



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년08월21일
 (11) 등록번호 10-2012655
 (24) 등록일자 2019년08월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 C04B 28/00 (2006.01) C04B 111/28 (2006.01)
 C04B 111/72 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
 C04B 28/006 (2013.01)
 C04B 2111/28 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2018-0146430
 (22) 출원일자 2018년11월23일
 심사청구일자 2018년11월23일
 (65) 공개번호 10-2019-0060709
 (43) 공개일자 2019년06월03일
 (30) 우선권주장
 1020170157807 2017년11월24일 대한민국(KR)
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020120012615 A*
 (뒷면에 계속)

(73) 특허권자
 한국교통대학교산학협력단
 충청북도 충주시 대소원면 대학로 50
 (72) 발명자
 이권철
 충청북도 충주시 목행산단4로 13, 110동 104호(목
 행동, 한라비발디아파트)
 서수연
 충청북도 충주시 연수동산로 12, 107동 1703호 (연
 수동, 연수리슈빌아파트)
 조현서
 서울특별시 양천구 신정로 260, 404동 509호 (신
 정동, 신트리4단지아파트)
 (74) 대리인
 특허법인 남앤남

전체 청구항 수 : 총 1 항

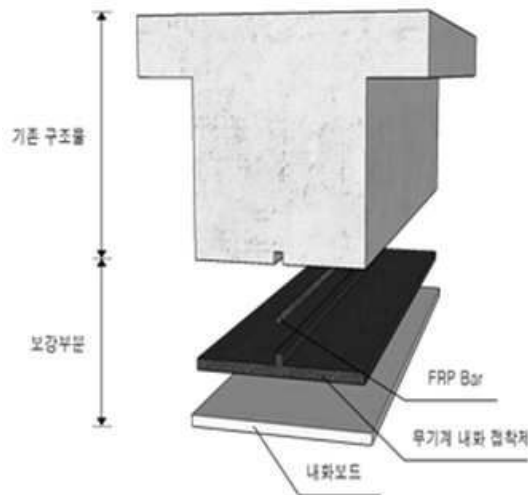
심사관 : 홍상표

(54) 발명의 명칭 **콘크리트 구조물 보강용 내화 모르타르 조성물**

(57) 요약

본 발명의 다양한 실시예에 따른 콘크리트 구조물 보강용 내화 모르타르 조성물은, 알루미늄 실리케이트계 무기 바인더; 경화촉진제; EVA(ethylene-vinyl acetate copolymer) 분말 수지; 다공성 세라믹 경량 필러; 및 골재를 포함한다. 본 발명은 고온환경에서도 내열성능 및 부착성능 개선을 기대할 수 있는 콘크리트 구조물 보강용 내화 모르타르 조성물을 제공하고자 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
C04B 2111/72 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌
KR101141347 B1*
KR100792015 B1*
KR101641536 B1
KR1020050116116 A
KR1020140010018 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	17CTAP-C130221-01
부처명	국토교통부
연구관리전문기관	한국국토교통과학기술진흥원
연구사업명	국토교통기술촉진연구사업
연구과제명	고내화성 내진보강용 NSM-FRP 매립형 및 TRM-FRP 패널형 복합공법의 개발과 실용화
기여율	1/1
주관기관	한국교통대학교
연구기간	2017.04.01 ~ 2019.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

플라이애쉬, 고로슬래스 미분말 및 실라킴이 8:1.5:0.5의 질량비로 혼합된 알루미늄 실리케이트계 무기 바인더;

규산나트륨, 규산칼륨 및 수산화나트륨이 5:3:2의 질량비로 혼합된 경화촉진제;

상기 무기 바인더 대비 10 % 내지 19 %의 질량비로 혼합되는 EVA(ethylene-vinyl acetate copolymer) 분말 수지;

400 μm 내지 500 μm 의 입도를 가지는 제1 다공성 세라믹 경량 필러; 및

130 μm 내지 230 μm 의 입도를 가지는 제2 다공성 세라믹 경량 필러를 포함하는 다공성 세라믹 경량 필러; 및 골재를 포함하고,

상기 제1 다공성 세라믹 경량 필러는 상기 제2 다공성 경량 필러 대비 2 내지 2.5 질량비로 더 포함되는 콘크리트 구조물 보강용 내화 모르타르 조성물.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 다양한 실시예에는 콘크리트 구조물 보강용 내화 모르타르 조성물에 관한 것이다. 자세하게는, 알루미늄 실리케이트계 무기 바인더를 포함하여 내화성능 및 부착강도가 향상된 콘크리트 구조물 보강용 내화 모르타르 조성물에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현대사회의 건설산업에서는 대부분의 대규모 건축물의 시공에 있어 철근콘크리트구조(이하 RC구조)를 채택하고 있다. 또한 규모가 아니더라도 내구성이 중요시 되는 건물들의 경우 RC구조가 채택되고 있다. 그러나, RC구조의 경우 설계적 결함, 시공 후 관리에 대한 문제 등 인위적인 원인과 지진 등과 같은 자연재해로 인해 설계기준 이하로 성능이 저하할 수 있으며, 성능이 저하된 경우는 상황에 따라 보수보강이 이루어진다. RC 구조물의 보수보강에 있어 일반적으로 강관보강공법, 섬유강화폴리머(Fiber reinforced Polymer, 이하 FRP) 보강공법 등이 광범위하게 이용되고 있으며, 이중 FRP 보강공법은 강관보강에 비해 경량이고 고강도 발현, 저부식성의 장점으로 실무현장에서 가장 널리 쓰이고 있는 보강공법이다.

[0003] 그러나 FRP보강공법은 섬유부착 시 에폭시 수지 등 유기계 접착제가 사용되고 있으며, 이러한 유기계 접착제는 임계온도가 매우 낮아 고온에 노출될 경우 부착성능이 현저히 감소하고, 궁극적으로는 보강부재의 탈락으로 이어질 수 있다.

[0004] 이러한 문제점에 대응하기 위하여 규산화알루미늄칼륨계 무기계 폴리머 접착제를 적용하여 고온조건에서 구조성능 감소를 실시한 연구결과가 있으며, 일부업체에서는 고온에 대응할 수 있는 하이브리드계 접착제를 출시하고 있으나, 구체적인 연구결과는 미흡한 실정이다 보니, 일정 수준이상의 온도에서도 부착파괴가 발생하지 않는 열에 강한 무기계 내화 접착제 개발의 필요성이 제기되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 다양한 실시예에서는, 고온환경에서도 내열성능 및 부착성능 개선을 기대할 수 있는 콘크리트 구조물 보강용 내화 모르타르 조성물을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 다양한 실시예에 따른 콘크리트 구조물 보강용 내화 모르타르 조성물은, 알루미늄 실리케이트계 무기 바인더; 경화촉진제; EVA(ethylene-vinyl acetate copolymer) 분말 수지; 다공성 세라믹 경량 필러; 및 골재를 포함한다.

발명의 효과

[0007] 본 발명의 다양한 실시예에 따른 콘크리트 구조물 보강용 내화 모르타르 조성물은 고온에 노출되었을 때 FRP 보강재에 전달되는 열을 감소시켜주며 일정수준 이상의 부착성능을 가진다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 FRP 표면매립공법을 설명하기 위한 모식도이다.
 도 2는 EVA 분말수지 혼입을 변화에 따른 플로 변화를 나타낸 것이다.
 도 3a 내지 도 3e는 가열온도 조건 변화에 따른 부착강도를 EVA 수지 혼입을 변화 및 다공성 세라믹 경량 필러의 혼입을 변화에 따라 나타낸 것이다.
 도 4는 가열 전후 실시예에 따른 시험체의 파괴형상의 사진들이다.
 도 5 및 도 6은 각각 가열 전과 600 °C로 가열 후 실시예에 따른 시험체 내부의 모습을 SEM으로 촬영한 것이다.
 도 7은 가열온도곡선과 실시예에 따른 조성물의 도포 두께별 시간경과에 따른 가열온도를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0009] 이하, 본 문서의 다양한 실시예들이 기재된다. 실시예 및 이에 사용된 용어들은 본 문서에 기재된 기술을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 해당 실시예의 다양한 변경, 균등물, 및/또는 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0011] 이하, 본 발명을 상세하게 설명하면 다음과 같다.
- [0012] 본 발명의 다양한 실시예에 따른 콘크리트 구조물 보강용 내화 모르타르 조성물은, FRP 표면매립공법에 적용 가능한 내화 접착제로 사용될 수 있다.
- [0013] FRP보강공법은 시공방법에 따라 표면에 FRP 플레이트를 부착하는 표면부착공법과 구조부의 인장부에 홈을 내어 FRP Bar를 삽입한 뒤 접착제를 충전하여 시공하는 표면매립공법으로 구분된다.
- [0014] 이중 FRP 표면매립공법은 도 1에 도시한 바와 같이 매립 표면을 내화접착제 및 내화보드로 마감하여 내화성을 보강한 보수공법이다. 그러나, 이와 같은 공법도 보수단면과 내화보드를 연결하는 접착제의 내화성능이 확보되지 못할 경우 내화보드가 탈락되는 문제 등이 발생할 수 있다.
- [0015] 본 발명에서는, 도 1과 같이 FRP 표면매립공법에 적용 가능한 무기계 내화 접착제 조성물로서, 알루미늄 실리케이트계 무기 바인더; 경화촉진제; EVA(ethylene-vinyl acetate copolymer) 분말 수지; 다공성 세라믹 경량 필러; 및 골재를 포함할 수 있다.
- [0016] 알루미늄 실리케이트계 무기 바인더는, 플라이애시, 고로슬래그 미분말 등의 무기분체와 알칼리 수용액의 중합 반응에 의해 경화되는 재료이다. 즉, 무기분체는 SiO₂ 및 Al₂O₃가 주성분이며, 알칼리 수용액을 첨가하게 되면 1차적으로 알칼리 이온에 의해 SiO₂가 활성화되어 물과 수화반응을 통한 수산화물을 형성한다. 이후 첨가된 알칼리 리온들은 -O-Si-O-Al-O-결합 내에서 Al의 정전기적 불완전한 상태에 알칼리 이온이 도입되면서 안정한 상태가 되고, 이후 수산기(-OH-)들의 축중합 반응에 의해 안정한 구조를 형성하게 된다. 이러한 반응에 의해 형성된 무기 폴리머는 시멘트 수화물 등에 비해 내화성이 월등히 향상될 수 있다.
- [0017] 한편, 본 발명에서 알루미늄 실리케이트계 무기 바인더는, SiO₂ 및 Al₂O₃, CaO, MgO 및 Fe₂O₃로 구성되며, SiO₂ 및 Al₂O₃가 70 % 이상일 수 있다.
- [0018] 알루미늄 실리케이트계 무기 바인더는, 화학적 구성 성분이 서로 다른 적어도 두 종류 이상의 무기 바인더를 포함할 수 있다. 예를 들면, 알루미늄 실리케이트계 무기 바인더는, SiO₂ 가 45 % 이상 및 Al₂O₃가 30 % 이상 포함되는 제1 무기 바인더; SiO₂ 가 30 % 이상 및 Al₂O₃가 10 % 이상 포함되는 제2 무기 바인더; 및 SiO₂ 가 90 % 이상 및 Al₂O₃가 0.5 % 이상 포함되는 제3 무기 바인더를 포함할 수 있다. 이때, 제1 무기 바인더 ; 제2 무기 바인더 ; 제3 무기 바인더는 80:15:5로 포함될 수 있다.
- [0019] 이러한 알루미늄 실리케이트계 무기 바인더는, 플라이애시, 고로슬래그 미분말 및 실리카폼의 비율을 8 : 1.5: 0.5 로 하여 제조될 수 있다.
- [0020] 경화촉진제는, Na₂SiO₃, K₂SiO₃ 및 NaOH를 포함할 수 있다. 이때, 경화촉진제는, Na₂SiO₃를 45 % 내지 55 % 포함하고, K₂SiO₃ 를 25 % 내지 32 % 포함하고, NaOH를 15 % 내지 22 % 포함할 수 있다. 바람직하게는, Na₂SiO₃를 50 % 포함하고, K₂SiO₃ 를 30 % 포함하고, NaOH를 20 % 포함할 수 있다.
- [0021] EVA 분말 수지는, 본 발명의 조성물에서 초기 부착강도를 보완할 수 있다. EVA 분말 수지는 물과 반응하여 시멘트 입자 및 수화물 조직 층에 필름Gel을 형성시킴으로써, 방수성능, 부착강도 성능 등을 향상시킬 수 있다. 이러한 EVA 분말 수지는, 무기 바인더 대비 질량비로 8 % 내지 20 % 포함될 수 있다.
- [0022] 다공성 세라믹 경량 필러는, 본 발명의 조성물에서 내화성능을 향상하는 역할을 할 수 있다. 다공성 세라믹 경량 필러는, 석탄화력발전소에서 미분탄 연소후 발생하는 세노스피어(Cenosphere)일 수 있다. 세노스피어는 플라이애시와 화학성분이 비슷하며, 내부가 비어있는 중공체(Hollow sphere) 형상을 띤다. 즉, 다공성 세라믹 경량 필러는, 알루미늄 실리케이트계 중공 비드일 수 있다. 본 발명에서 다공성 세라믹 경량 필러의 밀도는 0.6 g/cm³ 내지 0.7 g/cm³일 수 있다.

- [0023] 다공성 세라믹 경량 필러는, SiO₂ 가 45 % 내지 65 %, Al₂O₃가 25 % 내지 45 % 및 Fe₂O₃가 3 % 내지 7 %로 구성될 수 있다. 이러한 다공성 세라믹 경량 필러는 경화제로써의 역할을 할 수 있다.
- [0024] 다공성 세라믹 경량 필러는, 골재 대비 질량비로 0.8 % 내지 1.2 % 포함될 수 있다.
- [0025] 한편, 다공성 세라믹 경량 필러는, 서로 다른 입도 크기를 갖는 다공성 세라믹 경량 필러를 포함할 수 있다. 예를 들면, 400 μm 내지 500 μm의 입도를 가지는 제1 다공성 세라믹 경량 필러; 및 130 μm 내지 230 μm의 입도를 가지는 제2 다공성 세라믹 경량 필러를 포함할 수 있다.
- [0026] 이때, 제1 다공성 세라믹 경량 필러는 제2 다공성 세라믹 경량 필러 대비 2 내지 2.5 질량비로 더 포함될 수 있다.
- [0028] 골재는 규사, 칼라샌드, 탄산칼슘, 돌로마이트 및 유리분말 중 적어도 어느 하나일 수 있다. 골재는 서로 다른 입도 크기를 갖는 두 종류 이상의 골재를 포함할 수 있다. 이러한 골재는 무기바인더 대비 0.8 내지 1.2 포함될 수 있다.
- [0030] 이하 본 발명을 하기 실시예에 의해 보다 구체적으로 설명하고자 한다. 단, 하기 실시예는 본 발명을 예시하기 위한 것일 뿐 본 발명이 이에 의해 한정되는 것은 아니다.

[0031]

[0032] **실시예**

[0033] 본 발명의 다양한 실시예에서는, 하기 표 1의 배합비로 배합한 콘크리트 구조물 보강용 내화 모르타르 조성물을 준비하였다. 즉, 무기 바인더는 알루미늄 실리케이트계를 기반으로 하였고, EVA 분말수지의 혼입율은 무기바인더 대비 질량비로 0, 10, 13, 16, 및 19 % 의 5개 변수로 혼입하였으며, 다공성 세라믹 경량 필러는 골재에 대하여 질량비로 0, 0.8, 1.0, 1.2 % 로 치환하여 혼입하였다.

[0034]

표 1

단위(kg/m³)

[0035]

실시예	알루미늄 실리케이트계 무기 바인더	경화촉진제	물	EVA 분말 수지	제1 다공성 세라믹 경량 필러	제2 다공성 세라믹 경량 필러	골재			
1	721.9	454.8	50.5	0	0	0	718.6			
2					1.0	0.5	716.1			
3					1.3	0.6	714.7			
4					1.6	0.7	713.3			
5				16.7 (10 %)				0	0	718.6
6								1.0	0.5	716.1
7								1.3	0.6	714.7
8								1.6	0.7	713.3
9				21.8 (13 %)				0	0	718.6
10								1.0	0.5	716.1
11								1.3	0.6	714.7
12								1.6	0.7	713.3
13				26.8 (16 %)				0	0	718.6
14								1.0	0.5	716.1
15								1.3	0.6	714.7
16								1.6	0.7	713.3
17				31.9 (19 %)				0	0	718.6
18								1.0	0.5	716.1
19								1.3	0.6	714.7
20								1.6	0.7	713.3

[0036] 상기 알루미늄 실리케이트계 무기 바인더는 하기 표 2에 따른 화학적 구성 성분을 가지는 무기 바인더 세 종류를 사용하였다. 이때, 무기 바인더는, 제1 무기 바인더 ; 제2 무기 바인더 ; 제3 무기 바인더를 80:15:5의 질량 비로 포함하였다.

표 2

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃
제1 무기 바인더	49.9	34.5	7.43	2.8	6.2
제2 무기 바인더	33.0	13.4	41.5	4.9	0.3
제3 무기 바인더	93.3	1.	0.4	1.0	1.1

[0040] 상기 표 1에서 경화촉진제는 하기 표 3과 같은 화학적 구성 성분을 가지는 Na₂SiO₃, K₂SiO₃ 및 NaOH를 포함하였다. 이때, 질량비로 Na₂SiO₃를 50 % 포함하고, K₂SiO₃ 를 30 % 포함하고, NaOH를 20 % 포함한 경화촉진제를 사용하였다.

표 3

	Na ₂ O	K ₂ O	SiO ₃	H ₂ O
Na ₂ SiO ₃	9.2	-	29.5	-
K ₂ SiO ₃	-	13.3	28.0	-
NaOH	43.5	-	-	-

[0042] 상기 표 1에서, 제1 다공성 세라믹 경량 필러 및 제2 다공성 세라믹 경량 필러는 하기 표 4와 같은 화학적/물리적 특성을 갖는다.

표 4

	물리적 특성		화학적 특성(%)		
	Density (g/cm ³)	Granularity (μm)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
제1 다공성 세라믹 경량 필러	0.65	450	45~65	25~45	5
제2 다공성 세라믹 경량 필러		180			

[0044] 상기 표 1에서, EVA 분말 수지는 하기 표 5와 같은 물리적 특성을 갖는 수지를 사용하였다.

표 5

	Density (g/cm ³)	Solids (%)	Granularity (μm)	Ash (%)
EVA	0.5	≥98	400	≤9

[0046] 또한, 상기 표 1에서 골재는, #6의 입도를 가지는 제1 골재를 70% 사용하고, #7의 입도를 가지는 제2 골재를 30%로 사용하였다.

[0048] 접착성능을 비교하기 위하여, 상기 실시예에 따른 조성물과 유기계 접착제로서 일반 시중에서 많이 판매되고 있는 K 사의 하이브리드계 접착제 1 개를 비교 대상으로 하였다. 비교 대상군인 Hybrid Epoxy의 화학적 구성 성분은 하기 표 6과 같다.

표 6

	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Others
Hybrid Epoxy	52.2	44.0	0.2	tr

[0049]

[0051] 가열조건은 100, 200, 300, 400, 500, 600 °C 총 6조건으로 설정하였으며, 가열승온속도는 10°C/min로 설정하였으며, 유지시간 30min으로 설정하였다. 측정사항으로는 테이블 플로, 부착강도, 주사전자현미경 (SEM) 및 이면 온도를 가열전후에서 측정하였다. 그 측정 방법과 결과는 다음과 같다.

[0053] **실험예 1-테이블 플로**

[0054] EVA 분말수지 혼입율 변화에 따른 플로 변화를 측정하기 위해, 실시예 1, 5, 9, 13 및 17에 대해 굳지 않은 상태의 플로시험은 KS F 5105에 의거하여 진행하였으며, 플로 측정은 무타격 조건에서 측정하였다.

[0055] 도 2는 EVA 분말수지 혼입율 변화에 따른 플로 변화를 나타낸 것이다. 가로축의 polymer input rate(%)에서 0은 실시예 1, 10은 실시예 5, 13은 실시예 9, 16은 실시예 13, 19는 실시예 17에 해당한다. 테이블 플로 시험 기준으로 알루미늄 실리케이트 무기 바인더의 플로는 210 mm을 나타내었다. 한편 EVA 분말수지의 혼입율이 증가할수록 점성 증가로 인하여 플로는 감소하는 것으로 나타났는데 EVA 수지 19 % 혼입 시 플로는 약 175 mm로 나타나 수지 혼입율 대비 감소는 크지 않은 것으로 나타났다.

[0057] **실험예 2-부착강도 특성**

[0058] 부착강도 측정용 시험체의 양생조건은 시험체 제작후 20±3 °C 시험체 제작 후 20±3 °C의 기중에서 14일간 양생을 실시하였다. 고온노출을 위한 가열방법은 전기 가열로를 사용하였고, 가열 승온속도는 10°C/min로 설정 후 각각 100, 200, 300, 400, 500 및 600 °C까지 가열을 실시하였으며, 목표온도 도달 후 30분의 유지시간을 두는 것으로 하였다. 부착강도시험은 KS F 4042의 기준의 부착강도 시험방법에 따라 실시하였으며, 시험체 제작 시 모르타르 밀판에 내화 모르타르를 40×40 mm 으로 설치 후 시험 1 일 전에 내화모르타르 상부에 절체 지그를 부착하여 측정하였다.

[0059] 도 3a 내지 도 3e는 가열온도 조건 변화에 따른 부착강도를 EVA 수지 혼입율 변화 및 다공성 세라믹 경량 필러의 혼입율 변화에 따라 나타낸 것이다. 즉, 도 3a는 비교예(Hybrid Epoxy), 실시예 1 내지 4의 부착강도 그래프이고, 도 3b는 비교예, 실시예 5 내지 8의 부착강도 그래프이고, 도 3c는 비교예, 실시예 9 내지 12의 부착강도 그래프이고, 도 3d는 비교예, 실시예 12 내지 16의 부착강도 그래프이고, 도 3e는 비교예, 실시예 17 내지 20의 부착강도 그래프이다.

[0060] 도 3a를 참고하면, EVA수지가 혼입되지 않은 실시예 1 내지 4의 가열전 부착강도는 약 1.5 MPa 정도로 나타났으며, 다공성 세라믹 경량 필러의 치환여부에 따라서도 큰 차이는 나타나지 않았다. 이에 비해 하이브리드계 무기 접착제인 비교예(Hybrid Epoxy)의 경우 약 3.3 MPa로 높은부착강도를 나타내었다. 그러나, 비교예는 가열온도 100 °C 이상에서는 부착강도를 측정할 수 없을 정도로 낮은 값을 나타내어 무기계 재료가 일부 포함된 재료이지만 고온조건에서는 전혀 성능을 발휘하지 못하는 것으로 나타났다. 반면, 실시예들의 경우 약 300 °C까지 전혀 성능저하를 나타내지 않았으며, 일부 시험조건에서는 오히려 부착강도가 증가하는 경향도 나타났다. 또한, 본 실험예의 최종 온도인 600 °C에서도 작지만 부착강도를 유지하고 있는 것을 확인할 수 있었다.

[0061] EVA 수지 혼입에 따른 부착강도는 수지의 혼입율이 증가할수록 증가하는 것으로 나타났는데, 도 3a 및 도 3b를 참고하면, EVA수지 10% 혼입 시 혼입되지 않은 시료에 비해 약 35 %의 부착강도 증가를 나타내었으며, 그 이후에는 EVA수지 혼입율 대비 강도의 증가는 미비한 것으로 나타났다. 또한, 도 3b, 도 3c 및 도 3d를 참고하면, EVA수지 혼입율이 10 % 내지 16 % 구간에서는 가열온도 300 °C까지 강도가 증가하는 형상이 뚜렷하게 나타났다.

[0062] 다공성 세라믹 경량 필러의 치환에 따른 부착강도는 전반적으로 볼 때 명확한 경향을 찾아 볼 수 없으나, 가열 온도 400 °C 내지 500 °C 구간에서 미소하게나마 중공 세라믹 비드의 치환율 증가에 따라 부착강도가 증가하는 경향을 찾아 볼 수 있었다. 이는 저온 가열 조건에서는 EVA수지의 영향으로 그 차이가 명확하지 않지만, EVA수지가 연소된 이후에서는 세라믹 중공 비드의 열차단 효과로 강도의 감소를 다소 지연시켰기 때문인 것으로 판단된다.

[0064] **실험예 3-부착강도 특성**

[0065] 실시예 1 내지 20에 대한 부착강도 특성을 확인하였고, 이 중 부착강도 파괴형상이 가장 뚜렷하게 확인되는 시험체를 확인하였다. 도 4는 가열 전후 시험체의 파괴형상의 일례를 나타낸 것이다. 도 4를 참고하면, 가열 전 시험체의 파괴형상은 계면 또는 모체(모르타르 밀판)에서 파괴 된 것으로 나타나, 알루미늄 실리케이트계 무기바인더의 우수한 부착성을 확인할 수 있었다. 또한, 가열 이후의 파괴형상으로 가열 온도 300 ℃에서는 부분적으로 계면파괴에 재료파괴가 동시에 발생하는 것을 볼 수 있었으며, 600 ℃에서는 대부분 무기 바인더 재료에서 파괴 되는 것으로 나타났다. 이는 일반적으로 알려진 이론과 상반되는 결과로써, 고온조건에서는 시멘트 수화물의 분해로 인해 모체파괴가 일어날 것으로 예상하였으나, 본 시험에서의 가열 조건을 고려해 볼 때 모르타르 모체 층을 무기바인더가 덮고 있기 때문에 나타난 현상으로 이해된다. 즉, 열이 무기바인더 층을 파괴하고 시멘트 모르타르 층으로 이동하다 보니 무기바인더 층의 파괴가 먼저 일어났을 것으로 판단된다.

[0067] **실험예 4-부착강도 특성**

[0068] 도 5 및 도 6은 각각 가열 전과 600 ℃로 가열 후 시험체 내부의 모습을 SEM으로 촬영한 것이다. 구체적으로, 도 5의 (a) 및 (c)는 실시예 1에 해당하고, 도 5의 (b)는 실시예 4에 해당하며, 도 5의 (d)는 실시예 17에 해당한다.

[0069] 주사전자현미경은 JSM- 6700F 장비를 사용하여 상온 및 소정의 가열 온도로 가열 후 내부구조 변화를 촬영하였다.

[0070] 도 5의 경우 비결정질은 내부구조를 확인할 수 있었으며, 증공 세라믹 비드가 혼입된 경우는 원형의 형상을 확인할 수 있었다. 또한, EVA수지가 혼입된 경우는 폴리머의 반응에 의한 필름겔이 형성되는 것을 확인할 수 있었다.

[0071] 한편, 도 6을 참고하면, 600 ℃ 가열 시험체의 경우 가열이 진행된 이후에도 비결정질의 구조를 유지하고 있는 것을 확인할 수 있었으나, EVA수지가 혼입된 경우 가열 전 시험체에서 확인할 수 있었던 필름겔의 형상을 찾아볼 수 없었으며, 미세한 입자들이 산란되어 있는 것을 확인할 수 있었는데, 이는 EVA수지의 연소물 일 것으로 판단된다.

[0073] **실험예 5-이면온도 측정**

[0074] 가열 시험체의 이면온도 측정은 200×200 mm의 크기로 하였으며, 두께는 각각 5, 10, 20 mm로 제작하였으며, 소정의 양생기간을 거친 후 전기 가열로의 입구에 설치 후 일면 가열을 실시하였다. 이 때의 온도측정은 K 타입 열전대를 시험체 이면에 설치 후 데이터로거를 이용하여 측정하였다.

[0075] 도 7은 가열온도곡선과 실시예에 따른 조성물의 도포 두께별 시간경과에 따른 가열온도를 나타낸 그래프이다.

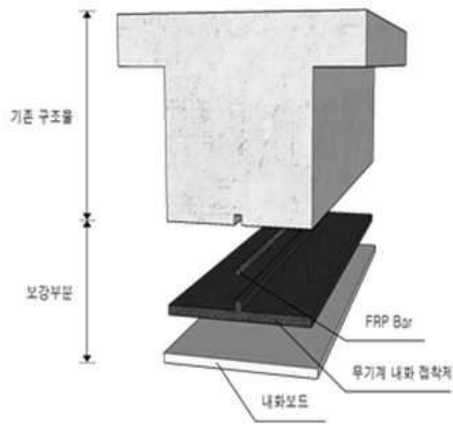
[0076] 이면온도 측정은 실시예 3인, EVA수지 무혼입 및 증공 세라믹 비드 1 % 치환의 조건으로 도 7 내 가열온도 곡선 조건으로 가열을 실시하였다. 또한 무기바인더의 도포 두께는 각각 5 mm, 10 mm 및 20 mm로 설정하였다. 전반적으로 도포 두께가 두꺼울수록 이면온도가 낮은 것으로 나타났는데, 가열 후 40분에서 2시간 구간에서 두께별 차이를 나타내었다. 2 시간 이후 구간에 있어서는 최대 780 ℃의 온도 이하로 수렴되는 것으로 나타났다.

[0078] 상술한 실시예에 설명된 특징, 구조, 효과 등은 본 발명의 적어도 하나의 실시예에 포함되며, 반드시 하나의 실시예에만 한정되는 것은 아니다. 나아가, 각 실시예에서 예시된 특징, 구조, 효과 등은 실시예들이 속하는 분야의 통상의 지식을 가지는 자에 의하여 다른 실시예들에 대해서도 조합 또는 변형되어 실시 가능하다. 따라서 이러한 조합과 변형에 관계된 내용들은 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

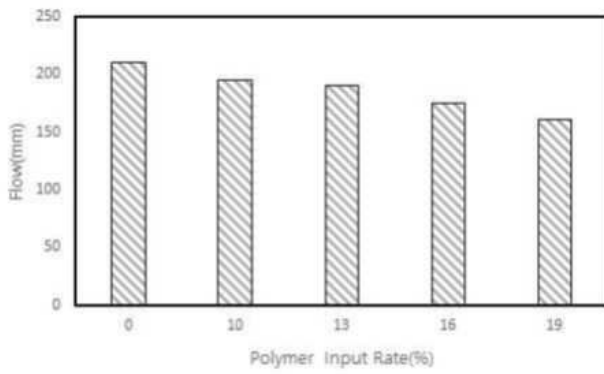
[0079] 또한, 이상에서 실시예들을 중심으로 설명하였으나 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 실시예들에 구체적으로 나타난 각 구성 요소는 변형하여 실시할 수 있는 것이다. 그리고 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부한 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

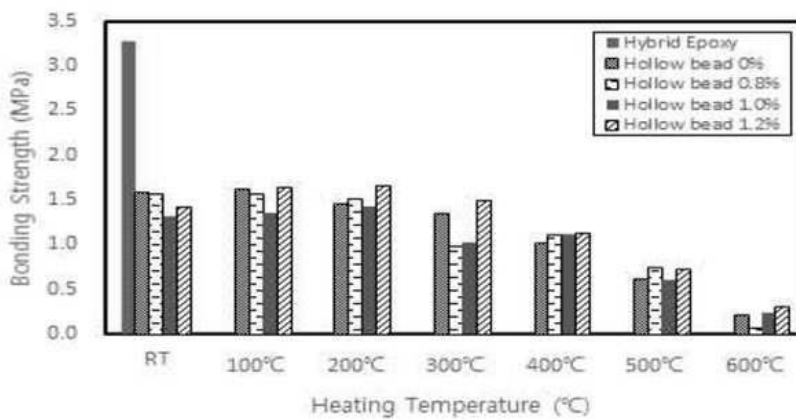
도면1



도면2

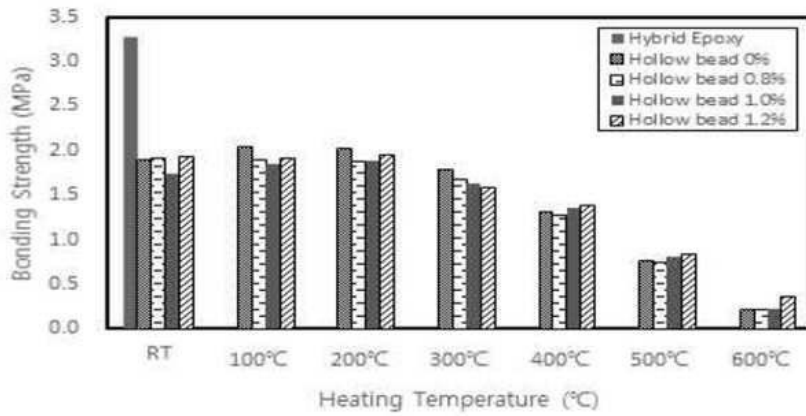


도면3a



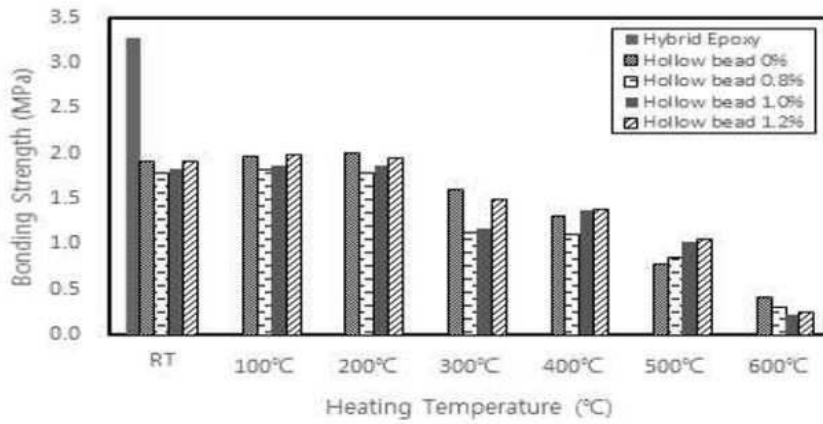
a) EVA polymer 0 %

도면3b



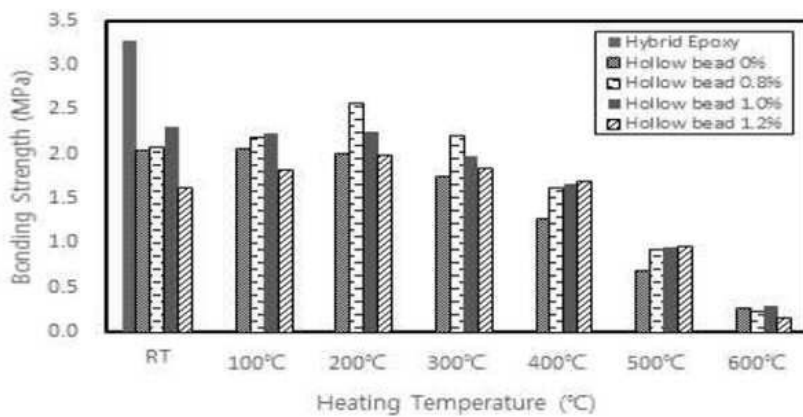
b) EVA polymer 10 %

도면3c



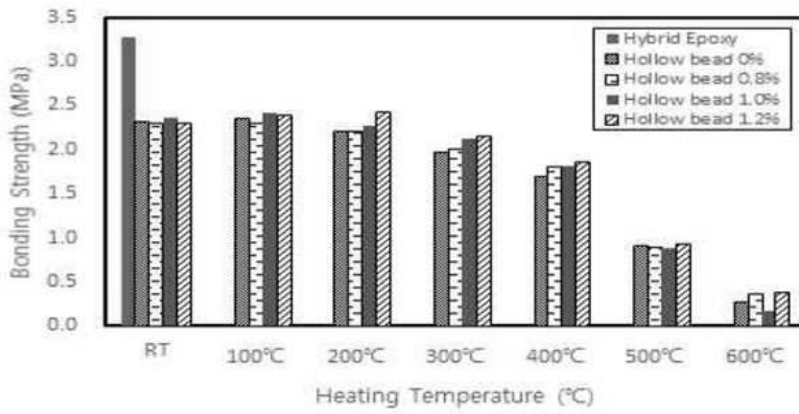
c) EVA polymer 13 %

도면3d



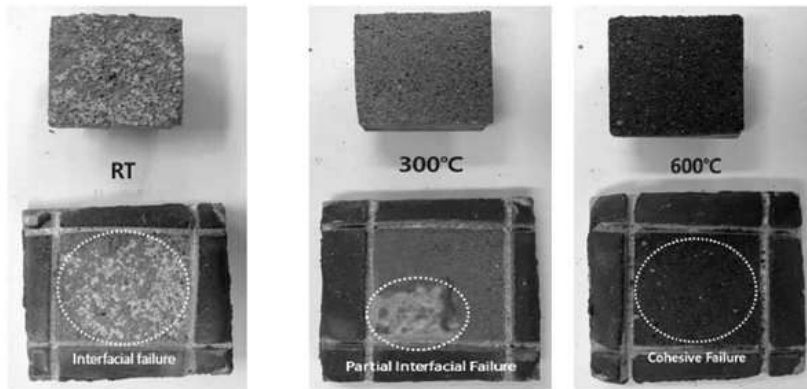
d) EVA polymer 16 %

도면3e



e) EVA polymer 19 %

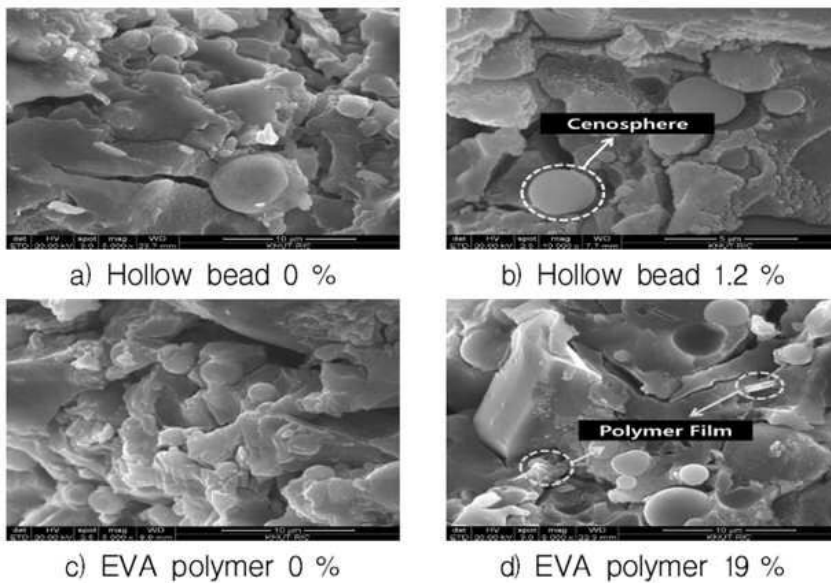
도면4



a) Before heating

b) After heating

도면5



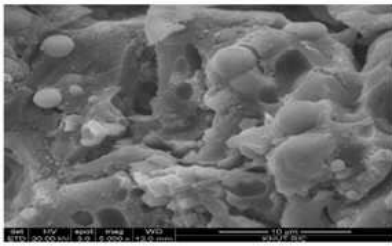
a) Hollow bead 0 %

b) Hollow bead 1.2 %

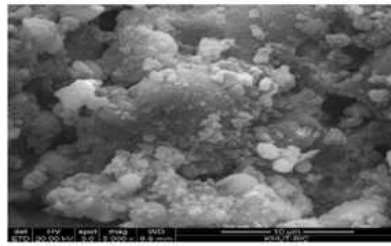
c) EVA polymer 0 %

d) EVA polymer 19 %

도면6



a) EVA polymer 0 %



b) EVA polymer 19 %

도면7

