(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년01월03일
(11) 등록번호 10-2749672
(24) 등록일자 2024년12월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B32B 27/18 (2006.01) *B32B 15/08* (2006.01)
(52) CPC특허분류
B32B 27/18 (2013.01)
B32B 15/08 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0151912
(22) 출원일자 2020년11월13일
심사청구일자 2021년10월25일
(65) 공개번호 10-2022-0065942
(43) 공개일자 2022년05월23일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020060045872 A*
JP07224874 A*
JP2015055271 A*
KR1020190033831 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국재료연구원
경상남도 창원시 성산구 창원대로 797 (상남동)
(72) 발명자
김진봉
경상남도 김해시 장유면 삼문리 부영E그린5차 904동
정문규
경상남도 창원시 의창구 창원천로 34
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이원희

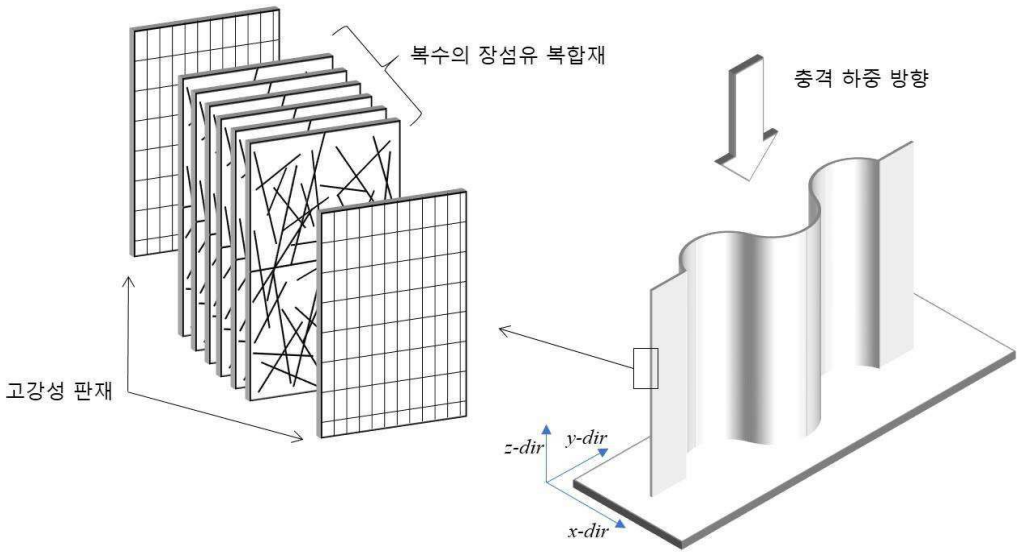
전체 청구항 수 : 총 10 항 심사관 : 이지혜

(54) 발명의 명칭 **충격 흡수용 복합 판재 및 이의 제조방법**

(57) 요 약

복수 개의 제1 판재가 적층된 제1 판재부; 및 상기 제1 판재가 적층된 방향의 외측면 양 쪽에 적층된 제2 판재;를 포함하는 충격 흡수용 복합 판재로, 상기 제2 판재의 강성은 제1 판재보다 크며, 상기 복합 판재의 높이 방향 단부의 적어도 일부에, 충격이 가해졌을 때 상기 복합 판재의 쪼개짐을 유도하는 경사부를 포함하는, 충격 흡수용 복합 판재가 개시된다. 본 발명의 일 측면에서 제공되는 충격 흡수용 복합 판재는 하중에 대한 급진적 파단을 방지하고 점진적 파손을 안정적으로 확보함으로써, 좌굴 안정성을 확보함과 동시에 향상된 충돌에너지 흡수 성능을 최소의 두께 및 무게로 얻을 수 있다는 효과가 있다.

대 표 도 - 도5



(52) CPC특허분류
B32B 3/18 (2013.01)
B32B 2307/558 (2013.01)
(72) 발명자
장홍규
부산광역시 사상구 대동로64번길 25 (학장동, 금강아파트)
주근수
경상남도 창원시 성산구 용지로 110 (중앙동)
김경덕
경상남도 창원시 성산구 정동로162번길 78 (남산동, 창원 남산 효성해링턴플레이스)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711120185
과제번호	PNK7010
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	국가과학기술연구회
연구사업명	재료연구소연구운영비지원(R&D)(주요사업비)
연구과제명	복합재 기반 신경량 구조 충돌 해석 기술(3/3)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한국기계연구원 부설 재료연구소
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

섬유 강화 고분자 복합재인 제1 판재가 복수 개 적층된 제1 판재부; 및

상기 제1 판재가 적층된 방향의 외측면 양 쪽에 적층된 제2 판재;를 포함하는 충격 흡수용 복합 판재로,

상기 제2 판재의 강성은 제1 판재보다 크며,

상기 제1 판재 및 제2 판재가 적층되는 방향과 수직하는 상기 복합 판재의 높이 방향 단부의 적어도 일부에 형성되며, 상기 높이 방향으로 압축력이 가해졌을 때 상기 제1 판재의 쪼개짐을 유도하는 경사부를 포함하며,

상기 경사부는 상기 양 쪽 중 한 쪽에 적층된 제2 판재로부터 제1 판재를 거쳐 다른 쪽에 적층된 제2 판재까지 높이방향으로 경사가 형성된 것이며,

상기 쪼개짐을 통한 점진적 파손으로 높이 방향 충돌에너지를 흡수하는, 충격 흡수용 복합 판재.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 판재는 섬유 강화 열가소성 고분자 복합재인 것을 특징으로 하는 충격 흡수용 복합 판재.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 섬유는 유리섬유, 탄소섬유 및 고분자 계통의 슈퍼섬유로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하고,

상기 열가소성 고분자는 폴리프로필렌, 폴리아미드, 폴리에틸렌, PET, PEEK 및 PPS로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 충격 흡수용 복합 판재.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 제1 판재 내의 섬유의 길이는 10 ㎜ 내지 40 ㎜ 인 것을 특징으로 하는 충격 흡수용 복합 판재.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제2 판재는 금속 또는 연속 섬유 강화 열가소성 고분자 복합재인 것을 특징으로 하는 충격 흡수용 복합 판재.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 금속은 Al 합금, 철계 합금 및 동 합금으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하는 것을 특

징으로 하는 충격 흡수용 복합 판재.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 섬유는 유리섬유, 탄소섬유 및 고분자 계통의 슈퍼섬유로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하고,

상기 열가소성 고분자는 폴리프로필렌, 폴리아미드, 폴리에틸렌, PET, PEEK 및 PPS로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 충격 흡수용 복합 판재.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 경사부는 상기 높이 방향의 축과 평행하지 않은 경사면을 포함하는 것을 특징으로 하는 충격 흡수용 복합 판재.

청구항 9

삭제

청구항 10

섬유 강화 고분자 복합재인 제1 판재가 복수 개 적층된 방향의 외측면 양 쪽에 제2 판재를 배치시키는 단계;

상기 제1 판재 및 제2 판재의 녹는점보다 높은 온도로 가열하며, 가압하는 단계;

를 포함하는 제1항의 충격 흡수용 복합 판재 제조방법.

청구항 11

제1항의 충격 흡수용 복합 판재를 포함하는 충격 흡수 구조.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 충격 흡수용 복합 판재 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 자동차, 항공기 등의 다양한 수송기기는 탑승객의 안전을 위한 충돌안전성이 차체 또는 기체 구조의 핵심적 요구도의 하나이다. 충돌안전성을 확보하기 위한 구조는 탑승객을 보호하기 위한 고강도 객실과 함께 충돌 상황에서 의도적으로 유도된 영구변형이나 파손 등의 자기희생을 통하여 충돌에너지를 흡수하는 희생구조를 포함한다.

[0004] 충돌안전성은 충돌에너지를 흡수하는 과정에서 점진적인 하중 변화를 유지해야 하기 때문에 충돌에너지 흡수구조의 경량화는 자동차 연료 효율뿐만 아니라 안전성 향상 측면에서도 중요하다.

[0005] 기존의 자동차 범퍼 등에 사용되는 금속 판재로 제작된 크래쉬박스는 대표적인 축방향 충돌에너지 흡수구조인데, 충돌로 인한 축방향 압축 하중을 받을 때에 좌굴에 의한 판재의 휨 변형 후에 접힘 현상이 연속되어 그 충돌에너지를 점진적으로 흡수하게 된다. 이는 탄성 한계에 다다른 이후에 최종 파단(final rupture)에 도달하기 이전까지의 매우 큰 항복 변형을 가지는 금속의 변형 특성을 활용한 것이다(도 1의 a).

[0006] 밀도가 낮고 강도 및 강성이 큰 섬유강화 고분자 기지 복합재는 자동차 등의 수송기기 경량화에 많이 사용되지만, 금속과는 달리 탄성거동 이후에 항복 변형이 없이 바로 파단이 발생하기 때문에 섬유강화 고분자 기지 복합재로 충돌에너지를 흡수하기 위해서는 금속 판재 크래쉬박스와 유사한 항복 변형을 활용한 설계로는 충돌에너지를 흡수할 수 없다.

[0007] 축방향으로 압축하중을 받는 복합재 판재의 파단의 원인은 전반적 좌굴로 인한 좌굴 파손(도 1의 b), 압축 하중으로 인한 압축 파손(도 1의 c) 및 판재 끝단의 점진적 파손(도 1의 d)으로 구분된다. 그 중에서 좌굴 파손과 압축 파손은 구조의 급진적 파단(rupture)을 유발하여 충돌에너지를 효과적으로 흡수할 수 없기 때문에, 이를 피하기 위하여 판재의 점진적 파손을 유도하는 것이 바람직하다.

[0008] 또한, 충돌에너지 흡수구조의 성능은 흡수된 충돌에너지의 총량과 에너지 흡수에 사용된 소재 무게의 비율인 충돌에너지 흡수율(SEA: Specific Energy Absorption)로서 평가되며, J/g 또는 kJ/kg의 단위를 가진다.

[0009] 일반적으로 섬유강화 고분자 기지 복합재 판재의 점진적 파손에 의한 충돌에너지 흡수 성능은 금속재 판재에 비해서 월등히 높은 것으로 알려져 있지만, 그 성능은 압축하중에 대한 복합재의 강도 및 강성과 마찬가지로 복합재를 구성하고 있는 강화섬유의 종류, 형태 및 배향과 고분자 기지의 종류, 공정에 따라서 달라진다.

[0010] 최근 들어서 자동차 등의 수송기기의 경량화를 위해 복합재료의 사용량이 증가하면서 열경화성 복합재보다는 재활용이 유리한 열가소성 복합재에 대한 관심이 매우 높아지고 있다. 열가소성 복합재는 PEEK 등의 일부 고가의 소재를 제외하고 PP나 PA 등의 수지는 원소재 가격이 매우 낮고 열적, 화학적 및 기계적 성능도 뛰어나기 때문에, 자동차 등에는 저가의 유리섬유 강화 열가소성 복합재로 많이 사용된다.

[0011] PP나 PA 등의 저가형 열가소성 수지는 대표적인 열경화성 수지인 에폭시에 비해서 강도 및 강성이 낮은 반면에 수지 함침공정에 필요한 녹는점 이상의 온도에서의 수지 점도가 비교적 높기 때문에 높은 섬유체적율의 연속섬유 복합재를 제작하기 위해서는 공정비용이 상승하게 된다. 따라서 가장 대표적으로 많이 사용되는 열가소성 복합재의 형태는 LFT(Long fiber thermoplastic) 또는 GMT (Glass mat thermoplastic) 형태의 장섬유 강화 열가소성 복합재이다.

[0012] 최근의 연구에서는 유리섬유 장섬유 강화 열가소성 복합재는 그 기계적 강도 및 강성은 비슷한 섬유체적율의 연속섬유 강화 복합재에 비해서 낮지만 축방향 충돌에너지 흡수성능은 거의 유사한 값을 가지는 것으로 보고되어 충돌에너지 흡수소재로서의 활용성이 확인되었다.

[0013] 승객을 보호하기 위해서는 충돌에너지 흡수구조는 충돌이 발생할 때에 과도하지 않은 하중에서 에너지 흡수에 필요한 충분한 파손 진전 길이를 확보하기 위해서 충분한 길이가 있는 판재 구조물 형태를 가진다. 이 때, 유리섬유 장섬유 강화 복합재 판재 구조물은 복합재의 낮은 강성으로 인해 취약한 좌굴 안정성을 가질 수 있다. 이를 피하기 위해서는 유리섬유 장섬유 강화 열가소성 복합재로 제작된 충동에너지 흡수구조는 다소 두꺼운 두께가 필요한데, 섬유강화 열가소성 복합재 구조의 충돌에너지 흡수율 SEA는 일반적으로 판재의 두께가 두꺼워 질수록 낮아지는 문제가 발생한다.

[0014] 이에 새로운 개념의 충격 흡수용 판재에 대한 필요성이 요구되었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0016] (특허문헌 0001) 대한민국 특허등록 제10-1383658호

(특허문헌 0002) 대한민국 특허등록 제10-1452365호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0017] 본 발명의 일 측면에서의 목적은 최소의 두께로 높은 좌굴 안정성 및 높은 충돌에너지 흡수율 SEA을 갖는 충격 흡수용 복합 판재 및 충격 흡수 구조를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0019] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 측면에서

[0020] 복수 개의 제1 판재가 적층된 제1 판재부; 및

[0021] 상기 제1 판재가 적층된 방향의 외측면 양 쪽에 적층된 제2 판재;

[0022] 를 포함하는 충격 흡수용 복합 판재로,

[0023] 상기 제2 판재의 강성은 제1 판재보다 크며,

[0024] 상기 복합 판재의 높이 방향 단부의 적어도 일부에, 충격이 가해졌을 때 상기 복합 판재의 쪼개짐을 유도하는 경사부를 포함하는,

[0025] 충격 흡수용 복합 판재가 제공된다.

[0027] 또한, 본 발명의 다른 측면에서

[0028] 복수의 제1 판재가 적층된 방향의 외측면 양 쪽에 제2 판재를 적층시키는 단계;

[0029] 상기 제1 판재 및 제2 판재의 녹는점보다 높은 온도로 가열하며, 프레싱 공정을 수행하는 단계;

[0030] 를 포함하는 상기 충격 흡수용 복합 판재 제조방법이 제공된다.

[0032] 나아가, 본 발명의 또 다른 측면에서

[0033] 상기 충격 흡수용 복합 판재를 포함하는 충격 흡수 구조가 제공된다.

발명의 효과

[0035] 본 발명의 일 측면에서 제공되는 충격 흡수용 복합 판재는 하중에 대한 급진적 파단을 방지하고 점진적 파손을 안정적으로 확보함으로써, 좌굴 안정성을 확보함과 동시에 향상된 충돌에너지 흡수 성능을 최소의 두께 및 무게로 얻을 수 있다는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0037] 도 1은 하중을 받는 판재의 단면 및 판재의 파손 모드 양상을 종류별로 보여주는 모식도이고,

도 2는 본 발명의 일 실시예에 적용될 수 있는 경사부를 보여주는 모식도이고,

도 3은 본 발명의 일 실시예에서 유도하고자 하는 점진적 파손을 보다 상세히 보여주는 이미지이고,

도 4a는 판재의 충격 흡수 메커니즘을 보여줄 수 있는 하중을 받는 판재의 이미지이고,

도 4b는 판재의 충격 흡수 메커니즘을 보여줄 수 있는 하중을 받는 판재의 형상을 모식적으로 나타낸 것이고,

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 복합 판재 및 충격 흡수 구조를 모식적으로 나타낸 것이고,

도 6은 본 발명의 일 비교예에 따른 충격 흡수 구조의 형상을 모식적으로 나타낸 것이고,

도 7은 본 발명의 일 비교예에 따른 충격 흡수 구조의 충돌 실험 결과를 보여주는 그래프이고,

도 8a 및 도 8b는 본 발명의 다른 일 비교예에 따른 충격 흡수 구조의 형상을 모식적으로 나타낸 것이고,

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 충격 흡수 구조의 형상을 모식적으로 나타낸 것이고,

도 10은 본 발명의 일 실시예 및 비교예들에 따른 충격 흡수 구조의 충돌 실험 결과를 보여주는 이미지이고,

도 11은 본 발명의 일 실시예 및 비교예들에 따른 복합 판재의 충돌 실험 결과를 보여주는 그래프이고,

도 12는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 충격 흡수 구조의 형상을 모식적으로 나타낸 것이고,

도 13은 본 발명의 다른 일 실시예 및 비교예에 따른 충격 흡수 구조의 충돌 실험 결과를 보여주는 이미지이고,

도 14는 본 발명의 다른 일 실시예 및 비교예에 따른 충격 흡수 구조의 충돌 실험 결과를 보여주는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0038] 본 발명은 여러 변경을 가할 수 있으며 이에 따라 다양한 실시예가 나올 수 있는 바, 특정 실시예를 하단에 제시하고 상세하게 설명하고자 한다.

[0039] 또한 특별히 정의가 되지 않은 본 명세서에서의 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야의 통상적인 지식을 가진 자 모두에게 이해가 가능한 의미로 사용할 수 있을 것이다.

[0040] 그러나 이는 본 발명은 하단에 기술될 특정한 실시예에만 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0041] 따라서 본 명세서에 기재된 실시예와 다른 균등물과 변형예들이 있을 수 있으며, 본 명세서에서 제시하는 실시예는 가장 바람직한 실시예일 뿐이다.

[0043] 본 발명의 일 측면에서

[0044] 복수 개의 제1 판재가 적층된 제1 판재부; 및

[0045] 상기 제1 판재가 적층된 방향의 외측면 양 쪽에 적층된 제2 판재;

[0046] 를 포함하는 충격 흡수용 복합 판재로,

[0047] 상기 제2 판재의 강성은 제1 판재보다 크며,

[0048] 상기 복합 판재의 높이 방향 단부의 적어도 일부에, 충격이 가해졌을 때 상기 복합 판재의 쪼개짐을 유도하는 경사부를 포함하는,

[0049] 충격 흡수용 복합 판재가 제공된다.

[0051] 이하, 본 발명의 일 측면에서 제공되는 충격 흡수용 복합 판재를 각 구성별로 상세히 설명한다.

[0053] 먼저, 본 발명의 일 측면에서 제공되는 충격 흡수용 복합 판재는 제1 판재부를 포함한다.

[0054] 상기 제1 판재부는 복수 개의 제1 판재가 적층된 것이다.

[0055] 상기 제1 판재는 섬유 강화 열가소성 고분자 복합재일 수 있다.

[0056] 상기 섬유는 유리섬유 및 탄소섬유와 아라미드, 케블라섬유 등의 고분자 계통의 슈퍼섬유로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함할 수 있으며, 상기 열가소성 고분자는 폴리프로필렌, 폴리아미드, 폴리에틸렌, PET, PEEK 및 PPS 등으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함할 수 있다.

[0057] 또한, 상기 섬유의 길이는 10 ㎜ 내지 40 ㎜ 일 수 있다.

[0059] 다음으로, 본 발명의 일 측면에서 제공되는 충격 흡수용 복합 판재는 제2 판재를 포함한다.

[0060] 상기 제2 판재는 상기 제1 판재가 적층된 방향의 외측면 양 쪽에 적층될 수 있다. 즉, 제2 판재 사이에 복수 개의 제1 판재가 적층된 형태일 수 있다.

[0061] 상기 제2 판재의 강성은 제1 판재보다 클 수 있다.

[0062] 상기 제2 판재는 금속 또는 연속 섬유 강화 열가소성 고분자 복합재일 수 있다.

[0063] 상기 금속은 Al 합금, 철계합금 및 동합금 등으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함할 수 있다.

[0064] 상기 섬유는 유리섬유 및 탄소섬유와 아라미드, 케블라섬유 등의 고분자 계통의 슈퍼섬유로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함할 수 있으며, 상기 열가소성 고분자는 상기 제 1 판재의 열가소성 고분자와 동일 계열의 고분자로서 폴리프로필렌, 폴리아미드, 폴리에틸렌, PET, PEEK 및 PPS 등으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함할 수 있다.

[0065] 만약, 제1 판재 및 제2 판재가 섬유 강화 열가소성 고분자 복합재인 경우, 접착력 및 공정 상 용이성을 고려하였을 때 열가소성 고분자의 종류가 동일함이 바람직하다.

[0067] 또한, 본 발명의 일 측면에서 제공되는 충격 흡수용 복합 판재는 경사부를 더 포함한다.

[0068] 상기 경사부는 상기 복합 판재의 높이 방향 단부의 적어도 일부에 위치한다.

[0069] 상기 경사부는 충격이 가해졌을 때 상기 복합 판재의 쪼개짐을 유도할 수 있으며, 이러한 쪼개짐은 도 3에서 확인할 수 있는 점진적 파손일 수 있다.

[0070] 또한, 상기 충격은 상기 높이 방향의 충격일 수 있으며, 보다 상세하게는 상기 높이 방향으로 가해지는 압축력일 수 있다.

[0071] 상기 경사부는 상기 높이 방향의 축과 평행하지 않은 경사면을 포함할 수 있다.

[0072] 보다 상세하게는, 상기 높이 방향의 축과 상기 경사면이 이루는 각 중 작은 것이 0° 초과 내지 90° 미만일 수 있다.

[0073] 이러한 경사부의 구성(도 2)은 일반적으로 복합재 판재의 끝부분을 날카롭게 가공하여 형성한다. 복합재 판재가 압축 하중을 받을 때에 판재의 본체가 압축 강도에 이르는 하중보다 비교적 낮은 하중에서 경사부의 끝단이 뭉개지고, 이로 인하여 판재의 단부에 국부적인 취약부가 형성되고 그 취약부가 계속해서 하중 방향으로 진행하면서 점진적 파손이 발생하게 된다.

[0074] 이와 같이 경사부를 형성함으로써 취약부를 형성시키는 것을 트리거 메커니즘(triggering mechanism)이라고 한다. 이는 파손의 시작과 진행을 유도할 수 있으며, 보다 구체적으로는 구조적, 형상적으로 취약한 구조를 만들어 파손의 시작위치를 설정하는 것을 의미한다.

[0076] 본 발명의 일 측면에서 제공되는 충격 흡수용 복합 판재는 최소의 두께로 높은 좌굴 안정성 및 높은 충돌 에너지 흡수율 SEA를 가질 수 있다는 효과가 있다.

[0077] 일반적으로 충격 흡수용 재료는 충돌이 발생할 때에 과도하지 않은 하중에서 에너지 흡수에 필요한 충분한 파손 진전 길이를 확보하기 위해 얇고 긴 형태를 가진다.

[0078] 하지만, 낮은 강성을 가지는 재료를 사용할 경우, 충돌 상황에서 가해지는 높이 방향의 압축하중에 대한 좌굴 안정성을 저하시키는 원인이 된다. 이러한 낮은 좌굴 안정성은 판재의 두께를 일정 수준 이상으로 증가시켜 해결할 수 있는데, 이 경우, 충돌에너지 흡수율인 SEA는 판재의 두께가 두꺼워 질수록 낮아지는 문제가 발생한다.

[0079] 이에 대하여는 도 4를 통하여 보다 상세히 확인할 수 있다.

[0080] 충돌에너지의 흡수는 주로 충격체와 판재 간의 마찰 및 판재 내부 층간의 마찰에 의해 발생하는데, 판재의 두께가 두꺼워지면 SEA의 주요 인자인 P1, P2 에 의한 마찰에 의한 에너지손실, Mode I fracture에 의한 에너지손실은 변하지 않으며, Mode II fracture 와 Inter ply failure 의 크기만 증가하기 때문에 SEA가 감소하게 된다(도 4).

[0082] 이에, 본 발명의 일 측면에서 제공되는 충격 흡수용 복합 판재는 경사부를 구비하여, 높이 방향의 압축 하중에 대하여 급진적 파단을 방지하고 점진적 파손을 유도함과 함께, 강성이 비교적 큰 제2 판재를 강성이 비교적 작은 제1 판재의 외측면 양 쪽에 배치함으로써, 우수한 좌굴 안정성 또한 확보할 수 있다.

[0084] 본 발명의 다른 측면에서

[0085] 복수의 제1 판재가 적층된 방향의 외측면 양 쪽에 제2 판재를 적층시키는 단계;

[0086] 상기 제1 판재 및 제2 판재의 녹는점보다 높은 온도로 가열하며, 프레싱 공정을 수행하는 단계;

[0087] 를 포함하는 상기 충격 흡수용 복합 판재 제조방법이 제공된다.

[0089] 먼저, 본 발명의 다른 측면에서 제공되는 충격 흡수용 복합 판재 제조방법은 복수의 제1 판재가 적층된 방향의 외측면 양 쪽에 제2 판재를 적층시키는 단계를 포함한다.

[0090] 상기 제2 판재의 강성은 제1 판재보다 크다.

[0091] 상기 제1 판재는 섬유 강화 열가소성 고분자 복합재일 수 있다.

[0092] 상기 섬유는 유리섬유 및 탄소섬유와 아라미드, 케블라섬유 등의 고분자 계통의 슈퍼섬유로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함할 수 있으며, 상기 열가소성 고분자는 폴리프로필렌, 폴리아미드, 폴리에틸렌, PET, PEEK 및 PPS 등으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함할 수 있다.

[0093] 또한, 상기 섬유의 길이는 10 ㎜ 내지 40 ㎜ 일 수 있다.

[0094] 일 실시예에서, 상기 제1 판재는 커팅된 섬유를 분산시키는 단계; 상기 섬유를 상기 열가소성 고분자 필름에 접

촉시키는 단계; 상기 접촉한 섬유 및 열가소성 고분자를 가압하는 단계;를 포함하는 제조방법에 의하여 미리 준비될 수 있다.

[0095] 상기 섬유를 상기 열가소성 고분자 필름에 접촉시키는 단계는 니들링에 의하여 수행될 수 있다.

[0096] 또한, 상기 섬유를 상기 열가소성 고분자 필름에 접촉시키는 단계는 상기 섬유가 니들링된 열가소성 고분자층 및 섬유가 포함되지 않은 열가소성 고분자층을 교대 적층하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0098] 상기 제2 판재는 금속 또는 연속 섬유 강화 열가소성 고분자 복합재일 수 있다.

[0099] 상기 금속은 Al 합금, 철계합금 및 동합금 등으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함할 수 있다.

[0100] 상기 섬유는 유리섬유 및 탄소섬유와 아라미드, 케블라섬유 등의 고분자 계통의 슈퍼섬유로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함할 수 있으며, 상기 열가소성 고분자는 상기 제 1 판재의 열가소성 고분자와 동일 계열의 고분자로서 폴리프로필렌, 폴리아미드, 폴리에틸렌, PET, PEEK 및 PPS 등으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함할 수 있다.

[0102] 다음으로, 본 발명의 다른 측면에서 제공되는 충격 흡수용 복합 판재의 제조방법은 상기 제1 판재 및 제2 판재를 가열하며, 프레싱 공정을 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

[0103] 상기 단계에서 가열은 상기 제1 판재 및 상기 제2 판재의 녹는점보다 높은 온도로 수행된다.

[0105] 또한, 본 발명의 다른 측면에서 제공되는 충격 흡수용 복합 판재의 제조방법은 복합 판재의 높이 방향 단부의 적어도 일부에 경사부를 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0106] 상기 단계는 상기 복합 판재의 형성 후 수행될 수도 있으며, 복합 판재로부터 추가적인 성형을 통하여 후술할 충격 흡수 구조를 형성한 후 수행될 수 있다.

[0107] 상기 경사부는 상기 복합 판재에 충격이 가해졌을 때 복합 판재의 쪼개짐을 유도할 수 있다.

[0108] 상기 경사부는 상기 높이 방향의 축과 평행하지 않은 경사면을 포함할 수 있다.

[0109] 상기 제2 판재가 금속인 경우, 상기 경사부는 도 2의 (c) 형태임이 보다 바람직하다. 상기 제2 판재가 금속인 경우, 상기 경사부가 도 2의 (a) 또는 (b)의 형태라면, 경사부가 파손될 때에 깨져 나가는 금속의 일부가 말려져 들어가 도 3 및 도 4의 Debris wedge의 형성을 방해하여 충돌 상황에서 경사부 파손 이후 복합 판재의 점진적 파손의 진행이 진행되지 못하고 높은 압축하중이 발생한 상황에서 좌굴 파손으로 진행될 수 있다.

[0111] 본 발명의 다른 측면에서 제공되는 충격 흡수용 복합 판재의 제조방법은 제1 판재 및 제2 판재의 배치 후 가열 및 프레스 공정 만으로 수행된다는 점에서 기존의 복합 판재 제조방법에 비하여 매우 간편하다는 이점이 있다.

[0113] 본 발명의 또 다른 측면에서

[0114] 상기 충격 흡수용 복합 판재를 포함하는 충격 흡수 구조가 제공된다.

[0116] 본 발명의 또 다른 측면에서 제공되는 충격 흡수 구조는 위에서 설명한 충격 흡수용 복합 판재를 포함하는 것으로, 상술한 특징을 모두 포함할 수 있으며, 이에 대하여는 중복하여 설명하지는 않는다.

[0117] 본 발명의 또 다른 측면에서 제공되는 충격 흡수 구조는 본 발명의 일 측면에서 제공되는 충격 흡수용 복합 판재를 성형하여 형성될 수 있다.

[0118] 상기 충격 흡수용 복합 판재의 성형은 상기 복합 판재를 가열하는 단계; 및 몰드에 주입하여 원하는 형상을 형성하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0119] 또한, 전술한 바와 같이 상기 단계에서 경사부를 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0121] 상기 충격 흡수 구조는 특정 형태로 제한되는 것은 아니며, 해당 기술분야에서 사용되는 다양한 형태로 모두 적용될 수 있다.

[0122] 예를 들어, 본 발명의 또 다른 측면에서 제공되는 충격 흡수용 복합 판재는 폐쇄형 단면(closed section) 또는 개방 단면(open section) 형태를 포함할 수 있다.

[0123] 폐쇄형 단면의 경우, 삼각 단면, 사각 단면, 육각 단면 등의 다각형의 단면 또는 원형 단면, 타원형 단면 등의 곡선형의 단면일 수 있으나, 특정 형태로 제한되는 것은 아니다.

[0124] 개방 단면의 경우, 물결형 단면, 곡선형 단면, 직선형 단면 등일 수 있으나, 특정 형태로 제한되는 것은 아니다.

[0125] 개방 단면의 경우, 일반적으로 폐쇄형 단면에 비하여 좌굴에 취약할 수 있기 때문에 더 두꺼운 소재 두께를 필요로 한다. 따라서, 본 발명의 일 측면에서 제공되는 충격 흡수용 복합 판재가 개방 단면에 적용될 경우 취약점을 현저히 개선할 수 있다는 이점이 있다.

[0127] 이하, 실시예 및 실험예를 통하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하고자 한다. 본 발명의 범위는 특정 실시예에 한정되는 것은 아니며, 첨부된 특허청구범위에 의하여 해석되어야 할 것이다. 또한, 이 기술분야에서 통상의 지식을 습득한 자라면, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않으면서도 많은 수정과 변형이 가능함을 이해하여야 할 것이다.

[0129] **<비교예 1>**

[0130] 유리섬유 장섬유로 강화된 PA6 열가소성 수지 복합 판재를 제조하였다.

[0131] 33 g/m^2 PA6 필름 위에 10 mm ~ 40 mm의 유리섬유 장섬유를 125 g/m^2가 되도록 random orientation으로 배향하여 복합재를 제작하였고, 그 소재를 다층으로 적층하여 약 200℃ 이상의 온도에서 프레스로 눌러서 평판 형태의 적층된 판재를 제작하였다.

[0132] 이에 따라 제조된 판재의 섬유 체적율은 45 vol%이고, 1장 당 두께가 약 0.09 mm 내지 0.10 mm 의 얇은 소재가 다층으로 적층된 평판이 제작되었으며, 이러한 판재의 압축강도는 174 MPa, 압축강성은 15.1 GPa이었다.

[0133] 24장, 26장, 32장이 적층된 상기 판재의 두께는 각각 2.25 mm, 2.44 mm, 3.10 mm이었다.

[0135] 각각 24장, 26장, 32장이 적층된 상기 판재를 성형하여, 도 6과 같이 원형 단면을 가지는 튜브 형태의 충격 흡수 구조를 제조하였다.

[0136] 이 때, 원형 단면의 지름은 50 mm이고, 높이는 140 mm로 설정하였다. 또한, 경사부의 형태는 도 2의 (a) 또는 (b) 형태로 이루어져 있다.

[0138] **<비교예 2>**

[0139] 비교예 1과 동일한 판재를 이용하되, 도 8a와 같이 개방 단면을 가지는 물결 형태의 충격 흡수 구조를 제조하였다.

[0140] 물결 형태로 180°, 160°, 140° 및 120°의 각도로 형성된 원호가 연속된 형태(도 8b)를 상기 복합 판재가 각각 24장, 26장, 32장 적층되도록 충격 흡수 구조를 제조하였다. 또한, 경사부의 형태는 도 2의 (a) 또는 (b) 형태로 이루어져 있다.

[0142] **<실시예 1>**

[0143] 제1 판재로는 상기 비교예 1에서 준비한 판재인, 유리섬유 장섬유로 강화된 PA6 열가소성 수지 판재를 준비하였으며, 이 판재를 22장 적층하였다.

[0144] 또한, 제2 판재로는 연속섬유인 유리섬유로 강화된 PA6 복합재를 준비하였으며, 상기 연속섬유인 유리섬유로 강화된 PA6 복합재는 유리섬유가 [0/90]의 각도를 이루도록 교차 적층된 것이 하나의 판재를 구성하도록 하였다. 이 때 연속섬유인 유리섬유로 강화된 PA6 복합재는 섬유 체적율이 40 vol%이었다.

[0145] 이와 같이 22장 적층된 제1 판재를 중앙에 위치시키고, 제1 판재가 적층된 방향의 외측면 양 쪽에 제2 판재를 적층시켰다(도 5).

[0146] 이 때, 제1 판재들이 적층된 두께는 총 2.2 mm이며, 제2 판재의 두께는 각각 약 0.4 mm로, 복합 판재의 전체 두께는 약 3.0 mm이다.

[0148] 이와 같이 적층된 판재를 도 9의 형태와 같이, 개방 단면을 가지는 half cylinder 형태의 충격 흡수 구조로 성형하였다. 도 9에서 확인할 수 있듯이, 단면의 반원의 지름은 약 50 mm이고, 높이는 70 mm로 설정하였다. 또한, 경사부의 형태는 도 2의 (a) 또는 (b) 형태로 이루어져 있다.

[0150] **<비교예 3>**

[0151] 실시예 1과 동일한 형태의 충격 흡수 구조(도 9)를 제조하되, 제1 판재로 이용된 유리섬유 장섬유로 강화된 PA6

열가소성 수지 판재를 32장 적층한 판재만을 이용하여 제조하였다.

[0152] 이 때, 적층된 판재의 전체 두께는 3.1 ㎜이다. 또한, 경사부의 형태는 도 2의 (a) 또는 (b) 형태로 이루어져 있다.

[0154] **<비교예 4>**

[0155] 실시예 1과 동일한 형태의 충격 흡수 구조(도 9)를 제조하되, 제2 판재로 이용된 연속섬유인 유리섬유로 강화된 PA6 수지 판재를 7장 적층한 판재만을 이용하여 제조하였다.

[0156] 이 때, 적층된 판재의 전체 두께는 2.7 ㎜이다. 또한, 경사부의 형태는 도 2의 (a) 또는 (b) 형태로 이루어져 있다.

[0158] **<실시예 2>**

[0159] 제1 판재로는 상기 비교예 1에서 준비한 판재인, 유리섬유 장섬유로 강화된 PA6 열가소성 수지 판재를 준비하였으며, 이 판재를 24장 적층하였다.

[0160] 또한, 제2 판재로는 30계열의 알루미늄 판재를 준비하였다.

[0161] 이와 같이 24장 적층된 제1 판재를 중앙에 위치시키고, 제1 판재가 적층된 방향의 외측면 양 쪽에 제2 판재를 적층시켰다(도 5).

[0162] 이 때, 제1 판재들이 적층된 두께는 총 2.4 ㎜이며, 제2 판재의 두께는 각각 약 0.1 ㎜로, 복합 판재의 전체 두께는 약 2.6 ㎜이다.

[0164] 이와 같이 적층된 판재를 도 12의 형태와 같이, 개방 단면을 가지는 half cylinder 형태의 충격 흡수 구조로 성형하였다. 도 12에서 확인할 수 있듯이, 단면의 반원의 지름은 약 50 ㎜이고, 높이는 80 ㎜로 설정하였다. 또한, 경사부의 형태는 도 2의 (c) 형태로 이루어져 있다.

[0166] **<비교예 5>**

[0167] 실시예 2와 동일한 형태의 충격 흡수 구조(도 12)를 제조하되, 제1 판재로 이용된 유리섬유 장섬유로 강화된 PA6 열가소성 수지 판재를 26장 적층한 판재만을 이용하여 제조하였다.

[0168] 이 때, 적층된 판재의 전체 두께는 2.6 ㎜이다. 또한, 경사부의 형태는 도 2의 (c) 형태로 이루어져 있다.

[0170] **<실험예 1>**

[0171] 비교예 1의 충격 흡수 구조에 대하여, 각 두께별로 충돌 실험을 실시하여, 각 파손 하중을 측정하였다.

[0172] 유리섬유 장섬유로 강화된 PA6 열가소성 수지 판재를 24장 적층한 경우, 89 ㎏ 무게의 충돌체를 약 3.3 m 높이에서 튜브로 자유낙하시켜 충돌 실험을 수행하였으며, 26장 및 32장을 적층한 경우에는 91 ㎏ 무게의 충돌체를 약 3.3 m 높이에서 튜브로 자유낙하시켜 수행하였다.

[0173] 각 두께별로 3번의 실험을 실시하여, 평균을 나타내었고, 충돌체가 충격 흡수 구조에 충돌 후 전진하는 동안 흡수된 에너지를 충격 흡수 구조의 파손된 분의 무게로 나누어 SEA를 계산하였다.

[0175] 이에 대한 결과를 아래의 표 1 및 도 7에 나타내었다.

표 1

[0177]

specimen	material thickness [mm]	specimen weight [g]	SEA [J/g]*
P24-1	2.25	128.00	56.30
P24-2		129.00	55.26
P24-3		125.00	56.33
average		**127.33**	**55.96**
P26-1	2.44	140.58	49.79
P26-2		137.70	51.39
P26-3		136.52	50.93
average		**138.27**	**50.70**
P32-1	3.10	181.48	48.82
P32-2		183.56	45.69
P32-3		185.23	43.85
average		**183.42**	**46.12**

[0179] 24장을 적층한 P24의 경우, 두께가 약 2.3 mm, 무게는 약 127 g, 압축 파손 하중 93 kN으로 측정되었으며, 26장을 적층한 P26의 경우, 두께가 약 2.4 mm, 무게는 약 138 g, 압축 파손 하중은 101 kN으로 측정되었고, 32장을 적층한 P32의 경우, 두께가 약 3.1 mm, 무게는 약 183 g, 압축 파손 하중은 128 kN으로 측정되었다.

[0180] 이 때, 압축 파손 하중은 튜브의 단면 면적과 압축 강도로 계산되었다.

[0182] P24의 경우, 충돌체가 튜브에 충돌 후 약 60 mm 내외 진전하는 동안 흡수된 에너지를 튜브의 파손된 부분의 무게로 나누어 SEA 계산하였으며, 약 60 mm 진전 동안 평균 약 47 kN의 하중이 발생하였고, SEA는 56 J/g로 계산되었다.

[0183] P26의 경우, 충돌체가 튜브에 충돌 후 약 60 mm 내외 진전하는 동안 흡수된 에너지를 튜브의 파손된 부분의 무게로 나누어 SEA 계산하였으며, 약 60 mm 진전 동안 평균 약 49 kN의 하중이 발생하였고, SEA는 51 J/g로 계산되었다.

[0184] P32의 경우, 충돌체가 튜브에 충돌 후 약 50 mm 내외 진전하는 동안 흡수된 에너지를 튜브의 파손된 부분의 무게로 나누어 SEA 계산하였으며, 약 50 mm 진전 동안 평균 약 60 kN의 하중이 발생하였고, SEA는 46 J/g로 계산되었다(표 1 및 도 7 참조).

[0186] 즉, 두꺼운 소재로 튜브형 흡수구조를 제작하면 충돌 시의 Peak 하중과 평균하중은 두께에 비례하여 증가하지만, 이를 파손된 흡수 구조의 무게로 나누어서 흡수 성능을 평가하면 벽 두께가 두꺼워질수록 충격 흡수 성능(SEA)이 저하되는 것을 알 수 있다.

[0188] **<실험예 2>**

[0189] 비교예 2의 충격 흡수 구조에 대하여, 물결 형태의 각도 및 두께별로 각 파손 하중을 비교예 1의 값을 이용하여 계산하였다.

[0190] 일반적으로, 이러한 물결 형태와 같은 개방 단면의 경우, 폐쇄 단면에 비하여 좌굴에 취약하기 때문에 충격 흡수 구조 설계를 위해서 좌굴 안정성을 더욱 고려하여야 한다.

[0191] 따라서, 충격 흡수 구조 설계 시, 좌굴 하중, 압축 파손 하중 및 충돌 하중을 비교하여야 하며, 이에 대하여는 아래의 표 2 내지 표 4에 대하여 계산하여 나타내었다. 이 때, 24장을 적층한 경우 두께는 약 2.3 mm, 26장을 적층한 경우 두께가 약 2.4 mm, 32장을 적층한 경우, 두께는 약 3.1 mm이다.

표 2

[0193]

Panel – 두께 2.3 mm	180도	160도	140도	120도
좌굴하중	51.0	42.2	34.2	28.1
압축파손하중(계산)	107.9	97.7	87.3	77.2
충돌하중(계산)	54.6	49.5	44.3	39.1

표 3

[0194]

Panel – 두께 2.4 mm	180도	160도	140도	120도
좌굴하중	54.2	47.4	37.2	30.8
압축파손하중(계산)	117.0	105.9	94.8	83.7
충돌하중(계산)	57.0	51.6	46.1	40.7

표 4

[0195]

Panel – 두께 3.1 mm	180도	160도	140도	120도
좌굴하중	83.2	74.3	64.2	53.6
압축파손하중(계산)	148.7	134.5	120.4	106.3
충돌하중(계산)	69.8	63.1	56.5	49.9

[0197] 상기 표 2 내지 표 4에서 확인할 수 있듯이, 두께 2.3 ㎜, 2.4 ㎜의 물결형 구조의 경우, 좌굴 하중이 충돌 하중에 비하여 낮기 때문에 좌굴 파손이 먼저 발생할 것이기에 충격 흡수 구조로 사용될 수 없음을 알 수 있으며, 두께 3.1 ㎜의 물결형 구조만이 좌굴 하중이 충돌 하중에 비하여 크므로, 충격 흡수 구조로 사용될 수 있다. 이때, 모든 두께에 대하여 압축 파손 하중은 충돌 하중에 비하여 높기 때문에 압축 파손이 발생할 위험은 없다.

[0198] 또한, 두께 2.3 ㎜, 2.4 ㎜, 3.2 ㎜의 물결형 구조는 각각 56 J/g, 51 J/g, 46 J/g의 SEA 값을 갖는 것으로 계산된다.

[0200] **<실험예 3>**

[0201] 실시예 1, 비교예 3 및 비교예 4의 충격 흡수 구조에 대하여, 충돌 실험을 실시하여, 충격 흡수 특성을 평가하였다. 각 충격 흡수 구조에 대하여, 49.4 ㎏의 무게 및 1.27 ㎜의 높이를 가지는 충돌체를 자유낙하시켜 충돌 실험을 수행하였다.

[0203] 이에 대한 구체적인 결과는 아래의 표 5 및 도 10, 도 11로부터 확인할 수 있다.

표 5

[0205]

실시예 1, 비교예 3, 비교예 4의 비교			
Material	비교예 3	실시예 1	비교예 4
Specimen weight [g]	34.50	33.75	30.91
Wall thickness [mm]	3.1	3.0	2.7
SEA [J/g]	41.15	56.72	36.70
Peak 하중[kN]	30.25	31.46	29.64
Average 하중[kN]	17.24	25.05	12.60

[0207] 표 5, 도 10 및 도 11에서 확인할 수 있듯이, 비교예 3 및 비교예 4의 충격 흡수 구조는 초기의 충돌 하중을 견디지 못하고, 좌굴에 의하여 불안정한 파손이 유발되는 것을 확인할 수 있다. 특히, 고강성 판재로부터 제조된

비교예 4의 경우, 면내 압축강성은 크지만 면내 전단강성은 작아서 개방단면 충돌 흡수 구조의 1차 좌굴 모드로의 변형에 취약하기 때문에 좌굴에 취약하게 된다.

[0208] 반면, 실시예 1의 경우, 안정된 파손과 함께, SEA 값이 56.72 J/g으로 측정된 것과 같이 우수한 충돌 흡수 성능을 갖게 된다.

[0210] **<실험예 4>**

[0211] 실시예 2 및 비교예 5의 충격 흡수 구조에 대하여, 충돌 실험을 실시하여, 충격 흡수 특성을 평가하였다. 각 충격 흡수 구조에 대하여, 49.4 kg 무게 및 1.27 mm의 높이를 가지는 충돌체를 자유낙하시켜 충돌 실험을 수행하였다.

[0213] 이에 대한 구체적인 결과는 아래의 표 6 및 도 13, 도 14로부터 확인할 수 있다.

표 6

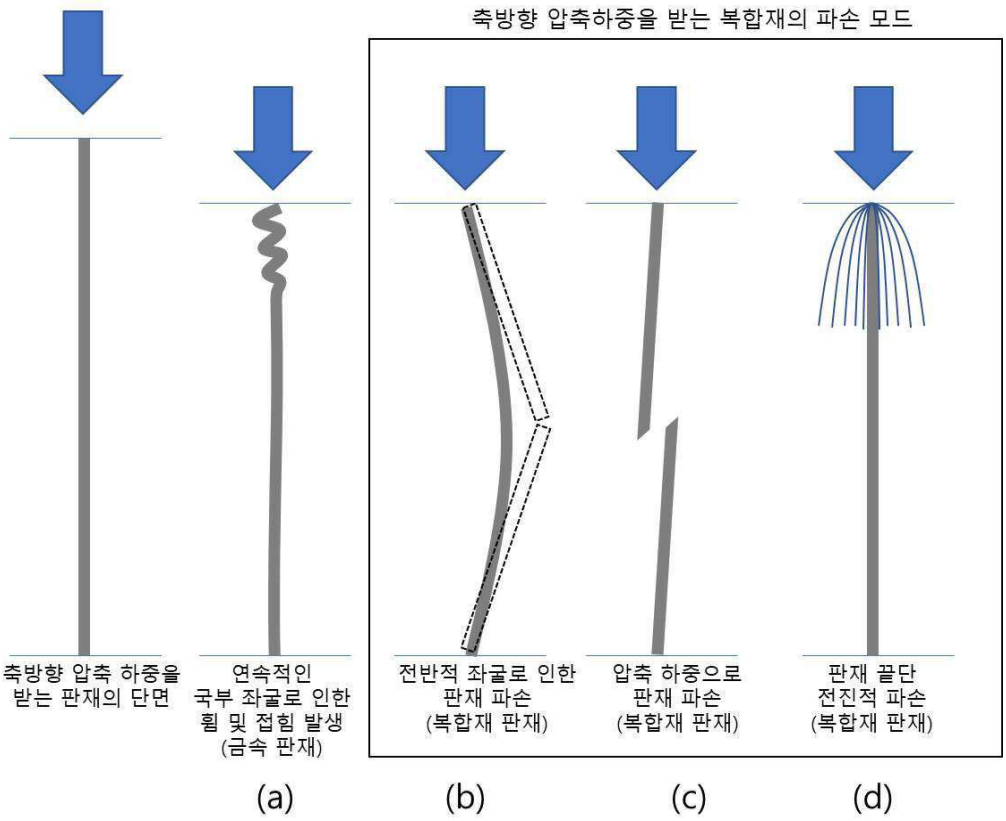
[0215]

실시예 2 및 비교예 5의 비교		
Material	실시예 2	비교예 5
Specimen weight [g]	32.77	29.48
Thickness [mm]	2.6	2.6
SEA [J/g]	57.82	28.40
Peak 하중 [kN]	29.20	24.03
Average 하중[kN]	20.21	6.31

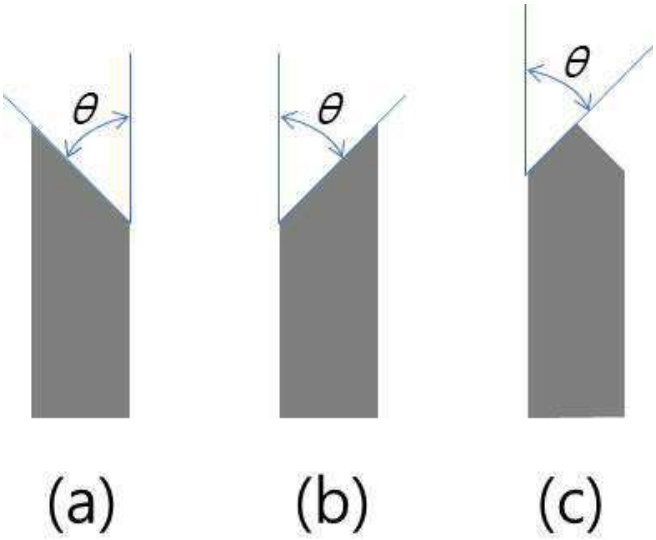
[0217] 표 6, 도 13 및 도 14에서 확인할 수 있듯이, 실시예 2의 경우, 초기의 높은 충돌 하중에 대하여 좌굴을 견딜 수 있으며 우수한 충격 흡수 특성(SEA = 57.82 J/g)을 가지는 반면, 비교예 5의 경우, 좌굴로 인하여 파손이 발생하는 바, 비교적 저조한 충격 흡수 특성(SEA = 28.40 J/g)을 가는 것을 확인할 수 있다.

도면

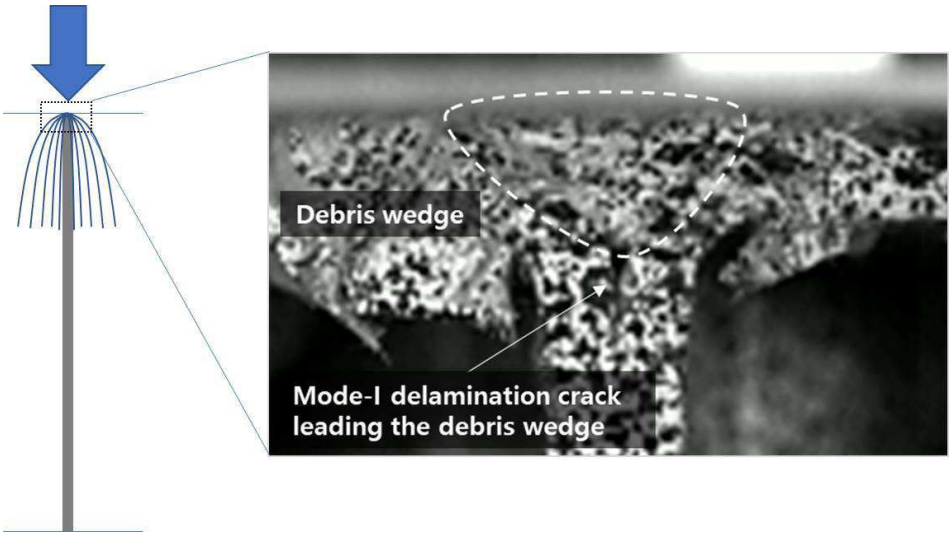
도면1


축방향 압축하중을 받는 복합재의 파손 모드
축방향 압축 하중을 받는 판재의 단면
연속적인 국부 좌굴로 인한 휨 및 접힘 발생 (금속 판재)
전반적 좌굴로 인한 판재 파손 (복합재 판재)
압축 하중으로 판재 파손 (복합재 판재)
판재 끝단 전진적 파손 (복합재 판재)
(a)
(b)
(c)
(d)

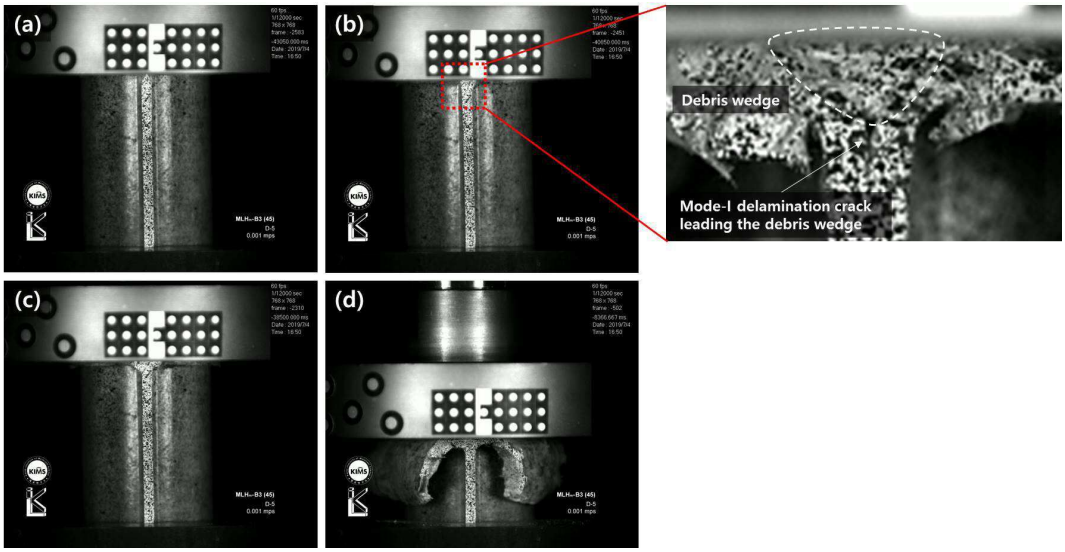
도면2


θ
θ
θ
(a)
(b)
(c)

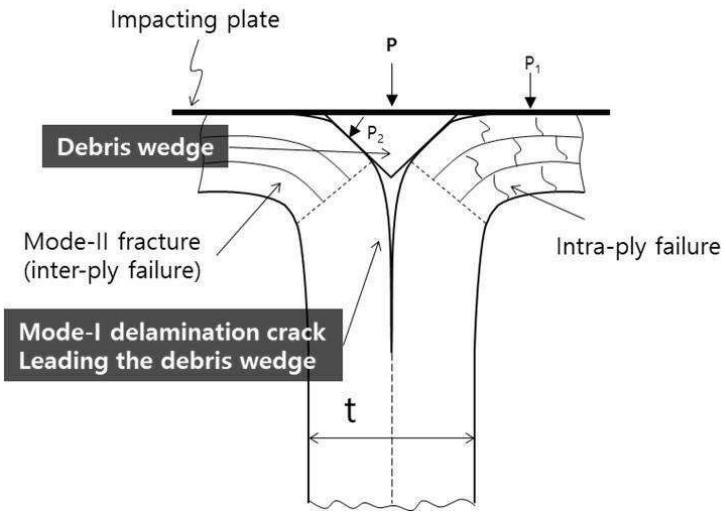
도면3



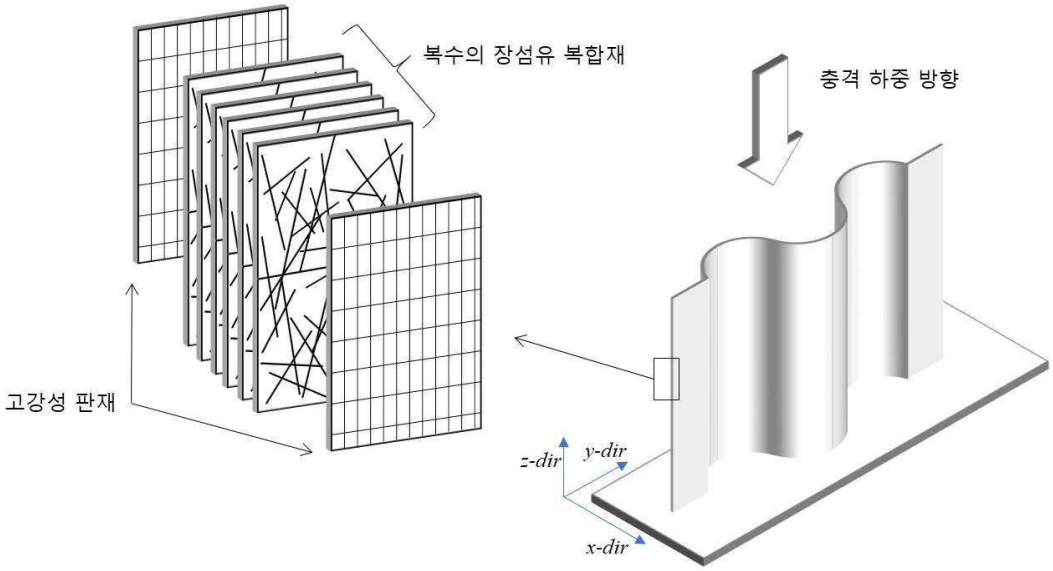
도면4a



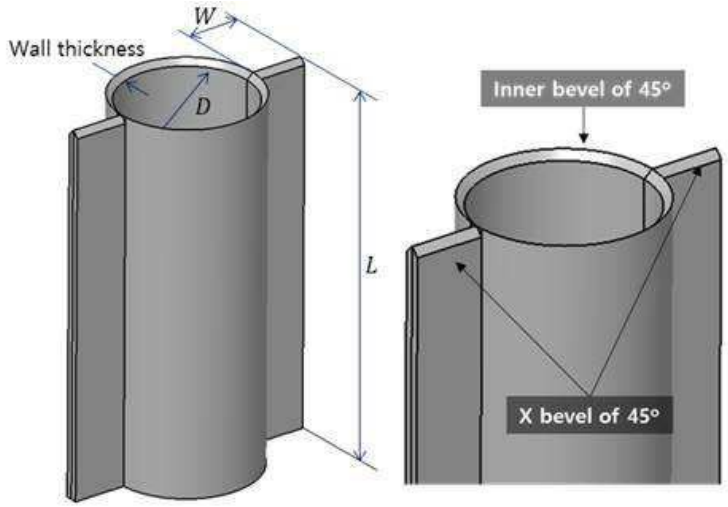
도면4b



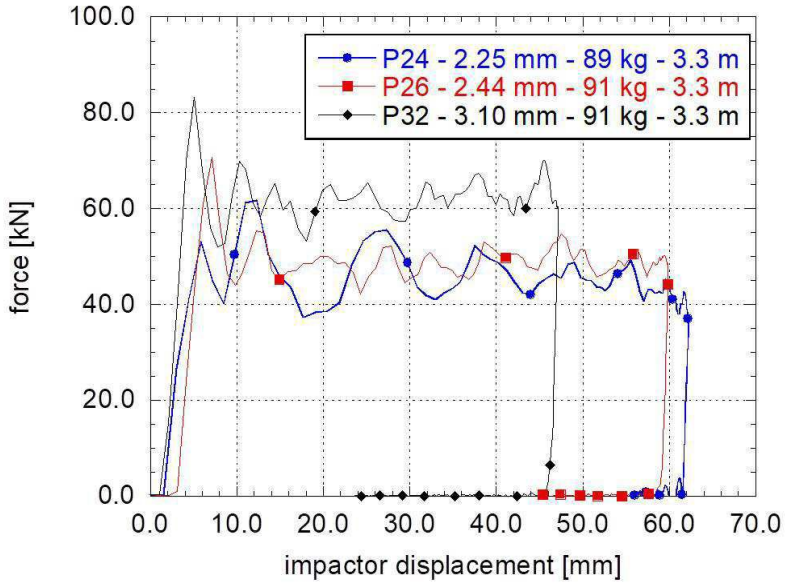
도면5


복수의 장섬유 복합재
충격 하중 방향
고강성 판재
z-dir
y-dir
x-dir

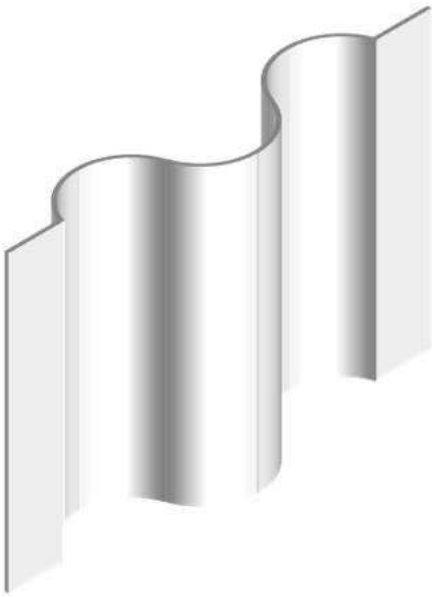
도면6


W
Wall thickness
D
L
Inner bevel of 45°
X bevel of 45°

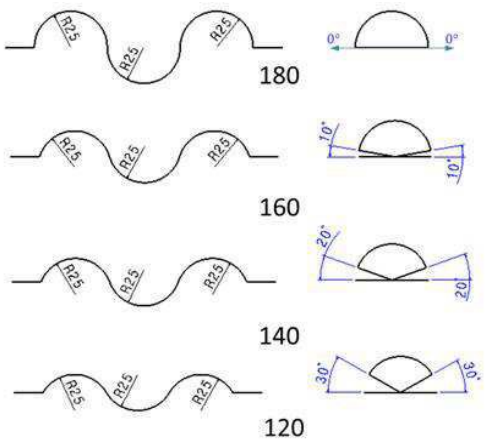
도면7


P24 - 2.25 mm - 89 kg - 3.3 m
P26 - 2.44 mm - 91 kg - 3.3 m
P32 - 3.10 mm - 91 kg - 3.3 m
force [kN]
impactor displacement [mm]
100.0
80.0
60.0
40.0
20.0
0.0
0.0
10.0
20.0
30.0
40.0
50.0
60.0
70.0

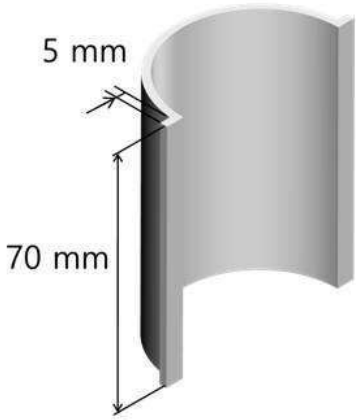
도면8a



도면8b



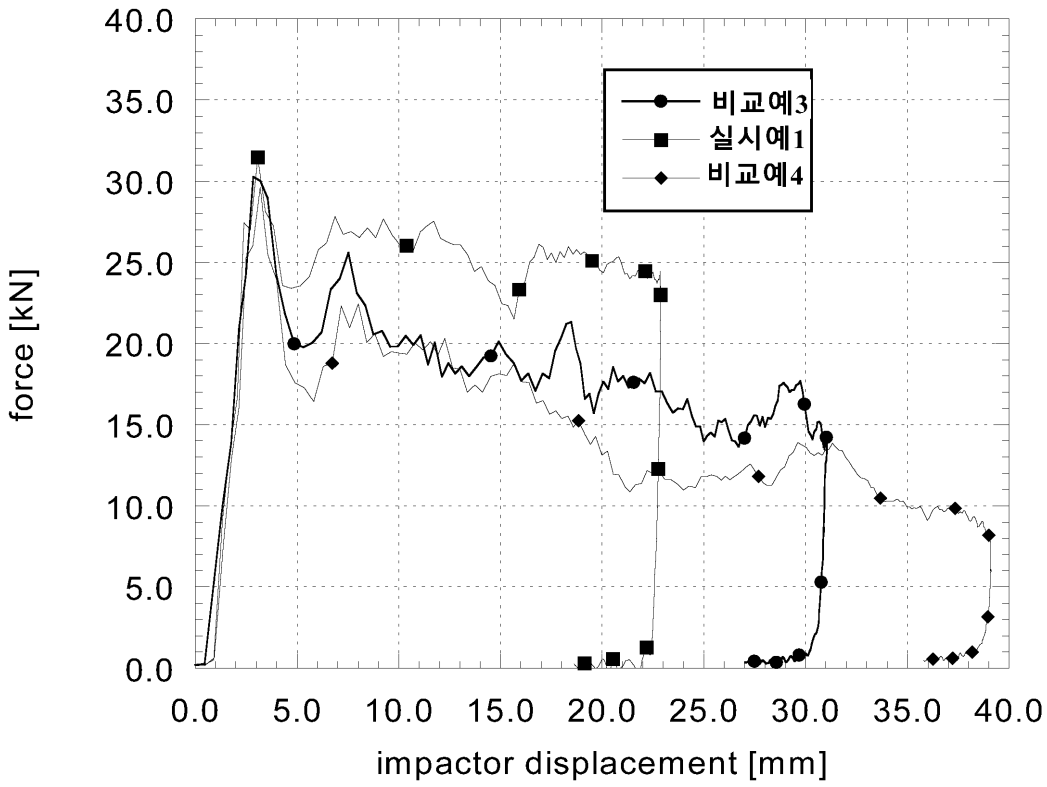
도면9



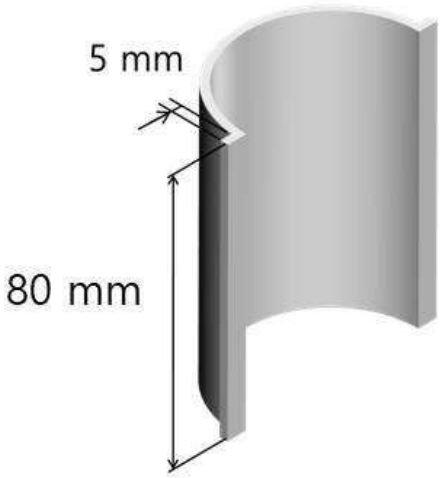
도면10



도면11


40.0
35.0
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
force [kN]
0.0
5.0
10.0
15.0
20.0
25.0
30.0
35.0
40.0
impactor displacement [mm]
비교예3
실시예1
비교예4

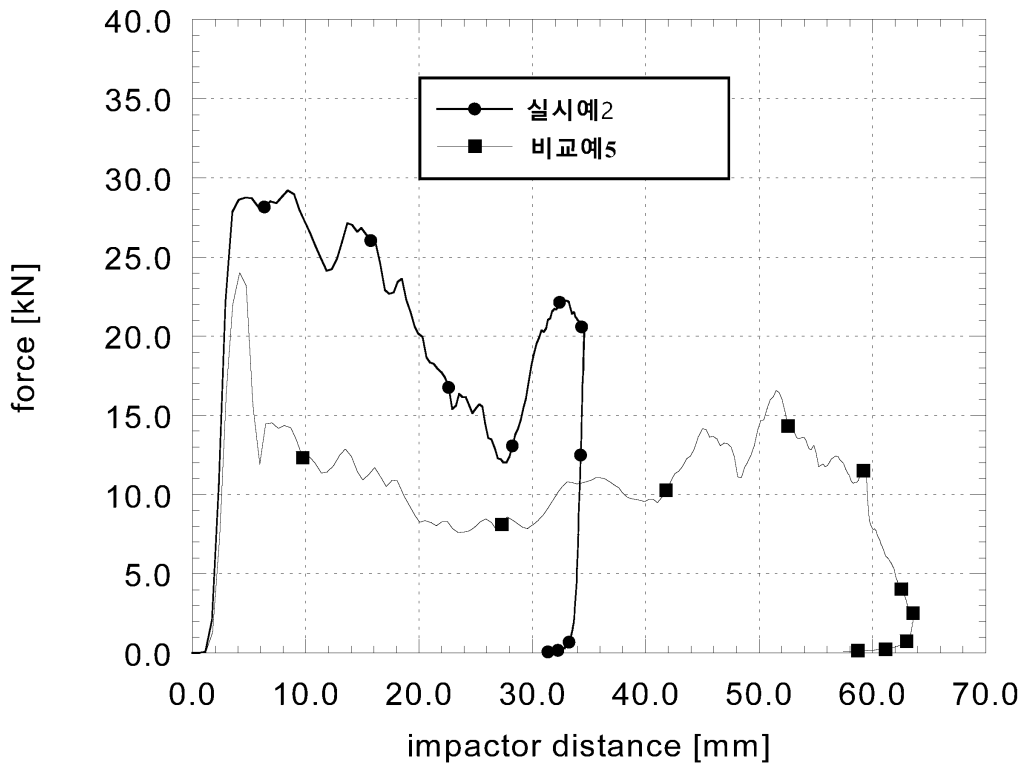
도면12


5 mm
80 mm

도면13


비교예 5
실시예 2

도면14


40.0
35.0
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
force [kN]
실시예2
비교예5
0.0
10.0
20.0
30.0
40.0
50.0
60.0
70.0
impactor distance [mm]