



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0049195
(43) 공개일자 2010년05월12일

(51) Int. Cl.

E04C 5/07 (2006.01) E04C 5/02 (2006.01)

E04C 5/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0108261

(22) 출원일자 2008년11월03일

심사청구일자 2008년11월03일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자

윤영수

서울특별시 강남구 청담동 127-31 청담현대3차아파트 104동 1203호

양준모

서울특별시 성북구 안암동2가 160-1번지 402호

민경환

서울특별시 구로구 개봉2동

(74) 대리인

김동진, 강경찬, 박경찬

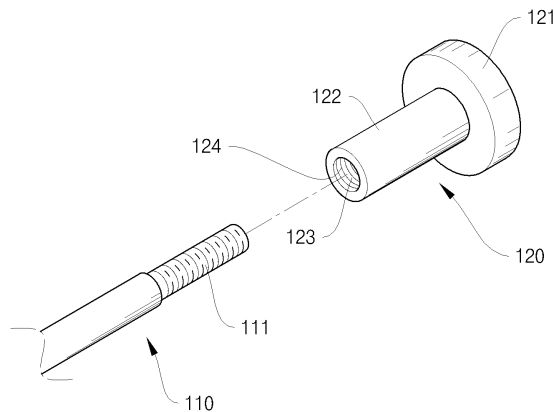
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 헤드가 구비된 에프알피 보강재 및 이를 이용한 구조물의 시공방법

(57) 요약

본 발명은 헤드가 구비된 FRP 보강재 및 이를 이용한 구조물의 시공방법은 구조물의 주 보강재로서 철근 대신 사용함에 있어 헤드부의 구성으로 경간이 좁은 구조물의 경우에도 충분한 정착길이를 확보할 수 있어 겹이음에 의한 밀집현상을 방지하고, 구조물의 전단 보강재로서 철근 대신 사용함에 있어 헤드부 및 경사구배의 설치에 의해 절곡 없이 FRP 보강재 자체가 전단응력을 받지 않도록 하며 충분한 정착력을 확보할 수 있게 하는 헤드가 구비된 FRP 보강재 및 이를 이용한 구조물의 시공방법에 관한 것이다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

FRP 재질로 구성되는 바형상의 몸체부와, 상기 몸체부의 양단에 체결되는 FRP로 구성되는 헤드부로 구성됨을 특징으로 하는 헤드가 구비된 FRP 보강재.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 헤드부는 평판형상의 구속부와 상기 구속부의 일면에서 돌출 형성되며 그 상면에 상기 몸체부가 삽입 체결되는 체결홈이 형성되는 체결부로 구성됨을 특징으로 하는 헤드가 구비된 FRP 보강재.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 헤드부는 평판형상의 구속부와 상기 구속부의 양면에서 돌출 형성되며 각각의 상면에 상기 몸체부가 삽입 체결되는 체결홈이 형성되는 체결부로 구성됨을 특징으로 하는 헤드가 구비된 FRP 보강재.

청구항 4

제 2항 또는 제3항에 있어서,

상기 구속부에는 복수의 돌기가 형성됨을 특징으로 하는 헤드가 구비된 FRP 보강재.

청구항 5

제 2항 또는 제3항에 있어서,

상기 체결부의 외주연에는 요홈 형상으로 복수의 부착테두리홈이 형성됨을 특징으로 하는 헤드가 구비된 FRP 보강재.

청구항 6

거푸집을 설치하는 단계(S1)와;

제 1항 내지 제 5항 중 어느 한 항의 FRP 보강재를 구조물의 길이방향의 주 보강재로 설치하는 단계(S2)와;

제 1항 내지 제 5항 중 어느 한 항의 FRP 보강재를 구조물의 높이방향으로 전단 보강재로 설치하는 단계(S3)와;

콘크리트를 타설하는 단계(S4);로 이루어짐을 특징으로 하는 헤드가 구비된 FRP 보강재를 이용한 구조물의 시공방법.

청구항 7

제 6항에 있어서,

제 1항 내지 제 5항 중 어느 한 항의 헤드가 구비된 FRP 보강재를 구조물의 높이방향으로 전단 보강재로 설치하는 단계(S3)에는 헤드가 구비된 FRP 보강재를 구조물의 높이방향으로 설치하되 헤드가 구비된 FRP 보

강재 하단이 구조물의 중심을 향하게 경사구배를 형성하도록 설치하는 것을 포함하여 이루어짐을 특징으로 하는 헤드가 구비된 FRP 보강재를 이용한 구조물의 시공방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 헤드가 구비된 FRP 보강재 및 이를 이용한 구조물의 시공방법은 구조물의 주 보강재로서 철근 대신 사용함에 있어 헤드부의 구성으로 경간이 좁은 구조물의 경우에도 충분한 정착길이를 확보할 수 있어 겹이음에 의한 밀집현상을 방지하고, 구조물의 전단 보강재로서 철근 대신 사용함에 있어 헤드부 및 경사구배의 설치에 의해 절곡 없이 FRP 보강재 자체가 전단응력을 받지 않도록 하며 충분한 정착력을 확보할 수 있게 하는 헤드가 구비된 FRP 보강재 및 이를 이용한 구조물의 시공방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 건설 구조물의 부식 문제가 대두되면서, 기존의 건설 재료들이 가지고 있었던 단점들을 보완할 수 있는 재료로서, FRP가 가장 주목을 많이 받고 있다. 콘크리트나 철이 부식에 상당히 취약한 성질을 지녔던 것에 반해 이 재료는 내구성이 뛰어난 것은 물론이거니와, 경량으로 인해 시공이 편리하며 인장 강도가 높고 변형률이 작기 때문이다. 그래서 기존 구조물에 덧씌워져 보수, 보강하는 목적이나 기존의 철근을 대체하는 목적으로 FRP 바의 형태로 철근과 같은 기존의 건설 재료를 강화하거나 대체하는 목적으로 사용되고 있다.

[0003] FRP 바는 우수한 부식저항성, 고강도를 가지고 있으며 또한 강도/중량비가 매우 커 신규 구조물 및 내하력이 저하된 콘크리트 구조물의 보강에 따른 추가적인 중량의 큰 증가 없이 보강 효과를 얻을 수 장점을 가지고 있다. 기존의 많은 연구자들은 많은 종류의 FRP 바를 개발하였는데, 현재 상용화된 FRP 바는 기존에 사용되던 보강철근이 가지고 있는 휨 보강을 위한 인성을 가지고 있지 못하며 재료의 가격이 비싸 사용이 한정적으로 이루어지고 있다.

[0004] FRP 바의 인장강도는 일반적으로 보강철근과 비교하여 대단히 높으며 프리스트레싱 강봉과 비교하여도 약 2배정도 높으나 압축강도는 FRP 바가 매우 작은 필라멘트로 구성되어 있기 때문에 보강철근과 비교하여 낮다. FRP 바의 인장강도는 섬유 단면적, 크기 및 혼입률 뿐만 아니라 섬유와 매트릭스와의 부착성능에 따라 영향을 받는다. 예를 들어 FRP 바의 인장강도는 바의 직경이 증가할수록 감소한다. 또한 FRP 바의 직경이 증가할수록 섬유의 혼입량은 증가하고 섬유와 매트릭스와의 부착성능은 감소한다. FRP 바의 탄성계수는 보강철근과 비교하여 작다. 따라서 프리스트레스트 콘크리트의 프리스트레싱 재료로 사용하였을 때 콘크리트의 크리프와 건조수축에 의한 프리스트레스의 감소가 작다. 이와 같은 특성은 FRP 바의 인장강도가 높기 때문에 프리스트레스트 콘크리트에 프리스트레싱 텐던으로 사용되어 매우 우수한 특성을 발휘할 수 있다는 것을 보여준다. 그러나 다른 한편으로 FRP 바가 인장강도는 크고 탄성계수가 작기 때문에 콘크리트 부재의 변형이 크게 되어 균열이 발생한 후 철근콘크리트와 비교하여 콘크리트 부재의 처짐과 균열의 폭이 증가하게 된다. 무엇보다도 균열의 폭과 콘크리트의 변형이 증가하게 되면 콘크리트의 역학적 특성에 영향을 미치게 된다. FRP 바의 전단강도는 보강철근과 비교하여 작다.

[0005] FRP 바의 또 다른 문제점 중에 하나는 파괴가 발생하는 최대 응력점 까지 응력이 선형적으로 증가하다가 급격한 파괴를 발생하는 취성적 성질을 가지고 있다는 것이다. 따라서 FRP 바를 콘크리트의 보강재로 사용하였을 때는 보강철근과 달리 파괴되기 전에 소성변형 구간이 없기 때문에 안전성에 영향을 미칠 수 있다. FRP 바와 동일한 보강철근의 중량을 비교하면 FRP 바는 보강철근의 약 1/4정도이다. FRP 바는 중량이 가볍기 때문에 보강철근과 비교하여 설치 및 이동, 저장, 수송이 쉬운 장점을 가진다. 1987년 Noton, B. R은 동일한 규격의 보강철근과 비교하여 콘크리트 구조물에 FRP 바를 적용하였을 때 중량을 25%~50% 감소시킨다고 하였다. FRP 바는 인장강도, 탄성계수 및 팽창계수 같은 재료 특성이 온도에 매우 민감하기 때문에 재료의 특성 값을 결정하기 전에 온도를 고려하는 것은 매우 중요하다.

[0006] 이렇게 콘크리트 구조물에서 철근의 대체재로 FRP 바를 활용하기 위한 연구에서 최근 최대의 이슈는

FRP 바의 정착길이를 확보하는 것과 FRP 바를 전단보강근으로 활용할 수 있는지의 여부이다.

[0007] 우선 정착길이 확보 문제에 있어 도 1과 같이 길이방향 주 보강재인 FRP 바(10)는 직선으로 끝난다. 이 주 보강재인 FRP 바의 정착길이를 확보하기 위해 FRP 바의 끝단을 절곡하여야 하지만, FRP 바는 취성적인 특성을 가지고 있어 절곡(hook) 자체가 불가능하다. 따라서, 일반적으로 도 1과 같이, 추가적인 L형 FRP 바(20)를 주 보강재인 FRP 바(10)에 접이음하여 정착길이를 확보한다. 그러나, 이러한 정착 방법은 부재 끝 부분의 FRP 바의 밀집현상을 초래하게 되어 콘크리트 충전성 등에서 불리하고, 접이음을 통한 추가적인 비용이 발생하게 된다.

[0008] 한편 전단 보강재로의 활용 문제에 있어 전단 보강재용 FRP 바의 정착력을 확보하기 위해 기존 일반 전단철근과 같이 끝부분을 굽혀 U자형 스테럽을 만들어 주거나, 폐쇄스테럽을 만들어주는 데는 한계가 있다. 취성적인 FRP 바를 절곡하는 것 자체가 불가능해 최초 성형 시 굽힌 상태에서 완제품을 만들어야 한다. 또한, 절곡 부분의 인장강도는 그렇지 않는 부분의 인장강도보다 훨씬 작게 나타나게 되는 바, 절곡부분에서 조기파괴가 발생할 가능성이 매우 크다.

[0009] 게다가 대부분의 FRP 바는 상기에서 언급한 바와 같이 비교적 작은 내부결합 전단응력을 가지고 있어 FRP 바 자체의 전단강도가 떨어진다. 즉 폴리머에 의해서 결합된 섬유층이 쉽게 분리되어 파괴된다. 왜냐하면 섬유사이 층의 분리에 의해서 발생하는 전단강도는 섬유보다 비교적 약한 매트릭스 폴리머에 의해서 결정되기 때문이다. 이러한 이유에 의해 FRP 바를 도 1에서 보는 바와 같이 전단 보강재(30)로 사용하는 경우에 절곡이 비용이성, 절곡부의 취약성, FRP 바 자체의 약한 전단강도에 의한 파괴 등의 문제가 있는 것이다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0010] 따라서 본 발명의 목적은 구조물의 주 보강재로서 충분한 정착길이를 확보할 수 있으며, 구조물의 전단 보강재로서 절곡 없이도 충분한 정착력이 확보되고, 자체의 전단강도의 취약성을 극복할 수 있는 FRP 바 및 이를 이용한 구조물의 시공방법을 제공하고자 함이다.

과제 해결수단

[0011] 상기의 해결하고자 하는 과제에 의한 헤드가 구비된 FRP 보강재는 FRP 재질로 구성되는 바 형상의 몸체부와, 상기 몸체부의 양단에 체결되는 FRP로 구성되는 헤드부로 구성됨을 특징으로 한다.

[0012] 상기 헤드부는 평판형상의 구속부와 상기 구속부의 일면에서 돌출 형성되며 그 상면에 상기 몸체부가 삽입 체결되는 체결홈이 형성되는 체결부로 구성됨을 특징으로 한다.

[0013] 한편 보강재 간에 접이음이 필요한 경우에는 상기 헤드부는 평판형상의 구속부와 상기 구속부의 양면에서 돌출 형성되며 각각의 상면에 상기 몸체부가 삽입 체결되는 체결홈이 형성되는 체결부로 구성됨을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 상기 구속부에는 콘크리트와의 부착력을 강화하기 위해 복수의 돌기가 형성됨을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 상기 체결부의 외주연에는 콘크리트와의 부착력을 강화하기 위해 복수의 부착테두리홈이 구성됨을 특징으로 한다.

[0016] 한편 본 발명의 헤드가 구비된 FRP 보강재를 이용한 구조물의 시공방법은 거푸집을 설치하는 단계(S1)와; 상기에서 언급한 헤드가 구비된 FRP 보강재를 구조물의 길이방향의 주 보강재로 설치하는 단계(S2)와; 상기에서 언급한 헤드가 구비된 FRP 보강재를 구조물의 높이방향으로 전단 보강재로 설치하는 단계(S3)와; 콘크리트를 타설하는 단계(S3);로 이루어짐을 특징으로 한다.

[0017] 또한, 헤드가 구비된 FRP 보강재를 구조물의 높이방향으로 전단 보강재로 설치하는 단계(S3)에는 헤드가 구비된 FRP 보강재를 구조물의 높이방향으로 설치하되 FRP 보강재 하단이 구조물의 중심을 향하게 경사구배를 형성하도록 설치하는 것을 포함하여 이루어짐을 특징으로 한다.

효 과

[0018] 앞서 상세히 설명한 바와 같이 본 발명의 헤드가 구비된 FRP 보강재 및 이를 이용한 구조물의 시공방법은 구조물에 FRP 바를 보강재로 사용하되 양단에 헤드부를 형성하여 별도의 장치 없이 정착길이를 확보할 수 있는 장점이 있다.

[0019] 또한, 본 발명의 헤드가 구비된 FRP 보강재 및 이를 이용한 구조물의 시공방법은 절곡부 없이 구조물의 전단보강근으로 사용할 수 있는 장점이 있다.

[0020] 또한, 본 발명의 헤드가 구비된 FRP 보강재 및 이를 이용한 구조물의 시공방법은 보강재의 겹이음에 있어 밀집현상 없이 용이하게 겹이음이 가능한 장점이 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0021] 이하 본 발명의 실시 예를 첨부되는 도면을 통해 보다 상세히 설명하도록 한다.

[0022] 도 2는 본 발명의 헤드가 구비된 FRP 보강재를 나타내는 분해사시도이고, 도 3a는 본 발명의 헤드가 구비된 FRP 보강재에 있어 헤드부의 다른 실시 예를 나타내는 분해사시도이고 도 3b는 도 3a에 도시된 헤드가 구비된 FRP 보강재가 구조물에 설치된 상태를 나타내는 측단면도이고, 도 4는 본 발명의 헤드가 구비된 FRP 보강재에 있어 헤드부의 또 다른 실시 예를 나타내는 사시도이고, 도 5는 본 발명의 헤드가 구비된 FRP 보강재가 구조물에 설치된 상태를 나타내는 측단면도이고, 도 6은 본 발명의 헤드가 구비된 FRP 보강재를 이용한 구조물의 시공방법을 나타내는 블록도이다.

[0023] 본 발명의 헤드가 구비된 FRP 보강재(100)는 FRP 재질로 구성되는 바 형상의 몸체부(110)와, 상기 바의 양단에 체결되는 FRP로 구성되는 헤드부(120)로 구성되어 양단을 절곡시키거나 또는 도 1에서 보는 바와 같은 "L"형 바를 겹이음 할 필요 없이 정착길이를 확보할 수 있는 것을 특징으로 한다.

[0024] 우선 본 발명의 헤드가 구비된 FRP 보강재(100)는 도 2에서 보는 바와 같이 FRP 재질로 구성되는 바 형상의 몸체부(110)가 형성된다. 상기 몸체부(110)의 양단에는 나사산(111)이 형성되어 이하에서 설명할 헤드부(120)에 착, 탈이 가능하도록 체결됨에 특징이 있다.

[0025] 상기 헤드부(120)는 평판형상의 구속부(121)와 상기 구속부(121)의 일면에서 돌출 형성되며 그 상면에 상기 몸체부(110)가 삽입 체결되는 체결홈(123)이 형성되는 체결부(122)로 구성됨을 특징으로 한다. 상기 체결홈(123)의 내주연에는 상기 나사산(111)이 회전에 의해 결합될 수 있도록 나사홈(124)이 형성됨이 타당하다. 이렇게 체결홈에 상기 몸체부(110)가 회전결합에 의해 체결되도록 하는 것은 FRP 재질의 특성상 용접이 불가능하기 때문에 몸체부(110)와 헤드부(120)를 별도로 제조하여 회전결합에 의해 체결할 수 있도록 하는 것이다.

[0026] 상기 체결부(122)의 외주연에는 도 4에서 보는 바와 같이 콘크리트와의 부착력을 강화하기 위해 요홈 형상으로 복수의 부착테두리홈(125)을 구성하는 것이 타당하다. 이렇게 부착테두리홈(125)을 구성하는 것은 콘크리트가 상기 부착테두리홈(125)의 내부에 충전 됨에 의해 FRP재질로 된 체결부(122)와 콘크리트 간에 부착력을 강화하기 위함이다.

[0027] 상기 구속부(121)는 상기 몸체부(110) 및 체결부(122)의 직경보다 큰 직경으로 형성되어 상기 구속부(121)와 상기 바(110)에 접하는 콘크리트에 구속력을 부여함으로써 별도의 장치 없이 정착길이를 확보할 수 있게 하는 것으로 상기 구속부(121)의 형상은 도 2 등에서 원판형상으로 도시하고 있으나, 이는 구조물 단면의 형상 등에 의해 사각형, 삼각형 등 다양하게 구성될 수 있음은 당연하다.

[0028] 또한, 상기 구속부(121)에는 도 4에서 보는 바와 같이 양면에 돌출 형성된 복수의 돌기(126)를 더 구성할 수 있다. 이렇게 돌기(126)를 구성하는 것은 콘크리트와의 부착력을 강화하기 위함이다. 상기 돌기(126)의 수는 콘크리트의 충전성 등을 고려하여 그 수를 선택적으로 조절하여야 한다.

[0029] 이렇게 구속부(121)와 콘크리트의 부착에 의해 경간이 충분한 정착길이를 확보할 수 없는 좁은 경간의 경우 예를 들어 내민받침(짧은 현차 경간과 주기둥의 너비)에 있어서 충분한 정착길이를 확보할 수 없는 경우에도 충분한 부착이 가능하게 되는 것이다.

[0030] 한편 본 발명의 헤드가 구비된 FRP 보강재에 있어 도 3a 및 도 3b에서 보는 바와 같이 다른 실시 예의 헤드부(120a)가 제시되는 바, 상기 헤드부(120a)는 평판형상의 구속부(121a)와 상기 구속부(121a)의 양면에서

돌출 형성되며 각각의 상면에 상기 몸체부(110)가 삽입 체결되는 체결홈(123a)이 형성되는 체결부(122a)로 구성됨을 특징으로 한다. 즉 구속부(121a)의 양면에서 상기 도 2에서 도시된 구조와 동일한 체결부(122a)가 형성되어 각각의 체결부(122a)에 몸체부(110)가 체결될 수 있는 것이다. 이렇게 구성됨에 의해 도 3b에서 보는 바와 같이 구조물에서 접이음이 필요한 경우 용이하게 구속부(121a)의 양면에서 각각의 체결부(122a)에 몸체부(110)를 체결할 수 있게 되는 것이며, 이렇게 몸체부(110)를 이음할 수 있으므로 일반적인 접이음에 의해 콘크리트 충전성의 부진 등에 의한 크랙 등 내구성의 문제를 사전에 차단할 수 있게 되는 것이다.

[0031] 상기 도 2 내지 도 4에서 도시된 본 발명의 헤드가 구비된 FRP 보강재(100)에 의해 도 5에서 보는 바와 같이 주 보강재로 사용하는 경우 구조물의 양단에서 충분한 정착길이를 확보할 수 있게 되는 것이며 전단 보강재로 사용하는 경우에도 구조물의 상, 하단에서 충분한 정착력을 확보할 수 있게 되는 것이다.

[0032] 한편 본 발명의 헤드가 구비된 FRP 보강재를 이용한 구조물의 시공방법은 도 6에서 보는 바와 같이 거푸집을 설치하는 단계(S1)를 갖는다. 시공할 구조물의 형상에 따라 거푸집을 설치하는 것을 포함한다.

[0033] 그 다음으로 상기에서 언급한 헤드가 구비된 FRP 보강재를 구조물의 길이방향의 주 보강재로 설치하는 단계(S2)를 갖는다. 이 경우 구조물의 단부에서 헤드가 구비된 FRP 보강재(100)의 헤드부(120)에 의해 콘크리트와의 부착력이 증대되고 또한 콘크리트 구속효과가 발생하게 됨으로써 몸체부(110)를 절곡하거나 별도의 절곡된 부재를 접이음 할 필요가 없게 되는 것이며 이렇게 절곡 또는 접이음이 없게 됨으로서 콘크리트의 밀실한 충전이 가능하게 되고 결국 크랙 등이 방지되어 콘크리트의 내구성이 강화될 수 있게 되는 것이다.

[0034] 그 다음으로 상기에서 언급한 헤드가 구비된 FRP 보강재(100)를 구조물의 높이방향으로 전단 보강재로 설치하는 단계(S3)를 갖는다. 본 단계에서는 도 5에서 보는 바와 같이 헤드가 구비된 FRP 보강재(100)를 구조물의 높이방향으로 전단 보강재로 설치하되 FRP 보강재 하단이 구조물의 중심을 향하게 경사구배를 형성하도록 설치하는 것이 바람직하다. 즉 구조물의 중심에서 구조물의 양단 방향으로 드러 누운 형상으로 헤드가 구비된 FRP 보강재(100)를 전단 보강재로 배근하는 것이다. 이렇게 하는 것은 FRP 보강재가 비교적 작은 내부결합 전단응력을 가지고 있어 보강재 자체의 전단강도가 떨어지는 바, 구조물의 하중작용 시 순수 인장방향으로 배근하도록 함으로써 헤드가 구비된 FRP 보강재(100)가 전단 보강재로 설치됨과 더불어 헤드가 구비된 FRP 보강재(100) 자체에 전단응력을 최소한으로 하기 위함이다. 즉 헤드가 구비된 FRP 보강재(100) 자체가 과도한 전단응력을 받음으로써 파괴가 되어 전단 보강재로서 기능을 발휘하지 못하는 것을 방지하고자 함이다. 이렇게 헤드가 구비된 FRP 보강재(100)를 전단 보강재로 사용함에 있어 경사각도는 구조물에 작용하는 하중 등에 의해 발생할 수 있는 인장방향을 예측하여 이에 일치하도록 경사각도를 조절하여야 한다.

[0035] 마지막으로 콘크리트를 타설하는 단계(S4)를 갖는다.

[0036] 이상 설명한 내용을 통해 당업자라면 본 발명의 기술사상을 일탈하지 아니하는 범위에서 다양한 변경 및 수정이 가능함을 알 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 기술적 범위는 명세서의 상세한 설명에 기재된 내용으로 한정되는 것이 아니라 특허 청구의 범위에 의해 정하여져야만 할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0037] 도 1은 종래의 구조물에서 철근의 배근상태를 나타내는 측면도이고,

[0038] 도 2는 본 발명의 헤드가 구비된 FRP 보강재를 나타내는 분해사시도이고,

[0039] 도 3a는 본 발명의 헤드가 구비된 FRP 보강재에 있어 헤드부의 다른 실시 예를 나타내는 분해사시도이고,

[0040] 도 3b는 도 3a에 도시된 헤드가 구비된 FRP 보강재가 구조물에 설치된 상태를 나타내는 측면도이고,

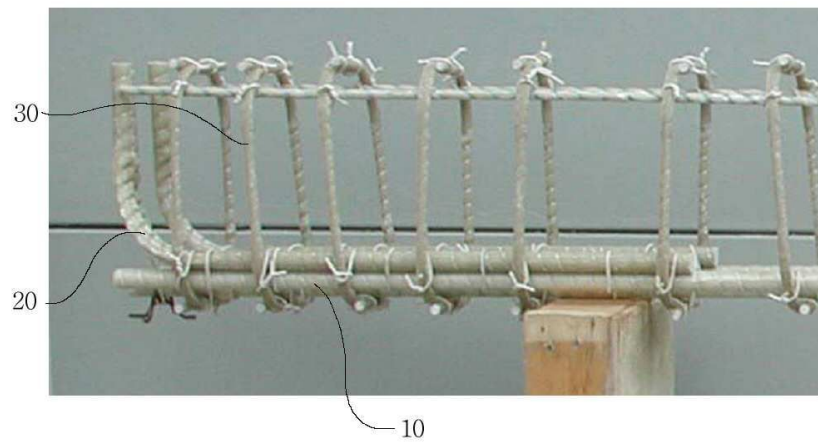
[0041] 도 4는 본 발명의 헤드가 구비된 FRP 보강재에 있어 헤드부의 또 다른 실시 예를 나타내는 사시도이고,

[0042] 도 5는 본 발명의 헤드가 구비된 FRP 보강재가 구조물에 설치된 상태를 나타내는 측면도이고,

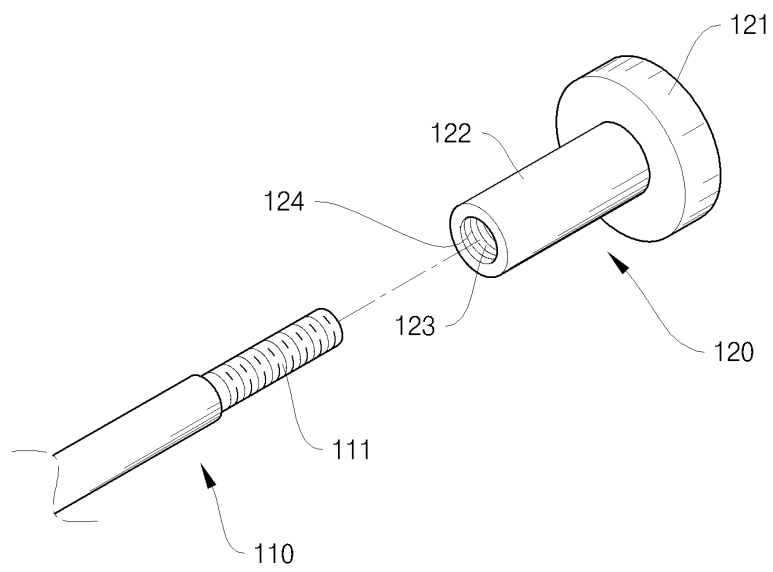
[0043] 도 6은 본 발명의 헤드가 구비된 FRP 보강재를 이용한 구조물의 시공방법을 나타내는 블록도이다.

도면

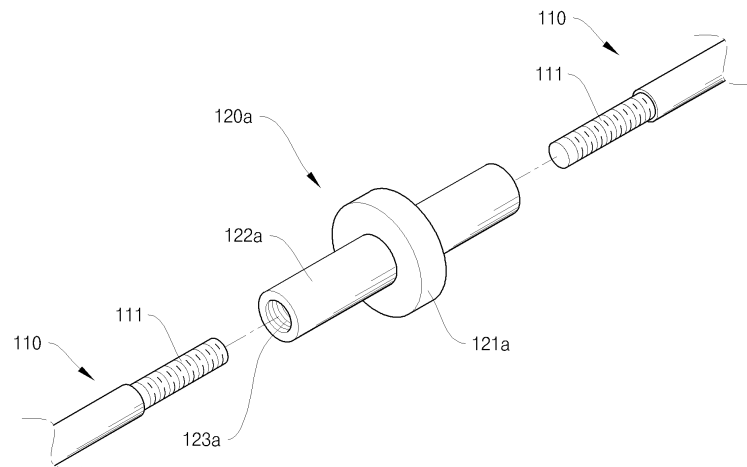
도면1



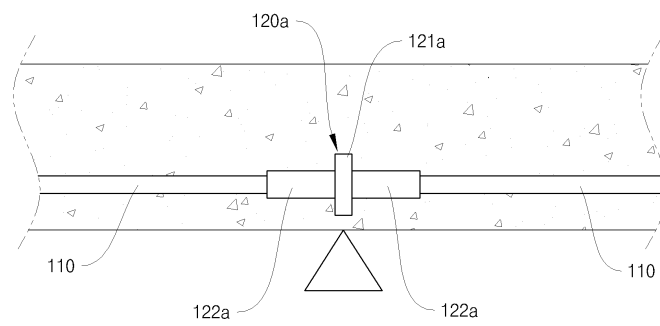
도면2



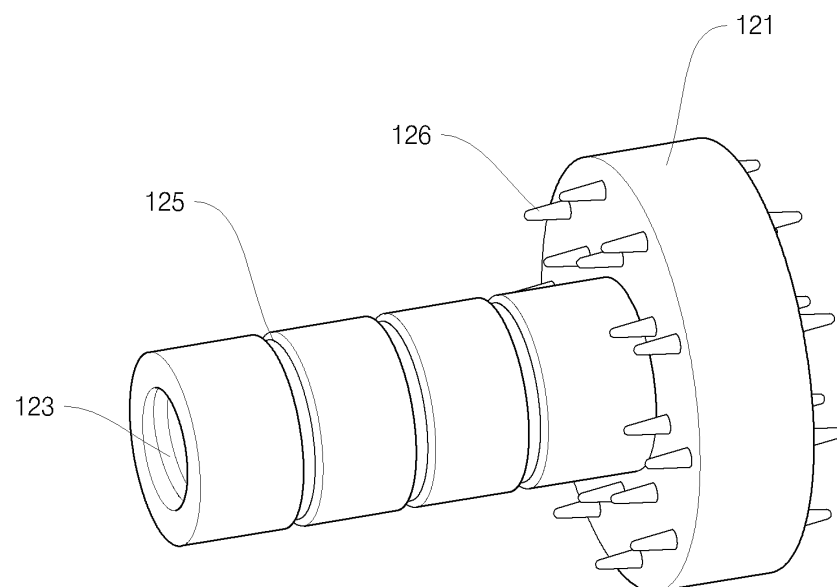
도면3a



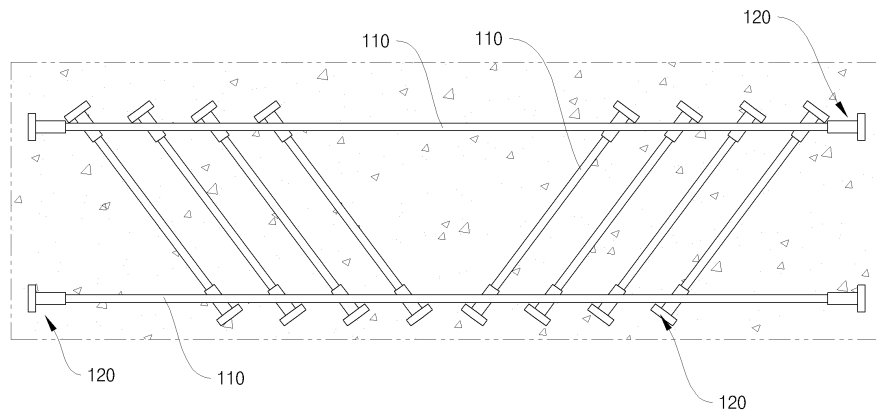
도면3b



도면4



도면5



도면6

