



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0027865
(43) 공개일자 2014년03월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
E04B 1/98 (2006.01) E04H 9/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0042241
(22) 출원일자 2013년04월17일
심사청구일자 2013년04월17일
(30) 우선권주장
1020120093492 2012년08월27일 대한민국(KR)

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울시 성북구 안암로 145 (안암동)
유니슨이테크 주식회사
충청남도 천안시 동남구 수신면 우각골길 53
(주) 동양구조안전기술
서울특별시 강남구 학동로 208, 오창빌딩 301호
(논현동)
(72) 발명자
주영규
서울 송파구 송이로19길 12-3, 103동 905호 (가락
동, 쌍용3차스위닷홈)
이창환
서울 성북구 인촌로12길 34, 202호 (안암동3가)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
정기택, 오위환

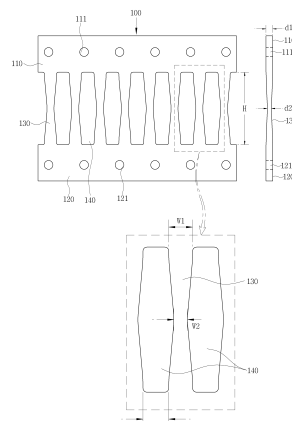
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 변단면 스트립형 강재 댐퍼

(57) 요약

본 발명은 지진하중 등에 의한 수평 하중 발생시 스트립(strip) 전체에 걸쳐 하중을 균일하게 분산하여 에너지 소산 효율을 향상시킬 수 있는 스트립형 강재 댐퍼에 관한 것으로, 본 발명에 따른 스트립형 강재 댐퍼는, 정면부가 건축구조물에 고정되는 상부고정판과; 상기 상부고정판의 하측에 일정 거리 이격되어 나란하게 배치되며 정면부가 건축구조물에 고정되는 하부고정판과; 상단이 상기 상부고정판의 하단 가로변에 연결되고 하단이 상기 하부고정판의 상단 가로변에 연결되도록 형성되며, 상부고정판과 하부고정판의 가로방향을 따라 일정 간격으로 형성되어 복수개의 슬릿을 형성하되, 상단부와 하단부의 폭이 중간부의 폭보다 넓은 형상을 갖는 복수개의 스트립(strip)을 포함하며; 상기 스트립은 단부의 폭과 높이의 형상비(W1:H)가 1:5 ~ 1:8인 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

김상대

서울 강북구 삼각산로 143-1, 7동 611호 (수유동, 벽산아파트)

정광량

서울 강남구 학동로 208, 301호 (논현동, 오창빌딩)

우운택

서울 강남구 학동로 208, 301호 (논현동, 오창빌딩)

이윤희

경기 성남시 분당구 수내로 174, 103동 601호 (수내동, 푸른마을벽산신성아파트)

정성찬

서울 강남구 삼성로 212, 13동 808호 (대치동, 은마아파트)

이명규

경기도 성남시 도촌남로 22 휴먼시아 섬마을 아파트1단지 103동 202호

임호철

서울 종로구 숭인동1길 34, 202호 (숭인동, 현진빌라트)

특허청구의 범위

청구항 1

정면부가 건축구조물에 고정되는 상부고정판(110)과;

상기 상부고정판(110)의 하측에 일정 거리 이격되어 나란하게 배치되며 정면부가 건축구조물에 고정되는 하부고정판(120)과;

상단이 상기 상부고정판(110)의 하단 가로변에 연결되고 하단이 상기 하부고정판(120)의 상단 가로변에 연결되도록 형성되며, 상부고정판(110)과 하부고정판(120)의 가로방향을 따라 일정 간격으로 형성되어 복수개의 슬릿(140)을 형성하되, 상단부와 하단부의 폭(W1)이 중간부의 폭(W2)보다 넓은 형상을 갖는 복수개의 스트립(130)(strip)을 포함하며;

상기 스트립(130)은 단부의 폭(W1)과 높이(H)의 형상비(W1:H)가 1:5 ~ 1:8인 것을 특징으로 하는 변단면 스트립형 강제 댐퍼.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 스트립(130)은 상단부 및 하단부의 두께(d1)가 중간부의 두께(d2)보다 큰 것을 특징으로 하는 변단면 스트립형 강제 댐퍼.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 스트립(130)의 상단부 및 하단부의 폭(W1)에 대한 중앙부 폭(W2)의 비($\gamma = W2/W1$)는 0.38~0.65인 것을 특징으로 하는 변단면 스트립형 강제 댐퍼.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 스트립(130)의 상단부 및 하단부의 폭(W1)에 대한 중앙부 폭(W2)의 비($\gamma = W2/W1$)는 0.52~0.59인 것을 특징으로 하는 변단면 스트립형 강제 댐퍼.

청구항 5

제2항에 있어서, 상기 스트립(130)의 상단부 및 하단부의 두께(d1)에 대한 중간부의 두께(d2)의 비(d2/d1)는 0.5~0.9인 것을 특징으로 하는 변단면 스트립형 강제 댐퍼.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 강제 댐퍼에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 상하 방향으로 긴 복수개의 스트립이 테이퍼진 형태로 형성되어 지진하중 작용시 강재의 소성 변형에 의해 에너지를 흡수하여 구조물을 보호할 수 있도록 한 변단면 스트립형 강제 댐퍼에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 강재를 이용한 제진장치는 주요 구조체의 손상이 발생하기 전에 조기에 댐퍼의 강재가 항복하여 에너지를 흡수하기 위해 설치되는 것으로, 사용재료가 저가이며 거동이 안정적인 특징을 가지고 있다. 강제 댐퍼는 전단패널형과 스트립형 등으로 구분된다.

[0003] 도 1은 종래의 스트립형 강제 댐퍼의 일례를 나타낸 도면으로, 스트립형 강제 댐퍼(10)는 강재가 조기에 항복할 수 있도록 강판에 상하 방향으로 기다란 슬릿(slit)(12)을 형성한 구조로 이루어진다. 이러한 스트립형 강제 댐퍼는 지진하중과 같은 수평방향의 하중이 작용하게 되면 상기 슬릿(12)을 형성하는 스트립(strip)(11)이 휘면서

에너지를 소산시켜 구조물을 보호하는 작용을 하게 되는데, 수평하중 발생시 스트립(11)의 상단 및 하단으로 갈수록 내부에 발생하는 힘이 증가하게 되므로 스트립(11)의 상단 및 하단에서 지진에 의한 손상이 집중되는 현상이 발생한다.

[0004] 그런데, 종래의 스트립 강재 댐퍼는 슬릿(12)을 형성하는 스트립(11)이 일자형으로서 상단에서부터 하단까지 모두 일정한 폭을 갖기 때문에 하중에 견디는 에너지 소산 효율이 저하되는 문제가 있다.

[0005] 이러한 문제를 해결하기 위한 것으로, 일본 공개특허공보 2000-234454호에 스트립의 상,하 단부 폭이 중앙부보다 큰 테이퍼 형태를 갖는 강재 댐퍼가 개시되어 있다. 그러나, 이러한 테이퍼형 스트립을 갖는 종래의 강재 댐퍼는 전단 현상에 따른 파괴 및 에너지 소산 효율 등을 고려하여 설계되지 않았기 때문에 실제 지진 하중과 같은 수평 하중에서 에너지를 소산시키는 능력에 한계가 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 2000-234454(공개일자: 2000년 8월 29일) : 탄소성 댐퍼, 및 내진 구조

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기와 같은 문제를 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 목적은 지진하중에 의한 수평 하중 발생시 내부에 발생하는 힘에 비례하여 슬릿을 형성하는 강판, 즉 스트립(strip)의 단면을 구성함으로써 전단 파괴를 방지하고 에너지 소산 효율을 향상시킬 수 있는 스트립형 강재 댐퍼를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 스트립형 강재 댐퍼는, 정면부가 건축구조물에 고정되는 상부고정판과; 상기 상부고정판의 하측에 일정 거리 이격되어 나란하게 배치되며 정면부가 건축구조물에 고정되는 하부고정판과; 상단이 상기 상부고정판의 하단 가로변에 연결되고 하단이 상기 하부고정판의 상단 가로변에 연결되도록 형성되며, 상부고정판과 하부고정판의 가로방향을 따라 일정 간격으로 형성되어 복수개의 슬릿을 형성하되, 상단부와 하단부의 폭이 중간부의 폭보다 넓은 형상을 갖는 복수개의 스트립(strip)을 포함하며; 상기 스트립은 단부의 폭과 높이의 형상비(W1:H)가 1:5 ~ 1:8인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0009] 본 발명의 강재 댐퍼는 스트립의 형태가 상단 및 하단부에서 중간부로 갈수록 좌우 폭과 두께가 작아지는 테이퍼진 형태를 가지며, 특정한 스트립의 단부 폭과 높이에 대한 형상비, 스트립의 단부 폭과 중앙부 폭 간의 비, 스트립의 단부 두께와 중앙부 두께 간의 비가 설정 범위로 설계되도록 함으로써 하중이 집중되는 상단부 및 하단부에서 지지강도가 향상되고 중간 부분에서도 전단을 억제하면서 효율적인 소성 변형이 일어나게 되어 기존의 일자형 스트립 또는 테이퍼형 스트립을 갖는 강재 댐퍼에 비하여 향상된 에너지 소산 성능을 갖게 되는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 종래의 스트립형 강재 댐퍼의 정면도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 스트립형 강재 댐퍼가 적용된 브레이스형 철골 구조물의 정면도이다.

도 3은 도 2의 스트립형 강재 댐퍼의 정면도 및 측면도를 함께 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명에 따른 스트립형 강재 댐퍼의 다른 실시예를 나타낸 정면도 및 측면도이다.

도 5는 본 발명에 따른 스트립형 강재 댐퍼의 또 다른 실시예를 나타낸 정면도 및 측면도이다.

도 6은 본 발명에 따른 스트립형 강재 댐퍼의 스트립이 최소 형상비(1:5) 및 최대 형상비(1:8)인 경우를 나타낸 정면도이다.

도 7은 본 발명에 따른 스트립형 강재 댐퍼의 스트립의 폭 비(γ)를 변수로 하여 유한요소해석을 수행하여 얻어진 응력분포를 나타낸 도면이다.

도 8은 본 발명에 따른 스트립형 강재 댐퍼의 스트립의 폭 비(γ)에 따른 전체체적에 대한 항복체적의 비를 나타낸 그래프이다.

도 9a 내지 도 9c는 본 발명에 따른 스트립형 강재 댐퍼의 스트립 형상을 도출하는 과정의 일례를 순차적으로 나타낸 도면이다.

도 9a 및 도 9b는 각각 기존의 스트립형 강재 댐퍼와 본 발명의 스트립형 강재 댐퍼의 변형에 따른 정규화하중을 나타낸 그래프이다.

도 11은 실험 결과를 바탕으로 기존의 스트립형 강재 댐퍼와 본 발명의 스트립형 강재 댐퍼의 단위체적당 에너지 흡수량을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 변단면 스트립형 강재 댐퍼의 바람직한 실시예를 상세히 설명한다.
- [0012] 도 2는 본 발명에 따른 변단면 스트립형 강재 댐퍼가 적용된 브레이스형 철골 구조물을 나타낸 것으로, 이 브레이스형 철골 구조물은 철골구조의 주요부재인 기둥(2)과 보(3)를 대각선인 X형으로 연결하는 복수개의 브레이스(4)들과, 기둥(2)과 보(3)로 연결된 공간의 중간부에 위치하며 기둥(2) 및 보(3)에 연결된 브레이스(4)들의 단부가 연결되는 강재 댐퍼(100)를 포함한다.
- [0013] 상기 4개의 브레이스(4)들의 외측 단부는 상기 기둥(2)과 보(3)가 상호 연결된 사각형의 철골구조의 안쪽 4 모서리부위에 용접 또는 볼트체결에 의해 고정된다. 상기 브레이스(4)가 고정된 기둥(2) 및 보(3)에는 가셋 플레이트(5)가 설치되어 기둥(2)과 보(3)에 연결된 4개의 브레이스(4)를 지지한다.
- [0014] 상기 4개의 브레이스(4)들의 내측 단부에는 상기 강재 댐퍼(100)가 연결부(6)을 매개로 용접 또는 볼트체결 등에 의해 고정된다. 상기 강재 댐퍼(100)는 철골 구조물에 지진하중 등의 수평 하중이 발생할 때 소성 변형되면서 에너지를 흡수하게 된다.
- [0015] 도 3을 참조하면, 본 발명의 강재 댐퍼(100)는 상기 연결부(6)의 상단부에 고정되는 상부고정판(110)과, 상기 상부고정판(110)의 하측에 일정 거리 이격되어 나란하게 배치되며 상기 연결부(6)의 하단부에 고정되는 하부고정판(120)과, 상기 상부고정판(110)과 하부고정판(120) 사이를 연결하는 복수개의 스트립(strip)(130)을 포함한 구성으로 이루어진다.
- [0016] 상기 상부고정판(110)과 하부고정판(120)은 정면에서 보았을 때 직사각형의 강판(steel plate)으로 이루어져 각각의 정면부가 연결부(6)에 결합된다. 상기 상부고정판(110)과 하부고정판(120)의 정면부에는 상기 연결부(6)과의 볼트 체결을 위한 복수개의 볼트체결공(111, 121)들이 가로 방향을 따라 형성되어 있다.
- [0017] 상기 스트립(130)은 상단이 상기 상부고정판(110)의 하단 가로변에 일체로 연결되고 하단이 상기 하부고정판(120)의 상단 가로변에 일체로 연결되도록 형성된다. 또한, 상기 스트립(130)들은 상부고정판(110)과 하부고정판(120)의 가로방향(좌우방향)을 따라 일정 간격으로 형성되어 복수개의 슬릿(140)을 형성하게 된다.
- [0018] 상기 각각의 스트립(130)은 상단부와 하단부의 좌우 폭(W_1)이 중간부의 좌우 폭(W_2)보다 넓게 형성된다. 즉, 상기 스트립(130)은 상단부 및 하단부의 폭(W_1)이 중간부보다 넓은 테이퍼진(tapered) 형태를 갖는다. 이와 같이 스트립(130)이 테이퍼진 형태를 갖게 되면, 지진하중 등의 수평하중이 발생할 때 상단부 및 하단부에 집중될 수 있는 응력을 스트립 전체 높이에 걸쳐 효과적으로 분산시켜 에너지 소산 성능을 향상시킬 수 있게 된다. 상기 스트립(130)의 상단 폭과 하단 폭은 반드시 동일할 필요는 없으며, 두께에 따라 변화할 수 있다.
- [0019] 이 실시예에서 상기 스트립(130)의 좌우 폭은 상단 및 하단에서 중간으로 갈수록 일정하게 점진적으로 작아지면서 직선형으로 테이퍼진 형태를 갖는다. 하지만, 스트립(130)의 양측 변부가 포물선 형태 등의 곡선형을 이루면서 좌우 폭이 점진적으로 작아지게 형성될 수도 있다. 또한, 상기 스트립(130)은 도 4에 도시된 것처럼 상단과 하단 및/또는 중간부의 일부 구간에서는 폭이 일정하게 형성되고 이 구간 이외의 부분에서는 폭이 점진적으로

가변되는 테이퍼진 형태를 가질 수 있지만, 도 5에 도시한 것과 같이 상단 및 하단에서 중앙까지 완전히 점진적으로 폭이 가변되는 형태를 가질 수도 있다.

[0020] 또한, 상기 스트립(130)은 좌우 폭과 함께 두께(d_1 , d_2)도 상단부 및 하단부가 중간부보다 두껍게 형성되는 것이 바람직하다. 이 경우 상기 스트립(130)의 두께(d_1 , d_2)는 상단 및 하단에서 중간으로 갈수록 점진적으로 작아지는 테이퍼진 형태를 가질 수 있다. 상기 스트립(130)의 두께(d_1 , d_2)는 상단 및 하단에서 중간까지 완전히 점진적으로 두께가 작아지는 형태를 취할 수도 있지만, 도 4 및 도 5에 도시된 것처럼 상단부 및 하단부, 중간부의 일부 구간에서는 두께가 일정하게 형성될 수도 있을 것이다.

[0021] 한편 본 발명의 변단면 스트립형 강재 댐퍼는 단순한 설계와 거동을 위해 전단력을 무시하고 휨거동이 지배적인 형상비를 갖는다. 이를 위한 스트립(130)의 형상비, 즉 스트립(130)의 상,하단부 폭($W1$) 대 높이(H)의 비는 1:5 이상이 되도록 하는 것이 바람직하다(도 6의 (A) 참조). 그러나 형상비가 너무 커지면 면외좌굴에 취약해지기 때문에 최대 형상비는 1:8 이하가 되도록 하는 것이 바람직하다(도 6의 (B) 참조). 즉, 본 발명의 변단면 스트립형 강재 댐퍼는 스트립(130)의 단부의 폭($W1$)과 높이(H)의 형상비($W1:H$)가 1:5 ~ 1:8로 설계된다.

[0022] 또한 전술한 것과 같이 본 발명의 변단면 스트립형 강재 댐퍼는 에너지소산 효율을 높이기 위해 스트립(130)의 중앙부는 단부에 비해 폭이 좁은 형상을 가지고 있다. 그러나 중앙부의 폭($W2$)이 너무 좁아지는 경우는 스트립(130)이 휨강도를 발휘하기 전에 전단에 의해 파괴될 수 있다. 이러한 중앙부의 전단파괴를 방지하고 전단면이 고르게 항복할 수 있는 형상을 찾기 위해 스트립(130)의 상,하단부 폭($W1$)에 대한 중앙부 폭($W2$)의 비($W2/W1$),

즉 스트립 폭비(γ)를 변수로 하여 유한요소해석을 수행하였고, 몇 가지 γ 에 대한 응력분포가 도 7에 도시된 것과 같이 나타났다.

[0023] 도 7의 응력분포 도면과 도 8의 스트립 폭비(γ)에 따른 항복체적비의 그래프를 참조하면, γ 가 1이면, 즉 일자형의 스트립인 경우(도 7의 (d) 참조) 스트립의 상,하단부쪽에 응력이 집중되기 때문에 효율적이지 못하며, 항복체적은 전체 스트립 체적의 22%에 불과하다. 한편 γ 가 0.17인 경우, 즉 중앙부 폭($W2$)이 단부 폭($W1$)의 17%인 경우(도 7의 (a) 참조)는 42%의 체적이 항복하나, 중앙부 폭이 너무 좁아 전단에 의해 파괴되므로 바람직하지 않다.

[0024] 도 8에 도시된 그래프를 통해서 알 수 있는 것과 같이, γ 가 너무 낮으면 중앙부의 전단이 취약하고, γ 가 너무 높으면 에너지 소산 효율이 감소하므로, 본 발명에서는 스트립(130)의 효과적인 폭 비(γ)를 0.38~0.65로 제시한다. 상기 스트립(130)의 폭 비(γ)는 0.52~0.59일 때 에너지 소산 효율과 전단 강도 측면에서 가장 바람직하다.

[0025] 또한 본 발명의 변단면 스트립형 강재 댐퍼는 스트립(130)의 측면 두께가 중앙부가 단부보다 얇은 형상을 갖는다. 상기 스트립(130)의 단부와 중간부의 두께 비(d_2/d_1)는 폭의 비(γ)에 따라 변경될 수 있지만, 중간부 두께가 지나치게 얇은 경우 취성적인 파괴를 유발할 수 있으므로 본 발명에서는 스트립(130)의 단부와 중간부의 두께 비(d_2/d_1)는 0.5~0.9로 제시한다.

[0026] 도 9a 내지 도 9c는 상기와 같이 테이퍼진 스트립(130)의 형상을 도출하는 과정의 일례를 순차적으로 나타낸 것으로, 먼저 도 9a에 도시한 것과 같이 스트립(130)의 두께가 일정한 상태일 때 동시항복을 위한 이론적 스트립 소요폭을 결정하고, 도 9b에 도시한 것과 같이 두께가 변화하는 경우의 스트립 소요폭 감소를 계산하여 스트립 소요폭을 변경한다. 그리고, 최종적으로 도 9c에 도시한 것과 같이 설계 단순화를 통한 최종 스트립 형상을 결정한다.

[0027] 전술한 것과 같이 본 발명의 강재 댐퍼(100)는 스트립(130)의 형태가 상단 및 하단부에서 중간부로 갈수록 좌우 폭($W1$, $W2$)과 두께($d1$, $d2$)가 작아지는 테이퍼진 형태를 가짐으로써 하중이 집중되는 상단부 및 하단부에서 지지강도가 향상되고 중간 부분에서도 소성 변형이 쉽게 일어나게 되어 기존의 일자형 스트립을 갖는 강재 댐퍼에

비하여 향상된 에너지 소산 성능을 갖는 것으로 확인되었다.

[0028] 도 10a 및 도 10b는 각각 기존의 스트립형 강제 댐퍼와 본 발명의 변단면 스트립형 강제 댐퍼를 반복가력 실험한 결과를 나타낸 것으로, 기존 강제 댐퍼에 비해 본 발명에 의한 강제 댐퍼가 증가하는 변위에 대해 갑작스러운 파괴가 발생하지 않고, 보다 안정적으로 외부의 힘에 저항하고 있음을 확인할 수 있다.

[0029] 또한 변단면 스트립형 강제 댐퍼가 저항할 수 있는 최대 변형량(가로축)이 더 크기 때문에 댐퍼로서 우수한 성능을 보유하고 있음을 확인하였고, 이론 소성강도 대비 2배에 가까운 내력(세로축)을 발휘하기 때문에 충분한 잉여력 또한 보유하고 있음을 실험적으로 확인하였다.

[0030] 도 11은 실험 결과를 바탕으로 단위체적당 에너지 흡수량을 나타낸 것으로, 본 발명의 변단면 스트립형 강제 댐퍼가 기존의 강제 댐퍼에 비해 2배 이상의 에너지 흡수 효율을 가지고 있음을 확인하였으며, 이에 따라 기존 강제 댐퍼에 비해 약 50%의 물량으로 대상 건물에 제진장치로 적용이 가능한 것으로 예측되었다.

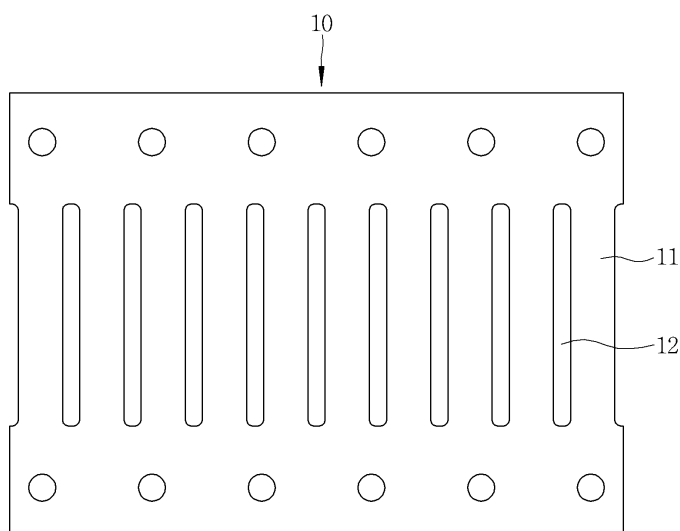
[0031] 이상에서는 본 발명에 대한 기술사상을 첨부 도면과 함께 서술하였지만 이는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시적으로 설명한 것이지 본 발명을 한정하는 것은 아니다. 또한 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 이라면 누구나 본 발명의 기술적 사상의 범주를 이탈하지 않는 범위 내에서 다양한 변형 및 모방이 가능함은 명백한 사실이다.

부호의 설명

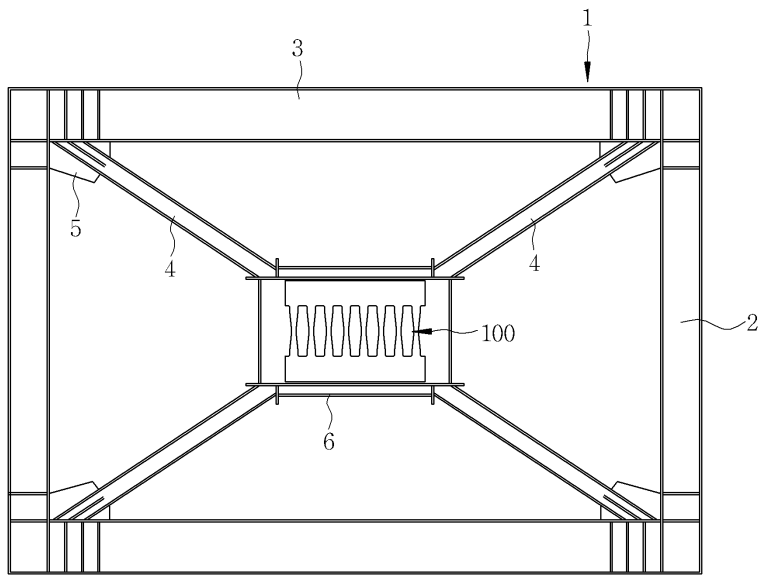
[0032]	100 : 강제 댐퍼	110 : 상부고정판
	111 : 볼트체결공	120 : 하부고정판
	121 : 볼트체결공	130 : 스트립
	140 : 슬릿(slit)	

도면

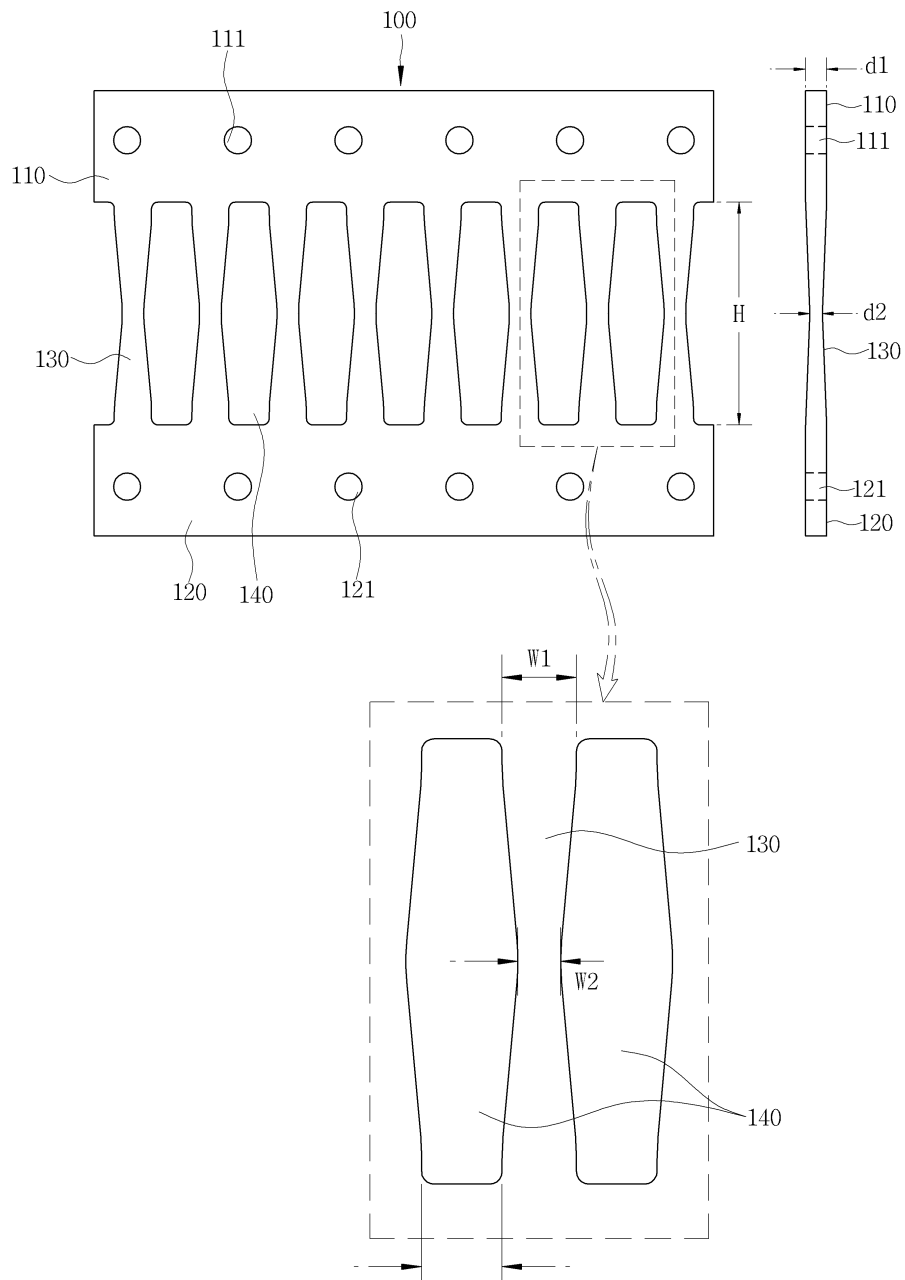
도면1



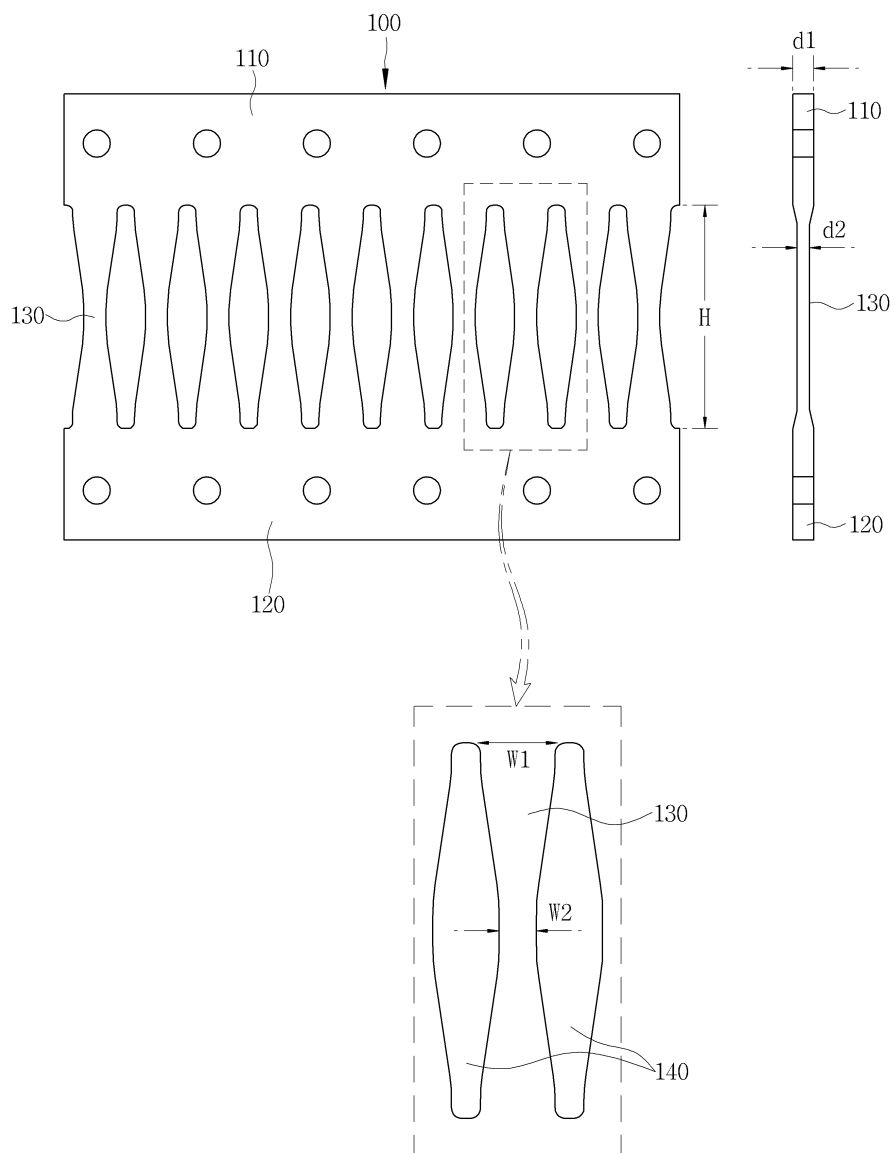
도면2



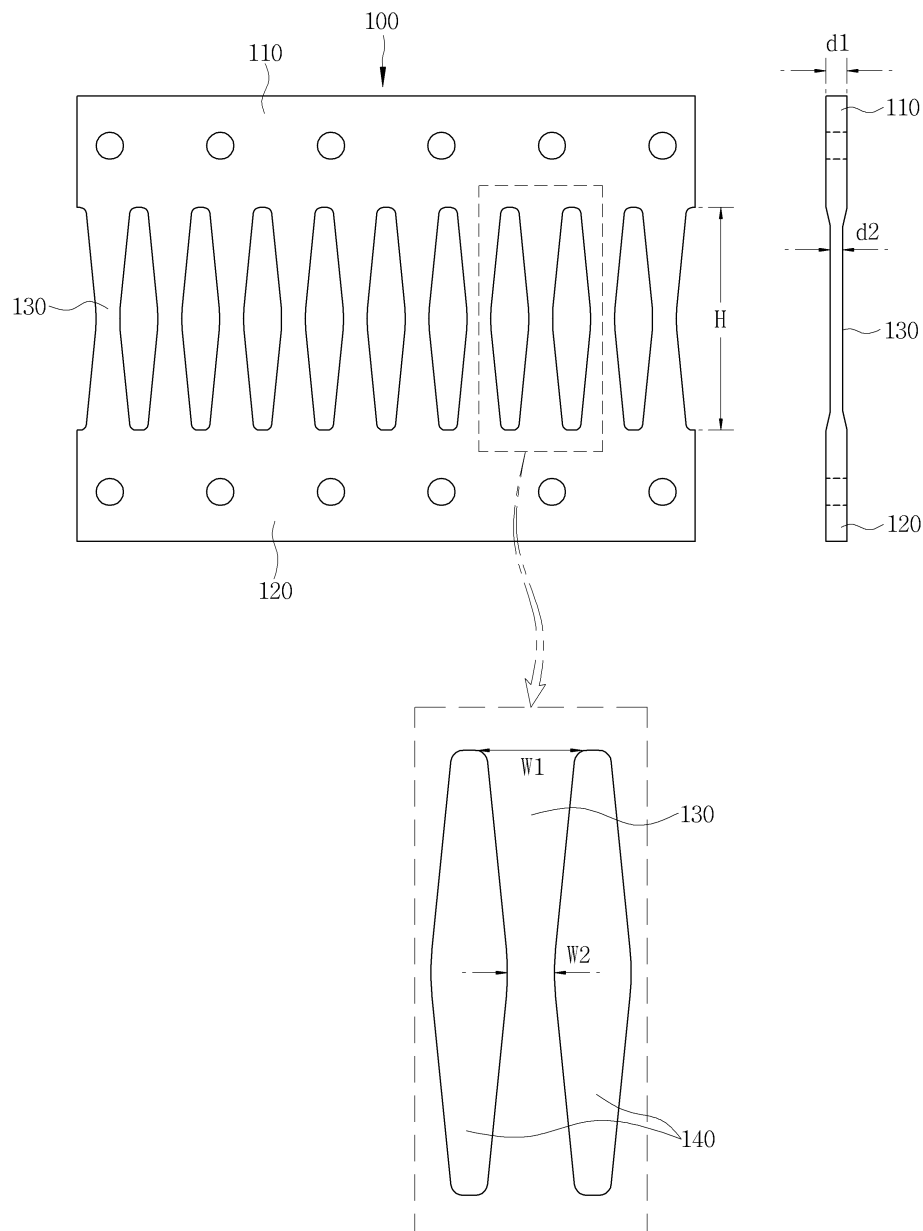
도면3



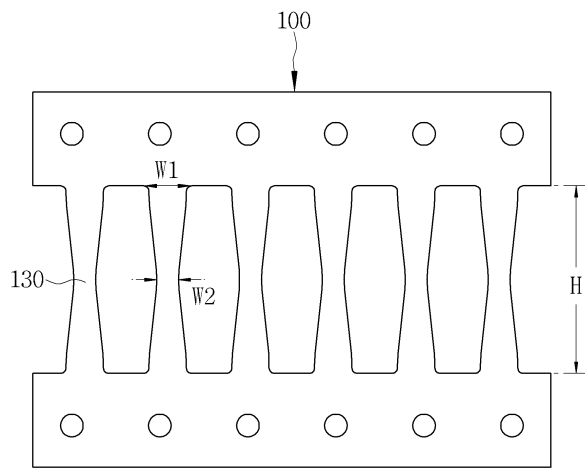
도면4



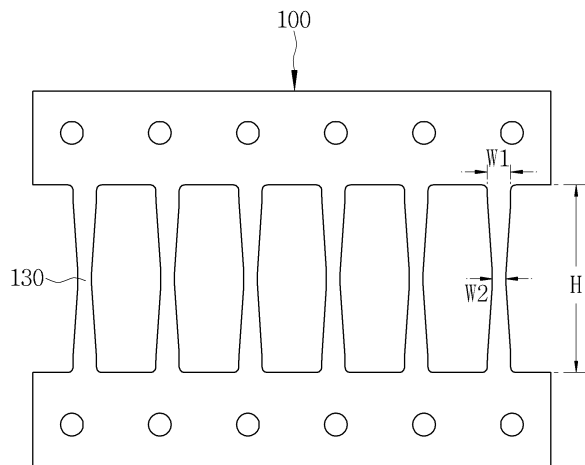
도면5



도면6

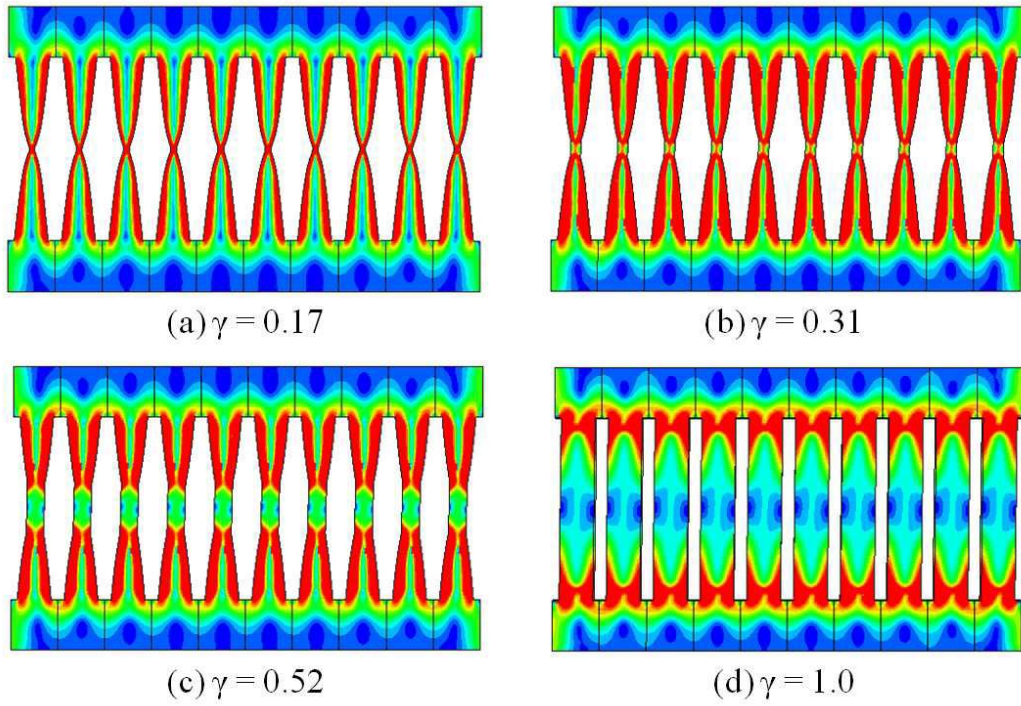


(A) 최소 형상비(1:5)일 때

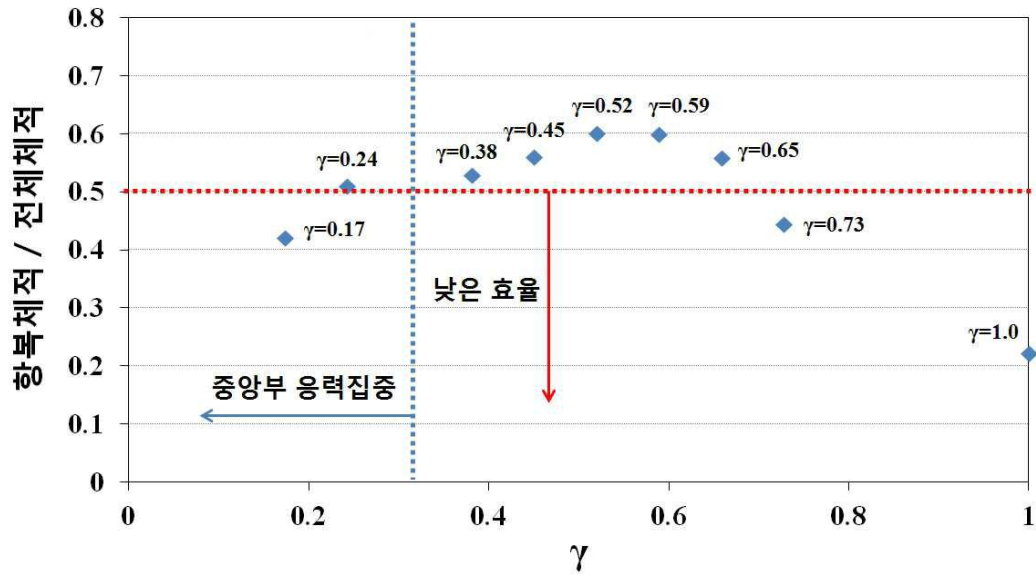


(B) 최대 형상비(1:8)일 때

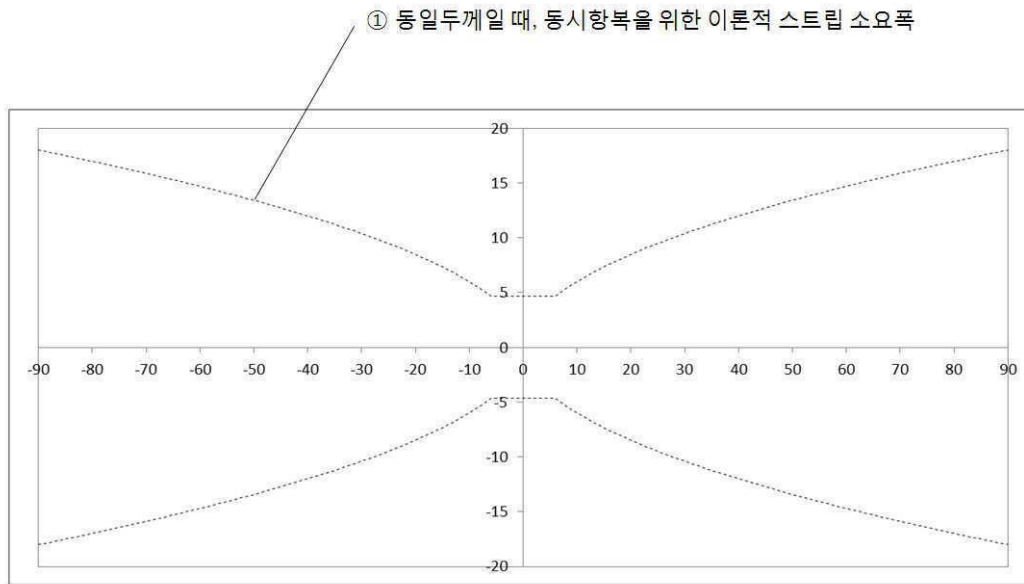
도면7



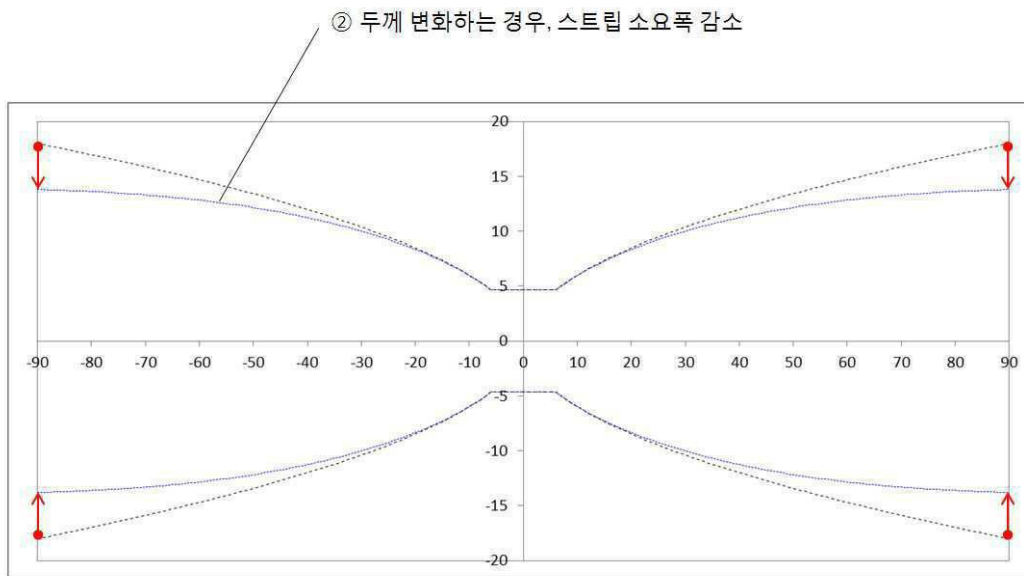
도면8



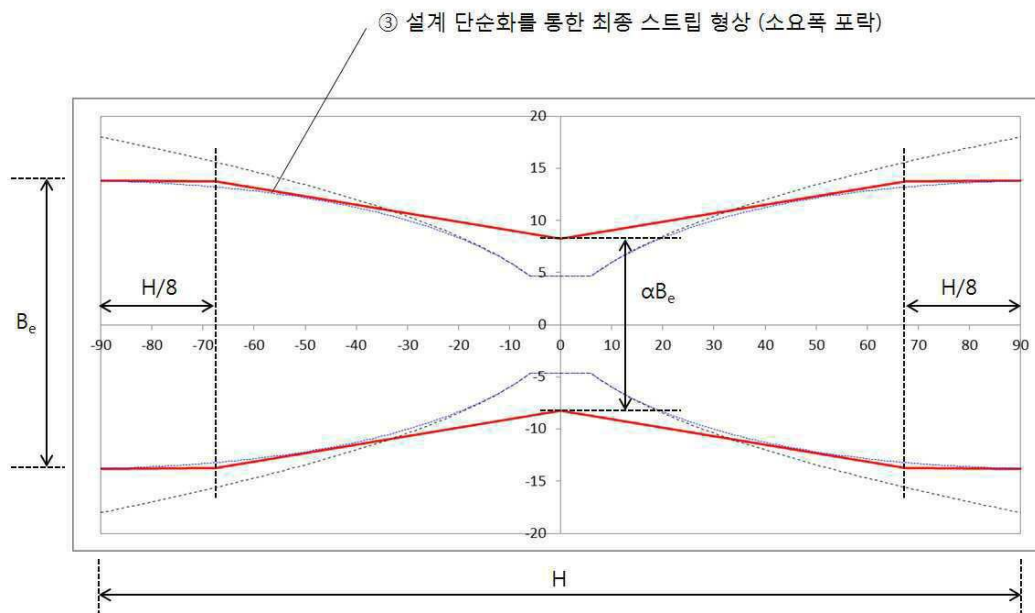
도면9a



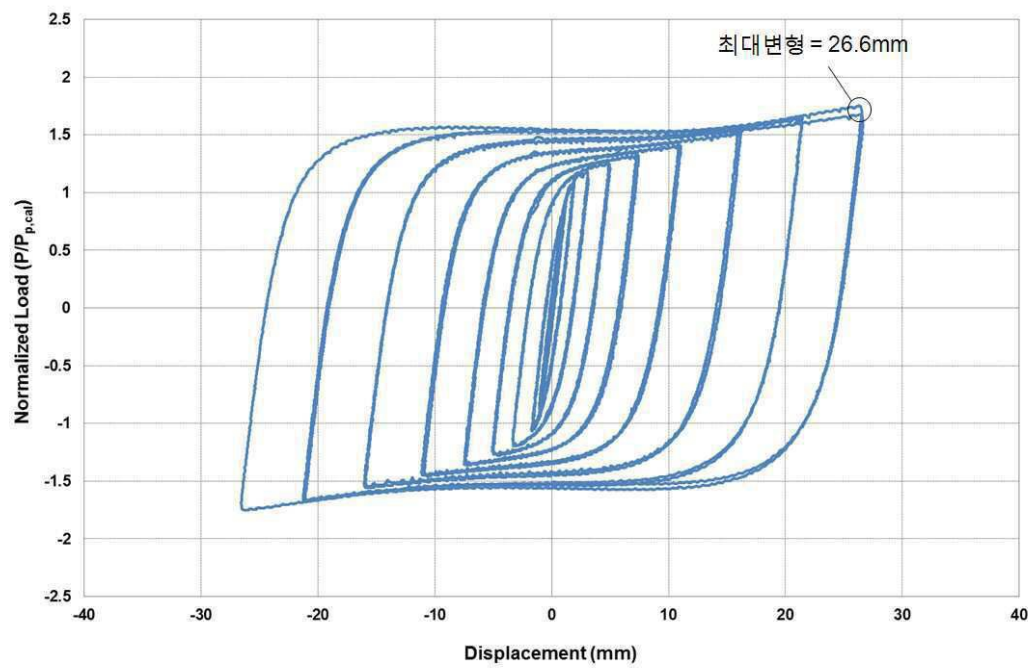
도면9b



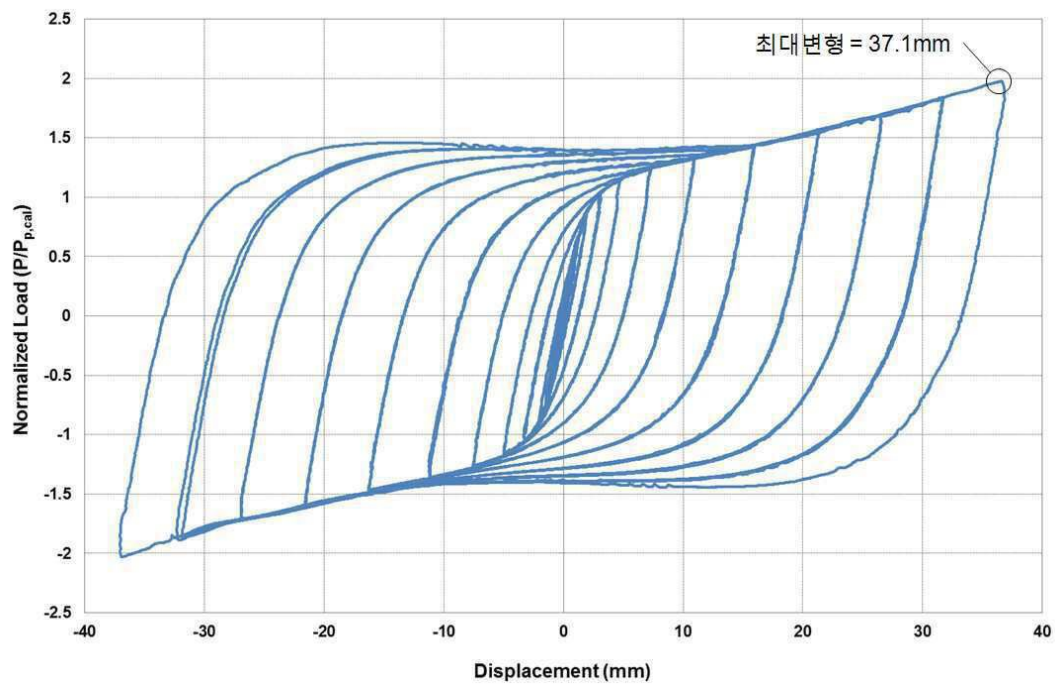
도면9c



도면10a



도면10b



도면11

