



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년07월17일
 (11) 등록번호 10-1758174
 (24) 등록일자 2017년07월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 C04B 7/52 (2006.01) C04B 18/08 (2006.01)
 C04B 18/14 (2006.01) C04B 20/02 (2006.01)
 C04B 28/02 (2006.01) C04B 111/34 (2006.01)

(52) CPC특허분류
 C04B 7/52 (2013.01)
 C04B 18/08 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0153944

(22) 출원일자 2016년11월18일

심사청구일자 2016년11월18일

(56) 선행기술조사문헌

JP09156978 A*

KR1019890002248 B1*

KR1020130049177 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국건설기술연구원

경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)

(72) 발명자

송대협

경기도 고양시 일산동구 대산로31번길 24, 506동 304호

박지선

경기도 고양시 일산서구 고양대로255번길 45, 90 4동 104호

(74) 대리인

이준서, 김영철

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 류동언

(54) 발명의 명칭 수화열 저감형 콘크리트 균열저감 조성물과 이를 포함하는 콘크리트 조성물

(57) 요약

본 발명은 수화열 저감형 콘크리트 균열저감 조성물과 이를 포함하는 콘크리트 조성물에 대한 것으로서, 본 발명에서 수화열 저감형 콘크리트 균열저감 조성물은, 상기 수화열 저감형 콘크리트 균열저감 조성물의 총 중량을 기준으로, 비표면적이 2000cm²/g초과 내지 3,5500cm²/g이하인 인산 개질 클링커 분말 84 내지 95 중량%; 및 요소 분말 5 내지 16 중량%를 포함한다.

(52) CPC특허분류

C04B 18/141 (2013.01)

C04B 20/023 (2013.01)

C04B 24/126 (2013.01)

C04B 28/02 (2013.01)

C04B 2111/346 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

콘크리트의 균열을 저감하기 위한 콘크리트 균열저감 조성물로서,
 콘크리트 균열저감 조성물 총 중량을 기준으로,
 비표면적이 2,000cm²/g 초과 내지 3,500cm²/g 이하인 인산 개질 클링커(clinker) 분말 84 내지 95 중량%; 및
 요소 분말 5 내지 16 중량%를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 수화열 저감형 콘크리트 균열저감 조성물.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 인산 개질 클링커 분말은 표면 상에 인산염을 갖는 클링커 분말이고,
 상기 클링커 분말은 산화칼슘(CaO) 및 칼슘알루미늄에이트(CaO · Al₂O₃) 광물을 포함하는 복합체가 소성되고 분쇄된
 것을 특징으로 하는 수화열 저감형 콘크리트 균열저감 조성물.

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 인산 개질 클링커 분말은 상기 클링커 분말에 인산수용액을 분무함으로써 형성되고,
 인산염은 인산칼슘을 포함하는 것을 특징으로 하는 수화열 저감형 콘크리트 균열저감 조성물.

청구항 4

제3항에 있어서,
 상기 인산수용액은 인산(H₃PO₄)을 포함하고, 나트륨(Na) 및 칼륨(K)으로 이루어진 그룹에서 선택되는 하나 또는
 둘 이상을 더 포함하며, 5 이하의 pH를 갖는 것을 특징으로 하는 수화열 저감형 콘크리트 균열저감 조성물.

청구항 5

제2항에 있어서,
 상기 클링커 분말은, 상기 클링커 분말 총 중량을 기준으로, 칼슘알루미늄에이트(CaO · Al₂O₃) 광물을 3 내지 8 중
 량%로 포함하는 것을 특징으로 하는 수화열 저감형 콘크리트 균열저감 조성물.

청구항 6

콘크리트 조성물로서,
 결합재 및 골재를 포함하여 구성되며,
 제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 따른 수화열 저감형 콘크리트 균열저감 조성물을 더 포함하는 하는 것을 특
 징으로 하는 수화열 저감형 콘크리트 조성물.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 수화열 저감형 콘크리트 균열저감 조성물은, 상기 수화열 저감형 콘크리트 조성물 1m³의 단위 용적당 12 내지 25 kg으로 포함되는 것을 특징으로 하는 수화열 저감형 콘크리트 조성물.

청구항 8

제6항에 있어서,

혼화재료 및 혼화제를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수화열 저감형 콘크리트 조성물.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 결합제는 시멘트이고,

상기 골재는 잔골재 및 굵은 골재 중에서 선택되는 하나 이상을 포함하며,

상기 혼화재료는 슬래그(slag) 및 플라이 애시(fly ash) 중에서 선택되는 하나 이상을 포함하고,

상기 혼화제는 폴리카르복산계(polycarboxylic acid-based) 혼화제를 포함하는 것을 특징으로 하는 수화열 저감형 콘크리트 조성물.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 콘크리트의 균열을 저감시키는데 이용되는 조성물과, 이를 포함하는 콘크리트 조성물에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 콘크리트(특히, 인공지반, 기초부 등의 조성을 위하여 사용되는 매스(mass) 콘크리트)에 혼입되어 수화열에 의한 열응력을 저감시킬 뿐만 아니라 건조수축도 저감시킴으로써, 콘크리트에서의 균열 저감 효과를 이끌어 낼 수 있는 "수화열 저감형 콘크리트 균열저감 조성물과, 이러한 균열저감 조성물을 포함하는 콘크리트 조성물"에 관한 것이다.

[0002]

배경 기술

[0003] 콘크리트 구조물에 있어서, 균열 발생은 구조물의 외관을 손상시킬 뿐 아니라 노후화 및 붕괴 등 구조물에 심각한 문제를 유발할 수 있다. 이러한 균열은 건조 수축과 같은 콘크리트 수축에 의해 발생하거나, 또는 시멘트와 물이 혼합되어 일어나는 수화반응($CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$)으로부터 이의 반응열인 수화열(Heat of Hydration)에 의한 열응력의 증가로 인해 발생할 수 있다.

[0004] 종래에는 콘크리트 조성물에 수축저감을 위한 조성물을 혼입하는 경우가 있었는데, 대한민국 등록특허 제10-1544771호에는 콘크리트용 수축저감 조성물의 일예가 개시되어 있다.

[0005] 콘크리트 구조물의 수축저감을 위한 또다른 방안으로서 종래에는 산화칼슘계(CA계) 팽창재 또는 칼슘실포알루미네이트(CSA계) 팽창재 등의 팽창재를 콘크리트 조성물에 혼입하여 사용하는 것이 제시되어 있다. 그러나 산화칼슘계(CA계) 팽창재는 소성 온도 또는 입도를 이용하여 제어하게 되므로 양생 시의 초기 반응을 억제하는데 한계가 있으며, 고온 소성이 요구되어 경제적이지 않고, 양생 시의 온도 및/또는 습도에 상당한 영향을 받기 때문에 사용이 용이하지 않다. 또한, 칼슘실포알루미네이트 팽창재(CSA계 팽창재)를 이용할 경우에는, 콘크리트의 팽창이 시멘트가 경화되는 초기에 완료되기 때문에 경화 이후에 나타나는 건조 수축에는 큰 효과를 기대하기 어렵다. 더욱이 이러한 팽창재들은 콘크리트 수축에 의한 균열 발생에만 효과를 가질 뿐이므로 균열 발생을 근본

적으로 억제할 수는 없다.

- [0006] 한편, 콘크리트는 열전도율이 낮아 경화 시 발생하는 수화열이 외부로 발산되는 데 오랜 시간이 요구된다. 특히, 댐, 교량의 하부구조, 도로 포장, 옹벽과 같이 부재의 두께가 약 0.8m ~ 1.0m 이상인 구조물에 사용되는 매스 콘크리트(Mass Concrete)에서는 수화열에 의한 온도 균열(Thermal Crack)이 발생할 가능성이 매우 높다.
- [0007] 따라서, 콘크리트의 건조 수축도를 감소시킬 뿐만 아니라, 수화열에 의한 열응력 발생을 억제시킬 수 있는 새로운 기술에 대한 요구가 여전히 남아 있는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1544771호(2015.08.26. 공고).

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명은 위와 같은 종래 기술의 한계 및 문제점을 해결하기 위하여 개발된 것으로서, 콘크리트에 혼입되어 양생초기의 수화발열을 저감시키고, 그에 따라 콘크리트에서의 균열발생을 효과적이고 안정적으로 억제시킬 수 있는 수화열 저감형 콘크리트 균열저감 조성물을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0010] 또한 본 발명은 수화열 저감형 콘크리트 균열저감 조성물을 포함함으로써 균열 발생이 억제되고, 그에 따라 우수한 내구성을 가질 수 있는 콘크리트 조성물을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기한 기술적 과제를 해결하기 위해 본 발명은 수화열 저감형 콘크리트 균열저감 조성물과 이를 바람직하게 포함하는 것을 특징으로 하는 콘크리트 조성물을 제공한다.
- [0012] 본 발명에 따른 수화열 저감형 콘크리트 균열저감 조성물은, 비표면적이 2,000cm²/g ~ 3,500cm²/g 인 인산 개질 클링커(clinker) 분말 84 ~ 95중량%; 및 요소 분말 5 ~ 16중량%로 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 본 발명에 따른 균열제어형 콘크리트 조성물은, 수화열 저감형 콘크리트 균열저감 조성물, 결합재, 골재 및 혼화제를 포함하여 배합되는 콘크리트 조성물로서, 상기 균열제어형 콘크리트 조성물 1m³의 단위 용적당 상기 수화열 저감형 콘크리트 균열저감 조성물을 12kg~25kg로 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0014] 본 발명에 따른 수화열 저감형 콘크리트 균열저감 조성물은 콘크리트의 건조 수축도를 감소시킬 뿐만 아니라, 수화열에 의한 열응력 발생을 억제시킬 수 있다. 이를 통해 콘크리트에서의 균열 발생을 효과적으로 억제할 수 있으며, 따라서 본 발명은 수화열 및/또는 수축 응력이 크게 발생할 수 있는 인공지반 콘크리트나, 또는 건축물 기초, 댐, 교량 등의 건설 시 사용되는 매스 콘크리트(mass concrete)에 혼입될 경우, 극대화된 균열 저감 효과를 기대할 수 있다.
- [0015] 또한 본 발명의 균열제어형 콘크리트 조성물은 상기 수화열 저감형 콘크리트 균열저감 조성물을 포함함으로써 균열 발생을 효과적으로 제어할 수 있고, 이에 따라 높은 내구성을 발현할 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 본문에 개시되어 있는 본 발명의 실시예들은 단지 설명을 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본문에 설명된 실시예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 안 된다. 또한 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 실시예들은 본 발명을 특정한 개시 형태로 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 할 것이다.

- [0017] <수화열 저감형 콘크리트 균열저감 조성물>
- [0018] 본 발명의 수화열 저감형 콘크리트 균열저감 조성물(이하, "균열저감 조성물"이라고도 약칭함)은 콘크리트 조성물에 혼입되어 사용될 수 있는 혼화재료로서, 인산 개질 클링커(clinker) 분말 및 요소 분말을 포함한다.
- [0019] 상기 인산 개질 클링커 분말은, 산화칼슘(CaO) 및 칼슘알루미네이트(CaO · Al₂O₃) 광물을 포함하고 표면 상에 적어도 부분적으로 인산염을 갖는 클링커 분말일 수 있다. 팽창재와 같은 기존의 균열저감재들은 산화칼슘(CaO) 및/또는 칼슘알루미네이트(CaO · Al₂O₃) 광물을 포함하는 순수한 클링커 분말을 포함하기 때문에 양생 시 콘크리트 조성물에서 일어나는 수화 반응을 제어하는 것이 어려울 수 있다. 반면에 인산염을 이용할 경우, 콘크리트 조성물의 유동성을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 상기 수화 반응의 반응성을 제어할 수 있으므로, 본 발명에서 구성성분으로 포함되는 상기 인산 개질 클링커 분말은 경화 전 콘크리트 조성물의 작업성 증대와 더불어 양생 시 콘크리트 조성물의 팽창/수축 정도 조절 및 양생 초기 수화열 발생 최소화에 기여할 수 있다. 즉, 본 발명에서 이용하는 인산 개질 클링커 분말은 콘크리트 조성물의 건조 수축도를 감소시킬 수 있으며, 수화열에 의한 열응력 발생을 억제할 수 있으므로, 이를 통해 콘크리트의 체적 안정성을 효과적으로 확보할 수 있다.
- [0020] 본 발명에서 인산 개질 클링커 분말은, 산화칼슘(CaO) 및 칼슘알루미네이트(CaO · Al₂O₃) 광물을 포함하는 복합체가 소성되고 분쇄된 것인 클링커(clinker) 분말에 인산수용액을 분무함으로써 형성된 것일 수 있다. 따라서, 인산 개질 클링커 분말의 인산염은, 예를 들어 인산칼슘(Ca₃(PO₄)₂)을 포함할 수 있다. 인산 개질 클링커 분말에서의 인산염 함량은 특별히 제한되는 것은 아니고, 구현하고자 하는 콘크리트의 물성에 따라 달라질 수 있다.
- [0021] 예시적인 본 발명의 구현예들에 있어서, 인산 개질 클링커 분말은 약 2,000cm²/g초과 내지 약 3,500cm²/g이하의 비표면적을 가질 수 있다. 인산 개질 클링커 분말이 약 2,000cm²/g이하의 비표면적을 가질 경우, 양생 시 상기 수화 반응이 너무 느리게 일어나 이를 포함하는 해당 콘크리트 조성물이 양생 초기에 충분히 팽창되지 않을 수 있다. 그 결과, 수축 저감 효과가 미미하여 콘크리트에 균열이 발생할 수 있다. 한편, 인산 개질 클링커 분말이 약 3,500cm²/g미만의 비표면적을 가질 경우, 양생 시 상기 수화 반응이 너무 빠르게 일어날 수 있다. 그 결과, 상기 수화 반응이 콘크리트 조성물의 경화 이전에 완료될 수 있으므로 실질적인 수축 저감 효과를 기대하기 어려울 수 있다. 따라서, 본 발명에서 인산 개질 클링커 분말은 약 2,000cm²/g초과 내지 약 3,500cm²/g이하, 가장 바람직하게는 약 2,800cm²/g내지 약 3,200cm²/g의 비표면적을 가질 수 있다.
- [0022] 상기 요소(CO(NH₂)₂) 분말은 물과 알코올에 잘 녹는 결정질 요소 분말로서, 시멘트 경화체에서 서서히 녹기 때문에 콘크리트 조성물에서 수화열 저감 효과를 발휘할 수 있다. 특히, 본 발명의 균열저감 조성물은 상기 요소 분말과 함께 인산 개질 클링커 분말을 포함하므로, 콘크리트의 응결 지연 또한 방지할 수 있다. 구체적으로, 요소 분말은 수화열 발생을 최소화시킬 수 있지만 이와 동시에 콘크리트의 응결을 지연시킬 수 있다. 그러나 요소 분말이 인산 개질 클링커 분말의 인산염과 반응함으로써 이와 같은 응결 지연 현상이 억제될 수 있다. 따라서, 기존에는 요소 분말을 이용해 수화열 저감 효과를 달성하는 데 제약이 따르던 것과 달리, 본 발명의 균열저감 조성물은, 콘크리트 조성물에 혼입되어 양생 초기 수화열 발생 및 이에 따른 열응력 발생을 효과적으로 제어할 수 있다.
- [0023] 한편, 상기 요소 분말은 그 크기에 특별한 제한이 있는 것은 아니지만 바람직하게는, 예를 들어 약 75 μm 내지 약 150 μm의 크기를 가질 수 있다.
- [0024] 예시적인 본 발명의 구현예들에 있어서, 균열저감 조성물은 상기 균열저감 조성물 총 중량을 기준으로 인산 개질 클링커 분말 약 84 내지 95중량%; 및 상기 요소 분말 약 5 내지 16중량%를 포함할 수 있다. 이러한 본 발명의 균열저감 조성물의 조성은, 건조 수축 저감과 동시에 수화열 최소화를 통해 균열 발생 억제를 극대화하기 위한 것으로, 인산 개질 클링커 분말 및 요소 분말의 구성 비율은, 목적하는 수축 저감 효과 및 수화열 저감 효과에 따라 상기 범위 내에서 용이하게 변경이 가능하다. 가장 바람직하게는, 상기 균열저감 조성물은 상기 균열저감 조성물 총 중량을 기준으로 인산 개질 클링커 분말 약 90중량%, 및 상기 요소 분말 약 10중량%를 포함할 수 있다.
- [0025] 전술한 바와 같이, 본 발명의 균열저감 조성물은 인산 개질 클링커 분말 및 요소 분말을 포함함으로써, 콘크리트의 조성물의 건조 수축도를 감소시킬 수 있을 뿐만 아니라 콘크리트 조성물에서의 수화열 발생 및 이에 따른 열응력 발생을 최소화 할 수 있다. 따라서 본 발명의 균열저감 조성물을 통해 콘크리트에서의 균열 발생을 효과적으로 억제할 수 있다. 특히, 수화열 및/또는 수축 응력이 크게 발생할 수 있는 인공지반 콘크리트나, 또는 건축물 기초, 댐, 교량 등의 건설 시 사용되는 매스 콘크리트(mass concrete)에 혼입하여 사용할 경우 균열 저

감 효과가 극대화될 수 있다.

[0026] <수화열 저감형 콘크리트 균열저감 조성물의 제조 방법>

[0027] 본 발명의 균열저감 조성물은 다음의 공정들을 수행함으로써 제조할 수 있다.

[0028] 석회석, 보크사이트 등의 원료를 각각 적절히 분쇄하고 혼합한 뒤, 이를 약 섭씨 1,000도 이상의 온도에서 충분히 소성하고 냉각시켜 산화칼슘(CaO) 및 칼슘알루미네이트(CaO · Al₂O₃) 광물을 포함하는 클링커(clinker) 분말을 생성한다.

[0029] 예시적인 본 발명의 구현예들에 있어서, 클링커 분말은 제조하고자 하는 클링커 분말의 총 중량을 기준으로, 약 3 내지 8 중량%의 칼슘알루미네이트(CaO · Al₂O₃) 광물; 및 약 91 내지 94 중량%의 산화칼슘(CaO)을 포함하도록 생성될 수 있다.

[0030] 상기 클링커 분말에 있어서, 칼슘알루미네이트(CaO · Al₂O₃) 광물은 석고 중의 SO₃ 성분과 반응하여 팽창성을 갖는 에트링자이트(ettringite) 수화물을 형성할 수 있다. 이때, 상기 클링커 분말에 칼슘알루미네이트(CaO · Al₂O₃) 광물의 함량이 제조하고자 하는 클링커 분말 총 중량을 기준으로 약 3 중량% 미만일 경우에는, 에트링자이트 수화물이 적게 생성되므로 콘크리트에서 건조 수축 저감 효과가 미미할 수 있다. 또한, 칼슘알루미네이트(CaO · Al₂O₃) 광물의 함량이 제조하고자 하는 클링커 분말 총 중량을 기준으로 약 8 중량% 초과일 경우에는, 에트링자이트 수화물 및/또는 하이드로가넷(hydrogarnet) 수화물이 많이 생성되므로 경화 초기 콘크리트의 강도에는 기여할 수 있지만 수화열 발생 및 이에 따른 열응력 발생의 억제가 충분히 이루어지지 않을 수 있다. 따라서, 칼슘알루미네이트(CaO · Al₂O₃) 광물은 제조하고자 하는 클링커 분말 총 중량을 기준으로 약 3 내지 8 중량%, 가장 바람직하게는 약 5 내지 6 중량%로 포함될 수 있다.

[0031] 이후, 상기 클링커 분말을 약 2,000cm³/g 초과 내지 약 3,500cm³/g 이하, 가장 바람직하게는 약 2,800cm³/g 내지 약 3,200cm³/g의 비표면적을 갖도록 분쇄하고, 분쇄된 클링커 분말을 표면 개질 처리한다.

[0032] 표면 개질 처리는 표면 개질제로서 인산수용액을 분쇄 클링커 분말에 균일하게 분무함으로써 수행될 수 있다. 표면 개질 처리를 통해 상기 인산수용액은 분쇄 클링커 분말 표면과 반응하여 인산칼슘(Ca₃(PO₄)₂)과 같은 인산염을 적어도 부분적으로 형성할 수 있다. 이와 같은 인산염은 경화 이전 콘크리트 조성물 내에서 에트링자이트(ettringite) 수화물을 형성하는 수화 반응의 반응성을 제어할 수 있고, 콘크리트 조성물의 유동성을 증대시킬 수 있다.

[0033] 예시적인 본 발명의 구현예들에 있어서, 상기 인산수용액은 주성분으로서 인산(H₃PO₄)을 포함하고, 나트륨(Na) 및/또는 칼륨(K)을 더 포함하며, 5 이하의 pH를 갖는 인산수용액을 사용할 수 있다. 나트륨(Na)이나 칼륨(K) 이외에, 상기 인산수용액은 콘크리트 조성물 내 수화 반응에 악영향을 미칠 수 있는 성분들을 포함하지 않을 수 있다. 한편, 인산수용액의 사용량은 특별히 제한되는 것은 아니고, 목적하는 콘크리트의 물성 및 이를 구현하기 위해 요구되는 인산칼슘 형성 수준에 따라 다양한 변경이 가능하다. 다만, 상기 인산수용액은 상기 분쇄 클링커 분말 표면에 인산염을 과도하게 형성시키지 않는 수준에서 사용될 수 있다.

[0034] 이상에 따라, 전술한 바와 같은 인산 개질 클링커 분말을 제조할 수 있다. 제조된 인산 개질 클링커 분말을 요소 분말과 함께 각각 전술한 바와 동일한 범위 내의 함량으로 혼합함으로써 콘크리트 균열저감 조성물의 제조를 완료할 수 있다.

[0035] <콘크리트 조성물>

[0036] 본 발명의 콘크리트 조성물은 균열저감형 콘크리트 조성물로서, 전술한 본 발명의 균열저감 조성물을 포함한다. 또한, 본 발명의 콘크리트 조성물은, 결합재, 상기 균열저감 조성물 이외에, 혼화재료, 골재 및 혼화제를 더 포함한다.

[0037] 예시적인 본 발명에 따른 콘크리트 조성물의 구현예들에 있어서, 상기한 본 발명의 균열저감 조성물은 상기 콘크리트 조성물 1m³의 단위 용적당 약 12 내지 25kg으로 포함될 수 있다. 상기 균열저감 조성물의 혼입량이 상기 콘크리트 조성물 1m³의 단위 용적 당 약 12kg 미만인 경우에는, 균열 저감 효과가 미미하여 콘크리트에서 균열이 발생할 수 있다. 또한, 상기 균열저감 조성물의 혼입량이 상기 콘크리트 조성물 1m³의 단위 용적 당 약 25kg 초

과인 경우에는, 양생 조건, 계량 오차 등에 따라 해당 콘크리트 조성물이 과팽창할 수 있다. 그 결과, 콘크리트에는 팽창 균열이 발생할 수 있다. 따라서, 본 발명의 콘크리트 조성물에서, 상기한 본 발명의 균열저감 조성물은 콘크리트 조성물 1m³의 단위 용적당 약 12 내지 25 kg, 가장 바람직하게는 15 내지 18 kg으로 포함될 수 있다.

[0038] 결합제는, 예를 들어 포틀랜드 시멘트와 같은 시멘트일 수 있다. 혼화재료는, 예를 들어 고로 슬래그 같은 슬래그(slag), 플라이 애시(fly ash), 포졸란(pozzolan), 실리카흄(silica fume), 팽창재(expansive producing admixtures) 등을 하나 또는 둘 이상 포함할 수 있다. 골재는 잔골재 또는 굵은 골재를 하나 이상 포함할 수 있다. 혼화제는, 공기 연행제(air entraining agent, AE agent), 감수제, 공기 연행 감수제(AE 감수제), 유동화제, 응결/경화 조절제(촉진제, 지연제 포함), 급결제, 방수제, 수중분리성 혼화제, 발포제, 기포제 등을 하나 또는 둘 이상 포함할 수 있다. 그러나 균열저감 조성물을 제외하고는, 결합제, 혼화재료, 골재 및 혼화제들의 종류 및/또는 성분은 전술한 바에 제한되지 않고, 콘크리트 조성물의 구체적인 용도 및 구현하고자 하는 콘크리트의 물성에 따라 다양한 변경이 가능하다.

[0039] 이하의 실시를 통하여 본 발명은 더욱 상세하게 설명된다. 단, 실시에는 본 발명을 예시하기 위한 것으로서 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.

[0040] <실험예 : 수화열 저감형 콘크리트 균열저감 조성물>

[0041] [표 1]에 도시된 바와 같은 조성 및 조건으로 실시예 및 비교예에 따른 균열저감 조성물들(DC-1 내지 DC6, [표 1] 참조)을 제조하였다. 이때, 인산 개질 클링커 분말 원료로서 공업용 석회석 및 보크사이트 광물을 사용하였고, 인산수용액은 인산나트륨(NaHPO4) 수용액(pH 4.3) 및 인산칼륨(KH2PO4) 수용액(pH 3.8)을 사용하였다. 요소 분말은 공업용 요소 분말을 75 μm ~ 150 μm의 입도를 갖도록 체가름 하여 사용하였다.

표 1

구분	개질 산화칼슘			요소 (중량%)	비고
	칼슘알루미늄네이트 (중량%)	인산수용액 처리	비표면적 (cm ² /g)		
DC-1	5	처리 (KH ₂ PO ₄)	3,000±100	10	실시예
DC-2	5	처리 (NaHPO ₄)	3,000±100	10	실시예
DC-3	0	처리 (NaHPO ₄)	3,000±100	10	비교예
DC-4	5	안함	3,000±100	10	비교예
DC-5	5	처리 (NaHPO ₄)	2,000±100	10	비교예
DC-6	5	처리 (NaHPO ₄)	3,000±100	20	비교예

[0042]

[0043] 실시예 및 비교예에 따른 균열저감 조성물들(DC-1 내지 DC-6, [표 1] 참조)의 구체적인 제조 방법은 다음과 같다.

[0044] [표 1]에 도시된 바와 같은 함량으로 칼슘알루미늄네이트를 포함하도록 공업용 석회석 및 보크사이트 광물을 각각 분쇄 및 혼합한 뒤, 이를 섭씨 1100도의 소성 온도에서 3시간 동안 소성하고 대기 중에서 냉각시켜 실시예 및 비교예에 따른 각각의 클링커 분말들을 생성하였다. 후속하여, 볼밀(ball mill)을 사용하여 상기 클링커 분말

들을 [표 1]에 도시된 바와 같은 비표면적을 갖도록 미분쇄하고, 무중력 믹서를 사용하여 미분쇄된 클링커 분말들에 [표 1]에 도시된 바와 같은 종류의 인산수용액을 각각 분무하면서 혼합 건조시켰다. 이에 따라, 실시예 및 비교예 각각에 따른 인산 개질 클링커 분말들이 제조되었다. 제조된 인산 개질 클링커 분말들을 [표 1]에 도시된 바와 같은 함량의 요소 분말과 혼합하였다. 그 결과, 실시예 및 비교예에 따른 균열저감 조성물들(DC-1 내지 DC-6, [표 1] 참조)이 제조되었다.

[0045] <실험예 : 균열저감형 콘크리트 조성물>

[0046] [표 1]에 도시된 바와 같은 조성 및 조건으로 제조된 실시예 및 비교예에 따른 균열저감 조성물들(DC-1 내지 DC-6, [표 1] 참조)을 시멘트, 슬래그(slag), 플라이 애시(fly ash), 골재, 혼화제 및 물과 함께 [표 2]에 도시된 바와 같이 배합함으로써, 실시예 1 내지 3 및 비교예 1 내지 6의 콘크리트 조성물들을 제조하였다.

[0047] 이때, 시멘트로서 국내 H사의 1종 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였다. 혼화제로서 상기 균열저감 조성물들 이외에 3종 고로 슬래그 미분말(밀도 2.90) 및 2종 플라이 애시(밀도 2.19)를 더 사용하였다. 골재는 부순 잔골재 및 최대 치수가 25mm인 부순 굵은 골재를 사용하였다. 혼화제로서 화학 혼화제인 폴리카르본산계 혼화제를 사용하였다.

표 2

	kg/M ³							균열저감 조성물	
	시멘트	고로슬래그 분말	플라이애시	잔골재	굵은골재	혼화제	물	혼입량	종류
실시예1	208	62	30	980	1,180	C×0.8 %	172	15kg	DC-1
실시예2	207	59						20kg	DC-1
실시예3	207	60						18kg	DC-2
비교예1	210	70						0	
비교예2	207	60						18kg	DC-3
비교예3								18kg	DC-4
비교예4								18kg	DC-5
비교예5								18kg	DC-6
비교예6	204	51						30kg	DC-2

[0048]

[0049] <실험예 : 균열저감 조성물에 따른 콘크리트 조성물의 특성 평가 >

[0050] 균열저감 조성물에 따른 콘크리트 조성물의 특성을 평가하기 위하여, 항온 및 항습의 양생 조건(섭씨 20도, 상대습도 60%) 하에 실시예 1 내지 3 및 비교예 1 내지 6에 따른 콘크리트 조성물들(해당 콘크리트 조성물의 구체적인 배합은 [표 2] 참조)의 슬럼프, 공기량, 길이 변화, 압축 강도 및 수화열을 측정하였다. 슬럼프는 KS F 2402(콘크리트의 슬럼프 시험방법)에 의하여 측정하였고, 공기량은 KS F 2421(압력법에 의한 굳지 않은 콘크리트 공기량 시험방법)에 의하여 측정하였다. 길이 변화는 스트레인게이지 매립법을 사용하여 측정하였다. 또한 압축 강도는 KS F 2405(콘크리트의 압축강도 시험방법)에 의한 방법을 통해 제령3일, 제령7일, 및 제령28일 값을 각각 측정하였으며, 콘크리트 수화열을 측정하기 위하여 가로×세로×높이가 100cm×100cm×100cm가 되도록

콘크리트를 타설하여 중심부 온도를 3일 동안 측정하고 최고 온도를 확인하였다. 그 결과는 [표 3]과 같다.

표 3

	슬럼프 (mm)	공기량 (%)	압축강도(MPa)			길이변화 ($\times 10^{-6}$)		최고온도 (섭씨, 도)
			3일	7일	28일	3일	28일	
실시예1	180	4.5	10.6	22.5	27.1	-50	-180	67.1
실시예2	185	4.3	11.3	23.1	25.3	-30	-85	66.4
실시예3	185	4.2	11.9	23.9	25.1	-60	-200	66.9
비교예1	180	4.3	10.5	20.5	26.4	-490	-820	69.1
비교예2	160	4.1	7.8	18.1	28.4	-10	-480	66.5
비교예3	155	4.2	11.1	21.1	28.4	+50	-590	70.5
비교예4	185	4.4	8.5	20.5	23.1	-190	+420	67.5
비교예5	190	5.2	7.0	15.5	20.9	-250	-640	64.8
비교예6	175	4.5	10.1	19.2	24.6	+250	+420	66.9

[0051]

[0052]

[표 3]을 참조하면, 본 발명의 실시예 1 내지 3에 따른 콘크리트 조성물들은 동일한 양생 조건 하에 안정적인 압축 강도를 나타내었으며, $+200 \times 10^6$ 이내의 안정적인 길이 변화 특성을 나타내었다. 또한, 본 발명의 균열 저감 조성물이 혼입되지 않은 경우(비교예 1, [표 2] 및 [표 3] 참조)보다, 본 발명의 균열저감 조성물이 혼입되는 경우에 콘크리트 조성물의 최고 온도가 약 섭씨 2.0도 정도 낮았다.

[0053]

반면, 비교예 1 내지 6에서는 압축 강도가 저하되거나 슬럼프가 저하되었으며, 또는 $+300 \times 10^6$ 이상의 길이 변화 특성을 나타내었다. 특히, 이러한 길이 변화 정도는 콘크리트 조성물의 과팽창을 유발하며, 특히 수중 양생 시에 팽창에 의한 균열 발생, 즉 팽창 파괴로 이어지는 것으로 알려져 있다.

[0054]

그러므로 이를 통해, 본 발명의 균열저감 조성물은 수화열 저감 효과 및 수축 제어 효과를 가지며, 콘크리트 조성물에 이를 혼입하여 사용함으로써 균열 발생을 효과적으로 억제할 수 있는 것을 확인할 수 있다.