



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년04월17일
(11) 등록번호 10-1727656
(24) 등록일자 2017년04월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B61D 17/06 (2006.01) B61D 15/06 (2006.01)
B61D 45/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B61D 17/06 (2013.01)
B61D 15/06 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-7011032(분할)
(22) 출원일자(국제) 2013년06월12일
심사청구일자 2016년04월26일
(85) 번역문제출일자 2016년04월26일
(65) 공개번호 10-2016-0054024
(43) 공개일자 2016년05월13일
(62) 원출원 특허 10-2014-7024018
원출원일자(국제) 2013년06월12일
심사청구일자 2014년08월27일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2013/003681
(87) 국제공개번호 WO 2013/187059
국제공개일자 2013년12월19일
(30) 우선권주장
JP-P-2012-133890 2012년06월13일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP11173356 A*
KR2019830000306 Y1*
JP2005170082 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
카와사키 주코교 카부시키 카이샤
일본국 고베 추오-쿠 히가시카와사키-초 3초메 1-1
(72) 발명자
히라시마, 토시유키
일본국 효고 652-0884 고베-시 효고-쿠 와다야마도리 2-초메 1-18 카와사키 주코교 카부시키 카이샤 사내
하야시, 세이이치
일본국 효고 652-0884 고베-시 효고-쿠 와다야마도리 2-초메 1-18 카와사키 주코교 카부시키 카이샤 사내
나가하라, 히토시
일본국 효고 673-8666 아카시-시 카와사키-초 1-1 카와사키 주코교 카부시키 카이샤 사내
(74) 대리인
최윤식, 배성재, 김영철, 김 순 영

전체 청구항 수 : 총 19 항

심사관 : 공창범

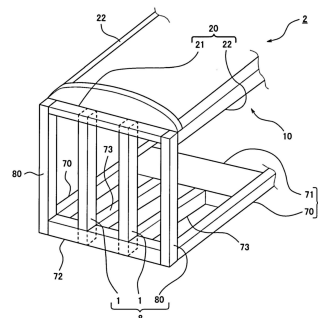
(54) 발명의 명칭 충돌 에너지 흡수 기둥 및 충돌 에너지 흡수 기둥을 구비한 철도 차량

(57) 요약

충돌 에너지 흡수 기둥(1)은 철도 차량 구조체(2)의 끝단 측에 설치되고, 엔드 빔(72)에서 지붕 구조체(20)를 향해 연장된다. 충돌 에너지 흡수 기둥(1)은 횡단면의 테두리가 오목형 단면 또는 중공 단면인 금속제의 외측 부재(3)와, 외측 부재(3)의 내주를 따라 설치되고, 외측 부재(3)와 평행하게 연장되는 강화 플라스틱제의 내측

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



부재(4)를 구비한다. 외측 부재(3)는 각각 기둥 축을 따라 연장된 2개의 기둥 반체(6)를 외측 부재(3)의 기둥 축에 직교하는 방향으로 늘어놓고 접합하여 구성된다. 양 기둥 반체(6)의 접합 부분은 상기 기둥 축을 따라 연장되어 있다. 외측 부재(3)와, 엔드 빔(72) 및 지붕 구조체(20)는 체결 수단에 의해 체결된다. 내측 부재(4)는 상기 체결된 부분을 제외하고, 엔드 빔(72)에서 지붕 구조체(20)의 하부 사이에 연장된다.

(52) CPC특허분류

B61D 45/008 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

철도 차량의 끝단부에 설치되고, 엔드 빔에서 지붕 구조체를 향해 연장되는 충돌 에너지 흡수 기둥으로서,
 횡단면의 테두리가 오목형 단면 또는 중공 단면이고, 충돌 하중이 가해지는 금속제의 외측 부재와,
 상기 외측 부재의 내주를 따라 상기 외측 부재에 대하여 접촉되지 않는 상태로 설치되고, 상기 외측 부재와 평행하게 연장되는 강화 플라스틱제의 내측 부재를 구비하며,
 상기 내측 부재는 중공이고, 상기 내측 부재의 외주가 상기 외측 부재의 내주에 따르는 위치에 배치되고,
 상기 충돌 하중의 방향은 상기 흡수 기둥의 연직 방향에 대해 직교 방향인 것을 특징으로 하는 충돌 에너지 흡수 기둥.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 외측 부재는 기둥 길이 방향의 단부이며 상기 지붕 구조체와 결합되는 제1 영역과, 언더 프레임과 결합되는 제2 영역을 갖는 것을 특징으로 하는 충돌 에너지 흡수 기둥.

청구항 3

제 2 항에 있어서,
 상기 지붕 구조체와 상기 제1 영역 및 상기 언더 프레임과 상기 제2 영역은 각각 기계적 체결에 의해 결합되는 것을 특징으로 하는 충돌 에너지 흡수 기둥.

청구항 4

제 2 항에 있어서,
 상기 내측 부재는 상기 제1 영역 및 상기 제2 영역을 제외하고, 상기 언더 프레임 상부에서 상기 지붕 구조체 하부의 사이에 연장되는 것을 특징으로 하는 충돌 에너지 흡수 기둥.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
 상기 외측 부재는 각각 기둥 축을 따라 연장된 2개의 기둥 반체를 외측 부재의 기둥 축에 직교하는 방향으로 늘어놓고 접합하여 구성되고, 상기 2개의 기둥 반체의 접합 부분은 상기 기둥 축을 따라 연장되어 있는 것을 특징으로 하는 충돌 에너지 흡수 기둥.

청구항 6

제 5 항에 있어서,
 상기 2개의 기둥 반체 각각은 상기 기둥 축을 따라 연장된 제1 판형부와, 상기 제1 판형부의 양측에서 제1 판형

부에 직교하여 연장된 서로 평행하는 제2 판형부를 구비하고, 양 기둥 반체는 충돌 하중의 하중 방향을 따라 서로 반대 방향으로 배치되어 상기 제2 판형부의 선단끼리를 서로 접합하여 구성되고, 상기 제1 판형부의 판면은 충돌 하중을 받는 방향에 대향하고 있는 것을 특징으로 하는 충돌 에너지 흡수 기둥.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 강화 플라스틱은 섬유를 함유한 플라스틱이며, 그 섬유의 체적율이 60% 이상인 것을 특징으로 하는 충돌 에너지 흡수 기둥.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 강화 플라스틱은 카본 섬유 강화 플라스틱 또는 글라스 섬유 강화 플라스틱을 포함하는 섬유 강화 플라스틱인 것을 특징으로 하는 충돌 에너지 흡수 기둥.

청구항 9

제 1 항에 기재된 충돌 에너지 흡수 기둥이 언더 프레임에서 세워진 충돌 기둥인 것을 특징으로 하는 철도 차량.

청구항 10

사이드 빔과 엔드 빔 사이에 세워진 모서리 기둥을 구비하며, 상기 모서리 기둥은 제 1 항에 기재된 충돌 에너지 흡수 기둥을 포함하는 것을 특징으로 하는 철도 차량.

청구항 11

철도 차량의 끝단부에 설치되고, 엔드 빔에서 지붕 구조체를 향해 연장되는 충돌 에너지 흡수 기둥으로서,

중공이고, 충돌 하중이 가해지는 금속제의 외측 부재와,

상기 외측 부재에 대하여 접촉되지 않는 상태로 내부에 포함되며, 상기 외측 부재보다 기둥 길이 방향의 인장 강도가 높고, 경량이며, 연성이 작은 내측 부재를 구비하고,

상기 내측 부재는 중공이고, 상기 내측 부재의 외주가 상기 외측 부재의 내주에 따르는 위치에 배치되며,

상기 충돌 하중의 방향은 상기 흡수 기둥의 연직 방향에 대해 직교 방향인 것을 특징으로 하는 충돌 에너지 흡수 기둥.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 외측 부재는 기둥 길이 방향의 단부이며 상기 지붕 구조체와 결합되는 제1 영역과, 언더 프레임과 결합되는 제2 영역을 갖는 것을 특징으로 하는 충돌 에너지 흡수 기둥.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 지붕 구조체와 상기 제1 영역 및 상기 언더 프레임과 상기 제2 영역은 각각 기계적 체결에 의해 결합되는 것을 특징으로 하는 충돌 에너지 흡수 기둥.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 내측 부재는 상기 제1 영역 및 상기 제2 영역을 제외하고, 상기 언더 프레임 상부에서 상기 지붕 구조체 하부의 사이에 연장되는 것을 특징으로 하는 충돌 에너지 흡수 기둥.

청구항 15

제 11 항에 있어서,

상기 외측 부재는 각각 기둥 축을 따라 연장된 2개의 기둥 반체를 외측 부재의 기둥 축에 직교하는 방향으로 늘여놓고 접합하여 구성되고, 상기 2개의 기둥 반체의 접합 부분은 상기 기둥 축을 따라 연장되어 있는 것을 특징으로 하는 충돌 에너지 흡수 기둥.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 2개의 기둥 반체 각각은 상기 기둥 축을 따라 연장된 제1 판형부와, 그 제1 판형부의 양측에서 제1 판형부에 직교하여 연장된 서로 평행하는 제2 판형부를 구비하고, 상기 2개의 기둥 반체는 충돌 하중의 하중 방향을 따라 서로 반대 방향으로 배치되며 제2 판형부의 선단끼리를 서로 접합하여 구성되며, 상기 제1 판형부의 판면은 충돌 하중을 받는 방향에 대향하고 있는 것을 특징으로 하는 충돌 에너지 흡수 기둥.

청구항 17

제 11 항에 있어서,

상기 내측 부재는 섬유를 함유한 강화 플라스틱제이고, 상기 섬유의 체적율이 60% 이상인 것을 특징으로 하는 충돌 에너지 흡수 기둥.

청구항 18

제 11 항에 기재된 충돌 에너지 흡수 기둥이 언더 프레임에서 세워진 충돌 기둥인 것을 특징으로 하는 철도 차량.

청구항 19

사이드 빔과 엔드 빔 사이에 세워진 모서리 기둥을 구비하며, 상기 모서리 기둥은 제 11 항에 기재된 충돌 에너지 흡수 기둥을 포함하는 것을 특징으로 하는 철도 차량.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 철도 차량의 선두 차량에 설치되는 충돌 에너지 흡수 기둥 및 그 충돌 에너지 흡수 기둥을 구비한

[0001]

철도 차량에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 종래부터 철도 차량에 있어서, 자동차나 철도 차량 등과의 충돌에서 승무원이나 승객을 보호하기 위해, 충돌에 의한 에너지를 흡수하기 위한 구조가 여러 가지 제안되어 있다. 예를 들면, 특허문헌 1에는 차량 단부에 수직으로 연장되는 강도 부재와 차량 길이 방향으로 연장되는 뼈대 부재를 설치한 궤도 차량이 제안되어 있다. 이 구성에 따라, 어느 정도 이상의 하중이 작용했을 경우에는 적극적으로 변형하여 에너지를 흡수하고, 어느 정도 이하의 하중이 작용했을 경우에는 구조가 변형하지 않도록 할 수 있는 것으로 하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) 일본특허출원공개 2008-62817호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 종래의 충돌 에너지 흡수 구조는 각 부재는 금속제이기 때문에 매우 무겁고, 철도 차량 전체의 경량화를 방해하는 한 요인이 되고 있다. 한편, 승무원이나 승객을 보호하는 동시에 각 부재가 차체와의 장착부에서 탈락하는 것을 방지하기 위해, 일정 휨 변형량 이내에서 충돌 시의 에너지를 충분히 흡수할 필요가 있다. 그러나, 특허문헌 1에는 상기 2개의 요구를 충족시키는 것과 같은 충돌 에너지 흡수 구조를 구비한 철도 차량에 대해서는 제안되어 있지 않다. 본 발명의 목적은 경량화와 일정 휨 변형량 이내에서의 충분한 충돌 에너지 흡수 양쪽 모두를 달성할 수 있는 충돌 에너지 흡수 기동을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명에 따른 충돌 에너지 흡수 기동은 철도 차량의 끝단 측에 설치되고, 엔드 빔에서 지붕 구조체를 향해 연장되는 것이며, 횡단면의 테두리가 오목형 단면 또는 중공 단면인 금속제의 외측 부재와, 상기 외측 부재의 내주를 따라 설치되고, 상기 외측 부재와 평행하게 연장되는 강화 플라스틱제의 내측 부재를 구비한다.
- [0009] 상기 구성에 따르면, 강화 플라스틱제의 내측 부재는 충돌 물체와 직접적으로 접촉하지 않으므로 충돌 직후의 응력 집중의 정도가 작다. 즉, 충돌 후 균열 발생을 지연시킬 수 있고, 더 큰 충돌 에너지를 축적할 수 있다. 그 후, 충돌 에너지가 한계까지 축적되면 결국은 이 내측 부재는 파단되지만, 그 시점에서는 아직 금속제의 외측 부재는 파단되지 않고 충돌 에너지를 계속 흡수한다. 이로써 일부를 수지로 구성하고 있음에도 불구하고 큰 충돌 에너지를 흡수할 수 있다. 또한, 충돌 에너지 흡수 기동 전체를 금속으로 형성하는 경우에 비해 기동 전체의 경량화를 도모할 수 있다.
- [0010] 또한, 적어도 외측 부재의 횡단면의 테두리를 오목형 단면 또는 중공 단면으로 형성함으로써 외측 부재가 예를 들어 평판형인 경우에 비해 단면 계수가 커진다. 이로써 허용되는 휨 응력이 커지기 때문에 충돌 에너지 흡수 기동은 큰 충돌 하중을 받을 수 있고, 큰 충돌 에너지를 흡수할 수 있다.
- [0011] 또한, 상기 외측 부재와 상기 엔드 빔 및 상기 지붕 구조체는 체결 수단에 의해 체결되며, 상기 내측 부재는 상기 체결된 부분을 제외한 상기 엔드 빔 상부에서 상기 지붕 구조체 하부 사이에 연장하여도 좋다.
- [0012] 상기 구성에 따르면, 충돌 에너지 흡수 기동은 금속제의 외부 부재를 통해 엔드 빔 및 지붕 구조체와 체결되므로 플라스틱제의 내측 부재를 엔드 빔 및 지붕 구조체와 체결할 필요는 없다. 이로써 내측 부재는 구속이 적게 변형하기 쉬워지므로 파단될 때까지 더 큰 충돌 에너지를 흡수할 수 있다. 또한, 내측 부재는 체결 수단에 의해 체결되는 부분까지 연장시킬 필요가 없어지므로 비용 절감을 도모할 수 있다.
- [0013] 또한, 상기 외측 부재는 각각 기동 축을 따라 연장된 2개의 기동 반체를 외측 부재의 기동 축에 직교하는 방향으로 늘어놓고 접합하여 구성되고, 양 기동 반체의 접합 부분은 상기 기동 축을 따라 연장되어 있어도 좋다.

- [0014] 상기 구성에 따르면, 양 기둥 반체의 접합 부분은 기둥 축을 따라 연장되어 있다. 이로써 접합 부분이 기둥 축에 직교하는 방향을 따라 설치되었을 경우에 비해 기둥 축과 직교하는 방향에서 충돌 하중을 받았을 때, 그 접합 부분이 균열의 기점이 되기 어려워진다.
- [0015] 또한, 각 기둥 반체는 상기 기둥 축을 따라 연장된 제1 판형부와, 그 제1 판형부의 양측에서 제1 판형부에 직교하여 연장된 서로 평행하는 제2 판형부를 구비하고, 양 기둥 반체는 충돌 하중의 하중 방향을 따라 서로 반대 방향으로 배치되며 제2 판형부의 선단끼리를 서로 접합하여 구성되고, 제1 판형부의 판면은 충돌 하중을 받는 방향에 대향하고 있어도 좋다.
- [0016] 상기 구성에 따르면, 2개의 기둥 반체는 제2 판형부의 선단끼리 접합되므로 양 기둥 반체의 이음새의 위치는 제2 판형부 위가 된다. 충돌 하중은 접합 이음새가 없는 제1 판형부에 가해진다. 이로써 충돌 하중은 충돌 에너지 흡수 기둥의 파단의 기점이 되기 쉬운 이음새 부분에 직접적으로 가해지지 않기 때문에 쉽게 파단되는 것이 방지된다. 이로써 충돌 에너지 흡수 효과를 높일 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 강화 플라스틱은 섬유를 함유한 플라스틱이며, 그 섬유는 체적율이 60% 이상이어도 좋다.
- [0018] 상기 구성에 따르면, 강화 플라스틱 내의 섬유량을 소정량 이상으로 함으로써 강화 플라스틱제 부재의 충돌 하중에 대한 강도를 높일 수 있어 수지 기둥이 파단되기 어려워진다.

발명의 효과

- [0020] 본 발명에 따른 충돌 에너지 흡수 기둥에 있어서는 경량화와 일정 휨 변형량 이내에서의 충분한 충돌 에너지 흡수 양쪽 모두를 달성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 충돌 에너지 흡수 기둥을 구비한 철도 차량의 개략적인 구조를 나타내는 사시도이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 충돌 에너지 흡수 기둥의 사시도이다.
- 도 3은 충돌 에너지 흡수 기둥의 기둥 길이 방향 중앙부에 충돌 하중이 가해졌을 경우 변형 스트로크를 나타내는 도면이다.
- 도 4의 (a)는 충돌 에너지 흡수 기둥의 변형 스트로크와 그 충돌 에너지 흡수 기둥이 받는 충돌 하중, 즉, 반력의 관계에 있어서 예상되는 개념을 나타내는 그래프이고, 도 4의 (b)는 충돌 에너지 흡수 기둥의 변형 스트로크와 흡수하는 에너지의 관계에 대해 예상되는 개념을 나타내는 그래프이다.
- 도 5는 해석용 기둥의 사시도이다.
- 도 6은 해석용 기둥에 충돌 하중을 가했을 때 반력과 변위의 관계를 해석한 결과를 나타내는 그래프이다.
- 도 7은 해석용 기둥에 충돌 하중을 가했을 때 흡수 에너지와 변위의 관계를 해석한 결과를 나타내는 그래프이다.
- 도 8의 (a)는 다른 해석용 기둥의 사시도이고, 도 8의 (b)는 그 단면 형상의 변형예를 나타내는 도면이다.
- 도 9는 도 8의 해석용 기둥에 충돌 하중을 가했을 때 반력과 변위의 관계를 해석한 결과를 나타내는 그래프이다.
- 도 10은 도 8의 해석용 기둥에 충돌 하중을 가했을 때 흡수 에너지와 변위의 관계를 해석한 결과를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하, 본 발명의 실시예에 따른 충돌 에너지 흡수 기둥을 도면을 참조하면서 설명한다. 또한, 이하에서는 모든 도면에 걸쳐 동일하거나 동등한 요소에는 동일한 참조 부호를 부여하고 중복 설명을 생략한다. 실시예에 있어서 방향 개념은 철도 차량의 진행 방향을 전방으로 하고, 전방을 향했을 때 방향 개념과 일치한다. 즉, 차량 길이 방향이 전후 방향에 해당하고, 차량 폭 방향이 좌우 방향에 해당한다.
- [0024] [충돌 에너지 흡수 기둥을 구비한 철도 차량의 구성]

[0025] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 충돌 에너지 흡수 기둥(1)을 구비한 철도 차량 구조체의 개략적인 구조를 나타내는 사시도이다. 철도 차량 구조체(2)는 지지된 바와 같이, 언더 프레임(7) 상에 측면 구조체(10)와 끝단 구조체(8)를 구비하고, 설명의 편의상, 앞쪽의 끝단 구조체(8)를 도시하는 것으로 한다. 그 측면 구조체(10)와 끝단 구조체(8)에 지붕 구조체(20)가 덮인다. 언더 프레임(7)은 서로 떨어진 한 쌍의 사이드 빔(70)과, 그 사이드 빔(70)의 후단부끼리를 연결하는 버팀 빔(71)을 구비하고 있다. 측면 빔(70) 사이의 전단부끼리는 엔드 빔(72)으로 연결된다. 엔드 빔(72)과 상기 버팀 빔(71)은 전후로 연장된 2개의 중간 빔(73)으로 연결된다. 끝단 구조체(8)는 엔드 빔(72)의 양쪽에 세워진 한 쌍의 모서리 기둥(80)과 그 모서리 기둥(80) 사이에서 엔드 빔(72) 상에 세워진 2개의 충돌 에너지 흡수 기둥(1)을 구비하고 있다. 지붕 구조체(20)는 전단부에 위치하고 차량의 폭 방향으로 연장된 아치(arch) 레일(21)과, 그 아치 레일(21)의 양쪽에서 후방을 향해 연장된 캔트(cant) 레일(22)을 구비하고 있다. 모서리 기둥(80)과 충돌 에너지 흡수 기둥(1)의 상단부는 아치 레일(21)에 연결된다. 즉, 충돌 에너지 흡수 기둥(1)은 철도 차량 구조체(2)의 끝단부에 설치되고, 엔드 빔(72)에서 지붕 구조체(20)를 향해 연장된다. 충돌 에너지 흡수 기둥(1)은 건널목에 있어서 자동차 등과의 충돌이나 철도 차량끼리의 충돌 시에 그 충돌에 의한 에너지를 일정 횡 변형량 이내에서 기둥의 파단 및 탈락을 방지하는 동시에 승무원이나 승객을 보호한다.

[0026] [충돌 에너지 흡수 기둥의 구성]

[0027] 도 2는 본 실시예에 따른 충돌 에너지 흡수 기둥(1)의 사시도이다. 그 충돌 에너지 흡수 기둥(1)은 연직 방향으로 연장되는 기둥형인 금속제의 외측 부재(3)와, 연직 방향으로 연장되는 기둥형인 강화 플라스틱제의 내측 부재(4)를 구비하고 있다. 외측 부재(3)와 내측 부재(4)는 모두 횡단면이 직사각형이면서 중공이며, 내측 부재(4)의 외주가 외측 부재(3)의 내주를 따르도록 끼인다. 내측 부재(4)를 형성하는 강화 플라스틱은 구조체적으로는 섬유를 함유한 카본 섬유 강화 플라스틱(CFRP) 또는 글라스 섬유 강화 플라스틱(GFRP)이다. 본 실시예에서는 CFRP 또는 GFRP에 있어서의 섬유 체적율은 60% 이상이다. 또한, 내측 부재(4)는 외측 부재(3)보다 기둥 길이 방향의 인장 강도가 높고, 경량이며, 또한, 연성이 작은 재료를 사용하면 좋고, 같은 특성을 갖는 내측 부재(4) 및 외측 부재(3)를 적용 가능하다.

[0028] 내측 부재(4)는 외측 부재(3)보다 연직 방향으로 짧게 형성되어 있다. 그 외측 부재(3)의 상단부와 하단부에, 각각 내측 부재(4)가 존재하지 않는 제1 체결 영역(30)과 제2 체결 영역(31)이 마련되어 있다. 제1 체결 영역(30)에서, 외측 부재(3)에는 복수의 제1 관통 구멍(32)이 마련되어 있다. 리벳 또는 볼트와 같은 체결 수단이 제1 관통 구멍(32)에 삽입되고, 아치 레일(21)과 충돌 에너지 흡수 기둥(1)의 상단부가 체결된다. 또한, 제2 체결 영역(31)에서, 외측 부재(3)에는 복수의 제2 관통 구멍(33)이 마련되어 있다. 제2 체결 영역(31)의 안쪽에는 금속제 혹은 강화 플라스틱제의 중공형 보강 부재(34)가 설치되어 있다. 보강 부재(34)의 주위면에는 상기 제2 관통 구멍(33)과 겹치도록 복수개의 투공(透孔)(35)이 형성되어 있다. 리벳 또는 볼트와 같은 체결 수단이 제2 관통 구멍(33) 및 투공(35)에 삽입되고, 엔드 빔(72)과 충돌 에너지 흡수 기둥(1)의 하단부가 체결된다. 충돌 에너지 흡수 기둥(1)의 하단부를 보강 부재(34)로 보강하고 있는 것은 충돌 에너지 흡수 기둥(1)의 하부를 중심으로 충돌 하중이 가해졌을 때에, 그 충돌 에너지 흡수 기둥(1)이 전단되거나 언더 프레임에서 완전히 빠지거나 하지 않도록 하기 위함이다.

[0029] 도 2에 나타낸 바와 같이, 외측 부재(3)는 각각 기둥 축을 따라 연장된 2개의 기둥 반체(6)를 전후 방향으로 늘어놓아서 구성된다. 각 기둥 반체(6)는 기둥 축을 따라 연장된 제1 판형부(60)와, 그 제1 판형부(60)의 양측에서 제1 판형부(60)에 직교하며 연장된 한 쌍의 제2 판형부(61)를 구비하고 있다. 양 제2 판형부(61)는 서로 평행이다. 양 기둥 반체(6)는 충돌 하중의 하중 방향, 즉, 전후 방향을 따라 서로 반대 방향으로 배치된다. 양 기둥 반체(6)는 제2 판형부(61)의 선단끼리를 용접으로 접합하여 구성되며, 그 접합 부분은 기둥 축을 따라 연장된 용접 라인(62)을 형성하고 있다. 제1 판형부(60)의 판면은 충돌 하중을 받는 방향에 대향하고 있다. 이로써, 철도 차량이 전방에서 충돌 하중을 받았을 경우는 그 충돌 하중은 접합 이음새가 없는 제1 판형부(60)에서 받게 된다. 이로써 충돌 에너지 흡수 기둥(1)은 충돌 하중을 받았을 때에, 이음새에서 파단하는 일이 일어나기 어렵다. 따라서, 충돌 에너지 흡수 기둥(1)은 쉽게 파단하는 것이 방지되어 충돌 에너지 흡수 효과를 높일 수 있다.

[0030] 또한, 용접 라인(62)은 연직 방향으로 연장되어 있다. 이로써 용접 라인(62)이 연직 방향에 직교하는 방향을 따라 마련되었을 경우에 비하여, 연직 방향과 직교하는 방향으로부터 충돌 하중을 받았을 때, 그 용접 라인(62)이 균열의 기점이 되기 어려워진다. 여기에서, 철도 차량 전체의 경량화를 위해서는 충돌 에너지 흡수 기둥을 예를 들면 수지로 형성할 수도 있다. 그러나, 이러한 수지 재료는 연성이 작다. 따라서 수지제의 충돌 에너지 흡수 기둥에서는 소성 변형함에 의한 에너지 흡수는 어려운 문제가 있다. 즉, 수지제의 충돌 에너지

지 흡수 기둥은 크게 소성 변형하지 않고 파단되므로 에너지를 충분히 흡수할 수 없다.

[0031] 또한, 충돌 에너지 흡수 기둥을 수지체로 하고, 필요한 부분만 금속으로 보강함으로써 경량화를 도모할 수도 있다. 이 경우, 금속 보강을 접합하는데 용접을 이용하는 것이 일반적이다. 그러나, 이러한 충돌 에너지 흡수 기둥에 있어서는 충돌 에너지가 가해졌을 때에, 그 용접 접합 부분에서 불안정적으로 파단되기 쉬워진다. 그러므로, 충돌 에너지 흡수 기둥으로서 충분히 충돌 에너지를 흡수할 수 없을 우려가 있다. 또한, 충돌 시에 보강이 되어 있지 않은 부분에 충돌 하중이 가해지면, 상정한 성능을 발휘할 수 없을 우려도 있다. 본 실시예의 충돌 에너지 흡수 기둥(1)에서는 외측 부재(3)와, 그 외측 부재(3)보다 기둥 길이 방향의 인장 강도가 높고, 경량이며, 연성이 작은 내측 부재(4)의 이중 구조를 채용함으로써 경량화와 충분한 충돌 에너지 흡수의 양쪽 모두를 달성할 수 있다.

[0032] [에너지 흡수 효과]

[0033] 다음으로, 본 실시예의 충돌 에너지 흡수 기둥(1)의 에너지 흡수 효과를 확인하기 위해, 강화 플라스틱만으로 형성된 충돌 에너지 흡수 기둥(이하, "강화 플라스틱제 충돌 에너지 흡수 기둥"이라 한다), 금속만으로 형성된 충돌 에너지 흡수 기둥(이하, "금속제 충돌 에너지 흡수 기둥"이라 한다), 본 실시예의 충돌 에너지 흡수 기둥과의 비교 결과에 대해 설명한다. 구체적으로는 도 3에 나타난 바와 같이 충돌 에너지 흡수 기둥(1)의 기둥 길이 방향 중앙부에 충돌 하중(P)이 가해졌을 경우의 변형 스트로크(δ)(휨 변형량)에 대해 비교 검토를 하였다. 도 4의 (a)는 변형 스트로크와 충돌 에너지 흡수 기둥이 받는 충돌 하중, 즉 반력의 관계를 나타내는 그래프이고, 도 4의 (b)는 충돌 에너지 흡수 기둥(1)의 변형 스트로크와 흡수하는 에너지와의 관계를 나타내는 그래프이다. 도 4의 (a), (b)에서, (1)의 라인이 강화 플라스틱제의 충돌 에너지 흡수 기둥, (2)의 라인이 금속제의 충돌 에너지 흡수 기둥, (3)의 라인이 본 실시예의 충돌 에너지 흡수 기둥을 각각 나타낸다. 강화 플라스틱제의 충돌 에너지 흡수 기둥과, 금속제의 충돌 에너지 흡수 기둥은 같은 질량이다. 또한, 하중(Ps)은 충돌 에너지 흡수 기둥(1)과 언더프레임 혹은 지붕 구조체의 결합부가 파단되지 않고 견딜 수 있는 한계 하중을 가리킨다. 스트로크(δs)는 충돌 에너지 흡수 기둥(1)에 허용되는 규정의 최대 휨이고, 흡수 에너지(Es)는 충돌 에너지 흡수 기둥(1)이 흡수해야 할 규정의 충돌 에너지량이다.

[0034] 강화 플라스틱제의 충돌 에너지 흡수 기둥은 후판(厚板)으로 해도 비교적 경량이며, (1)의 라인이 나타낸 바와 같이, 짧은 스트로크로 일정 충돌 하중을 지지할 수 있다. 그러나, 스트로크가 짧은 동안에 하중(Ps)에 도달하기 때문에, 규정의 충돌 에너지를 흡수하기 전에, 강화 플라스틱제의 충돌 에너지 흡수 기둥이 차량 구조체에서 탈락해 버린다. 또한, 강화 플라스틱제의 충돌 에너지 흡수 기둥은 소성 변형을 하지 않기 때문에, 이 점에서도 충돌 하중을 흡수하는 효과가 약하다. 이에 반해, (2)의 라인이 나타낸 바와 같이, 상기 (1)의 강화 플라스틱제의 충돌 에너지 흡수 기둥과 같은 질량인 금속제의 충돌 에너지 흡수 기둥에서는 비교적 작은 하중에서 소성 변형을 일으킨다. 그러나, 스트로크의 변화에 비해 상승하는 하중, 즉 흡수하는 에너지의 상승률이 작다. 그러므로 스트로크(δs)로 규정의 충돌 에너지량(Es)을 흡수하려면, 소성 변형을 하기 어려운 상당한 후판으로 충돌 에너지 흡수 기둥을 구성하는 것이 필요해진다. 이것으로서는 충돌 에너지 흡수 기둥의 무게가 크게 증가한다.

[0035] 상기 (1), (2)의 라인에 비해, (3)의 라인이 나타낸 바와 같이, 본 실시예의 충돌 에너지 흡수 기둥(1)이 충돌 하중을 받으면, 금속제의 외측 부재(3)는 비교적 초기에 국부적인 소성 변형을 시작하지만, 강화 플라스틱제의 내측 부재(4)가 먼저 파단된다(도 4의 (a)의 점(B)). 그러나, 금속제의 외측 부재(3)는 소성 변형을 하지만, 아직 파단되지 않고 충돌 에너지를 계속 흡수한다. 이로써 전체를 수지 혹은 금속으로 구성한 충돌 에너지 흡수 기둥에 비해 같은 질량 당 큰 충돌 에너지를 흡수할 수 있을 것으로 예상된다. 이와 같이, 본 실시예의 충돌 에너지 흡수 기둥은 경량화 및 일정 휨 변형량 이내에서 충분한 충돌 에너지를 흡수할 수 있다. 또한, 적어도 외측 부재(3)를 중공으로 형성함으로써 외측 부재(3)가 예를 들면 평판형인 경우에 비해 단면 계수가 커진다. 이로써 허용되는 휨 응력이 커지기 때문에 큰 충돌 하중을 받을 수 있고, 큰 충돌 에너지를 흡수할 수 있다. 또한, 예를 들어, 외측 부재(3)가 강화 플라스틱제이면, 충돌 에너지 흡수 기둥(1)이 예리한 장애물에 충돌했을 경우는 외측 부재(3)에 곧바로 균열이 생기고 파단된다. 그러므로, 충돌 에너지를 흡수할 수 없게 된다. 그러나, 외측 부재(3)가 금속제이기 때문에, 충돌 에너지 흡수 기둥(1)이 예리한 장애물에 충돌해도 외측 부재(3)는 곧바로 파단되지 않는다. 그러므로 충돌 에너지를 효율적으로 흡수할 수 있다.

[0036] (해석 결과 1)

[0037] 출원인은 상기 에너지 흡수 효과를 확인하기 위해, 도 5에 나타난 형상을 나타내는 해석용 기둥(5)을 가정하였다. 이러한 해석용 기둥(5)은 금속제의 제1 반체(50)와, 그 제1 반체(50)의 안쪽에 위치하는 강화 플라스틱제

이며 단면의 테두리가 오목형인 제2 반체(51)를 구비한다. 또한, 도시는 하지 않지만 제1 반체(50)만의 해석용 기둥(5)도 상정했다. 제1 반체(50)는 두께가 9mm의 것과 11.7mm의 것을 준비했다. 제2 반체(51)의 두께는 20mm이다. 그리고 이것들에 대해 해석용 기둥(5)의 변형 스트로크와 흡수하는 하중, 즉 반력의 관계 및 그 변형 스트로크와 흡수하는 에너지의 관계에 대해 시뮬레이션을 하여 해석했다. 도 5에 나타난 해석용 기둥(5)에서, 길이(L1)는 304.8mm(12인치), 폭(L2)은 152.4mm(6인치), 높이(H)는 2000mm이다. 해석용 기둥(5)의 양단부를 고정(구속)한 상태에서, 높이 762mm(30인치)의 지점(S)에 직사각형상의 누름 부재(54)로 400mm/s의 속도로 충돌 하중이 가해지는 것으로 한다. 제2 반체(51)는 서로 대향하는 한 쌍의 측벽(52)을 구비하고, 양 측벽(52) 사이에서 지점(S)의 높이 위치에는 리브(53)가 놓여 있다. 이로써 양 측벽(52)이 동일하게 변형하도록 했다. 또한, 제1 반체(50)의 재질은 스테인레스로 하고, 제2 반체(51)의 재질은 카본 섬유 강화 플라스틱(CFRP)로 했다. 제1 반체(50)와 제2 반체(51)는 서로 접촉하고 있지만 접촉되어 있지 않다. 양 반체(50,51) 사이의 마찰 계수는 0.2이다. 제2 반체(51)의 재질인 CFRP는 UD소재 0° 방향, 즉, 강화 섬유의 방향이 충돌 에너지 흡수 기둥(1)의 길이 방향을 따르고 있는 것으로 했다.

[0038] 해석에 있어서는 두께 9mm인 제1 반체(50)만의 해석용 기둥(5)을 CASE1, 두께 11.7mm인 제1 반체(50)만의 해석용 기둥(5)을 CASE2, 두께 9mm인 제1 반체(50)와 두께 20mm인 CFRP제의 제2 반체(51)를 구비한 해석용 기둥(5)을 CASE3, 두께 9mm인 제1 반체(50)와 두께 20mm인 CFRP제의 제2 반체(51)를 구비한 해석용 기둥(5)을 CASE3'로 했다. 또한, CASE2, CASE3 및 CASE3'에 있어서, 해석용 기둥(5)의 질량은 같다.

[0039] CASE3'와 CASE3에서는 CASE3'이 해석용 기둥(5)의 제2 반체(51)의 양단부를 구속하고 있지 않은데 반해, CASE3에서는 해석용 기둥(5)의 양단부를 구속하고 있다. 또한, CASE1과 CASE2에서는 해석용 기둥(5)의 제2 반체(51)의 양단부를 구속하고 있다. 또한, 제2 반체(51)를 형성하는 CFRP의 재료 특성, 구체적으로는 영률(E_1, E_2), 포아송비(ν), 전단 계수(G_{12}), 인장 강도(N_{1t}, N_{2t}), 압축 강도(N_{1c}, N_{2c}), 전단 강도(S_{12})의 값은 표 1에 나타난 바와 같다.

표 1

	영률 [GPa]		포아송 비 ν	전단 계수 G_{12}	
	E_1	E_2			
CFRP	125	8.89	0.331	4.69	
	인장 강도 [MPa]		압축 강도 [MPa]		전단 강도 S_{12}
	N_{1t}	N_{2t}	N_{1c}	N_{2c}	
CFRP	2196	67	1510	250	547

[0040]

[0041] 여기서, 상기 기호의 첨자 1,2는 첨자 1이 해석용 기둥(5)의 길이 방향을 따르는 값인 것을, 첨자 2가 해석용 기둥(5)의 길이 방향에 직교하는 방향을 따르는 값인 것을 의미한다. 또한, 제2 반체(51)를 형성하는 CFRP는 파괴를 고려한 직교 이방성 재료이다.

[0042] 해석용 기둥(5)에 충돌 하중을 가했을 때 반력과 변위의 관계를 해석한 결과를 도 6의 그래프에, 흡수 에너지와 변위의 관계를 해석한 결과를 도 7에 각각 나타낸다. 변위 단위는 mm, 반력 단위는 kN, 에너지 단위는 MJ이다.

[0043] 도 6 및 도 7에서, (1)의 라인이, CASE3(두께 9mm의 스테인레스 + 두께 20mm의 CFRP로 양단부를 구속)의 해석용 기둥(5)의 해석 결과이며, (2)의 라인이, CASE3'(두께 9mm의 스테인레스 + 두께 20mm의 CFRP로 스테인레스 부분만 양단부를 구속하지 않음)의 해석용 기둥(5)의 해석 결과이다. 또한, (3)의 라인이, CASE2(두께 11.7mm의 스테인레스만으로 양단부를 구속)의 해석용 기둥(5)의 해석 결과이며, (4)의 라인이, CASE1(두께 9mm의 스테인레스만으로 양단부를 구속)의 해석용 기둥(5)의 해석 결과이다. 도 7 및 후기하는 도 10 및 도 12에서는 두께를 t로 나타낸다. 예를 들어, 두께 9mm를 t9로 나타낸다. 도 6에 나타난 바와 같이, 상기 (4)의 라인에 비해 (1),(2)의 라인이 나타난 바와 같이, 본 실시예의 충돌 에너지 흡수 기둥(1)이 충돌 하중을 받으면, 강화 플라스틱제의 내측 부재(4)가 먼저 파단된다(도 6의 점(F1,F2)). 그러나, 금속제의 외측 부재(3)는 아직 파단되지 않고 충돌 에너지를 계속 흡수한다. 이로써 전체를 수지로 구성한 충돌 에너지 흡수 기둥에 비해 큰 충돌 에너지를 흡수할 수 있는 것이 입증되었다.

- [0044] 또한, 도 7에 나타난 바와 같이, (4)의 라인과 (3)의 라인을 비교하면(CASE1과 CASE2의 비교), 금속제만의 해석용 기둥(5)으로 더 큰 충돌 에너지를 흡수하려면, 그 해석용 기둥(5)의 판 두께를 두껍게 해야 한다는 것을 알 수 있다. 그러나, (1), (2)의 라인과 (3)의 라인을 비교하면(CASE3 및 CASE3'과 CASE2의 비교), 변위에 대한 에너지 흡수량은 금속제의 제1 반체(50)와 강화 플라스틱제의 제2 반체(51)를 조합한 해석용 기둥(5)은 두께를 늘린 금속제만의 해석용 기둥(5)과 거의 다르지 않다. 이로써 충돌 에너지 흡수 기둥(1)을 금속제의 외측 부재(3)와 강화 플라스틱제의 내측 부재(4)의 이중 구조로 함으로써 외측 부재(3)의 두께를 얇게 하면서 큰 충돌 에너지를 흡수할 수 있는 것을 알 수 있다. 특히, CASE3에 있어서, 일정 변위 이내(예를 들면 90mm 정도까지)이면 에너지 흡수 효율이 높다.
- [0045] (해석 결과 2)
- [0046] 출원인은 더욱 상기 에너지 흡수 효과를 확인하기 위해, 도 8의 (a)에 나타난 해석용 기둥(100)을 가정하였다. 해석용 기둥(100)의 길이(L5)는 254mm(10인치), 폭(L6)은 152.4mm(6인치), 높이(H)는 2300mm이다. 높이 762mm(30인치)의 지점(S)에 직사각형 모양의 누름 부재(54)로 400mm/s의 속도로 충돌 하중이 가해지는 것으로 한다. 해석용 기둥(100)은 단면 직사각형이고 중공인 외부 각기둥(110)과, 외면이 그 외부 각기둥(110)의 내면에 접하고, 단면이 직사각형이고 중공인 내부 각기둥(120)을 구비한다. 즉, 도 5에 나타난 해석용 기둥(5)과 달리, 외부 각기둥(110)과 내부 각기둥(120)의 단면 형상은 단혀 있다. 외부 각기둥(110)은 스테인리스 등의 금속제이며, 그 두께는 전체 둘레에 걸쳐 균일하고 6mm 또는 7.8mm이다. 내부 각기둥(120)은 CFRP제이며, 그 두께는 전체 둘레에 걸쳐 균일하고 10mm이다. 출원인은 내부 각기둥(120)으로서 도 8의 (b)에 나타난 바와 같이, 두께 16mm의 제1 벽(130)과 두께 6mm의 제2 벽(140)을 겹쳐 마련한 단면 형상을 가진 것도 준비했다. 외부 각기둥(110)과 내부 각기둥(120)은 접촉되어 있지 않고, 둘 사이의 마찰 계수는 0.2이다. 해석에 있어서는 두께 6mm인 외부 각기둥(110)만의 해석용 기둥(100)을 CASE1, 두께 7.8mm인 외부 각기둥(110)만의 해석용 기둥(100)을 CASE2, 두께 6mm인 외부 각기둥(110)과 두께 10mm인 CFRP제의 내부 각기둥(120)을 구비한 해석용 기둥(100)을 CASE3, 두께 6mm인 외부 각기둥(110)과 단면 형상이 도 8의 (b)에 나타난 내부 각기둥(120)을 구비한 해석용 기둥(100)을 CASE4로 했다. CASE1 내지 CASE4 모두 해석용 기둥(100)의 양단부를 구속하고 있다. CASE2와 CASE3과 CASE4의 해석용 기둥(100)은 무게가 모두 거의 동일하게 형성되어 있고, 이는 같은 무게의 해석용 기둥(100)에서 에너지 흡수 효과를 확인하는 취지이다.
- [0047] 해석용 기둥(100)에 충돌 하중을 가했을 때 반력과 변위의 관계를 해석한 결과를 도 9의 그래프에, 흡수 에너지와 변위의 관계를 해석한 결과를 도 10에 각각 나타낸다. 변위 단위는 mm, 반력 단위는 kN, 에너지 단위는 MJ이다. 도 9 및 도 10에서, (1)의 라인이, CASE4(두께 6mm의 스테인레스 + 도 8의 (b)에 나타난 CFRP)의 해석용 기둥(100)의 해석 결과이고, (2)의 라인이, CASE2(두께 7.8mm의 스테인레스)의 해석용 기둥(100)의 해석 결과이다. 또한, (3)의 라인이 CASE3(두께 6mm의 스테인레스 + 두께 10mm의 CFRP)의 해석용 기둥(100)의 해석 결과이며, (4)의 라인이 CASE1(두께 6mm의 스테인레스만)의 해석용 기둥(100)의 해석 결과이다. 도 9 및 도 10에 나타난 (4)의 라인과 (3)의 라인의 비교(CASE1과 CASE3의 비교)로부터 동일한 두께의 금속제의 외부 각기둥(110)을 사용해도 안쪽에 강화 플라스틱제의 내부 각기둥(120)을 삽입한 해석용 기둥(100)과, 내부 각기둥(120)을 삽입하지 않은 해석용 기둥(100)에서는 에너지 흡수량은 변위가 90-150mm의 범위에서 약 2배가 되는 것을 알 수 있다.
- [0048] 또한, 도 10에 나타난 바와 같이, (1)의 라인에서 CASE4의 해석용 기둥(100)에 있어서는 변위량이 110mm 이하에서는 동일한 무게의 CASE2와 CASE3((2)의 라인과 (3)의 라인)의 해석용 기둥(100)과 비교하여 에너지 흡수 특성은 우수하다. 즉, 내부 각기둥(120)의 주위 방향의 두께를 장소에 따라 바꿈으로써 에너지 흡수 성능은 향상된다. 그러나, 변위량이 110mm를 초과하면, 내부 각기둥(120)의 파단이 시작되었다고 해석되고, CASE2의 해석용 기둥(100)보다 에너지 흡수 특성은 약간 떨어진다. 또한, 도 9 및 도 10에 대해, 무게가 같은 CASE2의 해석용 기둥(100)과 CASE3의 해석용 기둥(100)의 결과를 비교하면((2)의 라인과 (3)의 라인의 비교), 금속제의 외부 각기둥(110)과 강화 플라스틱제의 내부 각기둥(120)을 조합한 해석용 기둥(100)이 금속제만의 외부 각기둥(110)을 이용한 해석용 기둥(100)보다 에너지 흡수 특성이 특별히 우수하다는 효과는 특히 변위 값이 큰 경우에 대해서는 얻을 수 없었다. 그러나, CASE4에 의해, 본 실시예에 따른 충돌 에너지 흡수 기둥(1)이, 경량화와 일정 변위량 이내의 충분한 충돌 에너지를 흡수한다는 효과를 얻을 수 있는 것이 입증되었다.
- [0049] 또한, 금속제의 외부 각기둥(110)과 강화 플라스틱제의 내부 각기둥(120)을 조합한 해석용 기둥(100)은 금속제만의 외부 각기둥(110)을 이용한 해석용 기둥(100)과 동등 이상의 에너지 흡수 특성을 나타내기 때문에, 충돌 에너지 흡수 기둥(1)을 금속제의 외측 부재(3)와 강화 플라스틱제의 내측 부재(4)의 이중 구조로 함으로써 외측 부재(3)의 두께를 얇게 하면서 큰 충돌 에너지를 흡수할 수 있는 것을 알 수 있다. 상기한 바와 같이, 외측

부재(3)는 2개의 기둥 반체(6)를 용접하여 형성되기 때문에, 각 기둥 반체(6)를 얇게 형성함으로써 기둥 반체(6)의 용접이 쉬워진다. 이로써 양 기둥 반체(6)를 용접할 때의 열왜곡도 작아진다. 상기 실시예의 충돌 에너지 흡수 기둥(1)에서는 외측 부재(3)와 내측 부재(4)는 모두 단면 중공인 것으로 했다. 그러나, 이 대신에, 외측 부재(3)와 내측 부재(4)의 단면 테두리는 모두 오목형이어도 좋다. 또한, 단면은 직사각형이 아니어도 좋고, 원형이나 타원 등 다양한 형상으로 하는 것도 가능하다.

[0050] 상기 실시예의 충돌 에너지 흡수 기둥(1)에서는 외측 부재(3)를 반체로 했지만, 이에 한정되지 않는다. 예를 들면, 알루미늄 압출형재에 의한 중공재를 사용해도 좋다. 상기 실시예의 충돌 에너지 흡수 기둥(1)은 직선으로 했지만, 곡률을 갖는 기둥으로 하여도 좋다. 상기 실시예의 충돌 에너지 흡수 기둥(1)은 지붕 구조체 및 언더프레임과는 체결 수단을 이용하여 결합했지만, 용접이나 그 밖의 수단으로 결합하여도 좋다. 외측 부재(3)와 내측 부재(4)는 동일한 길이이어도 좋다. 상기 실시예에서는 충돌 에너지 흡수 기둥(1)은 철도 차량 구조체(2)의 끝단 측에 2개 설치되어 있는 것으로 했지만, 1개이어도 좋고, 3개 이상이어도 좋다. 또한, 도 1에 나타낸 모서리 기둥(80)을 충돌 에너지 흡수 기둥(1)으로 형성하여도 좋다. 또한, 내측 부재(4)를 형성하는 강화 플라스틱은 CFRP 또는 GFRP에 한정되지 않고 다른 플라스틱, 예를 들면 KFRP(케블라(kevlar))를 포함한 섬유 강화 플라스틱)이나 BFRP(보론(boron))을 포함한 섬유 강화 플라스틱)이어도 좋다. 상기 설명으로부터, 당업자에게는 본 발명의 많은 개량이나 다른 실시예가 분명하다. 따라서 상기 설명은 예시로서만 해석되어야 하며, 본 발명을 실행하는 하나의 양태를 당업자에게 교시할 목적으로 제공된 것이다. 본 발명의 정신을 벗어나지 않고 그 구조 및/또는 기능에 대해 실질적으로 변경할 수 있다.

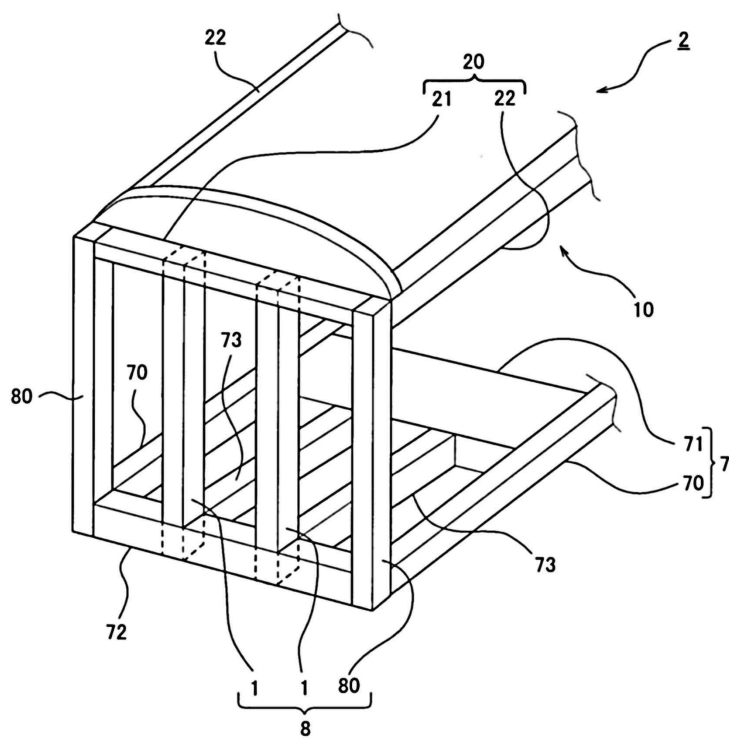
[0051] 본 발명은 철도 차량의 선두 차량에 설치되는 충돌 에너지 흡수 기둥에 적용하면 유용하다.

부호의 설명

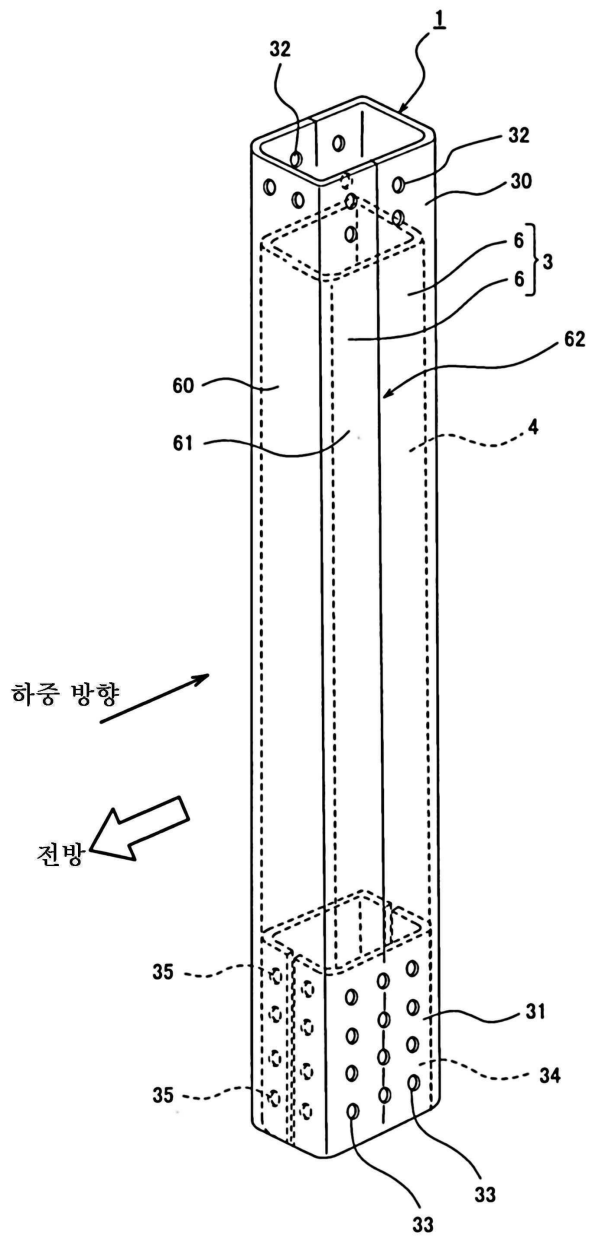
- [0053]
- 1: 충돌 에너지 흡수 기둥
 - 2: 철도 차량 구조체
 - 3: 외측 부재
 - 4: 내측 부재
 - 5: 해석용 기둥
 - 6: 기둥 반체
 - 50: 제1 반체
 - 51: 제2 반체
 - 100: 해석용 기둥

도면

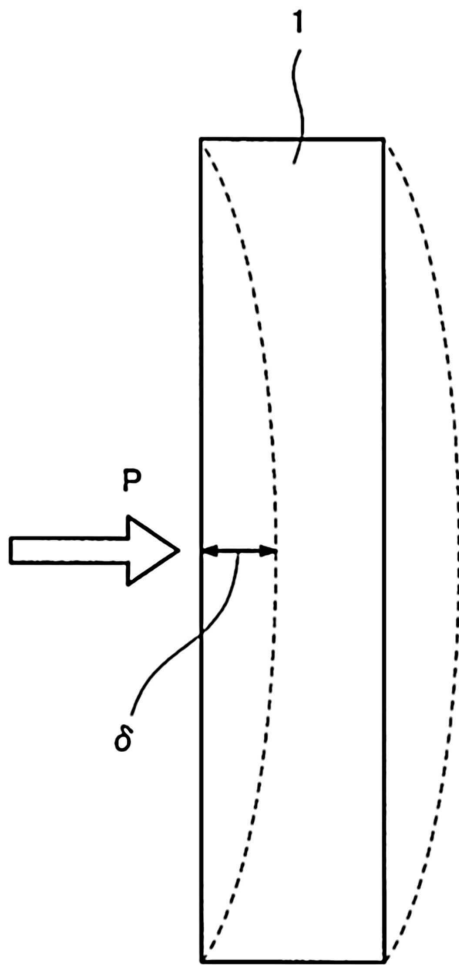
도면1



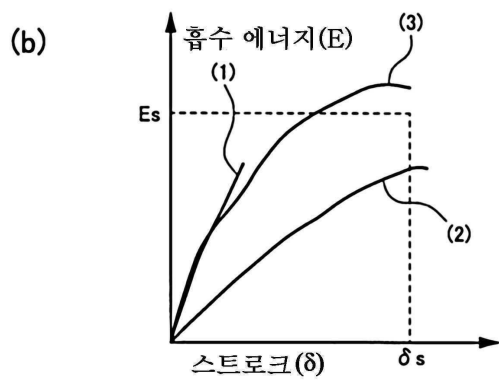
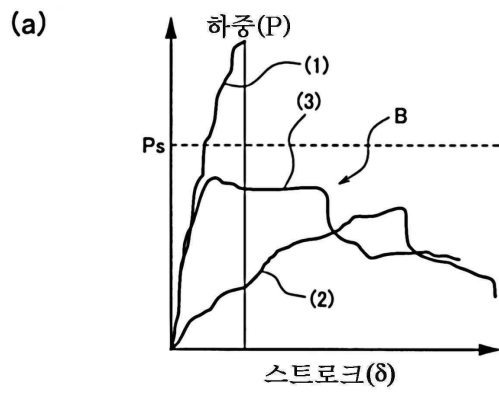
도면2



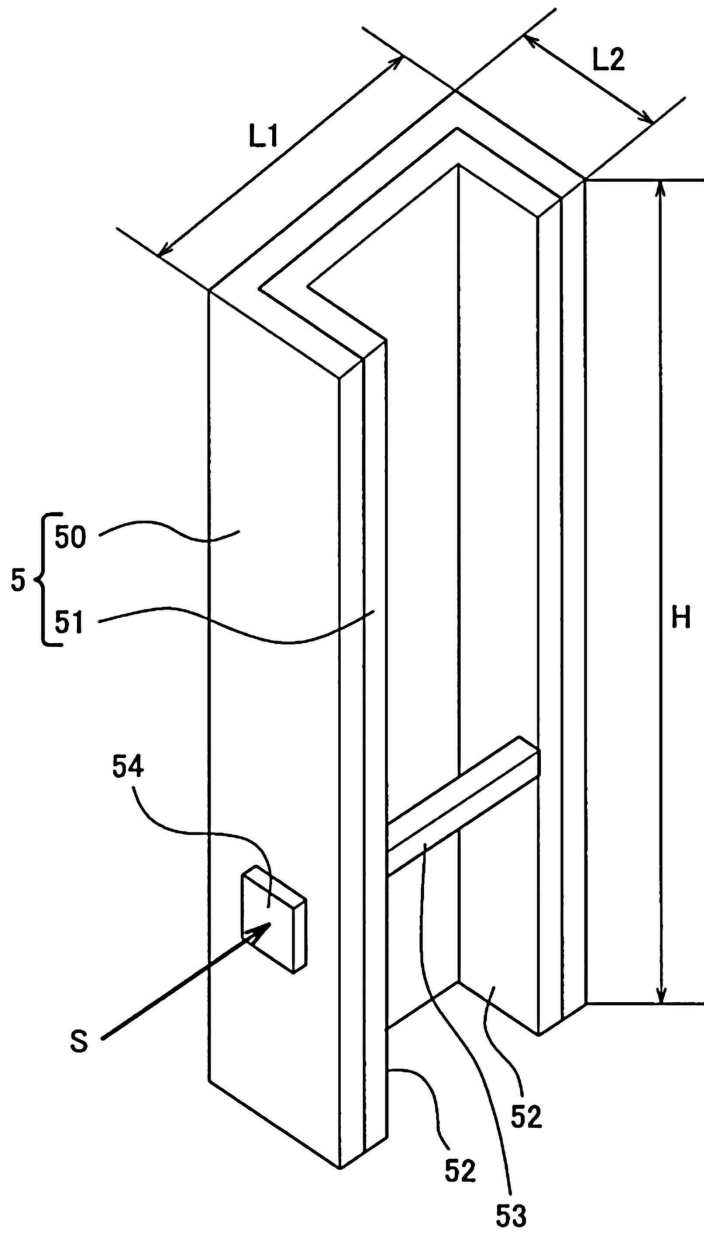
도면3



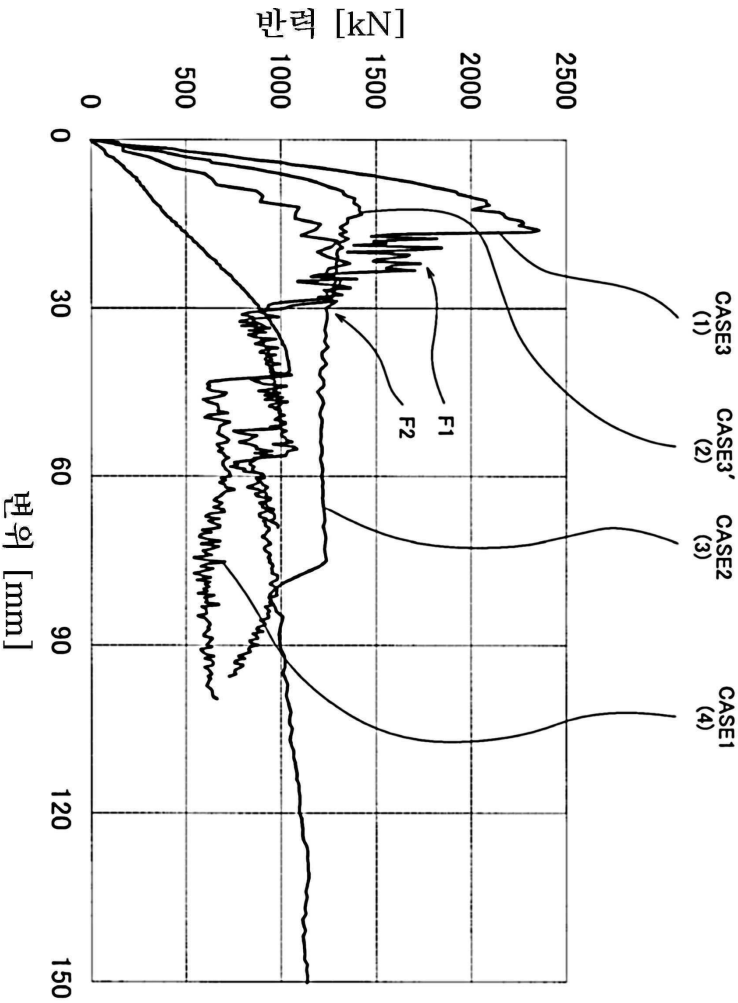
도면4



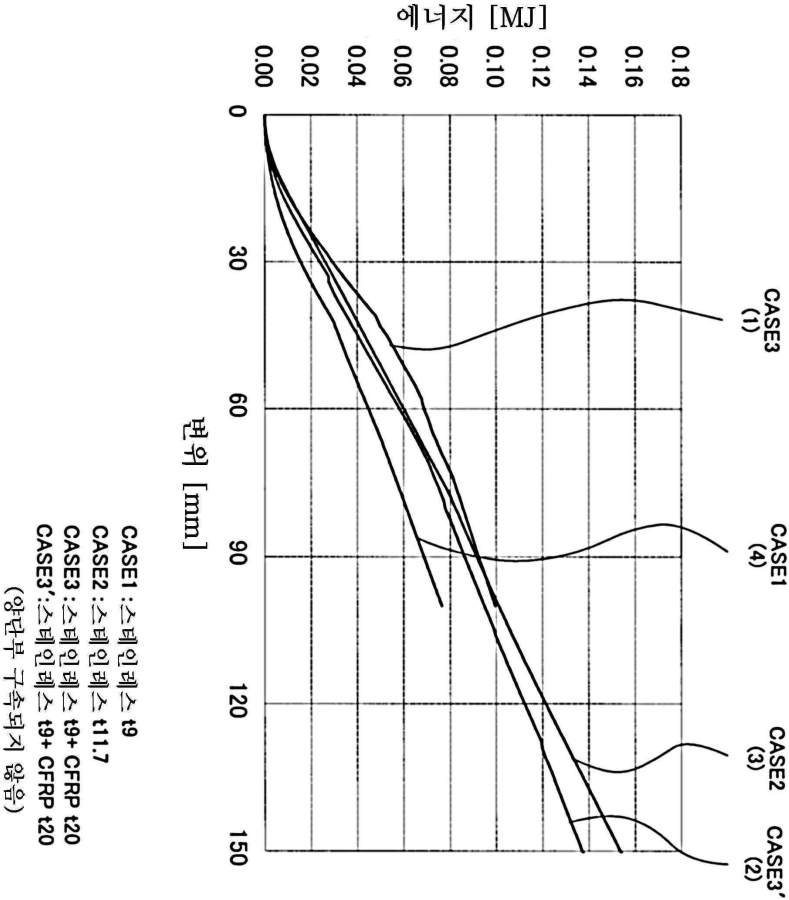
도면5



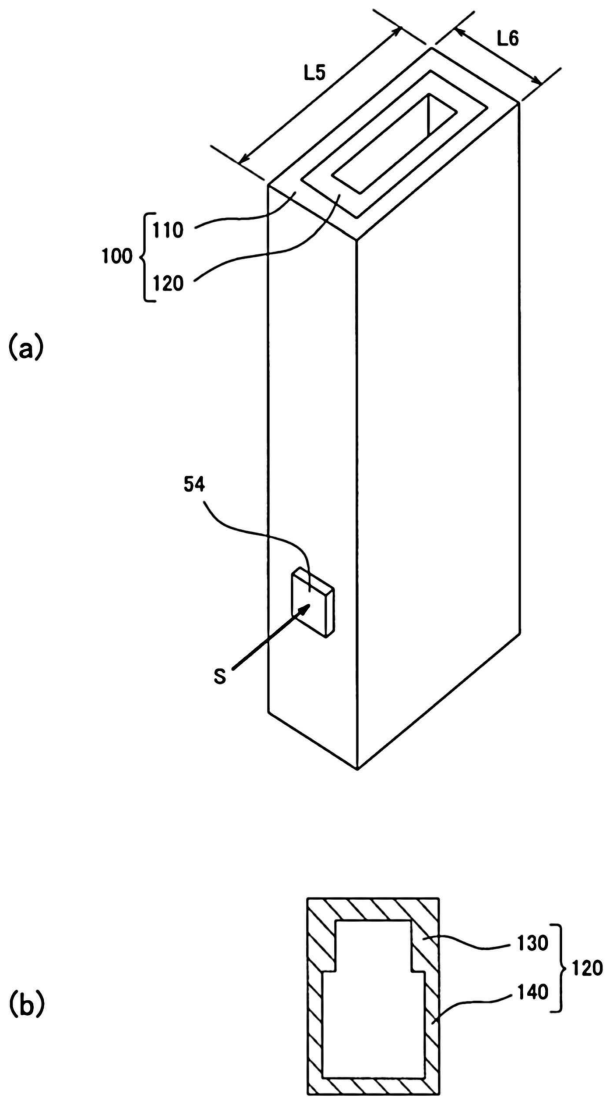
도면6



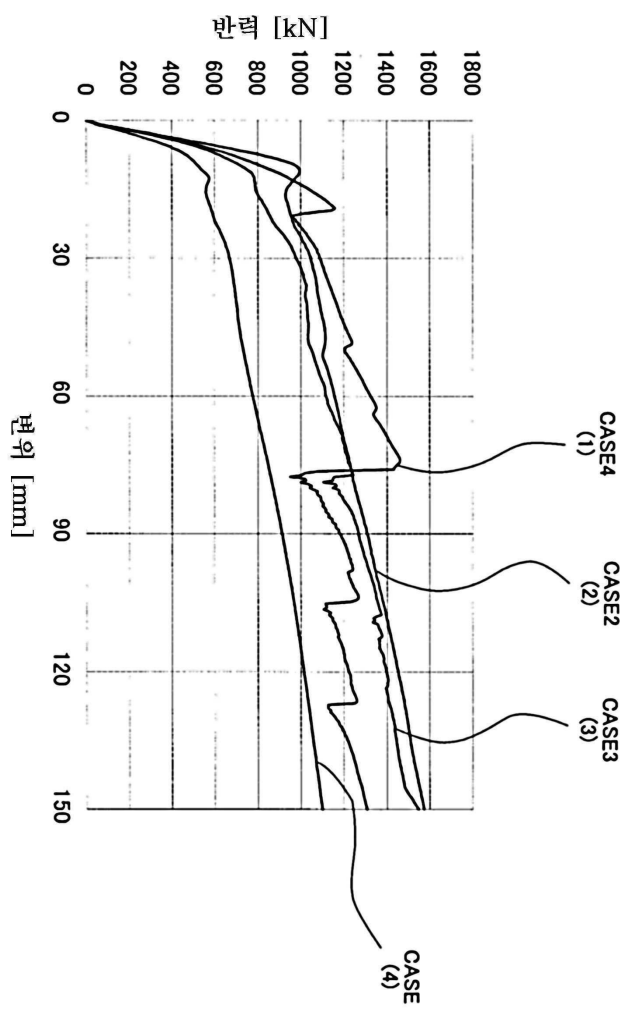
도면7



도면8



도면9



도면10

