

직물강화 열가소성 복합소재 및 사출성형을 이용한 직물강화 열가소성 복합소재 제조 방법

기술분류

기계/소재



기술단계구분

상용화·제품화 기술

연구자정보

지능화뿌리기술연구소

이성희 수석연구원 | 정의철 포스트닥터

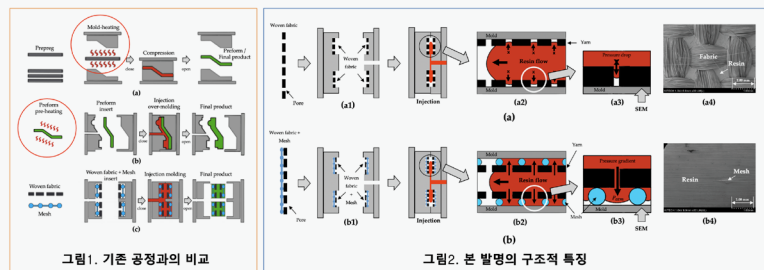
기술이전문의 | TL0@kitech.re.kr

기술개요

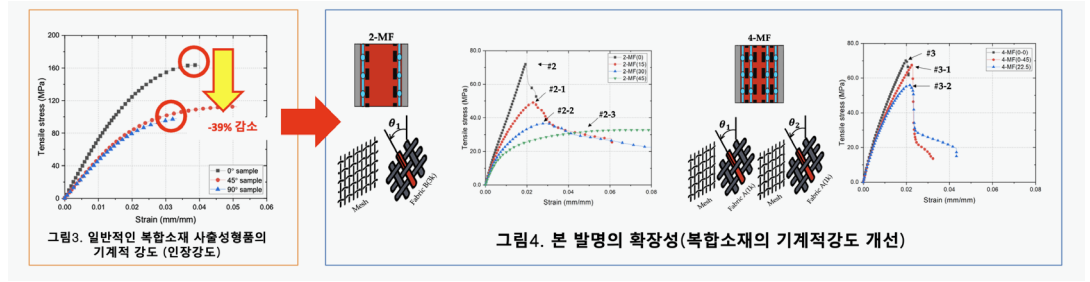
- 사출성형을 이용한 직물강화 열가소성 복합소재 제조 방법과 구조가 개선된 직물강화 열가소성 복합소재에 관한 기술로, 더욱 상세하게는 복합소재의 제조 원가와 생산 시간을 획기적으로 줄이기 위하여 열 성형(Thermoforming)이나 프리프레그(Prepreg)라는 중간재 없이 일반 사출성형만으로 직물강화 열가소성 복합소재를 제조할 수 있도록 새롭게 고안된 구조와 개선된 사출성형 방법을 이용한 직물강화 열가소성 복합소재 제조 방법과 구조적 강성이 개선된 직물강화 열가소성 복합소재에 관한 기술

주요도면/사진

- 그림 1의 (a), (b)에 도시된 바와 같이 대부분의 직물강화 열가소성 복합소재는 프리프레그라는 중간재를 열 성형하는 방식으로 제작되며, 이는 최종 복합소재 제품의 긴 생산 시간과 가격 상승의 원인이 되며 그림 1(c)에 도시된 본 기술의 경우 열 성형 과정이 존재하지 않아 생산 시간을 획기적으로 감소 가능
- 그림 2의 (a)에 도시된 바와 같이, 직물 보강재만을 금형에 배치하여 사출성형으로 직물강화 열가소성 복합소재를 제작할 경우 직물 보강재의 조밀한 공극에서 발생하는 용융수지(열가소성 모재)의 압력강하로 인하여 직물 보강재 표면까지 열가소성 모재로 함침되지 못한다는 문제점 존재
- 위와 같은 문제를 해결하기 위하여 그림 2의 (b)와 같이, 직물 보강재와 망 구조체들을 교대로 적층시키는 새로운 구조를 고안하였으며 직물 보강재와 망 구조체가 교차로 층을 이루어 함께 구성된 인서트는 사출 금형 내에 대향 또는 한쪽 면에 배치된 후 사출성형되어 직물 강화 열가소성 복합소재로 제작
- 이 경우, 직물 보강재와 금형 캐비티면 사이에 배치된 망 구조체는 직물 보강재의 조밀한 공극을 통하여 용융수지가 투과될 수 있도록 압력 구배를 발생시켜, 직물 보강재의 노출 없는 복합소재를 사출성형으로 제작할 수 있게 함
- 또한, 본 기술에서 제안한 직물강화 열가소성 복합소재를 구성하는 망 구조체가 열가소성 모재와 동일한 재료로 이루어진 경우, 사출성형 단계에서 높은 온도의 용융수지에 의해 망 구조체의 계면이 녹으면서 모재와 결합됨에 따라 모재와 보강재 사이의 더 큰 결합력을 확보하여 더 높은 강성과 강도를 가지는 복합소재로 제작 가능



- 연속 섬유강화 펠렛(pellet)을 사출성형하는 방식으로 열가소성 복합소재를 사출성형으로 제작할 수 있으나, 열가소성 모재의 높은 점도로 인하여 사출성형 과정에서의 섬유 파손과 복합소재 내부의 섬유 배향을 피할 수 없으며, 이는 그림 3과 같이 최종 복합소재 성형품의 강도 저하 및 이방성 등의 기계적 특성의 제한으로 나타남
- 본 기술의 경우 사출성형 단계 이전에 직물 보강재와 망 구조체가 사출 금형 내에 배치되어 복합소재로 제작되기 때문에 최종 제품의 강성 및 강도 등의 기계적 특성을 증가시키기 위하여 그림 4와 같이 직물 보강재와 망 구조체는 다층(Multi-layer)으로 배치될 수 있으며, 직물 보강재가 다층으로 배치된 구조에서 직물 보강재의 원사 방향을 기준으로 층마다 다른 방향으로 직물 보강재를 적층할 수 있어 방향 의존성을 줄인 직물강화 열가소성 복합소재로 제작 가능



기술의 특징 및 장점

기존의 직물강화 열가소성 복합소재 제작 방식은 모재의 높은 용융온도와 점도로 인하여 대부분 중간재를 이용하여 열 성형하며, 이는 긴 생산 시간과 가격 상승의 원인

직물 보강재만을 금형에 삽입하여 사출성형으로 복합소재를 제작할 경우, 복합소재 표면까지 열가소성 모재가 제대로 함침되지 못함

불연속 섬유강화 펠렛을 사출성형하는 방식은 제품의 생산성을 높일 수 있으나, 사출성형 과정에서의 의도치 않은 섬유의 파손과 배향을 피할 수 없으며 이는 최종 복합소재 성형품의 강도 저하 등의 기계적 특성 제한으로 나타남

본 기술의 경우 중간재의 사용과 제작 과정에서의 열 성형 과정이 존재하지 않아 제조 원가와 생산 시간을 획기적으로 감소 가능

직물 보강재와 망 구조체들을 고대로 적층시키는 새로운 구조를 고안하여, 기계적 특성이 개선된 직물강화 복합소재를 사출성형으로 제작 가능

사출성형 단계 이전에 직물 보강재와 망 구조체가 금형 내에 배치되어 복합소재로 제작되기 때문에 직물 보강재와 망 구조체는 다층으로 배치되고 다양한 방향으로 적층될 수 있어, 제품설계자의 요구에 맞는 직물강화 복합소재 제작 가능

기술적용 제품 및 활용분야

- 직물강화 복합소재 제작의 가격 경쟁력과 생산성 향상을 바탕으로 기존 열가소성 직물강화 복합소재 부품 제조 공정 중 일부분 대체 가능할 것으로 예상
- 본 기술로 제작된 직물강화 복합소재의 기계적 물성 향상을 바탕으로 기존 섬유강화 복합소재 사출성형품 중 일부분 대체 가능할 것으로 예상
- 생산성 문제로 인하여 직물 보강재를 사용하지 못했던 차량용 언더 커버와 같은 높은 기계적 강성을 요구로 하는 자동차 복합소재 부품을 대상으로 적용 가능
- 직물 보강재, 망 구조체, 열가소성 모재의 종류 및 배치 구성을 제품 설계자가 필요로 하는 목적 및 기계적 특성에 따라 구성할 수 있어 드론 바디 및 전기 자동차 배터리 커버와 같은 고강도 경량 부품에 적용 가능

국·내외 시장동향

- 국내 시장동향
 - 다양한 산업의 수요에 대응하기 위한 첨단 복합소재 및 복합소재 제조 기술 개발에 대한 관심이 높아지고 있으며, 높은 성능 및 내구성을 제공할 수 있는 소재에 대한 필요성에 의해 제조 공정의 효율성과 생산성을 향상시킬 수 있는 새로운 직물강화 복합소재 가공 기술 개발 진행 중
 - 현대자동차는 차량의 연비와 성능을 향상시키기 위하여 차량용 경량 고강도 복합소재 부품에 대한 소재 및 기술 개발에 많은 투자 중
 - 한화첨단소재는 생산 공정을 개선하고 더 나은 성능과 비용 효율성을 제공하며 다양한 산업에 사용될 수 있는 복합소재 및 부품을 개발 중
- 국외 시장동향
 - 비용과 환경 영향을 줄이면서 기계적 특성을 유지하거나 개선해야 할 필요성에 의해 복합소재 제조 기술이 주도되고 있으며, 다양한 산업 분야에서 다층으로 구성된 복잡한 부품을 생산 할 수 있도록 오버몰딩 및 공동 사출성형(Co-injection molding)과 같은 고급 사출 성형 기술이 개발 중, 이러한 추세는 새로운 유형의 직물 보강재가 개발되고 제조 방법이 계속 발전함에 따라 지속될 것으로 예상
 - GM은 제품의 무게를 줄이고 강도를 높이기 위해 직물강화 복합소재를 시보드, 도어 패널과 같은 자동차 부품에 적용 중
 - Tesla는 Model 3 또는 다른 모델의 성능 향상과 효율적인 생산을 위해 새로운 소재와 제조 공정을 적극적으로 모색 중

기술완성도

TRL 1	TRL 2	TRL 3	TRL 4	TRL 5	TRL 6	TRL 7	TRL 8	TRL 9
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

TRL 5 구성품/Breadboard의 성능이 유사환경에서 입증된 단계

지식재산권 현황

No.	특허명	출원일자	출원번호	등록번호
1	사출성형을 이용한 직물강화 열가소성 복합소재 제조 방법	2022.12.09	10-2022-0171440	-
2	직물강화 열가소성 복합소재	2022.12.09	10-2022-0171310	-