(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.[7]
E04C 5/07

(45) 공고일자 2005년12월08일
(11) 등록번호 10-0535217
(24) 등록일자 2005년12월02일

(21) 출원번호 10-2003-0039139
(22) 출원일자 2003년06월17일

(65) 공개번호 10-2004-0108231
(43) 공개일자 2004년12월23일

(73) 특허권자 한국건설기술연구원
경기도 고양시 일산구 대화동 2311-1

(72) 발명자 유영찬
경기도고양시일산구주엽동강선마을경남아파트205동1403호

김긍환
경기도고양시일산구마두동강촌마을한신아파트205동2402호

최기선
경기도고양시일산구탄현동1503-6번지103호

(74) 대리인 송세근

심사관 : 이원재

(54) 혼성 섬유보강폴리머 보강재 및 이를 이용한 콘크리트구조물

요약

본 발명은 전달되는 응력에 의해 단면적이 감소되는 내부심재; 및 외부하중에 의한 응력이 내부심재에 전달되도록 상기 내부심재를 둘러싸고 있는 섬유보강폴리머체;를 포함하는 혼성 섬유보강폴리머 보강재로서,(Hybrid fiber reinforced polymer reinforcing material) 상기 섬유보강폴리머체보다 항복강도가 낮은 내부심재가 먼저 외부하중에 의하여 항복상태에 도달하면, 추가적인 응력부담없이 내부심재의 변형률이 커지게 되어 혼성 FRP 보강재가 연성 거동하도록 하고, 나아가 내부심재 항복 후 섬유보강폴리머체가 외부하중을 부담하게 되면서 섬유보강폴리머체에 발생하는 내부응력에 의해 내부심재의 단면적이 감소함에 따라 섬유보강폴리머체의 단면적도 감소하게 되어, 섬유보강폴리머체가 추가적인 응력부담없이 변형률이 커지게 됨으로서, 외부하중에 대하여 연성파괴형태로 거동하는 혼성 섬유보강폴리머 보강재 및 이를 이용한 콘크리트구조물에 관한 것이다.

대표도

도 4a

색인어

보강재, FRP, 연성파괴, 취성파괴, 응력-변형률선도

명세서

도면의 간단한 설명

도1a는 종래의 보강섬유의 응력-변형률 그래프이며,

도1b는 FRP의 취성파괴를 방지하기 위하여 개발하고자 하는 혼성 FRP 보강재의 응력-변형률 그래프이다.

도2a는 종래의 혼성 FRP 보강판의 단면도이며,

도2b는 종래의 다중구조로 제작된 혼성 FRP 바를 도시한 것이고,

도2c는 종래의 다른 혼성 FRP 바의 단면도이다.

도3a는 도2a 및 도2c의 혼성 FRP 보강재의 응력-변형률 그래프이며,

도3b는 도2b의 혼성 FRP 바의 응력-변형률 그래프이다.

도4a,도4b 및 도4c는 본 발명의 혼성 FRP 보강재의 구체예를 도시한 것이다.

도5는 본 발명의 단계별 혼성 FRP 보강재의 역학거동이 도시된 응력-변형률 그래프이다.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

100:내부심재 200:섬유보강폴리머체

300a: 바 형상의 혼성 FRP 보강재

300b,300c: 플레이트(판) 형상의 혼성 FRP 보강재

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 혼성 섬유보강폴리머 보강재 및 이를 이용한 콘크리트 구조물에 관한 것이다. 더욱 구체적으로는 항복강도에 해당하는 외부하중에 의하여 추가적인 응력변동 없이 변형률이 증가되는 내부심재의 재료적 특성 및 상기 내부심재를 둘러싸고 있는 섬유보강폴리머체로부터 전해지는 내부응력으로 인한 내부심재의 물리적 형상변경(좌굴 등에 의한 굵기, 두께 감소 등과 같은 단면적감소)에 의해 추가적인 응력변동 없이 섬유보강폴리머체의 변형율이 증가되는 특성을 이용하여 외부하중에 대하여 연성파괴 거동이 가능한 혼성 섬유보강폴리머 보강재 및 이를 이용한 콘크리트 구조물에 관한 것이다.

콘크리트 구조물에서 콘크리트(CONCRETE)는 압축에는 강하지만 인장에는 약하기 때문에 인장응력이 발생하는 부위에 통상 이형철근 또는 PC강재와 같이 인장응력을 부담하는 보강재를 형성시켜, 콘크리트에 작용하는 인장응력을 상기 보강재가 부담하도록 함으로서, 콘크리트와 강재 각각의 재료적 특성을 최대한 이용한 콘크리트 구조물 설계 및 제작방법이 현재 이용되고 있으며,

특히 철근콘크리트에 사용되는 철근의 경우, 압축강도 및 인장강도가 크고, 가공이 비교적 용이한 물성을 가지고 있어 보강재로서 폭넓게 활용되고 있는데, 본 발명과 관련하여서 외부하중에 의해 철근이 항복강도에 도달한 이후 추가적인 응력부담 없이 변형률이 증가하는 연성파괴 거동 특성을 콘크리트 구조물설계에 이용함으로서 구조물의 취성파괴를 방지할 수 있는 수단으로서 이용되고 있다. (외부하중에 의한 취성파괴가 발생하지 않도록 철근콘크리트 또는 PSC 콘크리트구조물에 사용되는 철근량을 조절하여 궁극적으로 콘크리트 구조물이 연성 파괴가 되도록 하고 있다.),

이러한 장점에도 불구하고, 철근은 콘크리트 피복의 손상 등의 이유로 외부에 노출되는 경우 부식이 용이하게 진행되어, 구조물의 내구성이 저하될 수 있어 구조물 안전에 심각한 영향을 끼칠 여지가 많고, 중량이 상당히 크므로 운반 및 설치에 많은 노력과 비용이 요구되며, 콘크리트에 비해 가격이 매우 고가라는 문제점이 있었다.

이에 이러한 철근을 대체할 수 있는 콘크리트구조물의 보강재 개발이 요구되었으며, 이러한 요구를 충족시켜줄 수 있는 것 중의 하나가 섬유강화폴리머(Fiber Reinforced Polymer, 이하 “FRP") 재질로 제작된 보강재이다.

상기 FRP는 경량이며, 부식되지 않으며, 강도가 크고, 절연성이 우수하여 현재 콘크리트 보강재로서 다양한 형태로 개발되어 실용화되고 있다. 특히 콘크리트 구조물용 보강재로 이용되는 FRP의 경우 그 이용형태 및 적용대상에 따라 다양한 공법이 개발되어 왔는데, FRP 섬유쉬트를 이용한 섬유쉬트 보강공법, 섬유보강판 보강공법, 와이어메쉬형 보강공법 및 철근과 같이 바(BAR OR ROD)형상으로 제작된 FRP 바 보강공법 등이 이에 해당한다.

하지만 FRP를 이용한 보강재의 여러 재료적, 구조적인 장점에도 불구하고 외부하중에 의한 파괴 시까지의 역학거동(탄소섬유, 아라미드섬유 및 유리섬유의 응력-변형률 그래프)을 도시한 도1a와 같이 탄성거동 이후 취성적인 파괴거동을 보이고 있어 그 이용에 있어 최대의 걸림돌로 지적되어 왔다.

이에 FRP의 취성적 거동을 방지하고 도1b와 같이 연성적 거동(재료가 외부의 힘에 의해 소성변형이 충분히 진행된 후에 일어나는 파괴)을 확보할 수 있는 혼성 FRP 보강재에 관한 기술개발이 시도되고 있다.

상기 연성적 거동을 확보할 수 있는 혼성 FRP 보강재의 대표적인 구체예가 도2a와 같이 아리미드섬유(또는 유리섬유, 10)와 탄소섬유(20)를 다중 적층시킨 혼성 FRP 보강판(30) 또는 도2b와 같이 서로 변형률이 다른 보강섬유를 다중구조로 형성시킨 혼성 FRP 바(Bar,40)이다.

상기 혼성 FRP 보강판(30)의 경우, 콘크리트 구조물의 외부에 부착되는 형태로서 이용되며, 인장응력이 발생하는 콘크리트 구조물의 하부표면에 접착제 또는 볼트 등과 같은 고정수단에 의하여 부착되어 콘크리트 구조물과 일체로 거동하면서 외부하중에 대하여 인장응력을 부담한다.

하지만 이러한 혼성 FRP 보강판의 응력 거동을 살펴보면, 도3a에 도시된 응력-변형률 그래프와 같이, 외부하중에 의한 인장응력이 작용하면 변형률 적합조건에 따라 판단신율이 작은 탄소섬유(20)가 먼저 파단되고, 그 이후에 유리섬유(또는 아라미드섬유,10)가 파단되는 특성에 의해, 도1b와 같이 본 발명에서 목표로 하고 있는 혼성 FRP 보강재의 최적의 응력-변형률 곡선을 가지는 혼성 FRP 보강재로서 이용하기에는 적절하지 않다는 문제점이 지적되어 왔으며,

상기 혼성 FRP 바의 경우도, 도2b와 같이 변형률이 작은 보강섬유1(41)을 안쪽에 배치시키고, 변형률이 크고 격자형상으로 형성된 보강섬유2(42)를 외부에 배치시키며, 각 보강섬유들은 수지층에 의하여 구분되는 다중구조(대한민국 실용신안등록 제 299699호, 고안의 명칭:콘크리트 구조보강용 섬유강화폴리머)로 형성되고 있는데, 이러한 혼성 FRP 바에 외부하중에 의한 인장응력이 작용하면, 변형률이 작은 보강섬유1이 먼저 파괴되고, 이어 변형률이 큰 보강섬유2가 파괴됨으로서, 도3b에 도시된 응력-변형율 그래프와 같은 특성을 보임으로써 본 발명에서 목표로 하고 있는 연성파괴를 유도하기 위한 혼성 FRP 보강재로 이용하기에는 적정하지 않은 문제점이 지적되고 있다.

또한 도2c와 같이 내부에는 탄소보강섬유와 같은 내부보강섬유(interior yarn: 꼰 실 형태의 내부보강섬유,50)배치하고, 그 둘레에 파단신율이 큰 아라미드섬유(또는 유리섬유, 60)와 같은 외부보강섬유(exterior yarn)를 나선형으로 감싸도록 형성시킨 혼성 FRP 바의 경우에는, 내부보강섬유가 먼저 파단된 후, 나선형으로 꼬여진 외부 보강섬유가 반복적으로 부분적인 파단 및 슬립이 발생되면서 추후 응력을 부담하는 형태의 메카니즘을 따르기 때문에, 도3a와 같이 상기 소성변형 단계가 다소 불완전한 양상을 나타내는 응력-변형률 그래프 형상을 따르므로 역시 본 발명에서 목표로 하고 있는 최적의 응력-변형률 곡선(도1b의 혼성 FRP 보강재)을 가질 수 있는 혼성 FRP 보강재로서 이용하기에는 적절하지 못하다는 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 콘크리트 구조물의 보강재로서 FRP로 제작하되 보다 바람직한 연성파괴거동을 확보할 수 있는 혼성 FRP 보강재를 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 상기 혼성 FRP 보강재를 콘크리트 구조물에 적용하여 보다 안전하고, 내구성이 증진된 경제적인 콘크리트 구조물을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

본 발명은 FRP 재질의 콘크리트구조물용 보강재로서, 콘크리트 구조물의 외부하중에 의한 파괴거동이 연성파괴로 거동하도록, 전달되는 응력에 의해 단면적이 감소되는 내부심재; 및 외부하중에 의한 응력이 내부심재에 전달되도록 상기 내부심재를 둘러싸고 있는 섬유보강폴리머체;를 포함하는 혼성 섬유보강폴리머 보강재(Hybrid fiber reinforcing polymer reinforcing material, 이하 “혼성 FRP 보강재 ”)로서,

상기 섬유보강폴리머체보다 항복강도가 낮은 내부심재가 먼저 외부하중에 의하여 항복상태에 도달하면, 추가적인 응력부담없이 내부심재의 변형률이 커지게 되어 혼성 FRP 보강재가 연성 거동하도록 하고, 나아가 내부심재 항복 후 섬유보강폴리머체가 외부하중을 부담하게 되면서 섬유보강폴리머체에 발생하는 내부응력에 의해 내부심재의 단면적이 감소함에 따라 섬유보강폴리머체의 단면적도 감소하게 되어, 섬유보강폴리머체가 추가적인 응력부담 없이 변형률이 커지게 됨으로서, 결국 내부심재 자체의 항복 및 내부심재의 단면적감소에 의한 섬유보강폴리머의 변형률 증가에 의해 혼성 FRP 보강재가 외부하중에 대하여 연성파괴형태로 거동하도록 하고, 이러한 혼성 FRP 보강재를 콘크리트 부재에 형성시켜, 콘크리트 부재를 포함하는 구조물이 최종적으로 외부하중에 대하여 연성파괴거동 하도록 하는 것을 그 기술적 특징으로 한다.

이하 본 발명의 최선의 실시예를 도4 및 도5를 기준으로 상세히 설명한다.

본 발명의 혼성 FRP 보강재(300a,300b)는 전달되는 응력에 의해 단면적이 감소되는 내부심재(100); 및 외부하중에 의한 내부응력이 내부심재에 전달되도록 상기 내부심재를 둘러싸고 있는 섬유보강폴리머체(200);를 포함하며, 전체적인 형상이 바(BAR) 또는 판(PLATE)형상으로 형성될 수 있어 혼성 FRP 바 또는 혼성 FRP 플레이트의 형태로서 이용될 수 있다.

도4a는 본 발명의 혼성 FRP 바(300a)의 단면도이고, 도4b는 본 발명의 혼성 FRP 플레이트(300b)의 단면도이며, 도4c는 다른 혼성 FRP 플레이트(300b)의 구체예의 단면도이다.

상기 내부심재(100)는 도4a 및 도4b와 같이 혼성 FRP 보강재(300a,300b)의 중앙에 배치되며, 그 둘레에 형성된 섬유보강폴리머체(200)보다 항복강도가 낮아 외부하중에 대하여 섬유보강폴리머체보다 먼저 항복되어 추가적인 응력부담없이 변형률이 증가되는 구조용 강재의 재료적 특성을 가지며, 전체적인 형상은 혼성 FRP 보강재의 이용형태에 따라 관(PIPE) 또는 판(PLATE)형상으로 형성될 수 있다.

내부심재(100)는 섬유보강폴리머체(200)가 외부하중을 부담하면서 발생하여 전해지는 내부응력에 의하여 국부적인 좌굴 등과 같이 그 단면적이 작아지는 물리적 변형(직경 또는 두께의 감소 등과 같은 단면적 감소)이 가능하다면 FRP, 금속, 비금속 강재를 모두 포함하며, 원형, 사각형 그 형상에 있어 달리 제한이 없다.

바람직하게는 이러한 내부심재로서 속이 빈 원형 강관 또는 가로방향이 더 긴 타원형 강관을 사용하면, 강재의 재료적 특성 및 국부좌굴과 같은 물리적 변형을 용이하게 확보할 수 있다는 장점이 있다.

본 발명에서 내부심재는 작용하는 외부하중이 내부심재의 항복강도에 도달하면서 발생되는 항복단계 이후 추가적인 응력부담 없이 변형률이 증가됨으로서 외부하중에 대해 연성거동을 하는 역할을 하며,

나아가, 그 항복이 완료된 후, 작용하는 외부하중을 내부심재를 둘러싸고 있는 섬유보강폴리머체가 부담하는 단계에서, 상기 섬유보강폴리머체에 발생되는 내부응력이 전달됨으로서 그 두께 또는 직경이 감소되는 물리적 변형 즉, 단면적감소에 의하여 내부심재를 둘러싸고 있는 섬유보강폴리머체의 단면적이 자연스럽게 감소되도록 함으로서, 섬유보강폴리머체가 외부하중에 의한 응력을 추가로 부담하지 않고서도 변형률이 증가되도록 하는 역할을 가진다.

즉, 본 발명의 내부심재는 그 자체의 재료적특성(항복 후 응력부담없이 변형률 증가) 및 물리적형상 변형(전달되는 응력에 의한 단면적감소)에 의하여 혼성 FRP 보강재가 외부하중에 대한 파괴거동이 연성파괴거동으로 유도되도록 하는 기능을 가진다.

상기 섬유보강폴리머체(200)는 도4a 및 도4b와 같이 FRP 재질의 보강섬유로서 탄소섬유, 아라미드섬유 또는 유리섬유 등이 꼬아진 실 형태(YARN)로 강재 둘레를 전체적으로 나선형으로 둘러싸도록 형성된 것이다. 나아가 상기 3가지 이상의 보강섬유는 하나 또는 둘 이상의 조합으로 형성될 수 있다.

이러한 꼬아진 실(yarn) 형태의 보강섬유는 단순히 길이방향으로 직선형태로 배치되는 것과 비교하여 본 발명의 혼성 FRP 보강재에 가해지는 전단력에 보다 효율적으로 대응할 수 있으며, 동일한 양을 기준으로 보다 큰 인장강도를 확보할 수 있다는 장점이 있다.

또한 도4c와 같이 섬유보강폴리머체(200)는 판형상의 내부심재(100) 둘레에 적층된 구조로도 형성될 수 있는데, 이 경우는 일종의 혼성 FRP 보강판의 형태로 본 발명을 이용하는 경우로서, 내부심재(100)는 사각관 형상으로 배치하고, 섬유보강폴리머체(200)을 상기 내부심재 상부 및 하부면에 적층시키게 된다.

즉, 본 발명의 혼성 FRP 보강재는 플레이트 형태 및 바 형태(300a,300b,300c)이외의 여러 형태로 제작, 이용될 수 있다.

섬유보강폴리머체(200)를 통상의 수지층 내부에 다수의 보강섬유가 포함되도록 형성시킬 수도 있으며, 어떠한 형태를 적용하든지 강재보다는 큰 항복강도를 가지는 것을 선택하면 된다.

도4a 내지 도4c에는 내부심재(100) 둘레에 섬유보강폴리머체(200) 하나가 형성되는 경우를 도시하였으나, 보강재로서 그 취급 및 외부환경 노출에 따른 영향을 적게 하기 위하여 추가적인 수지층과 같은 외피를 섬유보강폴리머체 둘레에 더 형성시킬 수 있으며, 하나의 내부심재 둘레에 섬유보강폴리머체를 형성시키고 다시 섬유보강폴리머체를 이중 또는 그 이상으로 다중구조 형식으로 형성시킬 수도 있다.

도5는 내부심재와 섬유보강폴리머체로 구성된 본 발명의 혼성 FRP 보강재가 외부하중을 받는 경우의 역학적 거동을 도시한 응력-변형율 그래프이다.

제1단계는 내부심재의 항복강도보다 작은 외부하중이 가해짐에 따라 내부심재 및 섬유보강폴리머체가 선형으로 거동(일정한 탄성계수를 가진다.)하는 직선형태의 선형구간이다. 최종 꼭지점(A)에 해당하는 응력이 내부심재의 항복강도에 해당한다.

제2단계는 내부심재가 항복하는 단계로서 내부심재의 항복구간이다. 추가적인 내부심재의 응력부담없이 내부심재의 변형률이 증가되는 구간이다, 최종 꼭지점(B)에 해당하는 응력은 내부심재가 좌굴하는 시점이 된다.

제3단계는 내부심재의 좌굴 등과 같은 물리적 변형에 의하여 추가적으로 섬유보강폴리머체가 별도의 응력부담 없이 변형이 증가되는 구간이다. 즉, 내부심재를 나선형태로 감싸고 있는 섬유보강폴리머체가 외부하중을 부담함에 따라 내부적으로 내부심재에 응력이 전달되고, 이로서 내부심재가 국부적 또는 전면적으로 내부좌굴 등이 발생되며, 이에 따라 섬유보강폴리머체의 단면적도 감소되어 섬유보강폴리머체의 추가적인 응력부담 없이 변형이 증가되는 구간이다. 이에 따라 본 발명의 혼성 FRP 보강재는 외부하중에 대하여 연속적인 (곡)선형태가 되어 도1b와 같은 혼성 FRP 보강재와 같이 외부하중에 대한 충분한 연성파괴 거동을 확보할 수 있게 된다. 최종 꼭지점(C)에 해당하는 응력은 내부심재의 좌굴이 종료하는 종점이 되며, 이 구간 이후에는 섬유보강폴리머체 자체가 외부하중에 의한 응력을 부담하게 된다.

제4단계는 내부심재의 좌굴등과 같은 물리적 변형이 종료 된 이후에, 섬유보강폴리머체가 외부하중에 대하여 응력을 부담하면서 최종적으로 파단에 이르게 되는 구간이다.

즉, 본 발명에서는 종래의 FRP 보강재와는 달리 강재의 물리적 변형에 의해 섬유보강폴리머체의 응력부담 없이 변형이 증가되는 구간을 거치게 됨으로서, 전체적으로 도1b에 유사한 응력-변형률 곡선을 얻을 수 있으며, 결과적으로 외부하중에 대하여 연성파괴거동으로 작용하게 된다.

이러한 본 발명의 섬유보강폴리머체 및 내부심재를 혼성시킨 FRP 보강재는 콘크리트 구조물의 보강재로서 이용될 수 있는데, 콘크리트 구조물(빔, 거더, 보강판 등)에 인장응력이 발생하는 부위에 일정한 수용홈을 형성시키고, 수용홈 내부에 본 발명의 FRP 보강재를 매립 한 후 에폭시 수지 등과 같은 충진재로 마감시키거나, 콘크리트 구조물의 하부면에 본 발명의 혼성 FRP 보강재를 부착시키는 방식을 이용하면, 콘크리트 구조물에 외부하중이 작용하여 특정부위에 인장응력이 발

생하는 경우, 상기 혼성 FRP 보강재가 인장응력을 부담하게 되고, 그 파괴거동은 도5와 같은 연성파괴거동으로 유도된다. 나아가 본 발명의 섬유보강폴리머체 및 내부심재를 혼성시킨 FRP 보강재는 새로이 제작, 제도되는 콘크리트 구조물에도 기존의 철근과 같은 보강재를 대체하여 사용할 수 있다.

발명의 효과

본 발명은 자체의 항복 및 단면적감소가 가능한 내부심재와 섬유보강폴리머체의 혼성구조인 FRP 보강재를 제공함으로서, 기존의 FRP로 제작된 바(BAR), 섬유보강판 및 보강섬유쉬트 와는 달리 충분한 연성파괴거동을 확보할 수 있음에 따라 보다 역학적으로 안전하고, 효율적인 FRP 보강재를 제공할 수 있으며, 나아가 이러한 보강재를 이용한 콘크리트구조물을 제작하는 경우 기존의 철근과 같은 콘크리트 보강재 사용에 의한 여러 문제점을 극복할 수 있게 된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

전달되는 응력에 의해 단면적이 감소되는 내부심재; 및

외부하중에 의한 응력이 내부심재에 전달되도록 상기 내부심재를 둘러싸고 있는 섬유보강폴리머체;를 포함하며, 전체적인 형상이 바 또는 판 형상으로서 외부하중에 의한 내부심재의 항복 및 내부심재의 단면적 감소에 의하여 섬유보강폴리머체가 추가적인 응력부담 없이 변형률이 증가됨으로서 외부하중에 대해 연성파괴 거동하는 것을 특징으로 하는 혼성 섬유보강폴리머 보강재.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 내부심재는 섬유보강폴리머체 보다 항복강도가 낮은 원형 또는 타원형 관으로 형성되는 것을 특징으로 하는 혼성 섬유보강폴리머 보강재.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 섬유보강폴리머체는 내부심재 둘레를 섬유보강폴리머 재질의 꼬아진 실(yarn)을 이용하여 전체적으로 내부심재를 나선형태로 감싸 형성되는 것을 특징으로 하는 혼성 섬유보강폴리머 보강재.

청구항 4.

전달되는 응력에 의해 단면적이 감소되는 내부심재; 및

외부하중에 의한 응력이 내부심재에 전달되도록 상기 내부심재의 양 면에 적층된 섬유보강폴리머체;를 포함하며, 전체적인 형상이 판 형상으로서 외부하중에 의한 내부심재의 항복 및 내부심재의 단면적 감소에 의하여 섬유보강폴리머체가 추가적인 응력부담 없이 변형률이 증가됨으로서 외부하중에 대해 연성파괴 거동하는 것을 특징으로 하는 혼성 섬유보강폴리머 보강재.

청구항 5.

제4항에 있어서, 상기 내부심재는 섬유보강폴리머체보다 항복강도가 낮은 사각관으로 형성되는 것을 특징으로 하는 혼성 섬유보강폴리머 보강재.

청구항 6.

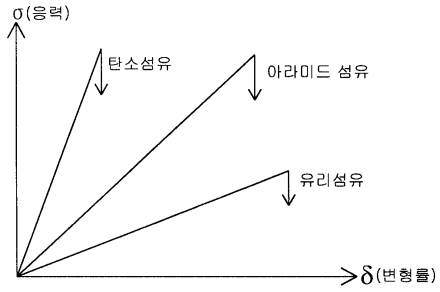
제1항 또는 제4항에 있어서, 상기 섬유보강폴리머체는 내부심재를 둘러싸거나 적층되어 있는 섬유보강폴리머체1; 및 섬유보강폴리머체1을 둘러싸거나 적층되어 있는 섬유보강폴리머체2;를 포함하여 적어도 둘 이상의 섬유보강폴리머체로 구분되어 형성이 가능하고, 상기 섬유보강폴리머체1 및 2 사이에 수지층이 더 형성되어 섬유보강폴리머체 1 및 2 이 서로 구분될 수 있는 것을 특징으로 하는 혼성 섬유보강폴리머 보강재.

청구항 7.

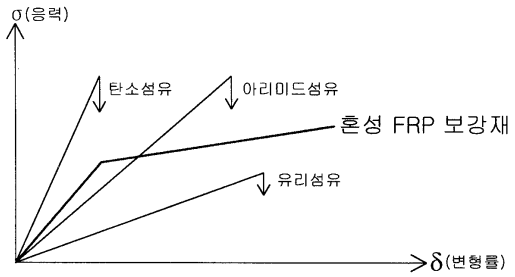
콘크리트부재 내부에 외력에 대항하기 위한 위치에 제1항 또는 제4항의 혼성 섬유보강폴리머 보강재가 형성된 콘크리트 구조물로서, 상기 혼성 섬유보강폴리머 보강재에 의하여 콘크리트 부재가 외부하중에 대하여 연성 거동하는 것을 특징으로 하는 혼성 섬유보강폴리머 보강재를 이용한 콘크리트 구조물.

도면

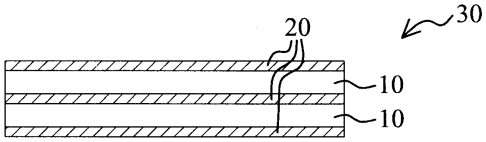
도면1a



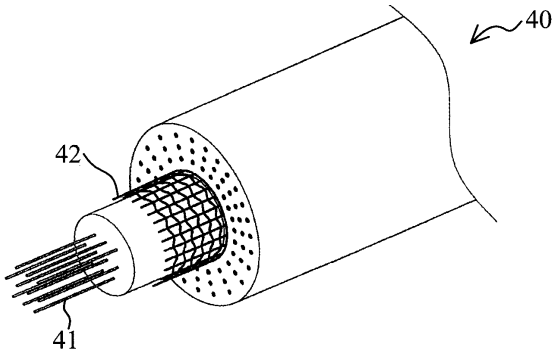
도면1b



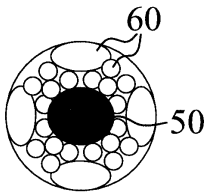
도면2a



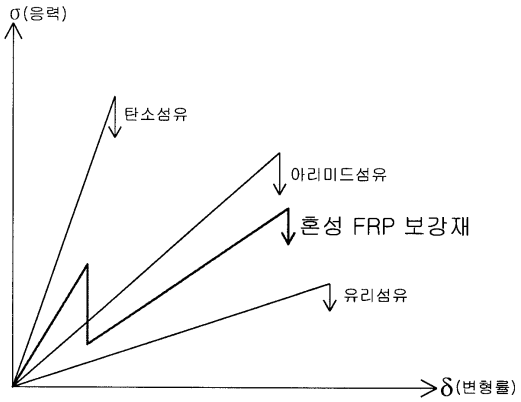
도면2b



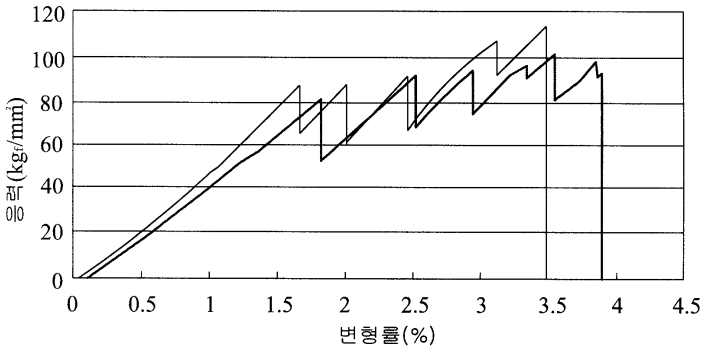
도면2c



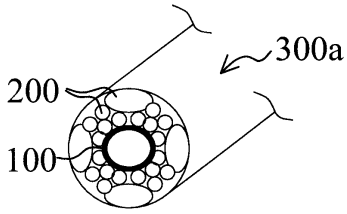
도면3a



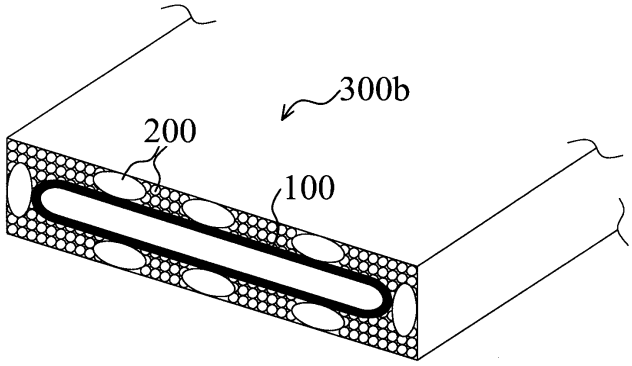
도면3b



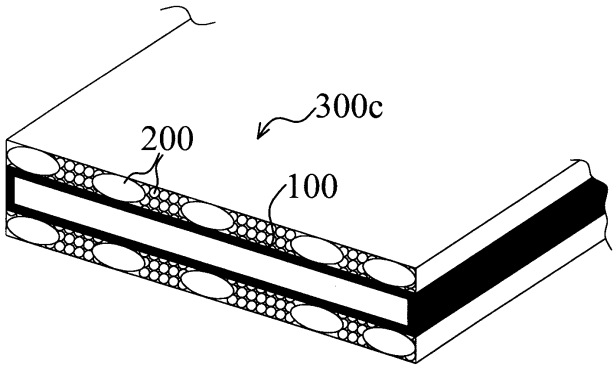
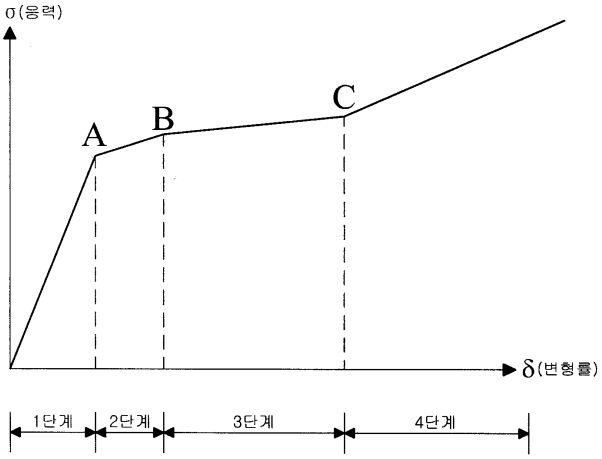
도면4a



도면4b



도면4c



도면5