



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0029366
(43) 공개일자 2021년03월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C04B 40/00 (2006.01) C04B 14/02 (2006.01)
C04B 14/06 (2006.01) C04B 28/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C04B 40/0082 (2013.01)
C04B 14/022 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0110481
(22) 출원일자 2019년09월06일
심사청구일자 2019년09월06일

(71) 출원인
서남해양개발주식회사
전라북도 군산시 산단남북로 189, 4층412호(전북
새만금산학융합원기업연구관(오식도동))
(72) 발명자
조도영
충청남도 천안시 서북구 성거읍 소우문덕길 5,
103동 1005호(하늘빛아파트)
권윤희
경기도 용인시 수지구 상현로 58, 253동 503호(상
현동, 상현마을 금호베스트빌 2단지)
(뒤편에 계속)
(74) 대리인
한라특허법인(유한)

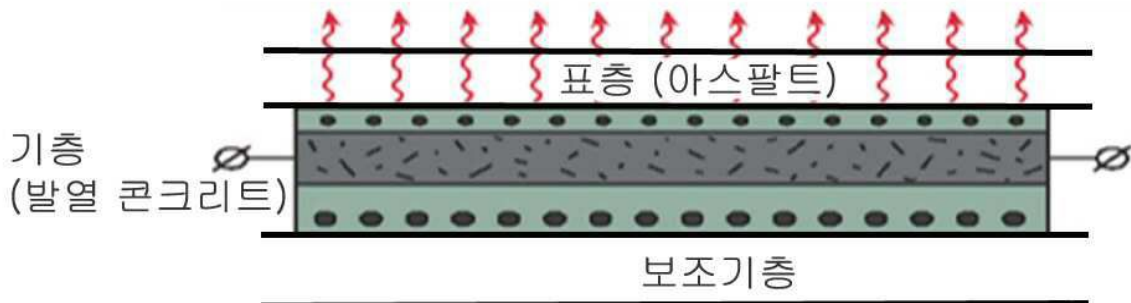
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 발열 콘크리트의 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 발열 콘크리트의 제조 방법에 관한 것으로서, 전열선 등의 사용 없이 발열성을 지속적으로 유지할 수 있고 내구성 또한 우수한 발열 콘크리트를 제조할 수 있는 방법을 제공하는데 주된 목적이 있는 것이다. 상기한 목적을 달성하기 위해, 적어도 10 마이크로미터 이상의 크기를 가지는 대면적의 그래핀과 그래핀 산화물 중 1종 또는 2종의 혼합물을 액상의 매트릭스 물질에 분산시킨 그래핀 재료를 시멘트 및 골재와 혼합하여 제조하는 것을 특징으로 하는 발열 콘크리트의 제조 방법이 개시된다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

C04B 14/06 (2013.01)

C04B 28/04 (2013.01)

(72) 발명자

최용현

경기도 용인시 기흥구 구성2로 52, 105동 601호(청
덕동, 휴먼시아물푸레마을1단지아파트)

권오중

경기도 용인시 수지구 상현로 58, 253동 503호(상
현동, 금호베스트빌2단지 아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 10 마이크로미터 이상의 크기를 가지는 대면적의 그래핀과 그래핀 산화물 중 1종 또는 2종의 혼합물을 액상의 매트릭스 물질에 분산시킨 그래핀 재료를 시멘트 및 골재와 혼합하여 제조하는 것을 특징으로 하는 발열 콘크리트의 제조 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 액상의 매트릭스 물질은 물인 것을 특징으로 하는 발열 콘크리트의 제조 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 그래핀 재료는 그래핀과 그래핀 산화물 중 1종 또는 2종의 혼합물 0.5~1.5 중량%를 물 100 중량%에 혼합 및 분산시켜 제조한 것임을 특징으로 하는 발열 콘크리트의 제조 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 그래핀 재료, 시멘트 및 골재에 별도의 혼합 수를 더 혼합하여 제조하는 것을 특징으로 하는 발열 콘크리트의 제조 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 시멘트는 1종 포틀랜드 시멘트이고, 상기 골재는 모래인 것을 특징으로 하는 발열 콘크리트의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 발열 콘크리트의 제조 방법으로서, 더욱 상세하게는 발열성이 지속적으로 유지될 수 있고 내구성 또한 우수한 콘크리트를 제조할 수 있는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 일반적으로 도로는 차량 통행에 따른 마모 현상, 차량 제동 및 가속에 따른 응력집중 현상으로 인해 파손이 발생할 수 있고, 겨울철 융빙제 살포에 따른 염화물 침투, 빗물에 의한 수분 침투 등의 다양한 요인에 의해 성능이 저하될 수 있다.

[0004] 종래의 교면 또는 도로면 포장 방법으로는 아스콘 포장 방법, 콘크리트 포장 방법 등이 알려져 있고, 아스콘 포장 방법의 경우 온도 변화 및 반복 하중으로 인해 소성 변형 등이 발생하여 아스콘과 바닥 콘크리트 사이에 들

뜸 현상이 발생할 수 있다.

- [0005] 또한, 그로 인해 내구 성능이 저하되어 주기적으로 재포장을 해야 하기 때문에 유지 관리 비용의 증가 및 교통 통제에 따른 민원 발생 등의 여러 문제가 있다.
- [0006] 콘크리트 포장 방법의 경우는 유지 관리 비용이 절감되는 이점이 있으나, 평탄성을 확보하기 어렵고 타설 후 온도 및 습도 등의 변화에 따른 건조 수축 및 크립(creep), 차량 통행에 따라 반복적으로 발생하는 반복 하중 등으로 인해 포장부에서 균열이 발생하는 등의 문제가 있다.
- [0007] 콘크리트에 균열이 발생하면 균열부를 따라 수분이 침투되어 콘크리트를 열화시키므로 수명이 저하된다.
- [0008] 이러한 콘크리트 포장의 문제점을 해결하기 위해 최근에는 액상의 라텍스나 에멀전에 시멘트, 모래, 자갈 등을 일정 비율 혼합하여 사용하는 포장 방법 등이 개발되고 있다.
- [0009] 한편, 교통수단이 발달함에 따라 도로망이 계속 확충되고 있고, 특히 지형적으로 낙후된 산간지역에도 포장 도로가 계속 확충되고 있다.
- [0010] 그러나, 동계시에는 도로에 눈이 쌓이게 되어 운행 장애로 인한 차량 정체가 심하게 발생할 수 있고, 특히 도로에 쌓인 눈의 결빙이 있게 되면 차량 사고로 인한 인명 피해가 크게 발생할 수 있다.
- [0011] 특히, 눈이 많이 내리는 산간 지역에는 제설 작업이 쉽지 않을 정도로 도로에 쌓이는 적설량이 매우 많기 때문에 교통 체증과 그로 인한 피해량이 더욱 커질 수 있다.
- [0012] 따라서, 종래에는 도로에 염화칼슘이나 모래 등의 제설제를 살포하였으나, 이는 인력 부족의 문제 및 인건비가 많이 드는 문제가 있다.
- [0013] 또한, 제설제 과다 살포가 도로의 빠른 부식과 파손, 환경오염을 유발할 수 있고, 교량과 같이 철근이 매설된 도로인 경우 제설제로 인해 철근 부식이 초래되어 교량 구조물의 안전성이 저하될 수 있다.
- [0014] 또한, 종래의 다른 제설 방법으로, 전열선을 도로에 매설하고 강설시 전열선을 작동시켜 쌓인 눈을 녹이는 방법이 알려져 있으나, 도로의 타설 조건에 따라 전열선을 변형시키는 것이 불가능하다는 단점이 있다.
- [0015] 또한, 설치된 전열선이 포장재와 일체화가 되지 않아 큰 중량의 차량이 통행할 경우 단락되는 경우가 발생하여 누전이나 화재의 위험이 있으며, 제설을 위한 전열선의 매설 간격이 매우 좁아 시공이 어려운 단점이 있다.
- [0016] 특히, 전열선을 대량으로 사용해야 하므로 시공 비용은 물론 전기 비용 등의 유지 비용이 높고, 유도 가열 방식까지 적용할 경우 제조 원가 또한 크게 상승하므로 상용화가 어려운 단점이 있다.
- [0017] 또한, 전열선이 쉽게 끊어질 수 있고, 전열선의 수명이 2 ~ 3년으로 짧으므로 주기적인 재시공이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0019] 따라서, 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 창출한 것으로서, 전열선 등의 사용 없이 발열성을 지속적으로 유지할 수 있고 내구성 또한 우수한 발열 콘크리트를 제조할 수 있는 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0021] 상기한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따르면, 적어도 10 마이크로미터 이상의 크기를 가지는 대면적의 그래핀과 그래핀 산화물 중 1종 또는 2종의 혼합물을 액상의 매트릭스 물질에 분산시킨 그래핀 재료를 시멘트 및 골재와 혼합하여 제조하는 것을 특징으로 하는 발열 콘크리트의 제조 방법을 제공한다.
- [0022] 여기서, 상기 액상의 매트릭스 물질은 물인 것을 특징으로 한다.
- [0023] 또한, 상기 그래핀 재료는 그래핀과 그래핀 산화물 중 1종 또는 2종의 혼합물 0.5~1.5 중량%를 물 100 중량%에 혼합 및 분산시켜 제조한 것임을 특징으로 한다.

- [0024] 또한, 상기 그래핀 재료, 시멘트 및 골재에 별도의 혼합 수를 더 혼합하여 제조하는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 또한, 상기 시멘트는 1종 포틀랜드 시멘트이고, 상기 골재는 모래인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0027] 이로써, 본 발명에 따른 발열 콘크리트의 제조 방법에 의하면, 전기전도성의 대면적 그래핀(graphene)을 사용함에 따라 기존 전열선의 사용 및 설치 없이도 지속적으로 콘크리트의 발열성을 유지할 수 있다.
- [0028] 또한, 본 발명에서는 그래핀을 첨가하여 제조함에 따라 전기전도성 콘크리트의 발열 효과와 함께 콘크리트의 강도 향상 효과를 얻을 수 있으며, 고온에서도 물리적 성질이 변화하지 않는 안정성, 그리고 반 영구적인 사용 기간 동안 가열과 냉각이 반복되는 과정에서도 견딜 수 있는 우수한 내구성, 높은 습도에도 견딜 수 있는 우수한 내습성을 가지는 콘크리트를 제조할 수 있게 된다.
- [0029] 또한, 본 발명에 의해 제조되는 발열 콘크리트의 사용시 전열선을 매설하는 종래의 방식에 비해 도로 타설 조건 등에 따른 사용 제한이 없으며, 단락 및 그로 인한 누전이나 화재의 위험도 없다.
- [0030] 또한, 본 발명에 의해 제조되는 발열 콘크리트를 사용하여 도로를 시공하는 경우 전열선의 매설 간격 등을 고려할 필요가 없으므로 시공이 용이해지고, 시공 비용은 물론 전기 비용 등의 유지 비용을 크게 줄일 수 있게 된다.
- [0031] 또한, 본 발명에 의하면, 도로의 악조건 및 일정 부분 마모 속에서도 지속적으로 발열성을 유지할 수 있는 전기전도성 발열 콘크리트를 제공할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0033] 도 1은 나노 스케일의 크기를 가지는 그래핀과 마이크로 스케일의 크기를 가지는 그래핀을 예시한 도면이다.
- 도 2는 본 발명에 따라 제조되는 발열 콘크리트를 사용하여 도로를 시공하는 예를 나타내는 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따라 제조된 발열 콘크리트 사용 시 온도 변화와 비저항 변화를 측정하는 방법을 나타내는 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따라 제조된 발열 콘크리트 사용 시 온도 변화와 비저항의 측정 결과를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0034] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명하기로 한다. 그러나, 본 발명은 여기서 설명되는 실시예에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다.
- [0035] 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0037] 본 발명은 발열 콘크리트를 제조할 수 있는 방법에 관한 것으로, 전자이동도와 열전도도가 우수한 그래핀(graphene)을 첨가하여 동전시 발열할 수 있는 콘크리트를 제조하는 것에 주된 특징이 있는 것이다.
- [0038] 본 발명에 의해 제조되는 발열 콘크리트는 도로를 시공하는데 사용될 수 있는 것으로, 도로 포장재 및 도로 용빙(融氷) 시스템에 적용할 경우, 동전시 도로를 이루고 있는 콘크리트가 발열하여 눈과 얼음을 녹일 수 있으므로, 겨울철 도로 표면의 적설과 결빙을 효과적으로 방지 내지 제거할 수 있고, 겨울철 혹한의 폭설과 결빙에 대해 더욱 안전한 도로를 제공할 수 있게 된다.
- [0039] 또한, 다수의 제설 인력과 제설 차량, 화학적 제설제 등을 사용하는 종래의 제설 방식에 비해 비용과 시간, 노력을 크게 줄일 수 있고, 도로 결빙으로 인한 사고 위험과 생명의 위험, 폭설로 인한 차량 통행 금지 등의 문제

발생을 효과적으로 방지할 수 있게 된다.

- [0040] 본 발명에 의해 제조되는 발열 콘크리트는 터널 입출구나 고가차도, 산간도로, 지하차도 등을 포함하는 모든 도로뿐만 아니라, 주거 또는 생산시설의 바닥이나 벽체, 건축물, 다리, 공항 활주로 등과 같이 기존의 콘크리트가 사용될 수 있는 곳이라면 모두 적용 가능하다.
- [0041] 먼저, 본 발명에서는 발열 콘크리트를 제조함에 있어서 공지의 재료인 시멘트와 골재, 물 등과 함께 새로운 재료인 대면적의 그래핀(또는 그래핀 산화물)을 혼합하여 제조하고, 제조된 콘크리트를 타설하여 도로를 시공한 뒤, 양생 후 콘크리트에 매설된 전극을 통해 필요에 따라 전기를 인가하여 콘크리트를 발열시키게 된다.
- [0042] 이와 같이 그래핀을 첨가하여 제조한 전기전도성 발열 콘크리트의 경우 콘크리트 내에서 첨가된 그래핀이 네트워크(net) 구조를 가지게 되어 탄소섬유를 사용하는 경우에 비해 열전도성이 더욱 우수한 이점을 갖게 된다.
- [0043] 또한, 본 발명에서는 고가인 탄소섬유를 사용하는 경우에 비해 상대적으로 저가로 공급이 가능한 그래핀을 사용함에 따라 시공 비용을 줄일 수 있고, 탄소섬유 사용시에 비해 더 긴 수명을 가지므로 거의 영구적인 사용이 가능하다는 이점이 있다.
- [0044] 또한, 본 발명에 따른 콘크리트에서는 그래핀의 함량을 조절함으로써 콘크리트의 전기전도도와 발열 특성을 조절할 수 있고, 적절한 함량의 그래핀을 사용함으로써 우수한 전기전도성과 발열 특성에 도달할 수 있게 된다.
- [0045] 콘크리트 내 자유 수분과 수분의 함량은 전도율 및 가열 속도에 큰 영향을 미치는데, 용빙 도로의 특성은 겨울철에 눈이나 비로 도로가 결빙되는 것을 막고자 하는 것이기에 도로의 콘크리트가 적절한 수분을 갖게 되고, 그 수분은 전도율 및 가열 속도에 큰 영향을 미치게 되어 우수한 특성을 나타내도록 한다.
- [0046] 이론적으로, 콘크리트의 전도성은 그 전자 채널이 경화된 시멘트 복합체를 포함하기 때문에, 수화 과정이 지속되면, 그 전자 채널은 수화 생성 수분 수준, 자유 수분 및 전자 조건의 영향을 받게 됩니다.
- [0047] 따라서, 콘크리트의 전도성을 안정화시키기 위해서 안정적인 구조가 요구되며, 이를 본 발명에서는 적정 크기 및 면적을 가지는 그래핀을 전체 콘크리트 대비 적정 함량으로 첨가하는 것에 의해 달성될 수 있도록 한다.
- [0048] 본 발명에서는 상기한 목적을 달성하기 위해 마이크로미터 스케일의 크기를 가지는 대면적의 그래핀을 적정량 첨가하여 콘크리트를 제조할 수 있다.
- [0049] 본 발명의 바람직한 실시예에서 적어도 10 마이크로미터(μm) 이상의 크기를 가지는 그래핀이 사용될 수 있고, 이때 두께 1 ~ 3 나노미터(nm)의 크기를 가지는 것이 사용될 수 있다.
- [0050] 도 1은 나노 크기의 스케일을 가지는 그래핀과 마이크로 크기의 스케일을 가지는 그래핀을 간략 예시한 도면으로, (a)가 콘크리트 내 나노 크기의 그래핀이 분포되는 상태를 예시한 것이고, (b)는 콘크리트 내 마이크로 크기의 그래핀이 분포되는 상태를 예시한 것이다.
- [0051] 본 발명의 실시예로서, 도 1의 (b)에 예시된 마이크로 크기의 대면적 그래핀을 사용하여 콘크리트를 제조할 수 있고, 특히 적어도 10 마이크로미터(μm) 이상의 크기를 가지는 대면적의 그래핀을 사용하는 것이 원하는 전기전도성 및 발열 효과를 얻기 위해 바람직하다.
- [0052] 두께가 1 ~ 3 나노미터(nm)로 동일하더라도, 도 1의 (a)와 같은 나노 크기의 그래핀을 사용할 경우에 비해, 도 1의 (b)와 같은 마이크로 크기의 대면적 그래핀을 사용한다면, 전기전도성 콘크리트에서 우수한 발열 효과를 낼 수 있다.
- [0053] 더욱이, 평균 5 나노미터(nm) 크기의 그래핀을 사용할 때보다 10 마이크로미터 이상의 입자 크기를 가지는 그래핀을 사용할 경우, 전기전도성이 더 우수하여 그래핀의 사용량을 줄일 수 있고, 결국 재료 비용과 시공 비용을 절감할 수 있게 된다.
- [0054] 또한, 전기전도성 발열 콘크리트 제품에 필요한 고강도, 유연성 등의 물리적 특성까지 가질 수 있게 되어, 고온에서 장시간 사용할 수 있고, 일반적인 도로 마모로 인한 전기전도의 단락이 없는 안정성(stability), 및 장기간에 걸쳐 전기에너지를 열에너지로 변환시킬 수 있는 내구성(durability)을 가질 수 있게 된다.
- [0055] 본 발명에서 시멘트와 골재, 그리고 물과 그래핀 재료를 혼합하여 발열 콘크리트를 제조할 수 있으며, 여기서 광물접합제이면서 결합제(binder)인 시멘트는 1종 보통 포틀랜드 시멘트(OPC type I, OPC: Ordinary Portland Cement)가 사용될 수 있다.

- [0056] 또한, 골재(aggregate)로는 모래(예, ASTM standard sand(OD condition))가 사용될 수 있고, 물로는 공지의 혼합수(potable water)가 사용될 수 있다.
- [0057] 또한, 그래핀 재료는 현탁액(suspension) 상태로 첨가될 수 있는데, 별도의 혼합수를 사용하지 않고 그 대신, 충분한 물을 혼합한 현탁액을 사용하는 것도 실시 가능하다.
- [0058] 본 발명에서 그래핀 재료는 그래핀과 그래핀 산화물(graphene oxide) 중 선택된 1종 또는 2종의 혼합물을 액상의 매트릭스 물질에 혼합 및 분산시켜 제조한 현탁액이 사용될 수 있고, 여기서 상기 액상의 매트릭스 물질은 물이 될 수 있다.
- [0059] 또한, 바람직한 실시예에서 현탁액은 물(액상의 매트릭스 물질) 100 중량%에 대해 0.5 ~ 1.5 중량%의 그래핀이나 그래핀 산화물이 포함된 것, 또는 물 100 중량%에 대해 0.5 ~ 1.5 중량%의 그래핀과 그래핀 산화물의 혼합물이 포함된 것이 사용될 수 있다.
- [0060] 본 발명자는 콘크리트 내 그래핀의 함량을 달리하는 여러 시편을 제작한 뒤 각 시편에 대해 통전 상태로 시간이 경과함에 따라 변화하는 온도를 실험적으로 살펴보았으며, 실험 결과 동일한 시간이 경과하였음에도 그래핀의 함량에 따라 시편의 온도가 달라짐을 확인하였고, 더불어 시편에 따라 가열 속도가 차이가 있음을 확인하였다.
- [0061] 특히, 0.5 ~ 1.5 중량%의 그래핀을 사용함에 따라 발열 콘크리트에 필요한 발열 성능을 얻을 수 있었는데, 0.5 중량% 미만을 사용할 경우 필요한 발열 성능을 얻을 수 없는 문제가 있고, 발열 효과 측면에서 미흡함이 있게 된다.
- [0062] 또한, 1.5 중량%를 초과하는 경우, 과도한 그래핀 사용으로 인해 불필요한 비용 상승의 문제가 있게 되므로 바람직하지 않다.
- [0063] 상기와 같이 시멘트와 골재, 그리고 물과 그래핀 재료를 혼합하여 콘크리트를 제조하고, 이 그래핀이 함유된 전기전도성의 콘크리트를 타설한 뒤 양생하여 도로를 시공하는데, 이때 콘크리트를 미리 정해진 면적으로 타설하여 구성되는 콘크리트 블록의 양 끝단에 전기를 인가할 전극을 함께 함침하여 양생한다.
- [0064] 결국, 도로 시공 후 상기 전극에 전기를 인가하면 콘크리트에서 발열이 이루어질 수 있는데, 발열량이 커지면 커질수록 전기저항이 커지는 금속과 달리, 상기와 같이 제조되는 그래핀 전기전도성 발열 콘크리트에서는 발열량이 커질수록 전기저항이 작아지는 그래핀의 특성이 나타나므로, 본 발명의 목적을 달성할 수 있게 된다.
- [0065] 본 발명에서는 상기와 같은 주 재료 외에 필요한 경우 기타 보조 첨가제가 추가로 첨가될 수 있는데, 상기 보조 첨가제로는 크롬철광, 마그네슘 벽돌조각, 야금 마그네사이트, 내화점토(chamotte), 석영, 적벽돌, 황토, 플라이애쉬, 제철 고로 슬래그(slag) 또는 연료류의 연소 잔유물 등이 사용 가능하다.
- [0066] 이러한 보조 첨가제는 대부분 산업 폐기물로서, 이들을 이용하여 그래핀 전기전도성 발열 콘크리트를 제조할 경우, 산업 폐기물로 인한 환경 오염의 문제를 개선하는데 기여할 수 있다.
- [0067] 본 발명에서, 시멘트와 골재, 물과 함께 혼합되는 그래핀 재료로서, 전술한 바와 같이 그래핀, 또는 그래핀 산화물, 또는 그래핀과 그래핀 산화물을 모두 함유한 그래핀 현탁액이 사용될 수 있고, 이러한 그래핀 현탁액을 제조하는 과정에서 그래핀과 그래핀 산화물은 매트릭스(물)에 쉽게 분산 가능하다.
- [0068] 바람직하게는, 상기와 같이 그래핀 현탁액을 제조함에 있어 그래핀과 그래핀 산화물의 분산시에 초음파로 분산하는 방법이 이용될 수 있다.
- [0069] 일례로, 1종 보통 포틀랜드 시멘트(OPC)에 모래를 30초 동안 건식 혼합하고, 이어 그래핀 현탁액(graphene/graphene oxide water suspension)을 첨가하여 1분 동안 혼합한 뒤, 이어 혼합수(potable water)를 추가하여 3분 동안 더 혼합하여 콘크리트를 제조할 수 있다.
- [0070] 한편, 본 발명에 따른 발열 콘크리트를 도로 포장재로 이용함에 있어서, 도 2에 나타난 바와 같이, 아래로부터 보조기층, 기층, 표층의 순으로 도로를 포장한다고 할 때, 상기 기층에 본 발명에 따른 발열 콘크리트, 즉 전기전도성의 그래핀을 함유한 발열 콘크리트를 적용하는 것이 가능하다.
- [0071] 상기와 같이 기층을 발열 콘크리트를 이용하여 시공하고, 이후 그 위에 아스팔트를 이용하여 표층을 시공함으로써, 통전시 발열 가능한 도로가 완성될 수 있다.
- [0072] 이렇게 시공된 도로에서 기층인 발열 콘크리트에 설치된 전극에 전원을 연결하여 발열 콘크리트에 전기를 인가하면, 발열 콘크리트에서 발생한 열이 표층인 아스팔트를 통과하여 그 표면으로 전달될 수 있는데, 이렇게 전달

된 열이 표층 표면에 존재하는 눈이나 얼음을 녹일 수 있게 된다.

[0073] 하기 표 1은 본 발명의 실시예에 따른 콘크리트의 구성을 나타낸 것으로, 콘크리트 제조시 물(혼합 수)과 현탁액의 사용량을 각각 달리하여 제조하는 예(실시예 1, 2, 3)를 나타내고 있다.

[0074] 실시예 1, 2, 3에서 시멘트(OPC) 및 모래에 혼합되는 물(혼합 수)과 현탁액 중 물의 총량이 동일하게 조절됨을 볼 수 있다.

표 1

	W/C	시멘트 (OPC) (kg)	모래 (sand) (kg)	혼합 수 (potable water) (kg)	그래핀 분말 (고형물) (kg)	현탁액(suspension) 중 물(water) (kg)
실시예 1	0.5	533.3	1466.5	213.32	0.533	53.32
실시예 2				106.66	1.6	159.98
실시예 3				0	2.66	266.64

[0076]

[0078] 표 1에서 알 수 있듯이, 실시예 1, 2, 3에서 현탁액은 물 100 중량(wt)%에 대하여 1 중량%의 그래핀을 분산시켜 제조한 것이 사용될 수 있다.

[0079] 하기 표 2에서는 실시예 1, 2, 3에서 사용되는 재료에 대해 구체적으로 나타내고 있다.

[0080]

표 2

결합제 (binder)	OPC type 1
골재 (aggregate)	ASTM standard sand(OD condition)
물 (water)	Potable water(18 ~ 20 ℃)
첨가제 (additive)	graphen water suspension(graphe 1wt%) (18 ~ 20 ℃)

[0081]

[0083] 표 2에 나타난 바와 같이, 실시예 1, 2, 3에서 결합제로는 1종 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하고, 골재로는 모래를 사용하며, 첨가제로는 물 100 중량%에 대해 그래핀 1 중량%를 혼합한 현탁액을 사용하고 있다.

[0084] 본 발명자는 실시예 1, 2, 3과 같이 제조된 콘크리트를 사용하여 도 3에 나타난 바와 같은 정해진 크기(2.5cm×2.5cm×30cm)의 직육면체 콘크리트 샘플(Concrete Sample) 블록을 각각 제작한 뒤, 각 콘크리트 샘플 블록의 길이방향 양단에 설치한 구리 전극(Copper Electrode)에 220V 교류(AC) 전원을 연결하여 전기를 인가하여 콘크리

트의 온도 변화와 비저항을 측정하였다.

[0085] 이와 같이 220V의 전압을 인가하였을 때 각 콘크리트 샘플 블록의 양단 전극 사이에 설치된 파워 미터를 이용하여 전력을 측정하였고, 동시에 콘크리트 샘플 블록의 표면에 설치된 온도센서(Sensor)를 통해 시간 경과에 따른 온도를 측정하였다.

[0086] 이때, 전력과 온도를 6분 동안 측정하였으며, 전력(P)과 전압(V)으로부터 전류(I)를 계산할 수 있고, 하기 식 (1)을 이용하여 전압(V)과 전류(I)를 이용하여 저항(resistance, R)[Ω]을 계산할 수 있으며, 하기 식 (2)를 이용하여 저항(R)과 블록의 횡단면적(A)[m²], 그리고 두 전극 사이의 거리(L)[m]를 이용하여 비저항(resistivity, ρ)[Ωm]을 계산할 수 있다.

[0088] $R = V/I$ (1)

[0090] $\rho = (R \times A)/L$ (2)

[0092] 도 4는 실시예 1, 2, 3의 콘크리트 샘플 블록에 대해 시간 경과에 따른 온도 변화와 비저항 변화를 나타내는 도면으로, 도시된 바와 같이 220V의 전압을 인가하였을 때 콘크리트 샘플 블록의 표면 온도가 60 ℃ 이상으로 상승하는 것을 확인하였다.

[0093] 이와 같이 하여, 본 발명에 따른 발열 콘크리트의 제조 방법에 의하면, 전기전도성의 대면적 그래핀(graphene)을 사용함에 따라 기존 전열선의 사용 및 설치 없이도 지속적으로 콘크리트의 발열성을 유지할 수 있다.

[0094] 즉, 본 발명에 따른 발열 콘크리트의 제조 방법에 의하면, 장기간에 걸쳐 전기에너지를 열에너지를 변환시킬 수 있는 콘크리트를 제조할 수 있는 것이다.

[0095] 또한, 본 발명에서 사용되는 그래핀은 전자이동도가 실리콘의 100배, 열전도도가 구리의 100 ~ 1000배, 열전도성이 다이아몬드보다 2배 이상 높기 때문에 발열 효율 및 발열 효과가 우수한 콘크리트를 제조하는데 적합하다.

[0096] 이와 같이 본 발명에서는 그래핀을 첨가하여 제조함에 따라 전기전도시 콘크리트의 발열 효과와 함께 콘크리트의 강도 향상 효과를 얻을 수 있으며, 고온에서도 물리적 성질이 변화하지 않는 안정성, 그리고 영구적인 사용 기간 동안 가열과 냉각이 반복되는 과정에서도 견딜 수 있는 우수한 내구성, 높은 습도에도 견딜 수 있는 우수한 내습성을 가지는 콘크리트를 제조할 수 있게 된다.

[0097] 또한, 그래핀이 순수한 탄소 성분만으로 구성되므로 고온에서 물리적 성질이 변하지 않고 안정성(stability)이 우수한 콘크리트를 제조할 수 있게 되고, 사용 목적에 따라 다양한 온도 및 영역에서 이용 가치가 크고 다양한 콘크리트를 제조할 수 있게 된다.

[0098] 또한, 발열 콘크리트를 사용하여 도로를 시공한 뒤, 시공된 도로를 구성하고 있는 발열 콘크리트층에 전기를 인가하여 발열이 이루어지도록 하는데, 이때 도로의 온도를 일정 온도로 유지하기 위해 온도조절 스위치를 이용하여 전기를 필요한 시점에서 선택적으로 인가하거나 차단하게 된다.

[0099] 이때, 온도조절 스위치를 통한 전원 개폐가 반복되어 콘크리트가 가열과 냉각을 반복하는 과정에서 콘크리트의 성질이 변화하지 않는 내구성(durability) 등이 발열 콘크리트에 필요한 특성으로 요구되는데, 그래핀의 특성 중 탄성계수가 일반 스틸의 5배, 인장강도 또한 스틸에 비해 200배 정도 크기 때문에 내구성의 요구 특성을 충분히 충족시킬 수 있다.

[0100] 또한, 본 발명에 의해 제조되는 발열 콘크리트의 사용시에는 전열선을 매설하는 종래의 방식에 비해 도로 타설 조건 등에 따른 사용 제한이 없으며, 단락 및 그로 인한 누전이나 화재의 위험도 없다.

[0101] 또한, 본 발명에 의해 제조되는 발열 콘크리트를 사용하여 도로를 시공하는 경우 전열선의 매설 간격 등을 고려할 필요가 없으므로 시공이 용이해지고, 시공 비용은 물론 전기 비용 등의 유지 비용을 크게 줄일 수 있게 된다.

[0102] 또한, 수명에 있어서도 전열선을 사용하는 경우 수명이 2 ~ 3년으로 짧으므로 주기적인 재시공이 필요하지만,

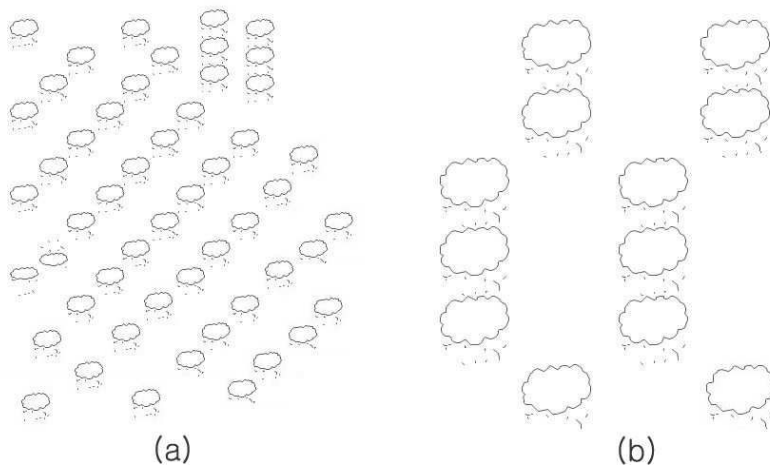
본 발명에 의해 제조되는 발열 콘크리트는 전술한 바와 같이 거의 영구적인 사용이 가능하다는 장점을 가진다.

[0103] 또한, 본 발명에 의하면, 도로의 악조건 및 일정 부분 마모 속에서도 지속적으로 발열성을 유지할 수 있는 전기 전도성 발열 콘크리트를 제공할 수 있게 된다.

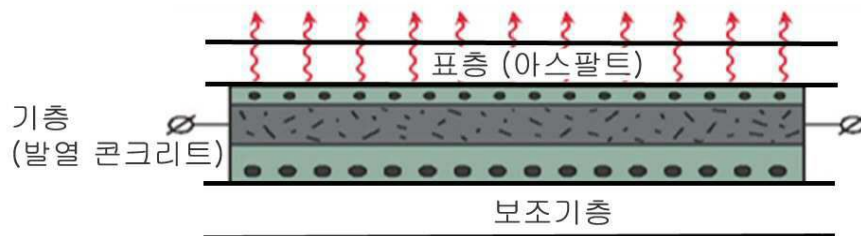
[0105] 이상으로 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만, 본 발명의 권리범위가 이에 한정되는 것은 아니며, 다음의 특허청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당 업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 포함된다.

도면

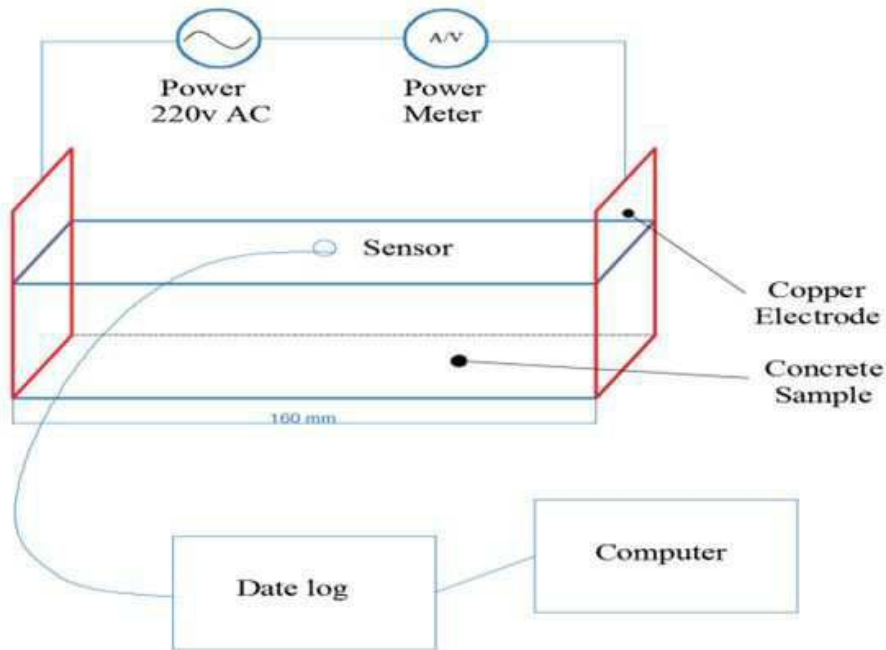
도면1



도면2



도면3



도면4

