



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년04월18일  
(11) 등록번호 10-1725519  
(24) 등록일자 2017년04월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C04B 18/14 (2006.01) C04B 2/04 (2006.01)  
C04B 22/06 (2006.01) C04B 103/10 (2006.01)  
C04B 111/00 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
C04B 18/141 (2013.01)  
C04B 2/04 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2016-0135526  
(22) 출원일자 2016년10월19일  
심사청구일자 2016년10월19일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR101296159 B1\*  
KR1020130094972 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
세종대학교산학협력단  
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)  
한국건설기술연구원  
경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)  
(72) 발명자  
이현중  
서울특별시 성동구 금호로 117, 103동 207호 (금호동2가, 금호자이1차)  
백철민  
경기도 고양시 일산서구 고양대로255번길 45, 903동 1903호(대화동, 대화마을9단지아파트)  
(74) 대리인  
특허법인(유)화우  
(덧면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 12 항

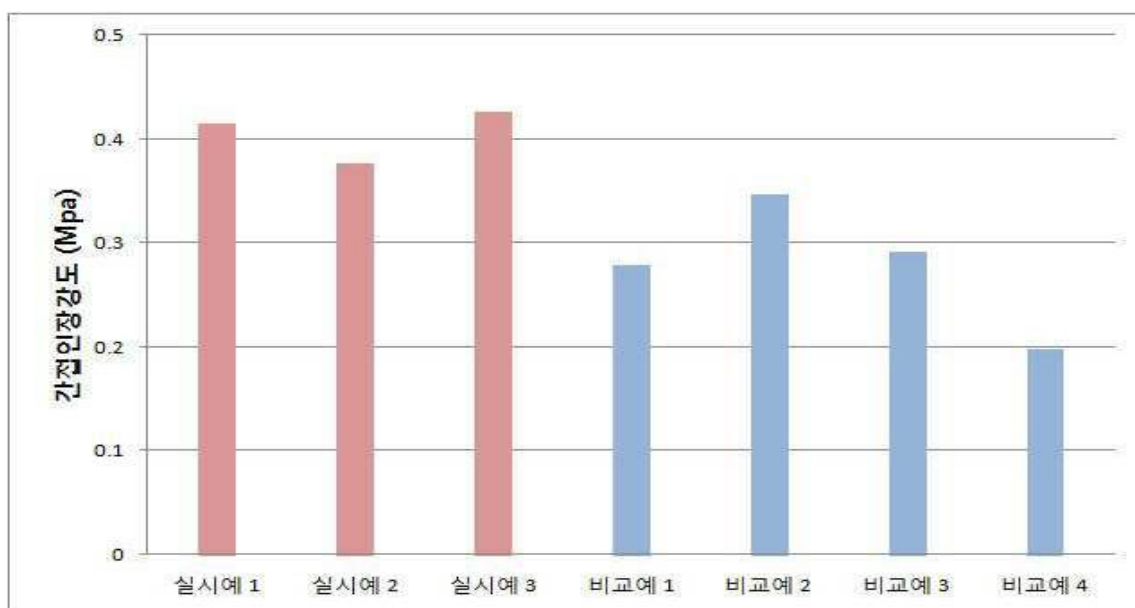
심사관 : 문영준

(54) 발명의 명칭 이산화탄소 흡수효과가 있는 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트계 첨가제 조성물 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명은, 시멘트가 포함되지 않은 상온 경화형 재활용 아스팔트 무시멘트계 첨가제 조성물을 사용하여 상온 경화형 재활용 아스팔트 콘크리트 시공시, 포장된 도로의 조기균열 및 파손을 방지할 수 있고, 시멘트 사용량을 저감시켜 시멘트 생산시 발생하는 다량의 이산화탄소 저감할 수 있으며, 상기 첨가제 조성물 내 포함된 고로 슬래그를 개질시켜 이산화탄소를 흡수할 수 있는 환경친화성이 향상된 이산화탄소 흡수효과가 있는 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트계 첨가제 조성물에 관한 것으로서, 도로 포장시 사용되는 아스팔트 콘크리트 내 시멘트를 포함하지 않으므로써 시멘트가 가지고 있는 특성으로 인해 포장된 도로의 균열 및 파손을 방지할 뿐만 아니라, 첨가제 조성물 내 시멘트 대신에 산업폐기물인 고로 슬래그를 포함시켜 자원을 재활용하여 환경 친화적인 효과가 있다

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

**C04B 22/062** (2013.01)

**C04B 22/066** (2013.01)

**C04B 2103/10** (2013.01)

**C04B 2111/0075** (2013.01)

(72) 발명자

**양성린**

서울특별시 송파구 올림픽로 435, 102동 705호(신천동, 파크리오)

**황성도**

경기도 고양시 일산동구 호수로 340-11, 1413호(백석동, 밀레니엄리젠시)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 15TLRP-B079261-02

부처명 국토교통부

연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원

연구사업명 교통물류연구사업

연구과제명 온실가스 배출 최소화를 위한 친환경 포장도로 개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국건설기술연구원

연구기간 2014.07.21 ~ 2019.05.20

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

고로 슬래그 100 중량부;

상기 고로 슬래그의 수경성(hydraulic property)을 활성화시키는 염기성 활성화제 21 ~ 39 중량부; 및

경화제 6 ~ 14 중량부;를 포함하되, 시멘트를 포함하지 않는 것을 특징으로 하는, 이산화탄소 흡수효과가 있는 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트계 첨가제 조성물.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 고로 슬래그는,

분말도가  $2500 \sim 5000 \text{ cm}^2/\text{g}$  인 것을 특징으로 하는,

이산화탄소 흡수효과가 있는 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트계 첨가제 조성물.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 염기성 활성화제는,

수산화칼슘(Calcium hydroxide), 수산화나트륨(sodium hydroxide), 수산화칼륨(Potassium hydroxide), 수산화마그네슘(Magnesium hydroxide), 수산화리튬(Lithium hydroxide) 및 암모니아(Ammonia)로 이루어진 군 중에서 선택된 적어도 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는, 이산화탄소 흡수효과가 있는 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트계 첨가제 조성물.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 경화제는,

규산(Silicic acid), 규산나트륨(Sodium Silicate), 규산마그네슘(Magnesium silicate), 규산리튬(Lithium silicate), 규산칼륨(Potassium silicate) 및 물유리(water glass)로 이루어진 군 중에서 선택된 적어도 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는, 이산화탄소 흡수효과가 있는 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트계 첨가제 조성물.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트계 첨가제 조성물은, 소석회를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 이산화탄소 흡수효과가 있는 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트계 첨가제 조성물.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트계 첨가제 조성물은,

고로 슬래그, 염기성 활성화제 및 경화제를 포함하는 조성물과 소석회 1 : 0.3 ~ 0.8 중량비로 혼합된 것을 특징으로 하는, 이산화탄소 흡수효과가 있는 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트계 첨가제 조성물.

#### 청구항 8

제1항 및 제3항 내지 제7항 중 어느 한 항의 이산화탄소 흡수효과가 있는 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트계 첨가제 조성물을 포함하는 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물.

#### 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물은,

순환 골재 67 ~ 85 wt%, 신킨골재 9 ~ 20 wt%, 개질 유화 아스팔트 2 ~ 6 wt%, 물 1 ~ 5 wt% 및 상온 경화형 재활용 아스팔트용 무시멘트계 첨가제 조성물 2 ~ 4 wt%를 포함하는 것을 특징으로 하는, 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물.

#### 청구항 10

고로 슬래그 100 중량부;

상기 고로 슬래그의 수경성(hydraulic property)을 활성화시키는 염기성 활성화제 21~39 중량부; 및

경화제 6 ~ 14 중량부;가 포함되고,

시멘트는 포함되지 않은 조성물을 균일하게 혼합하는, 이산화탄소 흡수효과가 있는 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트계 첨가제 조성물의 제조방법.

#### 청구항 11

삭제

#### 청구항 12

제10항에 있어서,

상기 염기성 활성화제는,

수산화칼슘(Calcium hydroxide), 수산화나트륨(sodium hydroxide), 수산화칼륨(Potassium hydroxide), 수산화마그네슘(Magnesium hydroxide), 수산화리튬(Lithium hydroxide) 및 암모니아(Ammonia)로 이루어진 군 중에서 선택된 적어도 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는, 이산화탄소 흡수효과가 있는 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트계 첨가제 조성물의 제조방법.

#### 청구항 13

제10항에 있어서,

상기 경화제는,

규산(Silicic acid), 규산나트륨(Sodium Silicate), 규산마그네슘(Magnesium silicate), 규산리튬(Lithium silicate), 규산칼륨(Potassium silicate) 및 물유리(water glass)로 이루어진 군 중에서 선택된 적어도 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는, 이산화탄소 흡수효과가 있는 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트계 첨가제 조성물의 제조방법.

#### 청구항 14

제10항에 있어서,

상기 조성물에 소석회를 더 포함하여 혼합하는 것을 특징으로 하는, 이산화탄소 흡수효과가 있는 상온 경화형

재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트계 첨가제 조성물의 제조방법

## 발명의 설명

### 기술 분야

- [0001] 본 발명은, 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 내 포함되는 무시멘트계 첨가제 조성물로서, 아스팔트 시공 아스팔트 혼합물 내 시멘트가 포함되지 않아 포장된 도로의 조기균열 및 파손을 방지하고, 시멘트 생산시 발생되는 다량의 이산화탄소를 저감시킬 수 있을 뿐만 아니라 이산화탄소를 흡수할 수 있는 환경친화성이 향상된 이산화탄소 흡수효과가 있는 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트계 첨가제 조성물 및 그 제조방법에 관한 것이다

### 배경 기술

- [0003] 국내의 도로는 도로 증가율에 비하여 교통량이 급속도로 증가함에 따라, 도로포장에 균열이 발생 되고 그 틈로 우수 등이 침투하여, 포장의 조기 파손 등을 초래하고 있다. 이와 같은 도로포장이 조기 파손됨으로 인하여 도로의 아스팔트 콘크리트 개보수 뿐만 아니라 도시가스, 상수도 및 오폐수관거 등의 교체공사로 인하여 건설산업부산물 중에 폐아스팔트 콘크리트(이하 폐아스콘으로 칭함)의 발생량이 상당한 부분을 차지하고 있다.
- [0004] 이러한 폐아스콘은 건설산업부산물 중 가장 발생량이 많은 폐콘크리트와는 달리 골재표면에 아스팔트 유제가 착되어 있기 때문에 콘크리트용, 구조물 덧첨가제 조성물 및 보조기층용으로 사용할 수 없다.
- [0005] 또한 폐아스콘의 매립은 매립지로부터 빗물 등에 의해 씻겨 나온 아스팔트나 잔류시멘트가 지층으로 흘러들어 지하수와 하천을 오염시키는 등 환경오염의 주요 원인으로 작용하고 있어 재활용이 가능한 폐아스콘 등의 매립을 줄여야 한다는 사회적 요구가 제기되고 있다.
- [0006] 해외에서는 다량으로 발생되는 폐아스콘을 재활용함으로써 아스콘의 재활용은 물론 환경오염을 줄이면서 동시에 폭발적으로 늘어나는 아스팔트의 수요량을 대체할 수 있는 대안으로 주목받고 있다. 이러한 경화형 재활용 아스콘에 관한 연구가 활발히 진행됨에 따라 플랜트 가열 경화형 재활용 아스팔트 혼합물공법(Plant Hot Mix Recycling)과 현장가열 표층경화형 재활용공법(Hot In-Place Surface Recycling)등이 개발되었으나, 플랜트공법과 표층경화형 재활용공법 모두 상온시공이 어렵고 가열을 통해 시공해야만 하는 문제점이 존재한다.
- [0007] 이러한 문제점을 해결하기 위하여 폐아스콘에서 유래하는 순환골재를 상온에서 유화아스팔트와 혼합하여 활용하는 방식의 폐아스콘 재활용에 관한 연구가 활발하게 진행되어 왔으며, 국가적 차원에서도 폐기되는 폐아스콘의 재활용을 위하여 폐아스콘을 지정부산물로 선정하고, "건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률" 및 "순환골재 품질기준"을 제정하여 고품질을 유지하면서 재활용률을 높이기 위한 노력을 하고 있다.
- [0008] 그러나, 이러한 재활용 방법에 의해 생산된 폐아스콘은 시공 초기에 입자 간의 결합력이 크지 않아서 시공 초 혼합물이 쉽게 탈리되는 문제가 있고, 폐아스콘의 유효재활용을 증대시키기 위해서는 가열 또는 상온 경화형 재활용아스팔트로 사용해야하는데, 높은 열을 요구하는 가열 아스팔트의 경우 CO<sub>2</sub>의 발생량이 많고, 이를 사용하여 도로포장 시 초기에 균열이 발생하거나 파괴되는 문제가 있었다. 또한, 폐아스콘 순환골재 입자의 분포가 일정하지 않아 아스팔트 혼합물의 품질 기준을 만족시키기 어려운 문제가 있었다.
- [0009] 또한, 종래에는 경화형 재활용아스팔트 콘크리트를 제조시 일반적으로 결합제 조성물로서 시멘트를 사용하는데 시멘트를 결합제 조성물로 사용시 시멘트의 특성으로 인하여 포장된 도로의 균열 및 파손문제가 발생할 수 있다.
- [0010] 이 때 사용되는 시멘트는 대표적인 무기 결합제 조성물라고 할 수 있는데, 주성분은 석회석으로서, 탄산 칼(CaCO<sub>3</sub>)이기 때문에 이를 소성하는 과정에서 막대한 에너지가 소비될 뿐만 아니라, 상기 시멘트 제조과정에서 제조량 대비 44 wt% 이상의 이산화탄소가 발생하게 되고 이는 온실가스의 배출이라는 측면에서 환경에 매우 좋지 않은 영향을 미치게 되는데, 이와 같은 상황 속에서 무시멘트 결합제에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다

### 선행기술문헌

#### 특허문헌

- [0012] (특허문헌 0001) 등록특허 제1647097호(2016.08.03.

(특허문헌 0002) 등록특허 제1230863호(2013.02.01.)

(특허문헌 0003) 등록특허 제1181861호(2012.09.05.)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0013] 본 발명은, 시멘트가 포함된 아스팔트 혼합물로 도로 포장시, 포장도로 상층의 하층을 하부로 전달하지 못하 포장도로의 조기균열 및 파손 발생을 방지하기 위하여 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 내 시멘트를 포함하지 않아 시멘트 사용량을 줄임으로써 이산화탄소의 발생을 저감시켜 우수한 환경친화성을 가짐과 동시에 기존의 상온 경화형 재활용 아스팔트 콘크리트보다 빠른 시간 내 강도 및 내구성을 향상시켜 도로의 기층용으로 사용될 수 있을 뿐만 아니라, 도로의 유지보수 공사에도 적용 가능한 이산화탄소 흡수효과가 있는 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트계 첨가제 조성물 및 그 제조방법을 제공하고자 한다

### 과제의 해결 수단

- [0015] 상술한 바와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 일 실시형태는, 이산화탄소 흡수효과가 있는 상온 경화 재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트계 첨가제 조성물로서, 고로 슬래그; 상기 고로 슬래그의 수경성(hydraulic property)을 활성화시키는 염기성 활성화제; 및 경화제;를 포함하되, 시멘트를 포함하지 않는 것이 바람직하다.
- [0016] 상기 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트계 첨가제 조성물은, 고로 슬래그 100 중량부; 상기 고로 슬래그 100 중량부를 기준으로, 염기성 활성화제 21 ~ 39 중량부; 및 경화제 6 ~ 14 중량부;를 할 수 있다.
- [0017] 상기 고로 슬래그는, 분말도가  $2500 \sim 5000 \text{ cm}^2/\text{g}$  이고, 상기 염기성 활성화제는, 수산화칼슘(Calcium hydroxide), 수산화나트륨(sodium hydroxide), 수산화칼륨(Potassium hydroxide), 수산화마그네슘(Magnesium hydroxide), 수산화리튬(Lithium hydroxide) 및 암모니아(Ammonia)로 이루어진 군 중에서 선택된 적어도 하나 이상을 포함하고, 상기 경화제는, 규산(Silicic acid), 규산나트륨(Sodium Silicate), 규산마그네슘(Magnesium silicate), 규산리튬(Lithium silicate), 규산칼륨(Potassium silicate) 및 물유리(water glass)로 이루어진 군 중에서 선택된 적어도 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0018] 바람직하게는 본 발명의 이산화탄소 흡수효과가 있는 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트 첨가제 조성물은, 소석회를 더 포함할 수 있다.
- [0019] 구체적으로 상기 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트계 첨가제 조성물은, 고로 슬래그, 염기성 활성화제 및 경화제를 포함하는 조성물과 소석회가 1 : 0.3 ~ 0.8 중량비로 혼합된 것을 사용할 수 있다.
- [0020] 본 발명의 다른 실시 형태는 상기 언급된 이산화탄소 흡수효과가 있는 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트계 첨가제 조성물을 포함하는 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물로서, 바람직하게는 순환 골재 67 ~ 85 wt%, 신골재 9 ~ 20 wt%, 개질 유화 아스팔트 2 ~ 6 wt%, 물 1 ~ 5 wt% 및 상온 경화형 재활용 아스팔트용 무시멘트계 첨가제 조성물 2 ~ 4 wt%를 포함할 수 있다.
- [0021] 한편, 본 발명의 또 다른 실시 형태는 고로 슬래그; 상기 고로 슬래그의 수경성(hydraulic property)을 활성화시키는 염기성 활성화제; 및 경화제;가 포함되고, 시멘트는 포함되지 않은 조성물을 균일하게 혼합하여 이산화탄소 흡수효과가 있는 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트계 첨가제 조성물을 제조하는 방법이다.
- [0022] 상기 조성물은, 고로 슬래그 100 중량부, 상기 고로 슬래그 100 중량부를 기준으로, 염기성 활성화제 21 ~ 39 중량부 및 경화제 6 ~ 14 중량부가 포함된 것을 사용할 수 있으며, 상기 염기성 활성화제는, 수산화칼슘(Calcium hydroxide), 수산화나트륨(sodium hydroxide), 수산화칼륨(Potassium hydroxide), 수산화마그네슘(Magnesium hydroxide), 수산화리튬(Lithium hydroxide) 및 암모니아(Ammonia)로 이루어진 군 중에서 선택된 적어도 하나 이상을 포함하는 것을 사용할 수 있다.
- [0023] 또한, 상기 경화제는, 규산(Silicic acid), 규산나트륨(Sodium Silicate), 규산마그네슘(Magnesium silicate)

규산리튬(Lithium silicate), 규산칼륨(Potassium silicate) 및 물유리(water glass)로 이루어진 군 중에서 선택된 적어도 하나 이상을 포함하는 것을 사용하는 것이 바람직하다.

- [0024] 바람직하게는 상기 조성물에 소석회를 더 포함하여 혼합하여 본 발명의 이산화탄소 흡수효과가 있는 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트계 첨가제 조성물을 제조할 수 있다

### 발명의 효과

- [0026] 본 발명은 아스팔트 혼합물 내 포함되는 첨가제 조성물로 시멘트를 포함하지 않은 상온 경화형 재활용 아스팔트 무시멘트계 첨가제 조성물을 사용함으로써, 시공시 시멘트의 특성으로 인해 포장된 도로의 균열 및 파손을 방지할 뿐만 아니라 상기 시멘트 대신에 산업폐기물인 고로 슬래그를 사용함으로써, 자원을 재활용하여 환경 친화적인 효과가 있다.

- [0027] 또한, 상기 생산이 다량의 이산화탄소를 발생시키는 시멘트 대신에 고로 슬래그를 사용함으로써 시멘트의 사용을 줄여 이산화탄소 발생을 저감시킬 수 있을 뿐만 아니라 첨가제 조성물 내 포함되는 고로 슬래그의 표면을 개질하여, 시공시 이산화탄소를 흡수할 수 있다

### 도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 상온 경화형 재활용 아스팔트 콘크리트 내 포함되는 첨가제 조성물의 구성성의 함량변화에 따른 간접인장강도 변화를 나타낸 그래프이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 상온 경화형 재활용 아스팔트 콘크리트 내 포함되는 물과 고로슬래그의 함량변화에 따른 간접인장강도 변화를 나타낸 그래프이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 상온 경화형 재활용 아스팔트 콘크리트의 이산화탄소 흡수 정도를 나타낸 그래프이다

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 이하 본 발명의 바람직한 실시 예를 통해 상세히 설명하기에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정하여 해석되어서는 아니 되며, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야 함을 밝혀둔다.

- [0031] 본 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함" 한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

- [0033] 이하에서는 본 발명의 이산화탄소 흡수효과가 있는 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트계 첨가제 조성물 및 그 제조방법에 관하여 보다 상세히 설명하고자 한다.

- [0034] 먼저, 본 발명의 이산화탄소 흡수효과가 있는 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트계 첨가제 조성물은 고로 슬래그, 상기 고로 슬래그의 수경성(hydraulic property)을 활성화시키는 염기성 활성화제 및 경화제를 포함할 수 있다.

- [0035] 상기 고로 슬래그는, 철강제조공정 중 철을 제련할 때 생성되는 산업 부산물 중 하나로서, 철 성분은 거의 존재하지 않고 거의 세라믹 산화물로만 이루어져 있어 비표면적이 높고, 우수한 내식성 및 인장강도를 갖는 특성이 있다.

- [0036] 이러한 고로 슬래그를 본 발명의 이산화탄소 흡수효과가 있는 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트계 첨가제 조성물의 주재료로 포함하여 사용할 경우, 일반적으로 사용하는 시멘트를 사용하는 것에 비하여 아스팔트 콘크리트의 고강도 발현이 가능하고, 상기 고로 슬래그 제조시 시멘트 대비 이산화탄소 배출량이 약 1/20로 낮아, 시멘트에서 발생하는 대표적인 발암물질인 Cr<sub>64</sub>이 전혀 발생되지 않으므로 환경친화적이다.

- [0037] 상세하게는, 본 발명의 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트계 첨가제 조성물에 포함되는 고로 슬래그는 SiO<sub>2</sub> 19 ~ 28 wt%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 9 ~ 19 wt%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.01 ~ 1 wt%, SO<sub>3</sub> 1 ~ 5 wt%, CaO 43 ~ 52 wt%, MgO 1 ~ 5 wt% 포함되고, 비중은 2 ~ 3 g/cm<sup>3</sup>인 것을 사용할 수 있다.

- [0038] 바람직하게는 아스팔트 혼합물을 사용하여 도로 포장시, 첨가제 조성물의 분말도가 증가될수록 시공된 아스팔트 콘크리트의 내부밀도가 감소되지 않아 초기 강도가 유지 또는 향상되므로 본 발명의 상온 경화형 재활용 아스팔트

트용 무시멘트계 첨가제 조성물에 포함되는 고로 슬래그는 미분말 형태인 것 사용할 수 있으며, 더욱 바람직하게는 분말도가  $2500 \sim 5000 \text{ cm}^2/\text{g}$ 인 고로 슬래그를 사용할 수 있다.

- [0039] 이는, 상기 고로 슬래그의 분말도가  $2500 \text{ cm}^2/\text{g}$  미만인 것을 사용할 경우, 골재와 아스팔트 간의 내부 공극으로 인해 충분한 강도가 발휘되지 않을 뿐만 아니라 도로 포장에 상기 고로 슬래그를 포함하여 시공할 경우 하중을 제대로 전달하지 못하여 균열이 발생하는 등 내구성이 현저하게 저하될 수 있고, 분말도가  $5000 \text{ cm}^2/\text{g}$ 를 초과할 경우 초과에 따른 이익이 없을 뿐만 아니라, 상기 고로 슬래그의 분말도를 증가시키기 위하여 정밀한 분쇄공정에 따른 생산비 증가로 인하여 경제성이 저하될 수 있다.
- [0040] 또한, 고로 슬래그는 자체적인 잠재 수경성에 의하여 아스팔트 콘크리트와 혼화하여 도로 포장시 수밀성, 장적인 강도의 향상 및 화학저항성의 향상을 가져오며, 현재 국내에서 생산되고 있는 고로슬래그 미분말의 경우 일반적인 포틀랜드 시멘트에 비하여 수화 발열 속도가 낮고, 알칼리 골재반응 억제 효과 및 수밀성 염분 차단성, 내해수성, 내약품성 등이 향상되는 장점이 있다.
- [0041] 그러나, 상기 언급된 우수한 특성을 가지고 있는 고로 슬래그의 경우 선철 생산시 발생하는 부산물을 분말화한 것으로서 약  $1500^\circ\text{C}$ 의 고온에서 급랭시켜 제조되기 때문에 그 표면에 유리질 피막이 생성되고, 이러한 유리질 피막은 고로 슬래그의 수화반응을 방해할 수 있다.
- [0042] 이러한 상기 고로 슬래그의 표면에 형성된 유리질 피막으로 인해 고로 슬래그는 물과 반응하여 경화되는 수화응을 일으킬 수 있는 자경성(self hardening property)을 띠는 대신 본 발명의 염기성 활성화제와 같은 다른 물질의 도움을 받아 물과 반응하여 수화물을 생성시키는 잠재수경성 성질을 가지고 있다.
- [0043] 따라서, 첨가제 조성물로서 시멘트를 대체하여 고로 슬래그를 사용하기 위해서는 상기 고로 슬래그의 표면에 생성된 유리질 피막을 파괴해야 하며, 이를 위해서는 염기성 활성화제가 필요로 하게 된다.
- [0044] 상기 염기성 활성화제는, 수산화칼슘(Calcium hydroxide), 수산화나트륨(sodium hydroxide), 수산화칼륨(Potassium hydroxide), 수산화마그네슘(Magnesium hydroxide), 수산화리튬(Lithium hydroxide) 및 암모니아(Ammonia)로 이루어진 군 중에서 선택된 적어도 하나 이상을 포함할 수 있으며, 바람직하게는 수산화칼슘(Calcium hydroxide)을 사용할 수 있다.
- [0045] 이는 상기 염기성 활성화제 중 수산화칼슘을 사용하는 경우에는 수화 생성물 중 팽창성 물질이 발생되어 내부 팽창균열이 유발되어, 휨강도가 저하될 수 있고, 수산화나트륨을 사용하는 경우가 다른 염기성 활성화제를 사용하여 수화 생성물을 생성했을 때 가장 높은 강도 발현을 보이나, 강염기의 특성으로 인해 아스팔트 콘크리트 시공시 작업자의 안정성을 떨어질 수 있다.
- [0046] 따라서, 본 발명에서는 상기 염기성 활성화제로 수산화나트륨에 비하여 낮은 반응성을 보이긴 하나, 아스팔트 콘크리트 시공시 충분한 강도 발현을 보일 뿐만 아니라 작업성 및 화학적 위험성이 적은 수산화칼슘을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0047] 구체적으로 수산화칼슘에서 방출되는  $\text{Ca}^{2+}$  이온은 고로 슬래그에 포함된 규산염( $\text{SiO}_2$ )이나 알루미늄산염( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 반응하여 칼슘실리케이트 수화물(CSH) 및 칼슘알루미네이트 수화물(CAH) 등을 생성하여 경화됨으로써 포졸란 반응을 일으킬 수 있다.
- [0048] 바람직하게는, 본 발명의 이산화탄소 흡수효과가 있는 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트 첨가제 조성물 내 포함되는 염기성 활성화제는 고로 슬래그 100 중량부를 기준으로 21 ~ 39 중량부를 포함할 수 있는데, 이는 21 중량부 미만으로 포함될 경우 상기 고로 슬래그의 표면에 형성된 유리질 피막을 충분히 제거하지 못하여 시공시 아스팔트 콘크리트의 강도가 저하되며, 39 중량부를 초과하는 경우 고로 슬래그의 급격한 경화로 인한 수축에 의해 오히려 시공된 아스팔트 콘크리트에 미세한 균열 등 결함이 발생될 수 있다.
- [0049] 또한, 아스팔트 혼합물에 포함시 경화 속도를 증가시키고 초기의 강도 발현을 향상시키기 위한 경화제는, 규(Silicic acid), 규산나트륨(Sodium Silicate), 규산마그네슘(Magnesium silicate), 규산리튬(Lithium silicate), 규산칼륨(Potassium silicate) 및 물유리(water glass)로 이루어진 군 중에서 선택된 적어도 하나 이상을 포함하여 사용할 수 있으며, 바람직하게는 규산나트륨을 사용할 수 있다.
- [0050] 상기 경화제는 고로 슬래그의 100 중량부를 기준으로 6 ~ 14 중량부 포함될 수 있으며, 상기 함량 범위를 벗어나게 되는 경우 아스팔트 콘크리트의 경화속도가 느리거나 초기에 강도 발현이 되지 않아 하중을 견디지 못하고



깨지거나 균열이 발생될 수 있다.

- [0051] 또한, 본 발명의 상온 경화형 재활용 아스팔트용 무시멘트계 첨가제 조성물은, 이를 아스팔트 혼합물에 포함시켜 아스팔트 콘크리트를 시공시 이산화탄소 흡수효과가 있는 효과를 기대할 수 있는데, 이 때 고로슬래그 자체가 이산화탄소 흡수효과가 있는 것이 아니며, 상기 첨가제 조성물 내 포함된 염기성 활성화제 및 경화제를 통해 고로 슬래그의 표면을 활성화 또는 개질시켜 이산화탄소 포집 흡수력을 극대화시킴으로써, 아스팔트 혼합물 내 상기 첨가제 조성물을 포함시켜 시공할 경우 이산화탄소 흡수 효과 뿐만 아니라 아스팔트 콘크리트의 강도발현효과를 동시에 구현할 수 있다.
- [0052] 구체적으로 본 발명의 이산화탄소 흡수효과가 있는 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트계 첨가제 조성물에 관한 화학 반응식을 살펴보면,
- [0053] 
$$2(3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2) + x\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot (x-3)\text{H}_2\text{O} + 3\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdots (1)$$
- [0054] 
$$2(2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2) + x\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot (x-1)\text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \cdots (2)$$
- [0055] 
$$3\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{SiO}_2 \rightarrow 3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O} \cdots (3)$$
- [0056] 상기 화학 반응식(1) 및 (2)은, 첨가제 조성물 내 고로슬래그 및 경화제가 물과 반응하여 경화되는 수화반응 나타낸 것이고, 화학 반응식(3)은 수산화칼슘과 고로슬래그가 물과 반응하여 경화되는 포졸란 반응을 나타낸 것이다.
- [0057] 상기와 같이, 수화반응 및/또는 포졸란 반응을 통해 형성된 칼슘실리케이트 수화물(CSH)은 하기 화학 반응식 통해 이산화탄소를 흡수할 수 있다.
- [0058] 
$$3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot (x-3)\text{H}_2\text{O} + 3\text{CO}_2 \rightarrow 3\text{CaCO}_3 + 2\text{SiO}_2 + (x-3)\text{H}_2\text{O} \cdots (4)$$
- [0059] 따라서, 아스팔트 콘크리트 시공시, 시멘트 대신에 본 발명의 이산화탄소 흡수효과가 있는 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트계 첨가제 조성물을 포함하여 제조된 아스팔트 콘크리트 조성물을 사용함으로써, 이산화탄소 발생량을 저감시킬 뿐만 아니라 오히려 이산화탄소를 흡수함으로써 친환경적이다.
- [0060] 뿐만 아니라, 우수한 강도 및 내구성을 가져 고품질의 아스팔트 콘크리트를 제공하여, 도로 포장시 기층용으로 사용할 수 있을 뿐만 아니라 빠른 시간 내 우수한 초기 강도를 가져 도로 포장시 조기 개통이 가능하고, 도로의 유지보수 공사에도 적용 가능하다.
- [0061] 상기 첨가제 조성물에 아스팔트 콘크리트의 강도향상을 위하여 소석회를 더 포함할 수 있는데, 바람직하게는 기 첨가제 조성물은, 고로 슬래그, 염기성 활성화제 및 경화제를 포함하는 조성물과 소석회가 1 : 0.3 ~ 0.8 중량비로 혼합될 수 있다.
- [0062] 상기 첨가제 조성물 내 소석회의 함량이 상기 비율을 벗어나게 되는 경우 열고자 하는 아스팔트 콘크리트의 도향상 효과를 얻지 못하거나, 시공시 아스팔트 혼합물의 경화가 급속도로 진행되어 시공성이 저하될 수도 있고 아스팔트 콘크리트에 균열이 발생할 수도 있다.
- [0064] 한편, 본 발명의 다른 실시형태는, 상기 언급된 이산화탄소 흡수효과가 있는 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트계 첨가제 조성물을 포함하는 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물일 수 있으며, 바람직하게는 순환 골재 67 ~ 85 wt%, 신품재 9 ~ 20 wt%, 개질 유화 아스팔트 2 ~ 6 wt%, 물 1 ~ 5 wt% 및 상온 경화형 재활용 아스팔트용 무시멘트계 첨가제 조성물 2 ~ 4 wt%를 포함하는 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물일 수 있다.
- [0065] 일반적으로 건설폐기물에 물리적 또는 화학적 처리과정을 통하여 제조되는 순환골재를 사용하여 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물을 제조하는 경우 전체 혼합물의 약 40 wt% 내외로 사용되고 있으나, 본 발명의 상온 경화형 재활용 아스팔트 콘크리트의 경우 혼합물 중 순환 골재 67 ~ 85 wt%, 신품재 9 ~ 20 wt%로 일반적인 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물에 비하여 순환 골재의 함량이 높아 순환골재의 사용량이 증가하여 산업폐기물을 줄이고, 신품재 사용량을 줄여 자원의 효율성을 높일 수 있다.
- [0066] 또한, 산업 폐기물인 수산화칼슘이 내재된 순환 골재와 염기성 자극을 통해 수화반응이 진행되는 첨가제 조성물 내 포함된 고로 슬래그가 혼합되므로써, 상호 보완적인 역할을 하여 자원 순환시켜 사용 가능하므로써 환경 친화적임과 동시에 자원의 효율화를 꾀할 뿐만 아니라, 고로 슬래그의 잠재 수경성으로 인해 아스팔트 콘크리트의

수밀성, 강도의 향상 및 화학 저항성의 향상 효과를 얻을 수 있다.

- [0067] 바람직하게는 상기 순환골재는 건설폐기물의 재활용 촉진에 관한 법률 제2조 제7호의 규정(건설폐기물을 물리 또는 화학적 처리과정 등을 거쳐 제35조의 규정에 의한 품질기준에 적합하게 한 것)을 만족한 골재로서, 상기 아스팔트 조성물에 포함될 경우 흡수율을 저감시켜 유연성을 향상시키는 역할을 하며, 상기 순환골재 및 신골재의 경우 입도가 30 mm를 초과할 경우 아스팔트 콘크리트를 형성하는 아스팔트의 코팅 피막이 쉽게 벗겨질 수 있으며, 도로 포장시 다짐 공정을 제대로 수행할 수 없게 되고, 입도가 8 mm 미만일 경우 현장에서 아스팔트 콘크리트 시공시 작은 입도로 인하여 굵은 골재와의 분리 현상이 극심하게 발생될 수 있다. 따라서, 순환골재 및 신골재의 입도는 8 ~ 30 mm를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0068] 상기 개질 유화 아스팔트는 상기 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물에 2 ~ 6 wt% 포함되는 것이 바람직하며 특별히 유화제의 종류에 제한이 없으므로, 양이온계 아스팔트 유화제, 음이온계 아스팔트 유화제, 비이온계 아스팔트 유화제를 포함하는 상용화된 개질 유화 아스팔트 중에서 자유롭게 선택하여 사용할 수 있다.
- [0070] 한편, 본 발명의 다른 실시 형태로, 상기 언급된 이산화탄소 흡수효과가 있는 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트계 첨가제 조성물의 제조방법은, 고로 슬래그; 상기 고로 슬래그의 수경성(hydraulic property)을 활성화시키는 염기성 활성화제; 및 경화제;가 포함되고, 시멘트는 포함되지 않은 조성물을 균일하게 혼합하여 제조할 수 있으며, 상기 고로 슬래그, 염기성 활성화제 및 경화제 각각의 구체적인 성분, 조성물의 구체적인 성분 함량은 상기에 언급하였으므로 여기서는 생략하기로 한다.
- [0072] 이하에서는, 본 발명의 실시 예를 살펴본다. 그러나 본 발명의 범주가 이하의 바람직한 실시 예에 한정되는 것은 아니며, 당업자라면 본 발명의 권리범위 내에서 본 명세서에 기재된 내용의 여러 가지 변형된 형태를 실시할 수 있다.
- [0074] [실례 1]
- [0075] 첨가제 조성물의 성분함량에 따른 아스팔트 혼합물의 간접인장강도 측정
- [0076] 순환 골재 742.9 g, 신골재 157.1 g, 개질유화아스팔트 40.0 g, 하기 표 1과 같은 비율로 혼합된 상온 경화 재활용 아스팔트용 무시멘트계 첨가제 조성물 30.0 g 및 물 30.0 g을 혼합하여 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물을 제조하였다.
- [0077] 상기 순환골재 및 신골재는 "KS F 2357"에 명시된 품질에 따라 밀도 2.50 % 이상, 흡수율 3.0 %, 마모율 40 이하인 골재를 사용하였으며, 유화아스팔트는 CSS-1hp의 종류를 사용하였다.
- [0078] 구체적으로 하기 표 1에 나타난 상온 경화형 재활용 아스팔트용 무시멘트계 첨가제 조성물은, 실시예 1 내지 및 비교예 1, 2는 고로 슬래그 100 중량부를 기준으로 하여, 염기성 활성화제의 함량 비율이 다르게 포함되어 있고, 비교예 3은 소석회 대신에, 석회석분을 포함하였고, 비교예 4의 경우에는 염기성 활성화제 및 경화제가 포함되지 않은 상온 경화형 재활용 아스팔트용 무시멘트계 첨가제 조성물이다.
- [0079] 시편은, 제조된 아스팔트 혼합물을 소정의 틀에 부어 21 ℃에서 24시간 양생한 뒤, 탈형 후 38 ℃ 온도에서 2 시간 보관한 다음, 상온에서 5일간 보관한 뒤 커팅하여 성형한 다음, 3일간 추가로 건조하여 제조하였다.
- [0080] 상기 제조된 시편의 간접인장강도는 KS F 2382 규격에 따라 MTS810 장치를 사용하여 측정한 뒤 그 결과는 도에 나타내었다

표 1

	실시예 1	실시예 2	실시예 3	비교예 1	비교예 2	비교예 3	비교예 4
고로 슬래그	14.28 (100 중량부)	15.21 (100 중량부)	13.42 (100 중량부)	15.33 (100 중량부)	13.29 (100 중량부)	14.28 (100 중량부)	20.0 (100 중량부)
염기성 활성화제 (Ca(OH) <sub>2</sub> )	4.29 (30 중량부)	3.27 (21.5 중량부)	5.24 (39 중량부)	3.14 (20.5 중량부)	5.38 (40.5 중량부)	4.29 (30 중량부)	-
경화제 (Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> )	1.43 (10 중량부)	1.52 (10 중량부)	1.34 (10 중량부)	1.53 (10 중량부)	1.33 (10 중량부)	1.43 (10 중량부)	-

소석회 or 석회석분	소석회 10.0	소석회 10.0	소석회 10.0	소석회 10.0	소석회 10.0	석회석분 10.0	소석회 10.0
합계	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0

(단위는 g이며, 각 성분의 중량부는 각각의 고로슬래그 100 중량부를 기준으로 계산된 중량부임.)

[실험예 2]

물과 첨가제 조성물의 함량에 따른 간접인장강도 측정

상기 실험예 1과 동일한 제조방법으로 시편을 제조하되, 하기 표 2와 같은 비율로 물과 첨가제 조성물 내 고로슬래그가 포함된 상온 경화형 재활용 아스팔트 콘크리트 시편을 제조한 뒤, 상기 실험예 1과 동일한 시험방법으로 간접인장강도를 측정하였으며, 그 결과는 도 2과 같이 나타났다

**표 2**

		실시에 1	비교예 5	비교예 6	비교예 7	비교예 8
순환골재		742.9	735.76	730.4	730.76	742.63
신골재		157.1	149.96	144.6	144.96	153.37
유화아스팔트		40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
물		30.0	30.0	55.0	40.0	40.0
첨가제 조성물	고로 슬래그	14.28 (100 중량부)	28.56 (100 중량부)	14.28 (100 중량부)	28.56 (100 중량부)	10.00 (100중량부)
	염기성 활성화제 (수산화칼슘)	4.29 (30 중량부)	4.29 (15중량부)	4.29 (30 중량부)	4.29 (15 중량부)	3.00 (30중량부)
	경화제 (규산나트륨)	1.43 (10 중량부)	1.43 (5중량부)	1.43 (10 중량부)	1.43 (5 중량부)	1.00 (10 중량부)
	소석회	10	10	10	10	10
	합계	30.0	44.28	30.0	44.28	24.0

(단위는 g이며, 첨가제 조성물 내 각 성분의 중량부는 각각의 고로슬래그 100 중량부를 기준으로 계산된 중량부임.)

상기 실험예 1 및 2의 결과인 도 1 및 도 2를 살펴보면, 실시에 1 내지 3의 간접인장강도가 비교예 1 내지 7 간접인장강도보다 우수함을 확인할 수 있었다.

상세하게는, 비교예 1의 경우 염기성 활성화제의 함량이 낮아, 고로 슬래그의 표면을 충분히 개질하지 못함으로써 강도가 저하되었고, 비교예 2의 경우 염기성 활성화제에 비하여 고로 슬래그의 함량이 낮아 충분한 강도 발현이 나타나지 못했다.

비교예 3의 경우에는 소석회 대신에 일반적으로 첨가제 조성물로 사용되는 석회석분을 사용하였을 경우 강도 소석회를 사용한 실시에 1에 비하여 낮음을 확인할 수 있었으며, 활성화제와 경화제가 없는 비교예 4의 경우 가장 낮은 강도를 확인할 수 있었다.

또한, 비교예 5 및 7의 경우 첨가제 조성물 내 고로 슬래그 대비 염기성 활성화제와 경화제의 함량이 낮아 아스팔트 콘크리트 강도가 낮고, 비교예 6의 경우 물의 함량이 높아 아스팔트 콘크리트의 혼합물이 경화하는데 많은 시간이 필요로 할 뿐만 아니라, 충분히 경화하지 못하여 강도가 낮아짐을 확인할 수 있었다.

따라서, 우수한 강도를 갖는 아스팔트 콘크리트를 시공하기 위해서는 본 발명의 상온 경화형 재활용 아스팔트 무시멘트계 첨가제 조성물의 경우 고로 슬래그 100 중량부에 대하여 염기성 활성화제 21 ~ 39 중량부 및 경화제 6 ~ 14 중량부를 사용하는 것 바람직하며, 또한, 첨가제 조성물은 상온 경화형 재활용 아스팔트 혼합물 내 2 ~ 4 wt% 포함되는 것이 바람직하다.

[실험예 3]

아스팔트 콘크리트의 이산화탄소 흡수능 측정

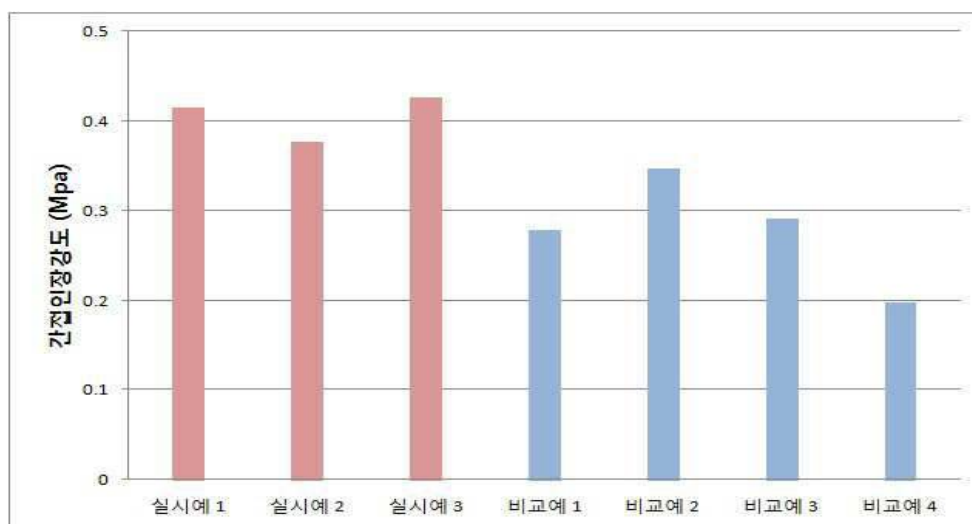
상기 실험예 1의 실시에 1 내지 3 및 비교예 1,2의 이산화탄소 흡수능을 측정하기 위하여 컬럼(column)을 사

하여 이산화탄소 농도를 측정하였다.

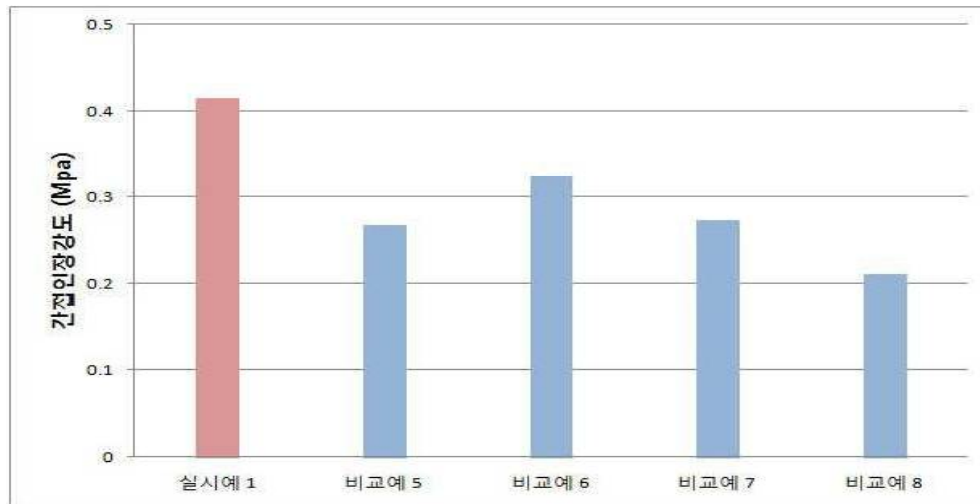
- [0099] 상기 실험에 1과 동일한 제조방법으로 제조하되, 제조된 시편을 파쇄하여 일정한 펠렛(pellet) 형태(입자크 0.4 ~ 0.8 mm)로 성형하였다.
- [0100] 성형된 펠렛 형태의 아스팔트 콘크리트는 원통형 컬럼에 충전한 후, 약 5,000 ppm 수준의 이산화탄소 가스를 컬럼 하부로 주입하고, 컬럼 상부로 배출되는 기체상 이산화탄소 농도를 비분산 적외선 검출기(infra-red detector)로 측정하였다.
- [0101] 상기 이산화탄소 흡수능 측정에 사용된 컬럼은 직경은 0.5 cm, 단면적은  $0.785 \text{ cm}^2$ 을 사용하였고, 펠렛 형태 아스팔트 콘크리트는 컬럼 내  $5.495 \text{ cm}^3$  (0.005495 L)부피로 충전하였으며, 컬럼을 통과하는 이산화탄소가 포함된 가스는 1.32 L/min 속도로 통과시켰다.
- [0103] 도 3의 결과를 살펴보면, 상기 이산화탄소 흡수능 측정의 결과에 관한 그래프로, 비교예 1, 2의 경우 차이는 지만 비교적 빠른 시간 내 이산화탄소 흡수 능력을 상실하였으나, 실시예 1 내지 3의 경우에는 시험 개시 후 각각 60 분, 80 분, 100 분 이후까지 이산화탄소 흡수력이 유지됨을 확인할 수 있었다.
- [0104] 이는 비교예 1의 경우 염기성 활성화제의 함량이 낮아 고로 슬래그의 표면을 충분히 개질시키지 못하여 상기로 슬래그 내 포함된 산화칼슘, 산화마그네슘등이 제대로 이산화탄소를 흡수하지 못하고, 비교예 2의 경우 염기성 활성화제의 함량에 비하여 고로 슬래그의 함량이 낮아 이산화탄소를 충분히 흡수하지 못한 것을 알 수 있다.
- [0106] 따라서, 상기 실험에 1 내지 3의 결과를 살펴보면, 본 발명의 이산화탄소 흡수효과가 있는 상온 경화형 재활 아스팔트 혼합물 제조용 무시멘트계 첨가제 조성물을 사용하여 아스팔트 콘크리트 시공시, 포장도로 상층의 하층을 하부로 전달하지 못하여 포장도로의 조기균열 및 파손 발생을 방지할 수 있을 뿐만 아니라 시멘트를 포함하지 않고 있어 시멘트 제조시 발생하는 다량의 이산화탄소를 줄일 수 있다.
- [0107] 뿐만 아니라, 시공시 표면이 개질된 고로 슬래그로 인하여 이산화탄소를 흡수할 수 있고, 기존의 재활용 상 아스팔트 콘크리트보다 단 시간 내 강도 및 내구성을 향상시켜 도로의 기층용으로 사용될 수 있다

## 도면

### 도면1



도면2



도면3

