



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0082086
(43) 공개일자 2024년06월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
D03D 25/00 (2006.01) D03D 1/00 (2006.01)
D03D 15/275 (2021.01)
(52) CPC특허분류
D03D 25/005 (2013.01)
D03D 1/0035 (2021.05)
(21) 출원번호 10-2022-0166077
(22) 출원일자 2022년12월01일
심사청구일자 2022년12월01일

(71) 출원인
국립창원대학교 산학협력단
경상남도 창원시 의창구 창원대로 20(퇴촌동)
(72) 발명자
송정일
경상남도 창원시 성산구 창원대로1209번길 22 (성주동, 프리빌리지 2차)
이동우
경상남도 창원시 성산구 비읍로 191 (사과정동, 성산 반도유보라 아이비파크)
윤창모
경상남도 창원시 마산합포구 가포순환로 33, 124동 1802호 (월영동, 마린애시앙부영)
(74) 대리인
김종선, 이형석

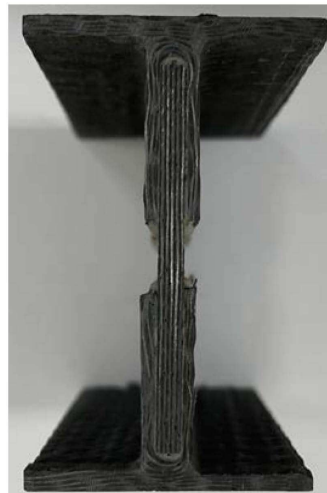
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 H형 탄소 구조체 및 이의 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 플랜지 및 상기 플랜지 상에 상기 플랜지 중심부로부터 수직하게 이격 배치된 2개의 웨브를 포함하는 2개의 II형 구조체; 및 상기 II형 구조체의 이격 배치된 웨브 사이에 삽입된 플레이트;를 포함하고, 상기 2개의 II형 구조체는 서로의 웨브가 맞닿도록 배치되고, 상기 플랜지 및 상기 웨브의 두께 비율이 13 : 1 내지 4 : 3 인 것을 특징으로 하는, H형 탄소 구조체에 대하여 개시한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

D03D 15/275 (2021.01)

D10B 2401/063 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415172052
과제번호	10074270
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	항공우주부품기술개발(R&D)
연구과제명	5천 파운드급 VLJ 항공기용 3차원 직조 일체형 복합재 날개 구조물 제작 원천기술

개발

기 여 율	7/10
과제수행기관명	창원대학교 산학협력단
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345347088
과제번호	2018R1A6A1A03024509
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공학학술연구기반구축
연구과제명	신소재 연구센터
기 여 율	3/10
과제수행기관명	창원대학교 산학협력단
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

플랜지 및 상기 플랜지 상에 상기 플랜지 중심부로부터 수직하게 이격 배치된 2개의 웨브를 포함하는 2개의 Π 형 구조체; 및

상기 Π 형 구조체의 이격 배치된 웨브 사이에 삽입된 플레이트;를 포함하고,

상기 2개의 Π 형 구조체는 서로의 웨브가 맞닿도록 배치되고, 상기 플랜지 및 상기 웨브의 두께 비율이 13 : 1 내지 4 : 3 인 것을 특징으로 하는, H형 탄소 구조체.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 Π 형 구조체 및 상기 플레이트는 층상 구조인, H형 탄소 구조체.

청구항 3

제 1 항에 있어서

상기 Π 형 구조체는 3차원 구조의 직조 프리폼인, H형 탄소 구조체.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 직조 프리폼은,

경사(warp) 방향의 제 1 섬유 및 위사(fill)방향의 제 2 섬유로 직조된 층상섬유부; 및

상기 층상섬유부를 10 내지 90도의 두께 방향으로 관통하는 관통섬유부;를 포함하는 것인, H형 탄소 구조체.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 직조 프리폼은 열경화성 수지를 포함하는 것인, H형 탄소 구조체.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 H형 탄소 구조체의 굽힘 강도는 20 내지 25 kN인, H형 탄소 구조체.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 H형 탄소 구조체는 면외방향 하중이 가해졌을 때, 층간 박리가 억제되는 것인, H형 탄소 구조체.

청구항 8

직조 프리폼을 제조하는 단계;

상기 제조된 직조 프리폼을 Π 형 구조체로 성형하는 단계; 및

상기 성형된 Π 형 구조체를 H형 탄소 구조체로 제조하는 단계;를 포함하는, H형 탄소 구조체의 제조 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 H형 탄소 구조체의 제조 방법은

플레이트를 제조하는 단계; 및

상기 플레이트를 삽입하는 단계;를 더 포함하는 것인, H형 탄소 구조체의 제조 방법.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 직조 프리폼을 제조하는 단계는

경사(warp) 방향의 제 1 섬유 및 위사(fill)방향의 제 2 섬유를 직조하여 층상섬유부를 제조하는 단계; 및

상기 층상섬유부를 10 내지 90도의 두께 방향으로 관통섬유부로 관통하여 연결하는 단계;를 포함하는, H형 탄소 구조체의 제조 방법.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 제조된 직조 프리폼을 II형 구조체로 성형하는 단계는 상기 II형 구조체에 열경화성 수지를 첨가하는 단계를 포함하는, H형 탄소 구조체의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 H형 탄소 구조체 및 이의 제조 방법에 관한 것으로서, 기계적 강도의 향상을 위해 설계 최적화된 H형 탄소 구조체 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 복합재료 중 탄소섬유 복합재료는 성형에 뛰어나며 높은 강도를 가지고 있다. 탄소섬유는 복합재료 중 고강도 강화 재료로써, 항공기 부품, 방산, 에너지 분야, 기계 자동차 분야에서 핵심소재로 사용되고 있다.

[0003] 항공분야에서 복합재료는 탄소/에폭시를 이용한 적층 구조가 가장 높은 비율로 사용되고 있다. 적층복합재료의 경우 면내방향(In-Plane)의 기계적 물성은 우수하나 면외방향(Out-of-plane) 하중에는 취약하여 층과 층이 분리 되는 층간 박리와 같은 파손이 일어날 수 있다. 이러한 복합재료의 층간 박리는 균열 및 파괴로 인해 구조물의 강도를 저하시키며 더 나아가 안전사고의 원인이 될 수 있기 때문에 개선이 필요한 단점으로 지적되어 왔다.

[0004] 적층 복합재료의 경우 섬유의 배열이 2차원적으로 배열되어 있기 때문에 층간 박리가 일어나기 쉽다. 이러한 단점을 해결하고자 면외방향으로도 섬유를 삽입할 수 있는 직조(Weaving), 스티칭(Stitching), 니팅(Knitting), 브레이딩(braiding)등의 방법을 이용하여 섬유를 면외방향으로 추가하여 복합재료의 기계적 물성을 향상시키는 방법에 대해 연구해 왔다.

[0005] 3차원으로 제조된 복합재료의 경우 면외방향 기계적 물성뿐만이 아니라 하나의 일체 형태의 구조물로 성형하는 것이 가능하여 제조에 용이하며 시간을 줄일 수 있다는 장점이 있다. 하지만 3차원 직물을 제조하는 직조 장비는 아직 산업화와 자동화 부분에 있어 발전이 미미하다. 현재까지 3차원 직물을 사용하는 분야는 매우 한정적이며 항공 우주 분야도 아직 2차원 직조 복합재료를 사용하고 있다. 지속적인 연구개발을 통해 3차원 직물을 사용할 시 면외방향의 우수한 기계적 물성과 일체화라는 장점을 이용하면 항공 우주 분야뿐만이 아닌 보다 넓은 분야에서 적용이 가능하다.

[0006] 3차원 직조 프리폼을 사용할 경우 섬유의 배열 방법에 따라 다양한 내부 형상 설계가 가능하여 구조물로 제조할 경우 형상에 따라 복합재의 기계적 물성의 차이를 보인다. 3차원 직조 프리폼을 적층형 복합재료를 대신하여 사용할 경우 재료의 특성과 사용 환경 및 구조물 형상을 고려하여 설계 최적화가 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 탄소섬유 복합재료를 포함하는 구조체를 제공하기 위한 것이다.
- [0008] 또한, 탄소섬유 복합재료의 기계적인 물성을 개선하기 위하여 설계 최적화된 탄소 구조체를 제공하기 위한 것이다.
- [0009] 다만, 본원의 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제에 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0010] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 플랜지 및 상기 플랜지 상에 상기 플랜지 중심부로부터 수직하게 이격 배치된 2개의 웹을 포함하는 2개의 II형 구조체; 및 상기 II형 구조체의 이격 배치된 웹 사이에 삽입된 플레이트;를 포함하고, 상기 2개의 II형 구조체는 서로의 웹가 맞닿도록 배치되고, 상기 플랜지 및 상기 웹의 두께 비율이 13 : 1 내지 4 : 3 인 것을 특징으로 하는, H형 탄소 구조체에 대하여 개시한다.
- [0011] 여기서 상기 II형 구조체 및 상기 플레이트는 층상 구조일 수 있다.
- [0012] 여기서 상기 II형 구조체는 3차원 구조의 직조 프리폼일 수 있다.
- [0013] 여기서 상기 직조 프리폼은, 경사(warp) 방향의 제 1 섬유 및 위사(fill)방향의 제 2 섬유로 직조된 층상섬유부; 및 상기 층상섬유부를 10 내지 90도의 두께 방향으로 관통하는 관통섬유부;를 포함할 수 있다.
- [0014] 여기서 상기 직조 프리폼은 열경화성 수지를 포함할 수 있다.
- [0015] 여기서 상기 H형 탄소 구조체의 굽힘 강도는 20 내지 25 kN일 수 있다.
- [0016] 여기서 상기 H형 탄소 구조체는 면외방향 하중이 가해졌을 때, 층간 박리가 억제될 수 있다.
- [0017] 또한, 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 직조 프리폼을 제조하는 단계; 상기 제조된 직조 프리폼을 II형 구조체로 성형하는 단계; 및 상기 성형된 II형 구조체를 H형 탄소 구조체로 제조하는 단계;를 포함하는, H형 탄소 구조체의 제조 방법에 대하여 개시한다.
- [0018] 여기서 상기 H형 탄소 구조체의 제조 방법은 플레이트를 제조하는 단계; 및 상기 플레이트를 삽입하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0019] 여기서 상기 직조 프리폼을 제조하는 단계는 경사(warp) 방향의 제 1 섬유 및 위사(fill)방향의 제 2 섬유를 직조하여 층상섬유부를 제조하는 단계; 및 상기 층상섬유부를 10 내지 90도의 두께 방향으로 관통섬유부로 관통하여 연결하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0020] 여기서 상기 직조 프리폼을 II형 구조체로 성형하는 단계는 상기 II형 구조체에 열경화성 수지를 첨가하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0021] 본 발명의 H형 탄소 구조체는 3차원 구조의 직조 프리폼을 포함하여 제조됨으로써, 층간 박리가 억제될 수 있다.
- [0022] 또한, 본 발명의 H형 탄소 구조체는 플랜지 및 웹의 두께 비율을 제어함으로써, 기계적 강도가 향상될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 II형 구조체를 도시한 것이다.
- 도 2는 일 실시예에 따라 제조한 H형 탄소 구조체의 실물 모습이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 3차원 구조의 직조 프리폼의 모습이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 3차원 구조의 직조 프리폼으로부터 II형 구조체의 웹를 형성하는

과정을 나타내는 사진이다.

도 5는 본 발명의 H형 탄소 구조체의 제조 과정을 도시한 것이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 H형 탄소구조체의 크기를 도시한 것이다.

도 7은 만능시험기를 통하여 상기 4점 굽힘 시험을 수행하는 사진이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 H형 탄소 구조체의 4점 굽힘 시험 이후 결과물을 나타낸다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 H형 탄소 구조체의 4점 굽힘 시험의 결과 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 구체적으로 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0025] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0026] 본 명세서에서 사용되는 정도의 용어 "약", "실질적으로" 등은 언급된 의미에 고유한 제조 및 물질 허용오차가 제시될 때 그 수치에서 또는 그 수치에 근접한 의미로 사용되고, 본원의 이해를 돕기 위해 정확하거나 절대적인 수치가 언급된 개시 내용을 비양심적인 침해자가 부당하게 이용하는 것을 방지하기 위해 사용된다. 또한, 본원 명세서 전체에서, "~하는 단계" 또는 "~의 단계"는 "~를 위한 단계"를 의미하지 않는다.
- [0027] 본 발명의 기술분야에 속하는 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 요지를 통하여 다양한 응용을 할 수 있으므로, 본 발명의 권리범위는 이하의 실시예로 한정되지 않는다. 본 발명의 권리범위는 특허청구범위에 기재된 사항을 기초로 하여 본 발명의 기술분야에 속하는 통상의 지식을 가진 자가 종래 기술을 이용하여 용이하게 치환 또는 변경하는 것이 자명한 부분에까지 미친다.
- [0028] 이하, 필요한 경우에 첨부하는 도면을 참조하면서 본 발명을 보다 상세하게 설명한다.
- [0030] <H형 탄소 구조체>
- [0031] 본 발명자들은 상술한 과제를 해결하기 위하여 연구한 결과, 하기와 같은 발명을 안출하기에 이르렀다. 본 명세서는 플랜지 및 상기 플랜지 상에 상기 플랜지 중심부로부터 수직하게 이격 배치된 2개의 웹를 포함하는 2개의 H형 구조체; 및 상기 H형 구조체의 이격 배치된 웹 사이에 삽입된 플레이트;를 포함하는 H형 탄소 구조체에 대하여 개시한다.
- [0032] 도 1은 본 발명의 H형 구조체를 도시한 것이다. 도 1을 참조하면, 본 발명의 플랜지 및 상기 플랜지 상에 수직으로 이격 배치된 2개의 웹를 포함하는 H형 구조체를 확인할 수 있다.
- [0033] 본 발명의 H형 탄소 구조체는 상기 2개의 H형 구조체는 서로의 웹가 맞닿도록 배치될 수 있다.
- [0034] 또한, 본 발명의 H형 탄소 구조체는 상기 H형 구조체의 이격 배치된 웹 사이에 삽입된 플레이트를 포함할 수 있다.
- [0035] 여기서 상기 H형 구조체 및 상기 플레이트는 층상 구조일 수 있다.
- [0036] 도 2는 일 실시예에 따라 제조한 H형 탄소 구조체의 실물 모습이다. 도 2를 참조하면, 상기 H형 구조체는 서로의 웹가 맞닿도록 배치되고, 상기 이격 배치된 2개의 웹 사이에 삽입된 플레이트를 포함하는 것을 확인할 수 있으며, 각각의 H형 구조체 및 플레이트는 층상 구조인 것을 확인할 수 있다.
- [0037] 상기 H형 구조체는 3차원 구조의 직조 프리폼일 수 있다. 상기 프리폼(preform)이란, 탄소/탄소 복합재료를 제조하기 위한 다양한 섬유구조로 구성된 섬유 보강체를 일컫는다. 탄소/탄소 복합재료에 사용되는 섬유 형태는 불연속(discontinuous) 섬유와 연속(continuous) 섬유로 구분될 수 있으나, 대부분 연속 섬유 형태가 사용된다. 연속섬유 형태를 사용하는 섬유구조(architecture)는 일방향 구조, 2방향 적층 구조 및 3차원 직조 구조(textile)가 있을 수 있다.

- [0038] 상기 직조 프리폼은, 경사(warp) 방향의 제 1 섬유 및 위사(fill)방향의 제 2 섬유로 직조된 층상섬유부; 및 상기 층상섬유부를 10 내지 90도의 두께 방향으로 관통하는 관통섬유부;를 포함할 수 있다.
- [0039] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 3차원 구조의 직조 프리폼의 모습이다. 보다 구체적으로 (a)는 상기 관통섬유부가 45 도의 두께방향으로 관통한 프리폼(이하 Layer to Layer(LTL) 프리폼)의 모습이고, (b)는 상기 관통 섬유부가 90 도의 두께 방향으로 관통한 프리폼(이하 Orthogonal(ORT) 프리폼)의 모습이다. 본 발명에서는 도 3과 같은 3차원 구조의 직조 프리폼을 이용하여 II형 구조체 및 H형 구조체를 제조함으로써, 종래 적층형 탄소 복합재의 문제로서 지적되어 왔던 층간 박리가 억제될 수 있다.
- [0040] 상기 3차원 구조의 직조 프리폼의 경우, 직조 과정에서 프로그래밍을 통해 복수의 층 중 일부는 플랜지(Flange)와 다른 일부는 웹(Web)으로 사용할 수 있도록 섬유를 분기시킬 수 있다. 즉, 상기와 같이 분기된 섬유를 가진 3차원 구조의 직조 프리폼은 별도의 적층 과정 없이 Web 부분의 섬유들만 수직으로 세워 II형 구조체를 제조할 수 있다.
- [0041] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 3차원 구조의 직조 프리폼으로부터 II형 구조체의 웹을 형성하는 과정을 나타내는 사진이다. 다시 말해 도 4에 나타난 3차원 구조의 직조 프리폼은 직조 장비를 프로그래밍을 하여, 상기 직조 프리폼의 일부 층의 섬유가 분기되도록 제조된 것이며, 상기 직조 프리폼의 양단의 섬유층을 수직으로 세움으로써 II형 구조체를 제조하는 것을 나타낸다. 상기 직조 프리폼의 직조 과정은 하기 <H형 탄소 구조체의 제조 방법> 문단에서 구체적으로 설명하도록 한다. 도 4와 같이 프로그래밍을 통해 일부 층의 섬유가 분기된 3차원 구조의 직조 프리폼은 층간에 분리된 부분 없이 플랜지와 웹이 접속되어 있기 때문에, 강한 충격에도 층간 박리가 억제되는 특성을 가질 수 있다.
- [0042] 또한, 본 발명의 H형 탄소 구조체는 상기 플랜지 및 상기 웹의 두께 비율이 13 : 1 내지 4 : 3 인 것을 특징으로 할 수 있다. 상술한 대로 본 발명의 H형 탄소 구조체는 직조 장비를 통해 제작된 3차원 구조의 직조 프리폼을 포함하여 제조될 수 있는데, 상기 3차원 구조의 직조 프리폼은 14개의 층으로 구성될 수 있다. 다시 말해, 본 발명의 플랜지 및 웹은 층상 구조를 나타낼 수 있고, 상기 플랜지 및 상기 웹은 합이 총 14개 층으로 나타날 수 있다. 이에 따라 본 명세서에서 상기 플랜지 및 상기 웹의 두께 비율[플랜지 두께 : 웹 두께]은 구체적으로 [13 : 1], [12 : 2 (6 : 1)], [11 : 3], [10 : 4 (5 : 2)], [9 : 5], [8 : 6 (4 : 3)], [7 : 7 (1 : 1)], [6 : 8 (3 : 4)], [5 : 9], [4 : 10 (2 : 5)], [3 : 11], [2 : 12 (1 : 6)], [1 : 13] 등으로 나타낼 수 있다. 본 발명의 H형 구조물의 구조적 안정성을 향상시키는 관점에서 상기 플랜지 및 상기 웹의 두께 비율은 웹보다 플랜지가 두꺼운 형태인 [13 : 1], [12 : 2 (6 : 1)], [11 : 3], [10 : 4 (5 : 2)], [9 : 5], [8 : 6 (4 : 3)]임이 바람직하며, [10 : 4 (5 : 2)], [9 : 5] 및 [8 : 6 (4 : 3)]임이 보다 바람직하다. 상기 플랜지와 웹의 두께 비율에 관한 구체적인 내용은 하기 {실시예 및 평가}에서 상세히 설명하도록 한다.
- [0043] 또한, 상기 II형 구조체는 열경화성 수지를 포함할 수 있다. 상기 열경화성 수지의 구체적인 예로는 에폭시 수지, 페놀 수지, 요소 수지, 비닐에스터 수지 등을 들 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 비닐에스터 수지의 경우 에폭시 수지보다 강도는 낮으나 저렴하며, 경화 속도가 에폭시 수지보다 빠르고 상온에서 경화시킬 수 있다는 장점이 있다.
- [0044] 상기 H형 탄소 구조체의 굽힘 강도는 20 내지 25 kN일 수 있다. 본 발명의 H형 탄소 구조체는, 상기 웹 및 상기 플랜지가 일정한 두께 비율을 가짐으로써, 굽힘 강도 등 기계적 강도가 향상될 수 있다. 또한, 본 발명의 상기 H형 탄소 구조체는 3차원 구조의 직조 프리폼을 포함하여 제조된 II형 구조체를 포함함에 따라 면외방향 하중이 가해졌을 때, 층간 박리가 억제될 수 있다. 본 발명의 H형 탄소 구조체의 기계적 강도 등의 구체적인 내용은 하기의 {실시예 및 평가}에서 상세하게 설명하도록 한다.
- [0046] <H형 탄소 구조체의 제조 방법>
- [0047] 본 발명자들은 상술한 과제를 해결하기 위하여, 직조 프리폼을 제조하는 단계; 상기 제조된 직조 프리폼을 II형 구조체로 성형하는 단계; 및 상기 성형된 II형 구조체를 H형 탄소 구조체로 제조하는 단계;를 포함하는, H형 탄소 구조체의 제조 방법에 대하여 개시한다.
- [0048] 상기 직조 프리폼을 제조하는 단계는 경사(warp) 방향의 제 1 섬유 및 위사(fill)방향의 제 2 섬유를 직조하여 층상섬유부를 제조하는 단계; 및 상기 층상섬유부를 10 내지 90도의 두께 방향으로 관통섬유부로 관통하여 연결하는 단계;를 포함할 수 있다. 본 발명의 일 실시예로서 상기 직조 프리폼은 롬(Loom) 형식의 직조 방식으로 제

조될 수 있다. 상기 릸(Loom) 형식의 직조 방식은 구체적으로 다음과 4단계를 반복함에 따라 수행될 수 있다.

- [0049] 림(Loom) 형식의 직조 방식
- [0050] ● 개구형성(Shedding): 너비 방향의 위사(Fill)를 통과시키기 위하여 하니스(Harnesses)를 상, 하로 조절하여 길이 방향의 경사(warp)가 열리는 것을 의미하여, 개구의 변화에 따라 직조 시 제직 패턴을 조절한다.
- [0051] ● 위입(Filling insertion): 위사가 개구에 삽입되어 경사와 일정한 패턴을 가지며 교차하게 된다.
- [0052] ● 비트업(Beat-up): 서로 교차된 경사와 위사를 빗과 같은 형상의 리드(Reed)를 앞뒤로 이동하여 섬유다발을 밀집시키면서 직물을 형성한다.
- [0053] ● 권취(Take-up): 상기 비트업이 끝난 뒤 형성된 직물은 롤러에 감겨 다음 직조 작업이 계속되도록 한다.
- [0055] 경사는 원사가 감겨있는 Spool rack으로부터 가이드를 거쳐 하니스(Harnesses) 내부의 종광을 관통하여 리드에서 구별이 된 후 롤러에 다시 감기게 된다. 상기 종광은 중간에 구멍을 가진 와이어를 가리키며 상기 하니스는 섬유 가닥을 구별하는 여러 개의 종광이 모인 틀을 가리킨다.
- [0056] 상기의 과정을 반복하여 작업자가 원하는 길이만큼 3차원 직조 프리폼을 제조할 수 있으며 상기와 같은 4단계로 이루어진 3차원 직물의 직조 과정은 3차원(길이방향, 너비방향, 두께(높이)방향)의 입체 구조를 형성시키기 위해 추가로 사용된 경사(본 발명에서 관통섬유부)에 의해 섬유의 두께가 생성될 수 있다. 본 명세서에서 사용된 직조 장비는 관통섬유부가 위사를 두께방향으로 관통하여 직조하며, 직조된 직물이 두께를 가지고 층과 층이 연결된 3차원 구조를 지니게 된다.
- [0057] 상기 관통섬유부는 상기 층상부의 10 내지 90도 두께 방향으로 관통될 수 있다.
- [0058] 상기 제조된 직조 프리폼을 II형 구조체로 성형하는 단계는 상술한 대로, 직조 프리폼 제조시 상기 직조 프리폼의 복수개의 층 가운데 일부를 플랜지(Flange)와 다른 일부분은 웨브(Web)로 사용할 수 있도록 직조 과정에서 프로그래밍을 통해 분기된 섬유를 수직으로 세움으로써 웨브를 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0059] 또한, 상기 직조 프리폼을 II형 구조체로 성형하는 단계는 상기 웨브가 형성된 II형 구조체를 경화시키기 위해 상기 II형 구조체에 열경화성 수지를 첨가하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 열경화성 수지는 상술한 바와 동일하다.
- [0060] 본 발명의 H형 탄소 구조체의 제조 방법은 상기 성형된 II형 구조체를 H형 탄소 구조체로 제조하는 단계를 포함한다. 여기서 상기 H형 탄소 구조체의 제조 방법은 플레이트를 제조하는 단계; 및 상기 플레이트를 삽입하는 단계;를 더 포함할 수 있다. 보다 구체적으로, 상기 II형 구조체 2개를 서로의 웨브가 맞닿도록 배치하고, 이격 배치된 상기 웨브 사이의 공간에 플레이트를 삽입 후 접착제로 고정하는 단계일 수 있다.
- [0061] 상기 접착제는 큰 하중을 견딜 수 있도록 구조용 접착제인 것이 바람직하다. 상기 구조용 접착제의 종류에 있어서는 상기 II형 구조체의 탄소 섬유의 물성을 저하시키지 않으면서, 상기 플레이트와 상기 II형 구조체를 고정하여 용이한 구조용 접착제이면 그 어떠한 것이어도 무방하다. 상기 접착제의 구체적인 예로는 에폭시계 접착제, 아크릴계 접착제, 우레탄계 접착제, 시아노아크릴레이트계 접착제 등일 수 있으며, 그 형태는 액상 접착제, 접착 필름 등일 수 있다.
- [0062] 상기 플레이트는 층상 구조의 탄소 섬유이면 그 어떠한 것이어도 무방하다. 다시 말해, 상기 플레이트는 상술한 릸 방식으로 제조된 직조 프리폼일 수 있고, 탄소 섬유를 단순히 적층한 형태인 층상 직조 섬유일 수 있다. 다만, 상기 플레이트를 층상 직조 섬유 형태로 할 경우, 상기 플레이트 제조 공정에 소요되는 시간이 단축되는 효과가 있어, 경제적인 수 있다.
- [0063] 도 5는 본 발명의 H형 탄소 구조체의 제조 과정을 도시한 것이다. 도 5를 참조하면, 상기 방법으로 제조된 직조 프리폼의 양단의 섬유를 수직으로 세워 II형 구조체를 제조하고, 2개의 II형 구조체가 서로의 웨브가 맞닿도록 배치한 다음, 이격 배치된 상기 웨브 사이의 공간에 플레이트를 삽입함으로써, 본 발명의 H형 탄소 구조체를 제조하는 것을 확인할 수 있다.
- [0065] 이하, 첨부한 도면 및 실시예들을 참조하여 본 명세서가 청구하는 바에 대하여 더욱 자세히 설명한다. 다만, 본 명세서에서 제시하고 있는 도면 내지 실시예 등은 통상의 기술자에 의하여 다양한 방식으로 변형되어 여러 가지

형태를 가질 수 있는 바, 본 발명에서의 기재사항은 본 발명을 특정 개시 형태에 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 균등물 내지 대체물을 포함하고 있는 것으로 보아야 한다. 또한, 첨부된 도면은 본 발명을 통상의 기술자로 하여금 더욱 정확하게 이해할 수 있도록 돕기 위하여 제시되는 것으로서 실제보다 과장되거나 축소되어 도시될 수 있다.

[0067] {실시예 및 평가}

[0068] <실시예>

[0069] 실시예 1

[0070] T700급의 일방향 탄소 섬유(Carbon UD Fabric, CFW-73, Korea Carbin, Korea)를 이용하여, 상술한 롬(Loom) 방식의 직조 과정을 거쳐 3차원 구조의 직조 프리폼을 제조하였다. 3차원 구조의 직조 프리폼의 경우 직조 과정에서 프로그래밍을 통해 플렌지와 웨브의 두께 비율이 5 : 2이 되도록 일부 섬유를 분기시켜 별도의 적층 과정 없이 웨브 부분의 섬유들만 수직으로 세워 II형 구조체를 제조하였다.

[0071] 상기 II형 구조체의 경우 플레이트를 위한 공간을 확보하기 위해 3 mm의 금속판을 성형 전 삽입하였으며, 웨브의 수직성 향상과 섬유 고정을 위하여 웨브 형성시 웨브 바깥면 양쪽에 금속 몰드 사용하였다. 이후 진공백 처리를 통해 구조물을 고정하였다. 수지로서 비닐에스터를 사용하였으며 경화제와 촉진제를 100:1:1 비율로 조합한 뒤 상온 탈포장치로 15분간 탈포를 진행한 뒤 주입하였다. 비닐에스터의 경화를 위해 오븐 장치에서 40 ℃에서 3 시간 80 ℃에서 2 시간 경화를 진행하였다.

[0072] 플레이트의 경우, T700급의 일방향 탄소 섬유(Carbon UD Fabric, CFW-73, Korea Carbin, Korea)를 0° /90° 방향으로 적층하여 제조하였다. 상기 플레이트는 높이 50 mm, 두께 3 mm, 길이 80 mm가 되도록 하였다. 상기 II형 구조체 2개를 서로의 웨브가 맞닿도록 배치하고, 이격배치된 상기 웨브 사이에 플레이트를 삽입하여 H형 탄소구조체를 제조하였다.

[0073] 제조가 완료된 II형 구조체와 플레이트의 접착을 위하여 에폭시 접착필름을 이용하였다. 상기 에폭시 접착필름의 접착을 위해 오븐에서 100 ℃, 1 시간 열을 가하였다.

[0074] 실시예 2

[0075] 플렌지와 웨브의 두께 비율이 4 : 3인 것을 제외하고, 실시예 1과 동일하게 하여, H형 탄소 구조체를 제조하였다(이하, "실시예 2"라 함).

[0076] 비교예 1

[0077] T700급의 일방향 탄소 섬유(Carbon UD Fabric, CFW-73, Korea Carbin, Korea)를 상기 롬 방식이 아닌 0° /90° 방향으로 단순 적층하여 층상 직조 섬유를 제조하였다. 상기 제조된 층상 직조 섬유를 플렌지와 웨브의 두께 비율이 5 : 2가 되도록 하여, II형 구조체를 제조하였다.

[0078] 플레이트의 경우, T700급의 일방향 탄소 섬유(Carbon UD Fabric, CFW-73, Korea Carbin, Korea)를 0° /90° 방향으로 적층하여 제조하였다. 상기 플레이트는 높이 50 mm, 두께 3 mm, 길이 80 mm가 되도록 하였다. 상기 층상 직조 섬유로부터 제조된 II형 구조체 2개를 서로의 웨브가 맞닿도록 배치하고, 이격배치된 상기 웨브 사이에 플레이트를 삽입하여 H형 탄소구조체를 제조하였다.

[0079] 제조가 완료된 II형 구조체와 플레이트의 접착을 위하여 에폭시 접착필름을 이용하였다. 상기 에폭시 접착필름의 접착을 위해 오븐에서 100 ℃, 1 시간 열을 가하였다.

[0080] 비교예 2

[0081] 플렌지와 웨브의 두께 비율이 4 : 3인 것을 제외하고, 비교예 1과 동일하게 하여, H형 탄소 구조체를 제조하였다(이하, "비교예 2"라 함).

[0083] 구체적인 두께 비율은 하기 표 1에 나타내었다.

표 1

	실시예 1	실시예 2	비교예 1	비교예 2
플랜지	10	8	10	8
웹	4	6	4	6
두께 비율 (플랜지:웹)	5 : 2	4 : 3	5 : 2	4 : 3

상기 제조된 실시예 1, 실시예 2, 비교예 1 및 비교예 2의 최종 크기가 가로 35 mm, 세로 80 mm 및 높이 50 mm의 H형 탄소구조체가 되도록 하였다. 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 H형 탄소구조체의 크기를 도시한 것이다. 도 6을 참조하면, 본 발명의 H형 탄소 구조체는 가로 35 mm, 세로 80 mm 및 높이 50 mm로 형성되는 것을 확인할 수 있으며, 상부와 하부의 II형 구조체는 약 10 mm 정도 이격 배치되는 것을 확인할 수 있다.

실험예

상기 제조된 실시예 1 내지 2 및 비교예 1 내지 2의 기계적 강도를 확인하기 위하여, 4점 굽힘 시험을 수행하였다. 시험 장비로서 만능시험기(RB-301 UNITECH-M, R&B Korea, Korea)를 사용하였으며, 상기 실시예 1 내지 2 및 비교예 1 내지 2의 상단에 균일한 하중을 부여하기 위하여 4점 굽힘 장치를 사용하여 0.5 mm/min의 시험속도로 진행하였다.

도 7은 만능시험기를 통하여 상기 4점 굽힘 시험을 수행하는 사진이다. 상기 4점 굽힘 시험을 통해 구해진 실시예 1 내지 2 및 비교예 1 내지 2의 하중값 및 변위값을 비교 및 평가하였다.

<평가>

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 H형 탄소 구조체의 4점 굽힘 시험 이후 결과물을 나타낸다. 보다 구체적으로 (a)는 실시예 1의 결과물이고, (b)는 비교예 1의 결과물을 나타낸다. 도 8을 참조하면, 본 발명의 H형 탄소구조체는 외력이 가해진 이후에 중간 박리가 억제된 것을 확인할 수 있다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 H형 탄소 구조체의 4점 굽힘 시험의 결과 그래프이다. 보다 구체적으로 (a)는 비교예 1, (b)는 비교예 2, (c)는 실시예 1 및 (d)는 실시예 2의 4점 굽힘 시험 결과를 나타내고, (e)는 상기 비교예 1, 비교예 2, 실시예 1 및 실시예 2의 4점 굽힘 시험의 하중값만을 비교하여 나타낸 그래프이다. 도 9를 참조하면, 비교예 1 및 비교예 2와 비교하여, 실시예 1 및 실시예 2에서 더 큰 하중값을 가지는 것을 확인할 수 있다. 나아가, 실시예 2 및 실시예 1의 변위값을 비교했을 때, 실시예 1에 비해 실시예 2에서 더 큰 변위값에서 파단이 발생하는 것을 확인할 수 있다.

상기 도 9에 나타난 실시예 1, 실시예 2, 비교예 1 및 비교예 2의 구체적인 하중값 및 변위값을 하기 표 2에 나타내었다.

표 2

	비교예 1	비교예 2	실시예 1	실시예 2
하중값(kN)	16.1	14	21.4	21.9
변위값(mm)	3.2	3.6	3.5	4.2

표 2를 참조하면, 동일한 (플랜지:웹) 두께 비율을 갖는 실시예 1과 비교예 1을 비교했을 때, 비교예 1 대비 실시예 1에서 약 30 % 증가된 하중값을 갖는 것을 확인할 수 있다. 또한, 동일한 (플랜지:웹) 두께 비율을 갖는 실시예 2와 비교예 2를 비교했을 때, 비교예 1 대비 실시예 1에서 약 56 % 증가된 하중값을 갖는 것을 확인할 수 있다. 이는, 본 발명의 H형 탄소 구조체가 3차원 구조의 직조 프리폼으로 구성됨에 따라, 하중값으로 나타나는 기계적 강도가 향상된 것을 의미한다.

나아가, 상기 표 2에 나타난 실시예 1 및 실시예 2를 비교해보면, 실시예 1 대비 실시예 2의 하중값 및 변위값이 소폭 상승한 것을 확인할 수 있다. 본 발명의 H형 탄소 구조체에 있어서, 상기와 같은 하중값 및 변위값의

차이는 웨브 및 플랜지의 두께 비율이 실시예 1에서 5:2이고, 실시예 2에서 4:3임에 기인한 것이며, 이는 즉 본 발명의 H형 탄소 구조체는 상기 웨브의 두께 비율이 커질수록 기계적 강도가 향상될 수 있음을 의미한다.

[0098] 본 발명의 H형 탄소 구조체는 3차원 구조의 직조 프리폼을 포함하여 제조됨으로써, 층간 박리가 억제될 수 있다.

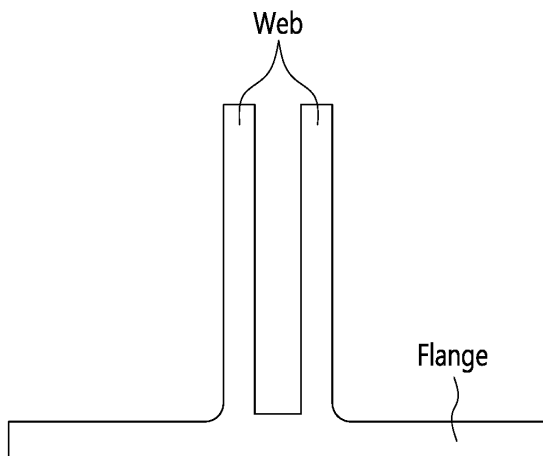
[0099] 또한, 본 발명의 H형 탄소 구조체는 플랜지 및 웨브의 두께 비율을 제어함으로써, 기계적 강도가 향상될 수 있다.

[0101] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다.

[0102] 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

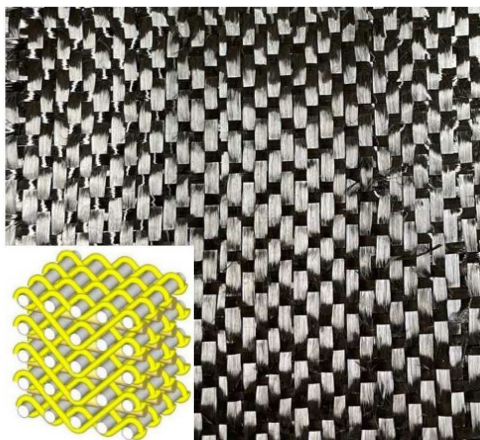
도면1



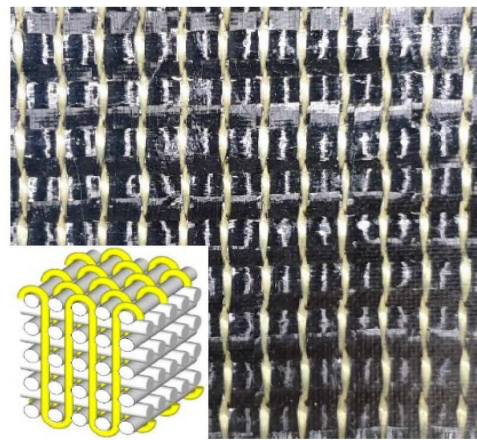
도면2



도면3

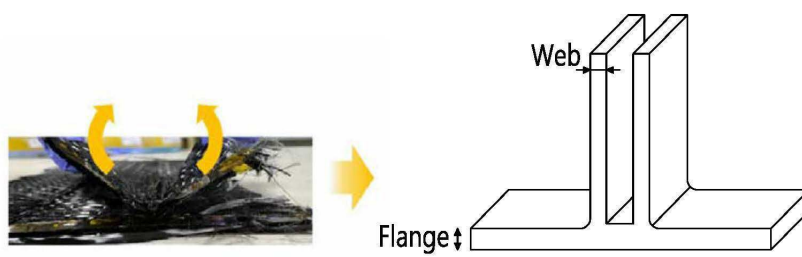


(a)

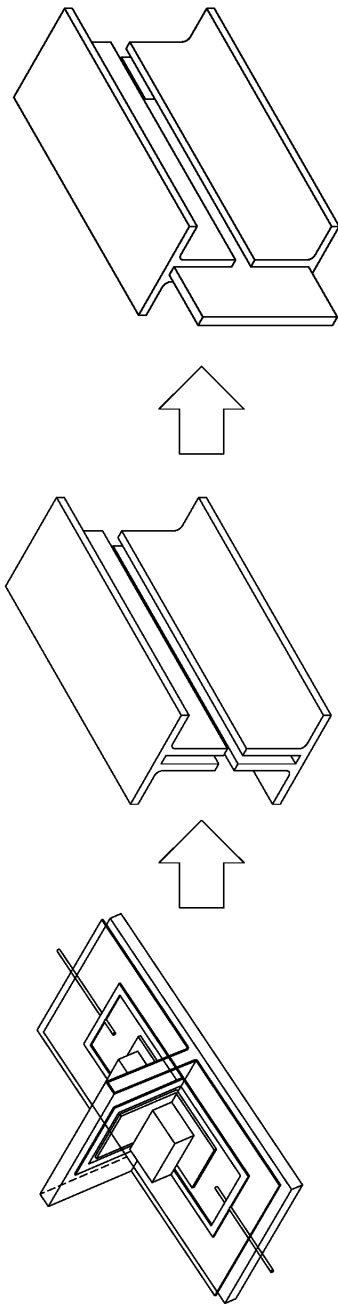


(b)

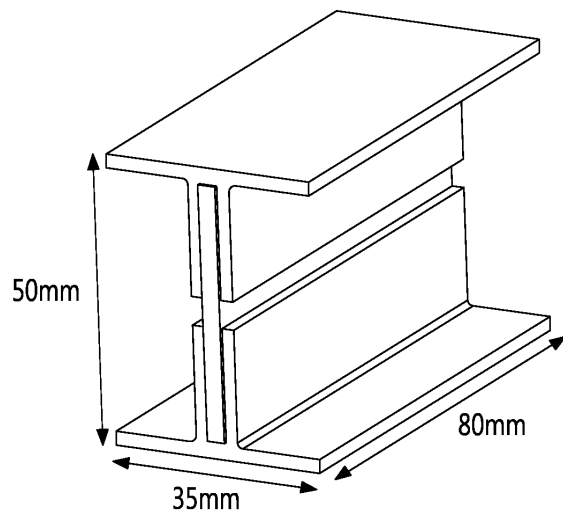
도면4



도면5



도면6



도면7



도면8



(a)



(b)

도면9

