을 확인하였다고 발표하였다.

\* 교신저자, 동양대학교 건축소방안전학과 교수, 공학박사  
Department of Architecture & Fire Safety,  
Dongyang University  
Tel: 054-630-1165 Fax: 054-630-1371  
E-mail : hhlee@dyu.ac.kr



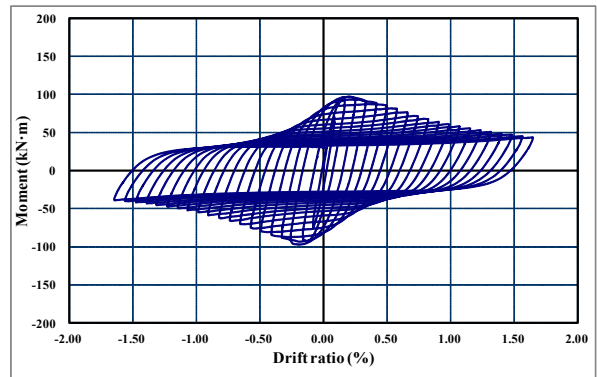
〈Fig. 1〉 Steel rod damper by Baek et al.(2014)

본 연구에서는 저자가 진행한 기존 연구결과 중 동일한 조건의 강판댐퍼 및 강봉댐퍼의 강도 및 변형능력을 상호 비교하여, 그 성능을 평가하고자 한다.

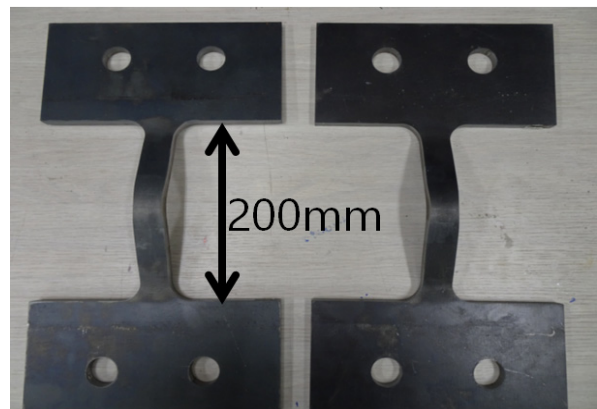


〈Fig. 2〉 Test setting

연구결과로 두께 12mm인 SS275 강종에 폭 30mm, 스트럿 높이 200mm, 140mm의 제원을 가지며, 실험체명은 SI-200, SI-140이다. 실험 세팅은 기존 연구결과를 참고로 하여 〈Fig. 2〉와 같이 록킹거동<sup>3)</sup> 구현이 가능하도록 설치하였으며, 변위이력을 점진적으로 증진시키면서 실험을 진행하였다. 실험결과 중 스트럿 높이 200mm인, SI-200 실험체의 경우, 두 개의 댐퍼가 같이 거동하면서 가력방향댐퍼와 가력반대방향 댐퍼는 인장, 압축 하중을 교대로 받으면서 실험이 진행되었다. 정가력시 최대휨모멘트는 97.28kN·m, 이때의 변위비는 0.20%로 나타났다. 부가력시 최대휨모멘트는 -97.2kN·m, 이때의 변위비는 -0.20%로 나타났다.



(a) Moment-drift ratio curve



(b) Failure shape

〈Fig. 3〉 Test results of SI-200

## 2. 적용 연구 결과

### 2.1 강판댐퍼

본 연구에 적용한 강판댐퍼는 대부분 발표되지 않은

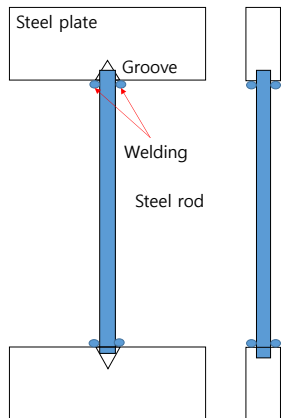
〈Fig. 3〉에 SI-200의 모멘트-변위비 곡선과 파괴양상을 나타내었는데, 최대모멘트 이후 하중이 점차로 저하되면서 변위가 증진하는 거동을 나타내었다. 파괴 양상은 최대모멘트 이후, 스트럿이 면외변형을 하면서 변

형이 커지는 거동을 보였다.

또한 스트럿 높이 140mm인 SI-140 실험체는 두 개의 댐퍼가 같이 거동하면서 가력방향댐퍼와 가력반대방향 댐퍼는 인장, 압축 하중을 교대로 받으면서 실험이 진행되었다. 정가력시 최대휨모멘트는 101.3kN·m, 이때의 변위비는 0.28%로 나타났다. 부가력시 최대휨모멘트는 -117.2kN·m, 이때의 변위비는 -0.26%로 나타났다.

## 2.2 강봉댐퍼

Lee(2019)<sup>4)</sup>의 연구결과 중, 본 연구에 적용한 강봉댐퍼는 <Fig. 4>와 같이 강판댐퍼의 스트럿 역할을 하는 강봉 상하단을 실험 장치에 고정하기 위한 강판에 용접하여 제작한 것이다. 이러한 강봉댐퍼 제작시 어려움은 없지만, 강봉의 소량 구입이 어려워 정확한 물성 시험후 댐퍼를 제작하는 것이 매우 중요한 사항이다.

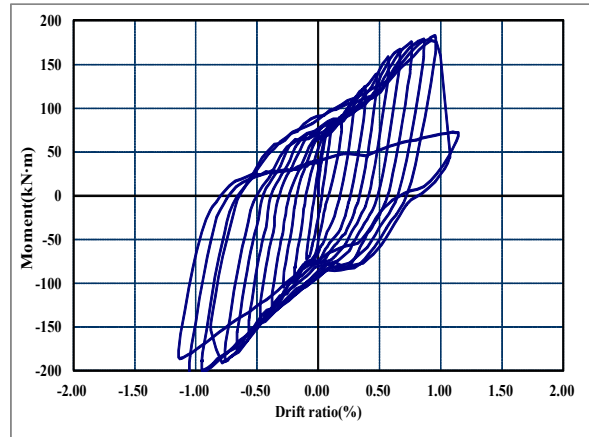


<Fig. 4> Making procedure of steel rod damper

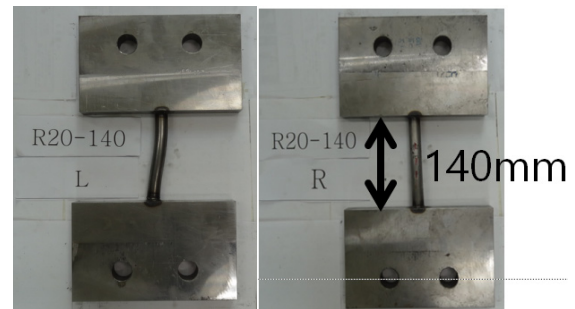
본 평가에 사용된 강봉댐퍼의 지름은 20mm, 15mm, 10mm이며, 강봉의 높이는 200mm, 140mm이다. 높이 200mm인 경우, 강봉댐퍼의 지름에 따라 R20-200, R15-200, R10-200로 실험체명을 정하였다. 높이 140mm인 경우, R20-140, R15-140, R10-140로 실험체명을 정하였다.

실험결과 지름 20mm이고, 스트럿 높이 200mm인 R20-200 실험체는 두 개의 댐퍼가 같이 거동하면서 가력방향댐퍼와 가력반대방향 댐퍼는 인장, 압축 하중을

교대로 받으면서 실험이 진행되었다. 정가력시 최대휨모멘트는 133.4kN·m, 이때의 변위비는 1.05%로 나타났다. 부가력시 최대하중은 -161.9kN·m, 이때의 변위비는 -1.05%로 나타났다.



(a) Moment-drift ratio curve



(b) Failure shape

<Fig. 5> Test results of R20-140

지름 20mm이고, 스트럿 높이 140mm인 R20-140 실험체는 두 개의 댐퍼가 같이 거동하면서 가력방향댐퍼와 가력반대방향 댐퍼는 인장, 압축 하중을 교대로 받으면서 실험이 진행되었다. 정가력시 최대하중은 186.1kN·m, 이때의 변위비는 0.95%로 나타났다. 부가력시 최대하중은 -208.5kN·m, 이때의 변위비는 -1.05%로 나타났다. <Fig. 5>에 나타난 모멘트-변위비 곡선에 의하면 변위비 1%까지 충분한 모멘트 저항능력을 보였다. 최대모멘트이후 급격한 모멘트 저하로 실험이 종료되었다. 또한 파괴양상에 의하면 댐퍼인 강봉이 면의 변형 없이 충분히 모멘트 및 변형에 저항한 것으로 확인할 수 있었다. 성능평가에서는 댐퍼 높이

200mm, 140mm를 각각 구분하여 동일 높이의 실험결과를 비교하고자 한다. 또한 강관댐퍼의 수평 단면적은 360mm<sup>2</sup>이며, 지름 20mm, 15mm, 10mm인 강봉댐퍼의 단면적은 각각 314mm<sup>2</sup>, 176.6mm<sup>2</sup>, 78.5mm<sup>2</sup>이다. 즉 동일 댐퍼 높이에 대한 강관댐퍼 및 강봉댐퍼의 성능을 비교하며, 차이점은 댐퍼 형상 및 단면적이다. 이상의 총 8개의 실험결과를 <Table 1>에 정리하여, 3장의 실험결과 평가를 진행하였다.

<Table 1> Test results

Name	(+ ) cycle		(- ) cycle	
	Moment [kN · m]	Drift ratio [%]	Moment [kN · m]	Drift ratio [%]
SI-200	97.28	0.20	97.2	0.20
R20-200	133.4	1.05	161.9	1.05
R15-200	103.5	0.57	92.3	0.86
R10-200	40.4	0.14	49.1	0.19
SI-140	101.3	0.28	117.2	0.26
R20-140	186.1	0.95	208.5	1.05
R15-140	101.0	1.05	102.9	0.76
R10-140	46.2	0.15	52.9	0.54

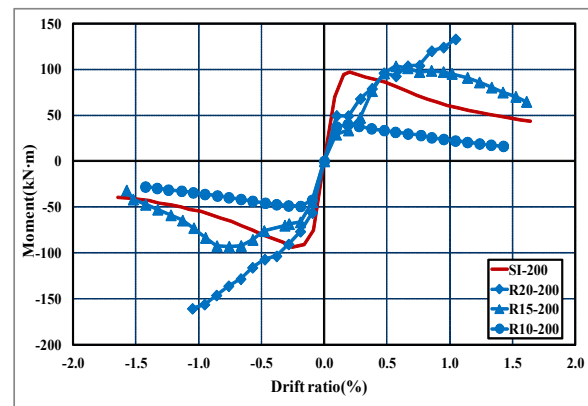
### 3. 포락선, 최대모멘트, 변위비, 연성비 비교

#### 3.1 댐퍼 높이 200mm

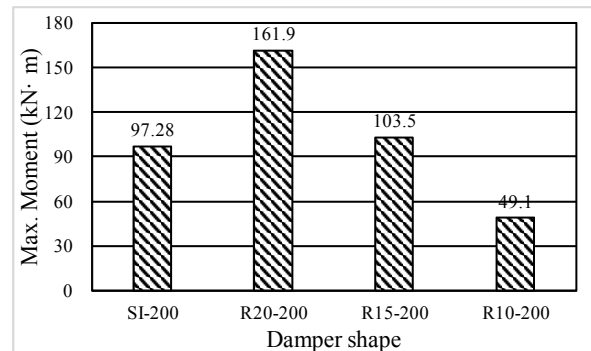
강관댐퍼인 SI-200, 강봉댐퍼인 R20-200, R15-200, R10-200의 모멘트-변위비 곡선을 포락선으로 정리하여 <Fig.6>에 나타내었다. 강봉댐퍼인 R20-200의 모멘트능력은 변위비 1%까지 쭉 상승하는 것으로 평가할 수 있으며, R15-200 및 SI-200이 유사한 최대모멘트능력을 보여주었다. 모멘트능력은 R10-200이 낮게 나타났다. 그렇지만 타 실험체 대비 단면적이 제일 적음을 고려하면, 일정 수준의 모멘트능력을 보유한 것으로 평가할 수 있다. SI-200 및 R10-200은 낮은 변위비에서 최대모멘트에 도달하였고, 그 이후 모멘트가 점차로 감소하면서 실험이 종료되었다.

포락선 비교를 보다 구체적으로 평가하기 위하여 <Fig. 7>에 4개 실험체의 최대모멘트 및 이때의 변위비를 나타내었다. 최대모멘트의 경우 R20-200이 가장 높게 나타났으며, R15-200, SI-200, R10-200의 순으로 평가되었다. 전반적으로 강봉댐퍼의 모멘트능력이 우수

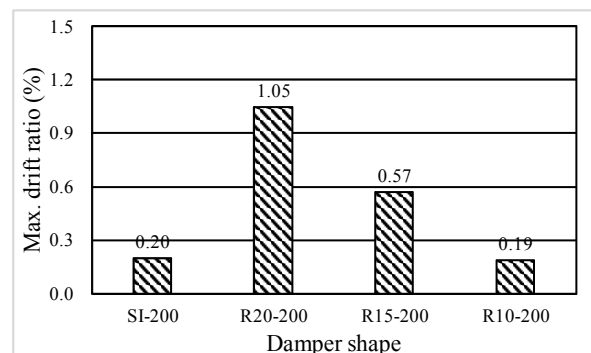
한 것을 확인할 수 있었다. R10-200의 단면적을 SI-200과 같이 환산할 경우 모멘트는 225.37kN·m로 SI-200의 97.28kN·m 대비 매우 큰 모멘트능력을 보유함을 확인할 수 있었다. 변위비의 경우 R20-200이 1.05%의 최대변위비까지 모멘트가 지속적으로 증가한 것으로 평가되었으며, R15-200, SI-200, R10-200의 순으로 평가되었다.



<Fig. 6> Comparison of envelope curve (height 200mm)

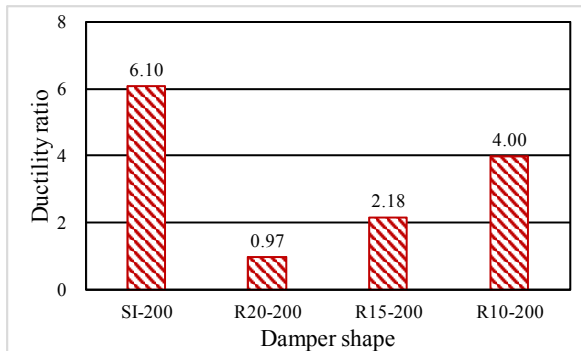


(a) Max. moment



(b) Max. drift ratio

<Fig. 7> Comparison of max. moment and drift ratio (height 200mm)

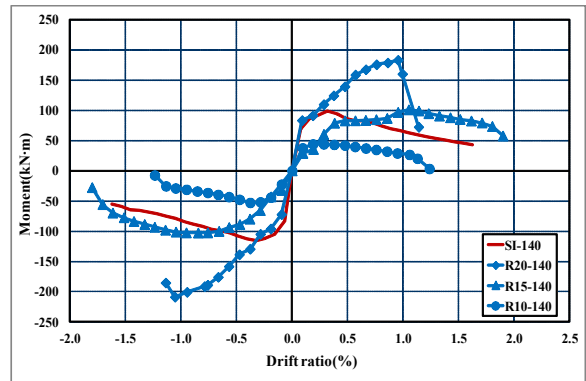


〈Fig. 8〉 Comparison of ductility ratio (height 200mm)

또한 최대모멘트발생 이후, 변형능력의 변화 정도를 평가하기 위하여 연성비(최대하중이 80% 떨어지는 점을 극한 변위비라 정하고, 극한변위비대 최대모멘트시 변위비를 연성비로 정의함)를 비교하여 〈Fig. 8〉에 나타내었다. 이에 의하면 최대모멘트 이후에도 지속적인 변형능력을 보인 SI-200의 연성비가 높게 평가되었으며, R10-200, R15-200, R20-200 순인 것으로 나타났다. 따라서 강봉댐퍼의 경우 최대모멘트 도달까지 외력에 대하여 높은 변위비로 저항하는 거동을 확인할 수 있었으며, 강관댐퍼는 최대모멘트능력이 강봉댐퍼 대비 상대적으로 낮은 변위비에 발생하여 연성비가 높게 나타나는 것으로 확인하였다.

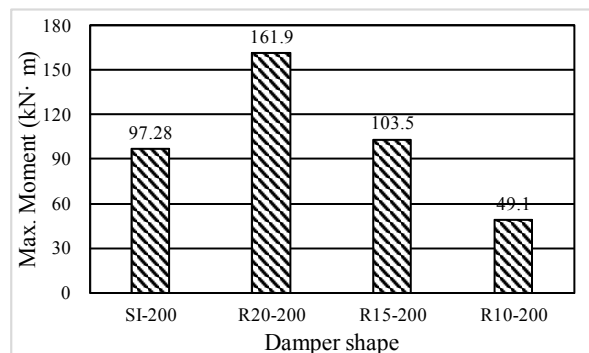
### 3.2 댐퍼 높이 140mm

강관댐퍼인 SI-140, 강봉댐퍼인 R20-140, R15-140, R10-140의 모멘트-변위비 곡선을 포락선으로 정리하여 〈Fig.9〉에 나타내었다. 전반적으로 댐퍼 높이 200mm와 유사한 거동을 보였는데, 모멘트 능력의 경우, 강봉댐퍼인 R20-140은 변위비 1%까지 지속적으로 증가하는 것으로 평가할 수 있으며, R15-140 및 SI-140이 유사한 최대모멘트능력을 보여주었다. 또한 단면적이 제일 적음을 고려할 경우 R10-140은 우수한 모멘트 변형능력을 나타내었다.

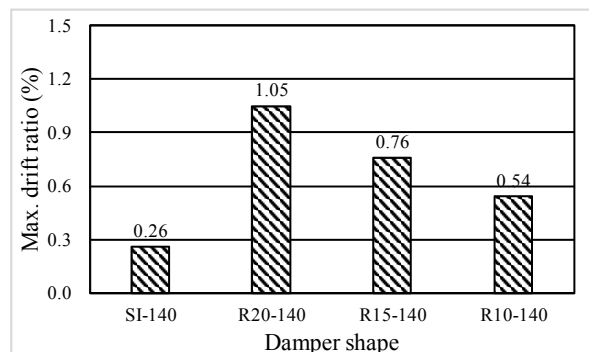


〈Fig. 9〉 Comparison of envelope curve (height 140mm)

포락선 비교를 상세히 평가하기 위하여 〈Fig. 10〉에 4개 실험체의 최대모멘트 및 이때의 변위비를 나타내었다. 최대모멘트의 경우 R20-140이 가장 높게 나타났으며, SI-140, R15-140, R10-140의 순으로 평가되었다.



(a) Manx. moment



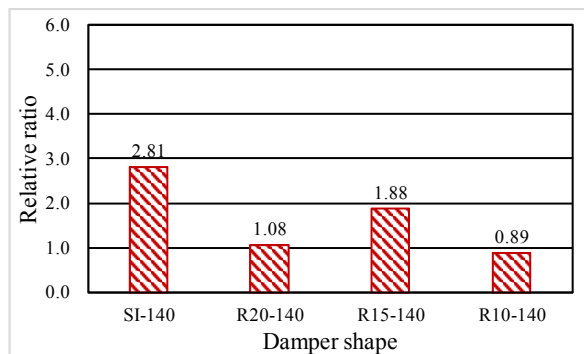
(b) Max. drift ratio

〈Fig. 10〉 Comparison of max. moment and drift ratio (height 140mm)

댐퍼 높이 200mm인 경우와 마찬가지로 지름 20mm 인 강봉댐퍼의 모멘트능력이 우수한 것을 확인할 수 있

었다. 단면적이 상대적으로 작은 R10-140의 경우도, SI-140과 동일 단면적으로 환산할 경우, 우수한 모멘트 능력을 보유함을 확인할 수 있었다. 변위비의 경우 R20-140이 변위비 1.05%까지 지속적으로 증가되는 것으로 평가되었는데, 이는 댐퍼 높이 200mm와 동일한 결과이다. 또한 R15-140, R10-140, SI-140의 순으로 평가되었다. 즉 강봉댐퍼는 최대모멘트에 순간적으로 도달하는 것이 아니라, 점진적으로 댐퍼가 변형하면서 최대모멘트에 도달하여 자기의 능력을 충분히 발휘한 것으로 평가되었다.

또한 최대모멘트발생 이후, 변형능력의 변화 정도를 평가하기 위하여 연성비 평가한 결과를 <Fig. 11>에 나타내었다. 이에 의하면 최대모멘트 이후에도 지속적인 변형능력을 보인 SI-140의 연성비가 크게 평가되었으며, R15-140, R20-140, R10-140 순인 것으로 나타났다. 따라서 강봉댐퍼의 경우 최대모멘트 도달까지 외력에 대하여 높은 변위비로 저항하는 거동을 확인할 수 있었으며, 강관댐퍼는 비교적 낮은 변위비에 최대모멘트에 도달하였으며, 그 이후에도, 지속적인 연성거동을 보이는 것으로 평가할 수 있었다.



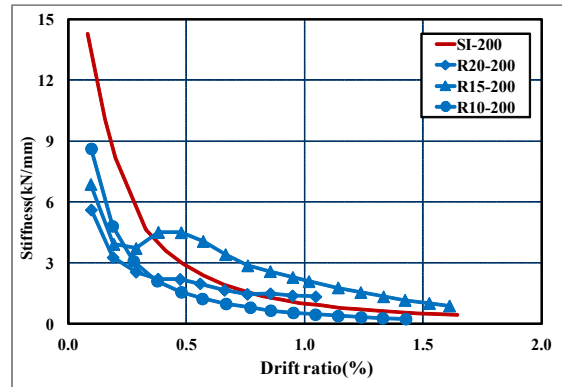
<Fig. 11> Comparison of ductility ratio (height 140mm)

## 4. 강성저하 및 에너지소산능력비교

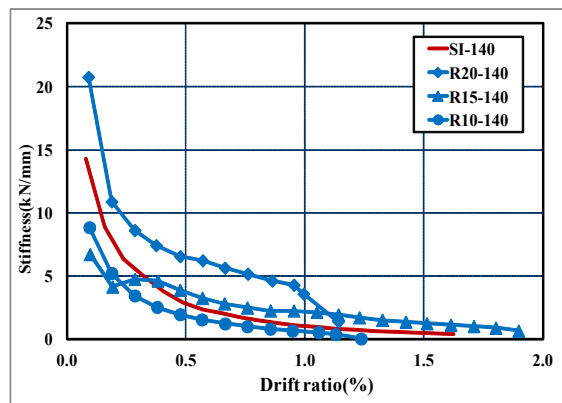
### 4.1 강성저하

200mm, 140mm의 댐퍼 높이로 정리한 정(+) 사이클의 강성 저하를 <Fig.12>에 나타내었다. 댐퍼 높이 200mm인 경우, 변위비 0.5%까지는 SI-200의 강성저하가 가장 큰 것으로 평가할 수 있으며, 그 이후의 변위비

에서는 거의 유사한 강성저하를 나타내었다. 댐퍼 높이 140mm의 경우 R20-140의 강성저하가 가장 큰 것으로 평가되었다.



(a) height 200mm

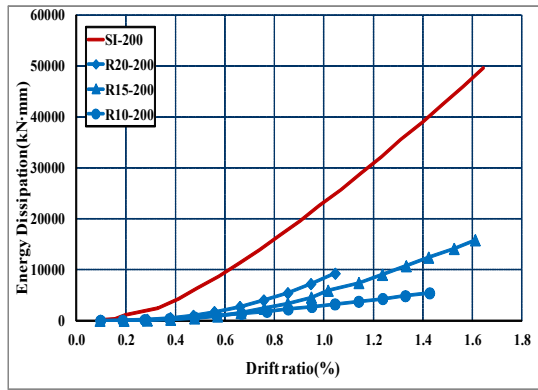


(b) height 140mm

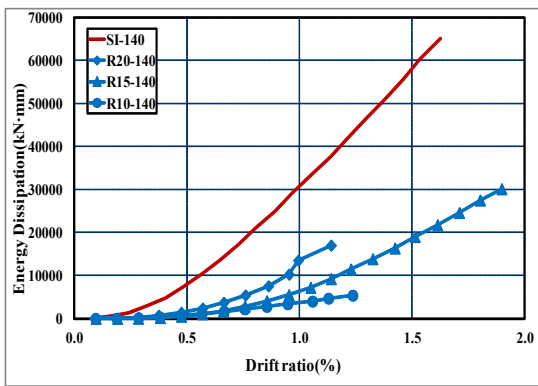
<Fig. 12> Comparison of stiffness degradation (+ cycle)

### 4.2 에너지소산능력

1사이클 당 모멘트-변위비 곡선을 면적으로 정리한 에너지소산능력을 <Fig.13>에 나타내었다. 댐퍼 높이 200mm인 경우, SI-200이 가장 풍부한 에너지소산능력을 나타내었다. 그렇지만 단면적의 차이를 고려할 경우 강봉 댐퍼도 충분하지는 않지만 적절한 에너지소산능력을 발휘함을 확인할 수 있었다. 댐퍼 높이 140mm의 경우도 200mm 경우와 유사한 결과를 나타내었으며, SI-140의 에너지소산능력이 우수한 것으로 평가되었다.



(a) height 200mm



(b) height 140mm

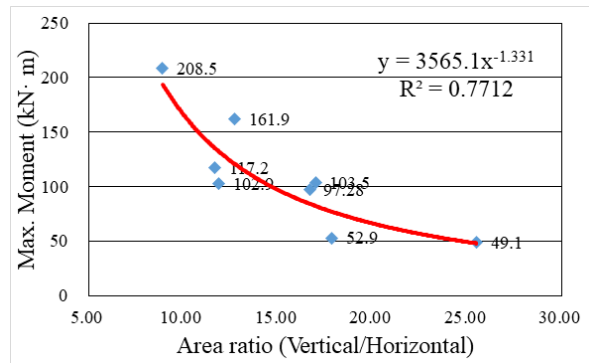
〈Fig. 13〉 Comparison of energy dissipation area

〈Table 2〉 Damper area ratio

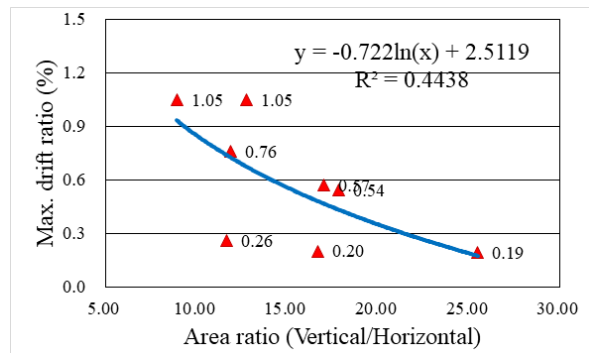
Specimen name	Area ratio
SI-200	16.67
R20-200	12.74
R15-200	16.99
R10-200	25.48
SI-140	11.67
R20-140	8.92
R15-140	11.89
R10-140	17.83

## 5. 면적비 및 종합 평가

3장 및 4장에서는 댐퍼 높이를 200mm, 140mm로 구분하고 모멘트 및 변위비, 포락선, 강성저하, 에너지소산 능력을 평가하였는데, 보다 명확한 추세 분석을 위하여 〈Table 2〉와 같이 댐퍼의 수직 단면적을 수평단면적으로 나눈 면적비로 최대모멘트 및 이때의 최대변위비를 비교하여 보았다. 이에 의하면 SI-200 및 SI-140의 면적비가 R15-200 및 R15-140의 면적과 유사함을 확인할 수 있었다.



(a) Max. moment



(b) Max. drift ratio

〈Fig. 14〉 Comparison of damper area ratio

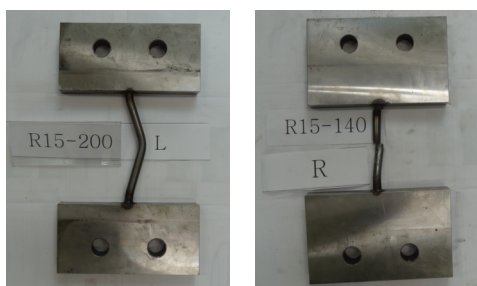
〈Table 2〉의 면적비를 이용하여 정리한 최대모멘트 및 최대모멘트시의 변위비를 〈Fig.14〉에 나타내었다. 이에 의하면 강봉댐퍼인 R20-140이 제일 높은 모멘트능력을 가지고, R10-140이 제일 낮은 모멘트능력을 가진 것을 확인할 수 있었다. 전반적으로 면적비 10과 20 사이에 대부분 최대모멘트능력이 발휘됨을 확인할 수 있었다. 이를 회귀분석한 결과, 신뢰도지수( $R^2$ ) 0.77로 나타

난 식 (1)과 같은 지수함수로 추세선을 산정할 수 있었다. 여기서  $x$ 는 댐퍼 수직단면적에 대한 수평단면적 비이다. 또한 강봉댐퍼의 경우 지름 15mm의 R15-200 및 R15-140의 거동이 매우 안정적이며, 강관댐퍼의 거동과 매우 유사함을 확인할 수 있었다.

$$y = 3565.1x^{-1.331} \quad (1)$$

최대모멘트시의 변위비를 정리한 <Fig.14>에 의하면, R20-200 및 R20-140이 제일 높은 변위비를, R10-200이 제일 낮은 변위비를 나타내었다. 최대모멘트와 마찬가지로 면적비 10과 20사이에 0.2%~0.76%의 변위비가 발생하였다. 이를 회귀분석을 수행하여 추세를 평가한 결과, 신뢰지수가 낮은 0.44의 추세식을 도출할 수 있었다. 추세선에 근접한 변위비를 나타낸 실험체는 강봉댐퍼인 R15-200, R15-140, R10-140인데, 이는 매우 높은 신뢰도로 평가할 수 있었다. 반면 강관댐퍼는 추세선보다 낮은 변위비를 보였다.

이상의 댐퍼 면적비에 의한 최대모멘트 및 변위비 평가 결과, 강봉댐퍼의 경우 지름 15mm의 R15-200 및 R15-140의 거동이 매우 안정적이며, 강관댐퍼의 거동과 유사함을 확인할 수 있었다. 이를 <Fig. 15>에 나타난 파괴양상에서도 확인할 수 있는데, 강봉댐퍼가 면외변형 없이 가력방향으로 변형하다가 파괴된 거동을 확인할 수 있었다.



<Fig. 15> Failure shape R15-200 and R15-140

이는 <Fig. 3>의 강관댐퍼 면외변형과는 확연히 다른 거동을 보이는 것으로 강봉 댐퍼가 면외거동 보다는 안정적인 면내거동을 발휘함에 근거한 것으로 판단된다. 또한 강관댐퍼는 모멘트능력이 지름 20mm인 강봉댐퍼

보다는 낮으며, 지름 15mm인 강봉댐퍼와는 유사한 것으로 평가되었다.

## 6. 결론

본 연구에서는 록킹 거동을 하는 강관댐퍼 연구결과를 바탕으로 하여, 강관댐퍼의 취약점인 일방향성을 개선한 강봉댐퍼의 강도 및 변형능력을 상호 비교하여, 그 성능을 평가하였다.

1) 댐퍼의 높이를 200mm, 140mm로 구분하여, 포락선, 최대모멘트, 변위비, 연성비, 강성저하 및 에너지소산능력을 평가한 결과, 강관댐퍼와 유사한 거동을 보이는 것은 단면적이 강관대비 0.49배 적은 지름 15mm인 강봉댐퍼인 것으로 평가되었다. 지름 20mm인 강봉댐퍼는 최대모멘트 발휘시 변위비가 1%에 도달하였으나, 강관댐퍼는 변위비 0.2%로 평가되었다. 또한 강봉댐퍼는 면외변형 없이 면내변형으로 최종 파괴에 도달한 실험 결과로부터, 강관댐퍼의 면외거동을 개선할 수 있는 것으로 판단된다.

2) 댐퍼의 수직 단면적을 수평단면적으로 나눈 면적비로 최대모멘트 및 이때의 최대변위비를 평가한 결과, 강봉댐퍼의 경우 지름 15를 사용한 R15-200 및 R15-140의 거동이 매우 안정적임을 확인할 수 있었다.

## 감사의 글

본 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (2022R1F1A1063821).

## References

1. Chen, G. & Eads, S.A., "Behavior and Fatigue Properties of Metallic Dampers for Seismic Retrofit of Highways Bridges", University of Missouri/Roll, RDT 05-007, 2005.
2. Baek, E.L., Oh, S.H, & Lee, S.H., "Seismic performance of an existing low-rise reinforced concrete piloti building retrofitted



- by steel rod damper”, EESK J Earthquake Eng, 18(5), pp.241-251, 2014, doi: 10.5000/EESK.2014.18.5.241
3. Marriott, D., Pampanin, S., Bull, D., & Palermo, A, "Dynamic testing of precast, post-tensioned rocking wall systems with alternative dissipating solutions", Bulletin of the New Zealand Society of Earthquake Engineering, Vol.41, No.2, pp.90~103, 2008, doi: 10.5459/bnzsee.41.2.90-103
  4. Lee, H.H. "Steel Rod damper and Rocking Behavior", Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection, 24(6), pp.49~57, 2020, doi: 10.11112/jksmi.2020.24.6.1
  5. Lee, H.H., "Rocking Behavior of Steel Damper Shape", Journal of the Korean Association for Spatial Structures, Vol.20, No.4, pp.45~52, 2020, doi: 10.9712/KASS.2020.20.4.45
  6. Belleeri A, Schoettler M, Restrepo J. I, & Fleischman R. B., "Dynamic behavior of rocking and hybrid cantilever walls in a precast concrete building", ACI Structural Journal, May-June, 2014.
  7. Hashemi, A., Zarnani, P, Masoudnia. & Quenneville, P., "Seismic resilient lateral load resisting system for timber structures", Construction and Building Materials, 149, pp.432-443, 2017, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2017.05.112
  8. Lee, H.H. "Strain Characteristics of Steel Rod Bar Damper by Aspect Ratio 13", Proceeding of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection, 24(1), pp.98, 2020.
  9. Oh, S.H. and Choi, K.Y., "An experience study of structural performance of steel rod damperl. Proceeding of the Architectural Institute of Korea, 27(1), 731-732, 2017.
- Received : September 20, 2022
  - Revised : November 11, 2022
  - Accepted : November 22, 2022