(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.
B29C 59/04 (2006.01)
B29B 17/00 (2006.01)

(45) 공고일자 2007년07월20일
(11) 등록번호 10-0741015
(24) 등록일자 2007년07월12일

(21) 출원번호 10-2006-0005365
(22) 출원일자 2006년01월18일
심사청구일자 2006년01월18일

(65) 공개번호
(43) 공개일자

(73) 특허권자 세종대학교산학협력단
서울 광진구 군자동 98 세종대학교

(72) 발명자 원종필
서울특별시 송파구 잠실동 101-2 (11/1) 우성아파트 26동 101호

박찬기
경기도 성남시 수정구 단대동 80 동보빌라 6-313

임윤묵
서울시 서초구 서초동 1685 삼풍아파트 10-1406

김장호
서울 광진구 구의동 199번지 18호 삼성쉐르빌 101동 1303호

한정훈
엠비 캐나다 알티쓰리 투앤투 마니토바주 위니펙 마니토바농업식품과학대 식품과학부 낙농/식품 처리 및 포장과

(74) 대리인 유미특허법인

(56) 선행기술조사문헌
JP09086984 A
KR1020040101776 A
KR1020040076570 A
KR19990066129 A

심사관 : 홍상표

전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 섬유 보강재 제조 시스템

(57) 요약

본 발명은 시멘트 조성물에 첨가되는 섬유 보강재 제조 시스템에 관한 것으로서, 본 발명에 따른 섬유 보강재 제조 시스템은 폐 페트병을 융해하여 페트 시트를 생산하는 페트 시트 제조 장치, 상기 페트 시트를 슬릿팅하여 섬유 가닥을 형성하는

슬릿팅 장치, 상기 섬유 가닥의 표면에 요철을 형성하는 요철 형성 장치, 상기 섬유 가닥에 굴곡을 주어 보강 섬유를 형성하는 굴곡 형성 장치, 상기 보강 섬유를 복수개씩 접착하여 보강 섬유 번들을 형성하는 번들 형성 장치, 그리고 상기 보강 섬유 번들을 기설정된 길이로 절단하여 섬유 보강재를 완성하는 절단 장치를 포함한다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

시멘트 조성물에 첨가되는 섬유 보강재 제조 시스템에 있어서,

폐 페트(PET)병을 융해하여 페트 시트를 생산하는 페트 시트 제조 장치,

상기 페트 시트를 슬릿팅(slitting)하여 섬유 가닥을 형성하는 슬릿팅 장치,

상기 섬유 가닥의 표면에 요철을 형성하는 요철 형성 장치,

상기 섬유 가닥에 굴곡을 주어 보강 섬유를 형성하는 굴곡 형성 장치,

상기 보강 섬유를 복수개씩 접착하여 보강 섬유 번들을 형성하는 번들 형성 장치, 그리고

상기 보강 섬유 번들을 기설정된 길이로 절단하여 섬유 보강재를 완성하는 절단 장치

를 포함하는 섬유 보강재 제조 시스템.

청구항 2.

제1항에서,

상기 페트 시트는 0.001 내지 10mm의 두께를 갖는 섬유 보강재 제조 시스템.

청구항 3.

제1항에서,

상기 슬릿팅 장치는 한 쌍의 슬릿팅 롤러, 한 쌍의 이송 롤러, 그리고 상기 슬릿팅 롤러들 및 상기 이송 롤러들을 구동하는 롤러 구동부를 포함하는 섬유 보강재 제조 시스템.

청구항 4.

제3항에서,

상기 한 쌍의 슬릿팅 롤러는 돌출 형성된 숫 날을 갖는 숫 슬릿팅 롤러와, 함몰 형성된 암 날을 갖는 암 슬릿팅 롤러를 포함하며,

상기 숫 날과 상기 암 날은 서로 대응하여 맞물리는 섬유 보강재 제조 시스템.

청구항 5.

제1항에서,

상기 섬유 가닥은 0.01 내지 3mm의 폭을 갖는 섬유 보강재 제조 시스템.

청구항 6.

제1항에서,

상기 요철 형성 장치는 요철 형상의 이(齒)를 갖는 한 쌍의 요철 기어와, 상기 요철 기어를 구동하는 요철 기어 구동부를 포함하는 섬유 보강재 제조 시스템.

청구항 7.

제1항에서,

상기 보강 섬유는 코사인(cosine) 곡선의 굴곡을 갖는 섬유 보강재 제조 시스템.

청구항 8.

제1항에서,

상기 굴곡 형성 장치는 한 쌍의 굴곡 기어와, 상기 굴곡 기어를 구동하는 굴곡 기어 구동부를 포함하는 섬유 보강재 제조 시스템.

청구항 9.

제8항에서,

상기 굴곡 기어는 이의 형상이 코사인 곡선을 갖는 섬유 보강재 제조 시스템.

청구항 10.

제7항 또는 제9항에서,

상기 코사인 곡선은 아래의 수학식을 만족하는 섬유 보강재 제조 시스템.

$Y = \cos\Theta$, Θ는 5 내지 65도

청구항 11.

제1항에서,

상기 번들 형성 장치는 복수의 상기 보강 섬유를 이송하는 이송부와, 이송중인 상기 보강 섬유들에 접착제를 분사하여 함침시키는 접착제 공급부, 그리고 상기 접착제에 함침된 상기 보강 섬유들을 건조시키는 가열부를 포함하는 섬유 보강재 제조 시스템.

청구항 12.

제11항에서,

상기 이송부는 컨베이어벨트와, 벨트 구동부를 포함하는 섬유 보강재 제조 시스템.

청구항 13.

제11항에서,

상기 접착제 공급부는 접착제 저장부와, 분사 모터, 그리고 분사 노즐을 포함하는 섬유 보강재 제조 시스템.

청구항 14.

제11항에서,

상기 접착제는 수용성인 섬유 보강재 제조 시스템.

청구항 15.

제11항에서,

상기 가열부는 컨트롤 열판으로 형성된 히터인 섬유 보강재 제조 시스템.

청구항 16.

제1항에서,

상기 보강 섬유 번들은 5 내지 15개의 보강 섬유를 포함하는 섬유 보강재 제조 시스템.

청구항 17.

제1항에서,

상기 보강 섬유 번들은 상기 절단 장치에 의해 10 내지 100mm 단위의 길이로 절단되는 섬유 보강재 제조 시스템.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 시멘트 조성물에 첨가되는 섬유 보강재 제조 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 폐 페트(polyethyleneterephthalate, PET)병을 재활용하여 부착성, 내구성 및 분산성이 향상된 섬유 보강재를 제조할 수 있는 섬유 보강재 제조 시스템에 관한 것이다.

일반적으로 섬유 보강재는 콘크리트(concrete) 또는 숏크리트(shotcrete) 등의 시멘트 조성물에 첨가되어 시멘트 조성물의 여러 가지 물성을 향상시키는 역할을 한다.

콘크리트 및 숏크리트에 발생하는 균열은 투수성을 증가시켜 콘크리트 및 숏크리트의 내구성능을 저하시키므로 구조물의 파괴를 촉진시키는 원인이 된다. 또한, 교량, 도로 및 터널 등과 같이 휨 하중을 받는 구조물에 사용되는 콘크리트 및 숏크리트는 휨 하중에 충분한 저항성을 가져야 한다. 따라서 이와 같은 시멘트 조성물에는 균열제어 및 휨 성능을 함께 향상시킬 수 있는 섬유 보강재가 첨가된다.

콘크리트 및 숏크리트의 균열제어 및 휨성능 향상을 위하여 사용되는 섬유 보강재들로는 금속 섬유, 유기 섬유 및 천연 섬유를 들 수 있다. 금속 섬유의 대부분은 강 섬유(steel fiber)로 숏크리트 등에 적용되어 휨 성능과 같은 구조 성능을 향상시킨다. 유기 섬유는 폴리프로필렌섬유, 나이론섬유, 폴리비닐알코올섬유 등이 주로 사용되어 콘크리트 및 숏크리트에 발생하는 균열제어를 위해서 사용되고 있다. 천염 섬유는 셀룰로오스 섬유, 석면 섬유 등이 있으며 콘크리트 및 숏크리트의 균열 제어와 시멘트 2차 제품 제조에 주로 사용되고 있다.

종래에는 합성수지재의 보강 섬유들이 주로 균열 발생을 억제할 목적으로 사용되었으나, 근래에는 고강도의 섬유들이 개발되어 합성수지재의 보강 섬유가 균열 제어와 함께 휨 성능과 같은 구조 성능을 향상시키는 용도로도 사용되고 있다. 실제로 시멘트 조성물 부피의 0.5 부피% 이상으로 합성수지재의 보강 섬유가 첨가될 경우 인성(toughness)이 현저히 증가되었고, 1.0 부피%의 수준에서는 강 섬유와 대등한 정도의 성능이 나타나는 것으로 확인되었다. 하지만, 합성수지재의 보강 섬유가 0.5 부피% 이상 첨가될 경우 보강 섬유를 낱개로 시멘트 조성물 내부에 분산시키기가 어려운 문제점이 있었다. 보강 섬유가 적절하게 분산되지 않으면, 오히려 압축 강도 및 휨 강도와 같은 특성이 저하된다. 이러한 문제점을 극복하기 위하여 꺾임형의 보강 섬유를 다발로 형성하여 분산성을 향상시키는 기술이 한국특허 10-0441074에 개시되어 있다.

그러나 종래의 꺾임형 보강 섬유 다발은 첨가된 시멘트 조성물에 여러 하중이 주어지면 보강 섬유의 절곡되어 꺾인 부분에 응력이 집중되어 끊어지기 쉬운 문제점이 있었다. 따라서 보강 섬유가 기능을 상실하여 콘크리트 및 숏크리트의 휨 성능이 저하되고 균열이 발생하게 된다.

또한, 섬유 보강재와 시멘트의 부착성이 떨어질 경우 충분한 균열 제어 성능 및 휨 성능을 발휘하기 어렵다. 따라서 섬유 보강재와 시멘트의 더욱 향상된 부착성이 요구되고 있다.

또한, 콘크리트 및 숏크리트 등의 시멘트 조성물에 첨가되어 균열 제어 및 휨 성능 향상을 위한 종래의 섬유 보강재는 폐자원을 활용하지 못하고 천연자원을 이용한 재료만을 사용함으로써 자원재활용을 통한 환경적 측면을 고려하지 못하였다는 문제점이 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 폐 페트병을 재활용하여 부착성, 내구성 및 분산성이 향상된 섬유 보강재를 제조할 수 있는 섬유 보강재 제조 시스템을 제공하고자 한다.

발명의 구성

전술한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 섬유 보강재 제조 시스템은 폐 페트(PET)병을 융해하여 페트 시트를 생산하는 페트 시트 제조 장치, 상기 페트 시트를 슬릿팅(slitting)하여 섬유 가닥을 형성하는 슬릿팅 장치, 상기 섬유 가닥의 표면에 요철을 형성하는 요철 형성 장치, 상기 섬유 가닥에 굴곡을 주어 보강 섬유를 형성하는 굴곡 형성 장치, 상기 보강 섬유를 복수개씩 접착하여 보강 섬유 번들을 형성하는 번들 형성 장치, 그리고 상기 보강 섬유 번들을 기설정된 길이로 절단하여 섬유 보강재를 완성하는 절단 장치를 포함한다.

상기 페트 시트는 0.001 내지 10mm의 두께를 갖는 것이 바람직하다.

상기 슬릿팅 장치는 한 쌍의 슬릿팅 롤러, 한 쌍의 이송 롤러, 그리고 상기 슬릿팅 롤러들 및 상기 이송 롤러들을 구동하는 롤러 구동부를 포함할 수 있다.

상기 한 쌍의 슬릿팅 롤러는 돌출 형성된 숫 날을 갖는 숫 슬릿팅 롤러와, 함몰 형성된 암 날을 갖는 암 슬릿팅 롤러를 포함하며, 상기 숫 날과 상기 암 날은 서로 대응하여 맞물릴 수 있다.

상기 섬유 가닥은 0.01 내지 3mm의 폭을 갖는 것이 바람직하다.

상기 요철 형성 장치는 요철 형상의 이(齒)를 갖는 한 쌍의 요철 기어와, 상기 요철 기어를 구동하는 요철 기어 구동부를 포함할 수 있다.

상기 보강 섬유는 코사인(cosine) 곡선의 굴곡을 갖는 것이 바람직하다.

상기 굴곡 형성 장치는 한 쌍의 굴곡 기어와, 상기 굴곡 기어를 구동하는 굴곡 기어 구동부를 포함할 수 있다.

상기 굴곡 기어는 이의 형상이 코사인 곡선을 갖는 것이 바람직하다.

여기서, 상기 코사인 곡선은 아래의 수학식을 만족할 수 있다.

$Y = \cos\Theta$, Θ는 5 내지 65도

상기 번들 형성 장치는 복수의 상기 보강 섬유를 이송하는 이송부와, 이송중인 상기 보강 섬유들에 접착제를 분사하여 함침시키는 접착제 공급부, 그리고 상기 접착제에 함침된 상기 보강 섬유들을 건조시키는 가열부를 포함할 수 있다.

상기 이송부는 컨베이어벨트와, 벨트 구동부를 포함할 수 있다.

상기 접착제 공급부는 접착제 저장부와, 분사 모터, 그리고 분사 노즐을 포함할 수 있다.

상기 접착제는 수용성인 것이 바람직하다.

상기 가열부는 컨트롤 열판으로 형성된 히터일 수 있다.

상기 보강 섬유 번들은 5 내지 15개의 보강 섬유를 포함하는 것이 바람직하다.

상기 보강 섬유 번들은 상기 절단 장치에 의해 10 내지 100mm 단위의 길이로 절단되는 것이 바람직하다.

이에, 폐 페트병을 재활용하여 시멘트와의 부착성, 내구성 및 분산성이 향상된 섬유 보강재를 제조할 수 있게 된다.

이하에서 본 발명의 일 실시예에 따른 섬유 보강재 제조 시스템을 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다. 이러한 본 발명에 따른 실시예는 단지 본 발명을 예시하기 위한 것이며, 본 발명이 여기에 한정되는 것은 아니다.

본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조 부호를 붙이도록 한다.

도 1은, 본 발명에 따른, 콘크리트(concrete) 또는 숏크리트(shotcrete) 등의 시멘트 조성물에 첨가되어 시멘트 조성물의 균열 제어 및 휨 성능을 향상시키는 역할을 하는 섬유 보강재를 제조하는 섬유 보강재 제조 시스템(100)을 나타낸다.

도 1에서 도시한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 섬유 보강재 제조 시스템(100)은 페트(polyethyleneterephthalate, PET) 시트 제조 장치(200), 슬릿팅(slitting) 장치(300), 요철 형성 장치(400), 굴곡 형성 장치(500), 번들 형성 장치(600), 그리고 절단 장치(700)를 포함한다.

페트 시트 제조 장치(200)는 수집된 폐 페트병을 융해하여 재생 페트 시트(60)(도 2에 도시)를 형성한다. 즉, 수집된 폐 페트병을 융해 탱크에 넣고 약 섭씨 200도의 온도를 가하여 융해시킨 후 성형 압출기로 연속적으로 압출 성형하여 폭이 10

내지 500mm이고, 두께가 0.001 내지 10mm인 페트 시트(60)를 형성한다. 이 때, 페트 시트(60)의 두께가 0.001mm 이하가 되면 이후 완성된 섬유 보강재가 콘크리트 또는 숏크리트 등의 시멘트 조성물에 첨가되어 사용될 때에 시멘트 조성물의 휨 성능이 현저히 감소하고, 페트 시트(60)의 두께가 10mm 이상이 되면 시멘트 조성물의 균열 억제 성능이 감소된다. 그리고 생성된 페트 시트(60)는 감겨져 롤 형상으로 보관된다.

도 2에 도시한 바와 같이, 슬릿팅 장치(300)는 10 내지 500mm의 폭을 갖는 페트 시트(60)를 슬릿팅하여 0.1 내지 3mm의 폭을 갖는 복수의 섬유 가닥(50)을 형성한다. 슬릿팅 장치(300)는 한 쌍의 슬릿팅 롤러(330), 한 쌍의 이송 롤러(310), 그리고 슬릿팅 롤러(330) 및 이송 롤러(310)를 구동하는 롤러 구동부(340)를 포함한다. 그리고 페트 시트(60)의 이송을 가이드 하는 가이드 롤러(320)와, 슬릿팅 롤러(330), 이송 롤러(310), 가이드 롤러(320) 및 롤러 구동부(340)를 수납하는 슬릿팅부 케이싱(350)을 더 포함한다. 롤러 구동부(340)는 롤러 구동 모터와 롤러 구동 모터의 동력을 이송 롤러(310) 및 슬릿팅 롤러(330)에 전달하기 위한 벨트를 포함한다. 이와 같은 구조에 의하여, 페트 시트(60)는 한 쌍의 이송 롤러(310) 사이에 맞물려 가이드 롤러(320)를 거쳐 슬릿팅 롤러(330)로 이송된다. 페트 시트(60)는 한 쌍의 슬릿팅 롤러(330) 사이에 맞물려 지나가면서 복수의 섬유 가닥(50)으로 쪼개진다.

섬유 가닥(50)의 폭이 0.01mm 이하이면, 이후 완성된 섬유 보강재가 콘크리트 또는 숏크리트 등의 시멘트 조성물에 첨가되어 사용될 때에 시멘트 조성물 내부에서 분산시키기가 어렵다. 그리고 섬유 가닥(20)의 폭이 3mm 이상이면, 시멘트 조성물의 균열 억제 효과가 현저히 감소된다.

도 3에 도시한 바와 같이, 한 쌍의 슬릿팅 롤러(330)는 돌출 형성된 숫 날(333)을 갖는 숫 슬릿팅 롤러(331)와, 함몰 형성된 암 날(334)을 갖는 암 슬릿팅 롤러(332)를 포함한다. 이 때, 숫 날(333)과 암 날(334)은 서로 대응하여 맞물린다. 페트 시트(60)(도 2에 도시)는 숫 날(333)과 암 날(334) 사이에 끼워져 쪼개짐으로서, 복수의 섬유 가닥(50)(도 2에 도시)이 된다.

도 4에 도시한 바와 같이, 요철 형성 장치(400)는 섬유 가닥의 표면에 요철을 형성한다. 요철 형성 장치(400)는 요철 형상의 이(齒)(411, 421)를 갖는 한 쌍의 요철 기어(410, 420)와, 요철 기어들(410, 420)을 구동하는 요철 기어 구동부(430)를 포함하며, 이들을 수납 지지하는 요철부 케이싱(450)을 더 포함한다.

이와 같은 구성에 의하여, 미끈한 표면을 갖는 섬유 가닥(50)은 한 쌍의 요철 기어(410, 420) 사이를 통과함으로써, 표면에 요철이 형성된 섬유 가닥(40)이 된다.

도 5는 도 4의 요철 형성 장치(400)에 의해 표면에 요철(22)이 형성된 섬유 가닥(40)을 자세히 도시하고 있다. 이와 같이, 섬유 가닥(40)의 표면에 요철(22)이 형성되므로, 이후 완성된 섬유 보강재가 시멘트와 접촉하는 접촉 면적이 커지게 된다. 따라서 섬유 보강재와 시멘트 간의 부착 강도를 향상시킬 수 있다.

도 6에 도시한 바와 같이, 굴곡 형성 장치(500)는 표면에 요철(22)(도 5에 도시)이 형성된 섬유 가닥(40)에 굴곡을 주어 보강 섬유(20)를 형성한다. 굴곡 형성 장치(500)는 한 쌍의 굴곡 기어(510, 520)와, 굴곡 기어(510, 520)를 구동하는 굴곡 기어 구동부(530)를 포함하며, 이들을 수납 지지하는 굴곡부 케이싱(550)을 더 포함한다.

굴곡 기어(510, 520)는 이(511, 521)의 형상이 코사인(cosine) 곡선을 갖는다. 코사인 곡선은 실질적으로 코사인 함수 Y=cosineΘ를 만족한다. 여기서, Θ는 5 내지 65도의 값을 갖는다.

이와 같은 구성에 의하여, 요철이 형성된 섬유 가닥(40)은 한 쌍의 굴곡 기어(510, 520) 사이를 통과함으로써, 굴곡을 가지는 보강 섬유(20)가 된다. 보강 섬유(20)가 갖는 굴곡은 마찬가지로 코사인 곡선으로 형성되며, 이 때 코사인 곡선도 실질적으로 코사인 함수 Y=cosineΘ(Θ는 5 내지 65도)를 만족한다.

도 7은 도 6의 굴곡 형성 장치(500)에 의해 굴곡이 주어진 보강 섬유(20)를 나타낸다. 이와 같이, 보강 섬유(20)가 완만한 굴곡을 가지므로, 이후 완성된 섬유 보강재가 첨가된 시멘트 조성물이 인장 또는 휨 하중을 받을 때 특정 부위에 응력이 집중되어 섬유 보강재가 끊어지거나 파손되는 것을 방지할 수 있다. 따라서 섬유 보강재의 내구성을 향상시킬 수 있다. 이에, 섬유 보강재가 첨가된 시멘트 조성물의 안정성을 확보할 수 있다.

또한, 본 발명에 따른 섬유 보강재 제조 시스템(100)에서 굴곡 형성 장치(500)가 슬릿팅 장치 및 요철 형성 장치 이후에 배치된다. 이는, 먼저 굴곡을 형성하고 슬릿팅 및 요철 형성 공정이 진행될 경우, 코사인 곡선으로 형성된 보강 섬유(20)의 굴곡 형상이 이후 슬릿팅 및 요철 형성 공정이 진행되면서 변형될 수 있기 때문이다.

도 8에 도시한 바와 같이, 번들 형성 장치(600)는 굴곡이 주어진 보강 섬유(20)를 복수개씩 접착하여 보강 섬유 번들(10)을 형성한다. 번들 형성 장치(600)는 복수의 보강 섬유(20)를 이송하는 이송부(620)와, 이송중인 보강 섬유들(20)에 접착제를 분사하여 함침시키는 접착제 공급부(610), 그리고 접착제에 함침된 보강 섬유들(20)을 건조시키는 가열부(630)를 포함하며, 이들을 수납하는 번들부 케이싱(650)을 더 포함한다. 여기서 접착제는 수용성 접착제를 사용한다.

이송부(620)는 컨베이어벨트(621)와, 벨트 구동부(622, 623)를 포함한다. 그리고 벨트 구동부는 컨베이어벨트(621)를 움직이는 벨트 롤러(622)와, 벨트 롤러(622)를 구동하는 구동 모터(623)를 포함한다.

접착제 공급부(610)는 접착제 저장부(613), 분사 노즐(611), 그리고 접착제 저장부(613)에 저장된 접착제를 분사 노즐(611)을 통해 분사시키는 분사 모터(612)를 포함한다.

가열부(630)는 컨트롤 열판으로 형성된 히터가 사용된다.

이와 같은 구성에 의하여, 굴곡이 주어진 보강 섬유(20)가 복수개씩 접착된 보강 섬유 번들이 형성된다. 즉, 접착제 공급부(610)를 통해 수용성 접착제를 조금씩 방출하여 이송부(620)에 의해 이송중인 복수의 보강 섬유(20)를 접착제에 함침시키고, 접착제에 함침되었던 복수의 보강 섬유(20)를 가열부(630)을 이용하여 건조시켜 보강 섬유 번들(10)을 형성한다.

도 9는 도 8의 번들 형성 장치(600)에 의해 형성된 보강 섬유 번들(10)을 나타낸다. 보강 섬유 번들(10)은 5 내지 15개의 보강 섬유(20)가 접착제(30)로 접착되어 형성된다. 보강 섬유 번들(10)을 형성하는 보강 섬유들(20)은 폭 방향으로 나란히 배열된다. 보강 섬유 번들(10)을 형성하는 보강 섬유(20)의 수가 5개 이하일 때에는 각 보강 섬유(20)가 분산되지 않고 뭉치는 현상이 발생한다. 그리고 보강 섬유(20)의 수가 15개 이상일 때에는 각 보강 섬유(20)가 골고루 분산되지 않는 문제점이 발생한다.

보강 섬유 번들(10)에 사용된 접착제는 접착성이 우수하면서도 물과 접촉하였을 때 쉽게 용해되고, 시멘트 양생에 방해가 되지 않으면서도 시멘트의 강알칼리에 적합한 것이어야 바람직하다. 이와 같은 수용성 접착제(30)로는 폴리비닐알콜, 폴리아크릴아마이드, 아크릴계, 전분류, 아르긴산 소다, 검(gum)류 등을 들 수 있다.

또한, 보강 섬유 번들(10)을 형성하기 위해 수용성 접착제(30)를 사용할 때에는 수용성 접착제(30)의 고형분 농도를 0.5 내지 10 중량%로 희석시켜 사용하는 것이 바람직하다. 고형분 농도가 0.5 중량% 이하이면 보강 섬유 번들(10)의 집속력이 약하여 콘크리트 또는 숏크리트 등의 시멘트 조성물에 섬유 보강재가 혼합되기 전에 각 보강 섬유(20)가 흩어져서 좋지 않다. 그리고 고형분 농도가 10 중량% 이상이면 콘크리트 또는 숏크리트 등의 시멘트 조성물 내에서 각 보강 섬유(20)가 낱개로 떨어져서 분산되기가 어렵게 된다.

도 10에 도시한 바와 같이, 절단 장치(700)는 보강 섬유 번들(10)을 기설정된 길이로 절단하여 섬유 보강재를 완성한다. 절단 장치(700)는 보강 섬유 번들(10)을 받치는 받침대(740)와, 보강 섬유 번들(10)을 절단하는 커터(cutter)(710)와, 커터(710)를 지지하는 커터 지지대(730), 커터 지지대(730)를 직선 왕복 운동시키는 피스톤(720)을 포함하며, 이들을 수납 지지하는 절단부 케이싱(750)을 더 포함한다.

이와 같은 구성에 의하여, 보강 섬유 번들(10)은 10 내지 100mm 단위의 길이로 절되어 섬유 보강재가 완성된다. 섬유 보강재의 길이가 10mm 이하이면, 콘크리트 및 숏크리트 등의 시멘트 조성물에 첨가하여도 시멘트 조성물의 휨 성능이 향상되는 효과가 현저히 감소한다. 그리고 섬유 보강재의 길이가 100mm 이상이면, 시멘트 조성물에서 발생하는 건조 수축 균열 및 소성 수축 균열과 같은 균열의 억제 효과가 현저히 감소된다.

이와 같이, 본 발명에 따른 섬유 보강재 제조 시스템(100)은 폐 페트병을 재활용하여 시멘트와의 부착성, 내구성 및 분산성이 향상된 섬유 보강재를 제조할 수 있다. 특히, 사용된 폐 페트병의 재활용이 환경적인 사회문제가 되고 있으므로, 폐 페트병을 재활용하여 섬유 보강재를 생산하는, 본 발명에 따른, 섬유 보강재 제조 시스템(100)은 생산성 및 환경적 활용가치가 높다.

또한, 본 발명에 따른 섬유 보강재 제조 시스템(100)으로 제조된 섬유 보강재는 복수의 보강 섬유(20)가 수용성 접착제(30)로 접착된 보강 섬유 번들(10)을 포함하여 이루어지므로, 섬유 보강재가 콘크리트 또는 숏크리트 등의 시멘트 조성물에 첨가될 경우 시멘트 조성물이 포함하고 있는 물에 의해 수용성 접착제(30)가 용해되어 보강 섬유(20)가 흩어져 분산된

다. 이때, 보강 섬유 번들(10)의 외주부부터 물에 접촉되어 수용성 접착제가 용해되므로, 보강 섬유(20)가 외주부부터 낱개로 떨어져나가 분산된다. 따라서 섬유 보강재를 시멘트 조성물에 첨가하는 과정에서 보강 섬유들(20)이 서로 엉겨 붙어 골고루 분산되지 못하는 현상을 방지할 수 있다.

또한, 본 발명에 따른 섬유 보강재 제조 시스템(100)으로 제조된 섬유 보강재는 콘크리트 또는 숏크리트 등의 시멘트 조성물에 전체 부피비의 0.05 부피% 내지 5 부피%까지 첨가되어 사용된다. 섬유 보강재의 시멘트 조성물에 대한 혼입률이 0.05 부피% 보다 작으면 시멘트 조성물의 균열 제어 및 휨 성능 향상 효과가 크지 않다. 또한, 섬유 보강재의 혼입률이 5 부피% 이상이 되면 보강 섬유들(20)이 시멘트 조성물 내에서 균일하게 분산되지 않아 오히려 시멘트 조성물 내의 공극을 증가시키고 전체적으로 균열 제어와 휨 성능이 감소하는 결과를 초래한다.

이하에서는 본 발명에 따른 섬유 보강재 제조 시스템(100)으로 제조된 섬유 보강재와 한국특허 10-0441074에 따른 섬유 보강재의 시멘트 조성물에 대한 부착 강도를 비교하여 설명한다.

부착 강도 측정은 JCI SF4에 따른 부착 실험을 통해 측정하였다. 부착 강도 측정 실험은 물과 시멘트의 혼합 비율이 1 대 2 이고, 시멘트와 모래의 중량비가 1 대 1.7의 배합을 갖는 모르타르를 사용하였다. 실험은 본 발명에 따른 섬유 보강재 제조 시스템(100)으로 제조된 섬유 보강재(이하 '제1 시료'라 한다)와 선행 기술에 따른 섬유 보강재(이하 '제2 시료'라 한다)의 양 단부를 각각 한 쌍으로 마련된 모르타르에 혼입하고, 모르타르를 경화시킨 후에 한 쌍의 모르타르를 서로 반대 방향으로 당기는 방법으로 실시하여 결과를 측정하였다.

부착 강도 측정 실험 결과는 아래의 표 1과 같다.

< 표 1 >

	제1 시료	제2 시료
섬유 형상	굴곡형(코사인 곡선, Y=cosineθ), 표면에 요철형성	꺾임형
부착 강도	2.5MPa	1.5MPa
파괴 형상	섬유의 뽑힘	꺾인 부분(절곡부)에서 끊어짐

부착 강도 실험 측정 결과 본 발명에 따른 제1 시료는 제2 시료와 비교하여 부착 강도가 향상되었음을 알 수 있다. 이러한 부착 강도의 향상은 표면에 형성된 요철에 의하여 섬유 보강재가 시멘트와 접촉하는 접촉 면적이 커져 부착성이 증가된 것에 크게 기인한다. 또한, 제1 시료는 코사인 곡선에 상응하는 굴곡을 가짐으로 응력이 특정 부위에 집중되어 끊어지는 것을 방지할 수 있다. 특히, 제1 시료의 경우는 제1 시료 자체가 파괴되어 끊어지는 것이 아니라 모르타르에서 뽑히거나 모르타르가 파괴되는 것을 실험을 통해 확인할 수 있었다. 이는 제1 시료가 그 만큼 안정적으로 내구성을 확보할 수 있음을 나타낸다. 반면, 제2 시료의 경우는 꺾인 부분에 응력이 집중되어 그 부분이 끊어져 파괴되는 것을 확인 할 수 있었다. 제2 시료는 그 제조 과정에서 꺾임을 주기 위해 기어 장치를 이용하여 보강 섬유에 절곡을 줄 경우 꺾인 부분에 하중이 집중된다. 따라서 꺾인 부분이 다른 부분에 비하여 얇게 되거나 결합을 가지게 되어 인장 하중의 작용 시 꺾인 부분이 끊어지는 현상이 발생하게 되는 것이다.

이외에도 여러 실험을 통해 본 발명에 따른 섬유 보강재 제조 시스템(100)으로 제조된 섬유 보강재는 시멘트 조성물 내부에서의 분산성이 뛰어나고, 시멘트 조성물의 균열 제어 및 휨 성능을 향상시키는 것을 확인할 수 있었다.

본 발명을 앞서 기재한 바에 따라 설명하였지만, 다음에 기재하는 특허청구범위의 개념과 범위를 벗어나지 않는 한, 다양한 수정 및 변형이 가능하다는 것을 본 발명이 속하는 기술 분야에 종사하는 자들은 쉽게 이해할 것이다.

발명의 효과

이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따르면, 폐 페트병을 재활용하여 시멘트와의 부착성, 내구성 및 분산성이 향상된 섬유 보강재를 제조할 수 있는 섬유 보강재 제조 시스템을 제공할 수 있다.

특히, 본 발명에 따른 섬유 보강재 제조 시스템은 폐 페트병을 재활용하여 섬유 보강재를 생산하므로, 생산성 및 환경적 활용가치가 높다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 섬유 보강재 제조 시스템의 구성도이다.

도 2는 도 1의 슬릿팅 장치의 개략적인 배치도이다.

도 3은 도 2의 슬릿팅 롤러의 정면도이다.

도 4는 도 1의 요철 형성 장치의 개략적인 배치도이다.

도 5는 요철이 형성된 섬유 가닥의 사시도이다.

도 6은 도 1의 굴곡 형성 장치의 개략적인 배치도이다.

도 7은 굴곡이 형성된 보강 섬유의 사시도이다.

도 8은 도 1의 번들 형성 장치의 개략적인 배치도이다.

도 9는 보강 섬유 번들의 사시도이다.

도 10은 도 1의 절단 장치의 개략적인 배치도이다.

* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

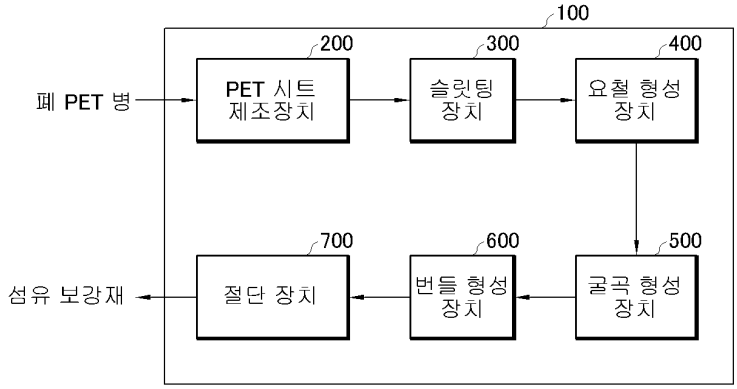
300 : 슬릿팅 장치 400 : 요철 형성 장치

500 : 굴곡 형성 장치 600 : 번들 형성 장치

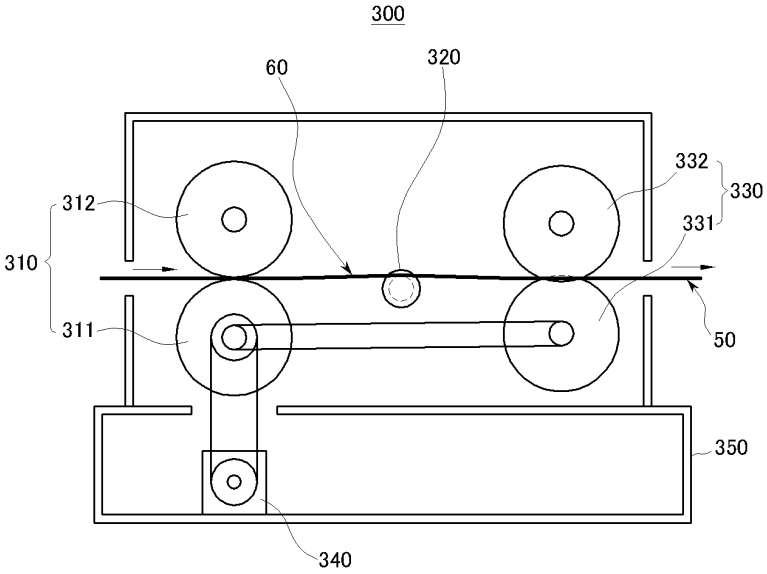
700: 절단 장치

도면

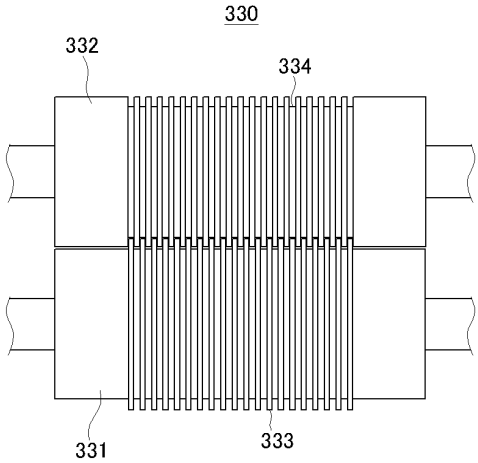
도면1



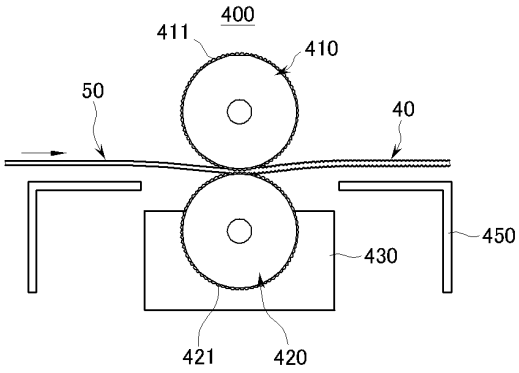
도면2


300
60
320
332
330
312
331
310
311
50
350
340

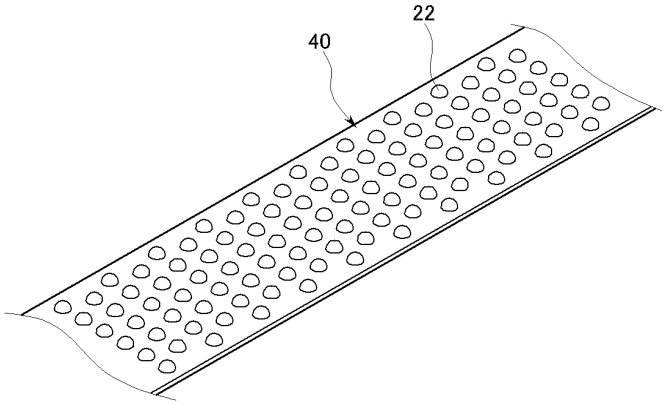
도면3


330
332
334
331
333

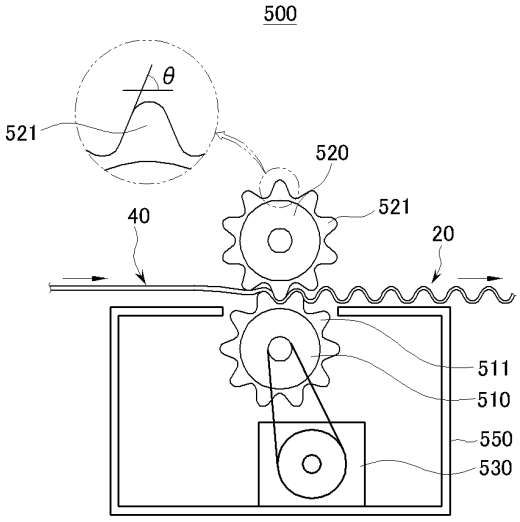
도면4


400
411
410
50
40
450
430
421
420

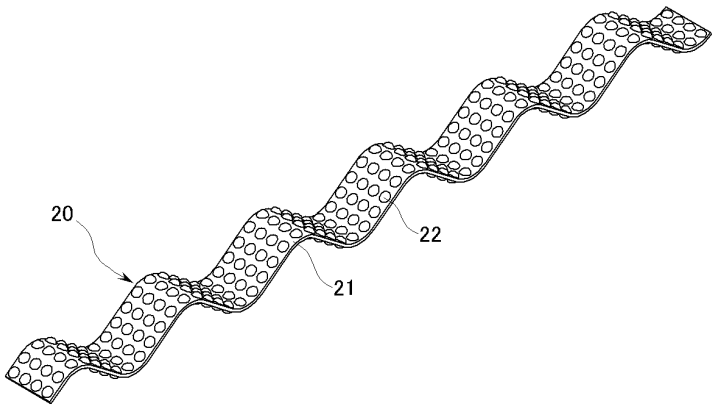
도면5



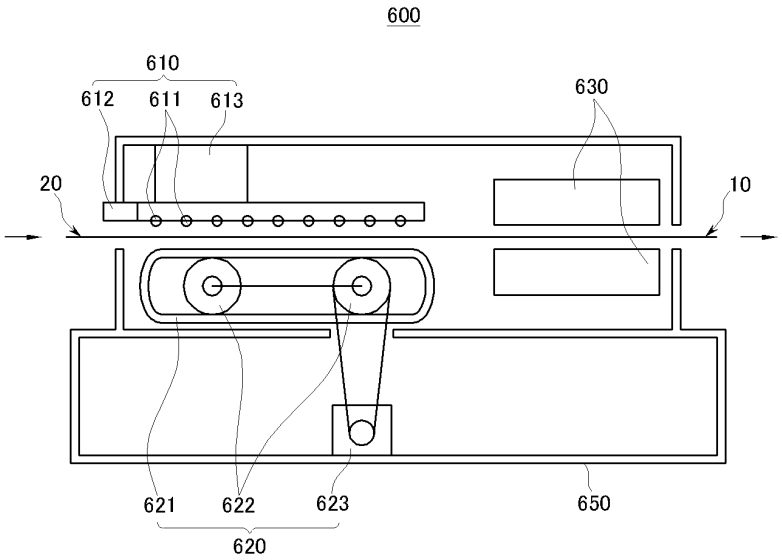
도면6



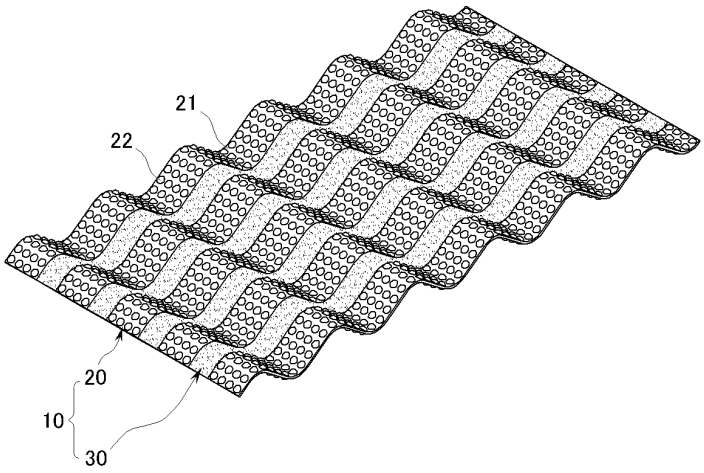
도면7



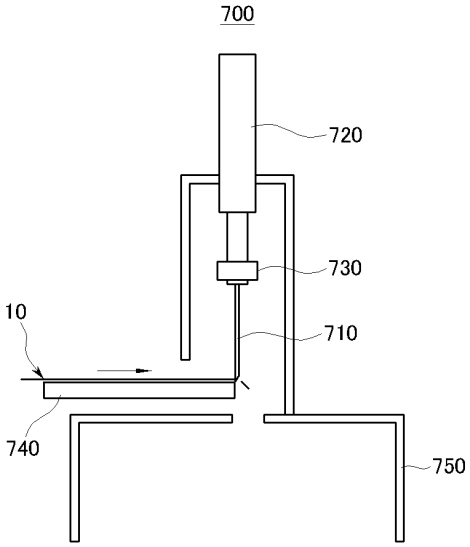
도면8


600
610
612
611
613
630
20
10
621
622
623
650
620

도면9


21
22
20
10
30

도면10


700
720
730
10
710
740
750