

 (19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2009-0040815 (43) 공개일자 2009년04월27일
(51) Int. Cl. <i>E04B 1/98</i> (2006.01) <i>E04H 9/04</i> (2006.01) (21) 출원번호 10-2007-0106345 (22) 출원일자 2007년10월22일 심사청구일자 2007년10월22일	(71) 출원인 고려대학교 산학협력단 서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내 (72) 발명자 윤영수 서울 성북구 안암동5가 1번지 고려대학교 자연계 캠퍼스 공학관312호 양준모 서울 성북구 안암동5가 1번지 고려대학교 자연계 캠퍼스 공학관338호 민경환 서울 성북구 안암동5가 1번지 고려대학교 자연계 캠퍼스 공학관338호 (74) 대리인 민영준, 최관락, 송인호

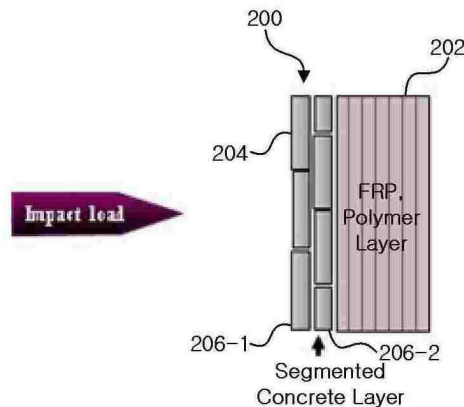
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 충격 저항 및 내폭 성능이 개선된 콘크리트 복합체 구조물 및 이의 시공 방법

(57) 요약

본 발명은 충격 저항 및 내폭 성능이 개선된 콘크리트 복합체 구조물 및 이의 시공 방법을 개시한다. 본 발명에 따르면, 콘크리트 복합체 구조물에 있어서, 분절 복합체(segmented composite)로 구성되는 콘크리트층을 포함하는 콘크리트 복합체 구조물이 제공될 수 있다. 본 발명에 따르면 콘크리트층을 분절 복합체로 구성함으로써 내폭 성능 등을 한층 개선할 수 있는 장점이 있다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

콘크리트 복합체 구조물에 있어서,

분절 복합체(segmented composite)로 구성되는 콘크리트층을 포함하는 콘크리트 복합체 구조물.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 분절 복합체는 복수의 단위 세그먼트가 나란히 배치된 하나 이상의 세그먼트층으로 이루어지는 콘크리트 복합체 구조물.

청구항 3

제2항에 있어서,

각 세그먼트층은 충격 하중(impact load) 방향과 나란한 방향으로 적층되는 콘크리트 복합체 구조물.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 콘크리트층은 초고강도 콘크리트, RPC(Reactive Powder, Concrete), ECC(Engineered Cementitious Composite), CRC(Compact Reinforced Composite) 중 적어도 하나 또는 이들의 조합으로 구성되는 콘크리트 복합체 구조물.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 콘크리트층의 적어도 일면에 결합되는 폴리머층을 더 포함하는 콘크리트 복합체 구조물.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 폴리머층은 분무식 FRP(Fiber Reinforced Polymer)인 콘크리트 복합체 구조물.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 분절 복합체 사이 또는 상기 콘크리트층과 상기 폴리머층의 접착제로 ECC가 적용되는 콘크리트 복합체 구조물.

청구항 8

콘크리트 복합체 구조물 시공 방법으로서,

(a) 분절 복합체(segmented composite)를 제공하는 단계; 및

(b) 상기 분절 복합체를 소정의 접착제를 통해 접착하여 콘크리트층을 형성하는 단계를 포함하는 콘크리트 복합체 구조물 시공 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 (a) 단계는 상기 분절 복합체를 복수의 단위 세그먼트가 나란히 배치된 하나 이상의 세그먼트층으로 구성하고, 각 세그먼트층은 충격 하중(impact load) 방향과 나란한 방향으로 적층하는 단계를 포함하는 콘크리트 복합체 구조물 시공 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 분무식 FRP(Fiber Reinforced Polymer)로 구성되는 폴리머층을 상기 콘크리트층의 적어도 일면에 결합하는 단계를 더 포함하는 콘크리트 복합체 구조물 시공 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

- <1> 본 발명은 충격 저항 및 내폭 성능이 개선된 콘크리트 복합체 구조물 및 이의 시공 방법에 관한 것으로서, 콘크리트의 구조를 변경하고, 다른 물성을 갖는 재료를 이용하여 충격 저항 및 내폭 성능을 향상시킬 수 있는 콘크리트 복합체 구조물 및 이의 시공 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- <2> 과거 건설 구조물은 사용 하중을 견딜만한 성능과 사용성, 부식에 대한 저항성 정도만이 요구되었다.
- <3> 그러나 9.11 사건 이후 이러한 관점을 바뀌어, 폭발에 의한 충격 하중 및 그와 동시에 발생할 수 있는 화재로 인한 열에 견딜 수 있는 구조물의 저항 성능이 기본적인 요구 조건으로 중요시되고 있다.
- <4> 폭발에 의해 발생하는 피해 원인은 크게 두 가지 종류로 나누어 볼 수 있다. 먼저 폭발과 함께 일어나는 화재로 인해 구조물이 고온의 열을 견디지 못하고 붕괴되는 경우이다. 9.11 테러 당시의 World Trade Center가 화재 시 열에 의한 파괴의 대표적인 예로, 많은 인명이 희생되는 참혹한 결과를 낳았다. 폭발에 의해 발생하는 두 번째 피해 원인은 폭발 시 발생하는 충격파에 의한 파괴이다. 특히 구조물 내부가 아닌 외부에서 폭발이 발생했을 때에는 폭발 자체보다는 폭발에 의해서 발생한 충격파에 의해 건물이 붕괴된다. 1995년 오클라오마 폭탄 테러에 의해 무너진 Murrah Building의 경우, 그 건물 파괴의 주된 원인은 폭발 이후 충격파에 의한 외벽 및 기둥 붕괴라고 밝혀졌다.
- <5> 이러한 폭발 및 충격에 대해 가장 적극적으로 대처하고 있고 내폭에 관한 연구가 가장 활발하게 진행되고 있는 미국은 각 대학 단위의 차원에서 벗어나 국가적인 프로젝트로써 구조물의 내폭 성능과 관련된 연구를 추진 중에 있다. 대표적인 예로써는 DoD(Department of Defense) 산하 기관인 AMPTIAC 등의 지원 하에 활발히 이루어지고 있는 Blast and Penetration Resistant Material(BPRM)의 개발 및 연구를 들 수 있다. 육해공군의 공병대에서도 관련 기술의 기준 마련, 내폭 성능의 평가를 위한 실험 기법의 개발 등 현실적인 연구를 이끌어가고 있는데, Department of Army Waterways Experiment Station(WES)에서 수행한 복합 재료 보강 구조물에 대한 Full-scale Explosive Test가 그 예이다. 그 밖에 대학 단위에서도 polymer, glass, metals(steel, titanium, aluminum), FRP, ceramics 등의 재료를 바탕으로, 구조물의 내폭 성능 향상과 관련된 실험적, 해석적 연구를 폭넓게 수행하고 있다.
- <6> 반면에 우리의 구조물들은 폭발의 공격에 대해 전혀 무방비한 상태에 놓여 있다. 국내에서는 아직 구조물의 내폭에 관한 성능에 이목이 집중되지 못하고 있으며, ‘내화’를 목적으로 진행된 소수의 연구들을 제외하면 거의 관련 연구가 전무한 실정이다. 따라서 폭발과 같은 순간적인 충격 하중에 강한 신소재의 개발은 물론이거니와 관련 기술의 구체화 및 체계화 역시 이루어지지 못하고 있다. 이에, 내폭 성능의 향상, 특히 국내에서 현재 연구가 결여되어 있는 충격 하중에 대한 저항성과 관련된 기초적이면서도 현실적인 접근이 필요하다. 구체적으로 어떠한 재료들이 에너지 흡수 및 소산 능력이 뛰어난지에 관한 기본적인 검토에서부터, 이것들을 어떻게 실 구조물에 적용시킬 것인지에 대한 부분까지의 장기적이면서도 체계적인 연구가 뒷받침되어야 한다. 이러한 연구를 바탕으로 기술의 상용화를 이끌어내어야 하며, 향후 관련 연구가 지속적으로 이루어질 수 있는 기반을 마련해야 한다.
- <7> 한편, 최근 건설 구조물은 건설기술의 비약적인 발전에 따라 대형화, 고층화, 장대화되고 있으며 구조물의 기능도 다양화, 복잡화되고 있어 폭발 및 화재요인이 날로 증가하고 있다. 이와 더불어, 각종 설비의 증가와 유기계의 내장재 사용으로 인하여 표 1에 나타난 바와 같이 폭발 및 화재에 따른 피해 규모 역시 대형화되는 추세에 있다.

표 1

구분		96년	97년	98년	99년	00년	01년	02년	03년	04년	05년
화재 사고	발생건수	28,665	29,472	32,664	33,856	34,834	36,169	32,960	31,372	32,737	32,340
	인명피해(명)	2,233	2,195	2,304	2,370	2,384	2,376	2,235	2,833	2,304	2,342
	재산피해(백만원)	113,148	121,712	159,721	166,426	151,972	169,750	143,447	151,590	146,634	171,374
폭발 사고	발생건수	576	235	165	142	113	82	86	100	69	67
	인명피해(명)	230	320	401	249	376	212	166	211	131	104
	재산피해(백만원)	1,186	2,543	10,583	42,333	5,814	116	1,722	647	653	32,039

<8>

<9>

국내 화재 및 폭발사고로 인한 인명 및 재산피해 추이<재난연감 2005>

<10>

또한 최근 들어 도 1에 도시된 바와 같이, 세계적인 테러 발생 건수도 급증하고 있다. 이러한 현 상황에서 내폭 기술은 열과 충격 하중에 의한 구조물의 붕괴를 줄이고 붕괴 시점을 보다 늦출 수 있어, 이로 인해 발생하는 인명 피해 및 경제적 손실을 최소화시킬 수 있다.

<11>

실정이 이렇함에도 불구하고 아직 내폭 성능 등을 개선할 수 있는 콘크리트 복합체 구조물에 대한 연구가 활발하게 진행되지 않은 문제점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<12>

상기한 바와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위해, 내폭 성능이 개선된 콘크리트 복합체 구조물 및 이의 시공 방법을 제안하고자 한다.

<13>

본 발명의 다른 목적은 기존 구조물 및 신설 구조물에 모두 시공이 가능한 콘크리트 복합체 구조물 및 이의 시공 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

<14>

상기한 목적을 달성하기 위해 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따르면, 콘크리트 복합체 구조물에 있어서, 분절 복합체(segmented composite)로 구성되는 콘크리트층을 포함하는 콘크리트 복합체 구조물이 제공된다.

<15>

본 발명의 다른 측면에 따르면, 콘크리트 복합체 구조물 시공 방법으로서, (a) 분절 복합체(segmented composite)를 제공하는 단계; 및 (b) 상기 분절 복합체를 소정의 접착제를 통해 접착하여 콘크리트층을 형성하는 단계를 포함하는 콘크리트 복합체 구조물 시공 방법이 제공된다.

효 과

<16>

본 발명에 따르면, 콘크리트층을 분절 복합체로 구성함으로써 구조물의 내폭 성능을 개선할 수 있는 장점이 있다.

<17>

또한, 본 발명에 따르면 콘크리트층에 분무식 FRP를 적용하여 구조물의 성능을 한층 개선할 수 있는 장점이 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<18>

본 발명은 다양한 변형을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변형, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.

<19>

어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

- <20> 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- <21> 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- <22> 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면들을 참조하여 상세히 설명하기로 한다. 본 발명을 설명함에 있어 전체적인 이해를 용이하게 하기 위하여 도면 번호에 상관없이 동일한 수단에 대해서는 동일한 참조 번호를 사용하기로 한다.
- <23> 도 2는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 콘크리트 복합체 구조물을 도시한 도면이다.
- <24> 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 콘크리트 복합체 구조물은 분절 복합체(Segmented Composite)로 이루어진 콘크리트층(200) 및 상기한 콘크리트층(200)에 결합되는 폴리머층(202)을 포함할 수 있다.
- <25> 본 발명에 따르면, 콘크리트층(200)은 복수의 단위 세그먼트(204)가 나란히 배치된 하나 이상의 세그먼트층(206-1 내지 206-2)을 가지며, 각 세그먼트층(206)은 충격 하중(impact load) 방향과 나란한 방향으로 적층될 수 있다.
- <26> 만일, 도 2와 달리 좌에서 우방향이 아닌 상측에서 하측 방향으로 하중이 가해지는 경우, 콘크리트층(200)은 하나 이상의 세그먼트층(206)은 세로 방향으로 적층될 수 있다.
- <27> 상기와 같이 콘크리트층(200)을 분절 복합체로 구성하는 경우, 층 구조에 수직하게 힘을 가하게 되면 내폭 성능이 개선될 수 있다.
- <28> 한편, 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 콘크리트 복합체 구조물을 도시한 도면으로서, 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 콘크리트 복합체 구조물은 중앙측에 분절 복합체로 이루어진 콘크리트층(200)이 제공되며, 상기한 콘크리트층(200)의 양측에 폴리머층(202)이 제공된다.
- <29> 이와 같은 분절 복합체로 구성된 콘크리트층(200)은 생체모방학적 관점에서 제공된다.
- <30> 도 4는 전복 껍질의 구조이고, 도 5 내지 도 6은 전복 껍질의 진주층을 확대한 도면이다.
- <31> 도 4 내지 도 6은 아라고나이트 브릭(aragonite bricks, 400)의 얇은 요소가 유기적 모르타르(organic mortar, 402)의 생체적인 접착제에 의해 겹겹이 쌓여 층 구조를 이루는 패각을 도시한 것이다.
- <32> 이와 같은 층 구조에 수직으로 힘을 가할 경우, 정적 하중(1-500 MPa/s) 재하 시 약 700(15-25× 10³ GPa/s) 재하 시 약 1000 MPa의 놀라운 강도를 갖는 것이 실험을 통해 입증되었다.
- <33> 본 발명에 따르면 이러한 생체모방학적(Biomimetics) 관점에서 도 2 내지 도 3에 도시된 바와 같이 분절 복합체로 구성되는 콘크리트층(200)이 제공된다.
- <34> 한편, 본 발명에 따르면 콘크리트층(200)은 초고강도 콘크리트, 반응성 분말 콘크리트(Reactive Powder Concrete, 이하 "RPC"), 고인성 시멘트 복합체(Engineered Cementitious Composite, 이하, "ECC"), CRC(Compact Reinforced Composite) 등의 초고성능 콘크리트(Ultra High Performance Concrete, UHPC)로 대체한 콘크리트로 제공될 수 있다.
- <35> 여기서, 초고성능 콘크리트는 강도뿐만 아니라 연성 및 인장 강도 등이 우수한 콘크리트일 수 있다.
- <36> 본 발명은 콘크리트층(200)을 초고성능 콘크리트로 제공하는 것과 더불어 내폭 성능 등을 개선하기 위해 분절 복합체로 구성된 콘크리트층(200) 사이 또는 콘크리트층(200)과 폴리머층(202)과의 결합층 사이에 폴리머(polymer), ECC, 고성능 모르타르와 같은 접착제가 적용된다.
- <37> 특히, 본 발명에 따르면 상기한 접착제로써 균열제어, 내구성, 내피로 성능이 우수한 고인성 시멘트복합체인

ECC가 제공되는 것이 바람직하다.

- <38> 도 7 내지 도 8을 터널 또는 방호 구조물을 도시한 것으로서, 도 7에 도시된 바와 같이, ECC는 분절 복합체로 구성되는 콘크리트층(200), 즉 콘크리트 구조물의 기본 모체로서 이용될 수도 있으며, 도 8에 도시된 바와 같이, 분절 복합체로 구성되는 콘크리트층(200)의 접착체로서도 이용이 가능하다.
- <39> 한편, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따르면, 콘크리트 구조물의 내폭 성능을 개선하기 위해 분절 복합체로 구성되는 콘크리트층(200)에 폴리머층(202)이 결합된다.
- <40> 일반적으로, 폭발 시 발생하는 충격을 견디고 최소화할 목적으로 콘크리트 구조물에 적용시킬 수 있는 것으로서 광물질(Geo-Materials: soil, rock, concrete), 폴리머 또는 FRP(Fiber Reinforced Polymer), Metals(steel, titanium, aluminum) 등이 알려져 있다.
- <41> 이중 특히 FRP가 내폭 성능을 크게 개선할 수 있다는 점을 확인하였다.
- <42> 콘크리트나 철이 부식에 상당히 취약한 성질을 가진 것에 비해 FRP는 내구성이 뛰어난 것은 물론 경량으로 인해 시공의 편의성을 높이며 나아가 인장강도가 높고 변형률이 작기 때문에 내폭 성능 등을 개선하기 위한 용도로 적절하게 사용될 수 있다.
- <43> 본 발명에 따르면 분절 복합체로 구성된 콘크리트층(200)에 상기한 특징을 갖는 FRP를 주요 성분으로 하는 폴리머층(202)을 적용함으로써 콘크리트 구조물의 내폭 성능을 한층 개선할 수 있다.
- <44> 일반적으로 FRP는 시트 형태로 제공되었으나 시트식 FRP는 낮은 인성(toughness)으로 인해 취성(brittleness)적인 파괴를 보인다. 이에, 본 발명은 폴리머층(202)에 분무식 FRP(sprayed FRP)를 적용한다. 본 발명에 따른 분무식 FRP는 분절 복합체로 구성되는 콘크리트층(200)에 결합되는 경우 FRP 시트와는 달리 완전 등방성이기 때문에 연성 거동을 보이고 충격을 완화할 수 있는 우수한 에너지 흡수율을 보이게 되므로 콘크리트 구조물의 내폭 성능 등을 한층 개선할 수 있게 된다.
- <45> 또한, 분무식 FRP를 적용하는 경우에는 기존 구조물뿐만 아니라 신설 구조물에도 모두 시공이 가능하기 때문에 시공의 편의성을 높일 수 있게 된다.
- <46> 상기한 본 발명의 바람직한 실시예는 예시의 목적을 위해 개시된 것이고, 본 발명에 대해 통상의 지식을 가진 당업자라면 본 발명의 사상과 범위 안에서 다양한 수정, 변경, 부가가 가능할 것이며, 이러한 수정, 변경 및 부가는 하기의 특허청구범위에 속하는 것으로 보아야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

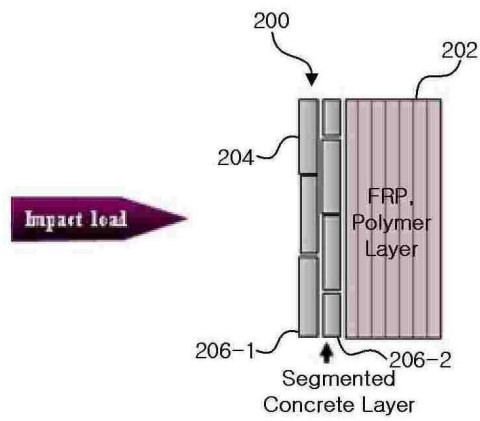
- <47> 도 1은 세계적인 테러 발생 건수를 도시한 도면.
- <48> 도 2는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 콘크리트 복합체 구조물을 도시한 도면.
- <49> 도 3은 본 발명의 바람직한 다른 실시예에 따른 콘크리트 복합체 구조물을 도시한 도면.
- <50> 도 4는 전복 꺾질의 구조.
- <51> 도 5 내지 도 6은 도 4의 전복 꺾질의 진주층을 확대한 도면.
- <52> 도 7은 본 발명에 따른 콘크리트 복합체 구조물을 갖는 터널 또는 방호 구조물의 일예를 도시한 도면.
- <53> 도 8은 본 발명에 따른 콘크리트 복합체 구조물을 갖는 터널 또는 방호 구조물의 다른 예를 도시한 도면.

도면

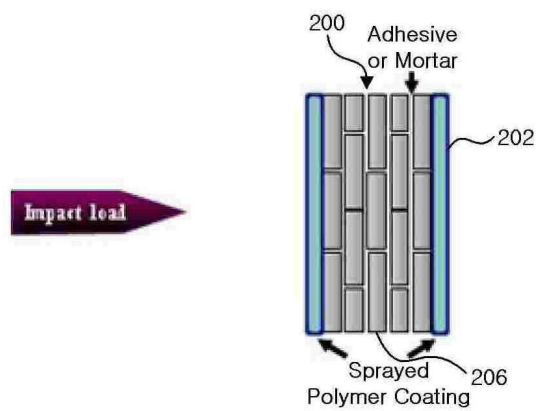
도면1



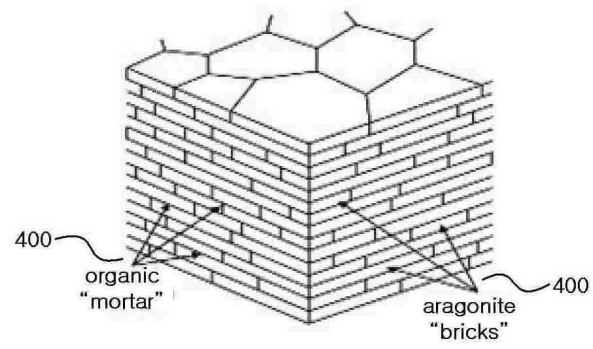
도면2



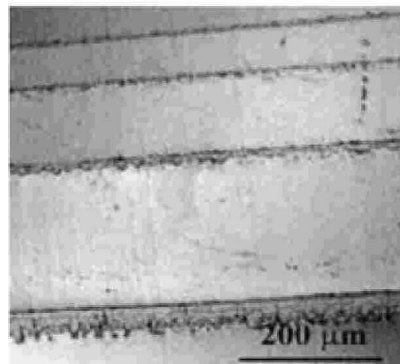
도면3



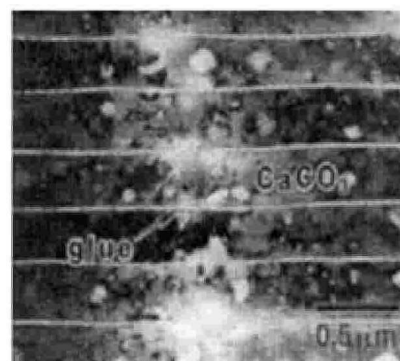
도면4



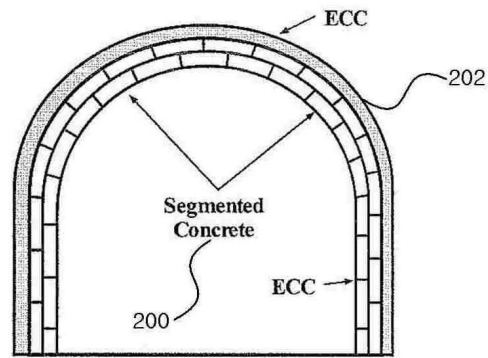
도면5



도면6



도면7



도면8

