



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년01월10일
(11) 등록번호 10-1691299
(24) 등록일자 2016년12월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C04B 18/16 (2006.01) C04B 18/08 (2006.01)

(52) CPC특허분류
C04B 18/16 (2013.01)
C04B 14/22 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0106037

(22) 출원일자 2015년07월27일

심사청구일자 2015년07월27일

(56) 선행기술조사문헌

김환중 외 4인 ‘폐유리 사용 시멘트 경화체의 기초 물성’ 한국콘크리트학회 2009년 가을 학술대회 논문집*

김환중, 군산대학교 대학원(토목공학) 학위 논문(석사) (2011.2.)*

KR101084279 B1

KR1020110032086 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

현대시멘트 주식회사

서울특별시 서초구 서초대로 398(서초동, 플레티넵타워)

(72) 발명자

지광습

서울특별시 중랑구 공릉로18길 59 105동 1705호 (목동, 이수브라운스톤아파트)

유일환

서울특별시 서초구 고무래로 35 103동 2901호 (반포동, 반포리체아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 아이퍼스

전체 청구항 수 : 총 5 항

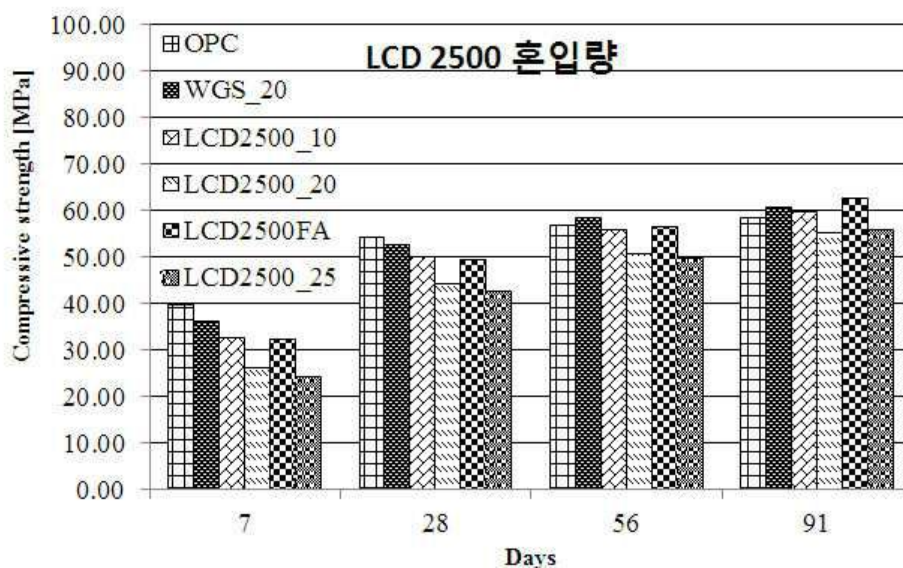
심사관 : 송이화

(54) 발명의 명칭 LCD 혼입 저알칼리 시멘트콘크리트 결합재 조성물, 그 조성물의 제조방법, 그 조성물을 포함하는 콘크리트 구조물

(57) 요약

본 발명은 LCD 혼입 저알칼리 시멘트콘크리트 결합재 조성물, 그 조성물의 제조방법, 그 조성물을 포함하는 콘크리트 구조물에 대한 것이다. 보다 상세하게는, 일반 시멘트콘크리트 결합재 조성물에서 기존 폐유리슬러지를 혼입한 경우와 대비하여, LCD폐유리와 플라이애시를 포함시켜 알칼리-실리카 반응을 억제할 수 있고, 보다 상승된 압축강도를 가질 수 있는 LCD혼입 저알칼리 시멘트콘크리트 결합재 조성물 및 그 조성물을 포함하는 콘크리트 구조물에 관한 것이다.

대표도 - 도13



(52) CPC특허분류

C04B 18/08 (2013.01)

(72) 발명자

정찬일

강원도 영월군 한반도면 화랏길 57번지

유창진

강원도 영월군 한반도면 화랏길 57번지

명세서

청구범위

청구항 1

시멘트콘크리트 결합재 조성물에 있어서,
 시멘트 100중량부와 물 30 ~ 60 중량부의 비율로 혼합된 일반 시멘트 콘크리트에서,
 상기 시멘트의 전체 중량 중 10 ~ 20중량%를 LCD 폐유리로 치환하고,
 상기 시멘트의 8 ~ 15중량%를 플라이애시로 치환하고,
 상기 LCD 폐유리는 분말도가 $4000 \sim 5000\text{cm}^2/\text{g}$ 로 상기 시멘트와 혼합분쇄된 분말형태이며,
 상기 LCD 폐유리는, Na_2O , K_2O 의 성분이 0.025중량% 미만이고,
 91일 후의 압축강도는 67MPa이상이며, 알칼리 실리카 반응에 의한 팽창률은 0.35%이하인 것을 특징으로 하는
 LCD 혼입 저알칼리 시멘트콘크리트 결합재 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

청구항 12

삭제

청구항 13

콘크리트 구조물에 있어서,

제1항에 따른 LCD 혼입 저알칼리 시멘트콘크리트 결합재 조성물을 포함하는 콘크리트 구조물.

청구항 14

제 1항에 따른 시멘트콘크리트 결합재 조성물의 제조방법에 있어서,

시멘트와, LCD 폐유리 및 플라이애시를 준비하는 단계;

준비된 상기 시멘트와 상기 LCD 폐유리 및 상기 플라이애시를 혼합분쇄하는 단계; 및

혼합분쇄된 상기 시멘트, LCD 폐유리 및 플라이애시에 물을 혼합하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 LCD 혼입 저알칼리 시멘트콘크리트 결합재 조성물의 제조방법.

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

제 14항에 있어서,

상기 물을 혼합하는 단계에서, 잔골재 및 혼화제를 함께 혼합하는 것을 특징으로 하는 LCD 혼입 저알칼리 시멘트콘크리트 결합재 조성물의 제조방법.

청구항 19

시멘트콘크리트 결합재 조성물에 있어서,

제 14항 또는 제18항에 따른 제조방법에 의해 제조된 것을 특징으로 하는 LCD 혼입 저알칼리 시멘트콘크리트 결합재 조성물.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 LCD 혼입 저알칼리 시멘트콘크리트 결합재 조성물, 그 조성물의 제조방법, 그 조성물을 포함하는 콘크리트 구조물에 대한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래 콘크리트에는 강도를 높이기 위해 모래 골재가 배합(모르타르)되게 된다. 그러나 이러한 자연 모래의 고갈로 수급이 불안정하고 콘크리트의 가격이 높아지게 되는 문제가 발생되고 있다.

- [0003] 또한 현재 국내에서는 상당한 양의 유리제품이 생산되고 있으며, 이들이 각각의 용도에 맞게 사용되고 있다. 그러나, 이러한 많은 양의 유리제품들이 그 용도를 다하여 폐기할 때, 타용도의 원료로서, 예컨대 유리섬유, 그라스 비드, 그라스 타일 및 그라스 블록 등에 일부 재활용되고 있으나, 전체 폐유리의 재활용은 그 정도가 크지 않으며, 상당히 많은 양이 폐유리로서 전량 매립되어 폐기 처리되는 실정이다. 이러한 폐유리는 현재 환경오염의 큰 원인이 되고 있다. 따라서 폐유리를 골재로 사용하여 콘크리트를 제조하는 방법을 통해 폐유리의 재활용률을 극대화하고, 환경문제의 대안을 제시 할 수 있으며, 이를 이용하여 콘크리트를 제조하는 방법을 사용하고 있다.
- [0004] 종래 공개된 대한민국 공개특허 제2001-0045071호는 일반모르타르에 폐유리 골재를 혼입한 콘크리트에 대해 기재하고 있다. 즉, 공개특허 제2001-0045071호에는 시멘트량의 일부를 폐유리분말로 대체하고, 이러한 폐유리분말의 입경은 0.075 ~ 0.04mm정도이고, 혼입량은 시멘트 전체 중량에 대해 10 ~ 15중량%정도를 갖는다고 기재하고 있다.
- [0005] 또한, 종래 공개된 대한민국 등록특허 제1018009호(발명의 명칭:결합재로 폐유리 미분말과 플라이애시를 이용한 무시멘트콘크리트의 제조방법)는 폐유리 미분말과 플라이애시(fly ash)를 이용한 무시멘트 콘크리트의 제조방법에 대해 기재하고 있다. 즉, 시멘트를 대신하여 결합체로서 적정비율의 폐유리 미분말과 플라이애시를 동시에 적용한 콘크리트에 대해 기재하고 있다.
- [0006] 그리고, 대한민국 등록특허 제616454호(발명의 명칭:산업폐기물을 이용한 콘크리트 혼화용 조성물, 이를 포함한 콘크리트 고정물 및 콘크리트 구조물) 역시, 플라이애시와 폐유리 가공분말을 혼입한 콘크리트 혼화용 조성물을 기재하고 있고, 성분비율에 대해 플라이애시 10 ~ 90중량부, 고로슬래그 10 ~ 150중량부, 입도가 5 ~ 20mm인 바텀애시(Bottom ash) 100 ~ 500중량부 및 입경이 1mm이하인 폐유리 가공분말 100 ~ 700중량부를 갖는다고 기재하고 있다.
- [0007] 그러나 이러한 종래 폐유리 골재를 혼입한 콘크리트용 조성물의 경우에 폐유리 골재의 혼입량 및 입경의 크기에 많은 제한이 있으며, 이는 폐유리 골재의 혼입에 따른 알칼리-실리카 반응에 의한 팽창성 쉼이 형성되는 것을 막기 위함이다. 이를 위해 폐유리 골재의 경우 입경을 1mm 이하가 되도록 제조하는 공정이 필요하며, 이는 폐유리 골재의 제조단가가 상승하게 되며, 입경에 따라 골재 대체체로써 혼입량이 극히 제한된다. 이에따라 폐유리의 재활용의 범위와 활용에 있어 문제점이 있다.
- [0008] 도 1은 시멘트와 폐유리 골재 간의 알칼리-실리카 반응식을 모식적으로 나타낸 것이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 폐유리 골재의 주성분은 이산화규소(SiO_2)로 구성되고, 이러한 이산화규소는 시멘트의 알칼리 성분인 산화나트륨(Na_2O) 또는 산화칼륨(K_2O)과 알칼리-실리카 반응을 발생시키게 된다. 이러한 알칼리-실리카 반응에 의해 골재 주위로부터 팽창성 쉼이 형성되게 된다.
- [0009] 또한, 대한민국 등록특허 제1367506호(발명의 명칭 : 알칼리-실리카 반응억제 폐유리 골재 혼입 시멘트콘크리트 결합재 조성물)는 일반 모르타르에서 시멘트 일부를 폐유리슬러지로 치환한 시멘트콘크리트 결합재 조성물에 대해 기재하고 있다. 이러한 기존 특허는 시멘트 일부를 폐유리슬러지로 치환하게 되어, 일반 모르타르 대비 알칼리-실리카 반응을 억제하고, 보다 높은 압축강도를 실현할 수 있다고 기재하고 있다.
- [0010] 그러나, 이러한 폐유리슬러지의 경우 역시 알칼리 성분을 다량 포함하고 있어 알칼리-실리카 반응에 의한 팽창성 쉼이 여전히 형성되게 되고, 현재 폐유리슬러지의 잔존량이 부족하여 실질적으로 폐유리슬러지를 적용하는데 비용적인 문제가 존재하게 된다.
- [0011] 또한, 최근에는 각종 디스플레이 기기들이 개발됨에 따라 LCD를 적용한 각종 제품들이 널리 보급되고 있으며, 이에 따라 LCD폐유리도 날로 증가하고 있는 상황이다. 이러한 LCD(Liquid crystal display)폐유리는 LCD제품 생산공정 중 유리판을 절단하다 남은 자투리에서 파생되거나 버려지는 LCD 제품에서 파생된다.
- [0012] 이러한 LCD 폐유리는 매립하는 방법으로 폐기처리를 하는 것이 일반적이다. 하지만, 폐기장소 부족문제와 폐기비용 증가문제를 해결하는 한편 매립에 따른 환경오염을 방지하기 위해서라도 이러한 LCD 폐유리를 재활용할 수 있는 방안, 연구가 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0013] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제1367506호
(특허문헌 0002) 대한민국 공개특허 제2001-0045071호
(특허문헌 0003) 대한민국 등록특허 제1018009호
(특허문헌 0004) 대한민국 등록특허 제616454호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0014] 따라서 본 발명은 상기와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 일실시예에 따르면, 일반 시멘트콘크리트 결합재 조성물에서 기존 페유리슬러지를 혼입한 경우와 대비하여, LCD페유리와 플라이애시를 포함시켜 알칼리-실리카 반응을 억제할 수 있고, 보다 상승된 압축강도를 가질 수 있는 LCD혼입 저알칼리 시멘트콘크리트 결합재 조성물 및 그 조성물을 포함하는 콘크리트 구조물을 제공하게 된다.
- [0015] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 알칼리 성분을 거의 포함하고 있지 않은 LCD 페유리와 플라이애시의 혼입을 통해, 알칼리-실리카 반응에 의한 콘크리트의 유해 팽창성이 억제되며, 콘크리트 조직은 더욱 치밀해져 내구성을 증가시킬 수 있는 LCD혼입 저알칼리 시멘트콘크리트 결합재 조성물 및 그 조성물을 포함하는 콘크리트 구조물을 제공하게 된다.
- [0016] 그리고, LCD페유리, 플라이애시 등 산업부산물을 이용하기 때문에 고내구성을 확보하면서도 환경오염물질을 재활용할 수 있는 LCD혼입 저알칼리 시멘트콘크리트 결합재 조성물 및 조성물을 포함하는 콘크리트 구조물을 제공하게 된다.
- [0017] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 기존 페유리슬러지와 대비하여, LCD페유리, 플라이애시를 치환한 경우, 보다 작은 분말도로도 보다 높은 압축강도, 낮은 팽창률을 실현할 수 있어, 분쇄비용에 따른 제조단가를 낮출 수 있어 경제적으로 제조, 생산이 가능한 LCD혼입 저알칼리 시멘트콘크리트 결합재 조성물 및 그 조성물을 포함하는 콘크리트 구조물을 제공하게 된다.
- [0018] 한편, 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0019] 본 발명의 제1목적은, 시멘트콘크리트 결합재 조성물에 있어서, 시멘트, LCD 페유리 및 물을 포함하는 것을 특징으로 하는 LCD 혼입 저알칼리 시멘트콘크리트 결합재 조성물로서 달성될 수 있다.
- [0020] 그리고, 플라이애시를 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0021] 또한, 상기 LCD 페유리는 분말형태인 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 제2목적은, 시멘트 100중량부와 물 30 ~ 60 중량부의 비율로 혼합된 일반 시멘트 콘크리트에서, 상기 시멘트의 전체 중량 중 10 ~ 20중량%를 LCD 페유리로 치환하고, 상기 시멘트의 8 ~ 15중량%를 플라이애시로 치환하고, 상기 LCD 페유리는 분말도가 $4000 \sim 5000 \text{cm}^2/\text{g}$ 로 상기 시멘트와 혼합분쇄된 분말형태이며, 상기 LCD 페유리는, Na_2O , K_2O 의 성분이 0.025중량% 미만이고, 91일 후의 압축강도는 67MPa이상이며, 팽창률은 0.35%이하인 것을 특징으로 하는 LCD 혼입 저알칼리 시멘트콘크리트 결합재 조성물로서 달성될 수 있다.
- [0023] 삭제
- [0024] 삭제

[0025] 삭제

[0026] 삭제

[0027] 삭제

[0028] 본 발명의 제3목적은, 콘크리트 구조물에 있어서, 앞서 언급한 제1목적, 제2목적에 따른 LCD 혼입 저알칼리 시멘트콘크리트 결합재 조성물을 포함하는 콘크리트 구조물로서 달성될 수 있다.

[0029] 본 발명의 제4목적은, 시멘트콘크리트 결합재 조성물의 제조방법에 있어서, 시멘트와, LCD 폐유리를 준비하는 단계; 준비된 상기 시멘트와 상기 LCD 폐유리를 혼합분쇄하는 단계; 및 혼합분쇄된 상기 시멘트와 LCD 폐유리에 물을 혼합하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 LCD 혼입 저알칼리 시멘트콘크리트 결합재 조성물의 제조방법으로서 달성될 수 있다.

[0030] 그리고, 시멘트 100중량부와 물 30 ~ 60 중량부의 비율로 혼합되며, 상기 시멘트의 전체 중량 중 10 ~ 20중량%를 LCD 폐유리로 치환하고, 상기 시멘트의 8 ~ 15중량%를 플라이애시로 치환하고, 상기 LCD 폐유리는 분말도가 $4000 \sim 5000 \text{cm}^2/\text{g}$ 로 상기 시멘트와 혼합분쇄된 분말형태이며, 상기 LCD 폐유리는, Na_2O , K_2O 의 성분이 0.025중량% 미만이고, 91일 후의 압축강도는 67MPa이상이며, 팽창률은 0.35%이하인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0031] 삭제

[0032] 삭제

[0033] 삭제

[0034] 본 발명의 제5목적은, 시멘트콘크리트 결합재 조성물에 있어서, 앞서 언급한 제4목적에 따른 제조방법에 의해 제조된 것을 특징으로 하는 LCD 혼입 저알칼리 시멘트콘크리트 결합재 조성물로서 달성될 수 있다.

발명의 효과

[0035] 본 발명의 일실시예에 따르면, 일반 시멘트콘크리트 결합재 조성물에서 기존 폐유리슬러지를 혼입한 경우와 대비하여, LCD폐유리와 플라이애시를 포함시켜 알칼리-실리카 반응을 억제할 수 있고, 보다 상승된 압축강도를 가질 수 있는 효과를 갖는다.

[0036] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 알칼리 성분을 거의 포함하고 있지 않은 LCD 폐유리와 플라이애시의 혼입을 통해, 알칼리-실리카 반응에 의한 콘크리트의 유해 팽창성이 억제되며, 콘크리트 조직은 더욱 치밀해져 내구성을 증가시킬 수 있는 효과를 갖는다.

[0037] 그리고, LCD폐유리, 플라이애시 등 산업부산물을 이용하기 때문에 고내구성을 확보하면서도 환경오염물질을 재활용할 수 있는 장점이 있다.

[0038] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 기존 폐유리슬러지와 대비하여, LCD폐유리, 플라이애시를 치환한 경우, 보다 작은 분말도로도 보다 높은 압축강도, 낮은 팽창률을 실현할 수 있어, 분쇄비용에 따른 제조단가를 낮출 수 있어 경제적으로 제조, 생산이 가능한 장점이 있다.

[0039] 한편, 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0040]

본 명세서에 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 일 실시예를 예시하는 것이며, 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에만 한정되어 해석되어서는 아니 된다.

도 1은 페유리 주성분과 시멘트의 알칼리 성분 간의 알칼리-실리카 반응식,

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 LCD 혼입 저알칼리 시멘트콘크리트 결합재 조성물의 제조방법의 흐름도,

도 3은 병유리, 페유리슬러지, LCD 페유리, 자동차 유리의 성분비 표,

도 4는 플라이애시, 페유리슬러지, LCD 페유리, LCD페유리와 플라이애시의 전 알칼리량을 나타낸 표,

도 5는 시멘트, 플라이애시, 분말도 $4500\text{cm}^2/\text{g}$ 의 LCD 페유리 및 분말도 $4410\text{cm}^2/\text{g}$ 의 페유리슬러지의 입도에 대한 누적분포 그래프,

도 6은 본 발명의 다양한 실시예에 따른 시멘트콘크리트 결합재 조성물의 7일, 28일, 56, 91일에 대한 압축강도를 나타낸 표,

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 일반 시멘트콘크리트 결합재 조성물(OPC), 시멘트가 페유리슬러지 20중량%로 치환된 시멘트콘크리트 결합재 조성물(WGS20), 시멘트 20중량%가 분말도 $4500\text{cm}^2/\text{g}$ 의 LCD페유리로 치환된 시멘트콘크리트 결합재 조성물(LCD4500_20) 및 시멘트 10중량%가 분말도 $4500\text{cm}^2/\text{g}$ 의 LCD페유리로 치환되고 시멘트 10중량%가 플라이애시로 치환된 시멘트콘크리트 결합재 조성물(LCD4500FA)의 7일, 28일, 56일, 91일에 대한 압축강도를 나타낸 그래프,

도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 OPC, WGS20, 시멘트 20중량%가 분말도 $3500\text{cm}^2/\text{g}$ 의 LCD페유리로 치환된 시멘트콘크리트 결합재 조성물(LCD3500_20) 및 시멘트 10중량%가 분말도 $3500\text{cm}^2/\text{g}$ 의 LCD페유리로 치환되고 시멘트 10중량%가 플라이애시로 치환된 시멘트콘크리트 결합재 조성물(LCD3500FA)의 7일, 28일, 56일, 91일에 대한 압축강도를 나타낸 그래프,

도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 OPC, WGS20, 시멘트 20중량%가 분말도 $2500\text{cm}^2/\text{g}$ 의 LCD페유리로 치환된 시멘트콘크리트 결합재 조성물(LCD2500_20) 및 시멘트 10중량%가 분말도 $2500\text{cm}^2/\text{g}$ 의 LCD페유리로 치환되고 시멘트 10중량%가 플라이애시로 치환된 시멘트콘크리트 결합재 조성물(LCD2500FA)의 7일, 28일, 56일, 91일에 대한 압축강도를 나타낸 그래프,

도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 OPC, WGS20, LCD2500_20, LCD3500_20, LCD4500_20의 7일, 28일, 56일, 91일에 대한 압축강도를 나타낸 그래프,

도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 OPC, WGS20, LCD4500_10, LCD4500_20, LCD4500FA, LCD4500_25의 7일, 28일, 56일, 91일에 대한 압축강도를 나타낸 그래프,

도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 OPC, WGS20, LCD3500_10, LCD3500_20, LCD3500FA, LCD3500_25의 7일, 28일, 56일, 91일에 대한 압축강도를 나타낸 그래프,

도 13은 본 발명의 일실시예에 따른 OPC, WGS20, LCD2500_10, LCD2500_20, LCD2500FA, LCD2500_25의 7일, 28일, 56일, 91일에 대한 압축강도를 나타낸 그래프,

도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 OPC, WGS20, LCD2500FA, LCD3500FA, LCD4500FA의 7일, 28일, 56일, 91일에 대한 압축강도를 나타낸 그래프,

도 15는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 시간(구분 1에서 10)에 따른 팽창률을 나타낸 표,

도 16은 본 발명의 일실시예에 따른 OPC, WGS20, LCD4500_20, LCD4500FA의 시간에 대한 팽창률 그래프,

도 17은 본 발명의 일실시예에 따른 OPC, WGS20, LCD3500_20, LCD3500FA의 시간에 대한 팽창률 그래프,

도 18은 본 발명의 일실시예에 따른 OPC, WGS20, LCD2500_20, LCD2500FA의 시간에 대한 팽창률 그래프,

도 19는 본 발명의 일실시예에 따른 OPC, WGS20, LCD4500_20, LCD3500_20, LCD2500_20의 시간에 대한 팽창률 그래프,

도 20은 본 발명의 일실시예에 따른 OPC, WGS20, LCD4500_10, LCD4500_20, LCD4500FA의 시간에 대한 팽창률 그래프,

도 21은 본 발명의 일실시예에 따른 OPC, WGS20, LCD3500_10, LCD3500_20, LCD3500FA의 시간에 대한 팽창률 그래프,

도 22는 본 발명의 일실시예에 따른 OPC, WGS20, LCD2500_10, LCD2500_20, LCD2500FA의 시간에 대한 팽창률 그래프,

도 23은 본 발명의 일실시예에 따른 OPC, WGS20, LCD4500FA, LCD3500FA, LCD2500FA의 시간에 대한 팽창률 그래프를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0041] 이상의 본 발명의 목적들, 다른 목적들, 특징들 및 이점들은 첨부된 도면과 관련된 이하의 바람직한 실시예들을 통해서 쉽게 이해될 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 통상의 기술자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.

[0042] 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소 상에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소 상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 구성요소가 개재될 수도 있다는 것을 의미한다. 또한 도면들에 있어서, 구성요소들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.

[0043] 본 명세서에서 기술하는 실시예들은 본 발명의 이상적인 예시도인 단면도 및/또는 평면도들을 참고하여 설명될 것이다. 도면들에 있어서, 막 및 영역들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다. 따라서 제조 기술 및/또는 허용 오차 등에 의해 예시도의 형태가 변형될 수 있다. 따라서 본 발명의 실시예들은 도시된 특정 형태로 제한되는 것이 아니라 제조 공정에 따라 생성되는 형태의 변화도 포함하는 것이다. 예를 들면, 직각으로 도시된 식각 영역은 라운드지거나 소정 곡률을 가지는 형태일 수 있다. 따라서 도면에서 예시된 영역들은 속성을 가지며, 도면에서 예시된 영역들의 모양은 소자의 영역의 특정 형태를 예시하기 위한 것이며 발명의 범주를 제한하기 위한 것이 아니다. 본 명세서의 다양한 실시예들에서 제1, 제2 등의 용어가 다양한 구성요소들을 기술하기 위해서 사용되었지만, 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 구성요소를 다른 구성요소와 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 여기에 설명되고 예시되는 실시예들은 그것의 상보적인 실시예들도 포함한다.

[0044] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 '포함한다(comprises)' 및/또는 '포함하는(comprising)'은 언급된 구성요소는 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

[0045] 아래의 특정 실시예들을 기술하는데 있어서, 여러 가지의 특정적인 내용들은 발명을 더 구체적으로 설명하고 이해를 돕기 위해 작성되었다. 하지만 본 발명을 이해할 수 있을 정도로 이 분야의 지식을 갖고 있는 독자는 이러한 여러 가지의 특정적인 내용들이 없어도 사용될 수 있다는 것을 인지할 수 있다. 어떤 경우에는, 발명을 기술하는 데 있어서 흔히 알려졌으면서 발명과 크게 관련 없는 부분들은 본 발명을 설명하는데 있어 별 이유 없이 혼돈이 오는 것을 막기 위해 기술하지 않음을 미리 언급해 둔다.

[0046] <구성 및 제조방법>

[0047] 이하에서는 본 발명의 일실시예에 따른 LCD 혼입 저알칼리 시멘트콘크리트 결합재 조성물의 구성 및 제조방법에 대해 설명하도록 한다. 먼저, 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 LCD 혼입 저알칼리 시멘트콘크리트 결합재 조성물의 제조방법의 흐름도를 도시한 것이다. 그리고, 도 3은 병유리, 폐유리슬러지, LCD 폐유리, 자동차 유리의 성분비 표를 도시한 것이다. 또한, 도 4는 플라이애시, 폐유리슬러지, LCD 폐유리, LCD폐유리와 플라이애시의 전 알칼리량을 나타낸 표를 도시한 것이다.

[0048] 본 발명의 일실시예에 따른 LCD 혼입 저알칼리 시멘트콘크리트 결합재 조성물은, 시멘트, LCD 폐유리, 플라이애시 및 물 등을 포함하여 구성되게 된다.

- [0049] 즉, 시멘트와 물이 혼합된 일반 모르타르에서 시멘트 일부를 페유리슬러지로 치환하였던 것을 본 발명의 일실시예에서는 시멘트 일부를 LCD 페유리와 플라이애시로 치환하였고, 이러한 일부시멘트가 LCD 페유리와 플라이애시로 시멘트콘크리트 결합재 조성물에 대해 후에 설명되는 바와 같이, 압축강도와 알칼리-실리카 반응에 의한 팽창률을 분석하였다.
- [0050] 본 발명의 일실시예에 따른 LCD 혼입 저알칼리 시멘트콘크리트 결합재 조성물에 적용되는 LCD 페유리는 분말형태이며, 분말도는 $2000 \sim 5000\text{cm}^2/\text{g}$ 정도이다
- [0051] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 LCD 혼입 저알칼리 시멘트콘크리트 결합재 조성물은, 시멘트 25 ~ 50중량%와 물 25 ~ 55중량%, LCD 페유리 8 ~ 25중량% 및 5 ~ 15중량%를 플라이애시의 배합비로 구성되게 된다.
- [0052] 즉, 기존 일반 모르타르의 경우, 시멘트 100중량부를 기준으로 35 ~ 65중량부 정도의 물이 혼합되게 되며, 이러한 시멘트의 중량에서 8 ~ 30%정도를 LCD 페유리로 치환, 대체하고, 5 ~ 15 중량%정도를 플라이애시로 치환하여 구성되게 된다. 구체적인 실시예들에 따른 압축강도와 팽창률은 추후 실험데이터를 통해 설명하도록 한다.
- [0053] 그리고, 도 3에 도시된 바와 같이, 각종 페유리에 대한 화학성분에서 알칼리-실리카 반응을 일으키게 되는 알칼리성분인 Na_2O 와 K_2O 의 비율이 LCD가 현저히 낮음을 알 수 있다.
- [0054] 보다 구체적으로, 도 4에 도시된 바와 같이, 플라이애시(FA)와, $4410\text{cm}^2/\text{g}$ 의 분말도를 갖는 페유리슬러지(WGS), $4500\text{cm}^2/\text{g}$ 의 분말도를 갖는 LCD페유리, $4500\text{cm}^2/\text{g}$ 의 분말도를 갖는 LCD페유리(이하 LCD4500)와 플라이애시를 혼합한 조성물(이하 LCD4500FA)에 대한 전 알칼리량(Na_2O 와 K_2O)의 비율은 FA의 경우 1.85중량%, WGS의 경우 7.77중량%, LCD4500의 경우 0.02, LCD4500FA 0.39로서, LCD 페유리의 경우가 페유리슬러지와 대비하여 전 알칼리량이 현저히 작음을 알 수 있다. 결국 유사한 분말도에 대하여 전 알칼리량이 현저히 작아, 추후 실험데이터에 나타나는 바와 같이, 알칼리-실리카 반응에 의한 팽창률이 작게 될 것임을 알 수 있다.
- [0055] 또한, 기존 페유리슬라지를 대신하여 LCD페유리로 시멘트를 치환, 대체한 본 발명의 경우, 추후 실험데이터에서 설명되는 바와 같이, 91일 후의 압축강도는 55MPa이상이 되어 기존 페유리슬라지(WGS)를 함유한 것과 대비하여 동등한 압축강도를 가질 수 있게 된다.
- [0056] 또한, 또한, LCD 페유리를 WGS와 유사한 분말도인 $4500\text{cm}^2/\text{g}$ 으로 한 경우, 팽창률은 약 0.06%정도가 되어 WGS를 혼합한 경우의 팽창률 0.275%와 대비하여 현저하게 팽창률이 감소되게 된다.
- [0057] 또한, 후에 실험데이터에서 상세히 설명되는 바와 같이, 일반 모르타르에서 시멘트 일부를 LCD 페유리와 플라이애시로 치환, 대체한 경우, 91일 후의 압축강도는 62MPa이상이 되어 페유리슬러지로 대체한 것과 대비하여 압축강도가 상승되게 된다.
- [0058] 또한, LCD 페유리를 WGS와 유사한 분말도인 $4500\text{cm}^2/\text{g}$ 으로 하고 플라이애시를 혼합한 경우, 팽창률은 약 0.032%정도가 되어 WGS를 혼합한 경우의 팽창률 0.275%와 대비하여 현저하게 팽창률이 감소되게 된다.
- [0059] 이하에서는 본 발명의 일실시예에 따른 LCD 혼입 저알칼리 시멘트콘크리트 결합재 조성물의 제조방법에 대해 설명하도록 한다. 먼저, 시멘트와, LCD 페유리, 플라이애시를 준비하도록 한다(S1).
- [0060] 그리고, 준비된 시멘트와 LCD 페유리 및 플라이애시를 혼합하여, 동시에 볼밀 등과 같은 분쇄수단에 의해 혼합분쇄를 하게 된다(S2). 구체적인 실시예에서는 추후 설명되는 바와 같이, 분말도를 $2500\text{cm}^2/\text{g}$, $3500\text{cm}^2/\text{g}$, $4500\text{cm}^2/\text{g}$ 3가지로 하여 시멘트와 LCD 페유리 및 플라이애시를 혼합분쇄하였다.
- [0061] 그리고, 혼합분쇄된 시멘트와 LCD 페유리 및 플라이애시에 물, 잔골재, 혼화제 등을 혼합하게 된다(S3).
- [0062] 앞서 언급한 바와 같이, 제조된 LCD 혼입 저알칼리 시멘트콘크리트 결합재 조성물은, 시멘트 25 ~ 50중량%와 물 25 ~ 55중량%, LCD 페유리 8 ~ 25중량% 및 플라이애시 5 ~ 15중량%를 포함하게 된다.
- [0063] <실험데이터>
- [0064] 이하에서는 앞서 언급한 본 발명의 일실시예에 따른 LCD 혼입 저알칼리 시멘트콘크리트 결합재 조성물과 일반모르타르 및 기존 페유리슬러지가 치환대체된 콘크리트 간의 압축강도와 팽창률에 대한 비교 실험데이터 설명하도

록 한다.

- [0065] 도 5는 시멘트, 플라이애시, 분말도 $4500\text{cm}^2/\text{g}$ 의 LCD 페유리 및 분말도 $4410\text{cm}^2/\text{g}$ 의 페유리슬러지의 입도에 대한 누적분포 그래프를 도시한 것이다. 그리고, 도 6은 본 발명의 다양한 실시예에 따른 시멘트콘크리트 결합재 조성물의 7일, 28일, 56일에 대한 압축강도를 나타낸 표를 도시한 것이다.
- [0066] 도 6에 도시된 바와 같이, 일반모르타르(이하 OPC)와 일반모르타르에 포함된 시멘트의 20중량%를 페유리슬러지로 대체된 콘크리트(이하 FA20), 일반모르타르에 포함된 시멘트의 20중량%를 페유리슬러지로 대체된 콘크리트(이하 WGS20)와 본 발명에 의한 12가지의 실시예에 의해 제조된 시멘트콘크리트 결합재 조성물 간의 압축강도를 실험하였다.
- [0067] 각 실시예에 대한 배합비를 설명하면, OPC의 경우 시멘트 100중량부에 대해 48.5중량부의 물을 혼합하였고, FA20은 이러한 OPC에 포함된 시멘트 전체 중량100%에서 20중량%를 플라이애시로 치환한 것이고, WGS20은 OPC에 포함된 시멘트 전체 중량100%에서 20중량%를 페유리슬러지로 치환한 것이며 이러한 WGS20에 포함되는 페유리슬러지의 분말도는 $4410\text{cm}^2/\text{g}$ 이다.
- [0068] 그리고, 본 발명의 실시예인 LCD2500_10은 OPC에 포함된 시멘트 전체 중량100%에서 10중량%를 분말도 $2500\text{cm}^2/\text{g}$ 의 LCD페유리로 치환한 것이고, LCD2500_20은 OPC에 포함된 시멘트 전체 중량100%에서 20중량%를 분말도 $2500\text{cm}^2/\text{g}$ 의 LCD페유리로 치환한 것이고, LCD2500_25는 OPC에 포함된 시멘트 전체 중량100%에서 25중량%를 분말도 $2500\text{cm}^2/\text{g}$ 의 LCD페유리로 치환한 것이고, LCD2500FA는 OPC에 포함된 시멘트 전체 중량100%에서 10중량%를 분말도 $2500\text{cm}^2/\text{g}$ 의 LCD페유리로 치환하고 시멘트 10중량%를 FA로 치환한 것이다.
- [0069] 그리고, 본 발명의 실시예인 LCD3500_10은 OPC에 포함된 시멘트 전체 중량100%에서 10중량%를 분말도 $3500\text{cm}^2/\text{g}$ 의 LCD페유리로 치환한 것이고, LCD3500_20은 OPC에 포함된 시멘트 전체 중량100%에서 20중량%를 분말도 $3500\text{cm}^2/\text{g}$ 의 LCD페유리로 치환한 것이고, LCD3500_25는 OPC에 포함된 시멘트 전체 중량100%에서 25중량%를 분말도 $3500\text{cm}^2/\text{g}$ 의 LCD페유리로 치환한 것이고, LCD3500FA는 OPC에 포함된 시멘트 전체 중량100%에서 10중량%를 분말도 $3500\text{cm}^2/\text{g}$ 의 LCD페유리로 치환하고 시멘트 10중량%를 FA로 치환한 것이다.
- [0070] 그리고, 본 발명의 실시예인 LCD4500_10은 OPC에 포함된 시멘트 전체 중량100%에서 10중량%를 분말도 $4500\text{cm}^2/\text{g}$ 의 LCD페유리로 치환한 것이고, LCD4500_20은 OPC에 포함된 시멘트 전체 중량100%에서 20중량%를 분말도 $4500\text{cm}^2/\text{g}$ 의 LCD페유리로 치환한 것이고, LCD4500_25는 OPC에 포함된 시멘트 전체 중량100%에서 25중량%를 분말도 $4500\text{cm}^2/\text{g}$ 의 LCD페유리로 치환한 것이고, LCD4500FA는 OPC에 포함된 시멘트 전체 중량100%에서 10중량%를 분말도 $2500\text{cm}^2/\text{g}$ 의 LCD페유리로 치환하고 시멘트 10중량%를 FA로 치환한 것이다.
- [0071] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 일반 시멘트콘크리트 결합재 조성물(OPC), 시멘트가 페유리슬러지 20중량%로 치환된 시멘트콘크리트 결합재 조성물(WGS20), 시멘트 20중량%가 분말도 $4500\text{cm}^2/\text{g}$ 의 LCD페유리로 치환된 시멘트콘크리트 결합재 조성물(LCD4500_20) 및 시멘트 10중량%가 분말도 $4500\text{cm}^2/\text{g}$ 의 LCD페유리로 치환되고 시멘트 10중량%가 플라이애시로 치환된 시멘트콘크리트 결합재 조성물(LCD4500FA)의 7일, 28일, 56일, 91일에 대한 압축강도를 나타낸 그래프를 도시한 것이다.
- [0072] 도 6 및 도 7에 도시된 바와 같이, 페유리슬러지와 유사한 분말도인 $4500\text{cm}^2/\text{g}$ 의 LCD페유리를 20중량% 치환한 경우(LCD4500_20), WGS_20과 대비하여 동등한 압축강도를 가짐을 알 수 있고, 플라이애시와 함께 혼합한 경우(LCD4500FA), 기존 WGS_20과 대비하여 더 높은 압축강도를 가지게 됨을 알 수 있다.
- [0073] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 OPC, WGS20, 시멘트 20중량%가 분말도 $3500\text{cm}^2/\text{g}$ 의 LCD페유리로 치환된 시멘트콘크리트 결합재 조성물(LCD3500_20) 및 시멘트 10중량%가 분말도 $3500\text{cm}^2/\text{g}$ 의 LCD페유리로 치환되고 시멘트 10중량%가 플라이애시로 치환된 시멘트콘크리트 결합재 조성물(LCD3500FA)의 7일, 28일, 56일, 91일에 대한 압축강도를 나타낸 그래프를 도시한 것이다. 도 8에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에서 기존 페유리슬러지

보다 낮은 분말도를 가짐에도 불구하고, 플라이애시와 LCD폐유리를 함께 혼합 한 경우(LCD3500FA) 기존 WGS보다 높은 압축강도를 가지게 됨을 알 수 있다.

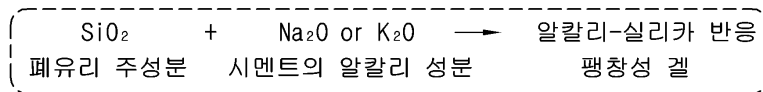
- [0074] 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 OPC, WGS20, 시멘트 20중량%가 분말도 $2500\text{cm}^2/\text{g}$ 의 LCD폐유리로 치환된 시멘트 콘크리트 결합재 조성물(LCD2500_20) 및 시멘트 10중량%가 분말도 $2500\text{cm}^2/\text{g}$ 의 LCD폐유리로 치환되고 시멘트 10중량%가 플라이애시로 치환된 시멘트 콘크리트 결합재 조성물(LCD2500FA)의 7일, 28일, 56일, 91일에 대한 압축강도를 나타낸 그래프를 도시한 것이다.
- [0075] 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 OPC, WGS20, LCD2500_20, LCD3500_20, LCD4500_20의 7일, 28일, 56일, 91일에 대한 압축강도를 나타낸 그래프를 도시한 것이다. 즉, 도 10에 도시된 바와 같이, 폐유리슬러지 대신 LCD 폐유리로 시멘트를 치환한 경우, 유사한 분말도 상에서 LCD폐유리는 폐유리슬러지와 대비하여 동등한 압축강도를 가질 수 있음을 알 수 있다.
- [0076] 도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 OPC, WGS20, LCD4500_10, LCD4500_20, LCD4500FA, LCD4500_25의 7일, 28일, 56일, 91일에 대한 압축강도를 나타낸 그래프를 도시한 것이다. 그리고, 도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 OPC, WGS20, LCD3500_10, LCD3500_20, LCD3500FA, LCD3500_25의 7일, 28일, 56일, 91일에 대한 압축강도를 나타낸 그래프를 도시한 것이고, 도 13은 본 발명의 일실시예에 따른 OPC, WGS20, LCD2500_10, LCD2500_20, LCD2500FA, LCD2500_25의 7일, 28일, 56일, 91일에 대한 압축강도를 나타낸 그래프를 도시한 것이다.
- [0077] 도 11 내지 도 13에 도시된 바와 같이, LCD폐유리의 시멘트 치환량이 약 20%인 경우는 10%인 경우와 대비하여 압축강도가 상승되나, 25%를 치환한 경우는 20%와 대비하여 압축강도가 감소되게 됨을 알 수 있으며, 플라이애시와 함께 혼합하게 되는 경우 현저하게 압축강도가 상승하게 됨을 알 수 있다.
- [0078] 도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 OPC, WGS20, LCD2500FA, LCD3500FA, LCD4500FA의 7일, 28일, 56일, 91일에 대한 압축강도를 나타낸 그래프를 도시한 것이다. 도 14에 도시된 바와 같이, 플라이애시와 다양한 분말도의 LCD폐유리를 혼합한 경우를 보면, 기존 WGS의 분말도(분말도 $4410\text{cm}^2/\text{g}$)보다 작은 분말도를 갖는 경우에도 압축강도가 상승하게 됨을 알 수 있다. 따라서, LCD폐유리와 플라이애시를 함께 혼합하게 되는 경우 낮은 분말 제조비용에서도 보다 높은 압축강도를 실현할 수 있게 됨을 알 수 있다.
- [0079] 도 15는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 시간(구분 1에서 10)에 따른 팽창률을 나타낸 표를 나타낸 것이다. 도 16은 본 발명의 일실시예에 따른 OPC, WGS20, LCD4500_20, LCD4500FA의 시간에 대한 팽창률 그래프를 도시한 것이다. 앞서 언급한 바와 같이, LCD 폐유리는 기존 폐유리슬러지와 대비하여 전 알칼리량이 현저히 작으므로, 알칼리-실리카 반응에 의한 팽창률을 현저하게 감소시키게 된다.
- [0080] 도 16에 도시된 바와 같이, 기존 폐유리슬러지와 유사한 분말도 하에서 LCD4500_20과 LCD4500FA는 WGS20과 대비하여 팽창률이 현저히 감소됨을 알 수 있다(WGS20 = 0.275%, LCD4500_20 = 0.062%, LCD4500FA = 0.032%).
- [0081] 도 17은 본 발명의 일실시예에 따른 OPC, WGS20, LCD3500_20, LCD3500FA의 시간에 대한 팽창률 그래프를 도시한 것이다. 그리고, 도 18은 본 발명의 일실시예에 따른 OPC, WGS20, LCD2500_20, LCD2500FA의 시간에 대한 팽창률 그래프를 도시한 것이다. 도 17 및 도 18에 도시된 바와 같이, WGS20의 분말도(분말도 $4410\text{cm}^2/\text{g}$)보다 작은 분말도를 갖는 경우에도 팽창률이 감소하게 됨을 알 수 있다. 특히, LCD폐유리와 플라이애시를 함께 혼합하게 되는 경우 낮은 분말 제조비용에서도 보다 낮은 팽창률을 갖게 될 수 있다.
- [0082] 도 19는 본 발명의 일실시예에 따른 OPC, WGS20, LCD4500_20, LCD3500_20, LCD2500_20의 시간에 대한 팽창률 그래프를 도시한 것이다. 도 19에 도시된 바와 같이, 분말도가 높아질수록 팽창률이 WGS20과 대비하여 현저히 감소되지만, $3500\text{cm}^2/\text{g}$, $2500\text{cm}^2/\text{g}$ 의 분말도에서도 기존 WGS20과 대비 팽창률이 감소되어 짐을 알 수 있다.
- [0083] 도 20은 본 발명의 일실시예에 따른 OPC, WGS20, LCD4500_10, LCD4500_20, LCD4500FA의 시간에 대한 팽창률 그래프를 도시한 것이다. 그리고, 도 21은 본 발명의 일실시예에 따른 OPC, WGS20, LCD3500_10, LCD3500_20, LCD3500FA의 시간에 대한 팽창률 그래프를 도시한 것이다. 또한, 도 22는 본 발명의 일실시예에 따른 OPC, WGS20, LCD2500_10, LCD2500_20, LCD2500FA의 시간에 대한 팽창률 그래프를 도시한 것이다. 그리고, 도 23은 본 발명의 일실시예에 따른 OPC, WGS20, LCD4500FA, LCD3500FA, LCD2500FA의 시간에 대한 팽창률 그래프를 도시한 것이다.

[0084] 도 20 내지 도 23에 도시된 바와 같이, 기존 WGS20과 유사한 분말도의 LCD폐유리를 사용하게 되는 경우 알칼리-실리카 반응이 억제되어 팽창률이 현저히 감소되며, 더 낮은 분말도에서도 이러한 팽창률 감소를 실현할 수 있어 보다 적은 제조비용으로 낮은 팽창률을 달성할 수 있으며, 플라이애시를 함께 혼합한 경우가 LCD폐유리를 단독으로 혼합, 치환한 경우보다 이러한 효과를 더욱 상승시킬 수 있게 됨을 알 수 있다.

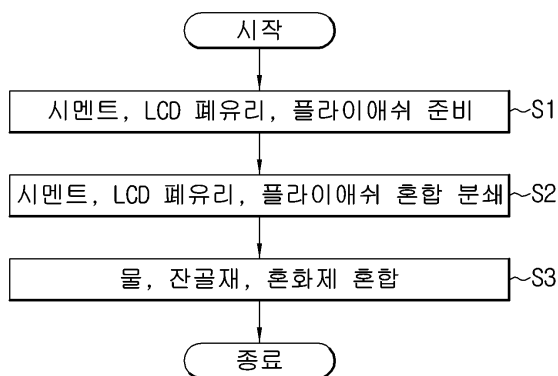
[0085] 또한, 상기와 같이 설명된 장치 및 방법은 상기 설명된 실시예들의 구성과 방법이 한정되게 적용될 수 있는 것이 아니라, 상기 실시예들은 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수도 있다.

도면

도면1



도면2



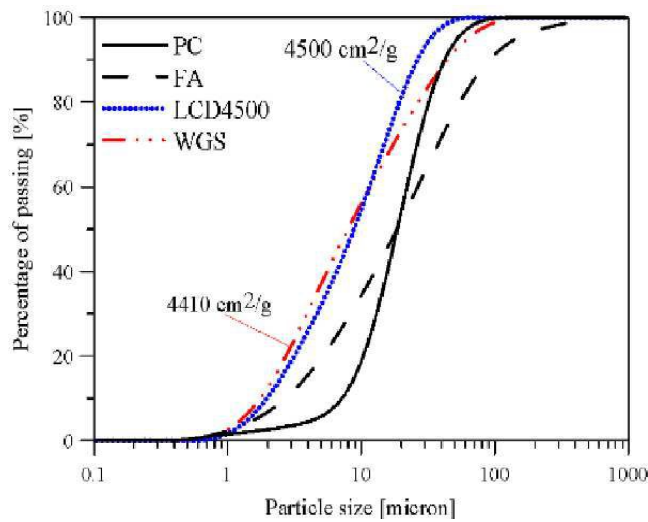
도면3

Contents [%]	병유리	폐유리슬러지	LCD	자동차유리
SiO ₂	67.13	68.2	60.47	69.87
Al ₂ O ₃	2.82	10.1	16.75	4.04
Fe ₂ O ₃	0.01	0.242	0.01	0.01
CaO	9.49	9.9	7.39	9.66
MgO	1.83	2.94	0.99	4.49
SO ₃	0.01	0.367	0.01	0.01
Na ₂ O	8.44	7.2	0.01	8.44
K ₂ O	1.08	0.229	0.01	0.34

도면4

구분	FA	WGS	LCD4500	LCD4500FA
Na ₂ O	1.84	7.62	0.01	0.376
K ₂ O	0.01	0.23	0.01	0.016
전 알칼리량* [%]	1.85	7.77	0.02	0.39

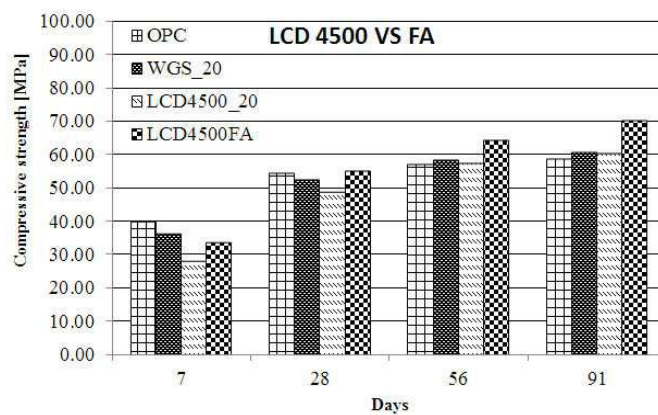
도면5



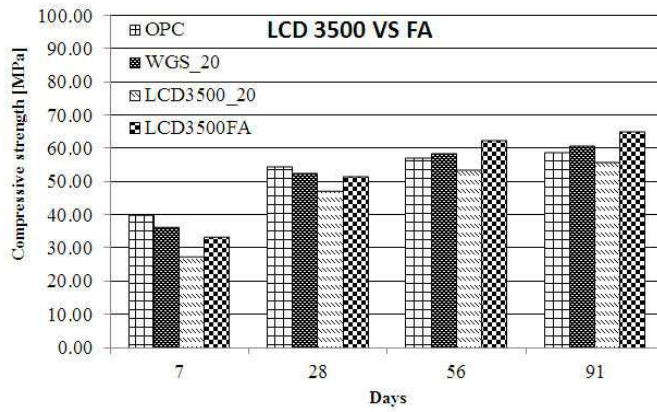
도면6

구분*	압축강도[MPa]			
	7	28	56	91
OPC	39.87	54.33	57.00	58.5
FA_20	30.90	46.12	54.31	58.9
WGS_20	36.20	52.55	58.46	60.7
LCD2500_10	32.75	50.04	55.86	59.8
LCD2500_20	26.16	44.29	50.82	55.3
LCD2500_25	24.19	42.72	49.84	56.0
LCD2500FA	32.21	49.38	56.64	62.6
LCD3500_10	31.91	49.28	55.67	60.3
LCD3500_20	27.38	47.18	53.35	55.6
LCD3500_25	24.52	45.03	51.76	56.0
LCD3500FA	33.35	51.36	62.30	65.0
LCD4500_10	33.91	51.01	59.13	63.1
LCD4500_20	28.10	48.91	57.20	60.2
LCD4500_25	25.27	45.75	54.17	57.8
LCD4500FA	33.54	54.90	64.17	70.1
*: 배합표기법: 사용재료_혼입비율				

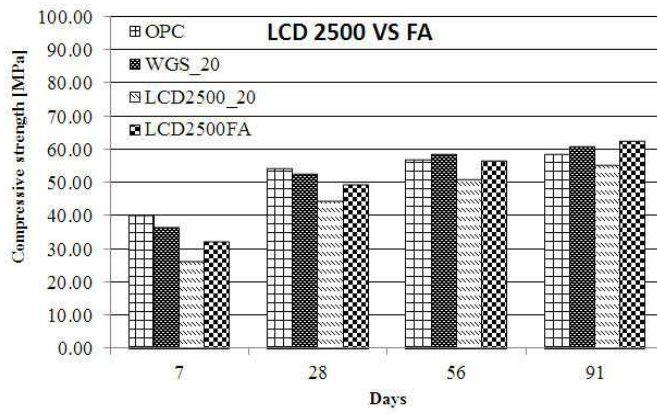
도면7



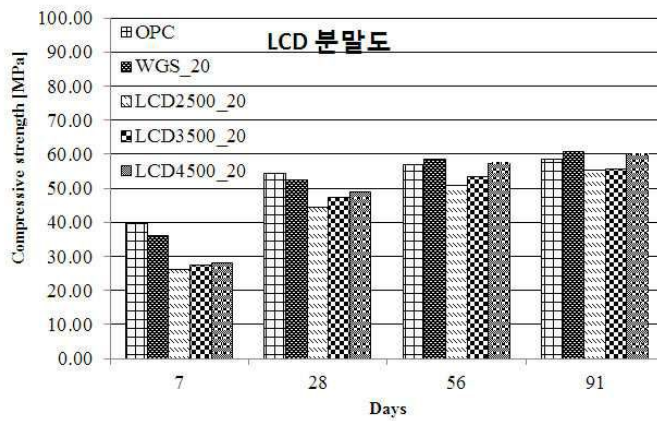
도면8



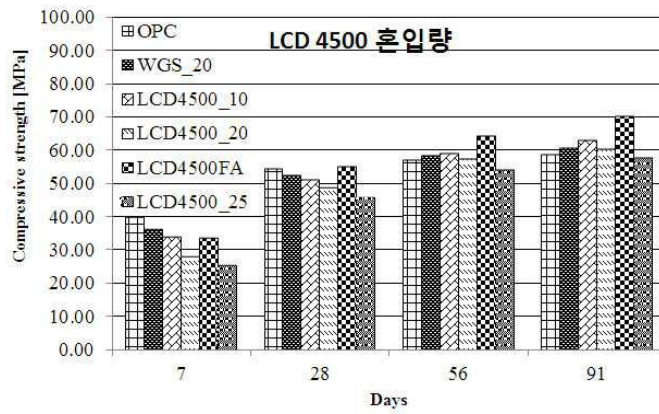
도면9



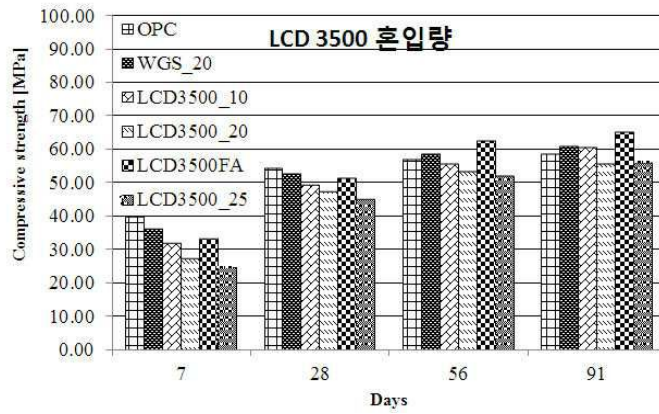
도면10



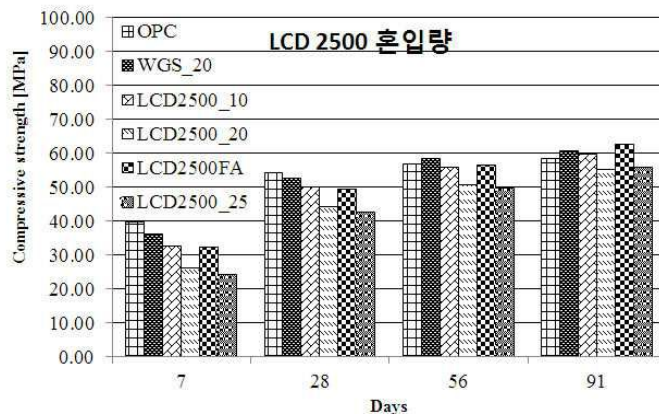
도면11



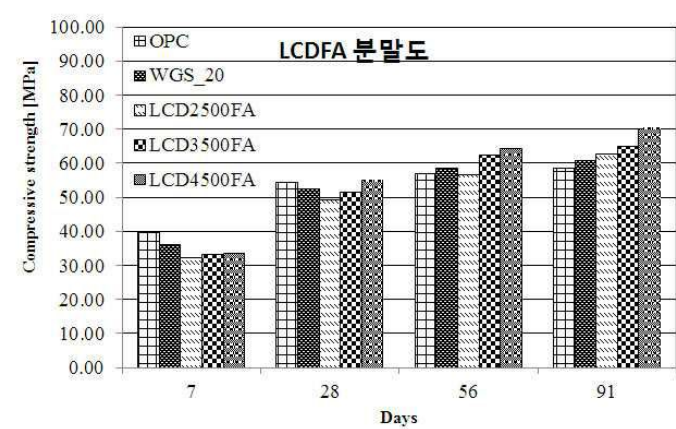
도면12



도면13



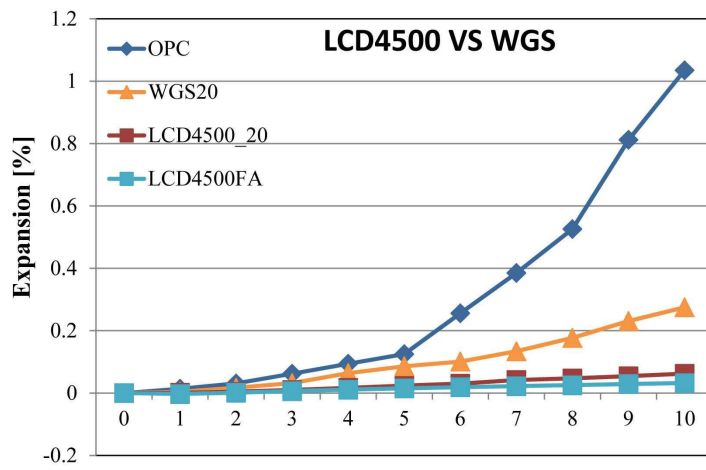
도면14



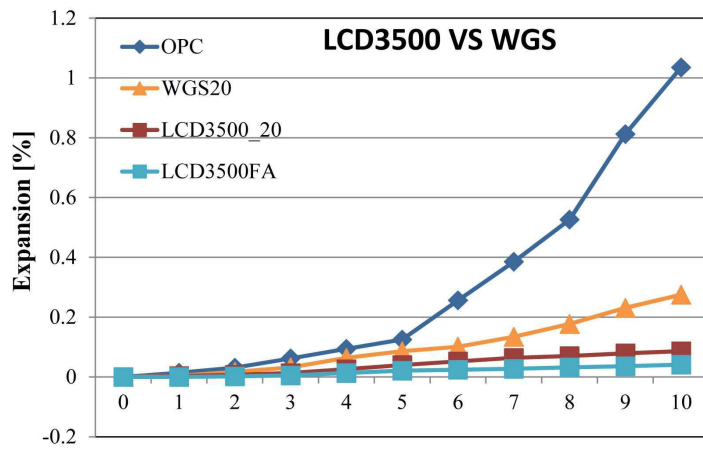
도면15

구분	OPC	FA20	LCD2500_1	LCD2500_2	LCD2500FA	LCD3500_1	LCD3500_2	LCD3500FA	LCD4500_1	LCD4500_2	LCD4500FA	WGS20
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0.014	0.004	0.011	0.004	0.002	0.01	0.003	0	0.005	0.001	-0.003	0.004
2	0.031	0.013	0.024	0.007	0.005	0.013	0.007	0.002	0.009	0.004	0.001	0.017
3	0.062	0.028	0.046	0.015	0.012	0.015	0.013	0.005	0.013	0.01	0.006	0.032
4	0.094	0.057	0.075	0.038	0.025	0.024	0.026	0.013	0.02	0.017	0.011	0.064
5	0.125	0.079	0.096	0.059	0.041	0.031	0.04	0.021	0.027	0.023	0.015	0.086
6	0.256	0.091	0.141	0.106	0.076	0.044	0.052	0.024	0.042	0.03	0.019	0.101
7	0.385	0.116	0.178	0.143	0.105	0.062	0.064	0.027	0.049	0.042	0.022	0.134
8	0.526	0.155	0.224	0.186	0.139	0.076	0.07	0.032	0.056	0.047	0.025	0.177
9	0.812	0.209	0.278	0.224	0.162	0.098	0.079	0.036	0.062	0.054	0.029	0.231
10	1.035	0.264	0.355	0.265	0.195	0.115	0.086	0.041	0.068	0.062	0.032	0.275

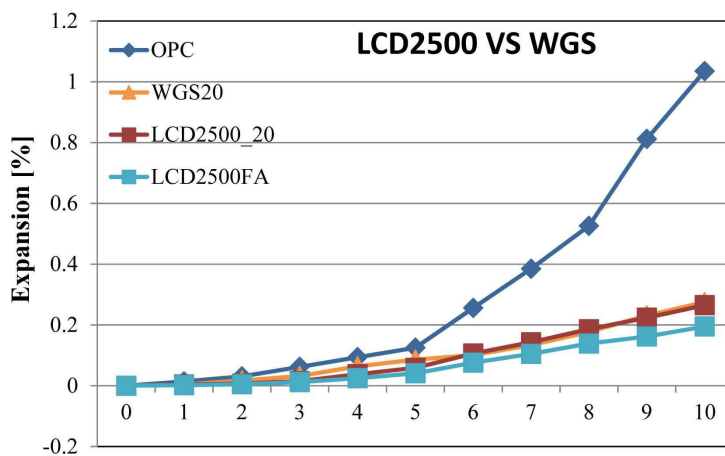
도면16



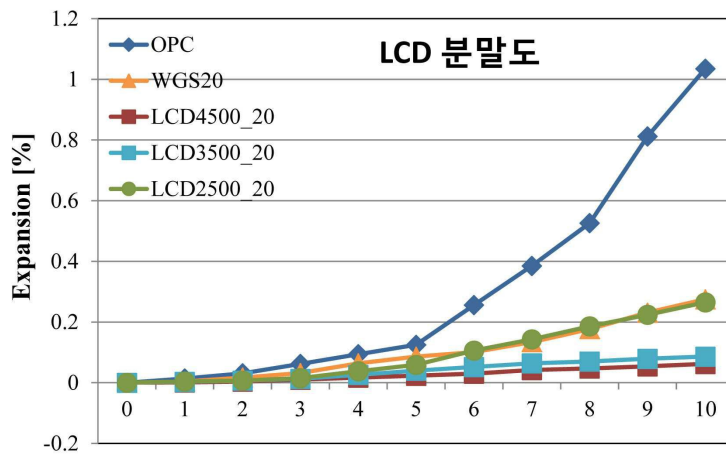
도면17



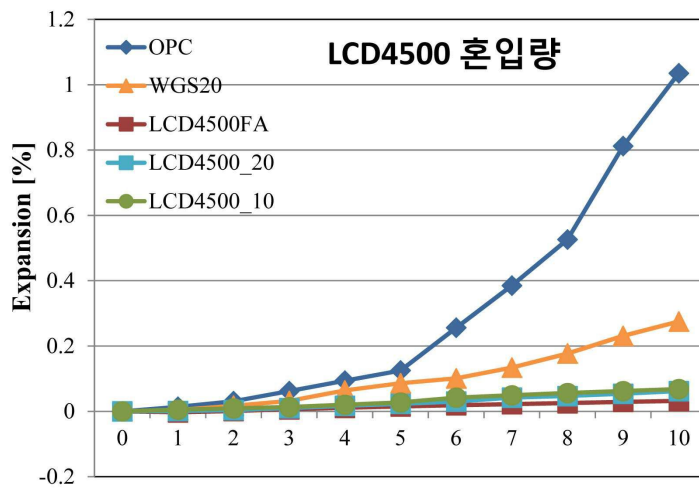
도면18



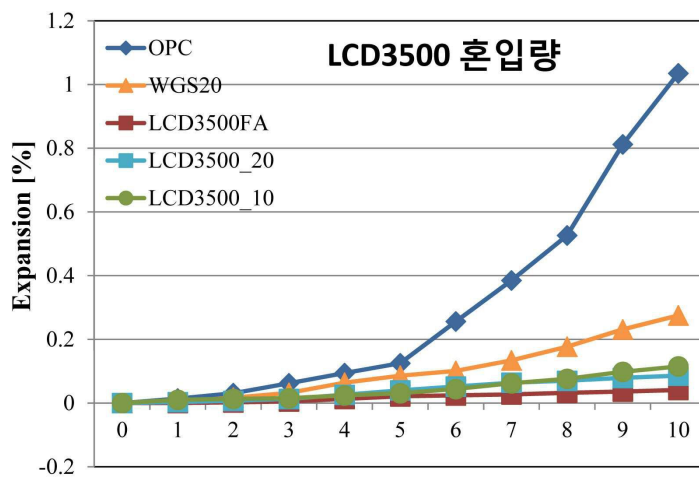
도면19



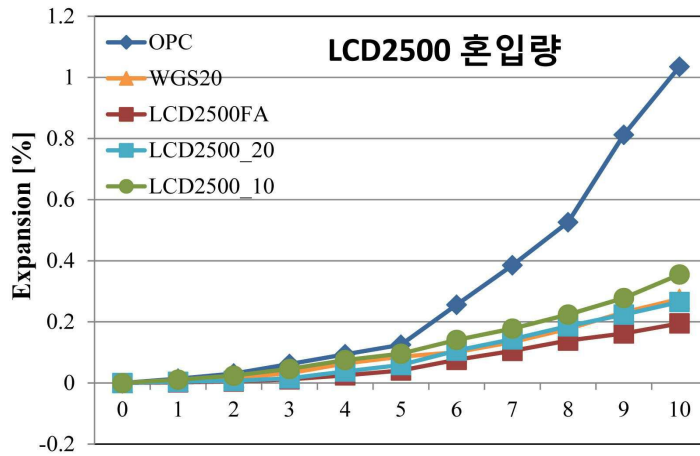
도면20



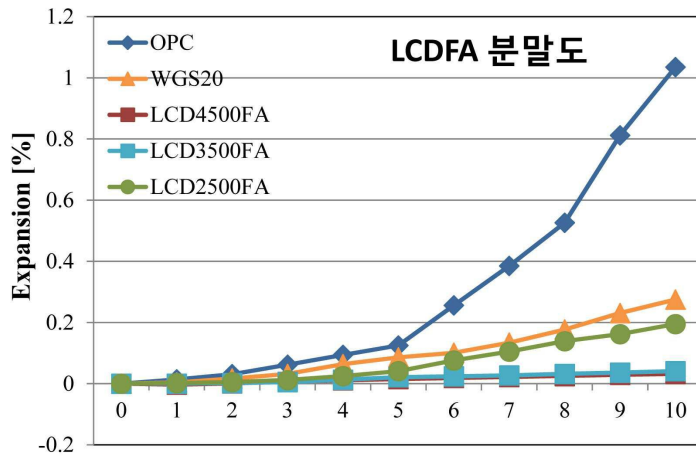
도면21



도면22



도면23



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 14

【변경전】

플라이애쉬

【변경후】

플라이애시