



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년05월23일
(11) 등록번호 10-1860376
(24) 등록일자 2018년05월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C04B 28/08 (2006.01) C04B 14/06 (2006.01)
C04B 22/00 (2006.01) C04B 7/153 (2006.01)
C04B 103/10 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C04B 28/08 (2013.01)
C04B 14/06 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0004041

(22) 출원일자 2017년01월11일

심사청구일자 2017년01월11일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020110061944 A*

KR101077282 B1*

KR101645501 B1

KR1020080099561 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

조선대학교산학협력단

광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)

(72) 발명자

김형기

광주광역시 서구 풍암순환로 86, 103동 102호 (풍암동, 삼능남양아파트)

(74) 대리인

이버드특허법인

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 안국현

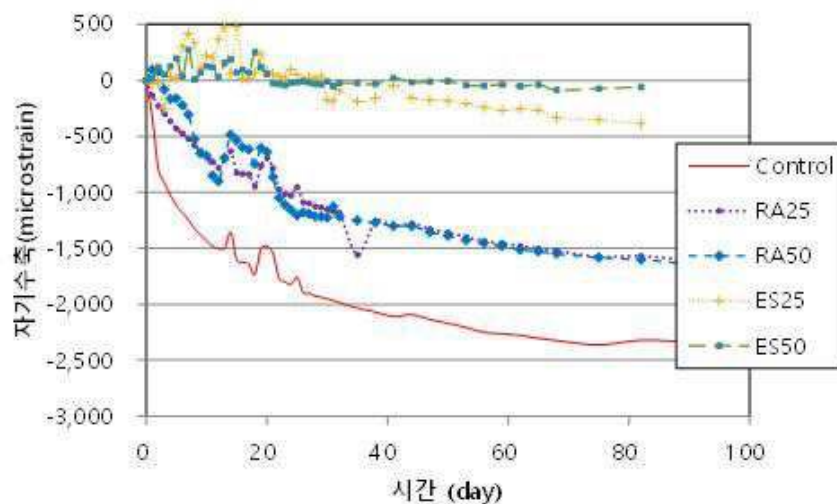
(54) 발명의 명칭 모르타르 조성물

(57) 요약

본 발명에 의한 고강도 모르타르 조성물은, 순환골재를 사용하여 인공경량골재를 사용할 때와 같은 수준 이상의 강도를 유지하면서 자가수축에 의한 균열을 최소화하는 고강도 모르타르 조성물을 제공하는데 그 목적이 있다.

상기한 목적을 달성하기 위한 고강도 모르타르 조성물은, 물, 결합재 및 상기 결합재의 수화반응에 필요한 수분을 공급하며, 강도를 향상시키는 순환골재를 포함하는 잔골재를 포함하고 압축강도 40MPa 이상이다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

C04B 22/002 (2013.01)

C04B 7/153 (2013.01)

C04B 2103/10 (2013.01)

C04B 2201/52 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711036549

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 (구)신진연구지원사업

연구과제명 반응성 부산물 활용 내부양생에 의한 시멘트계 구조물의 사용연한연장

기 여 율 1/1

주관기관 조선대학교

연구기간 2016.05.01 ~ 2017.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

물;

슬래그 및 알칼리 활성화제를 포함하는 결합재;

상기 결합재의 수화반응에 필요한 수분을 공급하며, 강도를 향상시키는 순환골재를 포함하는 잔골재;
를 포함하고

상기 잔골재는 순환골재 및 강모래를 포함하며, 상기 순환골재는 상기 잔골재 전체 부피의 10 ~ 90 %이고,

상기 순환골재는 흡수율이 5%를 초과하는 순환골재를 포함하며,

압축강도 40MPa 이상인 고강도 모르타르 조성물.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 슬래그는 고로 슬래그이고, 상기 알칼리 활성화제는 규산나트륨인 것을 특징으로 하는 고강도 모르타르 조성물.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

물;

슬래그 및 알칼리 활성화제를 포함하는 결합재;

상기 결합재의 수화반응에 필요한 수분을 공급하며, 강도를 향상시키는 순환골재를 포함하는 잔골재; 및
굵은 골재를 포함하고

상기 잔골재는 순환골재 및 강모래를 포함하며, 상기 순환골재는 상기 잔골재 전체 부피의 10 ~ 90 %이고,
상기 순환골재는 흡수율이 5%를 초과하는 순환골재를 포함하며,
압축강도 40MPa 이상의 콘크리트 조성물

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 슬래그는 고로 슬래그이고, 상기 알칼리 활성화제는 규산나트륨인 것을 특징으로 하는 콘크리트 조성물.

청구항 11

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 모르타르 조성물에 관한 것으로, 보다 상세하게는 순환골재를 사용하여 인공경량골재를 사용할 때와 같은 수준 이상의 강도를 유지하면서 자가수축에 의한 균열을 최소화하는 고강도 모르타르 조성물에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 현대의 구조물이 고층화, 대형화가 되어가면서 종래보다 합리적이고 경제적인 구조시스템이 요구되고 있다. 이에 따라 보다 효율적인 건설재료가 필요하게 되었으며, 이를 위한 방안으로 현재까지 가장 보편적으로 사용되고 있는 건설재료인 콘크리트의 고품질화가 적극적으로 추진되고 있다. 이의 일환으로써, 고강도 콘크리트 또는 모르타르가 적용되고 있는 실정이다.

[0004] 콘크리트 또는 모르타르를 고강도화 하게 되면 콘크리트 부재의 단면을 줄일 수 있어 자중의 감소로 인한 구조물의 경량화, 장대화, 고층화 등의 장점을 얻을 수 있다. 이와 같은 목적을 위해 콘크리트의 성능개선과 신 재료의 개발 등과 더불어 그의 발전을 보상에 줄 수 있는 많은 연구자료 또한 증가되었지만, 고강도 콘크리트 또는 모르타르의 품질 향상 및 소요 성능을 개선시키기 위한 방법 중의 하나로서 천연광물 및 혼화재로서 산업부산물인 실리카흄, 고로슬래그, 플라이 애쉬 등의 각종 포졸란 활성 또는 잠재 수경성을 갖는 재료들이 콘크리트의 고강도화를 위하여 사용이 검토되고 있다.

[0005] 그러나, 일반적으로 고강도 콘크리트 또는 모르타르를 제조하기 위해서는 높은 시멘트량이 요구되고 있는 반면, 과도한 시멘트 량의 사용은 높은 수화열을 발생시키고 또한 수화수축도 증가시킨다. 이것들은 모두 초기 재령에서의 고강도 콘크리트의 균열의 중요한 원인으로 꼽을 수 있다. 이런 균열의 발생은 구조물의 강도를 떨어뜨리고, 내구성의 저하를 야기시키므로 고강도 콘크리트 구조물에 대량으로 사용할 시에는 반드시 해결해야 할 과제이다.

[0006] 한편, 슬래그는 산업부산물임에도 불구하고 비교적 일정한 화학적 조성을 가지고 있으며 시멘트만을 사용한 콘크리트와 비교할 때 굳지 않은 콘크리트의 레올로지를 제어하기 쉽고 점성이 작아서 현장에서의 타설과 마무리 작업이 용이하다. 또한 시멘트 풀의 내부 미세 조직을 치밀하게 하여 외부로부터 유해한 이온들의 침투를 어렵게 함으로써 구조물의 내구성을 향상시킨다. 한편, 슬래그에 알칼리 활성화제를 혼합하여 알칼리 활성 슬래그 결합재가 사용되고 있다. 알칼리 활성 슬래그 결합재에 사용되는 고로슬래그는 철강산업에서 발생하는 부산물이므로 추가적인 이산화탄소의 발생이 없으며 시멘트에 비해 이산화탄소 배출량이 적다. 알칼리활성 슬래그 결합재를 사용한 콘크리트는 강도는 동일한 수준인 반면 황산에 대한 부식 저항성이 커서 산성폐수와 접하는 콘크리트 구조물인 농촌지역 축사 바닥재 또는 오수관 등에 사용될 수 있다.

[0007] 고강도 콘크리트 또는 모르타르는 상대적으로 낮은 물-결합제비를 사용함에 따라 수축에 따른 균열문제가 발생하며, 특히 결합재로서 슬래그와 알칼리화제를 포함하는 알칼리 활성 슬래그 결합재를 사용하는 경우에는 통상

적인 시멘트에 비해 자기수축이 크며 제품 제조 시에 균열의 위험성이 있다.

[0008] 따라서, 고강도 콘크리트 또는 모르타르 제조 시에 발생하는 자기수축에 의한 균열을 감소시키기 위한 기술이 필요한 실정이다.

[0010] 상기한 배경기술로서 설명된 사항들은 본 발명의 배경에 대한 이해 증진을 위한 것일 뿐, 이 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 이미 알려진 종래기술에 해당함을 인정하는 것으로 받아들여져서는 안 될 것이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0012] (특허문헌 0001) 등록특허공보 제10-1014866호(2011. 02. 15.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명은 이러한 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 고강도 모르타르에 발생하는 내부 수축을 막고 강도를 유지할 수 있는 모르타르 조성물을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0015] 위 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 모르타르 조성물은 물, 결합재 및 상기 결합재의 수화 반응에 필요한 수분을 공급하며, 강도를 향상시키는 순환골재를 포함하는 잔골재를 포함하고 압축강도 40MPa 이상이다.

[0016] 상기 결합재는 슬래그 및 알칼리 활성화재 포함할 수 있다.

[0017] 상기 잔골재는 순환골재 및 강모래를 포함하며, 상기 순환골재는 상기 잔골재 전체부피의 10~90 %일 수 있다.

[0018] 상기 슬래그는 고로 슬래그이고, 상기 알칼리 활성화재는 규산나트륨일 수 있다.

[0019] 상기 결합재는 슬래그 및 시멘트를 포함할 수 있다.

[0020] 상기 결합재의 전제 함량 대비 슬래그의 함량은 40 중량% 이상일 수 있다.

[0021] 상기 잔골재는 순환골재 및 강모래를 포함하며, 상기 순환골재는 상기 잔골재 전체부피의 10~90 %일 수 있다.

[0022] 상기 슬래그는 고로 슬래그일 수 있다.

발명의 효과

[0024] 본 발명에 의한 모르타르 조성물에 따르면 순환골재 내부에 포함되어 있는 수분을 내부양생 과정 중에 사용하여 자가 수축을 방지할 수 있다. 또한 인공경량골재와 비교하면 동등 이상의 모르타르의 강도가 유지될 수 있으므로 생산원가를 낮출 수 있다. 일반적인 콘크리트 또는 모르타르의 골재로 사용되는 KS 규격보다 흡수율이 높은 저급의 순환골재를 사용한다고 하더라도 강도저하의 문제가 발생되지 않는다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 순환골재를 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시예와 비교하기 위해 혼입된 인공경량골재(팽창혈암)를 나타낸 도면이다.

도 3은 실시예 1에 따른 시편의 압축강도를 나타낸 그래프이다.

도 4는 실시예 1에 따른 시편의 시간경과에 따른 모르타르 자기수축 변화를 나타낸 그래프이다.

도 5는 실시예 1에 따른 시편의 control 시편에 대한 상대적 자기수축을 나타낸 그래프이다.

도 6은 실시예 2에 따른 시편의 압축강도를 나타낸 그래프이다.

도 7은 실시예 2에 따른 시편의 시간경과에 따른 모르타르 자기수축 변화를 나타낸 그래프이다.

도 8은 실시예 2에 따른 시편의 control 시편에 대한 상대적 자기수축을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 여기서 사용되는 전문용어는 단지 특정 실시예를 언급하기 위한 것이며, 본 발명을 한정하는 것을 의도하지 않는다. 여기서 사용되는 단수 형태들은 문구들이 이와 명백히 반대의 의미를 나타내지 않는 한 복수 형태들도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함하는"의 의미는 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분을 구체화하며, 다른 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소, 성분 및/또는 군의 존재나 부가를 제외시키는 것은 아니다.
- [0028] 다르게 정의하지는 않았지만, 여기에 사용되는 기술용어 및 과학용어를 포함하는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 일반적으로 이해하는 의미와 동일한 의미를 가진다. 보통 사용되는 사전에 정의된 용어들은 관련기술문헌과 현재 개시된 내용에 부합하는 의미를 가지는 것으로 추가 해석되고, 정의되지 않는 한 이상적이거나 매우 공식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0029] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 모르타르 조성물에 대하여 설명하기로 한다.
- [0030] 콘크리트의 자기수축은 외부로부터의 수분 공급이 없을 경우 수화반응이 진행됨에 따라 공극 내의 상대습도가 감소하면서 발생하는 체적감소로, 물-결합재 비(W/B)가 낮고 슬래그 사용량이 많은 콘크리트일수록 자기수축이 크게 발생하여 재령 초기에서의 균열 가능성이 높아진다. 특히 고강도를 요구하는 모르타르와 콘크리트의 경우 외부에서 별도의 수분이 공급되지 않아 이러한 균열이 발생할 가능성이 높아진다. 이러한 균열에 대한 보완책으로 내부양생 개념이 도입되고 있다. 내부양생은 경량골재, SAP(Super Absorbent Polymer)와 같은 흡수율이 높은 재료를 콘크리트 배합 시 혼입하여 수분을 공급해주는 개념의 양생 방법이다.
- [0031] 경량골재는 천연 경량골재와 인공 경량골재로 구분되며, 천연 경량골재에는 경석, 화산자갈, 응회암, 용암 등이 있으며, 인공 경량골재에는 팽창성 혈암, 팽창성 점토, 플라이 애쉬 등을 주원료로 하여 인공적으로 조성한 인공경량골재와 팽창 슬래그, 석탄 찌꺼기 등과 같은 산업 부산물인 경량골재 및 그 가공품이다. 인공경량골재는 내부가 다공질이고 표면은 유리질의 피막으로 덮인 구조로 되어 있으며, 잔골재는 절건밀도가 1.8 g/cm^3 미만이고, 굵은 골재는 절건밀도가 1.5 g/cm^3 미만인 것이다.
- [0032] 특히 인공경량골재의 경우 흡수율이 높고 모르타르 제조 시에 강도저하가 거의 없다. 특히 자기수축방지를 위해서는 내부 수분 확산효과가 좋아야 하는데 잔골재로서 인공경량골재를 사용하게 되면 모르타르의 자기수축의 방지효과가 우수하다. 다만, 인공경량골재의 경우 국내에서 거의 생산되지 않으며 해외 수입에 의존하기 때문에 고강도의 모르타르 또는 콘크리트 제조 시에 내부 양생을 위한 잔골재로서 사용하기에는 생산 원가가 증가한다는 단점이 있다.
- [0033] 본 발명자는 순환골재의 표면에 시멘트 페이스트나 모르타르가 다량 존재하여, 이 부분이 흡수율이 매우 크다는 점을 착안하고 순환골재를 잔골재로 사용하여 본 발명의 완성하였다.
- [0034] 본 발명의 실시예에 따른 모르타르는 물, 결합재, 순환골재를 포함하는 잔골재를 포함한다. 본 발명은 기본적으로 모르타르를 그 대상으로 하고 있지만, 모르타르에 굵은골재를 추가하는 경우에는 콘크리트로 사용할 수 있음은 자명하다.
- [0035] 순환골재는 사용이 끝나 파쇄한 콘크리트의 골재 및 골재형 모르타르 덩어리이다. 순환골재의 표면에는 시멘트 페이스트나 모르타르가 다량 존재하는데, 이 부분의 흡수율이 매우 커서 경량골재와 비슷한 수준을 나타낼 수 있다. 포화된 순환골재를 자기수축이 발생할 수 있는 모르타르 또는 콘크리트에 혼입하면 순환 골재에 흡수된 수분이 이동하여 수화에 의한 자기건조를 막아 수축을 저감시키는 것이 가능하다.
- [0036] 통상적으로 순환골재라 함은 건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률 제2조 제7호의 규정에 의해 건설폐기물을 물리적 또는 화학적 처리과정 등을 거쳐 제35조의 규정에 의한 품질기준에 적합한 골재를 의미한다. 특히 건설폐기물을 재활용함으로써 환경오염을 막고자 하여 필수적으로 사용하는 공사가 존재한다. 그러나, 순환골재의 특성에 표면에 존재하는 시멘트 페이스트나 모르타르에 의해 흡수율이 높은 편이고 일반 시멘트에 혼입하는 경우에는 강도가 낮아질 수 있어 품질기준에서 순환골재의 흡수율을 제한하고 있다.
- [0037] 하기 표1은 순환골재기준과 구조용 인공경량골재 기준에 따른 골재의 물리적 특성을 나타낸 표이다.

표 1

		골재최대치수 (mm)	절건밀도 (g/cm ³)	흡수율(%)
순환골재기준 (KS F 2573)	잔골재	5	2.2 이상	5.0 이하
	굵은골재	20/25	2.5 이상	3.0 이하
구조용 인공경량 골재 기준 (KS F 2534)	잔골재	5	1.8 이하	
	굵은골재	20/25	1.5 이하	

[0040] 표 1에 기재된 바와 같이 순환골재는 흡수율이 잔골재의 경우에는 5.0 이하이어야 하며, 굵은 골재의 경우에는 3.0 이하이어야 한다. 이는 순환골재가 사용되는 모르타르 또는 콘크리트의 강도의 저하를 막기 위함이다. 또한 순환골재는 주로 저강도 콘크리트의 잔골재로 사용되어 왔기 때문에 고강도 콘크리트에 사용되지 않는 실정이다.

[0041] 순환골재의 흡수율이 높은 경우에는 일반 시멘트 콘크리트에서는 알칼리 반응 때문에 크랙이 발생하여 이를 사용하지 못하고 있는 실정이었다. 본 발명에서와 같이 결합재로 슬래그를 포함하는 경우에는 순환골재와 시멘트와의 알칼리 반응을 억제하여 크랙 발생을 억제할 수 있다. 따라서, 기존의 순환골재의 사용기준을 충족하지 못하는 순환골재를 사용할 수 있는 이점이 있다.

[0042] 또한, 본 발명에서와 같이 잔골재로 순환골재를 사용하게 되면 상기 기준에 포함되지 않는 영역 즉, 기준 흡수율 이상의 저급 순환골재를 사용하더라도 강도의 저하없이 사용할 수 있다. 잔골재로 포함되는 순환골재는 잔골재 전체 부피대비 10~90%인 것이 바람직하다. 순환골재의 함량비는 모르타르의 내부양생에 필요한 수분의 양과 사용되는 순환골재의 흡수율에 따라 변화할 수 있다. 순환골재의 흡수율이 높은 경우에는 순환골재의 함량비를 낮추어도 충분히 내부양생에 의한 수축방지효과를 발휘하는 것이 가능하다. 다만, 순환골재의 함량이 너무 높은 경우에는 강도저감뿐 아니라 모르타르 전체의 공극률 증가로 인한 내구성 감소 문제가 발생할 수 있어서 상기의 범위가 바람직하다.

[0043] 본 발명에서 내부양생 효과에 의한 수축을 방지하기 위한 모르타르에 포함되는 결합재는 슬래그의 함량이 40%이상인 High Volume 슬래그 시멘트 또는 시멘트가 포함되지 않는 알칼리 활성 슬래그 결합재일 수 있다. 결합재에 슬래그가 포함되는 경우에는 특히 자기 수축이 더 발생할 수 있으므로 더욱 순환골재를 사용하여 이를 억제하는 효과를 발휘할 수 있다.

[0045] 이하 실시예를 통하여 본 발명에 대하여 보다 자세하게 설명한다.

[0046] <실시예 1> 알칼리 활성 슬래그 모르타르

[0047] 알칼리 활성 슬래그 결합재를 사용하여 모르타르를 제조하는 경우에 순환골재를 사용하였을 때 강도특성, 자기 수축특성을 확인하기 위해, 일반 잔골재, 순환골재, 인공경량골재를 혼입하여 샘플을 제조하였다. 사용된 재료로는 슬래그, 알칼리 활성화제, 물, 순환골재, 인공경량골재를 사용하였다. 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 순환골재를 나타낸 도면이다. 본 실시예에서는 광주 시내 콘크리트 파쇄장에서 획득한 순환골재를 사용하였다. 도 2는 본 발명의 실시예와 비교하기 위해 혼입된 인공경량골재를 나타낸 도면이다. 본 발명의 실시예와 비교하여 위해 사용된 인공경량골재는 팽창혈암을 사용하였다. 본 실시예에서 사용한 골재의 특성을 하기 표2에 기재하였다.

표 2

	골재 최대치수(mm)	비중(표건상태)	흡수율(%)
강모래	2.5	2.63	0.95
순환골재	9.5	2.30	8.05
인공경량골재	2.5	1.92	16.7

[0050] 슬래그는 분말도 4,204 cm²/g의 고로슬래그 3종을 사용하였으며 고로슬래그의 화학조성의 하기 표3과 같다.

표 3

조성	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O	SO ₃
함량(%)	31.6	13.6	43.3	0.4	4.9	0.2	0.4	0.04	4.5

[0053] 알칼리 활성화재로는 분말형 규산나트륨을 사용하였으며, 물은 일반 수돗물을 사용하였다.

[0054] 모르타르를 제조하기 위한 배합비(무게비)는 하기 표 4와 같다.

표 4

시편이름	물	슬래그	규산나트륨	강모래	순환골재	인공경량골재	비고
Control	4	9	1	12			발명범위
RA25	4	9	1	9	2.62		
RA50	4	9	1	6	5.25		
ES25	4	9	1	9		2.19	
ES50	4	9	1	6		4.38	

[0057] 기본적으로 모르타르 제조 시에 물-결합재(슬래그+규산나트륨) 비율은 0.4로 하였으며, 강모래만을 사용한 시편은 Control로 하였고 본 발명의 범위에는 잔골재로는 강모래와 순환골재를 혼합하여 사용하였으며, RA25는 부피로 순환골재의 양이 25%인 것, RA25는 부피로 순환골재의 양이 50%인 것을 의미한다. 발명범위와 비교하기 위해 강모래와 인공경량골재를 혼합하여 사용하였으며, ES25는 부피로 인공경량골재의 양이 25%인 것, ES50은 부피로 인공경량골재의 양이 50%인 것을 의미한다.

[0058] 모르타르를 제조하기 위해 물을 뺀 모든 고체재료를 건비빔을 1분간 수행하고 물을 투입하여 3분간 배합하였다. 상기 배합된 모르타르를 온도 20℃, 상대습도 50%의 챔버에서 밀봉양생하여 시편을 제조하였다.

[0059] 우선 압축강도를 측정하기 위해 밀봉 양생된 5cm X 5cm X 5cm 정육면체 시편을 KS L 5105 기준에 의하여 300 Nt 시험기를 통하여 측정하였다. 이 때 각 시편은 각 3일, 28일, 92일의 재령기간을 거친 것이다.

[0060] 자기수축정도를 측정하기 위해 2.5cm X 2.5cm X 30cm 시편을 재령 24시간 후 몰드에서 탈형한 후 밀봉하여 시편을 제조하였다. 시편의 길이방향 양 끝단의 표면에 핀을 290 mm 간격으로 부착 후 Demec 게이지를 이용해 1일 1회 변위를 측정하였다. 이 때 측정오차는 10 microstrain 이내 이다. 재령 후 1일을 기준으로 91일간을 측정하였다. 골재 치환 시 응결시간은 차이가 없었으므로, 타설 후에 동일 시간이 지난 후에 수축을 측정하는 형태로 실험을 수행하였다.

[0061] 도 3은 실시예 1에 따른 시편의 압축강도를 나타낸 그래프이다. 도 3에 도시한 바와 같이, 순환골재를 사용에 따른 3일 및 28일 압축강도의 저하는 발견되지 않았다. 91일 압축강도의 경우 순환골재를 25% 함유한 시편(RA25)은 강모래만을 사용한 시편(Control)에 비해 강도가 향상된 것을 알 수 있다. 다만, 순환골재를 50% 함유한 시편(RA50)의 경우 91일 압축강도는 약간 감소하였다. 이는 순환골재 자체의 강도가 낮기 때문인 것으로 예측된다. 즉 본 실시예에서 잔골재 대비 25% 수준의 경우로 함유하는 경우에 강도저하문제는 발생되지 않으며 기준인 40 MPa이상의 강도를 확보할 수 있는 것을 알 수 있다.

[0062] 도 4는 실시예 1에 따른 시편의 시간경과에 따른 모르타르 자기수축 변화를 나타낸 그래프이다. 도 4를 도시된 바와 같이, 순환골재의 사용에 의해 자기수축은 명확하게 감소하는 것을 알 수 있다. 순환골재의 함량이 25%, 50% (RA25, RA50)의 경우 자기수축 패턴이 동일하였으며 이는 인공경량골재의 경우에도 유사하다. 따라서 순환골재를 전체 잔골재 대비 25% 수준 이상으로 추가해도 자기수축이 그 이상 감소되지 않을 것을 알 수 있다. 자기수축에 의한 균열이 가장 위험한 때는 재령 초기이다. 본 실험에서 재령 초기를 보면 순환골재를 사용한 경우 초기에는 인공경량골재보다는 작지만 자기수축이 감소하는 것을 알 수 있다. 다만, 순환골재가 인공경량골재보다 낮은 자기수축저감률을 보이는데, 이는 순환골재 내 수분 함량 자체가 인공경량골재보다 약 50% 낮으며, 순환골재와 슬래그 간의 수화반응으로 인하여 수분이 확산될 수 있는 공극이 치밀해져 순환골재로부터 수분확산이 방해받을 수 있기 때문인 것으로 예측된다.

[0063] 도 5는 실시예 1에 따른 시편의 control 시편에 대한 상대적 자기수축을 나타낸 그래프이다. 도 5에 도시한 바와 같이, 순환골재를 넣은 경우 시편의 경우 강모래만을 사용한 경우에 비하여 큰 폭의 감소를 보였음을 알 수

있다.

[0065] <실시에 2> 슬래그 시멘트 모르타르

[0066] 결합재로서 슬래그와 시멘트를 혼합하여 사용하는 경우에 슬래그 혼입물의 허용범위가 약 30~50 중량% 정도이다. 따라서, 결합재 중에 슬래그의 함량범위가 40% 이상의 경우에는 High Volume 슬래그라고 구분하는 것이 가능하다. 본 실시예에서는 슬래그의 함량이 결합재중 40%인 경우를 대상으로 하여 시편을 제작하였다.

[0067] 모르타르를 제조하기 위한 배합비(무게비)는 하기 표 5와 같다.

표 5

시편이름	물	시멘트	슬래그	강모래	초유동화제	순환골재	인공경량골재
Control	3	6	4	12	0.01		
RA25	3	6	4	9	0.01	2.62	
RA50	3	6	4	6	0.01	5.25	
ES25	3	6	4	9	0.01		2.19
ES50	3	6	4	6	0.01		4.38

[0070] 각 조성물은 실시예 1과 동일하게 준비하여 사용하였다. 이 때 추가되는 초유동화제로는 폴리 카르복실산계 상용제품을 첨가하였다. 시편의 제조방법과 각 실험방법은 실시예 1과 동일한 방법으로 수행하였다.

[0071] 도 6은 실시예 2에 따른 시편의 압축강도를 나타낸 그래프이다. 도 6에 도시된 바와 같이, 실시예 2에서와 같이 순환골재를 사용한 경우에도 눈에 띄는 압축 강도의 저하는 발생되지 않았다. 순환골재가 25% 함유된 시편(RA25)의 경우에 강도가 약 10%정도 향상된 것을 알 수 있다.

[0072] 도 7은 실시예 2에 따른 시편의 시간경과에 따른 모르타르 자기수축 변화를 나타낸 그래프이다. 도 7에 도시된 바와 같이, 순환골재의 사용에 의해 자기수축은 명확하게 감소하는 것을 알 수 있다. 순환골재의 함량을 높일 경우 자기수축이 추가적으로 감소된 것을 알 수 있다. 강도 편차가 크지 않았음을 고려할 때, 순환골재를 함량을 높이는 것이 자기수축방지에 유리하다고 볼 수 있다.

[0073] 도 8은 실시예 2에 따른 시편의 control 시편에 대한 상대적 자기수축을 나타낸 그래프이다. 순환골재 함량이 25%, 50% 인 시편(RA25, RA50)의 수축률은 강모래만 함유한 시편(Control) 시편의 수축률 대비 3일에 각각 22%, -8%, 7일에 각각 31% 및 13% 수준으로 매우 큰 폭의 감소를 보였음을 알 수 있다.

[0075] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

[0076] 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변경된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

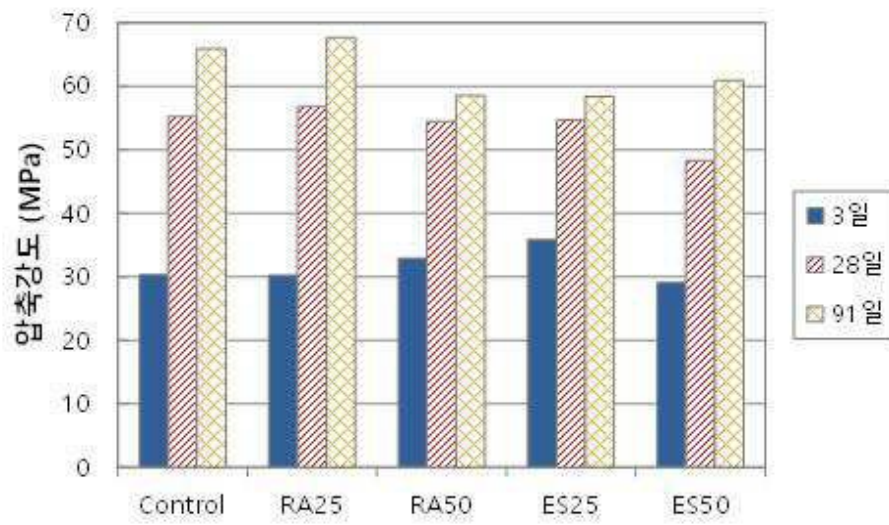
도면1



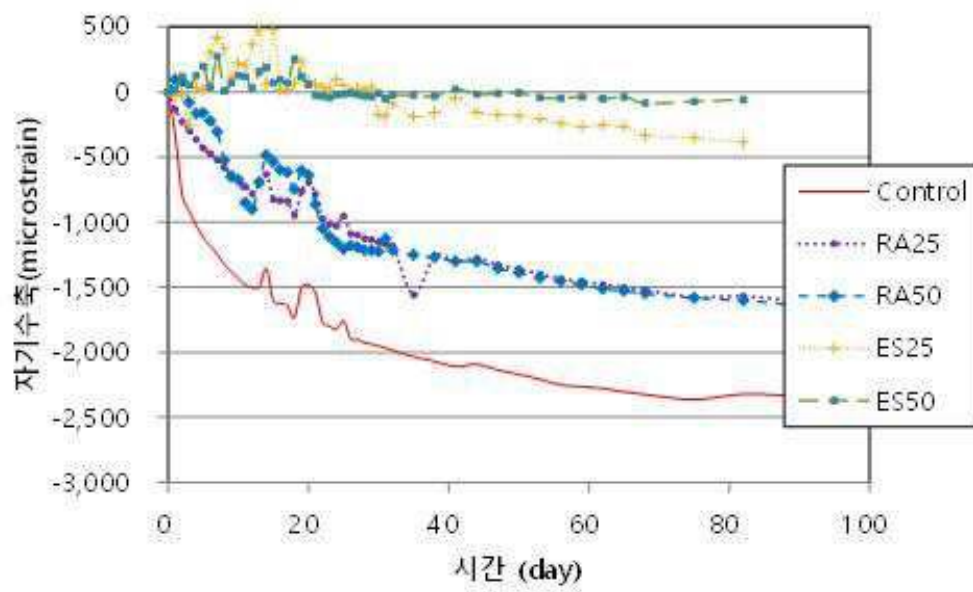
도면2



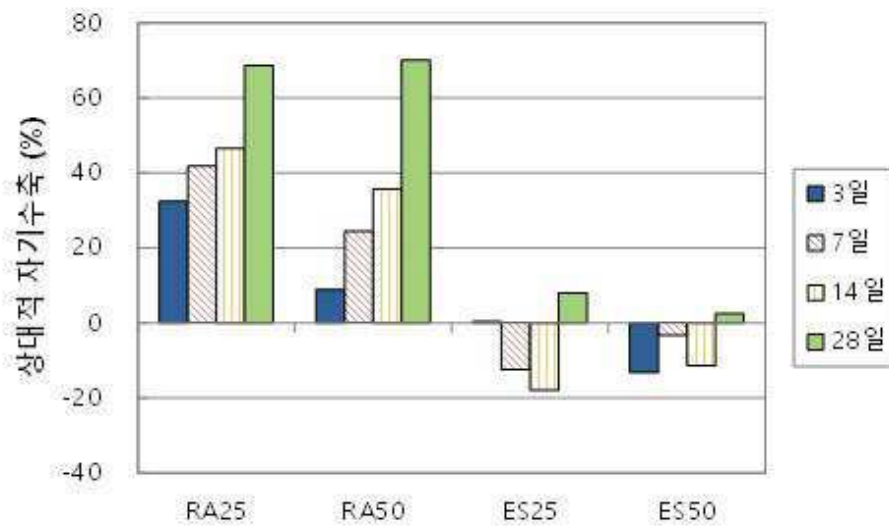
도면3



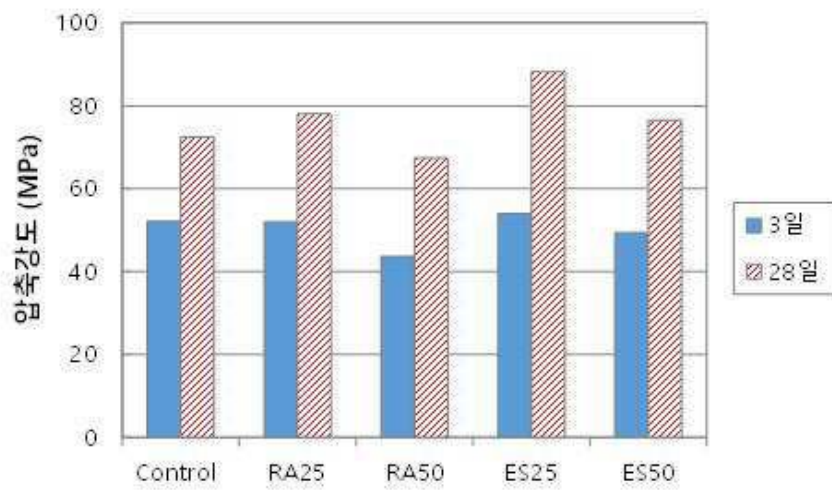
도면4



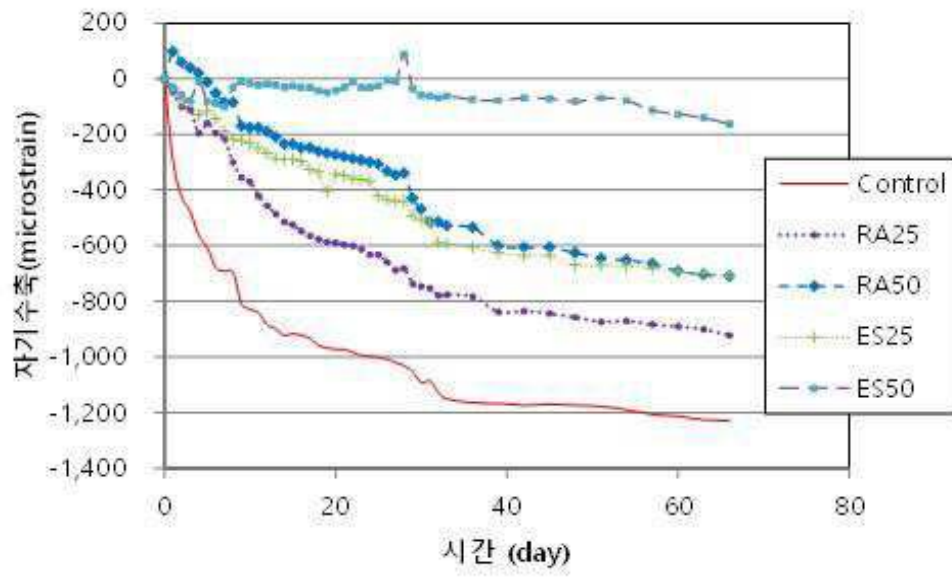
도면5



도면6



도면7



도면8

